Julian Bette

# Modelle im Geographieunterricht der gymnasialen Oberstufe

Diese Arbeit wurde als Dissertationsschrift zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophie (Dr. phil.) im Fachbereich Geowissenschaften an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster angenommen unter dem Titel:

Einsatz von theoretischen Raummodellen im Geographieunterricht der gymnasialen Oberstufe (NRW) aus Perspektive der Modellkompetenz - Eine quantitative Untersuchung der von Geographielehrenden berichteten Unterrichtspraxis und des Einflusses professioneller Lehrerkompetenzen

Erstgutachter: Prof. Dr. Michael Hemmer
(Westfälische Wilhelms-Universität Münster)
Zweitgutachter: Prof. Dr. Leif Mönter
(Universität Trier)

**Geographiedidaktische Forschungen**
Herausgegeben im Auftrag des Hochschulverbandes für Geographiedidaktik e.V. von M. Hemmer, Y. Krautter und J. C. Schubert
Schriftleitung: S. Höhnle

Julian Bette:
Modelle im Geographieunterricht der gymnasialen Oberstufe.
Eine quantitative Befragung von Lehrkräften zum Einsatz theoretischer Raummodelle

**Geographiedidaktische Forschungen**
Herausgegeben im Auftrag des
Hochschulverbandes für Geographiedidaktik e.V.
von
Michael Hemmer
Yvonne Krautter
Jan C. Schubert
Frühere Herausgeber waren Jürgen Nebel (bis 2017),
Hartwig Haubrich (bis 2013), Helmut Schrettenbrunner (bis 2013)
und Arnold Schultze (bis 2003).

76

Julian Bette

# Modelle im Geographieunterricht der gymnasialen Oberstufe

## Eine quantitative Befragung von Lehrkräften zum Einsatz theoretischer Raummodelle

hgd Hochschulverband für Geographiedidaktik

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über dnb.dnb.de abrufbar.

Herstellung und Verlag: BoD, Norderstedt

© 2021 Julian Bette
Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-75433-911-4

„Life is what happens to you while you're
busy making other plans." (*J. Lennon*)

## Vorwort

Auf dem langen und kurvenreichen Weg in Universität und Schule bin ich sehr vielen Menschen begegnet, denen ich von Herzen danken möchte. Sie haben auf vielfältige Art und Weise einen Beitrag zum Gelingen dieser Arbeit geleistet. Viele von Ihnen haben mich in vielerlei Hinsicht inspiriert.

Zunächst gilt mein Dank allen ehemaligen Kolleginnen und Kollegen am Institut für Didaktik der Geographie der WWU Münster, die durch zahlreiche konstruktive Gespräche und tatkräftige Unterstützung diese Arbeit vorangebracht haben. An erster Stelle danke ich meinem Doktorvater Prof. Dr. Michael Hemmer für sein fortwährendes Vertrauen in mich und meine Arbeit, seine vielfältige Unterstützung und Beratung sowie die zahlreichen fachlichen und überfachlichen Diskussionen. Prof. Dr. Jan Christoph Schubert gilt ebenso mein Dank – insbesondere dafür, dass er mein Interesse an der geographiedidaktischen Forschung schon zu Studentenzeiten geweckt und gefördert hat. Prof. Dr. Rainer Mehren und Martina Mehren gilt mein Dank für den produktiven Austausch zur Umsetzung des Modellansatzes im Unterricht. Daniel Kuhmann danke ich insbesondere für seine technische und kollegiale Unterstützung. Karina Witte, Jan Paul Zietsch und Maximilian Warnke haben mich als studentische Mitarbeiter begleitet und einen maßgeblichen Beitrag geleistet. Des Weiteren danke ich Matthias Etterich, Alexander Braun, Sebastian Krüger, Nadine Rosendahl, Melissa Meurel sowie Dr. Katja Wrenger für die zahlreichen Impulse und kritisch-konstruktiven Diskussionen. Darüber hinaus gilt mein Dank der gesamten Prüfungskommission Prof. Dr. Norbert Hölzel, Prof. Dr. Michael Hemmer, Prof. Dr. Leif Mönter, Prof. Jan Christoph Schubert sowie Prof. Dr. Samuel Mössner. Für die Begutachtung der Arbeit danke ich insbesondere Prof. Dr. Leif Mönter sowie Prof. Dr. Michael Hemmer.

Ein großes Dankeschön gilt zudem den Kolleginnen und Kollegen, die bei der Befragung, den Vortests und dem Expertenrating mitgewirkt habe. Hier sind insbesondere Daniela Pietschmann, Patrick Laabs und Meike Rahner für ihr hervorragendes Feedback hervorzuheben. Ich möchte zudem meinem früheren Geographielehrer und späterem Kollegen Jürgen Schmitz dafür danken, dass er schon zu Schulzeiten die Basis für mein fortwährendes Interesse am Fach gelegt hat.

Nach dem Wechsel in die Schule begann eine sehr herausordernde Zeit, in der ich Familie, Schule und mein Promotionsvorhaben unter einen Hut bekommen musste. Dabei standen Familie und Freunde allzu oft hinten an. Nächte und Ruhephasen waren viel zu kurz. Die Fertigstellung der Dissertation war nur dadurch möglich, dass meine Familie dies mittrug. Insbesondere meiner Frau Sarah gebührt höchster Dank. Darüber hinaus gilt mein Dank auch meinen Eltern Brigitta und Friedhelm sowie meinen Schwiegereltern Kerstin und Hartmut, meinem Bruder Kai und meiner Schwägerin Sabrina und meinem Schwager Patrick dafür, dass sie mir oft den Rücken freihielten, mich unterstützt, aber auch abgelenkt haben.

Hüsten im August 2021

# Inhaltsverzeichnis

**Abbildungsverzeichnis** **XI**

**Tabellenverzeichnis** **XVI**

**Abkürzungsverzeichnis** **XX**

**Zusammenfassung** **XXIII**

**1 Problemstellung und Zielsetzung** **1**

**2 Theoretische Grundlagen** **5**

2.1 Modelltheoretische Grundlagen ... 5
2.1.1 Grundzüge allgemeiner Modelltheorien ... 6
2.1.1.1 Allgemeine Modelltheorie nach Stachowiak 6
2.1.1.2 Urteil über das Modellsein nach Mahr 9
2.1.1.3 Modellklassifikationen im Rahmen der Allgemeinen Modelltheorie 11
2.1.2 Modelle in der Geographie ... 15
2.1.2.1 Modellverständnis in der Geographie 15
2.1.2.2 Geographische Modellklassifikationen 18
2.1.3 Modelle in der Geographiedidaktik ... 21
2.1.3.1 Modellverständnis in der Geographiedidaktik 21
2.1.3.2 Geographiedidaktische Modellklassifikationen 22
2.1.4 Zwischenfazit ... 26
2.1.4.1 Die Bedeutung des Subjekts bei der Modellbildung 26
2.1.4.2 Modellbegriff dieser Arbeit 28
2.1.4.3 Modellklassifikation dieser Arbeit 29

2.2 Modellkompetenz ... 34
2.2.1 Grunddimensionen der Modellkompetenz ... 34
2.2.2 Das Berliner Kompetenzmodell der Modellkompetenz ... 36
2.2.3 Modellkompetenz in der Geographiedidaktik ... 39
2.2.4 Modellkompetenz im Kernlehrplan NRW (Sek II) ... 41
2.2.5 Kartenkompetenz in der Geographiedidaktik ... 43

2.3 Modelleinsatz im Geographieunterricht ... 47
2.3.1 Induktiver Ansatz des Modelllernens ... 48
2.3.2 Deduktiver Ansatz des Modelllernens ... 50
2.3.3 Modellanwendung ... 52
2.3.4 Reflexion über geographische Modelle ... 52
2.3.5 Zwischenfazit ... 53
2.3.5.1 Potentiale des Modelleinsatzes 53

2.3.5.2 Grundlegende Dimensionierung des Modelleinsatzes 56

2.4 Professionelle Handlungskompetenz von Lehrkräften ... 57
2.4.1 Fachwissen ... 58
2.4.2 Fachdidaktisches Wissen ... 59
2.4.3 Professionswissen und Modelleinsatz ... 59
2.4.4 Überzeugungen ... 60
2.4.5 Überzeugungen und Modelleinsatz ... 61
2.4.6 Theoretisches Rahmenmodell zur Erfassung und Analyse des Einflusses von Lehrerkompetenzen auf den Unterricht ... 62

2.5 Theoretisches Rahmenmodell der Untersuchung ... 63

**3 Zum aktuellen Stand der Forschung 65**

3.1 Empirische Studien und Befunde aus der deutschen Geographiedidaktik ... 65

3.2 Empirische Studien und Befunde aus den Naturwissenschaftsdidaktiken zum Modelleinsatz ... 69

3.3 Zusammenfassung ... 76

**4 Hypothesen 79**

4.1.1 Hypothesen zu abhängigen Variablen ... 79
4.1.2 Hypothesen zum Einfluss ausgewählter unabhängiger Variablen ... 84

**5 Material und Methode 91**

5.1 Konzeption des Messinstruments ... 91
5.1.1 Wahl der methodischen Zugriffsweise ... 92
5.1.2 Erfassung des präferierten Ansatzes des Modelllernens ... 97
5.1.3 Herleitung der Facetten des Modelleinsatzes ... 98
5.1.4 Auswahl geeigneter theoretischer Raummodelle zur Itemkonstruktion ... 102
5.1.5 Charakterisierung und Itementwicklung der Subskalen zum Modelleinsatz im Geographieunterricht (AV) ... 106
5.1.6 Charakterisierung und Itementwicklung der theoretischen, lehrerbezogenen Subskalen (UV) ... 120
5.1.7 Charakterisierung und Itementwicklung der Kontext-, Kontrollvariablen und weiteren Variablen ... 125

5.2 Aufbau des Onlinefragebogens ... 128

5.3 Kontrolle der Sozialen Erwünschtheit ... 132

5.4 Pretestverfahren ... 134
5.4.1 Phase der kognitiven Techniken ... 135

5.4.2 Phase des Standard-Pretests ... 136
5.4.3 Expertenrating ... 137

5.5 Itemanalyse ... 138

5.6 Überprüfung der testtheoretischen Brauchbarkeit ... 142
5.6.1 Objektivität ... 143
5.6.2 Reliabilität und Homogenität ... 144
5.6.3 Validität ... 148

5.7 Durchführung der Hauptstudie (Stichprobe) ... 153
5.7.1 Stichprobenziehung ... 153
5.7.2 Statistische Planung des Stichprobenumfangs ... 154
5.7.3 Kennzeichnung der Stichprobe ... 156

**6 Zentrale Ergebnisse der empirischen Untersuchung und Diskussion 159**

6.1 Einsatz oberstufenrelevanter theoretischer Raummodelle ... 160

6.2 Einsatz theoretischer Raummodelle in der Oberstufe ... 164
6.2.1 Auswahl des Ansatzes des Modelllernens (deduktiv/induktiv) ... 164
6.2.2 Einsatz von theoretischen Raummodellen im Rahmen des deduktiven Ansatzes des Modelllernens ... 165
6.2.3 Einsatz von theoretischen Raummodellen im Rahmen des induktiven Ansatzes des Modelllernens ... 175

6.3 Der Einfluss der unabhängigen Variablen auf den Modelleinsatz ... 185
6.3.1 Der Einfluss des Modellverständnis der Lehrkräfte auf den Modelleinsatz ... 185
6.3.2 Der Einfluss des modelleinsatzbezogenen fachdidaktischen Wissens der Lehrkräfte auf den Modelleinsatz ... 191
6.3.3 Der Einfluss von Zielorientierungen der Lehrkräfte auf den Modelleinsatz ... 197
6.3.4 Der Einfluss lerntheoretischer Überzeugungen der Lehrkräfte auf den Modelleinsatz ... 212
6.3.5 Der Einfluss ausgewählter distaler Variablen auf die Kompetenzen der Geographielehrkräfte ... 221

6.4 Der Einfluss der Kontextvariablen ‚Hindernisse beim Modelleinsatz' ... 224

6.5 Der Einfluss unabhängiger Variablen auf den Modelleinsatz im Vergleich ... 230
6.5.1 Ansätze des Modelllernens ... 230
6.5.1.1 Wahl des Ansatzes des Modelllernens 231
6.5.1.2 Deduktiver Ansatz des Modelllernens 232
6.5.1.3 Induktiver Ansatz des Modelllernens 236
6.5.2 Dimensionen des Modelleinsatzes ... 238
6.5.2.1 Modell als Medium – Modellauswertung 240
6.5.2.2 Modell als Methode – Modellbildung 244
6.5.2.3 Modell als Methode – Modellanwendung 247

6.5.2.4 Reflexion über Modelle 250
6.5.2.5 Überblick über relevante Prädiktoren 253

6.6 Zusammenfassung zentraler Erkenntnisse ... 254
6.6.1 Einsatz oberstufenrelevanter theoretischer Raummodelle ... 254
6.6.2 Wahl des Modelllernen-Ansatzes ... 255
6.6.3 Modell als Medium – Modellauswertung ... 256
6.6.4 Modell als Methode – Modellbildung ... 257
6.6.5 Modell als Methode – Modellanwendung ... 259
6.6.6 Reflexion über Modelle ... 260

**7 Hypothesenprüfung 263**

7.1 Hypothesen zu abhängigen Variablen ... 263

7.2 Hypothesen zum Einfluss ausgewählter unabhängiger Variablen ... 267

**8 Didaktisch-methodische Schlussfolgerungen 273**

8.1 Umsetzung der Anforderungen des Kernlehrplans Geographie (NRW, Sek. II) ... 275

8.2 Zehn Ansätze zur Förderung von Modellkompetenz im Geographieunterricht ... 277

**9 Schluss und Ausblick 285**

9.1 Reflexion des Forschungsdesigns ... 285

9.2 Ausblick ... 289

**Literaturverzeichnis 295**

**Anhang A1**

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 | Die Original-Modell-Beziehung Modelle der Wissenschaft ..... 7

Abb. 2 | Urteil über das Modellsein nach MAHR: Die beiden konstruktiven Modellbeziehungen, die ein als Modell μ aufgefasster Gegenstand M miteinander verbindet ..... 10

Abb. 3 | Struktur der Modellbeziehungen nach MAHR, durch die ein Gegenstand M zum Träger eines Cargos χ wird ..... 11

Abb. 4 | Modellklassifikation im Rahmen der Allgemeinen Modelltheorie anhand der Repräsentationsform bzw. des Zeichensystems von Modellen ..... 12

Abb. 5 | Modellklassifikation im Rahmen der Allgemeinen Modelltheorie anhand ihrer Funktion ..... 15

Abb. 6 | Klassifikation anhand des Kriterium Art der Raumrepräsentation ..... 20

Abb. 7 | Traditionelle Klassifikation von Modellen im Unterricht ..... 23

Abb. 8 | Das Kontinuum von konkreten und theoretischen Modellen ..... 23

Abb. 9 | Stufen der Abstraktion innerhalb der Modellklassen ..... 24

Abb. 10 | Typen graphischer Modelle nach WIKTORIN ..... 25

Abb. 11 | Modellverständnis nach MIKELSKIS-SEIFERT et al. ..... 27

Abb. 12 | Vereinfachter Modellierungsprozess, der vom Original über ein Denkmodell zum Modellobjekt führt ..... 28

Abb. 13 | Modellklassifikation dieser Arbeit ..... 32

Abb. 14 | Der Arbeit zugrunde gelegte Differenzierung der Erkenntnismodelle ..... 33

Abb. 15 | Grunddimensionen der Modellkompetenz und entsprechende Wechselwirkungen nach MEISERT ..... 35

Abb. 16 | Grunddimensionen der Modellkompetenz im Geographieunterricht ..... 41

Abb. 17 | Eckpfeiler eines Kompetenzstrukturmodells zur Kartenauswertung – das Ludwigsburger Modell ..... 46

Abb. 18 | Prozess der chorologischen Modellbildung ..... 49

Abb. 19 | Schritte zur Modellauswertung aus einem aktuellen Schulbuch ..... 51

Abb. 20 | Didaktische Potentiale der Arbeit mit geographischen Modellen ..... 55

Abb. 21 | Grundlegende Dimensionierung des Einsatzes von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe ..... 56

Abb. 22 | Struktur der professionellen Handlungskompetenz von Lehrkräften im Rahmen der COACTIV-Studie ..... 58

Abb. 23 | Konzeptionalisierung von Überzeugungen im Rahmen der COACTIV-Studie und Erläuterung ..... 61

Abb. 24 | Modell der Determinanten und Konsequenzen der professionellen Kompetenz von Lehrkräften ..... 63

Abb. 25 | theoretisches Rahmenmodell der vorliegenden Untersuchung ..... 64

Abb. 25 | Zuordnung der Operatoren in kartenbezogenen Aufgabenstellungen zu den AFB – Vergleich Hauptschul- und Gymnasialbände und Differenzierung nach Klassenstufen in NRW und Bayern ..... 67
Abb. 27: Filterfrage - deduktiver vs. induktiver Ansatz des Modelllernens ..... 97
Abb. 28 | Synopse der Facetten des Modelleinsatzes im Rahmen der Modellauswertung ..... 99
Abb. 29 | Synopse der Facetten des Modelleinsatzes im Rahmen der Modellbildung ..... 99
Abb. 30 | Synopse der Facetten des Modelleinsatzes im Rahmen der Modellanwendung ..... 100
Abb. 31 | Dimensionen und Facetten des Modelleinsatzes im Geographieunterricht ..... 101
Abb. 32 | Modell des demographischen Übergangs ..... 104
Abb. 33 | Modell der angloamerikanischen Stadt nach HAHN ..... 106
Abb. 34 | Aufbau des Fragebogens im Überblick ..... 129
Abb. 35 | Screenshot aus dem Onlinefragebogen zum Modelleinsatz ..... 130
Abb. 36 | Vorgehen bei der Itemanalyse in Orientierung an BORTZ und DÖRING ..... 139
Abb. 37 | Modelle als Gegenstand in Aus- und Fortbildung ..... 157
Abb. 38 | Präferierter Ansatz beim Einsatz von Modellen im Geographieunterricht der Oberstufe (*N* = 200) ..... 164
Abb. 39 | Präferenz des induktiven bzw. deduktiven Ansatz des Modelllernens insgesamt (*N* = 200) und beim Einsatz des Modells der angloamerikanischen Stadt (*n* = 104) bzw. des Modells des demographischen Übergangs (*n* = 96) im Vergleich. ..... 165
Abb. 40 | Mittelwerte und Standardabweichungen der Subskalen/Facetten des Modelleinsatzes, die bei der Präferenz des deduktiven Ansatzes abgefragt wurden (*n* = 149) ..... 167
Abb. 41 | Mittelwerte und Standardabweichungen der Subskalen/Facetten des Modelleinsatzes, die beim deduktiven Ansatz abgefragt wurden differenziert nach dem Modell des demographischen Übergangs und dem Modell der angloamerikanischen Stadt ..... 171
Abb. 42 | Mittelwerte und Standardabweichungen der Subskalen/Facetten des Modelleinsatzes, die bei der Präferenz des induktiven Ansatzes abgefragt wurden (*n* = 51) ..... 176
Abb. 43 | Mittelwerte und Standardabweichungen der Subskalen/Facetten des Modelleinsatzes, die beim induktiven Ansatz abgefragt wurden differenziert nach dem Modell des demographischen Übergangs und dem Modell der angloamerikanischen Stadt ..... 180
Abb. 44 | Boxplot der unabhängigen Variable Modellverständnis ..... 185
Abb. 45 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung des Modellverständnis in absoluten Werten (*n* = 162) ..... 186
Abb. 46 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung des Modellverständnis in relativen Werten (*n* = 162) ..... 186

Abb. 47 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (deduktiver Ansatz) und dem Modellverständnis der Lehrkräfte (*n* = 128) ..... 187
Abb. 48 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (induktiver Ansatz) und dem Modellverständnis der Lehrkräfte (*n* = 34) ..... 189
Abb. 49 | Boxplot der unabhängigen Variable ‚fachdidaktisches Wissen (Modelleinsatz)' ..... 191
Abb. 50 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung des fachdidaktischen Wissens zum Modelleinsatz in absoluten Werten (*n* = 161) . 192
Abb. 51 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung des fachdidaktischen Wissens zum Modelleinsatz in relativen Werten (*n* = 161) ... 192
Abb. 52 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (deduktiver Ansatz) und dem fachdidaktischen Wissen zum Modelleinsatz der Lehrkräfte (*n* = 128) ..... 193
Abb. 53 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (induktiver Ansatz) und dem fachdidaktischen Wissen der Lehrkräfte zum Modelleinsatz (*n* = 34) ..... 195
Abb. 54 | Boxplot der unabhängigen Variablen zu Zielorientierungen: Inhaltsorientierung, Methodenorientierung, Beurteilungsorientierung (*n* = 158) .. 198
Abb. 55 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung der inhaltsbezogenen Zielorientierung in absoluten Werten (*n* = 156) ..... 200
Abb. 56 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung der der inhaltsbezogenen Zielorientierung in relativen Werten (*n* = 156) ..... 200
Abb. 57 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung der methodischen Zielorientierung in absoluten Werten (*n* = 156) ..... 201
Abb. 58 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung der methodischen Zielorientierung in relativen Werten (*n* = 156) ..... 201
Abb. 59 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung der beurteilungsbezogenen Zielorientierung in absoluten Werten (*n* = 152) ..... 202
Abb. 60 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung der beurteilungsbezogenen Zielorientierung in relativen Werten (*n* = 152) ..... 202
Abb. 61 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (deduktiver Ansatz) und der inhaltsbezogenen Zielorientierung der Lehrkräfte (*n* = 125) ..... 203
Abb. 62 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (deduktiver Ansatz) und der methodischen Zielorientierung der Lehrkräfte (*n* = 125) ..... 204
Abb. 63 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (deduktiver Ansatz) und der beurteilungsbezogenen Zielorientierung der Lehrkräfte (*n* = 125) ..... 205
Abb. 64 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (induktiver Ansatz) und der inhaltsbezogenen Zielorientierung der Lehrkräfte (*n* = 34) ..... 208
Abb. 65 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (induktiver Ansatz) und der methodischen Zielorientierung der Lehrkräfte (*n* = 33) ..... 209
Abb. 66 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (induktiver Ansatz) und der beurteilungsbezogenen Zielorientierung der Lehrkräfte (*n* = 33) ..... 210

Abb. 67 | Boxplot der unabhängigen Variablen zu lerntheoretischen Überzeugungen: Transmission und Konstruktion (*n* = 159) ..... 213
Abb. 68 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung der transmissiven lerntheoretischen Überzeugung in absoluten Werten (*n* = 159) ..... 214
Abb. 69 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung d der transmissiven lerntheoretischen Überzeugung in relativen Werten (*n* = 159) ..... 214
Abb. 70 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung der konstruktionsorientierten lerntheoretischen Überzeugung in absoluten Werten (*n* = 159) ..... 215
Abb. 71 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung der konstruktionsorientierten lerntheoretischen Überzeugung in relativen Werten (*n* = 159) ..... 215
Abb. 72 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (deduktiver Ansatz) und der lerntheoretischen Überzeugung ‚Transmission' der Lehrkräfte (*n* = 125) ..... 217
Abb. 73 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (deduktiver Ansatz) und der lerntheoretischen Überzeugung ‚Konstruktion' der Lehrkräfte (*n* = 125) ..... 217
Abb. 74 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (induktiver Ansatz) und der lerntheoretischen Überzeugung ‚Transmission' der Lehrkräfte (*n* = 34) ..... 219
Abb. 75 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (induktiver Ansatz) und der lerntheoretischen Überzeugung ‚Konstruktion' der Lehrkräfte (*n* = 34) ..... 220
Abb. 76 | Boxplots der Gesamtskala ‚Hindernisse beim Modelleinsatz' und ihrer Subskalen (*n* = 157) ..... 225
Abb. 77 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (deduktiver Ansatz) und die wahrgenommenen Hindernisse beim Modelleinsatz (*n* = 123) ..... 225
Abb. 78 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (induktiver Ansatz) und die wahrgenommenen Hindernisse beim Modelleinsatz (*n* = 33) ..... 226
Abb. 79 | Auszug aus der Streudiagramm-Matrix der abhängigen Variable ‚Modellauswertung' mit den Prädiktoren des Modells 4 ..... 241
Abb. 80 | Auszug aus der Streudiagramm-Matrix der abhängigen Variable ‚Modellbildung' mit relevanten Prädiktoren ..... 245
Abb. 81 | Auszug aus der Streudiagramm-Matrix der abhängigen Variable ‚Modellanwendung' mit den Prädiktoren des Modells 3 ..... 248
Abb. 82 | Auszug aus der Streudiagramm-Matrix der abhängigen Variable ‚Modellreflexion' mit den Prädiktoren des Modells 3 ..... 251
Abb. 83 | Übersicht über die relevanten Prädiktoren der vier Modelleinsatzdimensionen ..... 253
Abb. 84 | kanonische theoretische Raummodelle des Geographieunterrichts in der gymnasialen Oberstufe (NRW) ..... 255
Abb. 85 | Vierschritt der Modellauswertung ..... 278

Abb. 86 | Idealtypischer Ablauf der Modellbildung ..... 279
Abb. 87 | Anforderungen an ein Modell ..... 281

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1 | Struktur und Niveau der Modellkompetenz im Biologieunterricht. Hellgrau: Perspektive auf das Modellobjekt; Mittelgrau: Herstellungsperspektive; dunkelgrau: Anwendungsperspektive) ... 37
Tab. 2 | Strukturierung und Graduierung allgemeiner modellbezogener Kompetenzen im Kernlehrplan Geographie für die Sekundarstufe II (NRW) ... 42
Tab. 3 | Kartenkompetenz nach HÜTTERMANN ... 44
Tab. 4 | Anzahl der kartenbezogenen Aufgabenstellungen in bayerischen Gymnasialschulbüchern getrennt nach Kompetenzdimensionen des Ludwigsburger Modells (N = 12) ... 66
Tab. 5 | Prozentuale Häufigkeit einer Antwort von ziemlich und sehr bei den einzelnen Items ... 74
Tab. 6 | Übersicht über die abiturrelevanten Modelle der Qualifikationsphase ... 103
Tab. 7 | Hinweise zur Formulierung von Items in schriftlichen Fragebögen ... 107
Tab. 8 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Orientierung“ ... 109
Tab. 9 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Modelle beschreiben“ ... 110
Tab. 10 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Modelle erklären“ ... 110
Tab. 11 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Modell beurteilen“ ... 111
Tab. 12 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Planung“ ... 112
Tab. 13 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Datenanalyse“ ... 112
Tab. 14 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Modelle erstellen“ ... 113
Tab. 15 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „eigene Modelle erklären“ ... 114
Tab. 16 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Modelle testen“ ... 114
Tab. 17 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Modelle ändern“ ... 115
Tab. 18 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Modelltransfer“ ... 116
Tab. 19 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Modellprognose“ ... 116
Tab. 20 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Modellreflexion (Medium)“ ... 117
Tab. 21 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Modellreflexion (Methode)“ ... 117
Tab. 22 | Parallelkonstruktion von Skalen/Items – Beispielitems der Skala „Modelle Erklären“ für das Modell des demographischen Übergangs und das Modell der angloamerikanischen Stadt, differenziert nach Teilfacetten (deduktiver Ansatz) ... 119
Tab. 23 | Item-ID und Wortlaut der Items der Skala „Modellverständnis“ ... 121
Tab. 24 | Item-ID und Wortlaut der Items der Skala „Modelleinsatz“ ... 123
Tab. 25 | Item-ID und Wortlaut der Items der Skala „Inhaltsorientierung“ ... 123
Tab. 26 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Methodenorientierung“ ... 124
Tab. 27 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Beurteilungsorientierung“ ... 124
Tab. 28 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Transmission“ ... 125
Tab. 29 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Konstruktion“ ... 125

Tab. 30 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „organisatorisch-formale Hindernisse“ ..... 126
Tab. 31 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „materialbezogene Hindernisse“ ..... 126
Tab. 32 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „schüler-/lernbezogene Hindernisse“ ..... 126
Tab. 33 | Item-ID und Wortlaut der Items der Skala „Soziale Erwünschtheit“ ..... 127
Tab. 34 | Überprüfung sozialerwünschter Antworttendenzen - Korrelation der Skala "Soziale Erwünschtheit" mit den Subskalen des Modelleinsatzes ..... 134
Tab. 35 | Überblick über kognitive Techniken ..... 136
Tab. 36 | Reliabilitätskoeffizienten der Skalen des Modelleinsatzes zum Modell des demographischen Übergangs (*n* = 96) ..... 145
Tab. 37 | Reliabilitätskoeffizienten der Skalen des Modelleinsatzes zum Modell der angloamerikanischen Stadt (*n* = 104) ..... 146
Tab. 38 | Reliabilitätskoeffizienten der Skalen des Modelleinsatzes mit aggregierten Skalen (*N* = 200) ..... 147
Tab. 39 | Reliabilitätskoeffizienten der Skalen der unabhängigen Variablen ..... 148
Tab. 40 | Reliabilitätskoeffizienten der Kontroll-/Kontextskalen ..... 148
Tab. 41 | Probanden - Zweitfach ..... 156
Tab. 42 | Klassifizierung der verwendeten Effektstärkemaße ..... 160
Tab. 43 | Einsatz besonders unterrichtsrelevanter Modelle der Qualifikationsphase ..... 162
Tab. 44 | Ergebnisse des *t*-Tests für eine Stichprobe bzgl. der Gesamt- und Subskalen der Einsatzfacetten, die im Rahmen des deduktiven Ansatzes erfolgen in Bezug zum theoretischen Skalenmittelwert (*M* = 2.50) ..... 169
Tab. 45 | Die Gesamtskala der 39 Items zum Einsatz von Modellen im Rahmen des deduktiven Ansatzes des Modelllernens hierarchisiert nach den Itemmittelwerten dargelegt am Modell des demographischen Übergangs ..... 172
Tab. 46 | Ergebnisse des *t*-Tests für eine Stichprobe bzgl. der Gesamt- und Subskalen der Einsatzfacetten, die im Rahmen des induktiven Ansatzes erfolgen in Bezug zum theoretischen Skalenmittelwert (2.50) ..... 178
Tab. 47 | Die Gesamtskala der 48 Items zum Einsatz von Modellen im Rahmen des induktiven Ansatzes des Modelllernens hierarchisiert nach den Itemmittelwerten dargelegt am Modell des demographischen Übergangs ..... 182
Tab. 48 | Zusammenhangsmaße für die aggregierten Subskalen im Rahmen des deduktiven Ansatzes sowie dem Modellverständnis der Lehrkräfte (*n* = 128) ..... 188
Tab. 49 | Zusammenhangsmaße für die aggregierten Subskalen im Rahmen des induktiven Ansatzes sowie dem Modellverständnis der Lehrkräfte (*n* = 34) ..... 190
Tab. 50 | Zusammenhangsmaße für die aggregierten Subskalen im Rahmen des deduktiven Ansatzes sowie dem fachdidaktischen Wissen der Lehrkräfte zum Modelleinsatz (*n* = 127) ..... 194

Tab. 51 | Zusammenhangsmaße für die aggregierten Subskalen im Rahmen des induktiven Ansatzes sowie dem fachdidaktischen Wissen der Lehrkräfte zum Modelleinsatz (*n* = 34) ..... 197

Tab. 52 | Zusammenhangsmaße für die aggregierten Subskalen im Rahmen des deduktiven Ansatzes mit den zielbezogenen Überzeugungen ‚Inhaltsorientierung', ‚Methodenorientierung' und ‚Beurteilungsorientierung' der Lehrkräfte (*n* = 125) ..... 207

Tab. 53 | Zusammenhangsmaße für die aggregierten Subskalen im Rahmen des induktiven Ansatzes mit den zielbezogenen Überzeugungen ‚Inhaltsorientierung', ‚Methodenorientierung' und ‚Beurteilungsorientierung' der Lehrkräfte ..... 212

Tab. 54 | Zusammenhangsmaße für die aggregierten Subskalen im Rahmen des deduktiven Ansatzes mit den lerntheoretischen Überzeugungen ‚Transmission' und ‚Konstruktion' der Lehrkräfte (*n* = 125) ..... 218

Tab. 55 | Zusammenhangsmaße für die aggregierten Subskalen im Rahmen des induktiven Ansatzes mit den lerntheoretischen Überzeugungen ‚Transmission' und ‚Konstruktion' der Lehrkräfte (*n* = 34) ..... 221

Tab. 56 | Zusammenhang zwischen formellen Lerngelegenheiten und modellbezogenen Kompetenzen der Geographielehrkräfte (*n* = 159) ..... 222

Tab. 57 | Zusammenhang zwischen Aspekten informeller Lerngelegenheiten und modellbezogenen Kompetenzen der Geographielehrkräfte (*n* = 159) ..... 223

Tab. 58 | Zusammenhangsmaße für die aggregierten Subskalen sowie der Gesamtskala zum Modelleinsatz im Rahmen des induktiven Ansatzes mit der Gesamtskala sowie den Subskalen der wahrgenommenen Hindernisse beim Modelleinsatz (*n* = 123) ..... 228

Tab. 59 | Zusammenhangsmaße für die aggregierten Subskalen sowie der Gesamtskala zum Modelleinsatz im Rahmen des induktiven Ansatzes mit der Gesamtskala sowie den Subskalen der wahrgenommenen Hindernisse beim Modelleinsatz (*n* = 34) ..... 229

Tab. 60 | Zusammenhangsmaße zwischen den unabhängigen Variablen und dem Ansatz des Modelllernens (deduktiv/induktiv) ..... 231

Tab. 61 | Zusammenhangsmaße zwischen der abhängigen Variable Modelleinsatz (deduktiv) und den unabhängigen, lehrerbezogenen Variablen ..... 233

Tab. 62 | Hierarchische Regressionsanalyse relevanter unabhängiger Variablen auf den Modelleinsatz im Rahmen des deduktiven Ansatzes ..... 235

Tab. 63 | Zusammenhangsmaße zwischen der abhängigen Variable Modelleinsatz (induktiv) und den unabhängigen, lehrerbezogenen Variablen ..... 236

Tab. 64 | Hierarchische Regressionsanalyse relevanter unabhängiger Variablen auf den Modelleinsatz im Rahmen des induktiven Ansatzes ..... 238

Tab. 65 | Herleitung der Skalen zu den Dimensionen des Modelleinsatzes ..... 239

Tab. 66 | Zusammenhangsmaße zwischen der abhängigen Variable Modelleinsatz (deduktiv) und den unabhängigen, lehrerbezogenen Variablen ..... 241

Tab. 67 | Hierarchische Regressionsanalyse relevanter unabhängiger Variablen auf die Dimension ‚Modellauswertung' ..... 243
Tab. 68 | Zusammenhangsmaße zwischen der abhängigen Variable ‚Modellbildung' und den unabhängigen Variablen ..... 244
Tab. 69 | Hierarchische Regressionsanalyse relevanter unabhängiger Variablen auf die Modellbildung ..... 246
Tab. 70 | Zusammenhangsmaße zwischen der abhängigen Variable ‚Modellanwendung' und den unabhängigen Variablen ..... 247
Tab. 71 | Hierarchische Regressionsanalyse relevanter unabhängiger Variablen auf die Modellanwendung ..... 249
Tab. 72 | Zusammenhangsmaße zwischen der abhängigen Variable ‚Modellreflexion' und den unabhängigen Variablen ..... 250
Tab. 73 | Hierarchische Regressionsanalyse relevanter unabhängiger Variablen auf die Modellreflexion ..... 252
Tab. 74 | Mittelwerte der sechs Schritte des Modellierungszyklus (*n* = 51) ..... 274
Tab. 75 | Reflexionsimpulse und mögliche Antworten ..... 284
Tab. 76 | Kompetenzmodell der geographischen Modellierkompetenz ..... 291

## Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---|---|
| *korr. R²* | korrigiertes Bestimmtheitsmaß der Regressionsanalyse |
| α | Reliabilitätskoeffizient nach Cronbach (Cronbach's Alpha) |
| AAS | Modell der angloamerikanischen Stadt |
| Abb. | Abbildung |
| AFB | Anforderungsbereich |
| Änd | Subskala ‚Modelle ändern' |
| $\alpha_{\text{item del}}$ | Cronbachs Alpha falls Item entfernt (Homogenitätsmaß) |
| AV | abhängige Variable |
| B | Betagewicht der Regressionsanalyse |
| β | standardisiertes Beta-Gewicht der Regressionsanalyse, auch Wahrscheinlichkeit einen Fehler zweiter Art zu begehen |
| Bes | Subskala ‚Modelle beschreiben' |
| Beu | Subskala ‚Modelle beurteilen' |
| $\chi^2$ | Chi-Quadrat-Wert |
| *d* | Effektstärke nach Cohen / Cohen's *d* |
| Dat | Subskala ‚Datenanalyse' |
| DUE | Modell des demographischen Übergangs |
| EFA | explorative Faktorenanalyse |
| Erk | Subskala (eigenes) ‚Modelle erklären' |
| *f* | F-Wert oder Effektstärkemaß Cohen's *f* (ANOVA) |
| $f^2$ | Effektstärkemaß Cohen's $f^2$ |
| GK | Grundkurs |
| $H_0$ | Nullhypothese |
| $H_1$ | Alternativhypothese |
| $h^2$ | Kommunalitäten |
| Her | Subskala ‚Modell herstellen' |
| KFA | konfirmatorische Faktorenanalyse |
| KLP | Kernlehrplan |
| KMO | Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium |
| LK | Leistungskurs |
| *M* | arithmetisches Mittel |
| *Mdn* | Median |
| MR Med | Subskala ‚Modellreflexion (Medium)' |
| MR Met | Subskala ‚Modellreflexion (Methode)' |
| *n* | Anzahl der Probanden |

| | |
|---|---|
| $N$ | Stichprobenumfang |
| Ori | Subskala ‚Orientierung' |
| ϕ | phi-Koeffizient |
| $p$ | Signifikanzwert |
| $p_i$ | Itemschwierigkeit |
| Plan | Subskala ‚Planung' |
| $p_r$ | Signifikanzwert für die Pearson-Korrelation |
| Pro | Subskala ‚Modellprognose' |
| $p_s$ | Signifikanzwert für die Spearman-roh-Korrelation |
| $r$ | Korrelationskoeffizient des Pearson-Verfahrens |
| $R^2$ | Bestimmtheitsmaß der Regressionsanalyse |
| $r_{ii'}$ | Iteminterkorrelation |
| $r_{it}$ | Trennschärfe/korrigierte Item-Total-Korrelation |
| $r_{pb}$ | Korrelationskoeffizient des punktbiserialen Verfahrens |
| $r_s$ | Korrelationskoeffizient des Spearman-roh-Korrelationsverfahrens |
| SB | Spearman-Brown-Koeffizient |
| $SD$ | Standardabweichung |
| Sek. I | Sekundarstufe I |
| Sek. II | Sekundarstufe II |
| SuS | Schülerinnen und Schüler |
| $t$ | T-Wert |
| Tab. | Tabelle |
| Test | Subskala ‚eigenes Modell testen' |
| Tran | Subskala ‚Modelltransfer' |
| UV | unabhängige Variable |
| VIF | Varianzinflationsfaktor |
| $w$/ω | Effektstärke Cohen's w/Omega |
| $w^2$/$\omega^2$ | Effektstärke Omega-Quadrat |

## Zusammenfassung

Modelle gelten als Schlüssel zum Weltverstehen (u. a. KÖCK 1995; PASSMORE et al. 2014). Sie haben in ihrer Funktion als Medium und Methode zur Vermittlung und Gewinnung von Erkenntnissen sowie aufgrund ihrer Potentiale zur Förderung eines reflexiven Wissenschaftsverständnisses sowohl im Geographieunterricht als auch in der Geographiedidaktik eine hohe Relevanz (WIKTORIN 2013a; PASSMORE et al. 2014). Dem stehen jedoch Befunde zu einer defizitären Modellkompetenz der Lernenden gegenüber (u. a. GRÜNKORN 2014, REISS et al. 2014). Inwiefern die in den Lehrplänen geforderte Modellkompetenz im Geographieunterricht hinreichend gefördert wird, ist nicht erforscht. Unter Annahme des Angebot-Nutzungs-Modells von Unterricht (HELMKE 2014) sowie dem Modell der Determinanten und Konsequenzen der professionellen Kompetenz von Lehrkräften (KUNTER et al. 2011c) geht die vorliegende Untersuchung daher den Fragen nach, wie lehrplanrelevante theoretische Raumodelle in der gymnasialen Oberstufe (NRW) eingesetzt werden und inwiefern modellbezogene Lehrerkompetenzen den Einsatz beeinflussen.

Auf theoretischer Ebene wird in Hinblick auf die unabhängigen Variablen v. a. auf modellbezogene Elemente der professionellen Handlungskompetenz von Lehrkräften (BAUMERT, KUNTER 2006) zurückgegriffen. In Hinblick auf die abhängigen Variablen bilden die Fokussierung eines geographiedidaktischen Modellverständnisses (KÖCK 1985a, 1985b, 2004; BIRKENHAUER 1995, 1997b) sowie die Modellkompetenz (UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010) und der Modelleinsatz zentrale theoretische Grundlagen. Dabei erweisen sich subjektzentrierte Ansätze als besonders fruchtbar (MAHR 2008b, GIERE 2010). Bei der grundlegenden Strukturierung des Modelleinsatzes wird auf ein Drei-Säulen-Modell der Modellkompetenz (MEISERT 2008; JUSTI, GILBERT 2002b) zurückgegriffen, das in die drei Grunddimensionen „Modellbildung und -anwendung“ (*doing science*), „Modellauswertung“ (*learning science*) sowie „Modellverständnis“ (*learning about science*) gegliedert ist.

Als methodischer Zugriff wurde ein quantitativer, itembasierter Online-Lehrerfragebogen genutzt (MUMMENDEY, GRAU 2014). Er ist dann eine gute Quelle für die Erfassung des Unterrichtshandelns, wenn konkrete, verhaltensnahe Unterrichtsmerkmale erfasst werden sollen und eher nach Quantität als nach Qualität gefragt wird. Zudem lassen sich dadurch Einflussfaktoren aussagekräftiger ermitteln (KUNTER, KLUSMANN 2010).

Die Subskalen bzw. Einsatzfacetten (z. B. Modele beschreiben, Modelltransfer) wurden im Sinne einer deduktiven Skalenbildung (SCHMIDT-ATZERT, AMELANG *2012)* mit Hilfe einer Synopse relevanter Literatur bzw. einer induktiven Kategorienbildung hergeleitet. Die Subskalen konnten auf diese Weise genau beschrieben werden. Hierdurch wurde die Entwicklung passender Items ermöglicht, um die Häufigkeit der entsprechenden Schülerinnen- und Schülertätigkeiten quantitativ mittels einer vierstufigen likert-ähnlichen Skala zu erfassen. Die 14 Skalen der

einzelnen Einsatzfacetten bestehen aus drei bis fünf handlungs- bzw. unterrichtsnahen mittel-inferenten Items.
Dies erforderte es, dass die Items Bezug auf ein spezifisches theoretisches Raummodell nehmen. Um dennoch die Breite des Einsatzes lehrplanrelevanter Modelle zu erfassen, wurden die Items für zwei Modelle parallel konstruiert, wobei jedoch ihre Grundaussage identisch ist. Ausgewählt wurden das Modell der angloamerikanischen Stadt (HAHN 2002) sowie das Modell des demographischen Übergangs (u. a. NOTESTEIN 1945, BÄHR et al. 1992), die als chorographisches Modell und Verlaufsmodell die zwei bedeutendsten Hauptgruppen geographischer Modelle repräsentieren und in ihrer Komplexität jeweils auf einem mittleren Niveau zu verorten sind. Ein Zufallsgenerator wies den Probanden eines dieser Modelle bzw. die entsprechenden Items zu.
Ob die Probanden den induktiven oder den deduktiven Ansatz des Modellernens präferierten, wurde mit einer dichotomen Entscheidungsfrage erfasst, die gleichsam als Filterfrage diente, um den Probanden im Anschluss die entsprechenden Skalen bzw. Items zu präsentieren. Aus zeitökonomischen Gründen wurde darauf verzichtet, ihnen alle Items vorzulegen.
Als objektiv-proximaler Indikator für das Modellverständnis der Lehrkräfte diente eine Skala mit sechs Items. Das modellbezogene fachdidaktische Wissen sowie die zielbezogenen und lerntheoretischen Überzeugungen wurden anhand von proximal-subjektiven Indikatoren erfasst, deren Skalen aus vier bis sechs Items bestehen. Zudem wurden als Kontextvariablen organisatorisch/formale, materialbezogene sowie schülerbezogene Hindernisse erfasst. Die soziale Erwünschtheit wurde anhand einer Skala aus sechs Items kontrolliert.
Die Testgüte wurde über ein 2-Phasen-Pretesting (PRÜFER, REXROTH 2000) mit Expertenrating sowie umfassende Item- und Faktorenanalysen geprüft und optimiert. Dabei zeigte sich, dass die konstruierten Skalen den gängigen Reliabilitätsanforderungen entsprachen (Ausnahme: Skala Orientierung) und die Dimensionalität des Messinstrumentes auch empirisch abgesichert werden konnte. Befragt wurden 200 Geographielehrkräfte aus Nordrhein-Westfalen ($N$ = 200). Zur Auswertung wurden neben Verfahren der deskriptiven Statistik v. a. Korrelations- und Regressionsanalysen genutzt.
Die Ergebnisse zeigen, dass der deduktive Ansatz des Modelllernens von ca. 75 Prozent der Probanden gegenüber dem induktiven Ansatz deutlich präferiert wird. Materialbezogene Hindernisse erhöhen leicht die Wahrscheinlichkeit, den induktiven Ansatz zu wählen, schüler-/lernbezogene Hindernisse die Wahrscheinlichkeit den deduktiven Ansatz zu wählen.
Die Modellauswertung (*learning science*) erfolgt elaboriert, wobei jedoch die Deskription dominiert. So erfolgt die Beschreibung fast immer, etwas geringer, jedoch immer noch stark ausgeprägt, ist der der Umfang der Einsatzfacetten Erklärung und Beurteilung. Vor allem bezüglich der Einsatzfacette Erklärung zeigen sich Differenzen zwischen den beiden Modellen. Vier Faktoren erklären hier 35% der

Varianz. Am bedeutendsten sind die wahrgenommenen Hindernisse, die die Modellauswertung negativ beeinflussen. Positiv beeinflussen hingegen die Beurteilungs- und Methodenorientierung sowie – eher gering – das fachdidaktische Wissen den Umfang der Modellauswertung.
Bei der Modellbildung (*doing science*) zeigte sich, dass der Modellierungskreislauf nur in Teilen durchlaufen wird. Ein Fokus liegt auf der Datenanalyse. Die Einsatzfacetten Planung und Änderung erfolgen eher selten. Mit dem fachdidaktischen Wissen und der inhaltsbezogenen Zielorientierung beeinflussen zwei Faktoren 39% der Varianz des Umfangs der Modellbildung.
Die Modellanwendung (*doing science*) erfolgt umfänglich, wobei Modelle häufiger transferiert werden als, dass sie zur Prognose genutzt werden. Die methodische Zielorientierung sowie das modellbezogene fachdidaktische Wissen beeinflussen die Modellanwendung positiv. Hindernisse wirken sich indes negativ auf die Modellanwendung aus. Die drei Prädiktoren erklären 20% der Varianz.
Die Metareflexion (*learning about science*) erfolgt insgesamt ebenfalls häufig, wobei die mediale Perspektive gegenüber der instrumentellen Perspektive deutlich dominiert. Urteilsbezogene sowie methodische Zielorientierungen sind neben dem modellbezogenen fachdidaktischen Wissen relevante Einflussfaktoren, die 33% der Varianz erklären.
Empirische Befunde zum Karteneinsatz sowie aus anderen Fachdidaktiken zum Modelleinsatz, die eine Dominanz der medialen Perspektive (u. a. BUDKE 2017, LINDAU 2012, HEMMER et al. 2012) und eine lückenhafte Modellbildung (u. a. KHAN 2011, WANG et al. 2014) konstatieren, erfahren damit Bestätigung. Befunde, die eine defizitäre, kaum vorhandene Modellkritik und Metareflexion feststellen (u. a. KHAN 2011, WANG et al. 2014; BUDKE 2017, LINDAU 2012) finden indes keine Entsprechung. Bezüglich der Prädiktoren ist festzuhalten, dass v. a. zielbezogene Überzeugungen und das modellbezogene fachdidaktische Wissen sowie wahrgenommene Hindernisse Einfluss auf die Unterrichtsgestaltung haben. Entgegen den Erwartungen haben das Modellverständnis (Fachwissen) und lerntheoretische Überzeugungen keinen signifikanten Einfluss.
Die Ergebnisse unterstreichen in Hinblick auf eine anzubahnende Modellkompetenz der Lernenden v. a., dass die Modellbildung konsequenter im Sinne des Modellierungskreislaufes umzusetzen ist, dass das Testen und Ändern forciert werden sollte, dass eine stärkere kognitive Aktivierung erfolgen muss und Modelle stärker unter ihrem methodischen Charakter zu betrachten sind. Diese Erkenntnisse finden Entsprechung in einer Ausdifferenzierung von Strategien zur Förderung der Modellkompetenz im Geographieunterricht (BETTE et al. 2019).
Kritisch anzumerken bleibt v. a. die Zusammensetzung der Stichprobe, die in einem hohen Maße von der individuellen Bereitschaft der Lehrkräfte abhängig war, sowie die Übertragbarkeit auf andere Raummodelle sowie Bundesländer. Ansätze zur Weiterarbeit ergeben sich sowohl in den Bereichen der Grundlagenforschung (z. B. Gründe für die Wahl des Modellernen-Ansatzes), der Konzeptentwicklung

(z. B. Modellierung geographischer Modellkompetenz), der Evaluationsforschung (z. B. Evaluierung der Strategien zur Modellkompetenzförderung) sowie der Dissemination und Implementation (z. B. Neufokussierung des geographischen Modellverständnisses im Aktionsraum Schule).

# 1 Problemstellung und Zielsetzung

Modelle sind zentraler Bestandteil wissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen (*scientific reasoning*). Sie werden daher einerseits als Werkzeuge zur Gewinnung neuer Erkenntnisse genutzt, andererseits werden sie als Medien zur Vermittlung von Erkenntnissen verwendet. Damit gelten sie als Türöffner zu einem adäquaten Wissenschaftsverständnis und als Schlüssel, die Welt zu verstehen (AMMONEIT et al. 2020; BÖHNER 2011; EGNER 2010; GIERE et al. 2006; GOUVEA, PASSMORE 2017; KÖCK 1995; MAYER 2007 u.v.m.). Der Modellansatz etablierte sich in der Geographie nach dem *spatial approach* in den frühen 1970er Jahren. Im Gegensatz zur physischen Geographie findet er in der gegenwärtigen humangeographischen Forschung nach der qualitativen Wende seit Beginn der 1990er Jahre jedoch nur noch wenig Anwendung (BAHLBURG 1970; WEICHHART 2001; WIRTH 1979; WOLF 2020, 83f). Ungeachtet dessen haben raumbezogene v. a. quantitative Modellierungen sozialer und natürlicher Prozesse eine hohe gesellschaftliche Bedeutung, wie dies durch die Corona-Pandemie oder die Diskussion über den anthropogenen Klimawandel eindrucksvoll deutlich wird (BÖHNER 2011; NIPPER 2011; WOLF 2020, 83ff).

In der Geographiedidaktik und dem Geographieunterricht ist die Arbeit mit Modellen seit den 1970er Jahren fest etabliert, wie die immer wiederkehrenden Publikationswellen zur Thematik zeigen (KÖCK 1978a; WIKTORIN 2013a). Die Potentiale und die damit verbundene Notwenigkeit eines adäquaten Umgangs mit Modellen im Geographieunterricht sind unbestritten. In der aktuellen geographiedidaktischen Literatur wird vor allem betont, dass ein elaborierter Modelleinsatz im Geographieunterricht (1.) die geographische Systemkompetenz, (2.) ein transferfähiges, flexibles geographisches Wissen sowie (3.) ein reflexives Wissenschaftsverständnis fördert und damit (4.) eine Verknüpfung verschiedener Kompetenzbereiche auf Basis profunder Fachlichkeit ermöglicht (BAGOLY-SIMÓ 2013; BETTE et al. 2019; BIRKENHAUER 1997b; BROCKMÜLLER et al. 2016; KÖCK 1995; OTTO, MÖNTER 2015b; WIKTORIN 2014b u.v.m.).

Dementsprechend sollen Schülerinnen und Schüler, den bildungsadministrativen Vorgaben folgend, am Ende der gymnasialen Oberstufe eine elaborierte Modellkompetenz bzw. ein adäquates Modellverständnis aufweisen. Im Kernlehrplan Geographie für die gymnasiale Oberstufe (MSW NRW 2014) wird beispielsweise im Rahmen der Methodenkompetenz als Standard festgehalten, dass die Schülerinnen und Schüler „[...] komplexen Modellen allgemein-geographische Kernaussagen (entnehmen) und [...] diese anhand konkreter Raumbeispiele (überprüfen)." Zudem wird verlangt, dass die Schülerinnen und Schüler „[...] die Aussagekraft [...] von Modellen zur Beantwortung von Fragen (bewerten) und ihre Relevanz für die Erschließung der räumlichen Strukturen und Prozesse (prüfen)."

Es liegen bisher jedoch keine empirischen Befunde dazu vor, inwiefern der Modelleinsatz gemäß den Anforderungen umgesetzt wird. Forschungsergebnisse aus

v. a. aus anderen Fachdidaktiken zur Modellkompetenz von Schülerinnen und Schülern deuten indes darauf hin, dass die Modellkompetenz oftmals defizitär ausgeprägt ist. In zahlreichen Studien aus den Naturwissenschaftsdidaktiken wird u. a. konstatiert, dass Schülerinnen und Schüler bspw. Modelle eher als Medium sehen und die Relevanz von Modellen für den wissenschaftlichen Erkenntnisprozess kaum wahrnehmen (u. a. GROSSLIGHT et al. 1991; GRÜNKORN 2014; HAMMANN, ASSHOFF 2012; TRIER, UPMEIER ZU BELZEN 2009). Im Rahmen der PISA-Studien wird im Hinblick auf mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen fortlaufend betont, dass Lernende Defizite haben, mentale Modelle zur Problemlösung anzuwenden (PRENZEL et al. 2004, S. 14; REISS et al. 2016, 155, 220, 238f). Dies sind Indizien dafür, dass der Modelleinsatz nicht im geforderten Maße erfolgt. Einschränkend ist zu sagen, dass sich die meisten Studien auf die Sekundarstufe I beziehen. HATTIE (2014, 10ff) kommt in seiner Metaanalyse über Ursachen von Unterschieden der Schulleistungen, d. h. auch für die Ausprägung der Modellkompetenz, zu dem Schluss, dass die Lehrkräfte ($d$ = 0.47), curriculare Aspekte ($d$ = 0.45) sowie die Unterrichtsqualität ($d$ = 0.43) am lernwirksamsten sind. Zudem führt er lernrelevante Schülerinnen- und Schülermerkmale (z. B. Vorkenntnisse, Selbstkonzept, Motivation, $d$ = 0.39), Einflüsse des Elternhauses ($d$ = 0.31) und der Schule ($d$ = 0.23) an (HATTIE 2014; HELMKE 2012). Andere Autoren messen individuellen Aspekten wie dem Vorwissen, der kognitiven Leistungsfähigkeit etc. eine größere Bedeutung zu (HEMMER et al. 2020a, 1f; LIPOWSKY 2006, 48f). Ein bedeutender Teil der Schulleistungsvarianz ist somit auf „gebundene" Bereiche wie individuelle Eigenschaften der Lernenden und schulische sowie familiäre Kontexte zurückzuführen. Unterricht bzw. Unterrichtsgestaltung gilt hingegen als die am leichtesten zu beeinflussende Größe (LIPOWSKY 2006, 55f). Bei der Erforschung des Modelleinsatzes muss folglich die Geographielehrkraft in den Mittelpunkt der Betrachtung rücken. Die Lehrkraft nimmt auch in „[...] neueren Modellen zur Beschreibung von unterrichtlichen Zusammenhängen [z. B. Angebot-Nutzungs-Modell (HELMKE 2012, 69ff)] [...] einen bedeutenden Raum ein, da davon ausgegangen wird, dass es der ausdrücklichen Steuerung durch die Lehrkraft bedarf, um adaptive und zieladäquate Lernsituationen zu schaffen" (BRUNNER et al. 2006, 56; eig. Ergänzung). Anders formuliert: „Auf den Lehrer kommt es an!" (BROMME 1997; HATTIE 2014; LIPOWSKY 2006 u.v.m.).

Ziel dieser Arbeit ist es daher erstens zu ermitteln, wie elaboriert Geographielehrerinnen und -lehrer Modelle im Hinblick auf die anzubahnende Modellkompetenz der Schülerinnen und Schüler in ihrem Unterricht einsetzen. Zweitens sollen mögliche lehrerbezogene Einflussfaktoren auf den Umfang dieser unterschiedlichen, noch näher zu eruierenden Einsatzfacetten (z. B. Modelle testen und ändern) identifiziert werden. Damit steht weniger die Breite des Modelleinsatzes im Mittelpunkt, z. B. in wie vielen Stunden Modellkompetenz gefördert wird, sondern die Qualität des unterrichtlichen Modelleinsatzes bzw. die Intensität der verschiedenen, konkreten modellbezogenen Schülerinnen- und Schülertätigkeiten im

Umgang mit bestimmten Modellen. Dabei kann grob zwischen drei verschiedenen Grunddimensionen unterschieden werden: Modellauswertung, Modellbildung/-anwendung und Reflexion über Modelle (HENZE et al. 2007; MEISERT 2008).
Die Ergebnisse können genutzt werden, um zu überprüfen, inwiefern die im Kernlehrplan enthaltenen modellbezogenen Kompetenzen im Unterricht gefördert werden. Zudem können vor dem Hintergrund der empirischen Befunde bestehende didaktisch-methodische Ansätze zur Förderung von Modellkompetenz im Geographieunterricht (BETTE et al. 2019) reflektiert, überarbeitet und ggf. ausdifferenziert werden. Dadurch können theoretisch fundierte und empirisch gestützte Hinweise zur unterrichtlichen Förderung von Modellkompetenz gegeben werden. Unter „Modelleinsatz" werden dabei die beobachtbaren Tätigkeiten der Schülerinnen und Schüler im Umgang mit geographischen Modellen verstanden, die durch Operatoren kennzeichenbar und durch die Lehrkraft intendiert werden.
Die Untersuchung erfolgt im Hinblick auf die Oberstufe, da ein elaborierter Modelleinsatz vor dem Hintergrund der aufgezeigten normativen Anforderungen und der Leitlinie der Wissenschaftspropädeutik als Zielvorstellung und Aufgabe der gymnasialen Oberstufe (HEMMER 1999; HUBER 1998, S. 22; RINSCHEDE 2007) besonders relevant ist. Als räumlicher Bezugsrahmen wurde das Bundesland Nordrhein-Westfalen vor allem deswegen gewählt, da dort der allgemeingeographische Ansatz, d. h. ein nomothetischer Zugriff prägend ist (MSW NRW 2014). In Rahmen des nomothetischen Zugriffs hat der Einsatz von Modellen eine sehr hohe Bedeutung, da sie hervorragend dazu geeignet sind, allgemeingeographische Aussagen zu repräsentieren (KÖCK 2004, 79ff, 1985a; SCHULTZE 1998, 1988). Derartige Modelle werden als „theoretische Raummodelle" (BIRKENHAUER 1997b; WIKTORIN 2013a; WIRTH 1979, 150f) bezeichnet. Dabei soll aus naheliegenden Gründen eine Fokussierung auf lehrplanrelevante Modelle erfolgen.
Gemäß der übergeordneten Zielsetzung schließen ergibt sich die erste forschungsleitende Fragestellung:

1. *Wie häufig erfolgen die in Bezug zu den Grunddimensionen der Modellkompetenz stehenden und von den Geographielehrkräften intendierten Schülerinnen- und Schülertätigkeiten bei der Arbeit mit lehrplanrelevanten theoretischen Raummodellen (Einsatzfacetten) im Geographieunterricht der gymnasialen Oberstufe?*

Gemäß des zuvor konstatieren Zusammenhangs zwischen Lehrerinnen- und Lehrerkompetenzen sowie der Unterrichtgestaltung schließt sich die zweite Frage an:

2. *Inwiefern zeigen sich Zusammenhänge zwischen der Häufigkeit dieser Schülerinnen- und Schülertätigkeiten und modellbezogenen Kompetenzen der Geographielehrkräfte?*

Demgemäß gestaltet sich der sachlogische Aufbau dieser Arbeit. Zuerst (Kapitel 2) werden die grundlegenden theoretischen Konstrukte geklärt. Dies betrifft v. a. den

Modellbegriff (Kapitel 2.1). Er ist grundsätzlich schillernd und vielseitig, wird aber auch von Disziplin zu Disziplin anders interpretiert und ist damit kontextabhängig zu verstehen. Daher gilt es ihn im Hinblick auf verschiedene Bezugsysteme (u. a. Fachwissenschaft, Fachdidaktik) zu klären. Hierbei sind insbesondere relevante Modellklassifikationen darzulegen bzw. zu entwickeln, um den im Rahmen dieser Arbeit im Fokus stehenden Modelltypus der theoretischen Raummodelle näher – auch im Hinblick auf besondere Einsatzpotentiale – zu charakterisieren und so entsprechende Modelle identifizieren zu können. Dies erscheint im Hinblick auf den Geographieunterricht besonders wichtig, da unter Modellen oftmals plastische, dreidimensionale Modelle verstanden werden (KESTLER 2015; RINSCHEDE 2007). Aufbauend auf diesen Ausführungen wird anschließend die Modellkompetenz im Hinblick auf den Geographieunterricht beleuchtet (Kapitel 2.2). Dabei ist ein Blick in die benachbarten Naturwissenschaften unabdingbar, da Modellkompetenz für den Geographieunterricht bisher unzureichend konzeptualisiert wurde (AMMONEIT et al. 2020; PETER, SIEGMUND 2015). Als weiterer Aspekt tritt die Darlegung der erwähnten Potentiale des Modelleinsatzes und der damit verbundenen Einsatzmöglichkeiten im Geographieunterricht hinzu (Kapitel 2.3). Beide Punkte ermöglichen es – als Basis für die Methodik (s. u.) – die Grunddimensionierung des Messinstruments sowie konkretisierende Einsatzfacetten abzuleiten. Anschließend (Kapitel 2.4) wird im Hinblick auf die zweite Leitfrage die Grundstruktur der Professionellen Handlungskompetenz von Lehrkräften (BAUMERT, KUNTER 2006; HEMMER et al. 2020a) dargelegt und in Bezug zum unterrichtlichen Modelleinsatz konkretisiert (z. B. Modellverständnis, modellbezogenes fachdidaktisches Wissen). Das folgende Kapitel 3 stellt den aktuellen Stand der Forschung zum Modelleinsatz im geographischen und naturwissenschaftlichen Unterricht sowie zu modellbezogenen Lehrerinnen- und Lehrerkompetenzen und potentielle Zusammenhänge zwischen beiden dar. Aufbauend auf den theoretischen und empirischen Ausführungen werden zu den Leitfragen passende Hypothesen aufgestellt (Kapitel 4).
In der Methodik (Kapitel 5) erfolgt die Operationalisierung der Fragestellungen unter Berücksichtigung der Hypothesen in Form eines Messinstruments, welches hinsichtlich seiner Güte geprüft wird. Dabei sind ggf. kontextuelle Einflüsse (Schulsystem, Barrieren o. ä.) zu berücksichtigen. Im Ergebnisteil (Kapitel 6) schließt die hypothesengeleitete Ergebnisdarstellung mit der teils immanenten Diskussion an. Die Überprüfung der Hypothesen erfolgt im anschließenden Kapitel 7.
Auf Basis dieser Ergebnisse und vor dem Hintergrund der fachdidaktischen Diskussion über Modelle und den normativen Anforderungen wird überprüft, inwiefern die Kompetenzen des Kernlehrplans NRW SII umgesetzt werden. Zudem werden Ansatzpunkte hergeleitet, wie man die Modellkompetenz in der Oberstufe gezielter fördern kann (Kapitel 8). Die Arbeit schließt mit einem reflexiv-kritischen Blick auf das Forschungsdesign und möglichen Ansätzen zur Weiterarbeit im Forschungsfeld Modellkompetenz (Kapitel 9).

# 2 Theoretische Grundlagen

## 2.1 Modelltheoretische Grundlagen

Der Begriff „Modell“ findet in Wissenschaft, Alltag und damit auch im Unterricht vielfältige Verwendung. KÖCK (1985a, 6f) zählt mehr als 40 verschiedene Bedeutungen des Terminus in Umgangs- und Wissenschaftssprache auf. Selbst innerhalb der Wissenschaft Geographie wird der Ausdruck sehr heterogen verwendet (BÖHNER 2011, S. 145; KÖCK, 6f; KÖCK 1980; WIKTORIN 2013a, S. 4; WIRTH 1979, S. 129f). So konstatiert BÖHNER (2011, S. 145), dass die „[...] Amplitude [...] in der Geographie von der ‚Modellvorstellung‘ über ein Prozess oder System bis hin zum komplexen physikalisch basierten Prozessmodell [reicht]“.
Diese Ausführungen verdeutlichen, dass im Rahmen der vorliegenden Arbeit zuerst geklärt werden muss, was als Modell im geographiedidaktischen Kontext zu verstehen ist und wie sich Modelle ggf. klassifizieren lassen. Nur so ist ein fokussierter und gleichzeitig differenzierter Blick auf den Einsatz von Modellen im Geographieunterricht möglich, der die Grundlage einer elaborierten Analyse bilden kann.
Die allgemeine Modelltheorie STACHOWIAKS (1973, 1965; Kapitel 2.1.1.1) stellt dabei bis heute eine bedeutende Theoriesäule des fachlichen und fachdidaktischen Modellverständnisses dar (u. a. BÖHNER 2011, 144f; EGNER 2010, 14f; KÖCK 1985a, 7ff; UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010, 42f; WIKTORIN 2013a, 4f). Ergänzt wird sie durch die Modelltheorie von MAHR (2015, 2009, 2008B; Kapitel 2.1.1.2), der eine stärkere subjektorientierte Perspektive (Urteil über das Modellsein) entwickelte, welche im aktuellen fachdidaktischen Modelldiskurs (BETTE et al. 2019; KRELL et al. 2016; KRÜGER et al. 2018, 147f; UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010, 43ff; WIKTORIN 2013a) gewinnbringend rezipiert wird. Eine weitere Theoriesäule bildet neben den allgemeinen Modelltheorien ihre notwendige geographische Spezifikation (Kapitel 2.1.2; u. a. BÖHNER 2011; EGNER 2010; KÖCK 1980; WIRTH 1979, 128ff), welche wiederum die Basis für ein elaboriertes fachdidaktisches Modellverständnis (Kapitel 2.1.3; u a. BIRKENHAUER 1997b; BIRKENHAUER 1995; KÖCK 2004, 1985a, 1985b; SCHUBERT 2013; WIKTORIN 2013a) bildet.
Jede dieser Theoriesäulen wird dabei aus geographischer bzw. geographiedidaktischer Perspektive durchleuchtet, so dass als Fazit dieses Kapitels eine für diese Arbeit tragfähige geographiedidaktische Modelldefinition und -klassifikation entwickelt werden kann (Kapitel 2.1.4).

### 2.1.1 Grundzüge allgemeiner Modelltheorien

#### 2.1.1.1 Allgemeine Modelltheorie nach Stachowiak

In Abgrenzung zu einer rezeptiv-passiven Erkenntnisauffassung entwickelt STACHOWIAK (1973, S. 51; Herv. im Original) seine sog. Allgemeine Modelltheorie, die „in eine[m] multiplen, pragmatischen, intentionalen Erkenntnisbegriff [...]" mündet. Die Allgemeine Modelltheorie „[...] greift den Abbildgedanken der klassischen Erkenntnistheorie auf, relativiert ihn jedoch im Sinne des pragmatischen Entschlusses. Hiernach ist alle Erkenntnis *Erkenntnis in Modellen* oder *durch Modelle.* Jegliche menschliche Weltbegegnung überhaupt bedarf des Mediums „Modell": indem sie auf das — passive oder aktive — Erfassen von etwas aus ist, vollzieht sie sich *relativ zu bestimmten Subjekten,* ferner *selektiv – intentional selektierend und zentrierend* – und *in je zeitlicher Begrenzung* ihres Original-Bezuges" (STACHOWIAK 1973, S. 56; Herv. im Original).

Diese Positionierung im erkenntnistheoretischen Wissenschaftsdiskurs macht STACHOWIAK (1973, S. 131ff) insbesondere durch die drei bekannten Hauptmerkmale des sog. allgemeinen Modellbegriffs deutlich:

*Abbildungsmerkmal*: „Modelle sind stets Modelle *von etwas*, nämlich Abbildungen, Repräsentationen natürlicher oder künstlicher Originale, die selbst wieder Modelle sein können" (STACHOWIAK 1973, S. 131; Herv. im Original). Modelle besitzen folglich immer einen Referenzbereich – das sog. Original. Originale können auf natürliche Weise, aber auch künstlich entstanden sein. Sie können physisch-materiell, aber auch mentaler Natur sein (STACHOWIAK 1973, S. 131). Als materielle Objekte „[...] können sie raum-zeitliche Vorgänge oder räumliche Konfigurationen darstellen" (STACHOWIAK 1973, S. 131) Dies bedeutet, dass bestimmte Eigenschaften bzw. Attribute des Modells bestimmten Attributen des Originals zugeordnet werden können.

*Verkürzungsmerkmal:* „Modelle erfassen im allgemeinen *nicht alle* Attribute des durch sie repräsentierten Originals, sondern nur solche, die den jeweiligen Modellerschaffern und/oder Modellnutzern relevant erscheinen" (STACHOWIAK 1973, S. 132; Herv. im Original). Dies führt dazu, dass ein Modell im Gegensatz zum Original weniger Elemente aufweist und daher einfacher strukturiert, d. h. verkürzt ist.

*Pragmatismusmerkmal* (Orientierung am Nützlichen): Wie dargelegt, sind Modelle vereinfachte Repräsentationen eines Originals, d. h., dass bei ihrer Entwicklung Attribute nach bestimmten Kriterien bzw. einem Zweck, einem Interesse des Modellbauers selektiert werden müssen. Modelle sind daher ihren Originalen nicht eindeutig zugeordnet. „Sie erfüllen ihre Ersetzungsfunktion a) für *bestimmte* – erkennende und/oder handelnde, modellnutzende – *Subjekte*, b) innerhalb *bestimmter Zeitintervalle* und c) unter Einschränkung auf *bestimmte gedankliche oder tatsächliche Operationen*" (STACHOWIAK 1973, S. 132f; Herv. im Original).

Modelle sind daher nicht nur Modell *von etwas* (Abbildungsmerkmal) sondern auch Modelle *für jemanden*, *für eine bestimmte Zeit* und *für einen bestimmten Zweck*.
STACHOWIAK (1983a, S. 118) fasst resümierend zusammen: „X ist Modell des Originals Y für den Verwender v in einer Zeitspanne t bezüglich der Intention Z". Anhand dieser Darlegungen wird deutlich, dass STACHOWIAK (1973) insbesondere das „Abbildungsverhältnis" zwischen Modell und Original hervorhebt (Abb. 1). „Es ist ersichtlich [...], dass Stachowiak unter Modellen insbesondere abbildende Entitäten versteht, wobei bestimmte Attribute des Originals nicht im Modell abgebildet werden (präterierte Attribute), das Modell seinerseits aber Attribute aufweist, die keine Entsprechung im Original haben (abundante Attribute)" (KRELL 2013, S. 7; Herv. im Original).

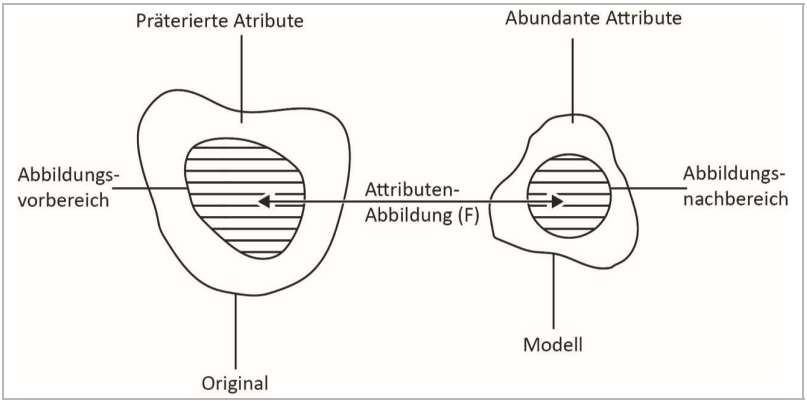



Abb. 1 | Die Original-Modell-Beziehung Modelle der Wissenschaft (STACHOWIAK 1973, S. 157; Grafik: D. Kuhmann)

Die abbildhafte Positionierung STACHOWIAKS (1973) wird im Rahmen des wissenschaftstheoretischen Diskurses teils deutlich kritisiert (u. a. EGNER 2010, S. 14; KRELL 2013, 7f; MAHR 2008b). Daher ist es lohnend den Abbildungsbegriff näher zu explizieren. „Der Abbildungsbegriff fällt mit dem Begriff der Zuordnung von Modellattributen zu Originalattributen zusammen. Ihm liegt der mathematische (mengentheoretische, algebraische) Abbildungsbegriff zugrunde" (STACHOWIAK 1973, S. 132). Original und Modell werden daher als Attributklassen verstanden, die oft die Gestalt „attributiver Systeme" erlangen (STACHOWIAK 1973, S. 134). Eine Abbildung ist demnach ein Bild eines Urbildes, das durch bestimmte Zuordnungsvorschriften entsteht. Von dem gleichen Urbild können jedoch in Abhängigkeit von den Zuordnungsvorschriften unterschiedliche Abbilder entstehen (MIKELSKIS-SEIFERT, KASPER 2011, S. 8). Damit wird klar, dass in diesem mathematischen Sinn

Abbildungen nicht als reine, sozusagen starre Reproduktionen oder Kopien des Originals zu verstehen sind, wie dies der missverständliche Begriff ‚Abbildung' impliziert.
Die drei Modellmerkmale verdeutlichen zudem, dass zwischen Modell und Realität ein deutlicher „Bruch" besteht. Dieser erfolgt nicht nur durch die Auswahl der Attribute, die zur Modellbildung herangezogen werden, sondern zudem durch die Art und Weise ihrer Repräsentation im Modell. Er setzt sich in der Absicht oder Funktion fort, die ein Modell verfolgt oder erfüllen soll (EGNER 2010, S. 14; STACHOWIAK 1973, S. 141ff)
Dass Modelle somit keine einfachen Abbilder bzw. Kopien der Realität sein können, ist in den Sozialwissenschaften leichter nachvollziehbar. In den Naturwissenschaften und damit der Physischen Geographie findet sich hingegen eher der Anspruch im Sinne der erkenntnistheoretischen Position des Realismus wieder, die empirische Wirklichkeit so zu beschreiben, „wie sie ist" (EGNER 2010, S. 14). Betrachtet man jedoch naturwissenschaftliche Modelle genauer, so zeigt sich, dass sie „[...] nicht gerade Traumkandidaten [...]" (BAILER-JONES 2004, S. 142) einer realistischen Beschreibungsform sind, da sie häufig durch Ungenauigkeiten, Inkonsistenz und Aspekthaftigkeit gekennzeichnet sind (BAILER-JONES 2004, S. 142). Zudem wird von BAILER-JONES (2004, S. 152) ebenfalls aufgezeigt, dass auch naturwissenschaftliche Modelle interessen- bzw. funktionsabhängig sind – genau wie STACHOWIAK (1973) bereits anmerkte.
Um Missverständnisse durch die Verwendung des Terminus ‚Abbildung' bei der Modelldefinition vorzubeugen, nutzen einige Autoren daher mehr oder weniger besser geeignete Begriffe: ‚Darstellungen' (EGNER 2010, S. 14), ‚Rekonstruktionen' (WIKTORIN 2013a, S. 4), ‚Repräsentationen' (EGNER 2010, S. 14f; SCHUBERT 2013, S. 199; WIKTORIN 2013a, S. 4) oder Formulierungen wie bspw. ‚Abbilder von Theorien über Wirklichkeit' (BIRKENHAUER 1997b, S. 4; SCHUBERT 2013, S. 199). Diese betonen im Gegensatz zum Terminus ‚Abbildung' stärker den (zweckbezogenen) Konstruktcharakter von Modellen. Problematisch an STACHOWIAKS Modellbegriff ist zudem, dass in einem solchen Modellbegriff die Rolle des Subjekts stark ausgeklammert wird (MIKELSKIS-SEIFERT, KASPER 2011, S. 8). So ist in STACHOWIAKS erläuternder Abbildung (Abb. 1) das Subjekt (Modellierer, Nutzer) nicht vorzufinden, wenngleich er seine Rolle dennoch betont (v. a. Pragmatismusmerkmal). Dieser Kritikpunkt wird von anderen Autoren konstruktiv aufgegriffen und das Subjekt als integraler Bestandteil eines zeitgemäßen Modellverständnisses aufgefasst (ausführlich: Kapitel 2.1.4.1).

#### 2.1.1.2 Urteil über das Modellsein nach Mahr

MAHR (2008b) kritisiert ebenfalls das reine Abbildungsverhältnis bei STACHOWIAK (1973). So sei die Frage „Was ist ein Modell?“ MAHR (2015, 2009, 2008b, 2004b, 2003) folgend letztlich nicht beantwortbar. Sie suggeriert, dass Merkmale vorhanden sind, an denen etwas zweifelsfrei als Modell erkannt werden kann – dies sei im Anbetracht dessen, was alles als Modell gelte, nicht möglich. Vielmehr sei jedoch alles, was ein Subjekt und damit auch eine *scientific community* als Modell auffasst, ein Modell.

Nimmt man den Gedanken ernst, dass das Modellsein eines wie auch immer gearteten Gegenstandes keine ihm sozusagen innewohnende und beobachterunabhängige Eigenschaften ist, sondern Ergebnis eines Urteils, das ihm die Identität als Modell zuweist, dann kann ein einheitlicher Modellbegriff formuliert werden. „*Modellsein* wird nach Mahr demnach als der Inhalt eines Urteils durch ein Subjekt definiert“ (UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010, S. 43; Herv. im Original). MAHR folgend ist etwas ein Modell, wenn es von einem Subjekt sowohl als Modell von etwas (Modell als Abbild) als auch als Modell für etwas (Modell als Vorbild) angesehen wird.

Basis seiner Überlegungen ist die Unterscheidung zwischen einem im weitesten Sinne gegenständlichen Modellobjekt (M) und dem gedachten Modell (μ). „Das Verhältnis beider besteht darin, dass das Modell μ durch das Modellobjekt M repräsentiert wird. Der Unterschied zwischen M und μ liegt in der unterschiedlichen Identität. Die Identität des Modellobjekts M ist die Identität des im Urteil des Modellseins als gegeben angenommenen Gegenstands M, während die Identität des Modells μ die Identität des Gegenstands M *als Modell ist*, die sich aus der Auffassung des urteilenden Subjekts ergibt“ (MAHR 2009, S. 235, Herv. im Original). Dies ermöglicht die differenzierte Betrachtung bzw. Unterscheidung eines Objekts sowohl als Objekt an sich als auch als Modellobjekt (MAHR 2008b, S. 204). Ein Objekt ist also nicht von sich aus ein Modellobjekt. Folglich ist das Modellsein nicht durch objektbezogene Merkmale zu erklären. Die Identität eines Gegenstands als Modell ist von den zwei erwähnten, dem Modellbegriff inhärenten, grundlegenden Beziehungen abhängig, in denen das Modellobjekt nach der Auffassung des urteilenden Subjekts steht (MAHR 2008b). Sie bilden die „epistemische Umgebung“ (MAHR 2008a) eines als Modell aufgefassten Gegenstandes (Abb. 2). „Die erste der beiden konstruktiven Beziehungen, in denen ein Modellobjekt steht, resultiert aus der Herstellung des Modells, während die zweite aus der Modellanwendung resultiert. Bei der Herstellung des Modells ist das Modellobjekt das Ergebnisobjekt, während bei der Modellanwendung das Modellobjekt das Ausgangsobjekt ist [...]. Das Modellobjekt steht damit als Modell sowohl in Beziehung zu etwas, von dem es ein Modell ist (A), als auch in Beziehung zu etwas, für das es ein Modell ist (B). Beide Beziehungen zusammen heißen die konstruktiven Modellbeziehungen von M. Ein Modell hat dadurch in der Auffassung des urteilenden Subjekts zugleich zwei

Rollen, die zusammen seine Identität als Modell bestimmen und die es rechtfertigen, im Modellobjekt ein Modell zu sehen“ (MAHR 2008b, 235f).
Die Perspektive, unter der ein Modell als Modell von etwas gesehen wird, nennt MAHR (2008b) Herstellungsperspektive. Modelle haben einen Referenzbereich – das Ausgangsobjekt, das oftmals Original genannt wird. Im Rahmen der Modellierung, die er als induktiv charakterisiert, wird ein „Denkmodell“ (KATTMANN 2008) entwickelt sowie das darauf fußende repräsentierende Modellobjekt (M) (z. B. eine dreidimensionale Miniatur oder eine graphische Visualisierung).

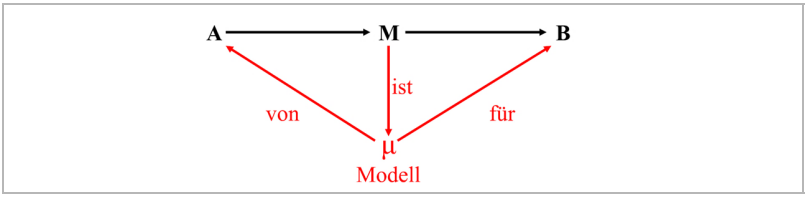



Abb. 2 | Urteil über das Modellsein nach MAHR: Die beiden konstruktiven Modellbeziehungen, die ein als Modell μ aufgefasster Gegenstand M miteinander verbindet (MAHR 2009, 2008b)

Das Modellobjekt wird in der fachdidaktischen Literatur oft auch „Anschauungsmodell“ (KATTMANN 2008) genannt. Das Anschauungsmodell respektive das Modellobjekt ist demzufolge Träger von Wissen und Ideen. MAHR (2008a, 2008b) verwendet einen weiten Herstellungsbegriff, der u. a. die Auswahl, die Abstraktion, die Produktion aber auch das bloße Auffassen umfasst. *Modellsein* im Sinne MAHRS (2008b) bedeutet demnach, dass etwas erst durch einen zweckgerichteten Auswahl- oder Konstruktionsprozess eines Subjekts zu einem Modell wird (Kapitel 2.1.4.1, Abb. 12; UPMEIER ZU BELZEN 2013, S. 329). Damit ist die Annahme verbunden, dass das Modellobjekt folglich den Ausgangspunkt für eine Modellanwendung bildet (UPMEIER ZU BELZEN 2013, S. 326). Hier liegt die allgemeine Funktion von Modellen: Durch die Anwendung des Modellobjekts auf einen anderen Sachverhalt sollen bestimmte Qualitäten übertragen werden, mit denen das Modellobjekt aufgeladen ist. Dieser Gehalt des Modellobjekts, der bei der Modellbildung in das Modellobjekt eingearbeitet wurde, wird von MAHR (2008a, 2008b) *Cargo* (χ) (= Fracht) genannt und entspricht dem „Denkmodell“. Ebendiesen Cargo gilt es bei der als deduktiv gekennzeichneten Anwendung im Modellobjekt zu identifizieren, aus ihm herauszulösen und auf ein anderes, ähnlich geartetes Objekt zu übertragen, bspw. um das Modell zu überprüfen, Inhalte zu kommunizieren oder ein neues Objekt besser zu verstehen. Modelle sind damit auch immer Modelle *für etwas* und haben Vorbildfunktion (MAHR 2004a, S. 162; UPMEIER ZU BELZEN 2013, S. 326ff). Der Herstellungsperspektive wird damit die Anwendungsperspektive gegenübergestellt.

In Vermittlungssituationen, bei denen das Modell als Medium angesehen wird, ist der *Cargo* das zu Vermittelnde, also das, was der Lernende erfahren sollte. Im Falle der Nutzung des Modells zur Erkenntnisgewinnung beschreibt der *Cargo* die zu testenden Ideen, die widerlegt oder bestätigt werden können. Will man neue Sachverhalte durch die Anwendung des Modells erklären ist der Cargo der zu nutzende Erklärungsansatz – die zentrale Idee des Modells (MAHR 2008a, 2008b).
Die Herstellungsperspektive entspricht im zyklischen Prozess der Modellbildung dem Prozess der Modellierung und Optimierung des Modellobjektes und ggf. des Denkmodells selbst. Die Anwendungsperspektive hingegen ist der Nutzung zur Erkenntnisvermittlung (Modell als Medium) aber auch der Nutzung als Mittel der Erkenntnisgewinnung ähnlich. Durch die Anwendung wird das Modell geprüft und bei festgestellten Defiziten entsprechend optimiert (Herstellungsperspektive) (UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010, S. 44f). Dieser zyklische Ablauf wird u. a. von MEYER (1990), JUSTI und GILBERT (2002a) und von KÖCK (1985b) beschrieben.

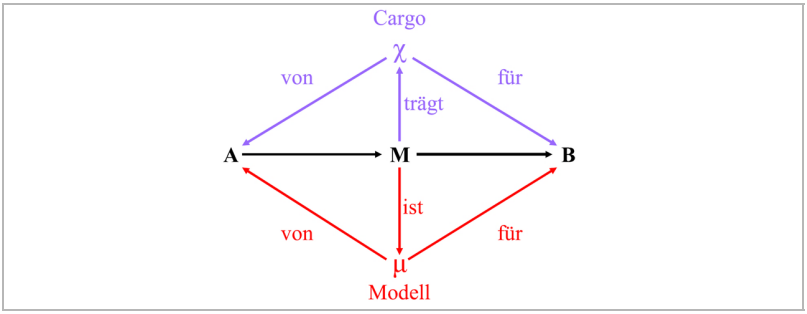



Abb. 3 | Struktur der Modellbeziehungen nach MAHR, durch die ein Gegenstand M zum Träger eines Cargos χ wird (MAHR 2009, 2008b)

### 2.1.1.3 Modellklassifikationen im Rahmen der Allgemeinen Modelltheorie

Im Rahmen der Allgemeinen Modelltheorie (STACHOWIAK 1983b, 1980a, 1973, S. 159ff) gibt es zwei grundlegende, auch in der Geographie (WIRTH 1979, S. 143) und Geographiedidaktik (WIKTORIN 2014b, 6f, 2013a, S. 5) rezipierte Klassifikationsansätze. Der erste Ansatz klassifiziert Modelle anhand ihrer Repräsentationsform, d. h. der Gestalt des Modellobjekts bzw. seiner „Zeichensysteme“ (KÖCK 2004, S. 80f; STACHOWIAK 1980a, 1973). Der zweite Ansatz fragt nach der Zweckbestimmung bzw. der Funktion eines Modells und berücksichtigt somit die Herstellungsperspektive – in der Sprache der Allgemeinen Modelltheorie die „subjektive Pragmatik“ (STACHOWIAK 1965, 261f; WIRTH 1979, S. 143).

#### 2.1.1.3.1 Klassifikation anhand der Repräsentationsform

Bezüglich der Repräsentationsform werden vier Hauptgruppen unterschieden (Abb. 4), die unterschiedliche Relevanz für die Geographie und damit für den Geographieunterricht haben (WIKTORIN 2013a, S. 5; WIRTH 1979, S. 144ff). Graphische Modelle sind „[...] eine wesentlich zweidimensionale anschauliche Abbildung eines raumzeitlichen Systems“ (STACHOWIAK 1965, S. 439). Dabei handelt es sich um ikonische oder symbolische Darstellungen (KATTMANN 2008, S. 333; STACHOWIAK 1973, S. 165; UPMEIER ZU BELZEN 2013, S. 331).

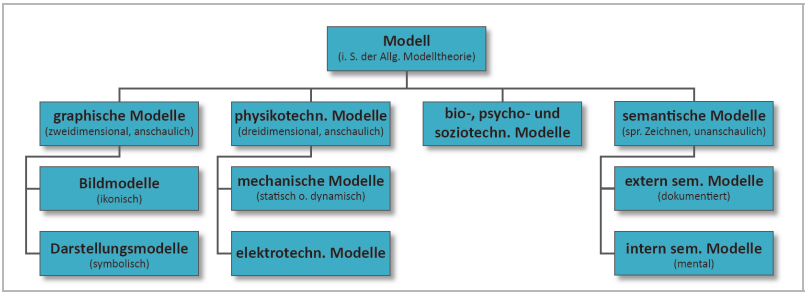



Abb. 4 | Modellklassifikation im Rahmen der Allgemeinen Modelltheorie anhand der Repräsentationsform bzw. des Zeichensystems von Modellen (eig. Entwurf nach: STACHOWIAK 1980b, 1973, 1965; WIKTORIN 2013a; WIRTH 1979, S. 144ff; Grafik: D. Kuhmann)

Zur Gruppe der graphischen Modelle gehören STACHOWIAK (1973, S. 160ff) und WIRTH (1979, S. 144) folgend u. a. handgefertigte Bilder, Fotographien sowie schematische Darstellungen wie z. B. Landkarten, Profile, Wirkungsgefüge, Stadtstrukturmodelle sowie Diagramme. Die Bedeutung dieser Modellgruppe für die Geographie ist offensichtlich. Graphische Modelle sind in der Geographie oft Raummodelle, also Modelle räumlicher Systeme (Kapitel 2.1.2.2). Als weitere Untergliederung wird von STACHOWIAK (1973, S. 168) die Unterteilung in Bild- und Darstellungsmodelle vorgeschlagen (Abb. 4). Bildmodelle sind solche ikonischen Medien, die das Original zunächst *ohne einen Code* bzw. ein Symbol abbilden, bspw. Fotos, handgefertigte Portraits, Schemata natürlicher oder künstlicher Objekte. Sie sind daher dem Original sehr ähnlich, wodurch sie zumeist leicht verständlich sind, und können nach dem Grad der Abstraktion weiter klassifiziert werden. Dabei sind deutliche Übergänge zur Gruppe der symbolischen Darstellungsmodelle vorhanden. Diese Gruppe enthält alle anhand von Symbolen *codierten* graphischen Modelle bspw. Karten und Diagramme. Während die Ikone der Bildmodelle unmittelbar ihre eigene Bedeutung repräsentieren, bekommt ein Symbol seine Bedeutung durch einen Code zugeordnet. Bei der Abbildung und zur Interpretation ist somit eine konventionalisierte Zeichenerklärung erforderlich, z. B. die Legende einer

Landkarte (STACHOWIAK 1973, S. 163; WIRTH 1979, S. 144f). Darstellungsmodelle sind folglich durch eine größere Entfernung zum „naturalistischen" Original gekennzeichnet als schematische Bildmodelle.
Physikotechnische Modelle stellen die zweite Hauptgruppe dar (Abb. 4). Sie bilden im Gegensatz zu graphisch-zweidimensionalen Abbildungen der graphischen Modelle eine *dreidimensionale* anschauliche Abbildung raumzeitlicher Systeme (WIRTH 1979, S. 145). Im Gegensatz zu den bio-, psycho- und soziotechnischen Modellen (s. u.) sind sie anorganischer Natur (STACHOWIAK 1973, S. 174f). Folglich sind Sie noch unmittelbarer sowohl Raummodelle (Bezug zum Original) als auch räumliche Modelle (Bezug zur Repräsentation) (Kapitel 2.1.2.2), denn in ihnen kann selbst die dritte Raumdimension (Höhen- bzw. Tiefendimension) repräsentiert werden. Dennoch müssen ihnen keineswegs immer vorhandene materielle Originale zugrunde liegen. Beispiele für diesen Fall sind Modelle von fertiggestellten oder geplanten Gebäuden sowie – für die Geographie relevant – ein Erdglobus oder das dreidimensionale Modell einer Flussmündung (WIRTH 1979, S. 145f).
Bio-, psycho- und soziotechnische Modelle bilden die dritte Hauptgruppe (Abb. 4). Für die Geographie und Geographieunterricht ist diese Modellgruppe jedoch von geringerem Interesse (WIKTORIN 2013a, S. 5; WIRTH 1979, S. 146). Bio-, psycho- und soziotechnische Modelle haben ihre Originale „[...] überwiegend [...] im Bereich des organisch-organismischen, des psychischen und des sozialen Geschehens. Sie sind zumeist manipulationstechnischer Natur und weisen hohe Originalverkürzungen auf" (STACHOWIAK 1973, S. 190). Am Beispiel der biologischen und medizinischen Forschung lässt sich ihre Funktion illustrieren. Dort sind relativ überschaubare, in Einzelheiten vergleichsweise gut bekannte organismische Systeme (Modellorganismen; MEYER 1990, S. 4f) Repräsentationen anderer, meist komplexerer organismischer Systeme – bspw. Mäuse als Modellorganismen für andere Säuger im Rahmen der Arzneimittelforschung (MEYER 1990, S. 4f; STACHOWIAK 1973, S. 190f; WIRTH 1979, S. 145).
Semantische Modelle bilden die vierte Hauptgruppe (Abb. 4). Während graphische und physikotechnische Modelle zumeist besonders anschaulich sind, stellen semantische Modelle unanschauliche Abbildungen dar (STACHOWIAK 1973, S. 196). Semantische Modelle sind „Zeichenmodelle". „Sie haben mit den »Darstellungsmodellen« [...] gemeinsam, daß sie nur dann kommunikabel sind, wenn Übereinkünfte darüber bestehen, was die Zeichen »bedeuten«, wofür sie stehen, welchen »Referenda« sie per Kode zugeordnet sind." (STACHOWIAK 1980b, S. 34). Die Zeichen sind bei diesem Modelltypus von besonderer Art – sie sind Sprachzeichen (STACHOWIAK 1980b, S. 34). STACHOWIAK (1973, S. 196) unterscheidet dabei zwischen *internen semantischen Modellen* und *explizit semantischen Modellen* (Abb. 4). Die zuerst genannt Gruppe bleibt grundsätzlich auf die Innerlichkeit eines Subjekts beschränkt und umfasst die Perzeption, d. h. die subjektiv-selektiven Aufnahme der jeweiligen Außenwelt und das Denken (STACHOWIAK 1980b, S. 34ff). Die so durch die Perzeption gelieferten Modelle sind Ausgangspunkt für die Bildung ggf.

persistenter sog. kognitiver bzw. mentaler Modelle (REINFRIED 2013). Hierzu zählen auch die „Denkmodelle“ (KATTMANN 2008, S. 331), die als Grundlage aller Modelle bzw. Modellobjekte angesehen werden (Steinbuch 1977, S. 10 zit. n. UPMEIER ZU BELZEN 2013, S. 326). Handelt es sich bei diesen Modellen um subjektive Raumwahrnehmungen bzw. kognitive Repräsentationen von Raum bzw. Umwelt, so sind diese Modelle Gegenstand wahrnehmungs- und verhaltensgeographischer Forschung (WERLEN, LIPPUNER 2011, S. 697f; WIRTH 1979, S. 179).
Die zweite Untergruppe, die *explizit-semantischen Modelle,* unterscheiden sich von der ersten Gruppe dadurch, dass sie der intersubjektiven Kommunikation dienen. Dazu gehören z. B. Sprache, Schrift, mathematische Formeln, Publikationen soweit diese nicht anschaulich-graphische Darstellungen verwenden (WIRTH 1979, S. 147).
Des Weiteren ist für die Geographie eo ipso die Unterklasse der sog. theoretisch-wissenschaftlichen Modelle von Bedeutung. Ihre Spannweite reicht von einfachen Protokollaussagen bis zur umfassenden Theorie, von einem wissenschaftlichen Begriff bis zum Typ und zur mathematischen Formel. Derartige Modelle stellen im Gegensatz den alltagsweltlichen explizit-semantischen Modellen folglich eher weniger das Substrat als vielmehr Produkt geographischen Arbeitens dar (STACHOWIAK 1980b, S. 35ff; WIRTH 1979, S. 147).
Ergänzend ist anzumerken, dass Zusammenhänge und Übergänge zu den vorher dargelegten Modellgruppen fließend sind. Man denke bspw. an den Modellbildungsprozess, in dessen Rahmen mentale Repräsentationen einen hohen Stellenwert beigemessen wird (JUSTI, GILBERT 2002a, S. 371; STACHOWIAK 1973, S. 196; UPMEIER ZU BELZEN 2013, S. 326f).

#### 2.1.1.3.2 Modellklassifikation anhand ihrer Funktion

Modelle werden zu einem bestimmten Zweck konstruiert („subjektive Pragmatik“; siehe Kapitel 2.1.1.1 und 2.1.4.1). Daher lassen sie sich nach ihrer Zweckbestimmung bzw. ihrer Funktion differenzieren (Abb. 5; STACHOWIAK 1965, S. 462; WIKTORIN 2013a, S. 5; WIRTH 1979, S. 143). WIRTH (1979, S. 143) differenziert dabei unter Rückgriff auf die Allgemeine Modelltheorie STACHOWIAKS (1965, S. 462) auf oberster Ebene zwischen Erklärungsmodellen (auch: Erkenntnismodelle), Prognosemodellen (auch: Prospektive Modelle) und Entscheidungsmodellen (auch: Operative Modelle). Letztere werden oftmals auch als „Planungsmodelle“ bezeichnet (STACHOWIAK 1965, S. 462; WIKTORIN 2013a, S. 5).
Die Hauptgruppe der Erklärungsmodelle wird wiederum untergliedert in Demonstrationsmodelle, die v. a. der Veranschaulichung von Zusammenhängen dienen und einen stark „didaktischen“ Charakter aufweisen, und Forschungsmodelle, die der (wissenschaftlichen) Erkenntnisgewinnung dienen (Abb. 5, s. u.). In der Geographie geschieht dies bspw., indem sie die Wirklichkeit klarer strukturieren, vereinheitlichen, auf allgemeine Grundzüge beschränken und ggf. Zusammenhänge

bzw. Regelhaftigkeiten aufzeigen und dazu dienen um diese Ideen zu testen (KÖCK 1985a, 1985b; WIRTH 1979, S. 149). Forschungsmodelle können jedoch zu Lehr-/Lernmodellen werden, wenn sie in Lernprozessen eingesetzt werden (KATTMANN 2008, S. 332f; UPMEIER ZU BELZEN 2013, S. 331f). Sie „[...] sind für alle geographischen Disziplinen unentbehrlich. Prognosemodelle und Entscheidungsmodelle schließlich werden im Rahmen der angewandten Geographie sowie der Raumforschung und Landesplanung benötigt“ (WIRTH 1979, S. 143).

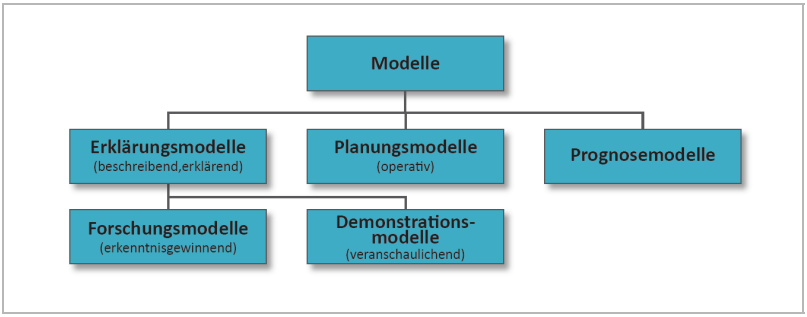



Abb. 5 | Modellklassifikation im Rahmen der Allgemeinen Modelltheorie anhand ihrer Funktion (eig. Entwurf nach: STACHOWIAK 1965, S. 462; WIKTORIN 2013a, S. 5; WIRTH 1979, S. 143; Grafik: D. Kuhmann)

Geographisch und v. a. geographiedidaktisch interessant ist die Differenzierung auf der höchsten Hierarchieebene. Entsprechen die drei aufgeführten Kategorien (Erklärung, Prognose und Planung), wenn sie auf die geographische Kategorie Raum angewandt werden, doch den zentralen „geographischen Betrachtungsweisen“ (BÖHN et al. 1999; RINSCHEDE 2007, S. 93ff), wie sie sich z. B. auch in der Geographiedefinition von BORSDORF (2007, S. 31) wiederfinden.

### 2.1.2 Modelle in der Geographie

#### 2.1.2.1 Modellverständnis in der Geographie

Im Anschluss an den Kieler Geographentag 1969 emergierten – v. a. in der Humangeographie – vielfältige, parallel existierende und teils konfligierende Paradigmen in der Geographie („Geographie als Multi-Paradigmen-Spiel“; WEICHHART 2000). Dabei kam dem empirisch-quantitativ ausgerichteten sog. *spatial approach* eine besondere Bedeutung zu, da er verstärkt Theorie- und Modellbildung sowie das Streben wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung nach raumbezogenen Regelhaftigkeiten einforderte. Dieser nomothetische Zugriff stand damit im Kontrast zu der idiographischen und in weiten Teilen theorielosen Länderkunde, die zuvor

dominierte. Mit der Etablierung der raumwissenschaftlich orientierten Geographie ging folglich eine verstärkte datenorientierte Theorie- und Modellbildung einher (BÖHNER 2011, S. 144; DÜRR, ZEPP 2012, 192, 215-218; WEICHHART 2001, S. 186). Bedeutende Impulse setzten u. a. bereits Ende der 1960er HAGGETT und CHORLEY (1967) mit ihrem Buch *Models in Geography*, Ende der 1970er WIRTH (1979, S. 128ff) mit seinem Buch „Theoretische Geographie" sowie – teils schon auf den Geographieunterricht bezogen – KÖCK (1980, 1979a, 1979c) mit seinen umfänglichen Arbeiten zum Modellansatz und zur Modellbildung (BÖHNER 2011, 144f; DÜRR, ZEPP 2012, 217f).

Durch das in den letzten 50 Jahren steigende Aufkommen von Geodaten u. a. durch automatisierte Messverfahren aber auch die explosionsartige Verbreitung und Verfügbarkeit digitaler Daten (z. B. Radardaten, Geländemodelle) sowie der Verfügbarkeit von computergestützter Geoinformationstechnologie entwickelte sich die Modellbildung zu einer breit akzeptierten geographischen Methode. Dies betrifft im besonderen Maße die physische Geographie, wo sie sowohl in der grundlagenorientierten Forschung als auch in der angewandten Umweltforschung nicht mehr wegzudenken ist (z. B. Erosionsmodelle, Klimamodelle) – hier spielen v. a. quantitative bzw. mathematische Modelle eine bedeutende Rolle (s. u.). In der gegenwärtigen Humangeographie ist die Modellbildung im engeren Sinn zwar nicht unbedeutend, sie ist jedoch nicht in der gleichen Breite etabliert und hat oft einen eher qualitativen Charakter (z. B. Stadtmodelle). Ein Indikator dafür ist, dass Modelle in aktuellen humangeographischen Methodik-Handbüchern (z.B. MATTISSEK et al. 2013) kaum eine Rolle spielen. Ein Blick in gängige Lehrwerke einzelner Teildisziplinen, wie der Wirtschaftsgeographie (z. B. BATHELT, GLÜCKLER 2018) oder der Stadtgeographie (z. B. HEINEBERG 2017) relativiert diese Einschätzung zumindest in Teilen – Modelle sind selbstverständlicher Bestandteil mancher Fachgebiete.

Eine herausragende Bedeutung in allen Teildisziplinen nimmt das geographische Medium Karte ein. Eine Karte ist ein verebnetes, maßstabsgebundenes, generalisiertes und inhaltlich begrenztes Modell räumlicher Informationen (Wilhelmy, Hüttermann, Schröder 2002, S. 12 zit. n. HÜTTERMANN 2012b, S. 24). Wichtig zu betonen ist, dass in der Kartographie zunehmend die Bedeutung des Subjekts beim Erstellen (Modellieren) und der Rezeption von Karten Beachtung findet. Dadurch wird der Konstruktcharakter von Karten ersichtlich. Karten ermöglichen – zusammen mit kartenexternen Informationen – eine chorologische Analyse von Raumstrukturen und folglich auch der jeweiligen Mensch-Umwelt-Systeme. Dies verdeutlicht, dass Karten nicht nur perspektivenspezifisch und diskursgebunden sind, sondern auch (notwendigerweise) thematisch und räumlich begrenzt, zweckgebunden sowie generalisiert (u. a. GRYL 2010, S. 20; WILHELMY et al. 2002, S. 16). Auf grafischer Seite sind Karten daher maßstabsgebundene „chorografische Abbildungen" (HEMMER et al. 2012, S. 145) – passender formuliert: chorographische Modelle.

WIRTH (1979, 130f) konkretisiert, ausgehend von der heterogenen Gemengelage des Umgangs mit dem Terminus Modell und unter Rückgriff auf die allgemeine Modelltheorie STACHOWIAKS (1973) den Modellbegriff für die Geographie. Aufbauend auf den drei klassischen Hauptmerkmalen von Modellen und dem Verständnis der Geographie als Systemwissenschaft formuliert WIRTH (1979, S. 130f) folgenden, knappen Definitionsvorschlag:

> *„Ein Modell ist eine Abbildung von für die jeweilige Fragestellung bedeutsamen Teilaspekte der Wirklichkeit zu einem vereinfachten System".*

Dieser Definitionsvorschlag findet sich ebenfalls in aktuellen geographiedidaktischen Ausführen zur Arbeit mit Modellen im Geographieunterricht wieder (u. a. WIKTORIN 2014b, S. 7; WIKTORIN 2013a, S. 4). WIRTH (1979, S. 131) ergänzte diesen einfachen Vorschlag jedoch zu einer umfangreicheren Definition in der er die zweckorientierte und interessengeleiten Modellkonstruktion (Kapitel 2.1.1.1) hervorhebt und sich somit von einem simplem Abbildverständnis löst:

> *„Ein Modell ist eine Abbildung von subjektiv-pragmatisch ausgewählten Sachverhalten zu einem vereinfachten System. Dabei bemüht sich die Auswahl der abzubildenden Sachverhalte darum, im Modell die fundamentalen und/oder die interessanten und/oder die operationalisierbaren Aspekte des jeweiligen realen Systems zu berücksichtigen".*

WIRTH (1979, S. 131) führt des Weiteren aus, dass dieses Modellverständnis so allgemein gefasst ist, dass es nicht nur für empirische sondern auch für nicht-empirische Wissenschaften Geltung hat. Modelle müssen lediglich in sich schlüssig sein; sie benötigen keinen Realitätsbezug. Bei der erfahrungswissenschaftlichen Modellbildung sei jedoch zu berücksichtigen, dass sie durch das fachspezifische Erkenntnisinteresse geleitet ist und die so entstandenen Modelle „[...] die *Möglichkeit* eines *Bezugs auf die empirische Wirklichkeit* gegeben [...]" (WIRTH 1979, S. 131, Herv. i. Original) sein muss. Blickt man z. B. in die Physische Geographie wird diese Idee sehr deutlich. Hier spielen v. a. die sehr differenzierten sog. quantitativen Modelle (mathematische Modelle/numerische Modelle), die der Beschreibung, Analyse und der Prognose physisch-geographischer Systeme, Systemkomponenten oder Prozesse dienen, eine besonders herausragende Rolle (BÖHNER 2011, 144f; DÜRR, ZEPP 2012, 225, 318).

Bei der Gewinnung geographischer Erkenntnisse und damit bei der Modellbildung (s. o.), insbesondere im Aktionsraum Schule, ist stets die raumbezogene Analyse von Mensch-Umwelt-Beziehungen bzw. -Systemen leitend (DGFG 2014, S. 5). Hinzu tritt oftmals die Planungs- und Prognoseperspektive (BORSDORF 2007, S. 91ff; DÜRR, ZEPP 2012, 240, 318f; RINSCHEDE 2007, S. 94ff). Durch diesen geographie-spezifischen Analyseprozess können folglich erst „geographische" Modelle im

engeren Sinn entstehen. WIRTH (1979, S. 131) folgend sollten geographische Modelle, „[...] deßhalb Erkenntnisse, Aussagen, Schlüsse, Hypothesen und Prognosen ermöglichen, die sich auf räumliche Systeme beziehen oder übertragen lassen, und die man dementsprechend empirisch überprüfen kann“ (Kapitel 2.3; Abb. 18). Im Duktus der Nationalen Bildungsstandards (DGFG 2014) gesprochen lässt sich zusammenfassen, dass der allgemeine Modellbegriff erst zu einem geographischen Modellbegriff wird, wenn bei der Modellbildung dem geographischen Erkenntnisinteresse folgend ein deutlicher empirischer Bezug zu räumlichen Systemen bzw. räumlichen Strukturen, Funktionen und Prozessen besteht; immer verbunden mit dem Anspruch, diese abstrahierend zu beschreiben, sie ggf. theoriebasiert zu erklären und die so entstandenen Modelle bzw. ihre Inhalte (*Cargo*; z. B. Regelhaftigkeiten) an der Realität zu prüfen und weiterzuentwickeln.
Hierdurch wird deutlich, das Modelle in der Fachwissenschaft nicht in erster Linie als Medien (Modelle von etwas) verstanden werden, sondern vielmehr als Werkzeuge, mit denen neue Erkenntnisse gewonnen werden (Modelle für etwas) (GIERE 2010; GIERE et al. 2006; KÖCK 1995, 1985b, 1980; KRÜGER et al. 2018; UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010).

#### 2.1.2.2 Geographische Modellklassifikationen

In der Geographie existieren teils sehr unterschiedliche Modellklassifikationen. Diese orientieren sich oftmals an nicht-geographiespezifischen Kriterien wie v. a. der Art der Repräsentationsform (z. B. symbolisch, ikonisch; figural, nicht-figural; HAGGETT 2004, 38ff; KÖCK 1978a, S. 53ff). Eine hohe Bedeutung haben zudem die Unterteilungen in quantitative und qualitative Modelle (BÖHNER 2011; s. o.) oder induktive und deduktive Modelle (WIKTORIN 2014b, S. 7; WIRTH 1979, S. 149ff).
Zur Konstruktion einer geographiespezifischen Modellklassifikation können das der Geographie eigene Erfahrungsobjekt (Realobjekt) und v. a. ihr Erkenntnisinteresse (Erkenntnisobjekt) genutzt werden. Durch eine darauf fußende Modellklassifikation können Modelle identifiziert werden, die man zu Recht mit dem Adjektiv „geographisch“ kennzeichnen kann. Damit steht nicht im Vordergrund, *wie* Modelle etwas repräsentieren, sondern *was* sie repräsentieren (KÖCK 1985a, S. 7). Der Raum bzw. die geosphärische Realität als Erfahrungsobjekt einerseits und raumbezogenen Regelhaftigkeiten, Prinzipien etc. als Erkenntnisobjekte der allgemeinen Geographie bzw. idiographische Aspekte andererseits stehen damit im Mittelpunkt einer solchen geographiespezifischen Klassifikation (BORSDORF 2007, S. 31; KÖCK 2004, 79f, 1985a)

##### 2.1.2.2.1 Modellklassifikation anhand des Raumbezugs

Die Kategorie Raum kann sowohl auf das abzubildende Original (Herstellungsperspektive) als auch auf die Repräsentation (Perspektive des Modellobjekts) angewandt werden (WIRTH 1979, S. 144). WIRTH (1979, S. 144) unterscheidet

diesbezüglich „Raummodelle“ von „räumlichen Modellen“ (Abb. 6). „Raummodelle“ werden in diesem Sinne als Modelle räumlicher Systeme verstanden und haben damit Bezug zur geographischen und damit räumlichen Wirklichkeit. Der räumliche Aspekt liegt damit auf der Seite des Originals und nicht zwingend im Modellobjekt selbst (z. B. eine mathematische Formel als Repräsentation eines zentral-peripheren Feldes). Ist die graphische Repräsentationsform eines Raummodells zwar räumlich im graphischen Sinne, steht diese Räumlichkeit jedoch nicht in Bezug zum abzubildenden Raumsystem, so weist das Modell keinen direkten, sondern lediglich einen indirekten Raumbezug auf („indirektes Raummodell“, z. B. Modell des demographischen Übergangs). Wenn die Grafik das (geographische) Original jedoch in einer adäquaten Form repräsentiert, handelt es sich um ein „direktes Raummodell“ (z. B. ein Stadtstrukturmodell) (WIKTORIN 2013a, S. 5). Im Gegensatz zu „Raummodellen“ liegt der Aspekt der Räumlichkeit bei „räumlichen Modellen“ im Modellobjekt selbst – das Original muss nicht im geographischen Sinne räumlich sein (z. B. zweidimensional-anschauliche Grafik eines Stammbaums). Aus dieser Einteilung ergeben sich folglich drei mögliche Alternativen (Abb. 6):

(1.) Raummodelle, deren Darstellung den Raum nicht räumlich entsprechend repräsentieren (indirekter Raumbezug).
(2.) Raumodelle deren Modellobjekte den Raum der Originalseite räumlich adäquat repräsentieren (direkter Raumbezug).
(3.) Räumliche Modelle, deren Original nicht räumlich ist, bzw. bei denen kein Bezug zur geographischen Wirklichkeit existiert.

Für die Geographie und den Geographieunterricht sind daher v. a. die beiden ersten Kategorien relevant. Bei der letzten Kategorie dient die räumliche Komponente lediglich als Mittel zur Veranschaulichung (WIRTH 1979, S. 144). Raumstrukturen und damit auch ihre medialen Repräsentationen können anhand von vier Kategorien weiter differenziert werden (Abb. 6): Sie können (1.) *körperhaft* (morphologisch bzw. dreidimensional), (2.) *flächenhaft* (chorologisch [Herstellungsperspektive] bzw. chorographisch [Perspektive des Modellobjekts]); (3.) *linienhaft* (Untertypen: radial, zonal oder linear) oder (4.) *punktförmig* sein, wobei niederrangige Manifestationen (z. B. punktförmig) in höherrangigen (z. B. flächenhaft) aufgehen können (KÖCK 2004, S. 19ff). Anzumerken ist, dass zwar Raumstrukturen punktförmig sein können, Raummodelle jedoch aufgrund ihres zweidimensional-graphischen Charakters nicht. Ergänzend kann bei allen Typen die zeitliche Komponente (*Dynamik*) hinzutreten.

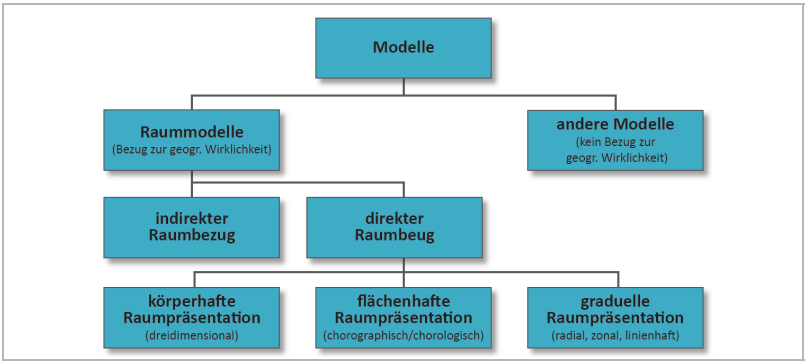



Abb. 6 | Klassifikation anhand des Kriterium Art der Raumrepräsentation (eig. Entwurf nach: KÖCK 2004, S. 19; WIRTH 1979, S. 144ff; Grafik: D. Kuhmann)

#### 2.1.2.2.2 Modellklassifikation nach der Art der Erkenntnisgewinnung

WIRTH (1979, S. 149ff) folgend lassen sich die „Erklärungs-„ bzw. „Erkenntnismodelle“ der allgemeinen Modelltheorie (Kapitel 2.1.1.3.2) unter geographischer Perspektive in „deskriptive Raummodelle“, „theoretische Raummodelle“ sowie „Mischformen beider Alternativen“ unterscheiden (BIRKENHAUER 1997b, 4f; siehe u.a. auch BIRKENHAUER 1995, S. 279; KÖCK 2004, S. 79ff, 1979c, 114f). Als „deskriptive Raummodelle“ versteht er Repräsentationen eines konkreten Raumes (z. B. in Form topographischer Karten) aber auch Modelle, die auf Basis des Vergleichs ähnlicher Räume gewonnen wurden. Sie lassen sich auch als „induktive Raummodelle“ kennzeichnen. „Theoretische Raummodelle“ sind nach WIRTH (1979, S. 150) dadurch gekennzeichnet, dass bei der Modellbildung „[...] nicht überwiegend von Beobachtung und Empirie, sondern von theoretischen Überlegungen [...] (WIRTH 1979, S. 150)“ ausgegangen wird. „Im Denkmodell werden bestimmte Rahmenbedingungen und Parameter als gegeben angenommen; dann fragt man, wie sich das abgebildete System unter diesen Voraussetzungen verhalten muß, und welche räumlichen Strukturierungen und Differenzierungen sich dabei ausbilden“ (WIRTH 1979, 150f). Schulisch relevante Klassiker sind das Modell der zentralen Orte von CHRISTALLER (1933) oder das Modell der THÜNSCHEN Ringe (VON THÜNEN 1875). Diese Modelle lassen sich auch als „deduktiv“ kennzeichnen (WIRTH 1979, S. 150). Aufgrund ihres theoretischen Gehalts „[...] lassen sich auch die determinierenden Kräfte und Prozesse in ihrer räumlichen Wirkung erkennen. Die Modelle erklären also, indem sie eine Antwort auf die Frage nach dem „Warum“ anbieten. Theoretische Raummodelle und deskriptive Raummodelle sind jedoch nur die Pole eines langen Kontinuums. Der überwiegende Teil der geographischen Modelle liegt als Mischtyp im Übergangsbereich dazwischen vor. WIRTH (1979, 153f) ergänzt zudem

als sehr speziellen Modelltyp die „finalen Raummodelle“, die bewusste menschliche Raumaufteilung oder vorgegebene Planungen darstellen, welche nicht im freien Spiel der Kräfte entstanden sind, z. B. Grundrisse von Mannheim und Karlsruhe. Allerdings stellt sich dabei die Frage, inwiefern in den Modellen der anderen Modellklassen die raumprägenden Kräfte „freies Spiel“ oder ob sie nicht auch Restriktionen unterliegen (z. B. Planungen).

### 2.1.3 Modelle in der Geographiedidaktik

#### 2.1.3.1 Modellverständnis in der Geographiedidaktik

In der Geographiedidaktik und geographischen Schulpraxis wird unter dem Begriff Modell oft ein dreidimensionales, plastisches Modell (ACHILLES 1994) verstanden, das der Veranschaulichung konkreter oder auch allgemeiner Raumstrukturen oder -prozessen dient, wie z. B. der Globus, ein Tellurium oder ein Anschauungsmodellaus Gips für einen Landschaftsausschnitt an der Nordseeküste (KESTLER 2015, S. 176). Hinzu treten mannigfaltige graphische Modelle, die oftmals jedoch nicht als Modelle sondern konkreter anhand ihrer Repräsentationsform benannt werden (z. B. Diagramme, Schemata) (RINSCHEDE 2007, S. 331ff; SCHULTZE 1994). Auch hierbei steht v. a. die Funktion des Veranschaulichens von geographisch relevanten Sachverhalten im Vordergrund (Modell von etwas, s. o.). Modelle werden demnach im Fach Geographie vorwiegend als Medien aufgefasst. Dies wird bei einer Sichtung zahlreicher fachdidaktischer Aufsätze und aktueller Geographiedidaktiken (z.B. KRAUTTER 2015; RINSCHEDE 2007, 319-323, 331–337) augenfällig, in denen Modelle bzw. die Arbeit mit ihnen nicht etwa unter die Rubrik „Methoden“ fallen, sondern in der Rubrik „Medien“ wiederzufinden sind.
Über diese „didaktische“ Tradition hinaus existiert jedoch eine stark fachwissenschaftlich orientierte Tradition des Modellverständnisses, die v. a. durch die Arbeiten von KÖCK und BIRKENHAUER getragen wurde. Sie ist gekennzeichnet durch ein differenziertes Modellverständnis, das nicht ausschließlich Modelle als Medien auffasst sondern die Modellbildung bzw. den Nutzen von Modellen als erkenntnistheoretische Werkzeuge in den Vordergrund rückt (Modell für etwas) (u. a. BETTE et al. 2019; BIRKENHAUER 1997b, 1979; KÖCK 1985b, 1979b; THÖNEBÖHN 1989; WIKTORIN 2013a). Durch diese überaus wichtige Akzentverschiebung wird erst das Potential des Modellansatzes entfaltet (s. u.) wodurch auch von Seitens des Faches Geographie ein Anschluss an das fachwissenschaftliche Verständnis von Modellen als Erkenntniswerkzeuge (s. o.; Kapitel 2.1.2.1) sowie den aktuellen Diskurs um Modellkompetenz (s. u.; Kapitel 2.2) möglich wird (BETTE et al. 2019; PETER, SIEGMUND 2015).
Im Wörterbuch der Geographiedidaktik definiert SCHUBERT (2013, 199f) Modelle folgendermaßen:

> *Bei im Geographieunterricht eingesetzten Modellen handelt es sich um (fast immer) vereinfachte Rekonstruktionen von geographischer Wirklichkeit bzw. Abbilder von Theorien über Wirklichkeit. Modelle machen zentrale Aspekte verständlich und können genutzt werden, um Erklärungen zu formulieren oder Vorhersagen zu treffen.*

SCHUBERTS Definition umfasst somit die klassische geographiedidaktische Ansicht, dass Modelle reale Entitäten (Realobjekte bzw. Erfahrungsobjekte der Geographie; „deskriptive Modelle" bzw. „induktive Modelle" im Sinne von WIRTH 1979, S. 50, Kapitel 2.1.2.2.2) als auch Theorien über ebendiese Wirklichkeit (Erkenntnisobjekte; „theoretische" bzw. „deduktive Modelle" im Sinne von WIRTH 1979, S. 149) repräsentieren. KÖCK (2004, S. 80, 1985a, 7f) fokussiert seinen Modellbegriff auf den zweiten Aspekt. Ihm folgend sind Modelle „[…] formalisierte Abbildungen chorologischer Gesetze […]" (KÖCK 1985a, S. 8).
Zwar scheinen aus noch darzulegenden Gründen v. a. derartige Raummodelle, die allgemeingeographische Regelhaftigkeiten beinhalten und damit kategoriale Bildung ermöglichen (SCHULTZE 1996) aus fachdidaktischer Sicht besonders reizvoll, doch dürfte dieser eingeengte Modellbegriff – betrachtet man das vorherrschende Modellverständnis im Fach und die didaktische Plausibilität – nicht anschlussfähig genug sein (BIRKENHAUER 1982, S. 469; THÖNEBÖHN 1989, S. 77). Beide Definitionen klammern zudem den Modellierer bzw. den Modellnutzer aus, dem in aktuelleren Modelldefinitionen (GIERE 2010; MAHR 2009) ein deutlich höheres Gewicht zukommt (Kapitel 2.1.1.2 und 2.1.4.1).

### 2.1.3.2 Geographiedidaktische Modellklassifikationen

In der fachdidaktischen Literatur benachbarter Fächer existieren viele, fachspezifische und überfachliche Klassifikationsmuster, die an dieser Stelle nicht im Detail dargelegt werden können (u. a. BOULTER, BUCKLEY 2000; HARRISON, TREAGUST 2000, S. 1017; KATTMANN 2008, S. 332; MEYER 1990, S. 4f; UPMEIER ZU BELZEN 2013, 331, 326-327). Als zusammenfassende Übersicht dient die folgende Abbildung, bei der – wie üblich – die Art der Repräsentation als Klassifikationsgrundlage genutzt wird.
In der deutschen Geographiedidaktik gibt es keine breit etablierte und elaborierte Modellklassifikation, was ein Blick in aktuelle fachdidaktischen Lehrwerke (HAUBRICH, REINFRIED 2015; HAVERSATH 2012; KESTLER 2015; RINSCHEDE, SIEGMUND 2020; SCHALLHORN 2004) zeigt. Als zentrale und überschaubare Unterscheidung hat sich jedoch seit den 1970ern die grundlegende Unterteilung von Modellen in (1.) Modelle als Repräsentationen geographischer Wirklichkeit (Realobjekt/Erfahrungsobjekt) und (2.) als Repräsentation von Theorien über geographische Wirklichkeit (Erkenntnisobjekte) etabliert (s. o.; BIRKENHAUER 1997b, 1995; ENGELHARDT 1984, S. 21; KESTLER 2015, S. 276; KÖCK 2004, 79f, 1985a; SCHUBERT 2013; THÖNEBÖHN 1989, S. 76). Dieser Ansatz entspricht in etwa der in Kapitel 2.1.2.2.2 dargelegten Unterteilung von WIRTH (1979, S. 149ff).

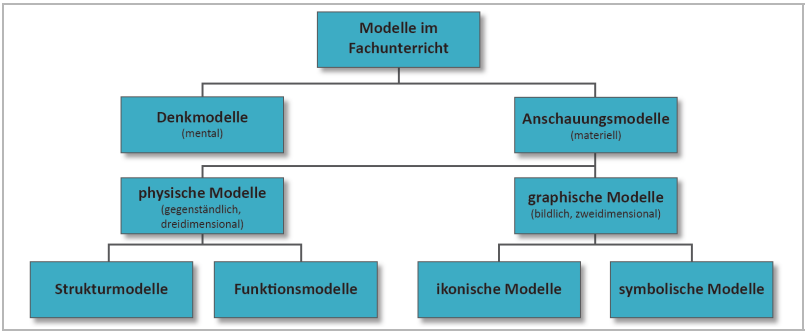



Abb. 7 | Traditionelle Klassifikation von Modellen im Unterricht (eig. Entwurf nach: CLAAßEN 1997b; KATTMANN 2008, S. 332ff; KRAUTTER 2015; MEYER 1990; SCHUBERT 2013; SCHULTZE 1994; UPMEIER ZU BELZEN 2013, S. 331f; WIKTORIN 2013a; Grafik: D. Kuhmann)

Folglich werden Modelle nach dem „Was", d. h. den darzustellenden Inhalten kategorisiert. Hierbei wird aus der Herstellungsperspektive auf Modelle geblickt. So bilden „konkrete Modelle" konkrete, d. h. reale geographisch Gegenstände bzw. Sachverhalte ab (z. B. eine topographische Karte einer konkreten Region, dreidimensionales Modell eines Durchbruchtals, der Globus). Nebst der Abbildung von bereits real vorhandenen Sachverhalten können auch geplante Sachverhalte Abbildungsgegenstand sein (BIRKENHAUER 1997b, S. 4, 1995, S. 279; BIRKENHAUER, WIECZOREK 1999, S. 108).

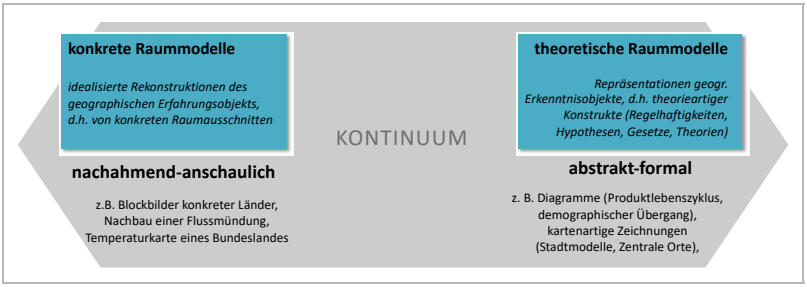



Abb. 8 | Das Kontinuum von konkreten und theoretischen Modellen (eigene Darstellung u. a. nach BIRKENHAUER 1997a, 1995; ENGELHARDT 1984; KÖCK 2004, 1985a; WIRTH 1979, 148ff)

Wie diese (potentiell) realen Sachverhalte im Modell repräsentiert werden, bspw. ob sie körperhaft-dreidimensional oder graphisch-zweidimensional sind, ist dieser Unterscheidung nachgeordnet und nur von sekundärem Interesse (KÖCK 1985b, 7f). In diesem Kontext ist eine Inkonsistenz zu beachten. So definiert BIRKENHAUER (1997a, S. 44) andernorts „konkrete Modelle“ nicht nur über ihre Herstellungsperspektive sondern vor allem über ihre Repräsentationsform und versteht sie als „körperhafte, dreidimensionale Wiedergaben von Ausschnitten aus der Wirklichkeit“ (BIRKENHAUER 1997a, S. 44) im Sinne bspw. von SCHUBERT (2013) oder auch von CLAAßEN (1997b). Im Gegensatz zu den oftmals deskriptiven konkreten Modellen bilden „Theoretische Modelle“ im Sinne BIRKENHAUERS „[...] Vermutungen und Erklärungen – also Theorien und theoretische Annahmen – darüber ab, wie ein vorfindlicher raumwissenschaftlicher Sachverhalt zu verstehen und zu begründen ist [...]“ (BIRKENHAUER 1997b, S. 4). Sie bilden im Gegensatz zu konkreten Modellen oftmals das „Warum“ ab – haben also einen Erklärungsgehalt (BIRKENHAUER 1997b, S. 4f; JOHNSON 1968).

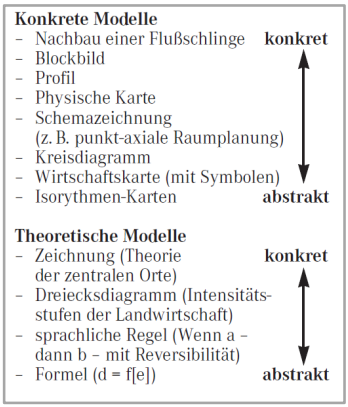



Abb. 9 | Stufen der Abstraktion innerhalb der Modellklassen (BIRKENHAUER 1997b, S. 4)

Theoretische Modelle sind folglich sowohl Raum- als auch Erkenntnismodelle im Sinne WIRTHS (1979) (BIRKENHAUER 1997b, S. 4f, 1995, S. 278f). Innerhalb beider Gruppen „[...] gibt es Abbilder, die der konkreten Wirklichkeit noch sehr nahe stehen, aber auch Abbilder die sehr stark abstrakt sind“ (BIRKENHAUER 1997b, S. 4) (Abb. 9). „Wie die Abstraktionsstufen innerhalb beider Klassen fließend sind, so sind es auch die Grenzen zwischen diesen beiden Klassen selbst“ (BIRKENHAUER 1997b, S. 5). Dies erläutert BIRKENHAUER (1997b, S. 5) an einem Beispiel aus der Geomorphologie:

> „Die Unterschiede zwischen Prall und Gleithang kann man im Gelände beobachten und in einer Aufsichtsskizze, eventuell mit einer Profilskizze darunter kombiniert, wiedergeben. Die Frage nach der Ursache einer solchen Erscheinung führt zur Entdeckung des Stromstrichs und der von dort her gesteuerten Lateralerosion gegen den Prallhang. Damit ist die Erklärung gefunden. Vervollständigt man nun die Skizze mit diesen Elementen, liegt ein (einfaches) theoretisches Modell vor“ (BIRKENHAUER 1997b, S. 5).

Hierbei wird bereits deutlich, dass der Weg zu theoretischen Modellen (induktiv) über konkrete Modelle führen kann (BIRKENHAUER 1995, S. 279).
Die Unterteilung BIRKENHAUERS entspricht auch in etwa derer anderen fachdidaktischer Autoren wie KESTLER (2015, S. 276), ENGELHARDT (1984, S. 21) – der zwischen

der Abbildung „realer Gegenstände“ oder „gedanklicher Konstrukte“ (Theorien, Hypothesen etc.) unterscheidet – oder KÖCK (2004, S. 79f, 1985a, 7f) – der zwischen der Abbildung von Ausschnitten aus dem Realobjekt der Geographie, der Geosphäre, und von Erkenntnisobjekten, d. h. v. a. chorologischen Gesetzen, unterscheidet.
Eine weitere, aktuelle und umfassende geographiedidaktische Systematik schlägt WIKTORIN (2014b, 2013a) vor. Sie fußt ihre Klassifikation im Wesentlichen auf die Ausführungen der Allgemeinen Modelltheorie (s. o.) sowie auf den sich ebenfalls auf STACHOWIAK beziehenden WIRTH (1979).

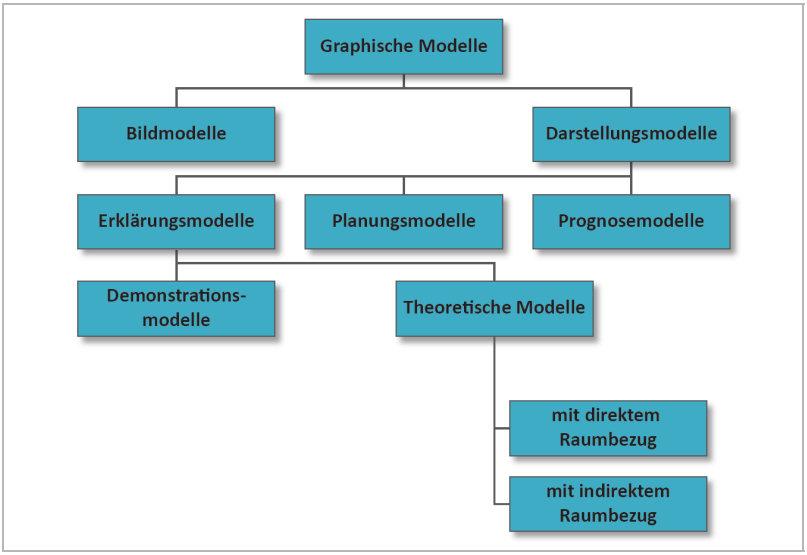



Abb. 10 | Typen graphischer Modelle nach WIKTORIN (2013a, S. 5; Grafik: D. Kuhmann)

Die Systematik fußt fast ausschließlich auf generischen Unterscheidungsmerkmalen von Modellen (z. B. Repräsentationsform, Zweckbestimmung, Art der Modellgenese). Kritisch ist anzumerken, dass nur ein einziges geographiespezifisches Kriterium vorhanden ist (Art des Raumbezugs) und einige Inkonsistenzen auftreten (z. B. Zuordnung ikonischer Schaubilder in die Kategorie der symbolischen Darstellungsmodelle). KÖCK (1978a, 54f) betont diesbezüglich, dass grundsätzlichere, fachliche Kriterien wie bspw. die Art des Erkenntnisinteresses (Kapitel 2.1.2.2) im Rahmen einer fachdidaktisch orientierten Modellklassifikation von deutlich zentralerer Bedeutung seien sollten als die graphische Gestaltung des Modells o. ä.

### 2.1.4 Zwischenfazit

#### 2.1.4.1 Die Bedeutung des Subjekts bei der Modellbildung

Betrachtet man die Modelltheorien STACHOWIAKS und MAHRS so wird schnell deutlich, dass sich die Stellung des Subjekts in der Modelltheorie – ähnlich wie beim Medium Karte – gewandelt hat. Das Subjekt bzw. der Modellierer hat zwar bereits bei STACHOWIAK als „intentionsgeleiteter Selektierer" eine Schlüsselrolle. Modelle sind somit in seinem Sinne mitnichten Kopien oder simple Repräsentationen, da die Auswahl relevanter Merkmale des Originals intentionsgeleitet erfolgt (MEISERT 2008, S. 246). Dennoch wird STACHOWIAKS Modellverständnis als zu abbildhaft kritisiert (Kapitel 2.1.1.1 und 2.1.1.2). Die Kritik ist v. a. zutreffend, wenn andere Autoren – oft unter Bezug auf STACHOWIAK – Modelle lediglich als reine, ggf. vereinfachte Repräsentationen der Realität ansehen und der Modellierer bzw. die durch ein Subjekt erfolgte theorie- und zweckbezogene Konstruktion des Modells vollkommen ignoriert wird. Als zentraler Kritikpunkt an STACHOWIAK bleibt aber bestehen, dass – wie bei vielen anderen Autoren – v. a. das (Abbildungs-)Verhältnis von Original und Modell leitend ist und nicht die Perspektive des Subjekts. Objekte sind folglich aus sich heraus Modelle oder eben nicht (MAHR 2008b; MIKELSKIS-SEIFERT, KASPER 2011, S. 8).

MAHR verschiebt den Akzent sehr deutlich, indem er den Status eines Objekts als Modell vom Urteil eines Subjekts abhängig macht, eben diese (Abbild-)Beziehung zu erkennen und sie um die Anwendungsperspektive ergänzt. Er stellt das Subjekt in die Mitte seiner Überlegungen. Deutlich wird dies in den entsprechenden Abbildungen, die v. a. betonen, dass Modellobjekt und Modell nicht dasselbe sind. Er trennt das Zeichen (Modellobjekt) von seiner Bedeutung (Cargo) und teilt damit eine konstruktivistische Lesart des Modellbegriffs. Etwas ist also nicht per se Modell, sondern in Abhängigkeit eines Urteils des Subjekts (MAHR 2009, 2008b).

Diese Sicht ist kompatibel zu der oft zitierten „agent-based conception of models" von GIERE (2010):, indem er formuliert: „Agents (1) intend; (2) to use model, M; (3) to represent a part of the world, W; (4) for some purpose, P". Er berücksichtigt jedoch die Anwendungsperspektive weniger. Diese subjektorientierten und intentionsbezogenen Definitionsansätze ermöglichen ein Verständnis für die Existenz unterschiedlicher und konkurrierender Modelle zu einem Phänomen in Abhängigkeit vom Modellzweck und Modellierer (WEITZEL 2014, S. 3).

Einige Autoren aus der Physikdidaktik (KIRCHER 1995; MIKELSKIS-SEIFERT et al. 2005; MIKELSKIS-SEIFERT, KASPER 2011) oder der Biologiedidaktik (MEISERT 2012, S. 117, ähnlich Kircher 1995) stellen daraus folgend – zumindest graphisch – das Subjekt noch stärker in den Mittelpunkt des Modellverständnisses. Damit gerät automatisch der Modellierungsprozess stärker in den Fokus. Dies ist v. a. vor dem Hintergrund der noch darzulegenden Modellkompetenz fachdidaktisch relevant. Jede Zusammenhangsherstellung (Dateninterpretation, Modellkonstruktion, Modellerklärung)

zwischen Original und Modell erfolgt demnach über das Subjekt. Auch die theoriebezogene bzw. zweckorientierte Konstruktion ist in der entsprechenden Grafik durch das Kriterium „Erkenntnisinteresse“ enthalten.

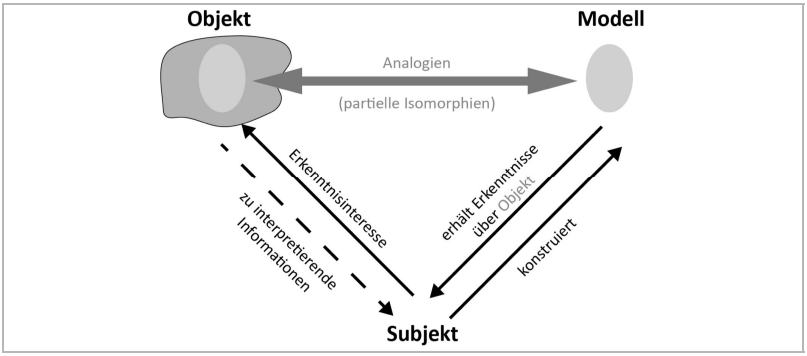



Abb. 11 | Modellverständnis nach MIKELSKIS-SEIFERT et al. (2005, S. 36) (Grafik: D. Kuhmann)

Unter Rückgriff auf diese Theorien und Konzepte erläutert UPMEIER ZU BELZEN (2013, S. 326) den Modellbildungsprozess (Abb. 12) genauer, wobei die Bedeutung des modellierenden Subjekts deutlich wird: Als Grundlage aller Modelle bzw. Modellobjekte (MAHR 2009, 2008b) werden subjektive *Denkmodelle* angesehen. Sie stellen quasi eine Art Vorstufe des fertigen Modells dar. Einfache Denkmodelle entwickeln wir bereits aus denkökologischen Gründen wodurch die komplexe Realität für unser Gehirn erst handhabbar wird (JUSTI, GILBERT 2002a, 370ff; MIKELSKIS-SEIFERT et al. 2005, 32f; UPMEIER ZU BELZEN 2013, S. 326; Steinbuch nach WIRTH 1979, S. 131). Ausgangspunkt eines solchen Modellierungsprozesses bildet oft ein gegenständliches Original oder von Vorstellungen darüber (für die Geographie siehe Kapitel 2.1.2). Demnach kann das Original physisch-materiellen Charakter aufweisen oder nur als Gegenstand gedacht werden (= Reifikation). Das darauf fußende Denkmodell enthält nur die Eigenschaften des Originals, die vom Modellierer für einen bestimmten Zweck als wesentlich erachtet wurden – im Gegensatz zum Original bzw. von Vorstellungen darüber, die unendlich viele Eigenschaften enthalten können. Was als wesentlich für die Entwicklung des Denkmodells erachtet wird, entscheidet der Modellierer bzw. Annahmen (Theorien, Hypothesen), nach denen er das Original deutet und nach denen er das Denkmodell bildet. Das Denkmodell entsteht also aufgrund einer theoriebezogenen Auswahl relevanter Kriterien des Ausgangsobjekts. Bei der Modellbildung ist also das fragestellungsspezifische fachliche Erkenntnisinteresse leitend (BÖHNER 2011, S. 145; GIERE 2010; MIKELSKIS-SEIFERT, KASPER 2011, S. 8; UPMEIER ZU BELZEN 2013, S. 326; WIRTH 1979, 149ff).

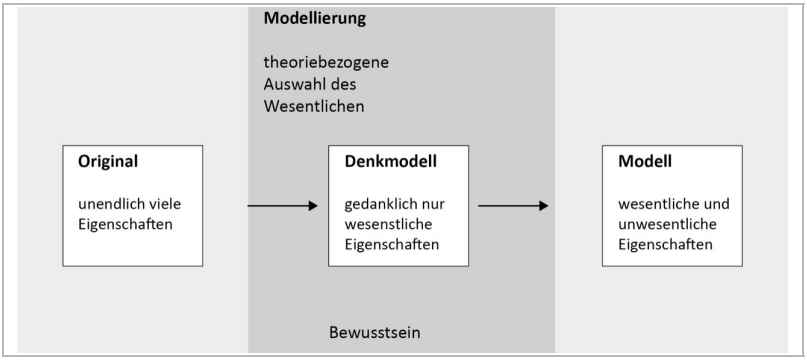



Abb. 12 | Vereinfachter Modellierungsprozess, der vom Original über ein Denkmodell zum Modellobjekt führt (UPMEIER ZU BELZEN 2013, S. 327 nach KATTMANN 2008) (Grafik: D. Kuhmann)

Dass Modelle – wie bereits dargelegt – keine simplen Repräsentationen oder gar Kopien des Originals sind, wird hierdurch deutlich (MIKELSKIS-SEIFERT, KASPER 2011, S. 8; WEITZEL 2014, S. 3). Im nächsten Schritt wird das Denkmodell in einer kommunizierbare Repräsentationsform überführt. Das so entstandene Modellobjekt ist folglich Träger fachlichen Wissens und fachlicher Ideen – dem Cargo im Sinne von MAHR (2008b). Dies bedeutet, dass Modellobjekte Verkürzungen und Überschüsse im Vergleich zum Original aufweisen (STACHOWIAK 1983a, S. 119). Ihre Gestalt kann sehr vielfältig sein, bspw. dreidimensional-körperlich oder graphisch und ist der Kreativität des Modellierers überlassen (GIERE 2010; KÖCK 1985a, S. 9). Die zwei Grundmodi der Modellbildung – nicht nur – in der Geographie sind der induktive und der deduktive Weg (BÖHNER 2011, 146f; WIRTH 1979, S. 9). Beim ersten Weg werden auf Basis empirischer Daten allgemeine Regelhaftigkeiten, Gesetze o. ä. identifiziert, modelliert und ggf. durch geeignete Theorien erklärt. Beim deduktiven Weg werden Modelle aus allgemeinen, theoretischen Vorstellungen abgeleitet (s. o.). Die so erstellten Modelle oder aus ihnen abgeleitete Hypothesen werden anhand von Daten geprüft und ggf. modifiziert (KÖCK 1985b, 11f; MEISERT 2008, 247f; UPMEIER ZU BELZEN 2013, 326ff).

### 2.1.4.2 Modellbegriff dieser Arbeit

Ausgehend von den Modelltheorien STACHOWIAKS (Modell von etwas, Kapitel 2.1.1.1), MAHRS (2008b; Modell von und für etwas; Kapitel 2.1.1.2) sowie den zwei grundlegenden Erkenntnistheoretischen Modi resp. den zwei möglichen abbildbaren erkenntnistheoretischen Kategorien Real-/Erfahrungsobjekt bzw. Erkenntnisobjekt (Was wird abgebildet?) (BIRKENHAUER 1997b; KÖCK 2004, 79f; SCHUBERT 2013; THÖNEBÖHN 1989) sowie unter besonderer Berücksichtigung des Subjekts (MAHR

2008b, GIERE 2010; Modellierer, Modellnutzer) werden geographische Modelle in dieser Arbeit wie folgt definiert:

> *Bei im Geographieunterricht eingesetzten Modellen handelt es sich um durch einen Modellierer zweckbezogen entwickelte und damit reduzierte, idealisierte sowie zumeist verkleinerte Rekonstruktionen geographischer Wirklichkeit (d. h. realer Objekte; sog. konkrete Raummodelle) bzw. Repräsentationen gedanklicher Konstrukte (Theorien, Gesetze, Regelhaftigkeiten, Hypothesen etc.; sog. theoretische Raummodelle). Sie werden mit der Absicht erstellt, diese in bestimmten Kontexten anzuwenden, z. B. zur Erklärung oder Kommunikation raumbezogener Sachverhalte.*

Diese Definition ist anschlussfähig zur noch darzulegenden Modellkompetenz (Kapitel 2.2; BETTE et al. 2019; OTTO, MÖNTER 2015b; UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010; WIKTORIN 2013a) und versteht Modelle sowohl als Medium (Modelle von etwas) wie auch als Methode im Rahmen der Erkenntnisgewinnung (Modelle für etwas) (BETTE et al. 2019; UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010, S. 42). Unter welchen Facetten Modelle bzw. das Modellieren im Unterricht genutzt werden können gilt es zu klären, um den Modelleinsatz (Forschungsfrage) näher zu konkretisieren und für diese Arbeit zu operationalisieren.

#### 2.1.4.3 Modellklassifikation dieser Arbeit

Vor dem Hintergrund der ungeheuren Vielfalt von Modellen im Geographieunterricht, vermeintlich heterogener Lehrerinnen- und Lehrervorstellungen über Modelle (JUSTI, GILBERT 2003; VAN DRIEL, VERLOOP 1999) sowie den Defiziten vorhandener Klassifikationsmuster ist es wichtig, eine anschlussfähige, geographiedidaktisch gehaltvolle sowie kohärente Modellklassifikation zu entwickeln. Durch eine solche Systematik kann eine notwendige konzeptuelle Schärfung des Blicks auf Modelle erfolgen, wodurch es möglich wird, unterschiedlichste geographisch relevante Modelltypen zu identifizieren und folglich den Analysefokus zu differenzieren (Welche Klassen/Typen von Modellen sind Gegenstand der Untersuchung und welche nicht?).

**(1.) Raumbezug |** Da sich das Erkenntnisinteresse des Fachs Geographie auf die Kategorie „Raum“ richtet und „Raum“ somit als die zentrale Kategorie/das Erfahrungsobjekt des Faches angesehen wird (u. a. BORSDORF 2007, 4-12, 31-40; DGFG 2014, S. 5; KÖCK 2005), erscheint es zuvorderst zielführend, zwischen solchen Modellen zu unterschieden, deren Herstellungsperspektive auf den geographischen Raum zielt und solchen Modellen, bei denen dies eben nicht der Fall ist. WIRTH (1979, S. 144) folgend werden Modelle mit geographischen Raumbezug als „Raummodelle“ bezeichnet. Das Kriterium Raumbezug ist nicht nur das erste Kriterium, sondern gleichsam das bedeutendste und damit eine Art Relevanzfilter, da

es hilft, solche Modelle zu identifizieren, die zu Recht als „geographisch" bezeichnet werden können. Nicht alle im Geographieunterricht eingesetzten Modelle müssen jedoch zwangsläufig „geographische" Modelle, d. h. Raummodelle im gerade dargelegten Sinne sein. Auch Modelle, die z. B. technischen Abläufe darstellen (z. B. Funktionsweise eines Geothermiekraftwerks) sind im Geographieunterricht sinnvoll verwendbar, bspw. indem sie Prozesse bzw. Zusammenhänge zwischen Raumstrukturen verdeutlichen (z. B. die Gewinnung elektrischer Energie und Wärmenergie durch Geothermiekraftwerke in vulkanisch aktiven Zonen; BETTE, FÖGELE 2015).

**(2.) Intendierte Modellfunktion |** Raum wird im Geographieunterricht unter unterschiedliche Perspektiven respektive zweckbezogen betrachtet. Von zentraler Bedeutung ist die analytische Perspektive bzw. die Erkenntnisgewinnung. Hinzu treten im Sinne einer angewandten Geographie die evaluative, planerische und prognostische Perspektive (BÖHN et al. 1999; BORSDORF 2007, S. 91ff). Damit steht die Frage nach dem „Wozu?" im Mittelpunkt. Diese zentralen Betrachtungsweisen korrespondieren, wie bereits erwähnt (Kapitel 2.1.1.3.2), mit STACHOWIAKS (1965) Modellklassifikation nach ihrer Funktion. Das Kriterium der Modellfunktion erscheint somit sinnvoll, die Gruppe der Raummodelle in „Erkenntnismodelle", „Prognosemodelle" und „Planungsmodelle" weiter zu untergliedern. Da es Ziel des Geographieunterrichts ist, Einsicht in Zusammenhänge des Mensch-Umwelt-Systems zu erhalten (DGFG 2014, S. 5; HEMMER 2011, S. 64f), stehen v. a. „Erkenntnismodelle" (WIRTH 1979, S. 149) im Fokus des Geographieunterrichts (u.a. WIKTORIN 2013a, S. 5).

**(3.) Art der Erkenntnisgewinnung |** Die Gruppe der Erkenntnismodelle lässt sich anhand der „Art der Erkenntnisgewinnung" untergliedern und gibt an, „Was" abgebildet wird (BIRKENHAUER 1997b; KÖCK 2004, 79f, 1985a, 7f). Modelle dieser Gruppe reichen von „einfachen" beschreibenden Karten bis hin zu komplexen Modellen, die die Entwicklung ganzer Stadttypen darlegen. Zur Unterteilung kann auf die Ausführungen von BIRKENHAUER (1997b, 1995) die u. a. zu den Ausführungen WIRTHS (1979, S. 148ff), JOHNSONS (1968), KÖCKS (2004, 7f) oder ENGELHARDTS (1979) kompatibel sind, zurückgegriffen werden. In diesem Klassifikationsschema wird folglich zwischen zwei Modelltypen unterschieden: (1.) Modelle, die konkrete Raumsachverhalte vorwiegend deskriptiv repräsentieren (*konkrete Raummodelle*) sowie (2.) Modellen, die Theorien und theoretische Annahmen (= theoretische Konstrukte) über geographische Wirklichkeit repräsentieren und somit Erklärungsansätze bieten können. Hierdurch wird es möglich, raumbezogene Strukturen und Prozesse im Sinne einer nomothetischen Geographie zu erklären (*theoretische Raummodelle*). Beide Gruppen stellen jedoch – wie bereits erläutert (Kapitel 2.1.2.2.2) – Extrempunkte auf einen Kontinuum dar, auf dem die meisten Modelle (sog. Mischformen) in einem Übergangsbereich zwischen den beiden Polen vorzufinden sind (BIRKENHAUER 1997b; WIRTH 1979, S. 152). Zu betonen ist, dass das Adjektiv „theoretisch" ausdrücklich nicht bedeutet, dass theoretische Raummodelle

ausschließlich Theorien im engeren Sinne repräsentieren sondern auch andere einfachere theorieartige Konstrukte wie Konzepte, Hypothesen, Gesetze etc. (BIRKENHAUER 1997b, S. 4; KÖCK 1995, 265f). Folglich steht nicht hinter jedem theoretischen Raummodell eine umfängliche Theorie. Geographische Theorien im engeren Sinne sind, EGNER (2010, 8ff) folgend, Annahmen über kausale Zusammenhänge zur Erklärung einer räumlicher Differenziertheit und Interaktion, d. h. in diesem Fall über die im Modelle enthaltenen raumbezogenen Regelhaftigkeiten.
Diese Differenzierung ist fachdidaktisch hochgradig bedeutsam, da sie theoretische Raummodelle, die übertragbare Erkenntnisse enthalten, sichtbar macht (BETTE et al. 2019; SCHULTZE 1998, S. 10; WIKTORIN 2014b). Aus den Darlegungen im Rahmen dieser drei geographiedidaktisch bedeutsamen Kriterien ergibt sich die Abb. 13.

**(4.) Art der Raumrepräsentation |** Zur weiteren Verfeinerung der Systematik kann die Art der räumlichen Repräsentationsform von Modellen (Modellobjekt im Sinne von MAHR 2008b) genutzt werden. Sie ist, wie erwähnt, eher sekundär – jedoch keinesfalls unbedeutend. Sind doch v. a. solche Modelle didaktisch wertvoll, die als Raummodelle räumliche Systeme auch räumlich abbilden (chorographische Modelle) und damit einen *direkten Raumbezug* aufweisen. Im Kontrast dazu stehen Raummodelle, die Raum lediglich indirekt abbilden (Abb. 6). Als Differenzierung können folglich die bereits erwähnten Kategorien indirekter Raumbezug, linienhaft, flächig/chorographisch sowie gestalthaft/dreidimensional genutzt werden. Diese Differenzierung hat somit auch den Vorteil, dass sie graphische und physische Modelle umfasst und auf theoretische sowie konkrete Raummodelle als auch auf Mischformen angewandt werden kann.

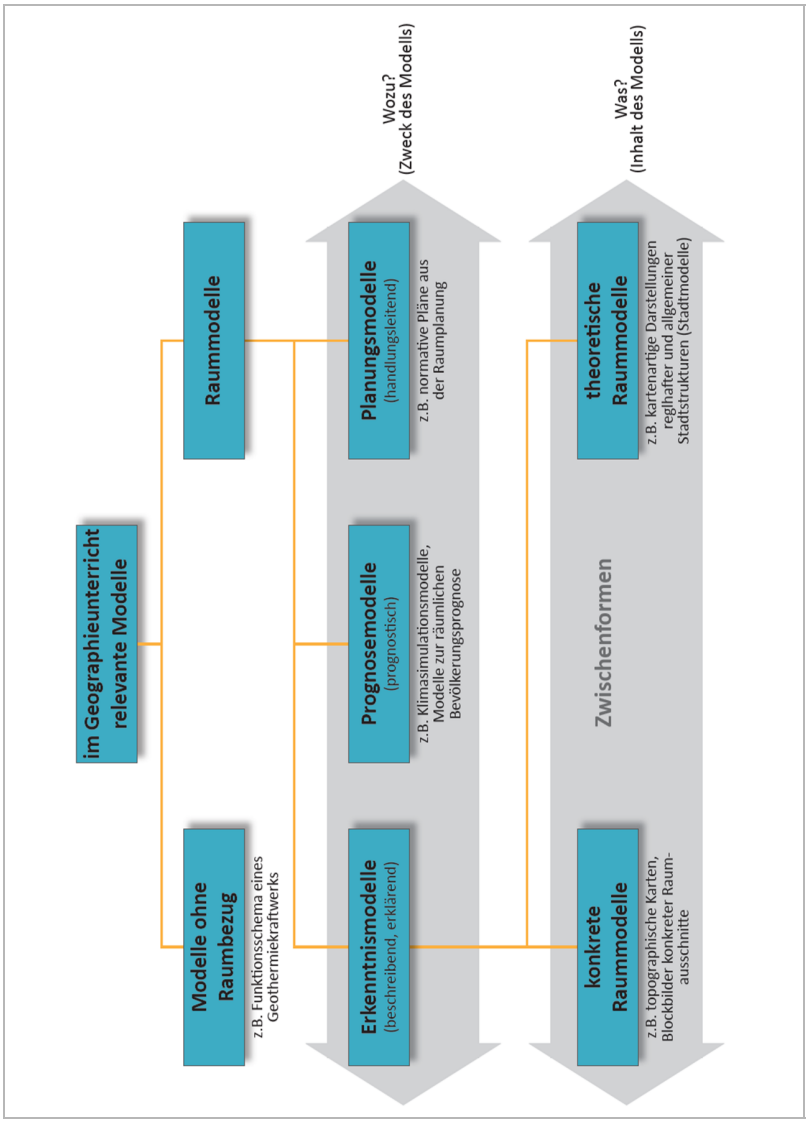



Abb. 13 | Modellklassifikation dieser Arbeit (eig. Entwurf u. a. nach: BIRKENHAUER 1997b, 4f; KÖCK 2004, 9f, 1985a, 7f; WIRTH 1979, S. 142ff; Grafik: D. Kuhmann)

Zur Visualisierung wurde eine zweidimensionale Matrix mit den Dimensionen „Art der Erkenntnisgewinnung“ und „Art der Raumrepräsentation“ erstellt (Abb. 14). Die im Fokus dieser Arbeit stehenden Modelle sind in der Abb. 14 durch eine Schraffierung hervorgehoben. Im Geographieunterricht der gymnasialen Oberstufe (NRW) stehen dem allgemeingeographischen Ansatz folgend theoretische Raummodelle im Vordergrund (MSW NRW 2014). Diese könnten zwar grundsätzlich auch plastisch/körperhaft dargestellt werden (KÖCK 2004, S. 80), sind jedoch im Unterricht ausschließlich graphisch visualisiert. Der relationale Charakter von Regelhaftigkeiten legt eine solche rein formale Abbildungsweise in Form von graphischen Zeichen nahe (KÖCK 2004, S. 80). Damit lassen sich theoretische Raummodelle auch durch ihre Repräsentationsform näher kennzeichnen.

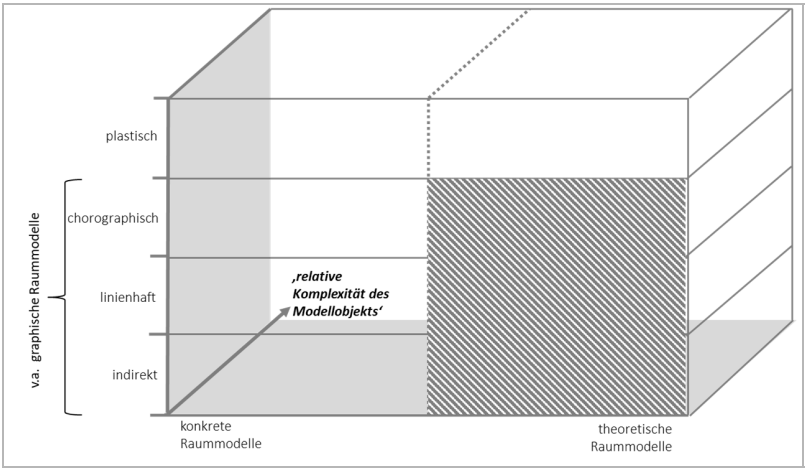



Abb. 14 | Der Arbeit zugrunde gelegte Differenzierung der Erkenntnismodelle (Schraffur = Modelle, die in dieser Arbeit im Fokus stehen; eigene Darstellung)

**(5.) Komplexität des Modellobjekts |** Als weiterer didaktisch relevanter Aspekt kann der Komplexitätsgrad genutzt werden. Der Komplexitätsgrad als didaktisch bedeutsames Kriterium für die Auswahl und Hierarchisierung geographischer Inhalte, entsprechender Medien und damit auch von Modellen ist fest etabliert (u.a. HIEBER et al. 2009, S. 6ff; HÜTTERMANN 2001, 1992, S. 3; KÖCK 1998, S. 18; NIPPER 2011, S. 141; RINGEL 2012, S. 187ff). Bspw. wird in den aktuellen Geographiekernlehrplänen im Bundesland NRW (MSW NRW 2014, 2007) dieses Kriterium auf geographische Modelle angewandt, um ihren Einsatz in verschiedenen Jahrgängen und Kursarten zu differenzieren. Vor dem Hintergrund oftmals komplexer geographischer Zusammenhänge werden eine gewisse Komplexität und ihre sukzessiv-

sachlogische Progression als didaktisch wertvoll angesehen, da sie aufgrund ihres für Schülerinnen und Schüler herausfordernden Charakters fruchtbare Lernprozesse anregen können. (HIEBER et al. 2009, S. 6ff; KÖCK 1998, S. 21; MEHREN et al. 2015, S. 4ff; OHL 2013b, S. 4ff). In Anlehnung an OHL (2013a, S. 160) sowie KÖCK (1998, S. 19) und unter Berücksichtigung der Ausführungen zum Modell Karte (LENZ 2005, S. 4ff) wird die Komplexität eines Raummodells (Komplexität des Mediums) in diesem Kontext als die Menge und Vielfalt repräsentierter inhaltlicher Elemente und den ihnen zugehörigen Zeichen (= graphische Elemente) sowie die Vernetzungen zwischen ihnen, also der repräsentierten Zusammenhänge im Mensch-Umwelt-System, verstanden. Zur Visualisierung kann im Diagramm (Abb. 14) eine Z-Achse ergänzt werden, die die relative Komplexität des Modellobjekts angibt.

## 2.2 Modellkompetenz

Kompetenzdefinitionen und Kompetenzmodelle der Modellkompetenz können einen fruchtbaren Beitrag zur theoretischen Fundierung der vorliegenden Arbeit leisten, da in ihnen relevante Teildimensionen der anzustrebenden Kompetenz – also dem „Wissen und Können" der Schülerinnen und Schüler – differenziert dargestellt werden und sich aus ihnen unterrichtliche Einsatzfacetten ableiten lassen, die der Förderung ebendieser Kompetenzen dienen (HAMMANN 2004; HEMMER, HEMMER 2013; KLIEME 2007, 71ff; SEIFERT 2015).
Mit Blick auf die Funktionen und die Relevanz von Modellen wird deutlich, dass Modellkompetenz in zahlreichen Fächern von herausragender Bedeutung ist. Dies betrifft v. a. die Mathematik und die Naturwissenschaften Biologie, Physik und Chemie aber auch die Geographie. In den entsprechenden Fachdidaktiken liegen seit einigen Jahren verschiedene, unterschiedlich elaborierte Ansätze zur Konzeptualisierung von Modellkompetenz vor (u. a. LEISNER 2005; MEISERT 2008; UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010). In der Biologiedidaktik ist die theoretische, konzeptionelle und empirische Erschließung sowie Dissemination der Modellkompetenz am weitesten vorangeschritten. Vor allem die Arbeiten der Berliner Biologiedidaktiker UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER und KRELL, die auch in der Geographiedidaktik am stärksten rezipiert werden (u. a. BETTE et al. 2019; OTTO, MÖNTER 2015b; PETER, SIEGMUND 2015; WIKTORIN 2014b, 2013a), sind hier zu nennen. Daher wird im Folgenden in erster Linie auf diese Bezug genommen.

### 2.2.1 Grunddimensionen der Modellkompetenz

Zur grundlegenden Strukturierung der Modellkompetenz hat sich eine Dreiteilung etabliert, die auf den drei grundlegenden Zielebenen des naturwissenschaftlichen Unterrichts nach HODSON (1992) zurückgreift (JUSTI, GILBERT 2002b, S. 1275; MEISERT 2008, S. 244; UPMEIER ZU BELZEN 2013, S. 330; UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010, S. 48ff;

VAN DRIEL, VERLOOP 2002, S. 1257). HODSON (1992, 548f) unterscheidet zwischen „*learning science*“ als Aneignung naturwissenschaftlichen Wissens und „*doing science*“ als Nutzung fachlicher Strategien und Methoden der Erkenntnisgewinnung sowie „*learning about science*“ als Einblick in das Wesen und die Bedeutung der Naturwissenschaften im Sinne von *Nature of Science* (HEERING, KREMER 2018). HENZE et al. (2007, 104f) unterscheiden in Passung dazu die drei interdependenten Dimensionen „*learning of scientific models*“, „*act of modelling*“ und „*role and nature of models in science*“. MEISERT (2008, S. 244) nutzt für diese drei Kategorien die Begriffe „Modellwissen“, Modellarbeit“ und „Modellverständnis“ (UPMEIER ZU BELZEN 2013, S. 330; UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010, S. 49).

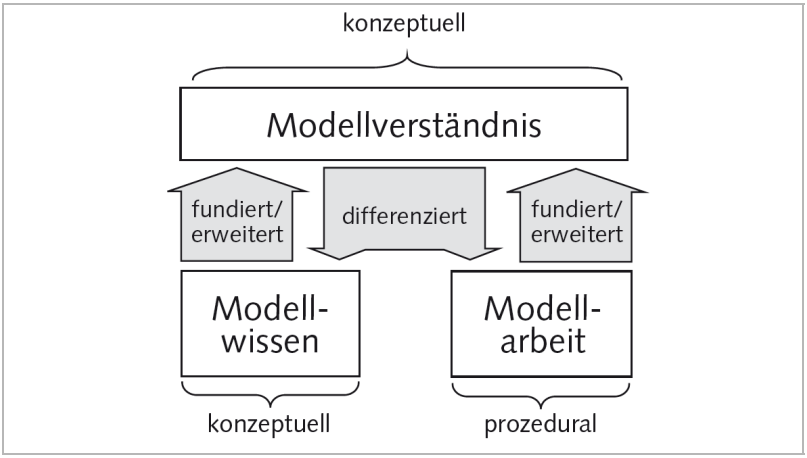



Abb. 15 | Grunddimensionen der Modellkompetenz und entsprechende Wechselwirkungen nach MEISERT (2008, S. 245)

„Modellwissen“ wird als „[...] die Kenntnisse grundlegender Modelle der Biowissenschaften [...] im Sinne eines fundierten Fachwissens“ und damit Zugängen zu modellbasierten fachlichen Konzepten verstanden. Die Dimension umfasst ebenfalls Aspekte der Modellkritik wie Datenangemessenheit und Zweckangemessenheit wobei dem sog. Parallelisieren eine besondere Rolle zuteilwird (UPMEIER ZU BELZEN 2013, S. 329; WEITZEL 2014, S. 7). MEISERT (2008, S. 245) ordnet diesen Bereich dem Kompetenzbereich „Fachwissen“ zu. „Modellarbeit“ wird als Arbeitsweise verstanden, im Rahmen derer Modelle als Werkzeug im Erkenntnisprozess genutzt werden. Diese Dimension ist folglich dem Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung zuzuordnen (MEISERT 2008, S. 245). Dabei umfasst in ihrem Sinne diese Dimension in Anlehnung an HENZE et al. (2007) nicht nur die Anwendung des Modellinhalts (Cargo im Sinne MAHRS, s. o.) zur Testung, Transfer, Prognose o. ä. sondern

auch die Entwicklung und Weiterentwicklung von Modellen als konkreten Einblick in die zentrale Aktivität wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung (MEISERT 2008, S. 245). Modellarbeit gilt als wesentliche Voraussetzung für die Entwicklung eines elaborierten Modellverständnisses. „Modellverständnis" wird als übergeordnete Dimension verstanden, die wiederum als Teil eines adäquaten Nature of Science-Verständnis aufgefasst wird (GILBERT 1991, 78f; MEISERT 2008, S. 245). Diese drei Dimensionen sind interdependent (HENZE et al. 2007; MEISERT 2008). Learning „[...] *of scientific models and the act of modelling should go together with a critical reflection on the role and nature of models in science*" (HENZE et al. 2007, S. 105)

### 2.2.2 Das Berliner Kompetenzmodell der Modellkompetenz

UPMEIER ZU BELZEN und KRÜGER (2010) entwickelten unter Rückgriff auf den Kompetenzbegriff WEINERTS (2001), theoretischen Ausführungen zum allgemeinen Modellverständnis STACHOWIAKS (1973) sowie MAHRS (2008b, 2004b) und unter Berücksichtigung der erkenntnistheoretischen Positionen des wissenschaftlichen Realismus als auch des konstruktiven Empirismus (GIERE 2010) eine konkrete Vorstellung über Modellkompetenz. Mit Blick auf die Bedeutung von Modellen als Werkzeug zur Erkenntnisgewinnung fokussieren UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER (2010) „[...] in ihrem Ansatz auf abstrakte Kenntnisse über Modelle und den konkreten Prozess der Modellanwendung" (UPMEIER ZU BELZEN 2013, S. 330). Sie ordnen ihr Verständnis von Modellkompetenz den beiden Zieldimensionen *doing science* und *learning about science* von HODSON (1992) bzw. den entsprechenden Kategorien von HENZE et al. (2007) und MEISERT (2008) zu. Im Umkehrschluss folgt daraus, dass die Autoren der medialen Perspektive auf Modelle im Sinne des „*learning science*" bzw. „*learning scientific models*" (HENZE et al. 2007) eine untergeordnete Rolle zumessen und als eine von einer enger gefassten Modellkompetenz getrennte Inhaltsdimension sehen (UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010, S. 49).
Fußend auf diesen Grundlagen definieren UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER (2010, S. 49) Modellkompetenz wie folgt:

> *„Modellkompetenz umfasst die Fähigkeiten, mit Modellen zweckbezogen Erkenntnisse gewinnen zu können und über Modelle mit Bezug auf ihren Zweck urteilen zu können, die Fähigkeiten, über den Prozess der Erkenntnisgewinnung durch Modelle und Modellierungen in der Biologie zu reflektieren sowie die Bereitschaft, diese Fähigkeiten in problemhaltigen Situationen anzuwenden."*

Die Modellkompetenz in ihrem Sinne wird mit einem Fokus auf die Teildimensionen „Kenntnisse über Modelle" sowie „Modellbildung" gegliedert (Tab. 1).
(1.) Kenntnis über Modelle gründet im Wissenschaftsverständnis (MAYER 2007), das sich in epistemologischen und ontologischen Positionen zu Modellen ausdrückt. Es ist demnach auf einer reflexiven „Metaebene" angeordnet und wird von

Meisert (2008) daher als „Modellverständnis“ und von Henze et al. (2007) als „*nature of models*“ bezeichnet. Diese Dimension wird als konzeptuelles Wissen aufgefasst (Upmeier zu Belzen, Krüger 2010, S. 50). In der Definition findet sich diese Dimension in der zweiten formulierten Fähigkeit wieder.
(2.) Als zweite Dimension wird die Modellbildung betrachtet und damit die Arbeit mit Modellen im zyklischen Modellbildungsprozess (Justi, Gilbert 2002a), also v. a. die Fähigkeit zum wissenschaftlichen Denken (Mayer 2007, 177f) im Prozess der Erkenntnisgewinnung mit Modellen (Modelle entwickeln, um zu Erkenntnissen zu gelangen, Modelle und aus ihnen ableiteten Hypothesen überprüfen, Modelle modifizieren). Diese Dimension fokussiert somit v. a. auf prozeduralem Wissen und entspricht in etwa der „Modellarbeit“ im Sinne von Meisert (2008) und „*act of modeling*“ bei Henze et al. (2007). Der Modellbildungsprozess kann wiederum zu einem allgemeinen Wissenschaftsverständnis beitragen (Meisert 2012; Treagust et al. 2002). Diese Dimension findet in der zuerst formulierten Fähigkeit der Definition Entsprechung.

Tab. 1 | Struktur und Niveau der Modellkompetenz im Biologieunterricht. Hellgrau: Perspektive auf das Modellobjekt; Mittelgrau: Herstellungsperspektive; dunkelgrau: Anwendungsperspektive (Upmeier zu Belzen, Krüger 2010, S. 53)

| Komplexität / Teilkompetenz | Niveau I | Niveau II | Niveau III |
|---|---|---|---|
| Kenntnisse über Modelle | | | |
| Eigenschaften von Modellen | Modelle sind Kopien von etwas | Modelle sind idealisierte Repräsentationen von etwas | Modelle sind theoretische Rekonstruktionen von etwas |
| Alternative Modelle | Unterschiede zwischen den Modellobjekten | Ausgangsobjekt ermöglicht Herstellung verschiedener Modelle von etwas | Modelle für verschiedene Hypothesen |
| Modellbildung | | | |
| Zweck von Modellen | Modellobjekt zur Beschreibung von etwas einsetzen | Bekannte Zusammenhänge und Korrelationen von Variablen im Ausgangsobjekt erklären | Zusammenhänge von Variablen für zukünftige neue Erkenntnisse voraussagen |
| Testen von Modellen | Modellobjekt überprüfen | Parallelisieren mit dem Ausgangsobjekt, Modell von etwas testen | Überprüfen von Hypothesen bei der Anwendung, Modell für etwas testen |
| Ändern von Modellen | Mängel am Modellobjekt beheben | Modell als Modell von etwas durch neue Erkenntnisse oder zusätzliche Perspektiven revidieren | Modell für etwas aufgrund falsifizierter Hypothesen revidieren |

Unter Rückgriff auf Untersuchungen aus dem internationalen Raum (CRAWFORD, CULLIN 2005; GROSSLIGHT et al. 1991; JUSTI, GILBERT 2003) werden zwei (*Kenntnisse über Modellen*) bzw. drei Teilkompetenzen (*Modellbildung*) ausgegliedert. Zudem werden auf Basis dieser Daten und unter Berücksichtigung des Urteil über das Modellsein im Sinne von MAHR (2009, 2008b, 2004b) (Kapitel 2.1.1.2) Niveaustufen der Teilkompetenzen differenziert, die sich auch im Kompetenzmodell anhand der unterschiedlichen Stärke der Graufärbung wiederfinden lassen (Tab. 1). Dies betrifft (1.) die Perspektive auf das Modellobjekt an sich, (2.) Die Perspektive auf das Modell von etwas (Herstellungsperspektive) und (3.) die Perspektive auf das Modell für etwas (Anwendungsperspektive; Kapitel 2.1.1.2). Diese Stufen werden jedoch nicht als hierarchisch angeordnete und aufeinander aufbauende Entwicklungsstufen aufgefasst, sondern vielmehr als jeweils drei theoretisch zu erwartende „Qualitäten" (UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010, S. 52).

Die zwei Teilkompetenzen der Dimension „Kenntnisse über Modelle" repräsentieren in Teilen die Modellmerkmale STACHOWIAKS (1973) (Kapitel 2.1.1.1). So steht bei der Teildimension *Eigenschaften von Modellen* die Einschätzung verschiedener Ähnlichkeits- bzw. Abstraktionsgraden zwischen Ausgangsobjekt (Gegenstand, Daten, Idee etc.) und Modell im Vordergrund (Abbildmerkmal, Verkürzungsmerkmal). Die Teilkompetenz *Alternative Modelle* spiegelt in gewisser Weise das Pragmatismusmerkmal wider. Ein Modellbauer (Subjekt) kann bei verschiedenen oder bei gleichen Zwecken unterschiedliche Modelle bauen (Kapitel 2.1.4.1). Bei dieser Teilkompetenz wird der Blick sowohl auf das Modellobjekt selbst, als auch auf die Herstellungsperspektive und die Anwendungsperspektive (MAHR 2008b) betrachtet (UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010, S. 50f).

Die drei Teilkompetenzen der Dimension „Modellbildung" können als Schritte im zyklischen Prozess der Modellbildung resp. der Modellierung (ausführlich: Kapitel 2.1.4.1) aufgefasst werden (JUSTI, GILBERT 2002a, S. 371; KRÜGER et al. 2018, 149f; UPMEIER ZU BELZEN 2013; UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010, S. 51). So bezieht sich die Teilkompetenz *Zweck* sowohl auf die Entwicklung des Modellobjekts zur Beschreibung und Erklärung bekannter Sachverhalte auf Basis derer es entwickelt wurde als auch auf dessen Anwendung (Weiterentwicklung). Bei der Beschreibung und Erklärung steht die mediale Perspektive des Modells stärker im Vordergrund resp. die Herstellung des Modellobjekts, wenngleich v. a. die oft recht komplexe Herstellung von Modellobjekten (KÖCK 1985b; MAHR 2008a) nicht weiter ausdifferenziert wird.

Bei der Anwendung des Modells ist von zentraler Bedeutung, dass die zugrunde gelegten Inhalte empirisch geprüft werden, wie dies bei der Teilkompetenz *Testen* der Fall ist. Dabei kann das Modellobjekt selbst zum Gegenstand der Testung werden, seine Passung zum bekannten Ausgangsobjekt kann geprüft werden (sog. Parallelisieren). Es können aber auch die in ihm enthaltenen Hypothesen, Regelhaftigkeiten etc., also das Cargo im Sinne von MAHR (2008a), geprüft werden, indem es bspw. auf neue Kontexte, Daten etc. angewendet wird. Dies führt zwangsläufig

zur dritten Teilkompetenz, dem *Ändern von Modellen*. Treten in einer der drei genannten „Qualitäten" Defizite auf, so ist das Modell (Objekt und Inhalt) zu modifizieren (UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010, S. 52f) und ggf. wieder zu testen.

### 2.2.3 Modellkompetenz in der Geographiedidaktik

In der Geographiedidaktik wurden im Anschluss an die Veröffentlichung nationaler Bildungsstandards zwar einige Kompetenzmodelle (z. B. Kartenauswertekompetenz, Systemkompetenz) entwickelt, jedoch derzeit (Stand: Herbst 2019) keines zur geographischen Modellkompetenz (s. o.; HEMMER 2012, S. 96ff; HEMMER, HEMMER 2013, S. 157).
Hilfreich ist ein Blick in die Kartenkompetenz im Rahmen des folgenden Kapitels, da die Karte als „Modell" aufgefasst wird (u. a. BIRKENHAUER 1997a; HAGGETT 2004, 38f; HÜTTERMANN 2012a, S. 198; Kapitel 2.1.2.1) und sie im Unterricht eine herausragende Rolle hat (DGfG 2014, S. 19; HÜTTERMANN 2012b, S. 30). Die grundlegende Struktur der Kartenkompetenz ist mit ihrer Dreiteilung (Kapitel 2.2.4) zudem kompatibel zu den drei Grunddimensionen der Modellkompetenz und damit zum naturwissenschaftsdidaktischen Modelldiskurs (Abb. 15; Kapitel 2.2.1).
Auf eine Darstellung der geographischen Systemkompetenz (MEHREN et al. 2018; MEHREN et al. 2016; SCHULER et al. 2017; VIEHRIG et al. 2017), bei der Modelle und das Modellieren im Rahmen der Systemmodellierung zwar auch von Bedeutung sind, wird verzichtet. Sie verfolgt eine andere Stoßrichtung, indem sie darauf abzielt, Schülerinnen und Schüler im Umgang mit Komplexität sowie zum systemadäquaten Handeln zu befähigen. Sie ist damit zum einen deutlich stärker fokussiert auf die Analyse von komplexen Systemen mit ihren mannigfaltigen Faktoren, Interaktionen und Rückkopplungen etc. Zum anderen geht sie mit der Berücksichtigung von systemadäquaten Verhalten über den Anspruch von Modellkompetenz hinaus (MEHREN et al. 2018). Modellkompetenz fokussiert im Kontrast dazu stärker auf Erkenntnisgewinnung durch Modelle und Modellbildung (KRELL et al. 2016; UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010), kann jedoch einen Beitrag zum Erwerb von Systemkompetenz leisten (s. u.). Eine genaue Klärung dieses Spannungsverhältnisses steht noch aus (BROCKMÜLLER, SIEGMUND 2020, S. 45).
Im geographiedidaktischen Diskurs erschienen die ersten elaborierten Aufsätze zur Legitimation, Relevanz, Leistung, Nutzen, Wesen und Arbeit mit Modellen wenige Jahre nach der allgemeingeographischen Wende Ende der 1970er (BIRKENHAUER 1979; BÖRSCH et al. 1979; ENGELHARDT 1979; KÖCK 1976). Die Konzeptualisierung und Erforschung von Modellkompetenz in der Geographiedidaktik sind immer noch als Desiderat zu kennzeichnen. Der Großteil der geographiedidaktischen Autoren (BETTE et al. 2019; OTTO, MÖNTER 2015b; PETER 2018; PETER, SIEGMUND 2015; WIKTORIN 2014b, 2013a) greifen bei Ausführungen zur Modellkompetenz daher auf die Konzepte von UPMEIER ZU BELZEN und KRÜGER (2010) zurück. Modellkompetenz wird in der Geographiedidaktik daher definiert als die

> *„[...] Fähigkeiten, mit Modellen zweckbezogen Erkenntnisse [über raumbezogene Phänomene] gewinnen zu können und über Modelle mit Bezug auf ihren Zweck urteilen zu können, die Fähigkeiten, über den Prozess der Erkenntnisgewinnung durch Modelle und Modellierungen [in der Geographie] zu reflektieren sowie die Bereitschaft, diese Fähigkeiten in problemhaltigen Situationen anzuwenden".*

Wie im vorherigen Kapitel erläutert, fokussieren die Autoren zwar stark auf die Kompetenzdimensionen Kenntnisse über Modelle (Modellverständnis; *role and nature of scientific models*) und Modellbildung (Modellarbeit, *act of modelling*) und damit auf die Rolle von Modellen als Werkzeuge zur Erkenntnisgewinnung. Sie schließen jedoch in gewisser Weise implizit durch die Berücksichtigung der Herstellungsperspektive (Niveau II) die mediale Perspektive auf das Modell mit ein (GRÜNKORN 2014), wenngleich sie die Modellauswertung zur Generierung von Fachwissen (Modellwissen; *learning scientific models*) explizit als eine unabhängige, inhaltsbezogene Dimension sehen.

Eine Dreigliederung der Grunddimensionen der Modellkompetenz (Abb. 15; u. a. HENZE et al. 2007; MEISERT 2008, S. 245), die die Modellauswertung ebenfalls einschließt, erscheint jedoch auch im geographiedidaktischen Kontext aus mehreren Gründen sinnvoll. Erstens dürfte die Unterrichtspraxis des Modelleinsatzes im Geographieunterricht durch diese Perspektive dominiert werden (siehe Forschungsstand, Kapitel 3) wodurch sie eine enorme praktische Relevanz hat. Des Weiteren wäre ein solches Konzept kongruent zur grundlegenden Struktur der Kartenkompetenz (Kapitel 2.2.4) und damit besonders anschlussfähig zum geographiedidaktischen Diskurs im Rahmen des Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung/Methoden. Drittens ist eine derartige Dreigliederung vor dem Hintergrund der Zielebenen des naturwissenschaftlichen Unterrichts (HODSON 1992) in den Fachdidaktiken auf einer normativen Ebene fest etabliert (Kapitel 2.2.1). Abb. 16 repräsentiert die so gedachte Grundstruktur der Modellkompetenz im Geographieunterricht.

Zu ergänzen ist, dass die von UPMEIER ZU BELZEN und KRÜGER (2010) ausgewiesene Kompetenzdimension Modellbildung um den Begriff der Modellanwendung erweitert wurde. Insbesondere der Transfer von theoretischen Raummodellen auf konkrete Raumsachverhalte zur Erschließung bzw. Erklärung ebendieser ist in einem kompetenzorientierten und allgemeingeographischen orientierten Geographieunterricht von hoher Bedeutung (SCHULTZE 1998; THÖNEBÖHN 1989, S. 78; WIKTORIN 2014b). Bei einer Adaption des auch in geographiedidaktischen Kontexten genutzten Kompetenzmodells der Modellkompetenz nach UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER (2010) (Tab. 1) wäre insbesondere zu überlegen, wie ebendiese gedankliche Operation stärker Berücksichtigung finden kann. So könnte eine weitere Stufung in der Teildimension Zweck von Modellen diskutiert werden, die nicht darauf abzielt, bekannte (Niveau II) sondern Zusammenhänge in einem unbekannten Raumbeispiel mit einem Modell zu erklären (siehe dazu auch: KRÜGER et al. 2018, 150f).

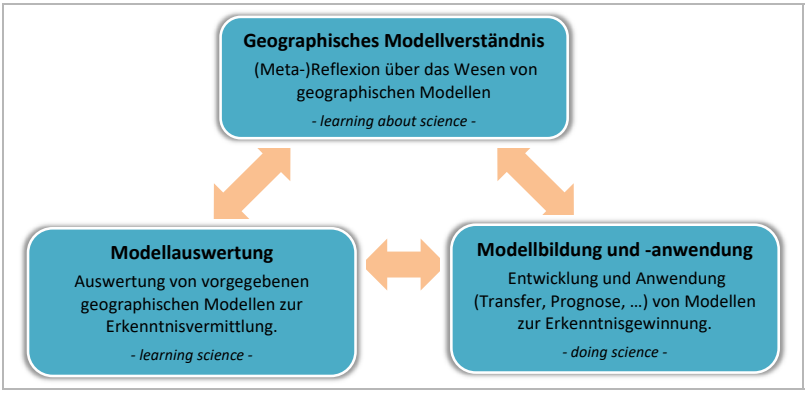



Abb. 16 | Grunddimensionen der Modellkompetenz im Geographieunterricht (eigene Darstellung u. a. nach: HENZE et al. 2007; HODSON 1992; MEISERT 2008)

### 2.2.4 Modellkompetenz im Kernlehrplan NRW (Sek II)

Der Kernlehrplan für das Fach Geographie (Sek. II, NRW; MSW NRW 2014), als Referenzrahmen dieser Studie, konkretisiert ebenfalls allgemeine geographische Kompetenzen, die bei den Schülerinnen und Schülern in der Oberstufe zu fördern sind. Modelle werden dort als „allgemeingeographische Aussagen" enthaltene theoretische Raummodelle aufgefasst (Kapitel 2.1.4.2; WIKTORIN 2013a; WIRTH 1979, 150f). Im Kernlehrplan wird die Modellkompetenz durch drei Standards erfasst (MK4, MK8, UK5), die von der Einführungsphase zur Qualifikationsphase, differenziert zwischen Grund- und Leistungskurs, anhand ihrer Komplexität (THÖNE-BÖHN 1989, S. 77) graduiert werden (Tab. 2).
Die ersten beiden Standards werden dem Kompetenzbereich Methodenkompetenz zugerechnet. Der dritte Standard dem Kompetenzbereich Urteilskompetenz. Der Standard MK4 zielt in erster Linie auf die klassische Modellauswertung im Sinne des Modells als Medium ab, enthält aber auch mit der Testung des Modells bzw. der in ihm enthaltenen allgemeingeographischen Aussage Aspekte der Erkenntnisgewinnung (v. a. im Leistungskurs). Dieser Ansatz entspricht dem deduktiven Ansatz des Modelllernens (KÖCK 1985b, 1978b; Kapitel 2.3). Prüfungskriterien werden nicht spezifiziert. Eine Graduierung der Kompetenz erfolgt über die Komplexität des Mediums Modell und der Operatoren „vergleichen" bzw. „prüfen" (Kapitel 2.1.4.3).

Tab. 2 | Strukturierung und Graduierung allgemeiner modellbezogener Kompetenzen im Kernlehrplan Geographie für die Sekundarstufe II (NRW) (MSW NRW 2014)

| | Einführungsphase | Qualifikationsphase (Grundkurs) | Qualifikationsphase (Leistungskurs) |
|---|---|---|---|
| **Auswertung von Modellen** (MK4) | arbeiten aus Modellvorstellungen allgemeingeographische Kernaussagen heraus | entnehmen Modellen allgemeingeographische Kernaussagen und vergleichen diese mit konkreten Raumbeispielen | entnehmen komplexen Modellen allgemeingeographische Kernaussagen und überprüfen diese anhand konkreter Raumbeispiele |
| **Darstellung geographischer Informationen** (MK8) | stellen geographische Informationen graphisch dar (Kartenskizzen, Diagramme, Fließschemata/Wirkungsgeflechte) | stellen komplexe geographische Informationen graphisch dar (Kartenskizzen, Diagramme, Fließschemata/Wirkungsgeflechte) | stellen komplexe geographische Informationen auch unter Nutzung (webbasierter) geographischer Informationssysteme graphisch dar (Kartenskizzen, Diagramme, Fließschemata/Wirkungsgeflechte) |
| **Bewertung von Modellen** (UK5) | bewerten die Aussagekraft von Darstellungs- und Arbeitsmitteln zur Beantwortung von Fragen und prüfen ihre Relevanz für die Erschließung der räumlichen Lebenswirklichkeit | bewerten die Aussagekraft von unterschiedlichen Darstellungs- und Arbeitsmitteln sowie von Modellen zur Beantwortung von Fragen und prüfen ihre Relevanz für die Erschließung der räumlichen Strukturen und Prozesse | bewerten die Aussagekraft von unterschiedlichen Darstellungs- und Arbeitsmitteln sowie von Theorien und Modellen zur Beantwortung von Fragen und prüfen ihre Relevanz für die Erschließung der räumlichen Strukturen und Prozesse |

Der Standard MK8 zielt, wenn auch nicht explizit der Begriff Modell genutzt wird, unter anderem auf die Modellbildung ab. Da theoretische Raummodelle allgemeingeographische Regelhaftigkeiten und damit geographische Informationen enthalten und sie diese in Form unterschiedlicher Zeichensysteme wie bspw. Diagramme oder Fließschemata repräsentieren (KÖCK 2004, 1985a; Kapitel 2.1.2 und 2.1.3), kann diese Kompetenz auch auf die Entwicklung geographischer Modelle bezogen werden. Dabei steht der methodische Zugriff im Vordergrund (Erkenntnisgewinnung/Modell als Methode). Das implizierte Vorgehen entspricht dem sog. induktiven Ansatz des Modelllernens, den es noch näher zu spezifizieren gilt (BIRKENHAUER 1997b, 1979; KÖCK 1978b; WIKTORIN 2013a; Kapitel 2.3). Festzuhalten ist jedoch bereits, das die Testung und Modifizierung im Sinne des Modellierungszyklus (FLEIGE et al. 2012b; JUSTI, GILBERT 2006; KÖCK 1985a; MEISERT 2012) im Rahmen dieser Kompetenz nicht näher berücksichtigt wird. Stattdessen wird auf die Visualisierung geographischer Informationen abgezielt, die durch unterschiedliche Repräsentationsformen illustriert wird (z. B. Kartenskizzen, Diagramme).
UK5 zielt explizit auf die Bewertung bzw. Testung von Modellen ab. Als Kriterien werden hier die „Aussagekraft zur Beantwortung von Fragen“ und ihre „Relevanz für die Erschließung der räumlichen Strukturen und Prozesse“ definiert. Beides sind sehr ähnliche Aspekte, die auf den Modellzweck bzw. die „Exaktheit und

Fruchtbarkeit“ (KATTMANN 2008, S. 332) von Modellen abzielen. Die Datenangemessenheit und die Angemessenheit der graphischen Darstellung, die oft als Kriterien zur Modelltestung herangezogen werden (FLEIGE et al. 2012b; KATTMANN 2008, S. 332; UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010) sind jedoch nicht berücksichtigt.
Auffällig ist, dass ein viel thematisiertes Einsatzpotential theoretischer Raummodelle nicht explizit im Kernlehrplan thematisiert wird – der Transfer von Modellen bzw. der in ihn enthaltenen Regelhaftigkeiten auf ähnlich geartete Raumsachverhalte zu Erschließung ebendieser (WIKTORIN 2013a). Damit bleibt ein wesentliches Potential von theoretischen Raummodellen im Prinzip unberücksichtigt. Lediglich in den konkretisierten Kompetenzerwartungen (Kompetenzen plus Inhalte) klingt der Transfer an (z. B. „Die Schülerinnen und Schüler [...] analysieren unter Einbezug eines einfachen Modells die Entwicklung einer touristischen Destination“; MSW NRW 2014, S. 33).
Vergleicht man die Ausführungen des Kernlehrplans mit den drei Grunddimensionen der Modellkompetenz (Kapitel 2.2.1 und 2.2.3, Abb. 15 und Abb. 16) im Allgemeinen sowie dem Kompetenzmodell der Modellkompetenz (Kapitel 2.2.2; Tab. 1) im Konkreten, ist festzuhalten, dass die Konzeptualisierung von Kompetenzen die auf den Modelleinsatz Bezug nehmen durch einen eindeutigen Fokus auf den medialen Charakter von Modellen deutliche Lücken aufweist. Damit bleibt das Modellverständnis zu sehr im Abbildhaften und Medialen gefangen. Die Potentiale von Modellen als Erkenntniswerkzeugen werden indes weitestgehend ignoriert. Hervorzuheben ist jedoch die Bedeutung der Reflexion über Modelle und der damit verbundene Anspruch, dass Schülerinnen und Schüler kritisch mit Modellen umgehen sollen (v. a. im Leistungskurs).

### 2.2.5 Kartenkompetenz in der Geographiedidaktik

Der Begriff Kartenkompetenz als eine umfassende Kartennutzung im Geographieunterricht, die auf die Handlungskompetenz im Umgang mit Karten fokussiert, wurde im Wesentlichen von HÜTTERMANN (2005, 1998, 1992, u. a.) geprägt (HEMMER et al. 2010, 158f). HÜTTERMANN (2013, S. 130) definiert Kartenkompetenz als „[...] die Fähigkeit, fertige Karten nutzen, eigene Karten herstellen und eigene und fremde Karten kritisch analysieren, bewerten und reflektieren zu können“. Strukturell kann man sie folglich in den drei Teilkompetenzen „Fähigkeit zur Auswertung und nutzen vorhandener Karten“, „Fähigkeit zum selbstständigen Zeichnen von Karten“ sowie „Fähigkeit zur kritischen Reflektion von Karten“ gliedern (BUDKE et al. 2017; HEMMER et al. 2010).

Tab. 3 | Kartenkompetenz nach HÜTTERMANN (2013, S. 130f, 2012a, S. 205, 2005, S. 7)

| **Fähigkeit zur Auswertung und nutzen vorhandener Karten** |
|---|
| *Karten lesen*<br>▪ grafische Darstellungen dekodieren<br>▪ den Karteninhalt beschreiben und Einzelinformationen entnehmen<br>▪ Orientierung auf und mit der Karte |
| *Karte interpretieren*<br>▪ ein allgemeines Verständnis für den Karteninhalt entwickeln<br>▪ Beziehungen zwischen den Einzelelementen der Karte herstellen und ihr systemisches Zusammen wirken erklären<br>▪ Zusammenhänge bewerten |
| **Fähigkeit zum selbstständigen Zeichnen von Karten** |
| ▪ topographische Skizzen<br>▪ thematische Skizzen<br>▪ einfache thematische Karten (auch digital) |
| **Fähigkeit zur kritischen Reflektion von Karten** |
| ▪ über den Inhalt der Karte reflektieren<br>▪ über die grafische Darstellung (Kartographie) der Karte reflektieren<br>▪ über die Intention des Kartenherstellers und ihre Herstellung reflektieren |

Die drei Bereiche sind, genau wie die Bereiche der Modellkompetenz, eng im Unterricht verzahnt (BUDKE et al. 2017; HEMMER et al. 2010, S. 159) und lassen sich weiter ausdifferenzieren. Die hohe Kompatibilität der Kartenkompetenz zur Modellkompetenz und ihren drei Grunddimensionen (Kapitel 2.2.1 und 2.2.3) ist offensichtlich.

Als wichtiger Impulsgeber der letzten Jahre im Bereich der Kartenkompetenz wird die PISA-Studie bzw. das in ihrem Rahmen entwickelte Kompetenzmodell zur Lesekompetenz (*reading literacy*; ARTELT et al. 2001) gesehen, da dies auch den Umgang mit Karten einschließt (DICKMANN, DIEKMANN-BOUBAKER 2008, S. 1ff, 2007, S. 267ff; GRYL, KANWISCHER 2011, S. 186; HÜTTERMANN 2012a, S. 204f). Karten werden im Rahmen von PISA als „nicht-kontinuierliche Texte" (ARTELT et al. 2001, S. 80) aufgefasst (HÜTTERMANN 2012a, S. 192f, 2007, S. 118). Die aufgeführte Dreiteilung des Umgangs mit Karten im Geographieunterricht geht jedoch deutlich über das weit verbreitete PISA-Lesekompetenzmodell hinaus. Das PISA-Modell fokussiert sehr stark auf die Textnutzung bzw. die Kartenauswertung, ergänzt um die Forderung, über den Textinhalt und seine Form zu reflektieren. Von verschiedenen Autoren wird daher unter anderem kritisiert, dass die Kartenerstellung resp. die Textproduktion eine zu geringe Rolle spielt und medienkritische Aspekte (s. o.), die eine besondere Relevanz beim Umgang mit Karten haben, zu kurz kommen. (s. u.; DICKMANN, DIEKMANN-BOUBAKER 2008, S. 4; GRYL, KANWISCHER 2011, S. 186ff; HÜTTERMANN 2012a, S. 192, 2007, 2005, S. 4). Zu betonen ist, dass die Lesekompetenz bzw. die Kartennutzung jedoch nicht ausschließlich darin bestehen, Texte lesen zu können, sondern zudem die aktive Auseinandersetzung mit ihnen umfassen, also eine Konstruktionsleistung des Individuums, bei der Textinhalte mit vorhandenem

Wissen in Beziehung zu setzen sind. Dies wird klassisch mit dem Begriff der Karteninterpretation verbunden (HÜTTERMANN 2005, S. 4).
In den letzten Jahren wurden den drei Grundzugriffen der Kartenkompetenz folgend drei Kompetenzmodelle (FRANK et al. 2010; GRYL, KANWISCHER 2011; HEMMER et al. 2010; siehe GuiD 03/2010) entwickelt. Diese Kompetenzmodelle fußen auf einem aktuellen Kartenverständnis und werden auf Basis der Erörterung bereits länger formulierter fachdidaktischer Konzepte, resp. theoretischen Grundlagen zum Umgang mit Karten im Unterricht (z. B. CLAAßEN 1997a; LENZ 2005) unter Berücksichtigung relevanter empirischer Befunde sowie bereits existierender, im jeweiligen Kontext relevanter Kompetenzmodelle (z. B. das o. g. Modell der *reading literacy*) entwickelt. Sie können daher theoretisch eine wertvolle Orientierung für die Entwicklung des Messinstruments geben.
Das „Kompetenzmodell zur reflexiven Kartenarbeit" (GRYL et al. 2010; GRYL, KANWISCHER 2011) fokussiert sehr stark auf das Medium Karte an sich (BUDKE et al. 2017). Es ist – in Anlehnung an MONMONIER (1996) – entlang sieben typischer Kartenstrukturelemente, in denen sich Konstruktionsentscheidungen des Kartenautors wiederfinden lassen, gegliedert. Diese Strukturelemente sind in jeweils acht Stufen der Reflexivität graduiert. Daher ist das Kompetenzmodell für die Fragestellung dieser Arbeit nicht nur zu spezifisch sondern auch als zu komplex anzusehen.
Das „Kompetenzmodell des Kartenzeichnens" (FRANK et al. 2010) ist hingegen deutlich weniger komplex (zwei Dimensionen plus Graduierung). Es ist jedoch zur Erfassung von Arbeitsschritten bei der Modellbildung ebenfalls nicht hilfreich, da es zum einen wesentliche Schritte (z. B. Zweckfestlegung, Prüfung) nicht enthält. Zum anderen gibt es in der Geographiedidaktik, wie noch darzulegen ist (Kapitel 2.3), nutzbare und elaboriertere Ansätze, die die Modellbildung beschreiben (v. a. KÖCK 1985b). Das „Ludwigsburger-Modell der Kartenauswertekompetenz" (HEMMER et al. 2012, 2010) kann hingegen zur geographiedidaktischen Ausdifferenzierung des Modelleinsatzes unter medialer Perspektive genutzt werden.
Kartenauswertung umfasst alle visuell-kognitiven Prozesse zur Informationsentnahme aus Karten. Dazu zählen v. a. das Kartenlesen und die Interpretation (Bollmann, Koch 2001, S. 425 zit. n. HEMMER et al. 2010, S. 159). Das Ludwigsburger Kompetenzstrukturmodell zur Kartenauswertungskompetenz (Abb. 17) fußt zum einen auf kartographisch-geographischer Theorie und zum anderen auf dem bereits erwähnte PISA-Lesekompetenzmodell (ARTELT et al. 2001). Auf die Besonderheiten von Karten (s. o.) wurde Rücksicht genommen. Dies betrifft v. a. die chorographische bzw. chorologische Eigenschaft der Karte und ihr Wesen als hybrides Text-Bild-Medium aus dem besonderen Herausforderungen beim Umkodieren resultieren (GRYL et al. 2010, S. 172f; GRYL, KANWISCHER 2011, S. 186ff; HEMMER et al. 2010, S. 162ff; HÜTTERMANN 2012a, S. 205, 2007, 2005, S. 4f). Daher wurde zudem das Modell des integrierten Text-Bild-Verstehens von SCHNOTZ und BANNERT (2003), das explizit Text- und Bildmaterial enthält, bei der Entwicklung berücksichtigt

(ausführlich: HEMMER et al. 2010) sowie empirische Befunde des Umgangs von Schülerinnen und Schülern mit Karten (HEMMER et al. 2010, S. 164f).
In Abgrenzung zum PISA-Lesekompetenzmodell mit den drei empirisch fundierten Subskalen „Informationen ermitteln“, „textbezogenes Interpretieren“ sowie „Reflektieren und Bewerten“ stellt daher das Dekodieren im Bereich der Kartenauswertung eine eigene Dimension dar. Das Dekodieren von Karten ist im Gegensatz zu Texten deutlich komplexer, was durch empirische Befunde gestützt wird (GRYL et al. 2010, S. 173; HEMMER et al. 2010, S. 166f). In Anlehnung an LIBEN und DOWNS (1989) wird dabei zwischen symbolischer und graphischer Transformation unterschieden – ergänzt um den Aspekt der Generalisierung.

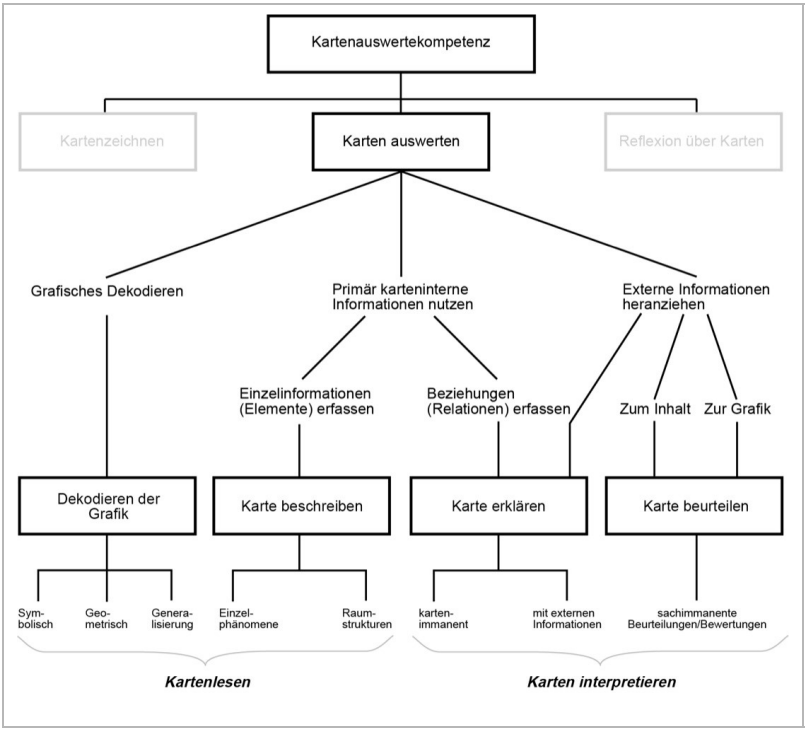



Abb. 17 | Eckpfeiler eines Kompetenzstrukturmodells zur Kartenauswertung – das Ludwigsburger Modell (Quelle: HEMMER et al. 2010, S. 166; Grafik: D. Kuhmann)

In Analogie zum Lesekompetenzmodell wird zudem zwischen der Nutzung karteninterner und -externer Information unterschieden. Gleiches gilt für das Erfassen

von Einzelinformationen und dem Verstehen von Beziehungen (Abb. 17). Für diese beiden Aspekte werden jedoch in Abgrenzung zum PISA-Modell die klassischen Begriffe „Karte beschrieben“ und „Karte erklären“ genutzt. Dabei werden die zuvor erfassten und beschriebenen Raumstrukturen bzw. Einzelphänomene bezüglich ihrer Beziehungen und des damit verbundenen Zusammenwirkens (s. u.) analysiert, um diese und ihre raumzeitlichen Veränderungen zu erklären (HÜTTERMANN 2012a, S. 194).
Wie erwähnt, können bei der Erklärung der Karteninhalte zum einen karteninterne Information genutzt werden und zum anderen die, für eine valide Erklärung oft notwendige kartenexterne Informationen (über physikalische, biologische, chemische Prozesse, Intentionen von Akteuren etc.). Diese Unterscheidung zwischen medienexternen und -internen Informationen ist insbesondere auch bei allgemeingeographischen Modellen relevant. Sie beinhalten übertragbare Regelhaftigkeiten und haben daher deskriptiven Charakter. Sie repräsentieren den modellexternen Erklärungszusammenhang, d. h. Theorien und andere Erklärungsansätze nur indirekt (BIRKENHAUER 1997b, S. 4; KÖCK 2004, S. 80; WIKTORIN 2013a, S. 5; WIRTH 1979, S. 301). Externes Wissen bzgl. des Inhalts und der Grafik einer Karte ist auch bei der Beurteilung von Nöten. Wichtig ist zu betonen, dass hier die karten-/sachimmanente Beurteilung im Fokus steht und nicht etwa – wie bei der Kartenreflexionskompetenz die Intention des Kartographen, respektive die zweckgebundenen Darstellungen im Rahmen eines spezifischen Diskurses, in welche die Modellierung der Karte eingebettet war bzw. ist (HEMMER et al. 2012, S. 145ff, 2010, S. 165ff).

## 2.3 Modelleinsatz im Geographieunterricht

Wie in der Einleitung dargelegt, wird unter „Modelleinsatz“ die durch Operatoren kennzeichenbare und durch die Lehrkraft intendierten Schülerinnen- und Schülertätigkeiten im Umgang mit geographischen Modellen verstanden. Unterrichtspraktisch wird dabei – etwas vereinfachend – zwischen dem sog. induktiven Ansatz des Modelllernens und dem deduktiven Ansatz des Modelllernens unterschieden (BAURIEGEL 2013; BIRKENHAUER 1979, 44ff; ENGELHARDT 1979; KÖCK 1978b; WIKTORIN 2014b, 2013a). Diese beiden Ansätze lassen sich den grundlegenden Kompetenzdimensionen „Modellauswertung“ (Modellwissen, *learning science*) und „Modellbildung und -anwendung“ (Modellarbeit, *doing science*) zuordnen. Ergänzen ließen sich demnach Einsatzfacetten, die auf Metareflexion über Modelle und die Kompetenzdimension „geographisches Modellverständnis“ (Modellverständnis, *learning about science*) abzielen.

### 2.3.1 Induktiver Ansatz des Modelllernens

Im Rahmen des induktiven Ansatzes steht die Entwicklung von Modellen durch die Schülerinnen und Schüler im Vordergrund. Sie können anschließend sowohl getestet und angewendet (z. B. Transfer, Prognose) wie auch geändert werden (BIRKENHAUER 1979, 45f). Die Modellbildung stellt in diesem Ansatz das Hauptmerkmal dar (Modell als Methode). In diesem Kontext sind insbesondere die Arbeiten von KÖCK hervorzuheben, in denen auf Basis eines klar umrissenen chorologischen Modellbegriffs (Kapitel 2.1.3.1) v. a. die Erkenntnisfunktion von Modellen mehrfach und sehr detailliert herausgearbeitet hat. Er benennt konkrete Tätigkeiten bei der Modellbildung und erläutert diese (KÖCK 1995, 1985b, 1980; v.a. KÖCK 1978b). Den induktiven Weg gliedert KÖCK (1978b, 73ff) in folgende Schritte: (1.) Beschaffung der Daten (2.) deskriptive Verarbeitung der Daten (3.) Analyse der Daten, (4.) Formalisierung der Daten, (5.) Synthese der Daten zu einem empirischen Modell, (6). Einführung des theoretischen Modells, (7.) Erklärung der Daten, (8.) Wertung/Modifizierung des theoretischen Modells sowie (9.) Transfer auf gleichartige Sachverhalte. Der später von ihm publizierte Modellierungszyklus (KÖCK 1985b, S. 11, 1980; Abb. 18) modifiziert diese Schrittigkeit leicht und ergänzt gewisse Spielarten der Modellbildung v. a. im Hinblick auf die Bildung der Fragestellung bzw. der Hypothesen.

Neben dem dargestellten klassischen Fall des induktiven, auf einem Raumbeispiel fußenden Zugriff wird von KÖCK (1985b, S. 12) der deduktive Zugriff bei der Modellbildung ergänzt. In diesem Fall wird die Grundannahme direkt aus dem Theoriehorizont abgeleitet, wodurch man von idealtypischen theoretischen Modellen (Kapitel 2.1.2.2) sprechen kann (WIKTORIN 2013a, S. 5). Dies dürfte allerdings ein Verfahren sein, dass in der Unterrichtspraxis sehr selten anzutreffen ist, da im Geographieunterricht grundsätzlich ein induktiver Zugriff sehr dominant ist (BAURIEGEL 2013).

Diese Ausführungen sind im hohen Maße anschlussfähig an den bereits dargelegten Diskurs um Modellkompetenz und dem Modellierungszyklus der Naturwissenschaftsdidaktiken (JUSTI, GILBERT 2006, S. 122, 2002a, S. 371; KRELL et al. 2016; UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010). Dies wird unter anderem deutlich wenn KÖCK (1995, 266f) die „hypothesenbildende Funktion von Modellen“ darlegt:

> „So können Hypothesen einerseits aus gegebenen Modellen abgleitet werden. [...] Andererseits können Hypothesen unmittelbar aus Modellen bestehen. [...] Solche und ähnliche selbstgebildete Modellhypothesen ebenso wie die auf der Grundlage bereits vorhandener Modelle formulierte Hypothesen fordern nun aber geradezu zur – soweit (schon) möglichen – Überprüfung heraus. Nur so können ja die Schüler einerseits die apriorische Diskrepanz zwischen Modell und Wirklichkeit, andererseits das eigentliche Anliegen von Modellen, nämlich Strukturgesetzlichkeiten abzubilden, erkennen und kritisch würdigen“.

Dies macht deutlich, dass Modellbildung zwar grundsätzlich induktiv erfolgt, aber über das Ableiten von Hypothesen oder das Testen von Modellen auch deduktive Elemente bei einer konsequenten Modellierung enthalten kann (KÖCK 1995, 1985b).

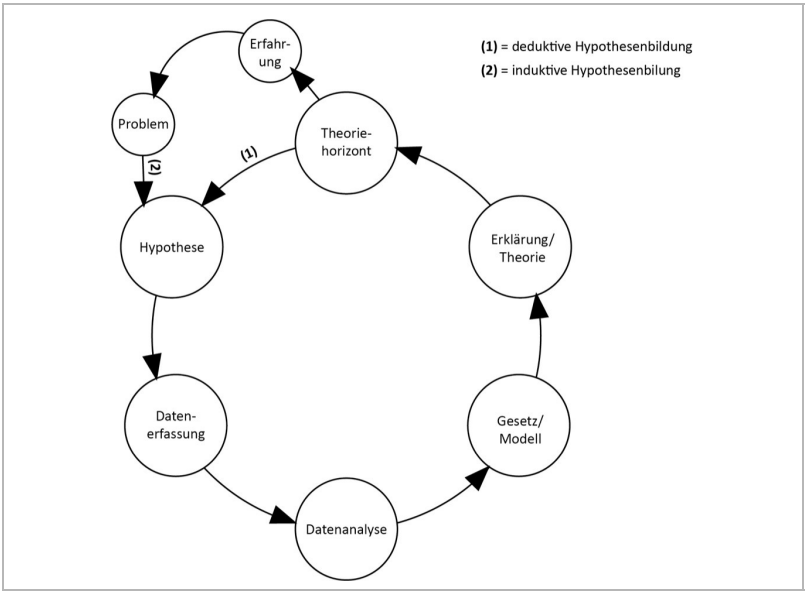



Abb. 18 | Prozess der chorologischen Modellbildung (eigene Darstellung nach KÖCK 1985b, S. 11; Grafik: D. Kuhmann)

BIRKENHAUER (1979, 45f) konkretisiert den induktiven Ansatz des Modelllernens mit der Schrittigkeit (1.) Auffälligwerden einer gegenwärtigen Sache, (2.) Beobachten der Erscheinung dieser Sache, (3.) das Festhalten der als wesentlich erkannten Merkmale, (4.) das Ordnen dieser Merkmale, (5.) das Vergleichen der Merkmale untereinander sowie mit ähnlichen oder anderen Sachverhalten und (6.) das Formulieren einer modellhaften Einsicht. Er ergänzt in einer späteren Publikation, dass so gewonnen Modelle zudem zu erklären und zu überprüfen sind sowie ggf. modifiziert werden müssen (BIRKENHAUER 1995). Von Bedeutung für den unterrichtlichen Modelleinsatz ist zudem eine Ergänzung BIRKENHAUERS:

> „Die Ausführungen sollten allerdings nicht im Sinne des „naiven Empirismus“ mißverstanden werden. Bei […] [vielen] Schritten zeigt sich, daß es unmöglich ist, ohne bereits vorweg gegebene Leitvorstellungen zu entscheiden, was nun „wesentlich“ ist und was nun „die Ordnung“ konstituiert.“ (BIRKENHAUER 1979, S. 46).

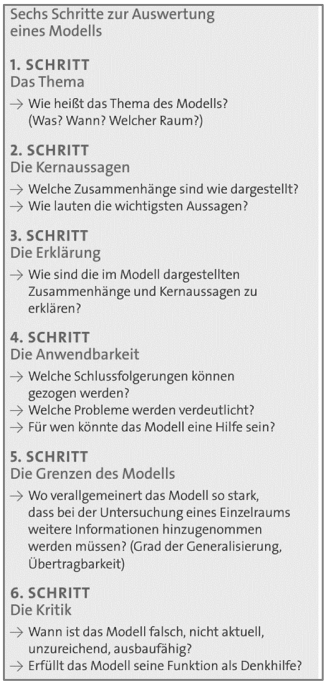
BIRKENHAUER zielt damit auf die Zweckorientierung von Modellen ab, die auch bei KÖCK (Hypothesen/Fragestellung) oder bei JUSTI und GILBERT (*decide on purpose*) eine bedeutende Rolle innehat, da sie ein Wesensmerkmal von Modellen ist.
Auch ENGELHARDT (1979) konkretisiert den induktiven Weg der Modellbildung. Er strukturiert ihn entlang folgender Schritte: (1.) logische Struktur erkennen, (2.) logische Struktur (als Modell) abbilden, (3.) Erklärung der logischen Struktur/des Modells und (4.) Zuordnung von Objekten zum so gewonnen Modell sowie (5.) die Übertragung einer bestimmten logischen Struktur/des Modells auf verschiedene Raumsachverhalte vergleichbarer Struktur. Er ergänzt zudem das Variieren des Modells im gedanklichen und manuellen Sinne.

### 2.3.2 Deduktiver Ansatz des Modelllernens

Den Kontrast zum induktiven Ansatz des Modelllernens bildet der deduktive Ansatz. Hierbei wird das Modell den Schülerinnen und Schülern durch die Lehrkraft vorgegeben und ist in seinen wesentlichen Zügen durch die Schülerinnen und Schüler zu erläutern (BIRKENHAUER 1979, S. 45). Die Modellauswertung steht damit im Vordergrund (Modell als Medium). Modellkritik kann dabei ebenso erfolgen wie eine Anwendung oder eine Veränderung des Modells.
KÖCK (1978b, 76f) gliedert den deduktiven Ansatz in zwei gleichwertige Schritte: (1.) die Einführung des theoretischen Modell, wobei es darum geht, die theoretischen Aussagen des betreffenden Modells in idealtypischer und reiner Form zu ermitteln (Erkenntnis von Strukturen und Gewinnung von Einsichten) sowie (2.) die Überprüfung des Modells an der Realität, bei der anhand von Daten das Modell bewertet und ggf. modifiziert werden kann. KÖCK (2004, S. 82, 1978b, S. 76) stellt dabei die Bedeutung der Beurteilung von deduktiv vergebenen Modellen heraus, worin er den eigentlichen Sinn des deduktiven Ansatzes sieht, indem er formuliert, dass „[...] das Ziel der deduktiven Modellarbeit demnach lauten [könnte]: Ein vorgegebenes Modell und damit theoretisches Konzept [= raumbezogene Regelhaftigkeit] wird dadurch auf seine Gültigkeit hin überprüft, daß es zur Erschließung und Erklärung eines bestimmten Sachverhaltes verwendet wird“ (KÖCK 1978b, 76; eig. Ergänzung).
BIRKENHAUER (1979, S. 45) und ENGELHARDT (1979, S. 37) führen zum deduktiven Ansatz lediglich aus, dass das Modell von der Lehrkraft vorgegeben wird (bspw. im Schulbuch, an der Tafel etc.) und dies in seinen Hauptzügen zu erläutern (= beschreiben und Zusammenhänge aufzeigen, ggf. erklären) sei. Die Beurteilung etc. wird nur randständig erwähnt. In einer weiteren Publikation führt BIRKENHAUER (1995, 278f) die folgenden Aspekte an: (1.) interpretierendes Erschließen, das er mit (a) Erkennen von Grundstrukturen und (b) Nachvollziehen von Erkenntnissen konkretisiert sowie (2.) die Prüfung von Modellen auf ihre Richtigkeit und Stimmigkeit, was wiederum (3.) zur Modifikation führen kann. Diese Aspekte finden

Entsprechung im Kompetenzmodell der Modellkompetenz (UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010; Beschreiben, Erklären, Modellobjekt testen/Modelobjekt von etwas testen).

Damit ist festzuhalten, dass die Auswertung deduktiv vorgegebener Modelle in der geographiedidaktischen Literatur zum Modelleinsatz nicht so elaboriert, dokumentiert ist wie der induktive Weg. Hierzu merkt KÖCK (1978b, S. 77) an, dass „[...] sich die [...] zu beachtenden Regeln und Schritte mehr aus allgemeinen Leitlinien der Unterrichtsarbeit als aus speziell modellspezifischen Implikationen (ergeben) [...]". An dieser Stelle kann das Ludwigsburger Modell der Kartenauswertungskompetenz genutzt werden, um diese Lücke konstruktiv zu füllen. Es differenziert zwischen den Aspekten (1.) Dekodieren der Grafik, (2.) Karte beschreiben (Einzelphänomene, Raumstrukturen), (3.) Karte erklären (mit karteinternen und -externen Informationen) und (3.) Karte beurteilen (bzgl. Inhalt und Grafik) (HEMMER et al. 2010; Kapitel 2.2.4). Greift man – wie von KÖCK vorgeschlagen – auf allgemeine Schrittigkeit zum Auswerten von Medien zurück, hat sich der Vierschritt von WALLERT (1993) in der Unterrichtspraxis etabliert. Er differenziert zwischen (1.) Orientierung (z. B. Thema, räumliche Abgrenzung, Diagrammform), (2.) Beschreibung (z. B. wichtigste Aussagen, zeitliche Entwicklung von Werten, ursächliche Zusammenhänge/Korrelationen, bedeutsame Details), (3.) Erklärung (z. B. welche geographischen historischen, gesellschaftliche Faktoren usw. führen zur Darstellung), (4.) Wertung (z. B. bzgl. inhaltlicher Stimmigkeit, räumlicher Abgrenzung, zeichnerischer Gestaltung). Die stärkste Ausdifferenzierung und Konkretisierung erfährt der deduktive Ansatz des Modelllernens jedoch in methodischen Hilfen im Schulbuch. Als illustrierendes Beispiel dient hier eine Auswertungsschrittigkeit aus einem aktuellen Geographieschulbuch für die 10. Jahrgangstufe in Nordrhein-Westfalen (Diercke Praxis EF, Abb. 19). Anzumerken ist, dass dieses Schema einen Schwerpunkt auf den Aspekt der Modellbeurteilung legt.


Sechs Schritte zur Auswertung eines Modells

**1. SCHRITT**
Das Thema
→ Wie heißt das Thema des Modells? (Was? Wann? Welcher Raum?)

**2. SCHRITT**
Die Kernaussagen
→ Welche Zusammenhänge sind wie dargestellt?
→ Wie lauten die wichtigsten Aussagen?

**3. SCHRITT**
Die Erklärung
→ Wie sind die im Modell dargestellten Zusammenhänge und Kernaussagen zu erklären?

**4. SCHRITT**
Die Anwendbarkeit
→ Welche Schlussfolgerungen können gezogen werden?
→ Welche Probleme werden verdeutlicht?
→ Für wen könnte das Modell eine Hilfe sein?

**5. SCHRITT**
Die Grenzen des Modells
→ Wo verallgemeinert das Modell so stark, dass bei der Untersuchung eines Einzelraums weitere Informationen hinzugenommen werden müssen? (Grad der Generalisierung, Übertragbarkeit)

**6. SCHRITT**
Die Kritik
→ Wann ist das Modell falsch, nicht aktuell, unzureichend, ausbaufähig?
→ Erfüllt das Modell seine Funktion als Denkhilfe?

Abb. 19 | Schritte zur Modellauswertung aus einem aktuellen Schulbuch (LATZ 2014, S. 80)

### 2.3.3 Modellanwendung

In der Querstruktur zu den beiden gerade dargelegten Ansätzen des Modelllernens tritt die Modellanwendung der im Unterricht zuvor selber erarbeiteten oder vorgegebenen Modelle (BIRKENHAUER 1979, S. 45). Die Modellanwendung lässt sich wie der induktive Ansatz auch der Dimension „Modellbildung und -anwendung" (Modellarbeit, *doing science*) zuordnen. Hierbei wird von allen geographiedidaktischen Autoren in besonderer Weise der Transfer von geographischen Modellen hervorgehoben (BIRKENHAUER 1997b, S. 7, 1995, S. 278; ENGELHARDT 1979, S. 37; KÖCK 1995, 1978b, S. 76; SCHULTZE 1988; THÖNEBÖHN 1989, S. 78; WIKTORIN 2014b, 2013a). Diese Einsatzmöglichkeit ist ebenfalls als deduktiv zu charakterisieren (BIRKENHAUER 1979, S. 45), da es darum geht, allgemeingeographische Modelle bzw. die in ihnen enthaltenen Regelhaftigkeiten (Cargo) auf unbekannte Räume mit einem gleichen oder verwandten Sachverhalt zu übertragen, um dortige Sachverhalte zu erschließen. In der fachdidaktischen Literatur wird diese spezielle Art des Transfers als „räumlicher Transfer" bezeichnet (RINSCHEDE 2007). Insofern ist diese Einsatzmöglichkeit von Modellen eher weniger dem induktiven Weg, wie z. B. von KÖCK (1978b, S. 76) vorgeschlagen, zuzurechnen, sondern eher einer eigenen Anwendungsperspektive. Hinzu tritt bei einigen Autoren die Nutzung von Modellen zur Prognose (BIRKENHAUER 1979, 48f; ENGELHARDT 1979, S. 38; UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010) oder das „Variieren und Spielen" (ENGELHARDT 1979, S. 37).

### 2.3.4 Reflexion über geographische Modelle

Die übergeordnete Ebene der Metareflexion über Modelle, wie sie im Rahmen der Modellkompetenz ausgegliedert ist (Kapitel 2.2.3), wird von den meisten Autoren nicht explizit im Hinblick auf unterrichtliche Tätigkeiten konkretisiert. Dennoch wird grundsätzlich von allen Autoren ein kritischer Umgang mit Modellen gefordert.

> So konkretisiert KÖCK (1995, 261f) bspw., dass dem Problem der Komplexitätsreduktion von Modellen begegnet werden kann, indem die Erkenntnisgewinnung durch Modelle kritisch nachvollzogen wird, „[...] Modelle mit der Realität verglichen und aus der Sicht der vorhandenen Diskrepanz kritisch beurteilt werden, die nomologische Intention von Modellen bewußt gemacht wird, die erkenntnistheoretische Beziehung zwischen Nomologie und Idiographie aufgeschlüsselt wird, die verständnis- und verhaltensfördernde Leistung von Modellen an konkreten Raum- und Verhaltenssituationen kritisch geprüft wird u. ä. m".

Hier wird bereits deutlich, dass sich theoretische Raummodelle unter der Perspektive ihres medialen wie methodischen Charakters reflektieren lassen (KRELL, KRÜGER 2013; UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010).

### 2.3.5 Zwischenfazit

#### 2.3.5.1 Potentiale des Modelleinsatzes

Der Modelleinsatz im Geographieunterricht erscheint nicht nur aufgrund der skizzierten Bedeutung von Modellen als wissenschaftliches Denkwerkzeug und aufgrund ihrer medialen Funktion als Lernmittel von großer Relevanz für die geographische Bildung. Insbesondere vor dem Hintergrund der Neuausrichtung der Lehr- und Lernkultur im Hinblick auf die Kompetenzorientierung erscheint ihre Berücksichtigung äußerst vielversprechend (BAGOLY-SIMÓ 2013, S. 506; WIKTORIN 2014b, S. 6). In der aktuellen geographiedidaktischen Literatur (BETTE et al. 2019; WIKTORIN 2014b, 2013a) werden mehrere zusammenhängende und teils aufeinander aufbauenden Argumentationsstränge bzgl. bedeutender Potentiale des Modelleinsatzes ausgeführt (Abb. 20).

(1.) **Förderung systemischen Denkens** | Geographische Modelle ermöglichen v. a. jüngeren Schülerinnen und Schülern einen einfacheren Zugang zu komplexen geosphärischen Systemzusammenhängen, wodurch sie das systemische Denken fördern können. Dies ist durch die Auswertung und Entwicklung von geographischen Modellen aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften möglich. Zuvorderst steht hierbei die v. a. durch graphische Modelle erbrachte Visualisierung, die auch bei komplexen, systemischen Zusammenhängen dauerhaftes Lernen und Behalten fördern kann. Damit einher muss zwangsläufig eine Reduzierung der Komplexität des Originals, resp. der umfangreichen geosphärischen Realität erfolgen. Diese Reduktion stellt gleichsam eine bedeutende Schwäche von Modellen dar. Hierbei ist auch von Bedeutung, dass Modelle bestimmte Systemelemente in Relation setzen und so Zusammenhänge zwischen Ihnen veranschaulichen (z. B. demographische Kennwerte im Modell des demographischen Übergangs) (BROCKMÜLLER et al. 2016; KÖCK 1995, 259f; MEHREN et al. 2014; Weidemann 2006 und Niegemann et al. 2008 nach WIKTORIN 2013a, S. 4ff).

(2.) **Förderung eines transferfähigen, flexiblen geographischen Wissens** | Allgemeingeographische Modelle ermöglichen einen Transfer von Erkenntnissen, da sie oft induktiv aus der Abstrahierung individuellen raumbezogenen Sachverhalten ggf. auch deduktiv entwickelt werden, wodurch nomothetische Einsichten („Modellcargo“, MAHR 2008a; Regelhaftigkeiten) erzielt und folglich ein Transfer dieser Erkenntnisse auf andere Räume vollzogen werden kann (s. o.; KÖCK 1995; THÖNEBÖHN 1989, S. 78; WIKTORIN 2013a). Einmal „[...] begriffen können sie in einer Vielzahl von verwandten oder abgewandelten Situationen zum Wiedererkennen führen“ (BIRKENHAUER 1997b, S. 7). Derartige allgemeingeographische Modelle sind zentraler Baustein eines kompetenzorientierten

Geographieunterrichts, der sich Klafkis kategoriale Bildung verpflichtet fühlt (BAGOLY-SIMÓ 2013; BETTE et al. 2019; SCHULTZE 1998, S. 10; WIKTORIN 2014b). Durch die, bei der Modellbildung zu erfolgende graphische oder materielle Darstellung bzw. Visualisierung von Modellen wird das Erlernen raumbezogenen Strukturen (z. B. Stadtstrukturen oder Kausalprofile) besonders gefördert – sie stellen damit „strukturierte Lernbilder" (BIRKENHAUER 1997b, S. 7) dar. Da zum inhaltlichen Kontext bzw. Zusammenhang eines Modells immer auch eine geordnete Gruppe von Fachbegriffen gehört, werden diese bei der Modellarbeit mitgelernt und können somit auch losgelöst vom zusammenhängenden Modell in neuen Kontexten wiedergefunden und angewandt werden. Sie geben dem Unterricht damit auch einen klar konturierten fachlichen bzw. wissensorientierten Kern (BIRKENHAUER 1997b; KÖCK 1995; WIKTORIN 2014b, 2013a).

(3.) **Förderung eines reflexiven Wissenschaftsverständnisses** | Insbesondere bei jüngeren Schülerinnen und Schülern besteht die Gefahr, dass Schülerinnen und Schüler Modelle – im Sinne eines naiven Realismus – als möglichst exakte Kopien der Realität (HAMMANN, ASSHOFF 2012, 84ff) auffassen oder zu einer „Verabsolutierung" der Modellaussagen und einer Anpassung der Wirklichkeit an das Modell (WEBER 2012, S. 12) bzw. eine „Immunisierung" von Modellen gegenüber Erfahrungen neigen (KÖCK 1995, S. 261). Die mit einem notwendigen, kritischen Modelleinsatz einhergehende Reflexion, z. B. bei der Anwendung und damit einhergehenden kritischen Prüfung eines Modells auf einen bisher unbekannten Raum, trägt im besonderem Maß zu einer wissenschaftspropädeutischen Bildung v. a. in der Gymnasialen Oberstufe bei (WIKTORIN 2013a, S. 4). Letzten Endes wird hierbei auch eine allgemeine Beurteilungs- und Bewertungskompetenz der Schülerinnen und Schüler gefördert. Durch einen strukturierten Abgleich von Modell und Realität, wie er bspw. im Oberstufenlehrplan des Landes NRW gefordert wird (Kapitel 2.2.4; MSW NRW 2014), können Schülerinnen und Schüler bspw. für das Wesen von Modellen v. a. ihres Verkürzungs- und Zweckmerkmals sensibilisiert werden (UPMEIER ZU BELZEN 2013). Aus didaktischer Sicht wird in diesem Kontext, ähnlich wie bei der Karte, v. a. das Potential eigenständiger Modellentwicklung, v. a. auf induktivem Wege betont. Durch eine derartige Vermittlung modellhafter Vorstellungen können Lernende ein Bewusstsein für die Modellentwicklung und damit auch für ihr Wesen als Konstrukte aufbauen (FLEIGE et al. 2012a, 23f; KÖCK 1995, 261f; WIKTORIN 2013a, S. 6). Hierzu zählt auch die Modifikation selbstständig entwickelter oder vorgegebener Modelle, d. h. sie auf Basis neuer Erkenntnisse anzupassen bzw. sie zu modifizieren (z.B. MEHREN, MEHREN 2019). Modellbildung ermöglicht den Schülerinnen und Schülern damit Prozesse der Erkenntnisgewinnung authentisch nachzuvollziehen und dabei Arten der geographischen

Wissensproduktion zu verstehen (RHODE-JÜCHTERN 2005). Des Weiteren können z. B. durch einen kontrastierenden Vergleich verschiedener Modelle zu einer Thematik die zweck- bzw. interessenbezogene Entwicklung dieser Modelle sowie die dabei gemachten Annahmen herausgearbeitet werden wodurch unterschiedliche wissenschaftliche Positionen bzw. die Diskursgebundenheit der Forschung deutlich werden können (WIKTORIN 2013a, 6f).

(4.) **Verknüpfung verschiedener Kompetenzbereiche auf Basis profunder Fachlichkeit** | Da Modelle (kategoriale) Wissensbestände beinhalten, sie selbstständig entwickelt und durch kritische Prüfungen modifiziert werden können, ermöglicht die Arbeit mit ihnen im Geographieunterricht eine vorbildliche Verknüpfung unterschiedlicher Kompetenzbereiche. Da der Modelleinsatz ohne ein profundes Fachwissen nicht funktioniert, wirkt er ferner auch dem Problem der sog. Entfachlichung des Unterrichts entgegen und bieten Potentiale für einen am moderaten Konstruktivismus orientierten forschend-entdeckendem Lernen (BAGOLY-SIMÓ 2013; BETTE et al. 2019; VOGEL et al. 2019; WIKTORIN 2014b, 2013a). „Dies kann natürlich nur unter der Prämisse gelingen, dass Modelle nicht ‚um ihrer selbst willen' eingeführt, sondern genutzt werden, um ein raumbezogenes Problem zu verstehen, es reflektieren und darauf bezogene Lösungsmöglichkeiten im Sinne einer übergeordneten räumlichen Handlungskompetenz [entwickeln oder] beurteilen zu können" (WIKTORIN 2013a, S. 7; eig. Ergänzung).

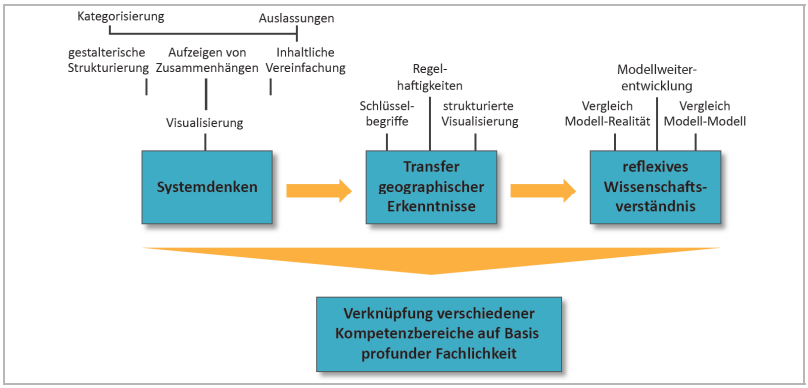



Abb. 20 | Didaktische Potentiale der Arbeit mit geographischen Modellen (eigener Entwurf in Anlehnung an WIKTORIN 2013a, S. 6, modifiziert und erweitert; Grafik: D. Kuhmann)

#### 2.3.5.2 Grundlegende Dimensionierung des Modelleinsatzes

Abschließend ist festzuhalten, dass im Rahmen des Einsatzes von geographischen Modellen im Unterricht zwischen den induktiven (Schwerpunkt: Modellbildung, *doing science*) und dem deduktiven Ansatz (Schwerpunkt: Modellauswertung, *learning science*) sowie der Metareflexion über Modelle (*learning about science*) zu differenzieren ist. In beiden Ansätzen gibt es dominierende Perspektiven auf das Modellsein (MAHR 2008b; UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010; Kapitel 2.1.1.2; Abb. 21). Aspekte der jeweils anderen Perspektive spielen in beiden Ansätzen des Modelllernens jedoch auch eine gewisse Rolle. Hinzu tritt als mögliche Ergänzung beider Ansätze die Anwendung der erstellten oder vorgegebenen theoretischen Raummodelle (*doing science*).
Zudem ist anzumerken, dass Modelle im Unterricht facettenreich eingesetzt werden dürften, d. h. das zwischen den Perspektiven im Laufe des Unterrichtsgeschehens gewechselt wird, sie also eng verzahnt sind. So kann z. B. nach der deduktiven Modellauswertung das Modell transferiert werden oder es wird im Rahmen der Modellbeurteilung modifiziert. Ausgangspunkt bleibt jedoch der Unterschied zwischen den zwei erkenntnistheoretischen Ansätzen des Modelllernens.
Daraus ergibt sich, unter Integration der der Grunddimensionen der Modellkompetenz, die in folgender Abbildung dargestellte grundlegende Struktur bzw. Dimensionierung des Einsatzes von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe. Sie kann als Ausgangspunkt zur Entwicklung des Messinstruments in der Methodik genommen werden.

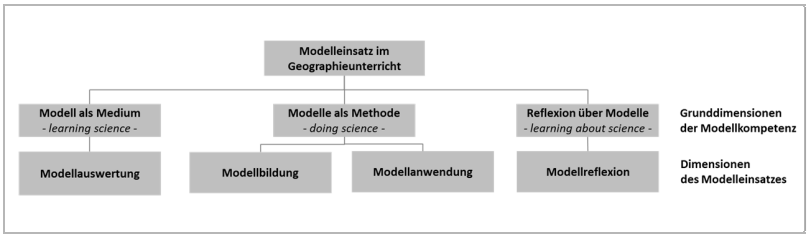



Abb. 21 | Grundlegende Dimensionierung des Einsatzes von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe (eigene Darstellung)

Bei der Operationalisierung des Konstrukts Modelleinsatz sind die dargelegten Einsatzmöglichkeiten von Modellen in den Kategorien weiter ggf. durch Ausdifferenzierung zu konkretisieren und mit einschlägigen Operatoren (DGFG 2014, 32f) zu kennzeichnen, wobei die Hypothesen entsprechend zu berücksichtigen sind.

## 2.4 Professionelle Handlungskompetenz von Lehrkräften

Die professionelle Handlungskompetenz von Lehrkräften gilt als bedeutender Faktor bzw. Faktorenbündel, das den Unterricht beeinflusst und somit für die Gestaltung von Lerngelegenheiten verantwortlich ist (BAUMERT, KUNTER 2006; FÖGELE 2016; HELMKE 2014, 2012; HEMMER et al. 2020a; LIPOWSKY 2006). Im folgenden Kapitel wird die professionelle Handlungskompetenz knapp in den Blick genommen und im Hinblick auf mögliche Hypothesen ausdifferenziert.

Lehrerkompetenz beschreibt „[...] das dynamische Zusammenwirken von Aspekten des Professionswissens, Überzeugungen, motivationalen Orientierungen und selbstbezogenen Fähigkeiten. Diese verschiedenen Kompetenzbereiche interagieren miteinander und bilden so die Grundlage für professionelles Lehrerhandeln, welches sich durch ein reichhaltiges Repertoire an Handlungsmöglichkeiten, das funktionale Verhalten in verschiedenen Situationen ermöglicht, auszeichnet" (BRUNNER et al. 2006, S. 58). Im Rahmen der COACTIV-Studie (BAUMERT, KUNTER 2011a; BRUNNER et al. 2006) wurde vier Dimensionen ausdifferenziert (Abb. 22): das Professionswissen, die motivationale Orientierung, Überzeugungen und Werthaltungen sowie selbstregulatorische Fähigkeiten. Vor allem das Professionswissen hat eine Ausdifferenzierung über die COACTIV-Studie hinaus erfahren. In der Literatur finden sich zahlreiche Klassifikationsmuster des Professionswissens und seiner Teildimensionen (u. a. BAUMERT, KUNTER 2011b; TEPNER et al. 2012, S. 8). Als besonders relevant werden derzeit im wissenschaftlichen Diskurs drei Wissensbereiche erachtet (BAUMERT, KUNTER 2006; HELMKE 2012):

- Content Knowledge (CK) | Fachwissen (FW)
- Pedagogical Content Knowledge (PCK) | Fachdidaktisches Wissen (FDW)
- Pedagogical Knowledge (PK) | Pädagogisches Wissen (PW)

Professionswissen (BAUMERT, KUNTER 2006; LANGE 2015) ist ...

- zentrale Komponente für erfolgreiches unterrichtliches Handeln,
- domänenspezifisch (in Teilen sogar themenspezifisch) und ausbildungs- bzw. trainingsabhängig,
- sehr gut vernetzt und hierarchisch organisiert,
- in professionellen Domänen um Schlüsselkonzepte und eine begrenzte Zahl von Ereignisschemata arrangiert, an die Einzelfälle, episodische Einheiten oder Sequenzen von Episoden angedockt,
- in Kontexte integriert und erlaubt variantenreiches „opportunistisches Verhalten",
- in Form von Basisprozeduren automatisiert, aber gleichwohl flexibel an die speziellen Bedingungen des Einzelfalls und Kontexts adaptierbar.




Abb. 22 | Struktur der professionellen Handlungskompetenz von Lehrkräften im Rahmen der COACTIV-Studie (eigene Darstellung nach BAUMERT und KUNTER 2006, S. 482)

### 2.4.1 Fachwissen

Der Wissensbereich *Fachwissen* umfasst das Wissen des zu unterrichtenden Unterrichtsfachs, wie es in der akademischen Bezugsdisziplin erzeugt wird und wie sich Inhalte des Fachs organisieren und sie mit anderen Bereichen innerhalb und außerhalb der fachlichen Domäne verknüpft sind (BRUNNER et al. 2006; SHULMAN 1986). „Bis heute ist keineswegs ausgemacht, was unter Fachwissen und fachdidaktischem Wissen von Lehrkräften genau zu verstehen ist, um welchen Wissenstyp es sich dabei handelt und welches Wissensniveau bei Lehrkräften unterschiedlicher Schulstufen vorausgesetzt werden sollte“(BAUMERT, KUNTER 2006). Somit existieren in der Literatur vielfältige Ansätze zur Konzeptionalisierung bzw. Organisation des Fachwissen (GRAMZOW et al. 2013, S. 11):

- Facetten (z. B. Schülerkognition, Instruktionsstrategien)
- Inhaltsbereiche (z. B. für die Physik: Mechanik, Optik u. a.)
- Anforderungsniveaus (z. B. Wissen auf Schulniveau, vertieftes Wissen und universitäres Wissen)
- Wissensarten (z. B. deklarativ, prozedural, konditional)

Dabei ist grundsätzlich von einer Domänenspezifität des Fachwissens auch innerhalb eines Faches auszugehen (Themenspezifität) (GRAMZOW et al. 2013).
Studien (u. a. COACTIV) zeigen, dass das fachliche Verständnis der unterrichtlichen Sachverhalte eine notwendige, jedoch keine hinreichende Voraussetzung für

verständnisgenerierenden Unterricht sind (BAUMERT, KUNTER 2006, 492f; KUNTER et al. 2011a; LANGE 2015).

### 2.4.2 Fachdidaktisches Wissen

Fachdidaktisches Wissen ist in gewisser Weise eine Integration fachlichen und pädagogisch-psychologischen Wissens („Amalgam"), welches Lehrkräfte dazu befähigt, unter Berücksichtigung der Lernervoraussetzungen, fruchtbare Lerngelegenheiten zu gestalten (BROMME 1997, S. 197; BRUNNER et al. 2006, S. 59; GRAMZOW et al. 2013; LANGE 2015; SHULMAN 1986). Damit gemeint ist das Wissen, das nötig ist, um Fachinhalte für Lernende „zugänglich zu machen" (SHULMAN 1986) bzw. wie das Wissen darüber, wie Lernsituationen gestaltet werden müssen, um verständnisvolle Lernprozesse zu unterstützen (BRUNNER et al. 2006, S. 59). Fachdidaktisches Wissen setzt somit zwar Fachwissen und pädagogisches Wissen voraus, wird jedoch als „mehr als die Summe seiner Teile" gesehen (Abell 2008 zit. nach LANGE 2015) und ist daher eine eigenständige und professionsprägende Komponente professionellen Wissens, die Lehrkräfte von Pädagogen einerseits und Fachspezialisten andererseits unterscheidet (BAUMERT, KUNTER 2006; GRAMZOW et al. 2013, S. 8; LANGE 2015). So zeigt sich auch in der Empirie, dass das fachdidaktische Wissen ein vom Fachwissen und pädagogischen Wissen abgrenzbares Konstrukt darstellt (KUNTER et al. 2011b; RIESE, REINHOLD 2012). Derzeit existiert keine einheitliche, akzeptierte Konzeptionalisierung (GRAMZOW et al. 2013, S. 8). Eine Fokussierung auf wenige, relevante Facetten für die empirische Überprüfung ist jedoch möglich und sinnvoll (TEPNER et al. 2012, S. 15). Im Rahmen der COACTIV-Studie (BRUNNER et al. 2006) wurde zwischen Wissen über (1.) das „Potential des Schulstoffs" für Lernprozesse (Inhaltsaspekt, Aufgaben), (2.) fachbezogenen Schülerkognitionen (Schüleraspekt) sowie (3.) fachspezifische Instruktionsstrategien (Verhandlungs- und Vermittlungsaspekt) unterschieden. Betrachtet man den gesamten Diskurs, so sind nach TEPNER et al. (2012, S. 15), BLÖMEKE et al. (2008), JÜTTNER und NEUHAUS (2013, S. 35) u. v. m. die folgenden Wissensfacetten in erster Linie bedeutsam:

- Wissen über fachspezifische Instruktions- und Vermittlungsstrategien bzw. Repräsentationsformen bzw. Wissen über instruktionale Aktivitäten
- Wissen über bestimmte fach- und themenspezifische Schülerprobleme und -kognitionen bzw. Wissen über Bedingungen des Lernens

### 2.4.3 Professionswissen und Modelleinsatz

Wissen von Lehrkräften über den Einsatz von Modellen im Unterricht wird als ein bedeutsamer Teil des naturwissenschaftsdidaktischen Wissens angesehen (OH, OH 2011; STRÜBE et al. 2014; TEPNER et al. 2012, S. 16). So wird bspw. argumentiert, dass die „[...] Lehrkraft [...] im Sinne eines kritisch reflektierten Umgangs (mit Modellen) die Hintergründe und Grenzen der im Unterricht verwendeten Modelle kennen [muss]" (TEPNER et al. 2012, S. 13). Es wird als Voraussetzung für einen

elaborierten Modelleinsatz angesehen (u. a. JUSTI, GILBERT 2002b; JUSTI, VAN DRIEL 2005; UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010).
Im Hinblick auf das für den Modelleinsatz relevante Professionswissen werden in erster Linie zwei Wissensfacetten diskutiert (JUSTI, GILBERT 2002a, 2002b; JUSTI, VAN DRIEL 2005), die auch bei der Modellierung naturwissenschaftlichen Professionswissens eine zentrale Bedeutung haben (JUSTI, VAN DRIEL 2005; OH, OH 2011; STRÜBE et al. 2014, S. 383; TEPNER et al. 2012):

- FDW/PCK: Wissen über den geeigneten Einsatz von Modellen im Unterricht, v. a. Instruktionsstrategien
  - **Modell als Medium**: Wissen über Auswahl von Modellen *(Lehrplan, kognitive Anforderung etc.)*, Modellauswertung und Modellkritik
  - **Modell als Methode**: Wissen über Schrittigkeit des Modellierens
- FW/CK: Wissen über das Wesen von Modellen, ihrer Modellierung und Nutzung (Modellverständnis)

Im Rahmen einer Studie zur der Erfassung des modellbezogenen fachdidaktischen Wissens im Fach Chemie unterscheiden STRÜBE et al. (2014) – in Orientierung am Modellierungsprozess – in ähnlicher Weise zwischen „*use of models*“, „*criticizing models*“ und „*knowledge of models*“. In diesen Kategorien gehen auch die bedeutendsten Aspekte des modellbezogenen fachdidaktischen Wissens nach JUSTI und VAN DRIEL (2005, 554ff) auf. Von manchen Autoren wird das Wissen über schülerbezogene Kognitionen zu Modellen bzw. dem Modellieren als weiterer Aspekt ergänzt (u. a. JUSTI, VAN DRIEL 2005). Zur weiteren Konkretisierung des *Modellverständnisses* bietet sich das Kompetenzmodell der Modellkompetenz von UPMEIER ZU BELZEN und KRÜGER (2010) an, da es in weiten Teilen auf ein abstraktes Wissen über Modelle abzielt (Kapitel 2.2.2).

### 2.4.4 Überzeugungen

Professionswissen und Überzeugungen beanspruchen einen unterschiedlichen epistemologischen Status, auch wenn die Übergänge fließend sind (BAUMERT, KUNTER 2011a, S. 41, 2006, S. 496). Überzeugungen (*Beliefs; Belief Systems*) sind implizite oder explizite, subjektiv für wahr gehaltene und zeitlich stabile Konzeptionen, welche die Wahrnehmung der Umwelt und das Handeln beeinflussen. Sie haben eine regulative Funktion für Repräsentation von Inhalten und die Strukturierung von Lerngelegenheiten (HENZE et al. 2007, S. 112; JUSTI, GILBERT 2002b, 2002b; VAN DRIEL, VERLOOP 2002). Überzeugungen „[...] haben im Unterschied zu Wissen weder den Kriterien der Widerspruchsfreiheit noch den Anforderungen der argumentativen Rechtfertigung und der diskursiven Validierung zu genügen. Es genügt der individuelle Richtigkeitsglaube“ (BAUMERT, KUNTER 2011a, S. 41).

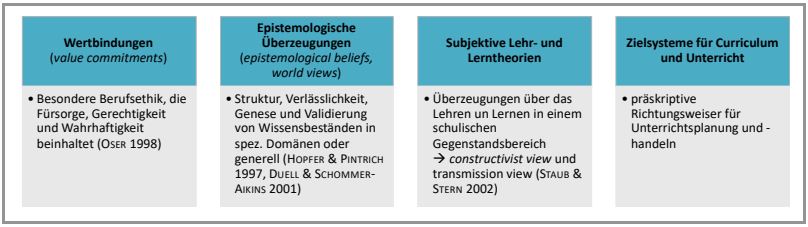



Abb. 23 | Konzeptionalisierung von Überzeugungen im Rahmen der COACTIV-Studie und Erläuterung (eigene Darstellung nach: BAUMERT, KUNTER 2011a, 2006; BRUNNER et al. 2006)

Überzeugungen wurden in der Forschung unterschiedlich strukturiert. Abb. 23 zeigt exemplarisch die Konzeptionalisierung der Grunddimension „Überzeugungen" wie sie im Rahmen der COACTIV-Studie erfolgte und erläutert die Subkategorien (BAUMERT, KUNTER 2011a). Zu vielen dieser Merkmale „[...] liegen umfangreiche empirische Belege vor, mit denen weitgehend gesichert festgelegt werden könnte, welche Antworten angemessener und welche unangemessener sind, um hohe Schülerleistungen zu erreichen" (MÜLLER et al. 2008, S. 249).

### 2.4.5 Überzeugungen und Modelleinsatz

Im Hinblick auf den Modelleinsatz wird v. a. die Rolle subjektiver Theorien über fachliches Lernen diskutiert (HENZE et al. 2007; JUSTI, GILBERT 2002a, 2002b; VAN DRIEL, VERLOOP 1999) wobei zwischen zwei Orientierungen unterschieden wird:

- transmissive/instruktionale Orientierung
- konstruktivistische Orientierung

Diese Unterteilung entspricht den zwei gängigen Paradigmen der Transmission (eher instruktionales Lehr-Lern-Verständnis) und der Konstruktion (eher konstruktivistisches Lehr-Lern-Verständnis), welche sich auch empirisch mehrfach abbilden ließen (BLÖMEKE et al. 2008, S. 226ff; KAUERTZ et al. 2011, S. 37ff; LIPOWSKY et al. 2003, S. 217f).

HENZE et al. (2007) diskutieren zudem den Einfluss unterschiedlicher unterrichtlicher Zielvorstellungen. Ziele liefern Lehrkräften eine übergeordnete Orientierung für einzelne Entscheidungen im Zuge ihrer Unterrichtsvorbereitung, -durchführung und -reflexion (MÜLLER et al. 2008, S. 248). HENZE et al. (2007) unterscheiden zwischen drei Orientierungen, die sich den grundlegenden Zielebenen naturwissenschaftlichen Arbeitens (HODSON 1992; s. o.) zugeordnet werden können:

- Wissensorientierung/mediale Orientierung (*learning science*)
- methodische Orientierung (Erkenntnisgewinnung; *doing science*)
- Bewertungs-/Reflexionsorientierung (*learning about science*)

Diese Dreiteilung korrespondiert weitestgehend mit den drei Kompetenzbereichen „Fachwissen", „Methoden/Erkenntnisgewinnung" und „Beurteilung/

Bewertung“ der Nationalen Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss im Fach Geographie (DGfG 2014).

### 2.4.6 Theoretisches Rahmenmodell zur Erfassung und Analyse des Einflusses von Lehrerkompetenzen auf den Unterricht

Ein zentraler Theoriebaustein, der u. a. der COACTIV-Studie zugrunde lag, ist das sog. „Modell der Determinanten und Konsequenzen der professionellen Kompetenz von Lehrkräften“ (Kunter et al. 2013, S. 9; Kunter et al. 2011c, 58ff). Das bereits dargestellte Kompetenzmodell der COACTIV-Studie geht davon aus, „[...] dass verschiedene berufsbezogene Merkmale, wie Wissen, Überzeugungen sowie motivationale und selbstregulative Merkmale die entscheidenden Voraussetzungen für erfolgreiches Handeln in beruflichen Situationen sind [...]“. Diese Prämisse ist Ansatz für ein weiteres Modell zu Antezedenzien und Konsequenzen der professionellen Kompetenz von Lehrkräften. Es integriert Befunde der COACTIV-Studie und weitere Ansätze aus der Kompetenzliteratur (Kunter et al. 2011c, S. 58). „Dem theoretischen Modell zufolge wird das professionelle Verhalten im Unterricht, aber auch in Bezug auf allgemeine berufliche Belange durch professionelle Kompetenz bestimmt. Günstige Ausprägungen (z. B. hohes Wissen, adaptive Motivation) würden somit effektives Handeln fördern, das sich in beruflichen Erfolg äußert.“ (Kunter et al. 2011c, S. 58). „Erfolg“ wird dabei zuvorderst auf den „Lernerfolg“ der Schülerinnen und Schüler aber auch lehrerseitige Aspekte (z. B. Innovieren) bezogen. In einem Überblicksbeitrag zur Wirkungen und Wirkungselementen im Lehrerberuf stellt Oser (2014) verschiedene derartige Modellierungen von Einflussfaktoren auf Unterrichtsqualität vor. Das vorgestellte, hier genutzte Modell wird kritisch gewürdigt, jedoch darauf hingewiesen, dass wichtige Wirkgrößen wie bspw. Professionsmoral/Ethos oder Fehlerkultur fehlen. Er erweitert das Modell um diese Aspekte (Oser 2014, S. 600). Dieses komplexere Model wird für diese Untersuchung jedoch nicht übernommen, da zu den ergänzenden Faktoren keine Befunde im Hinblick auf den Modelleinsatz vorliegen. Das Modell kann damit zum einen zur theoretischen, jedoch sehr allgemeinen, Untermauerung der Hypothesen dieser Arbeit genutzt werden. Zum anderen – und darin liegt sein eigentlicher Wert – kann es folglich in adaptierter Form als theoretisches Rahmenmodell dieser Arbeit dienen (Kapitel 2.5).

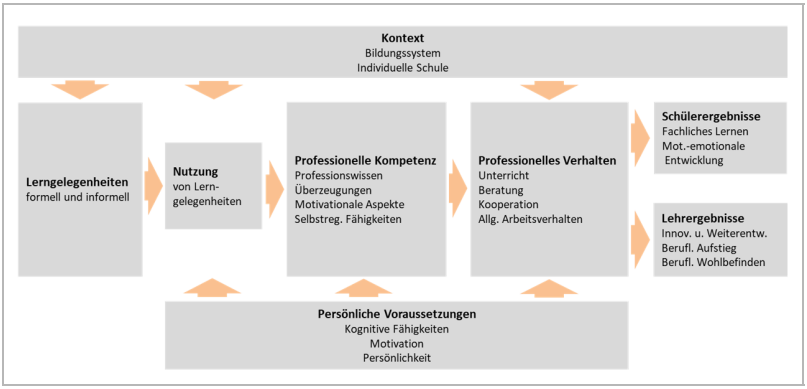



Abb. 24 | Modell der Determinanten und Konsequenzen der professionellen Kompetenz von Lehrkräften (eigene Darstellung nach KUNTER et al. 2011c, S. 59)

## 2.5 Theoretisches Rahmenmodell der Untersuchung

Ausgehend von den theoretischen Säulen dieser Arbeit wird sie in ihren Grundzügen durch das in Abb. 25 dargestellte Rahmenmodell konzeptualisiert. Das Modell fußt in seinen Grundzügen auf den dem dargelegten allgemeinen „Modell der Determinanten und Konsequenzen professioneller Kompetenz von Lehrkräften“ von KUNTER et al. (2011c, 58f). Für die Konzeptionalisierung wurden die zuvor erörterten Einflussfaktoren bzw. unabhängige Variablen/Prädiktoren als auch die Facetten des Modelleinsatzes bzw. abhängige Variablen an geeigneter Stelle in das Modell integriert. Das Ursprungsmodell (Abb. 24) erfährt dadurch eine deutliche Fokussierung, Ausdifferenzierung und Konkretisierung.

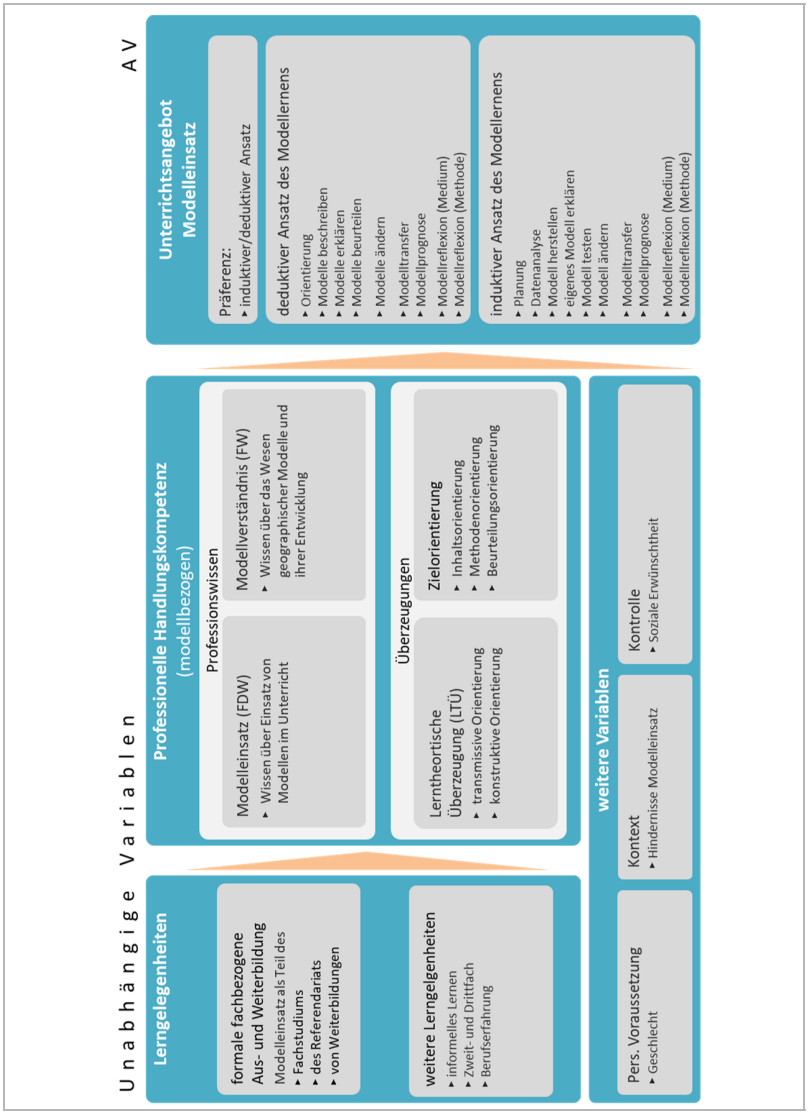



Abb. 25 | theoretisches Rahmenmodell der vorliegenden Untersuchung (eigene Darstellung in Anlehnung an KUNTER et al. 2011c, S. 59)

# 3 Zum aktuellen Stand der Forschung

In diesem Kapitel erfolgt zuerst eine Darstellung der empirischen Studien und Befunde zum Einsatz von Modellen im Geographieunterricht in Deutschland, wobei auf das Modell Karte fokussiert wird. Anschließend werden Befunde aus den naturwissenschaftlichen Fächern vorgestellt, die sich auf die nationale und internationale Ebene beziehen. Leitend bei der Recherche war es – entsprechend der Forschungsfragen – ein Bild von der Ausprägung der Facetten des Modelleinsatzes im Unterricht wie auch möglichen lehrerbezogenen Einflussfaktoren zu gewinnen. Das Kapitel schließt mit einer Zusammenfassung der Befunde, die die empirische Basis der Hypothesen des folgenden Kapitels darstellt.

## 3.1 Empirische Studien und Befunde aus der deutschen Geographiedidaktik

Zum Einsatz von theoretischen Raummodellen im deutschen Geographieunterricht liegen keine differenzierten empirischen Untersuchungen vor (s. o.). Lediglich zum „Modell Karte“ bzw. dem Einsatz von Karten im Geographieunterricht sind Forschungsarbeiten vorhanden sowie zur allgemeinen Einsatzhäufigkeit bestimmter Modelltypen (z. B. plastische Modelle, Schemata; HEMMER, HEMMER 2010; KLEIN 2008). Letztere sind jedoch für diese Arbeit nicht erkenntnisförderlich und werden daher auch nicht dargestellt.

*Einsatz des Modells Karte*

Der genaue Karteneinsatz im Geographieunterricht (z. B. konkrete Schülerinnen- und Schülertätigkeiten wie dekodieren, erklären oder Lernhindernisse) wurde trotz der Dominanz der Karte im Geographieunterricht bisher nicht sehr differenziert erforscht. Hierzu finden sich in der Literatur – bis auf wenige Ausnahmen – lediglich vage „Berichte aus der Schule“ (DICKMANN, DIEKMANN-BOUBAKER 2007, S. 270).

In einer Studie von HEMMER et al. (2012) (siehe auch: HEMMER et al. 2013) wurden etwas differenzierter, ausgehend vom Ludwigsburger Modell der Kartenauswertekompetenz (Kapitel 2.2.5), bayerische Gymnasialschulbücher dreier Verlage untersucht ($N$ = 12). Ziel war es zu ermitteln, in welchem Umfang die Bücher Aufgaben enthielten, die zur Förderung der Teilkompetenzen Dekodieren, Beschreiben, Erklären oder Beurteilung von Karten eingesetzt werden können (Tab. 4). Im Durchschnitt enthält jedes Lehrwerk 155 Karten, von denen 82.6% thematische, 6.6% stumme, 6.2% physische Karten und 3.7% Stadtpläne sowie 0.9% topographische Karten sind. Die meisten Karten (im Durchschnitt 100) befinden sich in den Büchern der 10. Klasse und die wenigsten (im Durchschnitt 25) in den Büchern der 5. Klasse (HEMMER et al. 2012, S. 151ff). Bezogen auf die Aufgabenstellungen ist besonders auffallend, dass viele kartenbezogene Aufgabe in der 5. Klasse –

wahrscheinlich aufgrund der Einführung in den Umgang mit Karten – in den Schulbüchern vorkommen. Diese zielen v. a. auf das Dekodieren und Beschreiben ab. In den späteren Jahrgängen geht die Anzahl von Aufgaben zum Dekodieren radikal zurück und das Erklären rückt verstärkt in den Fokus, wenngleich mit 61.2% Aufgaben zum Beschreiben von Karten(-inhalten) die dominante Rolle innehaben. Die Bewertung von Karten spielt im extremen Kontrast dazu mit 3.3% der Aufgaben nur eine äußerst marginale Rolle (HEMMER et al. 2012, S. 152f).

Tab. 4 | Anzahl der kartenbezogenen Aufgabenstellungen in bayerischen Gymnasialschulbüchern getrennt nach Kompetenzdimensionen des Ludwigsburger Modells (N = 12; HEMMER et al. 2012, S. 152)

| | Dekodieren | Beschreiben | Erklären | Beurteilen | gesamt |
|---|---|---|---|---|---|
| Klasse 5 | 33 | 90 | 13 | 2 | 138 |
| Klasse 7 | 4 | 71 | 24 | - | 99 |
| Klasse 8 | 4 | 66 | 40 | 9 | 119 |
| Klasse 10 | 5 | 64 | 46 | 4 | 119 |
| gesamt | *n* = 46<br>9.6% | *n* = 291<br>61.2% | *n* = 123<br>25.9% | *n* = 15<br>3.3% | 475 |

BUDKE et al. (2016) untersuchten mit einer ähnlichen Fragestellung und Methodik 41 Geographieschulbücher des Gymnasiums und der Hauptschule aus Bayern und Nordrhein-Westfalen. Sie kamen ebenfalls zu dem Ergebnis. Vom ersten bis zum drittem AFB ist eine abnehmende Häufung zu konstatieren. Durch 24% (Gymnasium) bzw. 36% (Hauptschule) werden sog. Grundanforderungen (niedrigeres Niveau als AFB I) gefördert. 39% (Gymnasium) bzw. 35% (Hautschule) der kartenbezogenen Aufgaben sind dem AFB I zuzuordnen. Dem AFB II sind 30% (Gymnasium) bzw. 25% (Hauptschule) der kartenbezogenen Aufgaben zuzuordnen. Auf den AFB III entfallen lediglich 9% (Gymnasium) bzw. 6% (Hauptschule) der kartenbezogenen Aufgaben. Betrachtet man die Ergebnisse differenziert nach Jahrgangsstufen (Abb. 26), nimmt die Anzahl der Aufgaben im AFB I sowie die Aufgaben zu Grundanforderungen ab. Aufgabenstellungen der Anforderungsbereiche II und III nehmen indes zu. Die Autoren betonen, dass die geringe Bedeutung des AFB III, welcher jedoch als wesentlich für die angestrebte Diskursfähigkeit im Fach Geographie angesehen wird, besonders auffällig und problematisch ist. Zudem sind Niveauunterschiede zwischen dem Gymnasium und der Hauptschule festzustellen. Die untersuchten Methodenseiten fokussieren auf die Anforderungsbereiche I und II (BUDKE et al. 2016, 238ff).

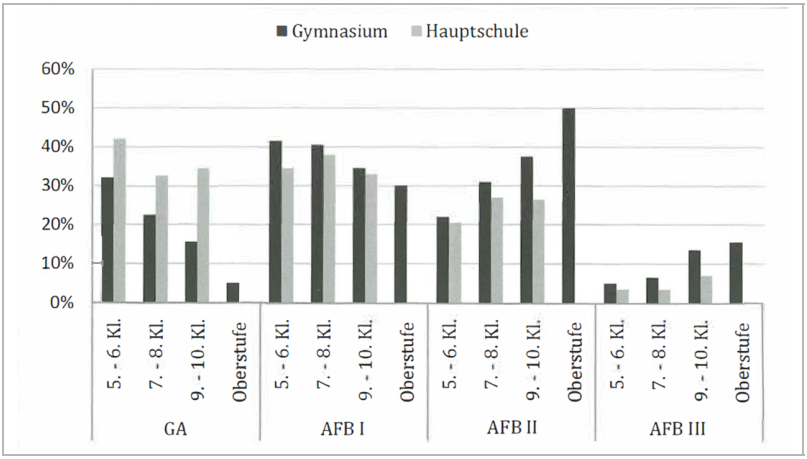



Abb. 26 | Zuordnung der Operatoren in kartenbezogenen Aufgabenstellungen zu den AFB – Vergleich Hauptschul- und Gymnasialbände und Differenzierung nach Klassenstufen in NRW und Bayern (BUDKE et al. 2016, S. 239).

BUDKE et al. (2017) ließen in Ergänzung der Schulbuchanalyse in einer weiteren Studie im Rahmen des Praxissemesters Geographiestunden, bei den Karten eingesetzt, durch Studierende beobachten (56,1% der Geographiestunden). Dabei wurde u. a. auch erfasst, welche Operatoren zum Einsatz kamen. Ergänzend wurden v. a. sprachliche Hilfen erfasst. In der so erfassten Unterrichtsrealität (288 beobachten Stunden) wurden 17,7% der kartenbezogenen Aufgaben zu Grundanforderungen, 69,5% dem AFB I, 11,8% dem AFB II und nur 1,0% Aufgaben dem AFB III zugeordnet. Die Ergebnisse sind damit in etwa denen zur Schulbuchanalyse kongruent (BUDKE et al. 2017)

HERZIG (2012, S. 113f) konstatiert ohne nähere Belege, gestützt auf unveröffentlichte Hospitationsprotokolle zum Praxissemester, dass die „[...] Arbeit mit Karten [...] weit verbreitet auf niedrigem Niveau [ist], anspruchsvolle Interpretationen finden eher selten statt, geschweige denn ein kritisches Nachdenken über die in der Karte präsentierten Inhalte und ihre Darstellung“. Eine Folgerung, die zwar kongruent mit den vorherigen und den folgenden Ausführungen ist, jedoch unzureichend dokumentiert wurde.

GRYL (2010) und Kollegen führten ebenfalls nicht näher spezifizierte Unterrichtsbeobachtungen im Fach Erdkunde in nur wenigen Unterrichtsstunden der Sekundarstufe I an. Der Schwerpunkt der Beobachtung lag auf dem Einsatz von Karten im Unterricht, sowie auf damit verbundenen Aufgabenstellungen, Materialien und Erklärungen des Lehrenden. GRYL (2010, S. 27) konstatiert, dass „[...] in keiner der Unterrichtsstunden [...] reflexive Kartenarbeit beobachtet werden [konnte]“.

Anschließend wurden Leitfadeninterviews mit jedem der Lehrenden zur Ermittlung der jeweiligen Intentionen der beobachteten Kartenarbeit, des Verständnisses einer reflexiven Kartenkompetenz sowie fachdidaktischer Möglichkeiten zu ihrer Vermittlung durchgeführt (GRYL 2010, S. 27). Dabei wurde deutlich, „[...] dass die Lehrenden, obgleich sie eine reflexive Kartenkompetenz (in einem für sie verständlichen, mitunter stark simplifizierten Sinne) als alltagsrelevant einstuften, sich auf Grund eines Mangels an entsprechender fachdidaktischer Kompetenz nicht in der Lage sahen jene Kompetenz zu vermitteln. Hierbei spielte auch die Befürchtung der Überforderung der Schülerinnen und Schüler eine Rolle, so dass an dieser Stelle neben der fachlichen und fachdidaktischen Weiterqualifikation der Lehrenden der Bedarf nach einer fundierten Kompetenzdiagnose der Lernenden im Hinblick auf reflexive Kartenkompetenz deutlich wird“ (GRYL 2010, S. 27).
Eine Studie von LINDAU (2012) ist von besonderem Interesse für diese Arbeit, da sie überblicksartig untersuchte, inwiefern die einzelnen Kompetenzen respektive Standards des Kompetenzbereichs „Räumliche Orientierung“ der nationalen Bildungsstandards (DGFG 2014, S. 16ff) im Unterricht angesprochen wurden und damit auch, inwiefern einzelne, relevante Facetten der Kartenkompetenz (s. o.) gefördert wurden. Sie führte zusammen mit 29 Studierenden im Jahr 2010 ebenfalls eine Unterrichtsbeobachtungsstudie im Rahmen von Praktika durch. An 29 Schulen unterschiedlichster Form, überwiegend in den „neuen“ Bundesländern, wurden insgesamt 317 Stunden untersucht. Dabei kam ein standardisierter Beobachtungsbogen zum Einsatz, der für jede einzelne Stunde ausgefüllt wurde (LINDAU 2012, S. 44f). Die Kompetenzen O1 (Kenntnis topographischer Wissensbestände) mit 48%, O2 (Fähigkeit zur Einordnung in räumliche Ordnungssysteme) mit 31% und O3 (Fähigkeit zu einem angemessenen Umgang mit Karten (Kartenkompetenz)) mit 20% der beobachteten Tätigkeiten wurden besonders oft im Unterricht angesprochen. Zu beachten ist jedoch, dass v. a. die Kartenkompetenz (O3) erstens durch sechs Standards weiter konkretisiert wird und zweitens, dass diese unterschiedlich stark gefördert werden. Während 105-mal der Standard S6, eine Karte lesen und fragengeleitet auszuwerten gefördert wurde, wurden die Standards S7 (Manipulationsmöglichkeiten beschreiben) (4 Nennungen), S9 (Einfache Kartierungen durchführen) (1 Nennung) und S10 (Möglichkeiten der Anwendung von GIS beschreiben) (keine Nennung) so gut wie gar nicht gefördert. Marginal besser vertreten waren die Standards S5 (Grundelemente einer Karte nennen und ihre Entstehung beschreiben) (18 Nennungen) und S8 (Übersichtskizzen und einfache Karten anfertigen) (11 Nennungen). Dieser Trend setzt sich bei den weiteren Kompetenzen fort. So wurden die Kompetenzen O4 (Fähigkeit zur Orientierung im Realraum) mit 0.01% der gezählten kartenbezogenen Schülerinnen- und Schülertätigkeiten und O5 (Fähigkeit zur Reflexion von Raumwahrnehmung und -konstruktion) mit lediglich einer (!) von 698 Thematisierungen angesprochen. Sie spielen de facto keine Rolle im Unterricht. Zudem wird konstatiert, dass v. a. im Kontext der räumlichen Orientierung im Anforderungsbereich I gearbeitet wird (60%;

v. a. Bennen und Beschreiben). Der Anforderungsbereich (AFB) II (37%) spielt eine etwas größere Rolle am Gymnasium. Der AFB III ist kaum existent (2%). Zu beobachten ist zudem, dass die Arbeit zum AFB I mit steigenden Schuljahren im Gegensatz zum AFB II rückläufig ist. Der AFB III spielt keine Rolle und zeigt daher auch keine Tendenz. Wesentliche Unterschiede zwischen den Schulformen wurden nicht festgestellt (LINDAU 2012, S. 45ff).
Zwar ergibt sich kein valides und ausreichend differenziertes Gesamtbild des Karteneinsatzes im Geographieunterricht bezogen auf die Kartenkompetenz und ihrer drei Teilbereiche, da u. a. ein Fokus der Beobachtungen auf der Sekundarstufe I liegt, nur einzelne Bundesländer untersucht wurden, die Probandenzahlen oft gering waren oder die Erfassung wissenschaftlichen Standards nicht genügt (u. a. mangelnde Dokumentation, Nachvollziehbarkeit) dennoch konnten über alle Arbeiten hinweg ähnliche Trends identifiziert werden:

- hohe Bedeutung bzw. hoher Umfang von Schülerinnen- und Schülertätigkeiten im Rahmen des Anforderungsbereichs I (Beschreiben, Nennen)
- Bedeutungszunahme des Anforderungsbereichs II (Erklären) mit zunehmender Jahrgangsstufe
- Bedeutungsabnahme des Anforderungsbereich I mit zunehmender Jahrgangsstufe
- sehr geringe Bedeutung des Anforderungsbereichs III (Bewertung von Karten, Kartenkritik)
- äußerst geringe Bedeutung des Kartenzeichnens

Insgesamt lässt sich damit ein wenig elaborierter Karteneinsatz im Geographieunterricht konstatieren. Aufgrund der weiten Verbreitung des Mediums Karte und seiner Bedeutung für das Fach Geographie ist folglich anzunehmen, dass der Umgang mit weniger bedeutenden Medien wie theoretischen Raummodellen – zumindest in der Sekundarstufe I – noch undifferenzierter erfolgt.

## 3.2 Empirische Studien und Befunde aus den Naturwissenschaftsdidaktiken zum Modelleinsatz

VAN DRIEL und VERLOOP (1999) haben mittels eines quantitativen Fragebogens mit likert-ähnlich skalierten Items ($N$ = 71) und einem Fragebogen mit offenen Items ($N$ = 15) das Wissen über Modelle und Modellieren bzw. das Modellverständnis (*content knowledge, beliefs*) niederländischer Naturwissenschaftslehrerinnen und -lehrer untersucht. Dafür haben sie auf Basis von sieben Modellcharakteristika und orientiert an den Stufen des Modellverständnisses von GROSSLIGHT et al. (1991) 32 Items zu Modellen und dem Modellieren im naturwissenschaftlichen Unterricht entwickelt. Diese Items wurden einer Faktorenanalyse unterzogen, die drei Faktoren extrahierte (*relating models and targets, physical appearance of models, social context of models*). Sie fanden heraus, dass das diesbezügliche Wissen der befragten Lehrkräfte limitiert ist und individuell durchaus stark variiert. Zu betonen ist,

dass die Anwendungsperspektive von Modellen zumeist nicht durch die Lehrerinnen und Lehrer gesehen wurde. Sie konstatieren: „On the whole, [...] the knowledge of the majority of the teachers of models and modelling in science was not very pronounced“ (VAN DRIEL, VERLOOP 1999, S. 1151). Eine Gruppe von Lehrerinnen und Lehrer mit einem elaborierterem Modellverständnis scheint positivistische und sozial-konstruktivistische Orientierungen zu integrieren. Mit Blick auf die Unterrichtsfächer ergeben sich leichte Hinweise, dass Chemielehrkräfte eine eher positivistische Sicht auf Modelle hatten als Physiklehrerinnen und -lehrer. Die Unterrichtserfahrung zeigte keinen Effekt (VAN DRIEL, VERLOOP 1999, S. 1148f). Die Studie wurde relativ breit (z. B. JUSTI, GILBERT 2003; KHAN 2011) als ein Beleg für ein mangelndes Modellverständnis von Lehrkräften generell rezipiert, obwohl sie sich ausschließlich auf niederländische Lehrkräfte bezieht und die Stichprobe klein ist (BORRMANN et al. 2014, S. 59).

BORRMANN et al. (2014) überprüften in einer eigenen Studie mit einer Stichprobe deutscher Lehrkräfte, die mindestens ein naturwissenschaftliches Unterrichtsfach hatten ($N$ = 226), inwiefern sich die Ergebnisse von VAN DRIEL und VERLOOP (1999) replizieren lassen. Dazu wurde der Originalfragebogen ins Deutsche übersetzt. Die Daten wurden, wie auch in der Originalstudie, deskriptiv und mittels Faktorenanalyse ausgewertet. Die Ergebnisse konnten jedoch nicht repliziert werden. Die sich in der Studie ergebenden vier Faktoren weisen deutliche Unterschiede zur Originalstudie auf. Auf inhaltlicher Ebene wurde konstatiert, dass Lehrerinnen und Lehrer Modelle vor allem als Mittel zur Erklärung und Veranschaulichung und die Perspektive ehr medial (*Modell als Medium*) sehen. Gymnasiallehrerinnen und -lehrer stimmen den Faktoren Veranschaulichung und Erklärung signifikant schwächer zu. Lehrkräfte mit geringerer Berufserfahrung erkennen die Pluralität von Modellen tendenziell er an und verstehen sie gleichzeitig weniger als abbildende Medien. Beides deutet auf ein relativ elaboriertes Modellverständnis hin. Es konnten jedoch nur schwache und keine systematischen Einflüsse des Schultyps, der Berufserfahrung sowie des Zweitfachs festgestellt werden.

CRAWFORD und CULLIN (2004) zeigten in einer qualitativen Interviewstudie ($N$ = 14) mit angehenden Lehrkräften der Sekundarstufe in den USA unter Verwendung des Schemas von GROSSLIGHT et al. (1991) auf, dass ihr Wissen über Modelle und das Modellieren limitiert ist. Modelle wurden vorwiegend als kommunikable Repräsentanten (Modell als Medium) verstanden. Sie konnten im Rahmen einer Fortbildung mit dynamischen computerbasierten Modellierungen zudem aufzeigen, dass sich ihr Modellverständnis positiv ändert und v. a. kritischer über Modelle gedacht wird.

VAN DRIEL und VERLOOP (2002) identifizieren und beschreiben in einer weiteren Studie mit Hilfe von qualitativen Interviews ($N$ = 7) sowie eines konsekutiven quantitativen Fragebogens mit likert-ähnlich skalierten Items ($N$ = 74) zwei Unterrichtsmuster niederländischer Naturwissenschaftslehrkräfte, die sich bezüglich der Arbeit mit Modellen unterschieden. Zum einen konnten in den Interviews

Lehrerinnen und Lehrer mit einem eher konstruktiv-schülerorientierten Unterricht identifiziert werden, in dem der Fokus auf der Reflexion über Modelle (*learning about science*) sowie der Entwicklung von Modellen (*doing science*) liegt. Zum anderen konnten Lehrkräfte mit einem Unterrichtsmuster identifiziert werden, das eher instruktiv-lehrerzentriert ist und bei dem spezifische Modelle resp. ihre spezifischen Inhalte und deren Beurteilung im Fokus stehen (*learning science*). Diese Gruppe nutzt die Möglichkeiten des Modelleinsatzes weniger als die erste Gruppe (VAN DRIEL, VERLOOP 2002, 1264-1265, 1268-1269). Die Autoren können keinen Zusammenhang zwischen den Unterrichtsmustern und der Berufserfahrung oder dem Unterrichtsfach der Lehrkräfte herstellen.
HENZE et al. (2007, S. 107) führten mit neun niederländischen Naturwissenschaftslehrerinne und -lehrer semistrukturierte Interviews, um ihr pädagogische Wissen[1] (*pedagocial knowledge/beliefs*) und ihr fachdidaktisches Wissen (*pedagogical content knowledge/beliefs*) bzgl. Modellen und des Modellierens zu untersuchen. Zudem erfassten sie das Fachwissen (*content knowlege/beliefs*) über Modelle und das Modellieren in der Naturwissenschaft. Sie unterscheiden bei ihrer Analyse zwei Typen von Lehrkräften. Typ A hat eine behavioristische und kognitive lerntheoretische Überzeugung. Dieser Lehrertyp hat Wissen über spezifische Medien und Materialien, um Schülerinnen und Schüler bei dem Verstehen von Modellen zu unterstützen und hat Wissen, wie man Modelle mit der Realität verknüpfen kann. Er weiß um Schwierigkeiten, die Schülerinnen und Schüler mit spezifischen Modellen und dem Parallelisieren haben. Die relevanten Ziele des Unterrichts lassen eine Kombination positivistischer und instrumenteller Sichtweisen auf Modelle erkennen, so dienen ihm Modelle in erster Linie zur Visualisierung und zur Erklärung von Phänomenen. Die positivistische Sicht auf Modelle ist jedoch mit der Idee kombiniert, dass Modelle Konstrukte sind. Wie bereits angedeutet steht beim Modelleinsatz somit die mediale Perspektive auf Modelle (*learning science*) im Fokus des Unterrichts. Lehrerinnen und Lehrer vom Typ B weisen kognitive und konstruktivistische lerntheoretische Überzeugungen auf und haben ein umfangreicheres fachdidaktisches Wissen. Sie kennen Motivierungsstrategien etc., effektive Lernstrategien (z. B. Modellieren) und Kreativitätstechniken, um die gedankliche Durchdringung von Modellen bei Schülerinnen und Schüler zu fördern. Sie haben zudem Wissen über Schülerinnen- und Schülermotivation, Lernschwierigkeiten und ihre Fähigkeiten, mit Modellen zu arbeiten. Sie greifen auf ein breites Instrumentarium zur Diagnose zurück als Typ A. Des Weiteren haben Sie eine stärker relativistische Sicht auf Modelle per se. Ziel des Modelleinsatzes sind nicht nur die Visualisierung und Erklärung (*learning science*), sondern zudem die Entwicklung von Modellen, um nicht Sichtbares sichtbar zu machen, Hypothesen zu entwickeln und zu testen. Bei ihnen steht somit nicht nur die mediale Perspektive auf Modelle

[1] Anzumerken ist, dass v. a. auch bewertende Wissensaspekte abgefragt wurden und damit oftmals Überzeugungen (*beliefs*) im Fokus der Untersuchung stehen (HENZE et al. 2007, 107).

(*learning science*) im Fokus des Unterrichts sondern auch die methodische Perspektive (*doing science*) sowie die Reflexion über Modelle (*learning about science*) (HENZE et al. 2007, 112ff, 120).

JUSTI und GILBERT haben in halbstrukturierten Interviews mit 39 brasilianischen Naturwissenschaftslehrerinnen und -lehrer zu den Themenkomplexen ‚Wissen über Modelle' (JUSTI, GILBERT 2003), ‚Wissen über das Modellieren' (JUSTI, GILBERT 2002a) und dem ‚Gebrauch von Modellen und Modellierung im Unterricht' (JUSTI, GILBERT 2002b) durchgeführt. Von den Autoren wird betont, dass Lehrerinnen und Lehrer der Primarstufe sowie die Biologielehrerinnen und -lehrer der höheren Stufen ein eher naiveres Modellverständnis aufweisen. Wohingegen die Physik- und Chemielehrerinnen und -lehrer als einzige elaborierter und wissenschaftsnah über Modelle diskutierten (JUSTI, GILBERT 2003, S. 1381, 2002b, S. 1288). Die befragten Lehrerinnen und -lehrer sehen eher die mediale als die methodische Perspektive von Modellen. Bezogen auf die unterrichtliche Arbeit mit Modellen beschreiben JUSTI und GILBERT (2002b) somit auch, dass die Lehrerinnen und Lehrer nur selten über Modelle auf der Metaebene reflektieren (*learning about science*) und vorwiegend zur Vermittlung von Inhalten (*learning science*) einsetzen. Sie postulieren vor dem Hintergrund theoretischer Darlegungen und empirischer Indizien, dass ein grundsätzlicher Zusammenhang zwischen Modellverständnis der Lehrenden und dem Einsatz von Modellen im Unterricht besteht. So würden bspw. Lehrerinnen und Lehrer mit einem naiveren Modellverständnis weniger Modelle einsetzen und Lehrerinnen und Lehrer mit einem elaborierten Verständnis als einzige die Bedeutung des Lernens auf der Metaebene betonen (JUSTI, GILBERT 2002b, S. 1279). Auf Basis ihrer Daten schlussfolgern sie ergänzend, dass ein elaboriertes Modellverständnis allein nicht ausreicht, dass Lehrerinnen und Lehrer die Relevanz und die Möglichkeiten der Modellnutzung sowie des Modellierens im Unterricht bewusst wahrnehmen und folglich im Unterricht mit Modellen elaborierter arbeiten. Sie heben in diesem Kontext die Bedeutung des fachdidaktischen Wissens sowie der lerntheoretischen Überzeugungen (transmissiv vs. konstruktiv) hervor (JUSTI, GILBERT 2002b, S. 1287f). So werden zum einen als Begründung für die Durchführung von Modellierungstätigkeiten im Unterricht v. a. lerntheoretische Argumente von den Befragten angeführt. Zum anderen lassen Probanden mit einem elaborierten Modellverständnis kaum Modelle durch ihre Schülerinnen und Schüler entwickeln und zeigen fachdidaktische Defizite im Umgang mit produzierten Modellen (JUSTI, GILBERT 2002b, S. 1282).

JUSTI und VAN DRIEL (2005) führten ein Weiterbildungsprogramm mit fünf Physik- und Chemielehrerinnen und -lehrern in den Niederlanden durch, das darauf abzielte, das Wissen über Modelle und das Modellieren (*content knowledge*), das modellbezogene fachdidaktische Wissen (*pedagogical content knowledge*) und das entsprechende curriculare Wissen (*curricular knowledge*) der Teilnehmerinnen und Teilnehmer zu fördern. Das Programm wurde wissenschaftlich begleitet, um mögliche Zusammenhänge zwischen der Gestaltung des Lernangebots, der

Entwicklung des Professionswissens und letztendlich der Gestaltung von Unterricht aufzuzeigen. Dafür setzten die Autoren nebst Fragebögen zur Diagnose des Modellverständnisses (JUSTI, GILBERT 2003) auch qualitative Interviews ein und werteten sie entsprechend aus. Es zeigte sich, dass durch die Weiterbildung Änderungen in allen drei Facetten des Professionswissen auftraten, wenngleich diese sich zwischen den Lehrerinnen und Lehrern unterscheiden. Von Bedeutung für die vorliegende Studie ist jedoch insbesondere, dass sich auch Manifestationen des neu erworbenen Wissens im unterrichtlichen Modelleinsatz gezeigt haben (JUSTI, VAN DRIEL 2005, S. 564). Diese können auf Änderungen im Modellverständnis wie auch des modellbezogenen fachdidaktischen Wissens zurückgeführt werden und zeigen sich u. a. darin, dass die Lehrerinnen und Lehrern verstärkt Modelle durch Schülerinnen und Schüler entwickeln lassen (*doing science*) und über diese im Unterricht reflektieren (*learning about science*). Zudem wählen sie Modelle gezielter unter didaktischen Gesichtspunkten aus bzw. adaptieren wissenschaftliche Modelle und sie berücksichtigen stärker die Ideen und Perspektiven der Schülerinnen und Schüler. Wenngleich ein grundsätzlicher Zusammenhang zwischen Lernangebot, Professionswissen und Unterrichtsgestaltung rekonstruiert und empirisch Indizien über die Art und Weise der Wirkung ermittelt werden konnte, können bedingt durch die kleine Fallzahl sowie das Design der Studie an sich, keine verallgemeinerbaren, validen und differenzierten Aussagen über die genaue Art und Weise des Einflusses des Professionswissens bzw. seiner Facetten auf die Facetten des Modelleinsatzes getätigt werden.

KHAN (2011) analysierte anhand von Unterrichtsbeobachtungen sowie Interviews mit je einer kanadischen Lehrkraft der Fächer Astronomie, Biologie, Chemie und Physik sowie Schülerinnen- und Schülerbefragungen die Umsetzung des sog. *Model-Based-Teaching* (GOBERT, BUCKLEY 2000). Entsprechend des Konstrukts fokussiert die Autorin auf den Aspekt der Entwicklung mentaler Modelle und unterscheidet folglich zwischen den Kategorien *student generation of mental models*, *student evaluation of their mental models* und *student modification of their mental models* (KHAN 2011, S. 537). KHAN (2011, S. 547ff) kommt zu dem Schluss, dass Modelle im naturwissenschaftlichen Unterricht zwar entwickelt, jedoch selten überprüft und so gut wie nie modifiziert werden. Der Kreislauf des naturwissenschaftlichen Modellierens wird damit nur in Teilen durchlaufen.

WANG et al. (2014) untersuchten mittels Fragebogen ($N$ = 50) das Wissen US-amerikanischer Lehrkräfte über Modelle und deren Anwendung im Unterricht. Sie kamen u. a. zu dem Ergebnis, dass ihr modellbezogenes Wissen unvollständig und limitiert ist, sie bei der Auswahl von Unterrichtsmodellen anschauliche Modelle präferieren. Zudem zeigten sie ebenfalls, dass der naturwissenschaftliche Modellierungszyklus zumeist nur unvollständig durchlaufen wird, v. a. das Testen und die Revision von Modellen wird ignoriert (WANG et al. 2014, S. 224).

KRELL und KRÜGER (2016, 2013) untersuchen mit einem Fragebogen mit qualitativen wie quantitativen Elementen, den Berliner Biologielehrkräfte ($N$ = 148) durch

Selbstauskunft beantworteten, den Einsatz von Modellen im Biologieunterricht unter Perspektive der fünf Dimensionen der biologischen Modellkompetenz nach UPMEIER ZU BELZEN und KRÜGER (2010) sowie den Zusammenhang mit ausgewählten unabhängigen Variablen wie bspw. der Berufserfahrung und dem Modellverständnis gemäß des Kompetenzmodells. Zur Erfassung des Modelleinsatzes entwickelten sie ein Testinstrument auf Basis der Item-Response-Theorie in Anknüpfung an VAN DRIEL und VERLOOP (1999) sowie PATZKE und UPMEIER ZU BELZEN (2012) mit 15 likert-skalierten Items zu den Dimensionen der Modellkompetenz. Diese wurden eingebettet in eine *cover story* zu Arbeitsweisen und Medien im Biologieunterricht, um einer sozial erwünschten Antworttendenz vorzubeugen. Betrachtet man die konkrete Itemformulierung (z. B. In meinem Biologieunterricht erläutere ich meinen SuS, dass Modelle theoretische Annahmen über etwas repräsentieren) wird schnell deutlich, dass der Begriff „Modelleinsatz" im Kontext dieser Studie nicht ganz passend gewählt wurde. Abgefragt wurde vielmehr, inwiefern Lehrkräfte die über die unterschiedlichen Dimensionen und Niveaus des Kompetenzmodells (d. h. das Wesen von Modellen und den Aspekten der Modellierung) mit ihren Schülerinnen und Schülern diskutieren bzw. reflektieren (KRELL et al. 2016, S. 94). Die Erfassung des Modellverständnisses der Lehrkräfte erfolgte qualitativ mittels fünf constructed-response Items mit offenen Antwortformat zu den jeweiligen 5 Teildimensionen des erwähnten Kompetenzmodells. Die Antworten wurden mit einem Kodierschema von GRÜNKORN et al. (2014) ausgewertet.
Die Ergebnisse für die abhängigen Variablen sind in Tab. 5 zu finden.

Tab. 5 | Prozentuale Häufigkeit einer Antwort von ziemlich und sehr bei den einzelnen Items (KRELL, KRÜGER 2013, S. 18)

| | Niveau I | Niveau II | Niveau III |
|---|---|---|---|
| Eigenschaften von Modellen | 55 (E1) | 76 (E2) | 78 (E3) |
| Alternative Modelle | 48 (A1) | 49 (A2) | 38 (A3) |
| Zweck von Modellen | 94 (Z1) | 80 (Z2) | 79 (Z3) |
| Testen von Modellen | 14 (T1) | 67 (T2) | 49 (T3) |
| Ändern von Modellen | 41 (Ä1) | 67 (Ä2) | 65 (Ä3) |

Die Autoren konstatieren, dass die Befunde darauf hindeuten, dass die befragten Lehrkräfte Modelle breiter und elaborierter einsetzen, als dies in den internationalen Studien berichtet wurde (KRELL, KRÜGER 2013, S. 23). Sie geben an, dass vorwiegend der Zweck von Modellen und Eigenschaften von Modellen thematisiert werden, während Gründe für alternative Modelle und das Testen sowie Ändern von Modellen vergleichsweise selten reflektiert wird (KRELL et al. 2016, S. 94; KRELL,

KRÜGER 2013, S. 9). Die Probanden zeigten zudem ein limitiertes Modellverständnis von Modellen als Kopien oder idealisierten Beschreibungen um etwas zu veranschaulichen oder zu erklären (Niveau 1 und 2 des Kompetenzmodells). Es wurde erwartet, dass es mehrere positive signifikante Korrelationen zwischen dem Modellverständnis und dem Modelleinsatz auf dem Niveau III gibt. Es konnten jedoch nur statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen dem Modellverständnis-Teilaspekt „Testen von Modellen" und dem Modelleinsatz unter den Teildimensionen ‚Alternative Modelle' ($r$ = .329), ‚Zweck von Modellen' (r = .325) auf der Niveaustufe II und ‚Eigenschaften von Modellen' ($r$ = .315), ‚Alternative Modelle' ($r$ = .500), ‚Zweck von Modellen' ($r$ = .426) sowie ‚Testen von Modellen' ($r$ = .359) des Niveaus III, gefunden werden (KRELL, KRÜGER 2016). Lehrkräfte mit einem hohen Modellverständnis in der Teildimension ‚Testen von Modellen' setzen Modelle also gemäß des Kompetenzmodells intensiver auch unter den Stufen II und III ein. Als weitere Prädiktoren (KRELL, KRÜGER 2013) für den Modelleinsatz wurden mittels latenter Regressionsanalyse die Unterrichtsfächer, die Erfahrung und der Schultyp der Lehrerinnen und Lehrer geprüft. Dabei zeigte sich, dass Lehrkräfte mit zwei Naturwissenschaften einen stärkeren Modelleinsatz angeben als Lehrkräfte, die nur Biologie unterrichten. Die Berufserfahrung wirkt sich ebenfalls positiv auf die allgemeine Stärke des Modelleinsatzes aus. Der Schultyp zeigt keinen Effekt (KRELL, KRÜGER 2013, S. 22f). Dies widerspricht tendenziell den Befunden von VAN DRIEL und VERLOOP (1999). Die Autoren diskutieren einschränkend und selbstkritisch die Ergebnisse vor dem Hintergrund der Tendenz des sog. „*overreporting*" bei Lehrkräften und die Problematik der Selbstauskunft (KRELL, KRÜGER 2016, 2013).

FLEIGE et al. (2012a) führten eine Fortbildung zum Thema Modellkompetenz im Biologieunterricht für Lehrkräfte in der zweiten Ausbildungsphase durch. Die sich daraus ergebenden Effekte und Zusammenhänge wurden im Rahmen der Begleitforschung (GÜNTHER et al. 2017) differenziert analysiert. „Dabei wurde sowohl die Modellkompetenz der Lehrkräfte als auch ihre Fähigkeit, entsprechende Unterrichtseinheiten zu planen und durchzuführen gefördert. Die Fortbildung führt bei den Lehrkräften in allen fünf Teildimensionen zu einer signifikant elaborierteren Modellkompetenz (mittlere Effektstärke), wobei 45% das Niveau III in allen Teilkompetenzen erreichten" (KRELL et al. 2016, S. 95). Die von Lehrkräften unterrichteten Schülerinnen und Schüler konnten diese Entwicklung nur in Teilen aufzeigen (GÜNTHER et al. 2017).

> „In 50% der Klassen mit einzel- oder doppelstündigen Unterrichtseinheiten wurde keine Teilkompetenz mit belegbaren Effekten gefördert. Dagegen konnten in den vier Klassen mit wenigstens vier zusammenhängenden Unterrichtsstunden zur Modellkompetenz jeweils mindestens drei Teilkompetenzen signifikant gefördert werden. In den Teilkompetenzen Zweck von Modellen und Ändern von Modellen wurden die geringsten Entwicklungen festgestellt. Beim Ändern von Modellen nahm die Anzahl der Schülerinnen und Schülern auf Niveau III sogar um bis zu 10% ab" (KRELL et al. 2016, S. 95).

Die Autoren fügen ergänzend an, dass v. a. die fehlende Diagnosekompetenz der Lehrkräfte für das Niveau der Modellkompetenz in Schülerinnen und Schüleraussangen auffällig war, wodurch Reflexionsmöglichkeiten nicht genutzt wurden. Modellkompetenz scheint somit eine notwendige, aber keine hinreichende Voraussetzung für die Fähigkeit zu sein, bei Schülerinnen und Schülern ebendiese zu diagnostizieren und zu fördern (GÜNTHER et al. 2017; KRELL et al. 2016, S. 95).

## 3.3 Zusammenfassung

Trotz der Allgegenwärtigkeit von Modellen im Geographieunterricht wie auch in verwandten Fächern liegen nur relative wenige Studien vor, die den Einsatz von Modellen im Unterricht differenziert und systematisch untersuchen. Einschränkend ist zudem anzumerken, dass die hier zusammenzufassenden, verallgemeinerten Ergebnisse ihre Basis nur zu einem geringen Teil im deutschsprachigen Geographieunterricht haben – stattdessen basieren sie oftmals auf relativ kleinen Stichproben einzelner Länder aus dem naturwissenschaftlichen Unterricht (u. a. USA, Brasilien, Niederlande, Deutschland). Dennoch dürften sie durchaus auf den deutschen Geographieunterricht übertragbar sein, da u. a. bezüglich des Modells Karte, sehr ähnliche Befunde konstatiert werden konnten und die Facetten des Modelleinsatzes sowie das Modellverständnis sich nicht fundamental zwischen den naturwissenschaftlichen Fächern und der Geographie unterscheiden – die Ähnlichkeiten überwiegen (Kapitel 2.1).

*Zentrale Befunde zum Modelleinsatz im Unterricht*

- Die mediale Perspektive auf Modelle (*learning science*) im Sinne des sog. deduktiven Ansatzes des Modelllernens im Geographieunterricht dominiert. Dabei stehen v. a. Deskription und Anschauung im Vordergrund. Erklärungen spielen eine im Vergleich dazu untergeordnete Rolle. Modellkritik ist noch unbedeutender.
- Die methodische Perspektive auf Modelle als Denkwerkzeuge im Erkenntnisprozess (*doing science*) spielt eine untergeordnete Rolle. Modellierungen im Sinne des Modellierungskreislaufs, d. h. dem induktiven Ansatz des Modelllernens im Geographieunterricht sind zudem oft unvollständig; v. a. die Weiterentwicklung von Modellen ist unbedeutend.
- Die (meta-)reflexive Perspektive auf Modelle (*learning about science*), (z. B. Modellkritik, -testung, Thematisierung des Wesens von Modellen) spielt ebenfalls eine untergeordnete Rolle. Auch hierbei dominiert der Blick auf den medialen Charakter von Modellen gegenüber ihrem methodischen Charakter.

*Zentrale Befunde zu modellbezogenen Lehrerkompetenzen*

- Das notwendige Metawissen über Modelle (Modellverständnis, Fachwissen) und zum Modelleinsatz im Unterricht (fachdidaktische Wissen) ist bei Lehrkräften oft gering ausgeprägt, oftmals lückenhaft und kann sich zwischen Lehrkräften stark unterscheiden.
- Die als relevant erachten Überzeugungen (*beliefs*) zum Modelleinsatz und Modellen sind bei Lehrkräften teils sehr unterschiedlich bzw. konträr ausgeprägt. Dies betrifft v. a. Überzeugungen über Unterrichtsziele (Modell als Medium vs. Modell als Methode) und lerntheoretische Überzeugungen (instruktionale/transmissive vs. konstruktivistische Überzeugung)

*Zentrale Befunde zum Einfluss modellbezogener Lehrerkompetenzen auf den Modelleinsatz*

- Ein ausgeprägtes Modellverständnis der Lehrkräfte steht in einem positiven Zusammenhang mit einem elaborierteren Modelleinsatz, der den methodischen und reflexiven Umgang mit Modellen stärker berücksichtigt.
- Gleiches gilt für ein ausgeprägteres fachdidaktisches Wissen über den Einsatz von Modellen im Unterricht.
- Eine konstruktivistische lerntheoretische Orientierung fördert den Modelleinsatz unter methodischer Perspektive und die Reflexion über Modelle wohingegen eine instruktionale/transmissive Überzeugung die mediale Perspektive fördert.
- Zielorientierungen im Bereich Fachwissen hängen positiv mit dem Modelleinsatz unter medialer Perspektive zusammen während Orientierungen im methodischen Bereich in einem positiven Zusammenhang mit dem Einsatz von Modellen und medialer Perspektive sowie mit reflexiven Elementen beim Modelleinsatz stehen.
- Die Befunde zum Einfluss des Zweitfachs sowie der Berufserfahrung sind widersprüchlich.
- Adäquate Lerngelegenheiten zur Förderung von Modellkompetenz etc. bei Lehrkräften wirken sich positiv auf die Lehrerkompetenzen aus. Dies bedeutet jedoch nicht zwangsläufig, dass sie auch Schülerinnen und Schüler erfolgreicher unterrichten.

# 4 Hypothesen

In diesem Kapitel werden die Hypothesen zu den leitenden Forschungsfragen formuliert, die sich in erster Linie aus den im Forschungsstand zum Modell- und Karteneinsatz (Kapitel 3) der deutschsprachigen Geographiedidaktik und der nationalen wie internationalen Naturwissenschaftsdidaktiken ergeben sowie ergänzender Literatur, empirischen Befunden zu allgemeinen Zusammenhängen zwischen Lehrerkompetenzen und Unterrichtshandeln sowie theoretischen Überlegungen. Die Herleitung der Hypothesen wird flankiert durch das in Kapitel 2.4.6 dargestellte „Modell der Determinanten und Konsequenzen der professionellen Kompetenz von Lehrkräften“ (KUNTER et al. 2011c, S. 59), welches v. a. die Zusammenhänge von unabhängigen und abhängigen Variablen auf allgemeiner Ebene modelliert und damit einen theoretischen Rahmen darstellt.
Als erstes werden die Hypothesen zu den abhängigen Variablen formuliert. Diese stehen in Bezug zur ersten Leitfrage. Diese fragt nach dem Umfang der in Bezug zu den Grunddimensionen der Modellkompetenz stehenden und von den Geographielehrkräften intendierten Schülerinnen- und Schülertätigkeiten im Umgang mit theoretischen Raummodellen (Einsatzfacetten) im Geographieunterricht der gymnasialen Oberstufe (Kapitel 4.1.1). Anschließend werden der zweiten Leitfrage, (potentielle Einflussfaktoren auf den Modelleinsatz) entsprechend, Hypothesen bezüglich potentieller Einflussfaktoren auf den Modelleinsatz (Prädiktoren bzw. unabhängige Variablen) ausgeführt. Abschließend werden die Hypothesen und Konstrukte in ein auf dem besagten Theorierahmen fußendem Modell integriert, dass das Forschungsdesign der vorliegenden Studie bildet und Ausgangspunkt der Entwicklung des Messinstruments und damit der Operationalisierung ist.

## 4.1.1 Hypothesen zu abhängigen Variablen

***Induktiver versus deduktiver Ansatz des Modelllernens***

Die Befunde der nationalen wie internationalen Forschung (u. a. JUSTI, GILBERT 2002a, 2002b; KHAN 2011; KRELL et al. 2016, S. 94; KRELL, KRÜGER 2013) zeichnen nicht nur für den Modelleinsatz in den naturwissenschaftlichen Fächern, sondern auch für den Geographieunterricht bzgl. des spezifischen Modells Karte (BUDKE et al. 2017; BUDKE et al. 2016; GRYL 2010; HEMMER et al. 2013; HEMMER et al. 2012; HERZIG 2012; LINDAU 2012) ein ziemlich eindeutiges Bild. Der Einsatz von Modellen unter medialer Perspektive dominiert (*learning science*) gegenüber der methodischen Perspektive (*doing science*). Bezogen auf die unterrichtliche Arbeit mit Modellen beschreiben JUSTI und GILBERT (2002b) bspw., dass Lehrkräfte Modelle vorwiegend zur Vermittlung von Inhalten (*learning science*) einsetzen.
Daher ist zu vermuten, dass Geographielehrkräfte den deduktiven Ansatz gegenüber dem induktiven Ansatz beim Einsatz theoretischer Raummodelle in der Oberstufe bevorzugen. Dies schließt jedoch mitnichten aus, dass auch im Rahmen des

deduktiven Ansatzes mit theoretischen Raumodellen – wenn auch im deutlich geringerem Umfang – unter methodischer Perspektive gearbeitet wird (z. B. Transfer von Modellen nach ausführlicher Beschreibung und Erklärung). Im Vordergrund steht jedoch die Auswertung von theoretischen Raummodellen, die durch die Lehrkräfte vorgegeben werden.

**HYP. 01 | DEDUKTIVER VERSUS INDUKTIVER ANSATZ**

Im Geographieunterricht der Oberstufe werden theoretische Raummodelle häufiger im Rahmen des deduktiven Ansatzes des Modelllernens als im Rahmen des induktiven Ansatzes des Modelllernens eingesetzt.

Folgendes Hypothesenpaar aus Nullhypothese und Alternativhypothese gilt es zu überprüfen:

- $H01_0$: Theoretische Raummodelle werden im Geographieunterricht der Oberstufe genauso häufig induktiv wie deduktiv eingesetzt.
- $H01_1$: Theoretische Raummodelle werden im Geographieunterricht der Oberstufe signifikant häufiger deduktiv als induktiv eingesetzt.

Inhaltlich ist damit zu überprüfen, ob die befragten Lehrkräfte bei einer zu entwickelnden dichotomen bzw. einfachen Wahlaufgabe häufiger den induktiven oder deduktiven Ansatz des Modelllernens auswählen. Die Testung dieses nominal skalierten Merkmals erfolgt mittels eines eindimensionalen Chi-Quadrat-Tests (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 288ff).

***Modellauswertung***

Für den Einsatz von theoretischen Raummodellen im Rahmen des deduktiven Ansatzes ist zu vermuten, dass die Einsatzfacette des Beschreibens gegenüber dem Erklären, der Modellkritik/-beurteilung sowie der Anwendung (z. B. Transfer) dominiert. Die Befunde der Forschung zum Einsatz von Karten im Geographieunterricht (BUDKE et al. 2017; BUDKE et al. 2016; GRYL 2010; HEMMER et al. 2013; HEMMER et al. 2012; HERZIG 2012; LINDAU 2012) stützen diese Hypothese. So zeigt bspw. die Aufgabenanalyse von HEMMER et al. (2012) die Dominanz von Operatoren im Anforderungsbereich I, der jedoch mit steigenden Jahrgängen zunehmend um Operatoren aus dem Anforderungsbereich II (z. B. Erklären/Erläutern) ergänzt wird. Operatoren aus dem Anforderungsbereich III (z. B. Prüfen, Kritisieren) haben jedoch fast keine Bedeutung.

**HYP. 02 | MODELLAUSWERTUNG**

Im Geographieunterricht der gymnasialen Oberstufe werden im Rahmen des deduktiven Ansatzes des Modelllernens theoretische Raummodelle häufiger beschrieben, als dass sie erklärt, beurteilt oder angewendet werden.

Damit gilt es, das folgende Hypothesenpaar aus Nullhypothese und Alternativhypothese zu überprüfen:

- $H02_0$: Theoretische Raummodelle werden im Geographieunterricht der Oberstufe im Rahmen des deduktiven Ansatzes des Modelllernens genauso häufig beschrieben, wie sie erklärt, beurteilt oder angewendet werden.
- $H02_1$: Theoretische Raummodelle werden im Geographieunterricht der Oberstufe im Rahmen des deduktiven Ansatzes des Modelllernens signifikant häufiger beschrieben, als dass sie erklärt, beurteilt oder angewendet werden.

Somit gilt es zu prüfen, ob der Mittelwert der zu entwickelnden Skala zum Beschreiben von Modellen über dem Mittelwert der zu entwickelnden Skalen ‚Modelle erklären', ‚Modelle beurteilen' und ‚Modelle anwenden' liegt. Ein *t*-Test für eine Stichprobe (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 237ff) wird dabei genutzt, um Unterschiede des Mittelwerts der Skala ‚Modell beschreiben' zu den Mittelwerten der drei anderen Skalen im Hinblick auf eine mögliche Signifikanz zu untersuchen. Der *t*-Test für eine Stichprobe ist dafür dreimal zu nutzen, wobei jeweils die Mittelwerte der Vergleichsskalen als Konstante einzusetzen sind. Nur wenn alle drei *t*-Tests signifikante Ergebnisse liefern, kann die $H02a_1$ angenommen werden. Werden alle drei Tests nicht signifikant, ist $H02a_1$ abzulehnen. Werden ein oder zwei Vergleiche signifikant, ist $H02a_1$ zu modifizieren. Zwar setzt der *t*-Test für eine Stichprobe normalverteilte Daten voraus, dennoch ist er robust gegenüber Verletzungen dieser Annahme (BÜHNER, ZIEGLER 2012, S. 240).

***Modellbildung***

Bezüglich des induktiven Einsatzes von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe ist zum einen zu vermuten, dass Modelle weniger häufig getestet werden, als dass sie entwickelt werden. Zum anderen ist zu vermuten, dass die Änderung von Modellen noch weniger häufig erfolgt. Gestützt werden diese Hypothesen bspw. durch die Studie von KHAN (2011, S. 547ff). Sie hat nachgewiesen, dass Modelle im naturwissenschaftlichen Unterricht (Kanada) zwar entwickelt, jedoch selten überprüft und so gut wie nie modifiziert werden. Der Kreislauf des naturwissenschaftlichen Modellierens wird damit nur in Teilen durchlaufen. Auch bei der Untersuchung (USA) von WANG et al. (2014) zeigte sich, dass der naturwissenschaftliche Modellierungszyklus zumeist unvollständig durchlaufen wird, v. a. das Testen und die Revision von Modellen wird ignoriert. Befunde zum Karteneinsatz im Geographieunterricht stützen diese Befunde auch für den deutschen Geographieunterricht. Der Anforderungsbereich III (Beurteilen) ist im Kontext der Kartenarbeit weitestgehend unbedeutend (BUDKE et al. 2017; BUDKE et al. 2016; HEMMER et al. 2012; LINDAU 2012).

**HYP. 03 | MODELLBILDUNG**

Im Geographieunterricht der gymnasialen Oberstufe werden im Rahmen des induktiven Ansatzes des Modelllernens theoretische Raummodelle...
...(a) weniger häufig getestet, als dass sie hergestellt werden.
...(b) weniger häufig geändert, als dass sie getestet werden.

Damit gilt es zuerst, das folgende Hypothesenpaar aus Nullhypothese und Alternativhypothese zu überprüfen:

- $H03a_0$: Theoretische Raummodelle werden im Geographieunterricht der Oberstufe im Rahmen des induktiven Ansatzes des Modelllernens genauso häufig getestet, als dass sie entwickelt werden.
- $H03a_1$: Theoretische Raummodelle werden im Geographieunterricht der Oberstufe im Rahmen des induktiven Ansatzes des Modelllernens signifikant häufiger entwickelt, als dass sie entwickelt werden.

Damit gilt es zu prüfen, ob der Mittelwert der zu entwickelnden Skalen zur Modellbildung über dem Mittelwert der zu entwickelnden Skala ‚Model testen' liegt. Hier wird ebenfalls ein *t*-Test für eine Stichprobe genutzt werden, um Unterschiede des Mittelwerts der Skala ‚Modelle entwickeln' zum Mittelwert der Skala ‚Modell testen' im Hinblick auf eine mögliche Signifikanz zu untersuchen. Beim *t*-Test wird der empirische Skalenmittelwert der Skala ‚Modelle entwickeln' als zu vergleichende Konstante eingesetzt.
Die folgende zweite Teilhypothese bzw. die entsprechende Nullhypothese und die zugehörige Alternativhypothese sind damit ebenfalls zu überprüfen.

- $H03b_0$: Theoretische Raummodelle werden im Geographieunterricht der Oberstufe im Rahmen des induktiven Ansatzes des Modelllernens genauso häufig getestet, als dass sie geändert werden.
- $H03b_1$: Theoretische Raummodelle werden im Geographieunterricht der Oberstufe im Rahmen des induktiven Ansatzes des Modelllernens signifikant häufiger getestet, als dass sie geändert werden.

Dabei ist zu prüfen, ob der Mittelwert der zu entwickelnden Skala zum Testen von Modellen über dem Mittelwert der zu entwickelnden Skala ‚Modelle ändern' liegt. Hier wird ebenfalls ein *t*-Test für eine Stichprobe genutzt werden, um Unterschiede des Mittelwerts der Skala ‚Modell testen' zum Mittelwert der Skala ‚Modelle ändern' im Hinblick auf eine mögliche Signifikanz zu untersuchen. Dabei wird der empirische Mittelwert der Skala Modelle ändern als zu vergleichende Konstante im *t*-Test genutzt.

***Modellreflexion***

Ein Ergebnis der bestehenden Forschung ist, dass die Reflexion über Modelle – die zwar als besonders relevant für die Förderung von Modellkompetenz angesehen wird – im Unterricht unbedeutend ist. Insbesondere die Erkenntnisse im Bereich der Kartenkompetenz bzw. der räumlichen Orientierung (LINDAU 2012) aber auch

der Unterrichtsbeobachtungen (u. a. GRYL et al. 2010) und Aufgabenanalysen (HEMMER et al. 2012) stützen diese Hypothese für den Geographieunterricht. Daher ist zu vermuten, dass über theoretische Raummodelle in der Oberstufe selten auf einer Metaebene reflektiert wird. Bezüglich der Inhalte, worüber reflektiert wird, lässt sich eine weitere Hypothese aufstellen. Zu vermuten ist, dass über den medialen Charakter von Modellen häufiger reflektiert wird als über den instrumentellen Charakter. So zeigen Befunde von KRELL und KRÜGER (2013) zwar, dass die von ihnen befragten Lehrkräfte Modelle breiter und elaborierter einsetzen, als dies in den internationalen Studien berichtet wurde. Sie geben jedoch an, dass bei der Modellreflexion vorwiegend der Zweck von Modellen (Beschreibung, Erklärung, Prognose) und Eigenschaften von Modellen thematisiert werden, während Gründe für alternative Modelle und das Testen sowie Ändern von Modellen (instrumentelle Perspektive) vergleichsweise selten reflektiert wird (KRELL et al. 2016, S. 94; KRELL, KRÜGER 2013, S. 9).

**HYP. 04 | MODELLREFLEXION**

Im Geographieunterricht der gymnasialen Oberstufe...
...(a) wird selten über theoretische Raummodelle auf einer allgemeinen Ebene reflektiert.
...(b) wird häufiger über den medialen Charakter von theoretischen Raummodellen reflektiert als über ihren methodischen Charakter.

Damit gilt es zuerst, das folgende Hypothesenpaar aus Nullhypothese und Alternativhypothese zu überprüfen:

- $H04a_0$: Über theoretische Raummodelle wird im Geographieunterricht der Oberstufe nicht selten auf allgemeiner Ebene reflektiert.
- $H04a_1$: Über theoretische Raummodelle wird im Geographieunterricht der Oberstufe signifikant unterdurchschnittlich häufig (selten) auf allgemeiner Ebene reflektiert.

Dabei ist zu prüfen, ob der Mittelwert der zu entwickelnden Skala zur allgemeinen Modellreflexion signifikant unter dem theoretischen Mittelwert der Skala liegt. Hier wird ebenfalls ein *t*-Test für eine Stichprobe genutzt werden, um Unterschiede des Mittelwerts der Skala ‚Modelle entwickeln' zum Mittelwert der Skala ‚Modell testen' im Hinblick auf eine mögliche Signifikanz zu untersuchen. Der theoretische Skalenmittelwert wird dabei als Konstante eingesetzt.
Zudem gilt es, das folgende Hypothesenpaar aus Nullhypothese und Alternativhypothese zu überprüfen:

- $H04b_0$: Im Geographieunterricht der Oberstufe wird genauso häufig über den medialen Charakter von theoretischen Raummodellen wie über ihren methodischen Charakter auf allgemeiner Ebene reflektiert.

- $H04b_1$: Im Geographieunterricht der Oberstufe wird signifikant häufiger über den medialen Charakter von theoretischen Raummodellen wie über ihren methodischen Charakter auf allgemeiner Ebene reflektiert.

Geprüft wird, ob der Mittelwert der zu entwickelnden Skala zur Reflexion über den medialen Charakter signifikant unter dem Mittelwert der zu entwickelnden Skala zur Reflexion über den methodischen Charakter theoretischer Raummodelle liegt. Auch hier wird ein *t*-Test für eine Stichprobe genutzt werden, um Unterschiede des Mittelwerts beider Skalen im Hinblick auf eine mögliche Signifikanz zu untersuchen. Der empirische Mittelwert der Skala zur Reflexion über den methodischen Charakter von Modellen wird beim *t*-Test als Konstante eingesetzt.

### 4.1.2 Hypothesen zum Einfluss ausgewählter unabhängiger Variablen

Grundsätzlich werden vier lehrerbezogene Gruppen von Einflussfaktoren in der aktuellen Forschungsliteratur diskutiert (Kapitel 3): (1.) das Modellverständnis der Lehrkräfte (Fachwissen), (2.) das fachdidaktische Wissen zum Modelleinsatz, (3.) lerntheoretische Überzeugungen sowie (4.) Zielorientierungen (u. a. HENZE et al. 2007; JUSTI, GILBERT 2002b). Da die Erkenntnisse hierzu teils differenziert vorliegen, können Hypothesen in Bezug auf die vier Dimensionen des Modelleinsatzes (Abb. 21, Abb. 31) aufgestellt werden – ergänzt um die Präferenz hinsichtlich des grundsätzlichen Ansatz des Modelllernens (Kapitel 2.3).

**Einflussfaktoren im Hinblick auf die Wahl des Ansatz des Modelllernens**

In zahlreichen Studien (u. a. HENZE et al. 2007; JUSTI, GILBERT 2002b; JUSTI, VAN DRIEL 2005; VAN DRIEL, VERLOOP 2002) wurde u. a. der Frage nachgegangen, welche Kompetenzen dazu führen, dass Lehrkräfte Modelle durch ihre Schülerinnen und Schüler entwickeln lassen. Zwar sind die Stichproben bzw. Samples oft – aufgrund eines qualitativen Ansatzes – recht klein, dennoch zeigen sich über die Studien hinweg sehr ähnliche Tendenzen. Bezogen auf das modellbezogene Fachwissen (Modellverständnis) und fachdidaktisches Wissen zum Modelleinsatz konnten bspw. JUSTI und VAN DRIEL (2005) feststellen, dass Änderungen in diesen beiden Wissensdomänen sich u. a. darin zeigen, dass die Lehrerkräfte verstärkt Modelle durch Schülerinnen und Schüler entwickeln lassen (*doing science*). HENZE et al. (2007) konnten zudem einen Lehrertyp identifizieren, bei dem das fachdidaktische Wissen zum Modelleinsatz – genauso wie seine konstruktivistische Überzeugung – stärker ausgeprägt war und gleichsam stärker betont wurde, dass es wichtig sei, Modelle durch Schülerinnen und Schüler entwickelt zu lassen. Der Zusammenhang lässt sich auf inhaltlicher Ebene u. a. damit begründen, dass Lehrkräfte fachdidaktisches Wissen zur Modellierung wie z. B. die Schrittigkeit für Modellieraktivitäten (Modellierungszyklus) und potenzielle Lernhindernisse benötigen, um grundsätzlich bereit zu sein, Modellierungsaktivitäten durchzuführen. Ein adäquates Modellverständnis, d. h. Wissen über die Genese von Modellen, ihren hypothetischen

Charakter und v. a. ihren Charakter als erkenntnistheoretische Werkzeuge stellt gewissermaßen die Basis hierfür dar. Gleichsam kann das Modellverständnis auch Auswirkungen auf modellbezogene Überzeugungen haben. JUSTI und GILBERT (2002b) argumentieren – ähnlich wie in der COACTIV-Studie (KUNTER et al. 2011a), dass das Modellverständnis für einen angemessenen Modelleinsatz zwar notwendig ist, aber keine hinreichende Bedingung darstellt. Sie betonen die Rolle des fachdidaktischen Wissens zum Einsatz von Modellen (Kapitel 2.4.2) sowie die Rolle von lerntheoretischen Überzeugungen (Kapitel 2.4.5; s. u.). Insofern ist zu vermuten, dass Geographielehrkräfte deren Modellverständnisses als auch modellbezogenes fachdidaktisches Wissen ein höheres Niveau hat theoretische Raummodelle eher durch ihre Schülerinnen und Schüler entwickeln lassen, als Lehrkräfte mit einem eher geringerem Wissensniveau.

Bezogen auf lerntheoretische Überzeugungen konnten VAN DRIEL und VERLOOP (2002) Unterrichtsmuster von Lehrkräften mit eher konstruktiv-schülerorientierten Unterricht identifizieren, wobei der Fokus stärker auf Modellentwicklung (*doing science*) lag. Dies liegt inhaltlich nahe, da die Bildung, Testung und Änderung von Modellen zur Konstruktion von Wissen eine hohe Kompatibilität mit einer konstruktivistischen Sicht auf Lernen aufweist und Modellieren damit als Lernstrategie aufgefasst werden kann, die es den Schülerinnen und Schülern ermöglicht, besser ihr eigenes Wissen zu konstruieren (JUSTI, GILBERT 2002b).

Wenn Lehrkräfte Modelle als Methode/Werkzeuge begreifen (s. o.), ist zudem anzunehmen, dass Lehrkräfte mit einer stark methodisch orientierten Zielorientierung Modelle ebenfalls häufiger entwickeln und testen lassen resp. den Modellierungszyklus nutzen, um Erkenntnisse zu gewinnen (HENZE et al. 2007). Daher ist ebenfalls zu vermuten, dass Geographielehrkräfte mit einer stärker ausgeprägten konstruktivistischen lerntheoretischen Überzeugung sowie methodischer Zielorientierung theoretische Raummodelle eher durch ihre Schülerinnen und Schüler entwickeln lassen als Lehrkräfte, bei denen diese Überzeugungen geringer ausgeprägt sind. Zusammenfassend ist damit folgende Hypothese zu formulieren:

**HYP. 05 | EINFLUSSFAKTOREN AUSWAHL DES MODELLLERNEN ANSATZES**

Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Wahrscheinlichkeit, dass Geographielehrkräfte den induktiven Ansatz des Modelllernens im Geographieunterricht der Oberstufe wählen und…
… (a) dem Niveau ihres modellbezogenen fachdidaktischen Wissens.
… (b) dem Niveau ihres Modellverständnis.
… (c) der Stärke ihrer konstruktivistischen lerntheoretischen Überzeugung.
… (d) der Stärke ihrer methodischen Zielorientierung.

Damit gilt es für die vier potenziellen Faktoren das folgende Hypothesenpaar aus Nullhypothese und Alternativhypothese zu überprüfen:

- $H05(a/b/c/d)_0$: Zwischen der Wahrscheinlichkeit, dass Geographielehrkräfte den induktiven Ansatz des Modelllernens im Geographieunterricht der Oberstufe wählen, und den einzelnen Faktoren besteht kein signifikanter Zusammenhang.
- $H05(a/b/c/d)_1$: Zwischen der Wahrscheinlichkeit, dass Geographielehrkräfte den induktiven Ansatz des Modelllernens im Geographieunterricht der Oberstufe wählen und den einzelnen Faktoren (a/b/c/d) besteht ein signifikanter positiver Zusammenhang.

Zur Prüfung wird eine logistische Regressionsanalyse genutzt (Kapitelende).

**Einflussfaktoren im Hinblick auf die Dimension ‚Modellauswertung'**

Bezüglich potenzieller Einflussfaktoren auf den Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen der Modellauswertung liegen weniger differenzierte Erkenntnisse vor. Da bei dieser Dimension jedoch die Perspektive auf Modellen als Medien liegt und damit auf der inhaltlichen Ebene („Modelle als fachliche Konserve"), ist zu vermuten, dass Geographielehrkräfte mit einer starken Fokussierung auf Inhalte (Zielorientierung) Modelle innerhalb dieser Dimension des Modelleinsatzes umfänglicher auswerten, d. h. in den entsprechenden Einsatzfacetten Schülerinnen- und Schülertätigkeiten häufiger erfolgen. Dies kann in erster Linie die Schritte des Beschreibens und des Erklärens von Modellinhalten betreffen. Da die Auswertung von Medien aus fachdidaktischer Sicht auch immer die Beurteilung umfasst (WALLERT 1993), ähnlich wie dies bei der Karte der Fall ist (HEMMER et al. 2010), ist zudem anzunehmen, dass Geographielehrkräfte, denen Beurteilungsaspekte besonders wichtig sind, Modell ebenfalls umfänglicher auswerten. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der Anforderungen des Kernlehrplans für die Oberstufe (Kapitel 2.2.4) relevant (MSW NRW 2014). Darüber hinaus ist anzunehmen, dass das Niveau des fachdidaktischen Wissens der Lehrkräfte ebenfalls einen Einfluss auf den Umfang der Modellauswertung hat. So kann das Wissen über die Schrittigkeit und die Bedeutung der Modellkritik hilfreich sein, damit die entsprechenden Aspekte im Unterricht adäquate Berücksichtigung finden. Gestützt wird diese Vermutung auch durch die Erkenntnis, dass Lehrkräfte mit einem elaborierten fachdidaktischen Wissen über Modelle häufiger auf einer Metaebene reflektieren – d. h. bezogen auf die Modellauswertung, dass sie vermutlich auch Modelle öfter beurteilen (HENZE et al. 2007). Hier zeigt sich zum wiederholten Mal, dass die Teildimensionen der professionellen Handlungskompetenz miteinander interagieren können. Zusammengefast wird dies in der folgenden Hypothese.

**HYP. 06 | EINFLUSSFAKTOREN MODELLAUSWERTUNG**

Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen dem Umfang der Auswertung von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe und …
… (a) dem Niveau des modellbezogenen fachdidaktischen Wissens der Geographielehrkräfte.
... (b) der Stärke der inhaltsbezogenen Zielorientierung der Geographielehrkräfte.
… (c) der Stärke der beurteilungsbezogenen Zielorientierung der Geographielehrkräfte.

Damit gilt es für die drei potenziellen Einflussfaktoren, das folgende Hypothesenpaar aus Nullhypothese und Alternativhypothese zu überprüfen:

- $H06(a/b/c)_0$: Zwischen dem Umfang der Auswertung von theoretischen Raummodellen im Geographieunterricht der Oberstufe und den einzelnen Faktoren besteht kein signifikanter Zusammenhang.
- $H06(a/b/c)_1$: Zwischen dem Umfang der Auswertung von theoretischen Raummodellen im Geographieunterricht der Oberstufe und den einzelnen Faktoren besteht ein signifikanter positiver Zusammenhang.

Zur Prüfung wird eine multiple, lineare Regressionsanalyse genutzt (Kapitelende).

**Einflussfaktoren im Hinblick auf die Dimension ‚Modellbildung'**

Bezüglich der Einsatzdimension ‚Modellbildung' ist anzunehmen, dass v. a. das Niveau des modellbezogenen fachdidaktischen Wissens der Geographielehrkräfte einen positiven Einfluss auf den Umfang bestimmter Aktivitäten im Rahmen des Modellierungskreislaufs haben. So muss das grundsätzliche, im Unterricht umsetzbare Vorgehen zur Modellierung den Lehrkräften bekannt sein. Sie müssen zudem potentielle Lernschwierigkeiten bei ihren Schülerinnen und Schülern identifizieren können und Modellierungsaktivitäten entsprechend adaptieren (u. a. JUSTI, GILBERT 2002a; JUSTI, VAN DRIEL 2005; STRÜBE et al. 2014; TEPNER et al. 2012). Zudem wird argumentiert, dass das Modellverständnis als Teil des Fachwissens der Lehrkräfte ebenfalls in einem positiven Zusammenhang mit Modellierungsaktivitäten steht (u. a. JUSTI, GILBERT 2003, 2002a, 2002b; JUSTI, VAN DRIEL 2005; KHOUREY-BOWERS, FENK 2009; KRELL, KRÜGER 2016; OH, OH 2011). Wichtig dabei ist die Erkenntnis, dass Modelle zur Hypothesengeneration genutzt werden können oder gar selbst zu testende Hypothesen darstellen, die wichtig für einen niveauvollen Modelleinsatz ist, der die Testung und ggf. Änderung von Modellen umfasst (KRELL, KRÜGER 2016). KRELL und KRÜGER (2016) zeigten in ihrer Studie mit deutschen Biologielehrkräften, dass nur das Modellverständnis im Hinblick auf das Testen von Modellen Einfluss auf die Unterrichtsaktivität in höheren Niveaustufen hat[2]. Die Zusammenhänge lassen sich in folgender Hypothese zusammenfassen.

[2] Zum Begriff des Modelleinsatzes im Rahmen der Studie siehe Kapitel 3.2.

**HYP. 07 | EINFLUSSFAKTOREN MODELLBILDUNG**

Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen dem Umfang der Modellbildung von theoretischen Raummodellen (Modellierungszyklus) in der Oberstufe und …
... (a) dem Niveau des Modellverständnis der Geographielehrkräfte.
… (b) dem Niveau des modelleinsatzbezogenen fachdidaktischen Wissens der Geographielehrkräfte.

Damit gilt es für die zwei potenziellen Faktoren das folgende Hypothesenpaar aus Nullhypothese und Alternativhypothese zu überprüfen:

- $H07(a/b)_0$: Zwischen dem Umfang der Bildung von theoretischen Raummodellen im Geographieunterricht der Oberstufe und den einzelnen Faktoren besteht kein signifikanter Zusammenhang.
- $H07(a/b)_1$: Zwischen dem Umfang der Bildung von theoretischen Raummodellen im Geographieunterricht der Oberstufe und den einzelnen Faktoren besteht ein signifikanter positiver Zusammenhang.

Zur Prüfung wird eine multiple, lineare Regressionsanalyse genutzt (Kapitelende).

**Einflussfaktoren im Hinblick auf die Dimension ‚Anwendung von Modellen'**

Die Anwendung von Modellen rückt sehr deutlich den methodischen Charakter von Modellen in den Mittelpunkt (Transfer, Prognose etc.). Daher ist auch zu vermuten, dass Geographielehrkräfte, bei denen eine methodische Zielorientierung stark ausgeprägt ist, häufiger theoretische Raummodelle anwenden als Lehrkräfte, bei denen sie geringer ausgeprägt ist. Zudem ist auch hier zu vermuten, dass Lehrkräfte mit einem ausgeprägterem fachdidaktischen Wissen theoretische Raummodelle verstärkt anwenden, da sie um die Bedeutung des Transfers von zuvor generierten allgemeingeographischen Erkenntnissen (Exemplarik und Transfer, KÖCK 2008) wissen – insbesondere im Hinblick auf anzustrebende kategoriale Bildung (SCHULTZE 1998, 1988). Ebendieser Erkenntnistransfer ist insbesondere in der gymnasialen Oberstufe von hoher Bedeutung, bspw. im Rahmen von Klausuren. Diese Übelregungen werden in der folgenden Hypothese zusammengefasst.

**HYP. 08 | EINFLUSSFAKTOREN MODELLANWENDUNG**

Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen dem Umfang der Anwendung von theoretischen Raummodellen und…
… (a) dem Niveau des modellbezogenen fachdidaktischen Wissens der Geographielehrkräfte.
… (b) der Stärke der methodischen Zielorientierung der Geographielehrkräfte.

Damit gilt es für beide potenziellen Faktoren, das folgende Hypothesenpaar aus Nullhypothese und Alternativhypothese zu überprüfen:

- H08(a/b)$_0$: Zwischen dem Umfang der Anwendung von theoretischen Raummodellen im Geographieunterricht der Oberstufe und den einzelnen Faktoren besteht kein signifikanter Zusammenhang.
- H08(a/b)$_1$: Zwischen dem Umfang der Anwendung von theoretischen Raummodellen im Geographieunterricht der Oberstufe und den einzelnen Faktoren besteht ein signifikanter positiver Zusammenhang.

Zur Prüfung wird eine multiple, lineare Regressionsanalyse genutzt (Kapitelende)

**Einflussfaktoren im Hinblick auf die Dimension ‚Modellreflexion'**

Zahlreiche empirische Studien diskutierten potentielle Einflussfaktoren auf die Metareflexion über Modelle, da sie als essentiell für den Erwerb eines adäquaten Modell- wie Wissenschaftsverständnis gesehen wird (u. a. JUSTI, GILBERT 2002b; WIKTORIN 2013a). In einigen Studien konnte gezeigt werden, dass Lehrkräfte mit einem elaborierteren Modellverständnis häufiger über Modelle auf der Metaebene reflektieren lassen als Lehrkräfte mit einem naiveren Modellverständnis. Dies geht oft einher mit der häufigeren Entwicklung von Modellen im Unterricht (JUSTI, GILBERT 2002b, 1282, 1288; JUSTI, VAN DRIEL 2005, 564ff; KHAN 2011). Insofern ist zu vermuten, dass Geographielehrkräfte mit einem höheren Niveau des Modellverständnisses sowie fachdidaktischen Wissens häufiger über theoretische Raummodelle auf einer Metaebene reflektieren als Lehrkräfte, die ein eher geringeres Wissen haben. Zu betonen ist, dass sich die Reflexion dabei auf das Wesen von Modellen an sich (Modelle als Repräsentation und erkenntnistheoretische Methode/Werkzeug) bezieht und nicht auf das im konkreten unterrichtlichen Fokus liegende Modell (= Modellbeurteilung bzw. Testung). Der Zusammenhang liegt auf inhaltlicher Ebene nahe. So kann über die vielfältigen Aspekte des Modellseins nur reflektiert werden, wenn der Lehrkraft diese Aspekte, v. a. ihre Funktion in der Wissenschaft als erkenntnistheoretische Werkzeuge kennt. Inhaltlich nahe liegt insbesondere bei dieser Modelleinsatzdimension, dass Geographielehrkräfte mit einer stärker ausgeprägten Beurteilungsorientierung ebenfalls umfänglicher über theoretische Raummodelle reflektieren als Lehrkräfte mit einer schwächer ausgeprägten Beurteilungsorientierung.

In einigen Studien konnte zudem gezeigt werden, dass auch bei konstruktivistisch orientierten Lehrerinnen und Lehrern die Modellreflexion einen höheren Stellenwert hat. Sie lassen auch in ihrem Unterricht häufiger über Modelle reflektieren (HENZE et al. 2007, S. 112; JUSTI, GILBERT 2002b, 2002b; VAN DRIEL, VERLOOP 2002). Daher kann vermutet werden, dass auch hier ein positiver Zusammenhang besteht. Zuletzt kann damit die folgende Hypothese zusammengefasst werden.

**HYP. 09 | EINFLUSSFAKTOREN MODELLREFLEXION**

Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen dem Umfang der Metareflexion über theoretische Raummodelle im Geographieunterricht der Oberstufe und …
… (a) dem Niveau des Modellverständnisses der Geographielehrkräfte.
… (b) dem Niveau des modelleinsatzbezogenen fachdidaktischen Wissens der Geographielehrkräfte.
… (c) der Stärke der beurteilungsbezogenen Zielorientierung der Geographielehrkräfte.
… (d) der Stärke der konstruktiven lerntheoretischen Überzeugung der Geographielehrkräfte.

Damit gilt es für jeden einzelnen der vier potenziellen Faktoren, das folgende Hypothesenpaar aus Nullhypothese und Alternativhypothese zu überprüfen:

- $H09(a/b/c/d)_0$: Zwischen dem Umfang der Metareflexion über theoretische Raummodelle im Geographieunterricht der Oberstufe und den einzelnen Faktoren besteht kein signifikanter Zusammenhang.
- $H09(a/b/c/d)_1$: Zwischen dem Umfang der Metareflexion über theoretische Raummodelle im Geographieunterricht der Oberstufe und den einzelnen Faktoren besteht ein signifikanter positiver Zusammenhang.

Zur Prüfung wird eine multiple, lineare Regressionsanalyse genutzt (s. u.)

***Zur statistischen Überprüfung der Hypothesen der unabhängigen Variablen***

Die einzelnen Wissensbereiche (Überzeugungen, professionelles Wissen etc.) und den untergeordneten Wissensfacetten der professionellen Handlungskompetenz (Abb. 22) von Geographielehrkräften – wie auch von Lehrkräften allgemein – lassen sich zwar differenziert modellieren, dennoch interagieren diese miteinander und sind auch nicht immer überschneidungsfrei (BAUMERT, KUNTER 2006; GRAMZOW et al. 2013; RIESE, REINHOLD 2010). Bei der Herleitung der Hypothesen wurde dies bereits deutlich. Daher ist es auch nicht angebracht, die zuvor aufgestellten Zusammenhangshypothesen mittels klassischer Korrelationsanalysen zu prüfen. Dieses Verfahren berücksichtigt nicht mögliche Interaktionseffekte. Stattdessen werden die Hypothesen zu den potenziellen Einflussfaktoren im Rahmen von Regressionsanalysen untersucht. Regressionsanalysen tragen den zuvor erwähnten Aspekt Rechnung. Zudem können weitere Faktoren als Kontext- oder Kontrollvariablen mitberücksichtigt werden. Dies betrifft die wahrgenommen Hindernisse beim Einsatz von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe (Kapitel 5.1.7).

Bezogen auf den Hypothesenblock 05 kommt eine logistische Regressionsanalyse (BACKHAUS et al. 2016) zum Einsatz, die es ermöglicht, den Einfluss mehrerer metrisch skalierter Variablen auf eine dichotome, abhängige Variable (Wahl: deduktiver – induktiver Ansatz) zu untersuchen. Eine (Teil-)Hypothese gilt als akzeptiert, wenn der entsprechende Regressionskoeffizient im Rahmen der logistischen Regressionsanalyse signifikant wird ($p \leq .05$). Die $H_0$-Hypothese hätte hingegen

bestand, wenn der Koeffizient nicht signifikant wird und dann auch nicht in das finale Regressionsmodell aufgenommen wird. Hier bestünde kein Zusammenhang zwischen Faktor und Kriterium. Die (Teil-)Hypothese hätte sich demnach nicht bewährt. In Analogie dazu kommen bei den anderen Hypothesen aufgrund ihres höheren Skalenniveaus multiple lineare Regressionsanalysen (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 638ff; JANSSEN, LAATZ 2013, 395ff; SEDLMEIER, RENKEWITZ 2013, 237ff) zum Einsatz. Die entsprechenden Items zu Schülerinnen- und Schülertätigkeiten lassen sich mit einer äquidistanten Skala zur Häufigkeit der Tätigkeiten im Unterricht erfassen und zu Skalen bzw. Einsatzfacetten, die die vier Dimensionen des Modelleinsatzes (Modellauswertung, Modellbildung, Modellanwendung, Modellreflexion) repräsentieren, aggregieren. Dies ermöglicht die Verwendung von Verfahren wie der multiplen linearen Regressionsanalyse, die ein solch hohes Skalenniveau vorrausetzt. Die multiple lineare Regressionsanalyse bietet den entscheidenden Vorteil, dass sie die Korrelation der Einflussfaktoren bzw. unabhängigen Variablen (Prädiktoren) untereinander (Überlappung) berücksichtigt. Eine solche Überlappung ist auch in dieser Studie anzunehmen (s. o.). Prädiktoren können daher auch gemeinsam einen Varianzanteil im zu erklärenden Faktor bzw. der abhängigen Variable (Kriterium) aufweisen. Die Regressionsanalyse ermöglicht es nun, den spezifischen Varianzanteil eines einzelnen Prädiktors – also den Anteil den ein Prädiktor ohne die anderen Prädiktoren/den anderen Prädiktor hat – zu ermitteln, wodurch eine Vergleichbarkeit der Prädiktoren bzw. ihrer Vorhersagekraft ermöglicht wird. Die standardisierten Regressionsgewichte $\beta$ liefern diese Information. Den einzigartigen Varianzanteil eines Faktors und des Kriteriums zu bestimmen ist sinnvoll, da Prädiktoren mit einem hohen Regressionsgewicht eine deutlich höhere Vorhersagekraft besitzen als Prädiktoren die keine oder nur eine geringe spezifische Varianzanteil mit dem Kriterium (abhängige Variable) aufweisen (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 643f). Einfache Korrelationsanalysen (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 586ff; JANSSEN, LAATZ 2013, 375ff) können als Ergänzung genutzt werden, um grundsätzlich in Frage kommende Faktoren zu identifizieren und Subskalen näher zu analysieren.

# 5 Material und Methode

## 5.1 Konzeption des Messinstruments

Die Replikation eines Messinstruments, das zur Überprüfung der Hypothesen und Beantwortung der Fragestellung herangezogen werden kann, ist nach Sichtung der gängigen nationalen wie internationalen Datenbanken und einschlägigen Aufsätzen (u. a. GESIS, Fachportal Pädagogik, international: Google Scholar, Web of Science) nicht möglich. Für ausgewählte potenzielle Einflussfaktoren bieten sich jedoch vereinzelt Messinstrumente, Skalen oder einzelne Items an, die ggf. zu adaptieren sind (bspw. Überzeugungen zum Lernen). Folglich musste ein in weiten

Teilen eigener Fragebogen erstellt werden (Anlage 04) und messtheoretisch überprüft werden.
Das Messinstrument soll in Anlehnung an UPHUES (2007, S. 52) ausgehend von der Fragestellung und den Hypothesen der Studie ...

- ...den Modelleinsatz im Unterricht in seinen grundlegenden Dimensionen und Facetten erfassen,
- ...relevante Elemente der Kompetenzstruktur der zu befragenden Lehrerinnen und Lehrer erfassen,
- ...Zusammenhänge zwischen Unterrichtsgestaltung (Modelleinsatz) und der Kompetenzstruktur aufzeigen,
- ...den unterrichtlichen/schulischen Kontext im erforderlichen Maße berücksichtigen,
- sowie...
- ...den Gütekriterien empirischer Forschung standhalten und
- ...vor dem Hintergrund der begrenzten zeitlichen und finanziellen Ressourcen der Untersuchung ökonomisch durchführbar sein.

Die Operationalisierung des Messinstruments erfolgt deduktiv (rational) (SCHMIDT-ATZERT, AMELANG 2012, 97ff), da der Modelleinsatz im Geographieunterricht in der fachdidaktischen Literatur differenziert beschrieben wurde (Kapitel 2.3). Auf Basis dieser Literatur lässt sich daher das Konstrukt „Modelleinsatz im Geographieunterricht" in seinen vier Grunddimensionen (Modellauswertung, Modellbildung, Modellanwendung, Reflexion über Modelle) und Facetten differenziert herleiten. Die so generierten Facetten bzw. theoretischen Subskalen wurden näher charakterisiert, inhaltlich in Teilfacetten ausdifferenziert, um auf dieser Basis aussagekräftige verhaltensnahe Items zu generieren (Kapitel 5.1.5).
Bezüglich der unabhängigen Variablen ist die Vorgehensweise ähnlich gelagert, nur dass hier die Hypothesen zu möglichen Einflussfaktoren auf den unterrichtlichen Modelleinsatz (Kapitel 4.1.1) forschungsleitend sind, welche sich wiederum aus dem Forschungstand (Kapitel 3), der Theorie (Kapitel 2.4; v.a. modellbezogene professionelle Handlungskompetenz) und darauf bezogenen theoretischen Überlegungen ergeben.

### 5.1.1 Wahl der methodischen Zugriffsweise

Grundlegend für jedwede Untersuchung von Unterricht ist die Entscheidung für eine oder mehrere Zugriffsweisen bzw. Perspektiven auf den Unterricht. Dabei wird grundsätzlich zwischen direkten und indirekten Ansätzen sowie zwischen der Lehrerinnen -und Lehrer-, Schülerinnen- und Schüler- sowie der Beobachterperspektive als Datenquelle unterschieden (CLAUSEN 2002; HELMKE 2012; PRAETORIUS 2014, 31ff).

Bei der „indirekten“ Erfassung steht nicht der Unterricht an sich im Mittelpunkt, sondern Unterrichtsprodukte (z. B. Aufgabenlösungen von Schülerinnen und Schülern) oder dem Unterricht vorgeschaltete Aspekte (z. B. Stundenplanung). Die sog. „direkte“ Erfassung von Unterricht zielt auf die Einschätzung von Unterrichtsprozessen ab, welche i. d. R. durch Lehrerinnen und Lehrer, Schülerinnen und Schüler oder externe Beobachter (s. u.) vorgenommen wird. Derartige Untersuchungen unterscheiden sich oft deutlich bzgl. der Methodenwahl (z. B. videographische Analysen, standardisierte Lehrerfragebögen), dem Beurteilungszeitraum sowie weiteren Kriterien (Helmke 2012, 278f; Kunter, Klusmann 2010, S. 79; Praetorius 2014, 31f). Bei diesem Ansatz kann wiederum zwischen niedrig bis hoch-inferenten Verfahren unterschieden werden. Mit Inferenz ist der Grad an interpretativen Schlussfolgerungen gemeint, der bei der Bewertung von Unterricht notwendig ist. Hoch- und niedrig-inferente Verfahren stellen die beiden äußeren Pole eines Kontinuums dar und bringen jeweils spezifische Vor- und Nachteile mit sich (s. u.; Lotz 2016, 154ff; Lotz et al. 2013; Praetorius 2014, 31ff). Die Beurteilung von Unterricht kann sich zudem auf konkrete Stunden oder einen längeren Zeitraum beziehen. Urteile über einen längeren Zeitraum berücksichtigen die zwischen mehreren Unterrichtsstunden auftretenden Variabilität besser. Diese Art der Urteilsbildung ist jedoch komplex und kann zu Verzerrungen führen. Die Beurteilung konkreter Einzelstunden ist deutlich weniger komplex. Dabei stellen die beurteilten Stunden jedoch lediglich Momentaufnahmen dar, welche unter Umständen die reguläre Unterrichtsgestaltung nur unzureichend wiedergeben (Helmke 2012, S. 279; Praetorius 2014, 32f).

Als Datenquellen zur Untersuchung von Unterrichtsprozessen können Lehrerinnen und Lehrer, Schülerinnen und Schüler und externe Beobachter genutzt werden. Jede dieser Perspektiven hat spezifische Vor- und Nachteile und damit eine unterschiedliche Aussagekraft (s. u.). Die Erfassung erfolgt damit auf Basis individueller Einschätzungen. Vor allem komplexere, tieferliegende Unterrichtsprozesse sind damit nicht objektiv feststellbar (Clausen 2002, S. 43; Kunter, Klusmann 2010, S. 79; Praetorius 2014, S. 33).

*Lehrerinnen- und Lehrereinschätzungen* | Für die Eignung von Lehrerinnen- und Lehrereinschätzung sprechen folgende Gründe: (1.) Lehrerinnen und Lehrer sind Experten für Unterricht; (2.) eine angemessene Wahrnehmung, Reflexion und Verbesserung des eigenen Unterrichts sind bedeutender Teil ihrer professionellen Handlungskompetenz; (3.) die Erhebung einer Vielzahl von Daten kann ökonomisch erfolgen (finanzielle und zeitliche Ressourcen); (4.) die Datenerhebung ist relativ direkt sowie einfach und damit effizient; (5.) die Erfassung erfolgt über einen längeren Beurteilungszeitraum. Als Nachteile von Lehrerinnen- und Lehrereinschätzungen werden v. a. folgende Aspekte diskutiert: (1.) Unterricht ist so komplex, dass er durch den Lehrerinnen und Lehrer nicht in seiner Komplexität wahrgenommen und verarbeitet werden kann; (2.) Lehrkräfte können als Akteure des zu beurteilenden Geschehens den Unterricht nicht losgelöst von ihrer eigenen

Rolle beurteilen; (3.) diverse Selbstwahrnehmungsverzerrungen können auftreten (z. B. Unterschätzung des eigenen Wirkens, „*overreporting*“, positive Selbstdarstellung, soziale Erwünschtheit); (4.) insgesamt dürfte eine geringere Objektivität zu erwarten sein (HELMKE 2012, 138f; KRELL, KRÜGER 2013; PRAETORIUS 2014, 33f). Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass „Lehrereinschätzungen (sich) vornehmlich [...] als Informationsquelle in Bezug auf die Häufigkeit des Einsatzes von Unterrichtspraktiken, weniger hingegen für die Einschätzung der Qualität von Unterricht (eignen)“ (PRAETORIUS 2014, S. 34).

*Schülerinnen- und Schülereinschätzungen* | Schülerinnen- und Schülereinschätzungen erfolgen oftmals mittels Fragebogen, haben häufig keinen direkten Stundenbezug und erfolgen meistens rückblickend über einen längeren Zeitraum. Die Items zielen nicht auf konkretes Verhalten o. ä. ab, sondern verlangen Generalisierung. Manche Items beziehen sich dabei auf offen beobachtbare Phänomene und manche nur auf indirekt, innerpsychische Vorgänge (CLAUSEN 2002, S. 43). Folgende Gründe für den Einsatz von Schülerinnen- und Schülerratings von Unterrichtsprozessen werden diskutiert: (1.) eine ökonomische Erhebung einer Vielzahl von Daten (finanzielle und zeitliche Ressourcen) ist möglich; (2.) die Datenerhebung ist direkter sowie einfacher und damit effizienter (z. B. Auskünfte über Effektivität von Lehrmaßnahmen) als in Tests; (3.) die Erfassung erfolgt über einen längeren Beurteilungszeitraum; (4.) klassenweise aggregierte Schülerinnen- und Schülerratings dürften reliabler als Lehrer- oder Beobachterratings sein; (5.) Schülerinnen und Schülerwahrnehmungen sind u. U. für das Lernen relevanter als beobachtbares Schülerinnen- und Schülerverhalten. Dies trifft v. a. auf Aspekte wie Verständlichkeit und Unterrichtsklima zu; (6.) klassenweise gemittelte Ratings zur Unterrichtsqualität sind ein guter Prädiktor für Lernerfolg; (7.) Abbildung der heterogenen Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler sind möglich. Als Nachteile werden angeführt: (1.) fehlendes methodisches-didaktisches Wissen bzw. Überforderung der Schülerinnen und Schüler, (2.) zu starke Involvierung der Schülerinnen und Schüler ins unterrichtliche Geschehen; (3.) bestehende Unklarheiten bei Bewertungssystemen (z. B. Bezugnahme nur auf eine letzte Stunde); (4.) subjektive Verzerrung der Aussagen (z. B. Bevorzugung extremer Antworten, negativer Herabsetzung oder positive Aufwertung aufgrund einer positiven oder negativen Einstellung gegenüber der Lehrkraft, sozialer Erwünschtheit, positive Beurteilung durch gute Schülerinnen und Schüler und vice versa; (5.) Halo-Effekte, d. h. eine mangelnde Bereitschaft oder Fähigkeit zwischen verschiedenen Aspekten des Beurteilungsgegenstandes zu differenzieren. Es lässt sich festhalten, dass zur Erfassung bestimmter Aspekte der Unterrichtsqualität (z. B. Unterrichtsklima) Schülerinnen- und Schülereinschätzungen durchaus sinnvoll sind. Deutlich eingeschränkt sind sie aber, wenn didaktisch-methodisches Wissen für die Einschätzung notwendig ist (z. B. Vergleich verschiedener methodischer Ansätze) (CLAUSEN 2002, 43ff; HELMKE 2012, 284, 286; LENSKE, HELMKE 2015; PRAETORIUS 2014, 34f)

*externe Beobachter* | Ausgehend von der Prämisse, dass Beobachter durch spezielle Trainings über hinreichende Beobachtungs- und Urteilskompetenz verfügen, wird ihnen aus folgenden Gründen eine hohe Expertise zugesprochen: (1.) direktester Zugriff auf Unterrichtsqualität (durch Videos oder in-vivo); (2.) die hohe Unterrichtskomplexität lässt sich durch sie am besten erfassen; (3.) Erfassung von Sachverhalten, die die anderen Perspektiven nicht erlauben; (4.) hohe Validität des Urteils externer Beobachter, da sie im Gegensatz zu Lehrerinnen und Lehrern und Schülerinnen und Schülern nicht sehr stark in das komplette Unterrichtsgeschehen eingebunden sind, wodurch sie sich auf das Beobachten der interessierenden Aspekte fokussieren können; (5.) geschulte Beobachter haben mehr Vergleiche, da sie viele Unterrichtsstunden einschätzen; (6.) insbesondere bei niederinferenten Ratings ist eine hohe Objektivität zu erwarten. Eine Reihen an Gründen spricht jedoch auch gegen die Nutzung externer Beobachter: (1.) die Nutzung externer Beobachter bedeutet einen hohen Kosten- und Zeitaufwand; (2.) sie sind damit zwar effektiv aber weniger effizient; (3.) externe Beobachter haben keine Langzeitperspektive auf den Unterricht, d. h. Unterrichtsvariabilität wird unzureichend berücksichtigt; (4.) „Reaktivitätseffekte" können durch die Anwesenheit von Beobachtern oder einer Kamera seitens der Lehrerinnen und Lehrer und Schülerinnen und Schüler auftreten; (5.) externen Beobachtern fehlt oftmals das Kontextwissen z. B. zu vorherigen Stunden, Klassendynamik (Clausen 2002, 48f; Helmke 2012, S. 304; Kunter, Klusmann 2010, S. 79; Praetorius 2014, 304f). In der Literatur werden oft die Vorteile stärker gewichtet als die aufgezeigten Nachteile, wobei jedoch die Rahmenbedingen bzw. die zeitlichen und finanziellen Ressourcen der jeweiligen Untersuchung zu berücksichtigen sind, die den Einsatz von externen Beobachtern extrem erschweren. Insgesamt betrachtet wird der Einsatz externer Beobachter jedoch oft als „Königsweg" (Helmke 2012, S. 292) zur Erfassung von Unterricht angesehen (Praetorius 2014, 35f).

Die Mehrzahl der empirischen Befunde zum Perspektivenvergleich weist relativ geringe Zusammenhänge in der Übereinstimmung zwischen den drei Perspektiven aus. Die Übereinstimmungen hängen jedoch von dem zu beurteilenden Unterrichtsmerkmal ab. Keine dieser Perspektiven liegt aber generell näher an der „Unterrichtswirklichkeit" als die anderen Perspektiven – sie besitzen eine „differentielle Validität". Ihre jeweilige Brauchbarkeit hängt vom Ziel der Anwendung ab wodurch jede der drei Datenquellen ihre Berechtigung hat. So sind Schülerinnen- und Schülerurteile für eine wissenschaftlich-differenzierte Betrachtungen aufgrund ihrer Tendenz zur verallgemeinernden und affektiven Beurteilung weniger geeignet. Die Lehrerinnen- und Lehrersicht hat bspw. eine relativ geringe Bedeutung bzgl. der Unterrichtsqualität v. a. im Hinblick auf Effektivität. Hier können wiederum die Beobachter- oder Schülerinnen- und Schülerperspektive genutzt werden, wobei erstere auch zur Erfassung von Sichtstrukturen geeignet ist. Die Perspektive externer Beobachter ist jedoch weniger für soziale und affektive Komponenten geeignet – hier ist die Schülerinnen und Schülerperspektive vorzuziehen

(Clausen 2002, 185ff; Helmke 2012, 138f). Folglich ist bei der eigenen Untersuchung insbesondere der im Fokus stehende Untersuchungsgegenstand bei der Entscheidung für eine der drei Perspektiven zu berücksichtigen. Die Spezifika der gewählten Sichtweise sind entsprechend bei der Erstellung des Messinstruments und der Dateninterpretation zu berücksichtigen (Clausen 2002, 187f)

Da es vorrangiges Ziel der vorliegenden Untersuchung ist, die Häufigkeit der zahlreichen unterschiedlichen Facetten des Modelleinsatzes im Geographieunterricht differenziert zu erfassen und weder die Effektivität oder Unterrichtsqualität i. e. S. noch affektive oder soziale Aspekte im Fokus der Betrachtung stehen, ist die Lehrerinnen- und Lehrerperspektive aus den dargelegten Gründen am sinnvollsten nutzbar. Wie bereits angesprochen, wird diese oftmals mittels eines standardisierten Fragebogens erfasst. Die Fragebogenmethode bietet einen der ökonomischsten Zugänge, um Informationen zur Unterrichtsgestaltung zu gewinnen (Kunter, Klusmann 2010, S. 79). „Generell scheint der Lehrerfragebogen vor allem dann eine gute Quelle für die Erfassung des Unterrichtshandelns zu sein, wenn spezifische, verhaltensnahe Unterrichtsmerkmale erfasst werden sollen, wenn eher nach Quantität als nach Qualität gefragt wird und wenn die Erhebung vertraulich und mit keiner persönlichen Evaluation verbunden ist“ (Kunter, Klusmann 2010, S. 79). Diese Methode ist zudem nicht nur geeignet, das Unterrichtshandeln zu erfassen, sondern auch für die Einschätzung eigener Kompetenzen (Braun et al. 2012; Tiemann, Körbs 2014, S. 283). Somit können lehrer- und unterrichtsbezogene Variablen relativ schnell und einfach auch in großen Stichproben mit großen Reichweiten (z. B. durch Nutzung von Onlinefragebögen) erhoben werden. Dies ermöglicht es deutlich besser und effizienter als andere Verfahren (z. B. Schülerinnen und Schülerbefragungen, Unterrichtsbeobachtungen) Zusammenhänge zwischen Unterrichtsgestaltung und lehrerbezogenen Variablen zu erfassen (Braun et al. 2012; Krell, Krüger 2013; Neuhaus, Vogt 2005, 76f). Das theoretische Konstrukt „Modelleinsatz“ lässt sich – wie später noch darzulegen – sehr differenziert und quantitativ operationalisieren. Gleiches gilt für lehrerseitige Einflussfaktoren und Kontextvariablen. Damit entspricht dieser Zugriff den zu Kapitelbeginn aufgeführten Kriterien an das Messinstrument im hohen Maße.

Bei der Anwendung eines standardisierten Fragebogen zur Erfassung der Lehrerperspektive sind die bereits beschriebenen Nachteile der Perspektive zu beachten, v. a. dass Lehrkräfte häufig zum sog. „overreporting“ tendieren und sich Begrifflichkeiten von Forschern und Lehrerinnen und Lehrern nicht immer decken (Kunter, Klusmann 2010, S. 79). Diesen Kritikpunkten kann u. a. mit Kontrollskalen zur sozialen Erwünschtheit und einem guten Pretest-Verfahren, der Konstruktion verhaltensnaher, mittelinferenter-Items begegnet werden. Auch wenn der Einsatz einer quantitativen Lehrerinnen- und Lehrerbefragung sinnvoll ist, so ist kritisch anzumerken, dass die so generierten Daten keinen direkten Schluss auf den tatsächlichen Unterricht der Lehrerinnen und Lehrer geben, sondern nur über die Einschätzung des eigenen Unterrichts (Pham et al. 2012).

Der zu entwickelnde Fragebogen wird auf Basis der klassischen Testtheorie entwickelt. Eine Umsetzung anhand der probabilistischen Testtheorie besitzt zwar deutliche Vorteile gegenüber der klassischen Testtheorie. Sie „[...] ist jedoch mit einem hohen Entwicklungsaufwand verbunden, der sich speziell auf die Konstruktion und Testung von modellkonformen Items bezieht“ (LICHTBLAU 2007, S. 66). Dies wird auch als Grund diskutiert, warum sich der Ansatz nur langsam durchsetzt und ein Großteil der Veröffentlichungen weiterhin auf der klassischen Testtheorie fußt (LICHTBLAU 2007, S. 66). Auch im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ist eine Entwicklung auf der Basis der probabilistischen Testtheorie nicht möglich. Somit wird die bewährte klassische Testtheorie zugrunde gelegt.

### 5.1.2 Erfassung des präferierten Ansatzes des Modelllernens

Gemäß der ersten Hypothese gilt es zu erfassen, ob die befragten Geographielehrkräfte Modelle häufiger im Rahmen des induktiven oder deduktiven Ansatzes des Modelllernens einsetzen. Diese Differenzierung lässt sich relativ einfach mit einer entsprechenden dichotomen Filter- bzw. Auswahlfrage erfassen (Abb. 27).

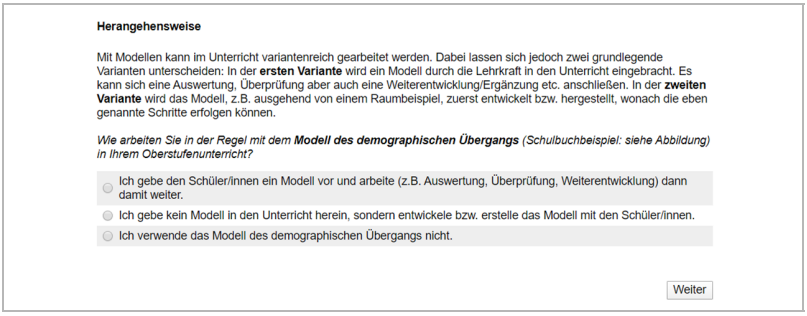



Abb. 27: Filterfrage - deduktiver vs. induktiver Ansatz des Modelllernens (eigene Darstellung)

Die Lehrkräfte sollen sich für den, von ihnen normalerweise durchgeführten Ansatz entscheiden und bekommen nur die Items präsentiert, die mögliche Einsatzfacetten im Rahmen des gewählten Ansatzes abbilden – d. h. entweder diejenigen zur Modellentwicklung oder zur -auswertung plus die weiteren Items zur Modellanwendung und zur Metareflexion über Modelle an sich. Dies bringt einen forschungsökonomischen Vorteil mit sich. Da nur die jeweils relevanten Items präsentiert werden, verkürzt sich der relativ lange Fragebogen und es kommt zu weniger Abbrüchen. Zudem dürfte bei der Fokussierung auf einen Ansatz die Ergebnisse valider sein.

### 5.1.3 Herleitung der Facetten des Modelleinsatzes

Auf Basis der literaturbasierten Erläuterungen des Kapitels 2.3 zum Modelleinsatz im Geographieunterricht, das in einer Grunddimensionierung des Modelleinsatzes mündete (Kapitel 2.3.5; Abb. 21) wurden die im Kapitel aufgeführten Tätigkeiten, Schritte bzw. Einsatzfacetten synoptisch, im Sinne einer induktiven Kategorienbildung (MAYRING 2008), zusammengefasst. Dies ermöglichte es, die Facetten des Modelleinsatzes zu identifizieren, charakterisieren und sie durch Operatoren zu kennzeichnen. Ergänzend wurde zudem Aufsätze aus der nationalen und internationalen Naturwissenschaftsdidaktik berücksichtigt (JUSTI, GILBERT 2006; UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010). Innerhalb der geographiedidaktischen Literatur werden neben den genuin modellorientierten Beiträgen auch einige Beiträge zum Einsatz von Karten (HEMMER et al. 2010; WALLERT 1993) herangezogen, da anzunehmen ist, dass Lehrerinnen und Lehrer sich beim Einsatz von Modellen an allgemeinen Herangehensweisen der Medienauswertung orientieren und die Karte das zentrale geographische Medium ist. Zudem ist der Karteneinsatz im Geographieunterricht differenziert dokumentiert und hat eine hohe inhaltliche Kompatibilität mit dem Modelleinsatz. Aufgrund seiner praktischen Relevanz fanden die Ausführungen des Kernlehrplans Geographie (NRW) ebenfalls Berücksichtigung (Kapitel 2.2.4).
Die folgenden drei tabellarischen Übersichten (Abb. 31-33) stellen als Ergebnis der Synopse die relevanten Facetten getrennt nach den grundlegenden Dimensionen des Modelleinsatzes dar.

| Modellauswertung | | Modellbildung | | Modellanwendung | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Skalen** | **Orientierung** | **(Dekodieren)** | **Modelle beschreiben** | **Modelle erklären** | **Modelle beurteilen** |
| Köck 1978 | - | - | Erkenntnis von Strukturen | Gewinnung von Einsichten | Überprüfung der Gültigkeit an der Realität |
| Engelhardt 1979 | - | - | (Vor-)Geben von Modellen | | Zuordnung von Objekten |
| Birkenhauer 1979 | - | - | Modell in Hauptzügen erläutern | | Bewertung/Überprüfung |
| Birkenhauer 1995 | - | - | Erkennen von Grund-strukturen | Interpretierend erschließen | Richtigkeit und Stimmigkeit prüfen |
| Upmeier zu Belzen & Krüger 2010 | - | - | Beschreiben | Erklären | Modellobjekt testen, Modell von etwas testen |
| Hemmer u.a. 2010 | . | Dekodieren | Beschreiben | Erklären | Beurteilen (Inhalt/Grafik) |
| Wallert 1993 | Orientierung | - | Beschreibung | Erklärung | Wertung |
| MSW NRW 2014 (Kernlehrplan) | - | - | Kernaussagen herausarbeiten | | Überprüfen Kernaussagen/mit konkr. Raumbeispielen vergl. |

Abb. 28 | Synopse der Facetten des Modelleinsatzes im Rahmen der Modellauswertung (eigene Darstellung)

| Modellauswertung | Modellbildung | | | Modellanwendung | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Skalen** | **Planung** | **Datenanalyse** | **Modelle erstellen** | **eigene Modelle erklären** | **Modell testen** | **Modelle ändern** |
| Köck 1978 | - | Datenbeschaffung, und -aufbereitung | Synthese zum empirischen Modell | Erklärung der Daten | Wertung des Modells | Modifizierung des Modells |
| Köck 1980, 1985b | Frage und Hyp. entwickeln | Datenerfass. und -analyse | Abbildung im Modell | Erklärung des Modells | Modell überprüfen; verifizieren | - |
| Engelhardt 1979 | - | logische Struktur erkennen | logische Struktur abbilden | Erklärung der logischen Struktur | Zuordnung von Objekten | - |
| Birkenhauer 1979 | Auffälligwerden einer Sache | Beobachten, Fest-halten, Ordnen und Vergleich v. Daten | Formulieren einer modellhaften Einsicht | - | Bewertung/Überprüfung | Modifizierung |
| Birkenhauer 1995 | Gewinnung des Modells | | | Erklärung des Modells | Überprüfung des Modells | Modifizierung des Modelles |
| Upmeier zu Belzen & Krüger 2010 | - | - | - (~Alternative Modelle) | Erklären | Modell von und für etwas testen | Modell ändern |
| Justi & Gilbert 2006 | Zweck festlegen | erfahrungs- oder datenorientierte Entwicklung des Modells | | - | Testen des Modells | Modifikation des Modells |
| MSW NRW 2014 (Kernlehrplan) | komplexe geographische Information graphisch darstellen | | | - | Bewertung von Modellen | - |

Abb. 29 | Synopse der Facetten des Modelleinsatzes im Rahmen der Modellbildung (eigene Darstellung)

| Modellauswertung | Modellbildung | Modellanwendung |
|---|---|---|
| **Skalen** | **Modellprognose** | **Modelltransfer** |
| HEMMER u.a. 2010 | - | - |
| BIRKENHAUER 1979 | Prognose | Anwenden auf unbekannte Gegebenheiten |
| BIRKENHAUER 1995 | - | Wiedererkennen der Grundform in der Abwandlung |
| KÖCK 1978 | - | Transfer |
| ENGELHARDT 1979 | Projektion; Variieren und Durchspielen | Transfer; Übertragung auf verschiedene Raumsachverhalte |
| UPMEIER ZU BELZEN & KRÜGER 2010 | Prognose | - |
| MSW NRW 2014 (Kernlehrplan) | - | mit Modellen analysieren |

Abb. 30 | Synopse der Facetten des Modelleinsatzes im Rahmen der Modellanwendung (eigene Darstellung)

In allen Dimensionen konnten klar konturierte Kategorien bzw. Facetten/Subskalen gebildet werden. Lediglich die Facetten aus dem Kompetenzmodell von UPMEIER ZU BELZEN und KRÜGER (2010) zeigen einige Schritte bzw. Facetten der Modellbildung nicht auf, was jedoch an der speziellen Konstruktion des Kompetenzmodells liegt (Kapitel 2.2.2). Die Skala „Orientierung“ wurde mitaufgenommen, obwohl sie nur bei WALLERT (1993) Erwähnung findet. Da sie aber eine erste Annäherung an ein Modell im Unterricht darstellt (z. B. Nennen des Titels, Darstellungsform) hat sie unterrichtspraktische Relevanz, was nicht zuletzt durch die Vortests bestätigt wurde.
Die Reflexion über Modelle auf einer Metaebene als vierte Dimension des Modelleinsatzes (Abb. 31) lässt sich anhand der grundlegenden Ansätze der Modellkompetenz bzw. des Modelleinsatzes strukturieren – Modell als Medium und Modell als Methode (s. o.; KÖCK 1978b; MAHR 2008b; SCHUBERT 2013; UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010). Die entsprechenden Skalen lauten „Modellreflexion (Medium)“ und „Modellreflexion (Methode)“.
Einen Gesamtüberblick über alle hergeleiteten Skalen gibt die folgende Abbildung. Eine detaillierte Charakterisierung dieser Skalen mit ihren Teilfacetten findet sich ergänzend im Skalenhandbuch (Download auf der GDF-Website).

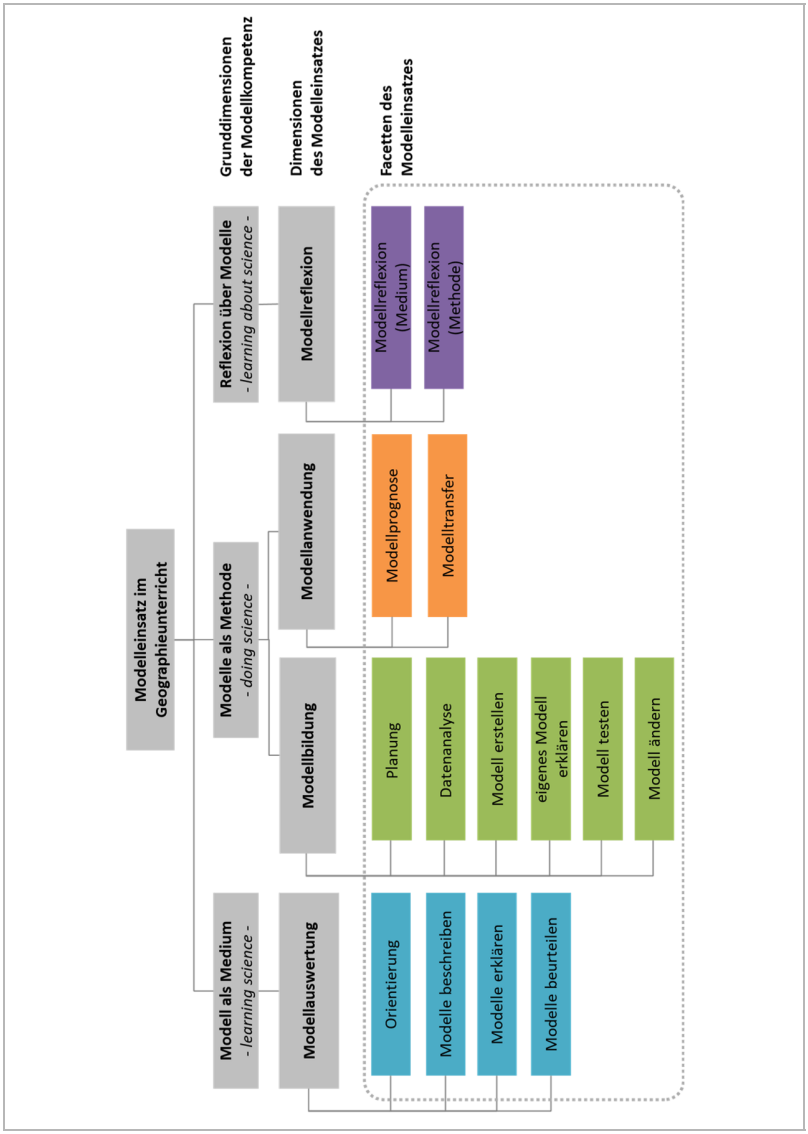



Abb. 31 | Dimensionen und Facetten des Modelleinsatzes im Geographieunterricht (eigene Darstellung)

### 5.1.4 Auswahl geeigneter theoretischer Raummodelle zur Itemkonstruktion

Zur Erstellung mittel-inferenter Items (Kapitel 5.1.5) ist es notwendig, diese möglichst konkret zu formulieren wodurch die Validität erhöht werden soll. Dies erfordert die Items zu den Facetten des Modelleinsatzes mit Bezug auf ein bestimmtes theoretisches Raummodell zu formulieren. Um auf der einen Seite die Untersuchung nicht zu komplex und auf der anderen Seite nicht zu spezifisch zu gestalten, wurden zwei gängige Modelle ausgesucht. Den befragten Lehrkräften wird nach dem Zufallsprinzip jedoch entweder das eine oder das andere Modell und die zugehörigen Items angeboten. Die Beantwortung von Items zum Einsatz von zwei Modellen je Proband wäre deutlich zu umfangreich. Da jedoch das zentrale Konstrukt „Modelleinsatz" im Vordergrund steht, sind die Items für beide Modelle in ihrer Grundidee parallel zu konstruieren, so dass sie in Bezug auf die allgemeine Tätigkeit (z. B. Beschreiben, Ziel festlegen) identisch sind, jedoch in ihrer modellspezifischen Konkretisierung variieren (Kapitel 5.1.5).
Die auszuwählenden Modelle sollten…

- Relevanz in der Qualifikationsphase haben,
- anhand des Lehrplans, ggf. Zentralabiturvorgaben, legitimierbar sein (Lehrplanrelevanz),
- den Probanden vertraut und nicht nur bekannt sein,
- idealerweise sowohl im Leistungskurs als auch im Grundkurs von Bedeutung sein,
- in ihrer Komplexität nicht zu stark variieren, bestenfalls etwa mittlere Komplexität aufweisen,
- und die Breite der unterrichtsrelevanten Modell-Repräsentationsformen (chorographisch/profilartig (= räumlich) sowie indirekter Raumbezug) abdecken.

Nimmt man den aktuellen Kernlehrplan der gymnasialen Oberstufe in NRW (MSW NRW 2014) und die fachlichen Fokussierungen (MSW NRW 2016) als limitierenden Faktor, so kommen lediglich das Wachstumszyklusmodell touristischer Destination (BUTLER 1980), das Modell des demographischen Übergangs (v.a. NOTESTEIN 1945), das Verlaufsmodell der Gentrifizierung (DANGSCHAT 1988) sowie – recht allgemein formuliert – grundlegende Stadtstrukturmodelle in Frage (Tab. 6). Das weit verbreitete Vier- bzw. Drei-Sektoren-Modell (FOURASTIÉ) muss gemäß der Lehrplanvorgaben nur im Leistungskurs unterrichtet werden und scheidet damit aus. Das Wachstumszyklusmodell touristischer Destination (Anlage 01) hat als recht einfach gestaltetes Phasenmodell mit einem Kennwert (Anzahl der Touristen) bzw. Graphen eine recht geringe graphische Komplexität und auch eine inhaltlich eher geringe Komplexität. Hierdurch ist es vor dem Hintergrund der aufgestellten Kriterien für einen Einsatz im Rahmen der Befragung nicht geeignet.

Tab. 6 | Übersicht über die abiturrelevanten Modelle der Qualifikationsphase (MSW NRW 2016, 2014)

| Angaben KLP und Fokussierungen | mögliche Autoren/ Varianten | Komplexität | Darstellung |
|---|---|---|---|
| **Grund- und Leistungskurs** | | | |
| „grundlegende Stadtentwicklungsmodelle“<br>• Kreis-/Sektoren-/Mehrkernmodell<br>• europäische/deutsche Stadt<br>• angloamerikanische Stadt | <br>BURGESS 1925,1929; HOYT 1939; HARRIS/ULLMANN 1945<br>diverse<br>v. a. HAHN 2002, KLOHN/WINDTHORST 1998 | <br>niedrig bis mittel<br>hoch<br>mittel bis hoch | <br>räuml. Modell<br>räuml. Modell<br>räuml. Modell |
| • Verlaufsmodell der Gentrifizierung | v. a. DANGSCHAT 1998 | mittel | Verlaufsmodell |
| • Wachstumszyklusmodell touristischer Destination | BUTLER 1980 | niedrig | Verlaufsmodell |
| • Modell des demographischen Übergangs | v. a. NOTESTEIN 1945, BÄHR et al 1992 | mittel | Verlaufsmodell |
| **ergänzend im Leistungskurs** | | | |
| „Modelle der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Veränderung“<br>• Modell der Langen Wellen<br>• Drei-Sektoren-Modell<br>• Modell des Produktlebenszyklus | <br>v. a. KONDRATIEFF 1926<br>FOURASTIÉ 1954/1969<br>VERNON 1966 | <br>niedrig bis mittel<br>mittel<br>niedrig | <br>Verlaufsmodell<br>Verlaufsmodell<br>Verlaufsmodell |
| Kulturraumspezifische Stadtentwicklungsmodelle<br>• europäische/deutsche Stadt]<br>• [angloamerikanische Stadt]<br>• lateinamerikanische Stadt | <br>diverse<br>v. a. HAHN 2002, KLOHN/WINDTHORST 1998<br>v. a. BORSDORF, BÄHR & JANOSCHKA 2002 | <br>hoch<br>mittel bis hoch<br>hoch | <br>räuml. Modell<br>räuml. Modell<br>räuml. Modell |
| „verschiedene Modelle zur raumzeitlichen Entwicklung des Tourismus“<br>• [Wachstumszyklusmodell touristischer Destination]<br>• Vier-Phasen-Modell der raumzeitlichen Entfaltung der Tourismuswirtschaft | <br>BUTLER 1980<br><br>VORLAUFER 1996, 2003 | <br>niedrig<br><br>mittel bis hoch | <br>Verlaufsmodell<br><br>räuml. Modell |

Das Modell des demographischen Übergangs, das in seiner ursprünglichen Form auf NOTESTEIN (1945) zurückgeht (Abb. 32), ist ebenfalls ein Phasenmodell und beinhaltet drei demographische Kennwerte, wodurch es eine höhere, d. h. mittlere Komplexität aufweist. In aktuellen Schulbüchern findet sich meist eine Variante, in der der zweite demographische Übergang ergänzt wurde (Abb. 32). Aufgrund seiner mittleren Komplexität und seiner umfänglichen Erfahrung, die die Lehrerinnen und Lehrer mit dem Modell gemacht haben, ist es für die Nutzung in dieser Untersuchung prädestiniert.

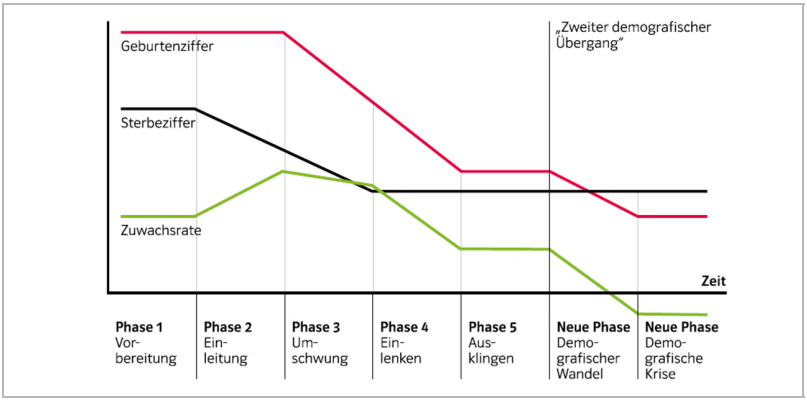



Abb. 32 | Modell des demographischen Übergangs (BOETI et al. 2015, S. 182)

Das Phasenmodell der Gentrifizierung, von dem auch einige Varianten existieren (v. a. DANGSCHAT 1988; ZEHNER 2001, S. 146) weist eine ähnliche Komplexität auf. Die Vorgabe, dieses Modell zu unterrichten entstammt nicht dem Lernlehrplan sondern den Ausführungen zu den Fokussierungen des Kernlehrplans (MSW NRW 2016). Da es seit einiger Zeit in den fokussierten Anforderungen sowie in allen gängigen Schulbüchern enthalten ist, wäre auch der Einsatz dieses Modells denkbar. Dagegen spricht, dass dieses Modell ebenfalls ein Verlaufsmodell ist, jedoch angestrebt wird (s. o.) Modelle mit unterschiedlichen Darstellungsformen auszuwählen.

Diese Anforderung trifft wiederum auf die erwähnten Stadtstrukturmodelle zu, da sie räumliche bzw. chorographische Modelle sind. Im Kernlehrplan und den fokussierten Anforderungen werden sie jedoch nicht genauer spezifiziert. Zieht man als weiteren, unterrichtsnahen Orientierungspunkt aktuelle Qualifikationsphase-Schulbücher (Terra 2014, Mensch und Raum 2014, Diercke Praxis 2015) sowie die etwas älteren Zentralabiturfokussierungen heran, so kommen hier zum einen die klassischen, grundlegenden Stadtmodelle von BURGESS (1925; Kreismodell), HOYT (1939; Sektorenmodell) und HARRIS und ULLMAN (1945; Mehrkernemodell) in Frage, zum anderen die drei klassischen kulturraumspezifischen Modelle: das Modell der deutschen bzw. europäischen Stadt, das Modell der angloamerikanischen Stadt oder das Modell der lateinamerikanischen Stadt. Letzteres wird allerdings traditionell eher im Leistungskursbereich unterrichtet. Die erste Modellgruppe scheidet für die Nutzung im Fragebogen aus, da sie i. d. R. in einem engen Zusammenhang unterrichtet werden (BOETI et al. 2015, S. 131; LATZ 2015, S. 194) und eine differenzierte Erhebung damit zu umständlich und zu speziell wäre.

In der anderen Gruppe finden sich jedoch zwei potentielle Kandidaten. Bezüglich einem Stadtmodell der deutschen bzw. europäischen Stadt ist jedoch

problematisch, dass sich nicht in allen Schulbüchern – und damit vermutlich auch nicht zwingend im Unterricht – ein solches Modell vorzufinden ist und zudem in der unterrichtspraktischen Literatur und den Schulbüchern Modelle von unterschiedlichsten Autoren vorzufinden sind. Diese verschiedenen Modelle weisen jeweils unterschiedliche Modellierungsschwerpunkte auf. So wird bspw. bei SCHOLZ (LATZ 2017, S. 345, 2015, S. 195) ein stärkerer Fokus auf die morphogenetische Entwicklung gelegt und bei WIKTORIN (BETTE, HEMMER 2019a; LATZ 2015, S. 195) ein stärkerer Fokus auf die funktionsräumliche Differenzierung (Anlage 01). Daher ist nicht davon auszugehen, dass eins dieser Modelle dem Gros der Lehrerinnen und Lehrer bekannt ist. Hinzu tritt die Problematik, dass manche Modelle der deutschen Stadt eine enorme Komplexität aufweisen wie bspw. das Stadtstrukturmodell von Wiktorin (BETTE, HEMMER 2019a). Damit scheidet auch die Nutzung eines Modells der deutschen Stadt aus.

Modelle der lateinamerikanischen Stadt sind hingegen in jedem Schulbuch in zahlreichen mehr oder weniger stark inhaltlich und graphisch abgewandelten Varianten vorzufinden. Sie fußen im Wesentlichen auf Arbeiten von BORSDORF und BÄHR und wurden stetig weiterentwickelt (BÄHR 2006; BORSDORF et al. 2002). V.a. die neueren Modelle (BÄHR 2006, S. 539) legen einen starken Fokus auf die innerstädtische Fragmentierung und Migration wodurch die Komplexität erhöht wurde. Einige Modellvarianten zeigen zudem die Entwicklung der lateinamerikanischen Stadt in mehreren Schritten mit jeweils einer eigenen Grafik (BORSDORF et al. 2002, S. 308). Aufgrund der Vielfältigkeit dieser Modelle, ihrer hohen Komplexität und ihrer vorrangingen Nutzung im Leistungskursbereich (s. o.) erfüllen Sie die angeführten Kriterien nicht und sind für den Fragebogen nicht geeignet.

Nimmt man die Modelle der angloamerikanischen Stadt in den Blick, finden sich v. a. die Modelle von HAHN (2002, S. 44; Terra 2014, Diercke Praxis 2015) und KLOHN und WINDHORST (1998, 163f; Mensch und Raum 2014) in den Schulbüchern. Das Modell von KLOHN und WINDHORST (1998) ist etwas älter, legt einen stärkeren Schwerpunkt auf die raumzeitliche Entwicklung und ist ebenfalls umfänglich (fünf Phasen) und recht komplex. Das Modell von HAHN (2002) – von dem mehrere nur leicht modifizierte Varianten existieren – schließt an die schon genannten, klassischen grundlegenden Stadtmodelle an, akzentuiert sie aber, ist nicht derart komplex und hat eine weitere Verbreitung – nimmt man die Schulbücher als Grundlage. Bestätigung fand dies auch im Pretesting. Das Modell wird sowohl im GK als auch im LK breit eingesetzt (Kapitel 6.1). Daher wird dieses Modell als zweites Modell für die Untersuchung ausgewählt.

Ein Einwand, der gegen die Nutzung der beiden ausgewählten Modelle sprechen könnte, ist, dass beide Modelle dezidierter fachlicher Kritik ausgesetzt sind, u. a. aufgrund ihrer historischen und kulturräumlichen Spezifität (demographischer Übergang), des kulturräumlichen Ansatzes (angloamerikanische Stadt) sowie grundsätzlich uneindeutiger Erklärungsansätze (HEINEBERG 2007, S. 75ff, 343ff). Dies trifft aber mithin auf die meisten schulisch relevanten Modelle zu (WIKTORIN

2014a). Zudem lässt sich die Kritik konstruktiv hin zur Förderung der Modellkritik und Metareflexion im Unterricht wenden.

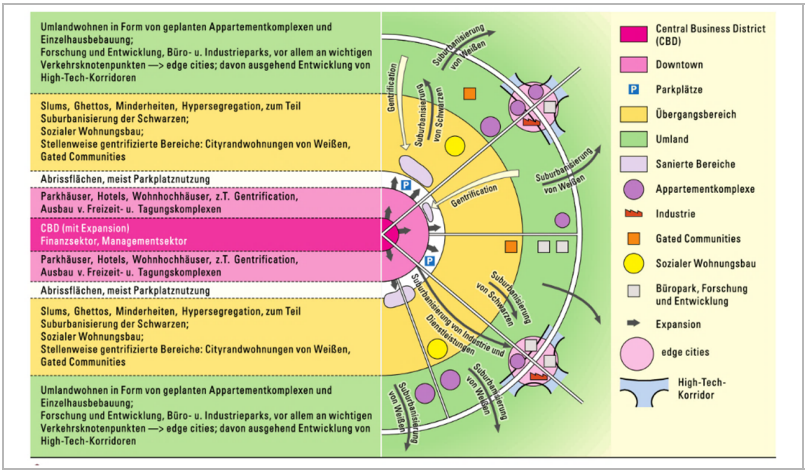



Abb. 33 | Modell der angloamerikanischen Stadt nach HAHN (2002) (BOETI et al. 2015, S. 143)

### 5.1.5 Charakterisierung und Itementwicklung der Subskalen zum Modelleinsatz im Geographieunterricht (AV)

Im nächsten Schritt werden, fußend auf der Herleitung der Facetten des Modelleinsatzes (Abb. 31), die theoretischen Subskalen charakterisiert und die zugehörigen Items als abhängige Variablen formuliert. Des Weiteren werden – entsprechend den Hypothesen – die potentiellen Einflussgrößen als theoretische Subskalen der unabhängigen Variablen formuliert. Hinzu treten Kontroll- und Kontextvariablen, die größtenteils auch als Skalen vorliegen. Zu den Teilbereichen des Messinstruments wurden zu Beginn der Entwicklung des Messinstruments umfängliche Itemlisten angelegt. Auf Basis dieser Itemlisten wurde in einem mehrphasigen Pre-Test-Verfahren die Items für das Messinstrument der Hauptstudie gefiltert, modifiziert und festgelegt.
Die sprachliche Gestaltung der Items orientiert sich dabei grundlegend an den allgemeinen Hinweisen nach BÜHNER (2011, S. 139; Tab. 7). Dabei ist von besonderer Bedeutung, dass die Items sprachlich der Zielgruppe angepasst wurden. Dies ermöglicht es (fach)didaktisches Fachvokabular zu verwenden, was die Itemkonstruktion sowie Dateninterpretation erleichtern und damit die Validität erhöht. Die einzelnen Facetten des Modelleinsatzes sollen mit dem Fragebogen in ihrer Häufigkeit verhaltensnah quantifiziert werden (s. o.). Hierzu eignen sich die bereits

erwähnten sog. „mittel-inferente Items“ (LOTZ 2016, 155f). Mittel-inferente Items liegen auf dem Kontinuum zwischen hoch- und niedrig-inferenten Items. Niedrig-inferente Ratings benötigen kaum interpretative Schlussfolgerung und werden zumeist genutzt, um die Sichtstrukturen von Unterricht zu erfassen (z. B. Codierung der Sozialform). Dies sind oft klar zu erkennende Unterrichtsmerkmale, die einen kurzen Zeitraum betreffen. Hoch-inferente Ratings sind hingegen meist stark interpretative Schätzverfahren von längeren Unterrichtsabschnitten auf einer vordefinierten Skala. Sie werden oft zur Erfassung von Tiefenstrukturen genutzt (z. B. Kognitive Aktivierung), haben einen stärker aggregierenden Charakter und umfassen einen längeren Zeitraum. Als mittel-inferente Verfahren werden Methoden bezeichnet, bei denen zwar auch ein Rating auf einer vordefinierten Skala erfolgt, das zu beurteilende Merkmal, hier die Facetten des Modelleinsatzes, jedoch nicht die ganze Unterrichtsstunde umfasst, sondern ein kürzeres, definiertes Verhalten oder eine einzelne Phase (z. B. Aufgabenstellung). Dabei wird im Gegensatz zum niedrig-inferenten Rating nicht vorab definiert, welcher Skalenwert bei welcher Verhaltensausprägung zu vergeben ist. Der Beurteilende muss aber im Gegensatz zum hoch-inferenten Rating deutlich weniger Einzelereignisse bei seiner Interpretation miteinbeziehen womit die Analyseeinheiten fokussierter sind. Niedrig- und mittel-inferente Verfahren liefern teils sehr detaillierte Aussagen zum Unterrichtsgeschehen und können damit sehr gut zur Beschreibung genutzt werden (LOTZ 2016, 155ff; LOTZ et al. 2013). Die Verhaltensnähe der Items zum Modelleinsatz wird durch eine aufgabenähnliche, operatorengestützte sowie auf eines der beiden Modelle bezogene Formulierung erzielt. Um eine weitere Konkretisierung zu erzielen, wird den Probanden zusätzlich die jeweilige Modellgrafik präsentiert.

Tab. 7 | Hinweise zur Formulierung von Items in schriftlichen Fragebögen (BÜHNER 2011, S. 139)

| | |
|---|---|
| 1. | Begriffe mit mehreren Bedeutungen vermeiden. |
| 2. | Keine doppelten Verneinungen verwenden. |
| 3. | Keine negativ gepolten Items verwenden. |
| 4. | Verallgemeinerungen vermeiden. |
| 5. | Wichtiges sparsam hervorheben. |
| 6. | Keine Abkürzungen verwenden. |
| 7. | Keine Fremdwörter verwenden und wenn, dann kurz erklären. |
| 8. | Zeitspannen genau definieren. |
| 9. | Keine Items verwenden, die zwischen Personen nicht differenzieren. |
| 10. | Für jedes Item prüfen, ob es das Konstrukt abbildet. |
| 11. | Für jedes Item prüfen, ob es für die Zielgruppe angemessen formuliert ist. |
| 12. | Keine gleichlautenden Items in einer Skala verwenden. |
| 13. | Items mit unterschiedlicher Itemschwierigkeit verwenden. |
| 14. | Falls nur Items einer Kategorie verwendet werden sollen, dann für jedes Item prüfen, ob es tatsächlich diese Kategorie (z. B. Einstellungen) misst und keine andere Kategorie (z. B. Verhalten). |
| 15. | Sollen Häufigkeiten möglichst exakt erfasst werden, dann diese konkret erfragen. Bei Verwendung von Kategorien bedenken, dass Personen die Mittelkategorie als durchschnittliche, normale Häufigkeit auffassen. |

***Gestaltung der Ratingskala***

Zur Bewertung der einzelnen Items wird eine vierstufige, LIKERT-ähnliche Skala (MENOLD, BOGNER 2015, S. 8) verwendet. Eine solche Skala ermöglicht eine effiziente Erfassung der Häufigkeit der einzelnen Tätigkeiten. Dabei wurde eine gerade Kategorienanzahl genutzt, da bei der Verwendung einer mittleren bzw. neutralen Kategorie eine Tendenz zur Mitte verstärkt wird und dies zu einer weniger gründlichen Beantwortung führen kann. Dies kann aus Gründen der sozialen Erwünschtheit oder zur Reduktion des kognitiven Aufwandes bei der Entscheidungsfindung v. a. ermüdeter oder unmotivierter Personen (sog. Satisficing-Verhalten) der Fall sein. Die meisten befragten Personen tendieren zu einer Richtung der Skala und würden bei einer fehlenden Mittelkategorie diese auch wählen. Andererseits können Probanden die tatsächlich zu einer Mittelkategorie tendieren diese nicht zum Ausdruck bringen – hierdurch kann also auch ein systematischer Fehler entstehen wodurch sich die Reliabilität und Validität erniedrigen kann (MENOLD, BOGNER 2015, 2, 5f). Auf die Formulierung einer nicht-inhaltlichen Kategorie wie „unklar" oder „weiß nicht" wurde der Empfehlung von MENOLD und BOGNER (2015, 6f) folgend in der Hauptstudie verzichtet. In der Vorstudie wurde sie genutzt, wobei sich zeigte, dass sie wenig genutzt wurde bzw. die so durch die Befragten markierten Items optimiert wurden.

Alle Skalenpunkte wurden gemäß MENOLD und BOGNER (2015, 2f) verbalisiert und eindimensional sowie äquidistant formuliert. Die Polung, d. h. ob die geringste Ausprägung links oder rechts steht hat bei horizontalen Skalenpräsentationen keinen relevanten Effekt (MENOLD, BOGNER 2015, 3f). Im strengen Sinn handelt es sich dabei um ein Ordinalskalenniveau, das jedoch in der Forschungspraxis üblicherweise wie eine Intervallskala bzw. ein metrisches Skalenniveau genutzt wird und Berechnungen des Mittelwerts zulässt (BORTZ, DÖRING 2006, 181f, 224). Zur Verdeutlichung des äquidistanten Maßes und der Skalenpolung (MENOLD, BOGNER 2015, S. 9) wurde zudem als nonverbales Elemente ein Dreieck mit Farbverlauf zwischen Skalenbeschriftung und den Ankreuzpunkten eingefügt:




***Theoretische Subskalen der abhängigen Variablen zum Modelleinsatz***

Die folgenden Items, die nach den theoretischen Subskalen tabellarisch präsentiert werden, sind dem Messinstrument der Hauptstudie entnommen. Sie wurden unter Berücksichtigung der vorherigen Ausführungen formuliert. Da der Einsatz zweier Modelle untersucht werden sollte (Kapitel 5.1.4), wurde bei jedem Item ausgehend von einer grundlegenden Schülerinnen- und Schülertätigkeit im

Umgang mit Modellen zwei inhaltlich identische jedoch für die unterschiedlichen Modelle konkretisierte Items formuliert (s. u.). Aus Gründen der Praktikabilität werden hier nur die Items für das Modell des demographischen Übergangs aufgelistet. Die Teile der Formulierung, die sich bzgl. der zwei Modelle unterscheiden, sind *kursiv* hervorgehoben. Zudem werden die skalenbezogenen Teilfacetten ggf. aufgeführt. Sie ermöglichen es, die theoretische Subskala in ihrer inhaltlichen Breite zu erfassen. Die Items für das Modell der angloamerikanischen Stadt befinden sich im Anhang (Anlagen 02 und 04). Die bei der Itemanalyse (Kapitel 5.4) entfernten Items sind markiert. Im Skalenhandbuch des Vortests (Download auf der GDF-Website) sind auch die Items des quantitativen Vortests in ihrer unbearbeiteten Ursprungsfassung zu finden.

*Modelle auswerten*
*Orientierung*: Die Schülerinnen und Schüler verschaffen sich als Einführung einen grundlegenden Überblick über das Modell. Dabei kann der Titel des Modells, der Autor, die Darstellungsform, der Entstehungskontext etc. benannt werden (WALLERT 1993).

Tab. 8 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Orientierung“

| Item-ID | Wortlaut \| In meinem Geographieunterricht... | Teilfacette |
|---|---|---|
| MA_Ori01 | ...kennzeichnen die Schüler/innen vor der Auswertung das Modell als *Kurvendiagramm*. | - |
| MA_Ori02 | ...nennen die Schüler/innen vor der Auswertung überblicksartig die dargestellten demographischen Kennwerte (u. a. Zuwachsrate, Geburtenrate). | - |
| MA_Ori03 | ...nennen die Schüler/innen zu Beginn der Arbeit mit dem Modell dessen Titel. | - |

*Modelle beschreiben*: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die Elemente, Strukturen, Prozesse und die damit einhergehenden Regelhaftigkeiten, die im Modell repräsentiert werden. In Anlehnung an das Ludwigsburger Modell (HEMMER et al. 2010) und Ausführungen zum Modelleinsatz (u. a. BIRKENHAUER 1995; KÖCK 1995, 1985b) lassen sich folgende Aspekte näher fokussieren und ausdifferenzieren: Beschreibung von dargestellten Einzelaspekten, chorographisch oder nicht chorographisch repräsentierte Raumstrukturen oder anderen nicht räumlich manifestierten (System-)Elemente sowie zeitliche Entwicklungen bzw. Prozesse. Dabei liegt der Fokus auf der Auswertung des Modells an sich bzw. dessen Cargo, nicht auf dem zugrundeliegenden Original.

Tab. 9 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Modelle beschreiben“

| Item-ID | Wortlaut \| In meinem Geographieunterricht... | Teilfacette |
|---|---|---|
| MA_Bes01 | ...beschreiben die Schüler/innen die *Zu- und Abnahme der Zuwachsrate.* | Elemente |
| MA_Bes02 | ...beschreiben die Schüler/innen in jeder *Phase (z. B. Einlenkphase) die Ausprägung der demographischen Werte (z. B. Sterbeziffer, Geburtenrate).* | Elemente |
| MA_Bes03 | ...beschreiben die Schüler/innen *die Entwicklung der einzelnen demographischen Kennwerte (z. B. Geburten- und Sterbeziffer).* | Elemente |
| MA_Bes04 | ...beschreiben die Schüler/innen die im *Diagramm* aufgezeigten Regelhaftigkeiten *im demographischen Übergang (z. B. der im Vergleich zur Sterberate zeitversetzte Rückgang der Geburtenziffer).* | Regelhaftigkeiten |

*Modelle erklären*: Die Schülerinnen und Schüler erklären theoriebezogen im Modell repräsentierte räumliche Regelhaftigkeiten. In Anlehnung an das Ludwigsburger Modell (HEMMER et al. 2010) und Ausführungen zum Modelleinsatz (BIRKENHAUER 1995; KÖCK 1995, 1985b) lassen sich folgende Aspekte näher fokussieren und ausdifferenzieren: Aufzeigen von Relationen zwischen (System-)Elementen bzw. nomologischen Gesetzlichkeiten (KÖCK 1995); Erklärung vorgefundener Gesetzlichkeiten mit modellinterner, v. a. jedoch externer Information in Form fachlicher Theorien u. ä. Dabei kann zum einen auf das mehr oder weniger wissenschaftsorientierte Vorwissen oder auf ergänzend eingebrachte fachliche Theorien oder Zusatzinformationen zurückgegriffen werden.

Tab. 10 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Modelle erklären“

| Item-ID | Wortlaut \| In meinem Geographieunterricht... | Teilfacette |
|---|---|---|
| MA_Erk01⁺ | ...erklären die Schüler/innen *die Zunahme der Zuwachsrate in der Einleitungsphase (Phase 2)* durch eine gleichbleibende Geburtenrate bei abnehmender Sterbeziffer. | modellint. Information |
| MA_Erk02 | ...nutzen die Schüler/innen ergänzende Informationen über den *gesellschaftlichen Wandel (z. B. Bedeutung von Kindern, Steigerung des Lebensstandards)* um den *Rückgang der Geburtenziffer* zu erklären. | modellext. Information |
| MA_Erk03 | ...nutzen die Schüler/innen Hintergrundinformationen über den *medizinischen Fortschritt etc.*, um *die Abnahme der Sterbeziffer* zu erläutern. | modellext. Information |
| MA_Erk04 | ...erklären die Schüler/innen die dargestellten Zusammenhänge zwischen *Wachstumsrate, Sterbe- und Geburtenziffer etc.,* indem sie die Werte aufeinander beziehen. | modellint. Information |

*Anmerkung.* ⁺ = Item nach Itemanalyse entfernt

*Modelle beurteilen:* Die Schülerinnen und Schüler prüfen ein vorgegebenes Modell. Diese Skala fokussiert auf das durch die Lehrkraft deduktiv eingebrachte Modell (*Modell von etwas*). Bei der Modellauswertung erfolgt oft eine sog. Modellkritik im Anschluss an die Erklärung/Beschreibung, bei der Modelle ebenfalls geprüft

werden. Dabei können drei Beurteilungsaspekte ausdifferenziert werden, die sich sowohl in der Modelldidaktik benachbarter Fächer (KATTMANN 2008) als auch in der Kartendidaktik (HÜTTERMANN 2012a) wiederfinden: Die Zweckangemessenheit, die Datenangemessenheit und die Angemessenheit der Darstellung. Im Fokus steht jedoch zumeist die inhaltliche Dimension des Modells. Die graphische Dimension findet selten explizite Berücksichtigung.

Tab. 11 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Modell beurteilen“

| Item-ID | Wortlaut \| In meinem Geographieunterricht... | Teilfacette |
|---|---|---|
| M_Prü01 | ...überprüfen die Schüler/innen aus dem Modell abgeleitete Vermutungen über reale *demographische Entwicklungen* durch entsprechende Daten. | Datenangemessenheit |
| M_Prü02 | ...erörtern die Schüler/innen die Grenzen des Modells, wie z. B. *sein Fokus auf Industrieländer, Ausblenden von Migration und weiteren Einflussfaktoren (z. B. Sozialer Wandel).* | Zweckangemessenheit |
| M_Prü03 | ...diskutieren die Schüler/innen auf einer allgemeinen Ebene, inwiefern das Modell grundsätzlich geeignet ist, *die demographischen Entwicklungen von Ländern* zu beschreiben bzw. zu erklären. | Zweckangemessenheit |
| M_Prü04 | ...hinterfragen die Schüler/innen die Gestaltung des *Diagramms (z. B. seine Farbgebung, Ungenauigkeit der linienhaften Darstellung von Geburten- und Sterberaten).* | graphische Angemessenheit |
| M_Prü05 | ...überprüfen die Schüler/innen das Modell, indem sie es mit konkreten *demographischen Daten mindestens eines Landes* vergleichen. | Datenangemessenheit |

*Modellbildung*

Die Modellbildung lässt sich in den folgenden idealtypischen Schritten zusammenfassen: Die Schülerinnen und Schüler erfassen (ggf.) und analysieren ausgehend von einer Fragestellung etc. raumbezogene Daten, um räumliche Gesetzlichkeiten zu identifizieren und diese in einem Modellobjekt (Modellgrafik) zu repräsentieren, welches anschließend theoriebasiert erklärt wird. Im Anschluss wird das so entwickelte Modell an der Realität überprüft und ggf. abgeändert/weiterentwickelt. Dieser Prozess der Modellbildung ist prinzipiell als zirkulär anzusehen (JUSTI, GILBERT 2002a; KÖCK 1985b, 1978a; UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010), variantenreich und wird als induktiv gekennzeichnet (BIRKENHAUER 1979; KÖCK 1978b; WIKTORIN 2014b).

*Planung*: Jedes Modell wird ausgehend von einem Zweck bzw. Ziel und nach einem bestimmten Ablaufschema entwickelt, überprüft und ggf. weiterentwickelt (JUSTI, GILBERT 2002a). Die Schülerinnen und Schüler planen daher die Entwicklung eines Modells, indem u. a. eine Leitfrage festgelegt wird, der Zweck des Modells benannt und weitere Schritte (Datenrecherche und ggf. -erfassung, deren Aufbereitung etc.) geplant werden.

Tab. 12 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Planung“

| Item-ID | Wortlaut \| In meinem Geographieunterricht... | Teilfacette |
|---|---|---|
| ME_Plan01 | ...erfolgt zu Beginn eine Verständigung mit den Schüler/innen über die Intention des zu entwickelnden Modells. | Ziel |
| ME_Plan02 | ...wird das Vorgehen bei der Entwicklung des Modells mit den Schüler/innen abgestimmt (z. B. *Auswahl geeigneter Länder und entsprechende Daten*). | Schritte |
| ME_Plan03 | ...planen die Schüler/innen, in welchen Arbeitsschritten das Modell entwickelt werden soll. | Schritte |
| ME_Plan04 | ...wird zu Beginn der Modellentwicklung eine Leitfrage o. ä. festgelegt (z. B. *Wie lässt sich die Bevölkerungsentwicklung von Industrieländern modellhaft darstellen*?). | Ziel |

*Datenanalyse*: Die Schülerinnen und Schüler ermitteln zielbezogen Daten eines konkreten Raums und werten diese aus, um geographische Regelhaftigkeiten zu identifizieren. Hierbei werden aus dem Datenmaterial Raumgesetzlichkeiten identifiziert/abstrahiert und anschließend entsprechend visualisiert. Modelle, die so entstehen haben daher eine systematisch-empirische Fundierung. Entfällt diese Phase im Modellierungsprozess, so haben die so entwickelten Modelle einen deutlich stärker hypothetischen Charakter. Entweder werden sie dann auf Basis unsystematisch-intuitiver Alltagserfahrung induktiv gewonnen oder deduktiv gebildet (u. a. KÖCK 1985b; WIKTORIN 2014b), d. h. aus einer Theorie abgeleitet.

Tab. 13 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Datenanalyse“

| Item-ID | Wortlaut \| In meinem Geographieunterricht... | Teilfacette |
|---|---|---|
| ME_DaAn01 | ...gebe ich den Schüler/innen zur Modellentwicklung *Daten zur Entwicklung der Sterberate und Geburtenziffer beispielhafter Länder*. | - |
| ME_DaAn02 | ...beschreiben die Schüler/innen vor dem Zeichnen des Modells an mindestens einem konkreten Raumbeispiel (z. B. Deutschland, Frankreich) die *Zu- und Abnahme der Zuwachsrate*. | Beschreibung |
| ME_DaAn03 | ...beschreiben die Schüler/innen, bevor sie das Modell zeichnen, anhand *konkreter demographischer Daten ausgewählter Länder den jeweiligen Verlauf der Geburten- und Sterberate*. | Beschreibung |
| ME_DaAn04⁺ | ...identifizieren die Schüler/innen Gemeinsamkeiten in *der demographischen Entwicklung ausgewählter Länder (z. B. beginnende Zu- und spätere Abnahme der Zuwachsrate*). | Abstraktion |
| ME_DaAn05 | ...verallgemeinern die Schüler/innen aus den *Daten konkreter Länder (z. B. Geburtenziffern, Sterberate)* Aussagen über *den demographischen Übergang*, bevor sie das Modell zeichnen. | Abstraktion |

*Anmerkung.* ⁺ = Item nach Itemanalyse entfernt

*Modelle erstellen*: Die Schülerinnen und Schüler erstellen auf Basis der Datenanalyse ein i. d. R. graphisches Modellobjekt. In dieser Skala steht der Fokus auf Visualisierung des Modells bzw. der Herstellung des Modellobjekts bspw. in

graphischer Form (KÖCK 1985b, 1978b). Die im vorherigen Schritt vorgefundene Regelhaftigkeit wird also in eine Modellgrafik überführt. In einigen Schemata zum Modellbildungsprozess wird die diesem Schritt vorausgehende Phase der mentalen Modellbildung separat ausgewiesen (u. a. JUSTI, GILBERT 2006). Da diese jedoch rein mentaler Natur und Voraussetzung für die Herstellung eines Modellobjekts ist, sie folglich darin aufgeht, wird sie hier nicht in Form einer Skala separat dargelegt.

Tab. 14 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Modelle erstellen“

| Item-ID | Wortlaut \| In meinem Geographieunterricht... | Teilfacette |
|---|---|---|
| ME_MoHer01⁺ | ...beschriften die Schüler/innen die *in ihr Modell eingezeichneten Kurven der demographischen Kennwerte*. | - |
| ME_MoHer02* | ...zeichnen die Schüler/innen die *zwei Achsen des Diagramms*. | - |
| ME_MoHer03* | ...zeichnen die Schüler/innen den *idealtypischen Verlauf der Geburtenrate in ein Achsendiagramm*. | - |
| ME_MoHer04 | ...unterteilen die Schüler/innen ihr selbst erstelltes Diagramm durch das Einzeichnen *senkrechter Trennlinien in unterschiedliche Phasen des demographischen Übergangs*. | - |
| ME_MoHer05* | ...wird die *typische Entwicklung der Sterberate von meinen Schüler/innen in ein Achsendiagramm* eingetragen. | - |
| ME_MoHer06 | ...zeichnen die Schüler/innen ein *Diagramm*, das die idealtypische *Entwicklung der demographischen Kennwerte (z. B. Geburten- und Sterbeziffer)* aufzeigt. | - |

*Anmerkung*. * = nach dem Vortest neu hinzugefügtes Item, ⁺ = Item nach Itemanalyse entfernt

*Eigene Modelle erklären*: Nach der stärker konstruktiv ausgerichteten Modellentwicklung folgt im idealtypischen Ablauf der Modellbildung die Phase der Erklärung identifizierter Regelhaftigkeiten mittels einer adäquaten Theorie (KÖCK 1985b), wenngleich in einigen Ausführungen zum Modellierungskreislauf diese Phase nicht explizit erwähnt wird (BIRKENHAUER 1979). In Anlehnung an das Ludwigsburger Modell (HEMMER et al. 2010) und Ausführungen zum Modelleinsatz (BIRKENHAUER 1995; KÖCK 1995, 1985b) lassen sich folgende Aspekte näher ausdifferenzieren: Erklärung vorgefundener Gesetzlichkeiten mit modellinterner, v. a. jedoch externer Information in Form fachlicher Theorien. Dabei kann zum einen auf das mehr oder weniger wissenschaftsorientierte Vorwissen oder auf ergänzend eingebrachte fachliche Theorien oder Zusatzinformationen zurückgegriffen werden.

Tab. 15 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „eigene Modelle erklären“

| Item-ID | Wortlaut \| In meinem Geographieunterricht... | Teilfacette |
|---|---|---|
| ME_MoErk01 | ...erklären die Schüler/innen die *modellierten* Zusammenhänge zwischen *Wachstumsrate, Sterbe- und Geburtenziffer etc* , indem sie *die Werte* aufeinander beziehen. | modellint. Information |
| ME_MoErk02 | ...nutzen die Schüler/innen Hintergrundinformationen über den *medizinischen Fortschritt etc* , um *die in ihren Modellen dargestellte Abnahme der Sterbeziffer* zu erläutern. | modellext. Information |
| ME_MoErk03⁺ | ...erklären die Schüler/innen *die modellierte Zunahme der Zuwachsrate in der Einleitungsphase (Phase 2)* durch *eine gleichbleibende Geburtenrate bei abnehmender Sterbeziffer* | modellint. Information |
| ME_MoErk04 | ...nutzen die Schüler/innen ergänzende Informationen über den *gesellschaftlichen Wandel (z. B. Bedeutung von Kindern, Steigerung des Lebensstandards)* um *den Rückgang der Geburtenziffer im entwickelten Modell* zu erklären. | modellext. Information |

*Anmerkung.* ⁺ = Item nach Itemanalyse entfernt

*Modelle testen*: Diese Skala fokussiert auf das durch die Schülerinnen und Schüler entwickelte Modell (Birkenhauer 1979; Köck 1978a). Bei elaborierten Modellierungskreisläufen erfolgt nach der induktiven Modellentwicklung die Prüfung des oft an lediglich einem Raumbeispiel gewonnenen Modells anhand weiterer Daten resp. anderer Räume. Es können – wie beim deduktiven Ansatz – drei Beurteilungsaspekte ausdifferenziert werden: Die Zweckangemessenheit, die Datenangemessenheit und die Angemessenheit der Darstellung. Im Fokus steht jedoch zumeist die inhaltliche Dimension des Modells. So finden sich in den gängigen Ausführungen zum Modellierungsprozess, v. a. Hinweise auf die Prüfung der Datenangemessenheit – die inhaltliche Prüfung des Modells an der Realität (Köck 1978b). Die graphische Dimension findet selten explizite Berücksichtigung.

Tab. 16 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Modelle testen“

| Item-ID | Wortlaut \| In meinem Geographieunterricht... | Teilfacette |
|---|---|---|
| ME_Prü01 | ...überprüfen die Schüler/innen aus *ihrem* Modell abgeleitete Vermutungen über reale *demographische Entwicklungen* durch entsprechende Daten. | Datenangemessenheit |
| ME_Prü02 | ...erörtern die Schüler/innen die Grenzen des Modells, wie z. B. *sein Fokus auf Industrieländer, Ausblenden von Migration und weiteren Einflussfaktoren (z. B. Sozialer Wandel).* | Zweckangemessenheit |
| ME_Prü03 | ...diskutieren die Schüler/innen auf einer allgemeinen Ebene, inwiefern das *entwickelte* Modell grundsätzlich geeignet ist, *die demographischen Entwicklungen von Ländern* zu beschreiben bzw. zu erklären. | Zweckangemessenheit |
| ME_Prü04 | ...hinterfragen die Schüler/innen die Gestaltung des *entwickelten Diagramms (z. B. seine Farbgebung, Ungenauigkeit der linienhaften Darstellung von Geburten- und Sterberaten).* | graphische Angemessenheit |
| ME_Prü05 | ...überprüfen die Schüler/innen *das erstellte* Modell, indem sie es mit konkreten *demographischen Daten mindestens eines Landes* vergleichen. | Datenangemessenheit |

*Modelle ändern*: Die Schülerinnen und Schüler überarbeiten ein vorgegebenes oder selbst entwickeltes Modell ausgehend von seiner Beurteilung bzw. Prüfung in inhaltlicher und/oder graphischer Hinsicht. Die Modifikation des Modells kann sich zum einen auf die graphische Gestaltung aber auch auf die inhaltliche Dimension (Daten, Zweck) beziehen und deren Korrespondenz. Hierdurch wird das Modell im Hinblick auf die Passung zu Daten und Zweck optimiert, um v. a. seine Erklärungsmächtigkeit zu steigern. Dabei können die hier im Mittelpunkt stehenden Modelle die zuvor selber entwickelten Modelle oder auch deduktiv in den Unterricht eingebrachte Modelle sein (BIRKENHAUER 1979). Als Einzelitem wurde zudem aufgrund ihrer herausragenden Relevanz eine Tätigkeit im Rahmen des Modellierungszyklus erfasst, die an der Schnittstelle des Testens und Änderns (KRELL, KRÜGER 2016) steht (ME_EI03_TestÄnd): „In meinem Unterricht ändern die Schüler/innen ihr Modell aufgrund seiner Überprüfung an der Realität".

Tab. 17 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Modelle ändern"

| Item-ID | Wortlaut \| In meinem Geographieunterricht... | Teilfacette |
|---|---|---|
| M_Änd01 | ...optimieren die Schüler/innen die graphische Darstellung *des (von ihnen) erstellten Diagramms*, z. B. indem sie Beschriftungen hinzufügen (z. B. *Zeitangaben, Einheiten*). | - |
| M_Änd02 | ...ändern die Schüler/innen *das/ihr* Diagramm aufgrund neuer Erkenntnisse (z. B. *Erweiterung um den zweiten demographischen Übergang)*. | - |
| M_Änd03 | ...verändern die Schüler/innen den Inhalt *des/ihres* Modells. | - |
| M_Änd04 | ...wird das *Diagramm* von den Schüler/innen graphisch verändert. | - |

*Anmerkung.* Die Itemformulierung wurde in Abhängigkeit vom gewählten Ansatz des Modelllernens leicht angepasst

*Modelle anwenden*

*Modelltransfer*: Die Schülerinnen und Schüler transferieren Raummodelle auf unbekannte Räume mit einem gleichen oder verwandten Sachverhalt, um dortige Sachverhalte zu erschließen. Bei dieser Art des Modelleinsatzes wird die besondere Eigenart allgemeiner Raummodelle genutzt, nicht nur räumlich Singuläres abzudecken, sondern durch die in ihnen enthaltenen allgemeingeographischen und damit übertragbaren Kalküle (s. o.) gleiche oder ähnliche Sachverhalte in unterschiedlichen Räumen zu erschließen (ENGELHARDT 1979; KÖCK 1985a, 1985b, 1978b; WIKTORIN 2014b). Dafür sind identische/ähnliche Elemente im neuen Raumsachverhalt wiederzuerkennen und diese anschließend auf Basis der im Modell enthaltenen Gesetzlichkeit und der dahinterstehenden Theorie zu erläutern. Dabei werden Unterschiede zwischen Modell und Realität deutlich, an denen die Modellbeurteilung und -modifikation ansetzen kann (KÖCK 1978b). In der fachdidaktischen

Literatur wird diese spezielle Art des Transfers als „räumlicher Transfer“ bezeichnet (RINSCHEDE 2007).

Tab. 18 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Modelltransfer“

| Item-ID | Wortlaut \| In meinem Geographieunterricht... | Teilfacette |
|---|---|---|
| M_Tran04 | …nutzen Schüler/innen *demographische Daten eines konkreten Landes*, um diese in Bezug zum *entwickelten* Modell zu setzen. | In-Bezug-setzen |
| M_Tran02 | …ordnen die Schüler/innen ein konkretes Land anhand von *Bevölkerungsdaten (z. B. Sterbeziffern, Bevölkerungswachstum)* in *ihr/das* Modell ein. | In-Bezug-setzen |
| M_Tran03 | …wenden die Schüler/innen *ihr/das* Modell an, um *demographische Entwicklungen in zuvor nicht thematisierten Ländern* zu erläutern. | Erläutern |
| M_Tran01 | …erklären die Schüler/innen mit Hilfe ihres modellbezogenen Wissens *demographische Entwicklungen in konkreten Ländern.* | Erläutern |

*Anmerkung*. Die Itemformulierung wurde in Abhängigkeit vom gewählten Ansatz des Modelllernens leicht angepasst

*Modellprognose*: Die Schülerinnen und Schüler prognostizieren modellbasiert zukünftige Entwicklungen von ggf. auch konkreten Räumen mit gleichartigen oder ähnlichen Sachverhalten. Die Vorhersage kann zum einen prospektiv auf die zukünftige zeitliche Entwicklung fokussiert werden und dabei auf einen konkreten Raum als auch die allgemeine Entwicklung bezogen sein. Es können jedoch auch aus dem allgemeinen Modell Vorhersagen über den Zustand bzw. die vergangene Entwicklung (retrospektiv) in einem konkreten Raum erfolgen. Beides kann sich auf einzelne Elemente/Raumstrukturen fokussieren als auch auf Zusammenhänge.

Tab. 19 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Modellprognose“

| Item-ID | Wortlaut \| In meinem Geographieunterricht... | Facette |
|---|---|---|
| M_Pro01 | …äußern die Schüler/innen auf Basis *ihres/des* Modells Vermutungen über *das Aussehen einer möglichen, sich anschließenden „6. Phase“ der demographischen Entwicklung*. | zeitbezogen |
| M_Pro02 | …formulieren die Schüler/innen mit Hilfe *ihres/des* Modells begründete Vermutungen zur weiteren *demographischen* Entwicklung *eines konkreten Landes*. | zeitbezogen |
| M_Pro03 | …entwickeln die Schüler/innen auf Basis *ihres/des* Modells an der Realität zu überprüfende Vermutungen über *demographische Entwicklungen.* | raumbezogen |
| M_Pro04 | …nutzen die Schüler/innen *ihr/das* Modell, um Tendenzen in der *demographischen* Entwicklung *einzelner Länder* aufzuzeigen. | zeitbezogen |

*Anmerkung*. Die Itemformulierung wurde in Abhängigkeit vom gewählten Ansatz des Modelllernens leicht angepasst

*Reflexion über Modelle*

*Modellreflexion (Medium):* Die Schülerinnen und Schüler reflektieren über Modelle hinsichtlich ihres Charakters als Repräsentant von geographischen Regelhaftigkeiten bzw. Theorien. Dies bezieht sich v. a. auf die grundlegenden Kennzeichen von Modellen als Medien bzw. Repräsentationen (Modell von etwas), wie sie sich u. a. auch in der allgemeinen Modelltheorie nach STACHOWIAK (1973) – Abbildungsmerkmal (A), Verkürzungsmerkmal (V), Pragmatismusmerkmal (P) – wiederfinden, aber auch in geographiedidaktischen Ausführungen (KÖCK 1985a, 1978a; WIKTORIN 2014b).

Tab. 20 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Modellreflexion (Medium)"

| Item-ID | Wortlaut \| In meinem Geographieunterricht wird explizit thematisiert, dass alle geographischen Modelle ... | Teilfacette |
|---|---|---|
| MR_Rep01 | ...raumbezogene Sachverhalte vereinfacht darstellen. | A, V |
| MR_Rep02 | ...in ihrer Aussagekraft begrenzt sind. | V |
| MR_Rep03 | ... idealisiert sind. | P |
| MR_Rep04*⁺ | ...raumbezogene Gesetzmäßigkeiten Repräsentieren | A |

*Anmerkungen*. * = nach dem Vortest neu hinzugefügtes Item, ⁺ = Item nach Itemanalyse entfernt ; A = Abbildungsmerkmal, V = Verkürzungsmerkmal, P = Pragmatismusmerkmal

*Modellreflexion (Methode):* Die Schülerinnen und Schüler reflektieren über geographische Modelle hinsichtlich ihres methodischen bzw. instrumentellen Charakters. Dies bezieht sich auf die instrumentelle Komponente des Modelleinsatzes; v. a. auf die Modellbildung und -modifikation, ihre Prüfung, ihre Transfermöglichkeiten sowie die prognostischen Potentiale (*Modell für etwas*), wie sie für die Naturwissenschaftsdidaktiken etwa bei JUSTI und GILBERT (2006), UPMEIER ZU BELZEN und KRÜGER (2010) oder bei MEISERT UND VAN DIJK (zit. nach WEITZEL 2014, S. 7) festgehalten sind. Diese Aspekte finden sich auch im geographiedidaktischen Schrifttum wieder (KÖCK 1985a, 1978a; WIKTORIN 2014b).

Tab. 21 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Modellreflexion (Methode)"

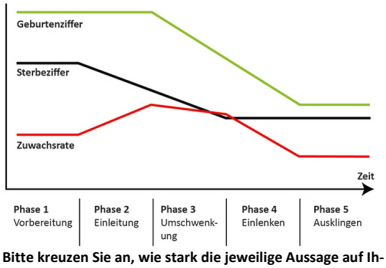
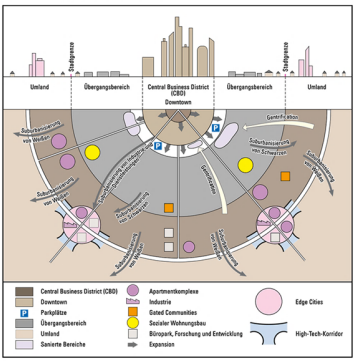
| Item-ID | Wortlaut \| In meinem Geographieunterricht wird explizit thematisiert, dass alle geographischen Modelle... | Teilfacette |
|---|---|---|
| M_MR_Inst01 | ...ausgehend von einer konkreten Fragestellung bzw. Zielsetzung (Beschreibung/Erklärung) entwickelt werden. | Erklären |
| M_MR_Inst02 | ...genutzt werden können, um Raumstrukturen und Prozesse in konkreten Räumen zu erklären. | Transfer |
| M_MR_Inst03 | ...genutzt werden können, um aus ihnen Aussagen über die Realität abzuleiten. | Vorhersagen |
| M_MR_Inst04 | ...genutzt werden können, um Raumentwicklungen zu prognostizieren | Vorhersagen |
| M_MR_Inst05 | ...überarbeitet werden können, bspw. aufgrund neuer Erkenntnisse. | Prüfen und Ändern |

Als weitere Einzelitems wurden aufgrund ihrer didaktischen Bedeutung der Vergleich von verschiedenen Modellen (MA/ME_EI02_MoVgl; „In meinem Geographieunterricht vergleichen die Schüler/innen verschiedene Modelle zum demographischen Übergang/der angloamerikanischen Stadt.“) sowie das In-Bezug-Setzen von Modellen mit Alltagssituationen (MA/ME_EI01_Allt; „In meinem Geographieunterricht stellen die Schüler/innen einen Bezug zwischen Modell und dem Alltag her (z.B. …).“) erfasst.

***Parallelkonstruktion von Items***

Es wurde bereits erwähnt, dass den Lehrkräften per Zufall entweder das Modell der angloamerikanischen Stadt (chorographisches Modell) oder das Modell des Demographischen Übergangs (Verlaufsmodell) präsentiert wird und sie die, auf das jeweilige Modell angepassten Items antworten müssen wodurch eine breitere Erfassung des Modelleinsatzes mit mittel-inferenten Items ermöglicht werden soll. Dieses Vorgehen machte es erforderlich, dass Items parallel konstruiert werden mussten. Diese Schwesteritems sind in ihrer Grundaussage identisch. Sie wurden aber für das entsprechende Modell angepasst, z. B. durch ergänzende Erläuterungen. Tab. 22 illustriert dieses Prinzip exemplarisch anhand der Skala ‚Modelle erklären‘. Eine systematisierte Übersicht findet sich im Anhang (Anlage 02). Bei der Betrachtung der Items wird deutlich, dass die Tätigkeiten im Umgang mit dem Modell (schwarzer Text) identisch sind, aber die *kursiven* Konkretisierungen variieren, sich aber auf äquivalente Elemente beziehen. Bei den Itemanalysen der Vorstudie und der Hauptstudie wurden die Skalen sowohl differenziert nach den beiden Modellen als auch in aggregierten Skalen analysiert. Hierbei traten keine relevanten Abweichungen oder Anomalien zu Tage. Die Reliabilitätsanalysen im Rahmen der Testgütebestimmung vermitteln diesbezüglich einen Einblick (Kapitel 5.6.2). Bei der Auswertung werden – es sei denn es erfolgt ein gesonderter Hinweis – die aggregierten Skalen bzw. Items genutzt und damit nicht zwischen den beiden Modellen unterschieden. Hierdurch soll eine gewisse Übertragbarkeit der Erkenntnisse sichergestellt werden.

Tab. 22 | Parallelkonstruktion von Skalen/Items – Beispielitems der Skala „Modelle Erklären“ für das Modell des demographischen Übergangs und das Modell der angloamerikanischen Stadt, differenziert nach Teilfacetten (deduktiver Ansatz)

| | **Das Modell des demographischen Übergangs** | **Das Modell der angloamerikanischen Stadt** |
|---|---|---|
| Instruktion: | Auf den folgenden Seiten sind verschiedene auf das Modell bezogene **Schüler/innentätigkeiten** aufgelistet. Die Aussagen beziehen sich auf Ihren Unterricht in der **Qualifikationsphase** - unabhängig davon, ob Sie Grund- oder Leistungskurse unterrichten.<br>Die Reihenfolge der Aussagen ist rein zufällig und stellt keine Bewertung oder Logik dar.<br><br>**Abb.: Modell des demographischen Übergangs**<br><br><br><br>**Bitte kreuzen Sie an, wie stark die jeweilige Aussage auf Ihren Oberstufenunterricht zutrifft.** | Auf den folgenden Seiten sind verschiedene auf das Modell bezogene **Schüler/innentätigkeiten** aufgelistet. Die Aussagen beziehen sich auf Ihren Unterricht in der **Qualifikationsphase** - unabhängig davon, ob Sie Grund- oder Leistungskurse unterrichten.<br>Die Reihenfolge der Aussagen ist rein zufällig und stellt keine Bewertung oder Logik dar.<br><br>Abb.: Modell der angloamerikanischen Stadt<br><br><br><br>**Bitte kreuzen Sie an, wie stark die jeweilige Aussage auf Ihren Oberstufenunterricht zutrifft.** |
| | **In meinem Geographieunterricht…** | **In meinem Geographieunterricht…** |
| modellint. Inform. nutzen | …erläutern die Schüler/innen anhand des Modells, wie sich *die Zuwachsrate durch den Einfluss der Geburten- und Sterbeziffer* verändert.<br><br>…erklären die Schüler/innen die *Zunahme der Zuwachsrate in der Einleitungsphase (Phase 2)* durch *eine gleichbleibende Geburtenrate bei abnehmender Sterbeziffer.*<br><br>…erklären die Schüler/innen die dargestellten Zusammenhänge zwischen *Wachstumsrate, Sterbe- und Geburtenziffer etc.*, indem sie diese aufeinander beziehen. | …erläutern die Schüler/innen anhand des Modells, wie sich *die Bebauungsdichte* durch *die zunehmende Entfernung vom Stadtzentrum* verändert<br><br>… erklären die Schüler/innen *die Lage von Edge Cities u. a.* durch *eine gute Verkehrsanbindung und die Dienstleistungssuburbanisierung.*<br><br>…erklären die Schüler/innen die dargestellten Zusammenhänge zwischen *der Lage von Büroparks und Apartmentkomplexen sowie der Straßen*, indem sie die Strukturen aufeinander beziehen. |
| modellexterne Information nutzen | … erklären die Schüler/innen die *Veränderungen in der Einleitungsphase (Phase 2)* durch nicht im Modell enthaltene Informationen, z. B. zur Verbesserung der hygienischen Bedingungen.<br><br>…nutzen die Schüler/innen Hintergrundinformationen über den *medizinischen Fortschritt etc.,* um *die Abnahme der Sterbeziffer* zu erläutern.<br><br>…nutzen die Schüler/innen ergänzende Informationen über den *gesellschaftlichen Wandel (z. B. Bedeutung von Kindern, Steigerung des Lebensstandards)* um den *Rückgang der Geburtenziffer* zu erklären. | …erklären die Schüler/innen *die Lage der Einfamilienhäuser etc. im Umland* durch nicht im Modell enthaltenen Informationen, *z. B. zur zugenommenen Motorisierung*.<br><br>…nutzen die Schüler/innen Hintergrundinformationen über die *amerikanische Stadtpolitik und Marktmechanismen etc.,* um *die dargestellten innerstädtischen Expansionsprozesse* zu erläutern.<br><br>…nutzen die Schüler/innen ergänzende Informationen über *Marktmechanismen und Innovationen (z. B. hohe Bodenpreise aufgrund hoher Nachfrage, Erfindung des Fahrstuhls)* um die *Bebauungsdichte im CBD* zu erklären. |

### 5.1.6 Charakterisierung und Itementwicklung der theoretischen, lehrerbezogenen Subskalen (UV)

Die lehrerbezogenen Subskalen beziehen sich auf das theoretische Konstrukt der Professionellen Handlungskompetenz von Lehrkräften (BAUMERT, KUNTER 2006) und fokussieren dabei – entsprechend der Hypothesen fünf bis neun – auf (1.) das Fachwissen über geographische Modelle (Modellverständnis), (2.) das fachdidaktische Wissen zum Modelleinsatz sowie die Überzeugungen (Beliefs) bezüglich (3.) dem geographischen Lernen sowie (4.) den Zielen im Geographieunterricht (Kapitel 5.1.6). Die Erfassung derartig komplexer Kompetenzfacetten bei denen Wissen und praktisches Können oft stark ineinander fließen und in einer noch komplexeren übergeordneten Kompetenzstruktur aufgehen bringt große methodische Herausforderungen mit sich (u. a. BAUMERT, KUNTER 2006, S. 486; HARTIG, JUDE 2007; LOHSE-BOSSENZ et al. 2015, S. 39). So zeigten bspw. KUNTER und KLUSMANN (2010, 77f) anhand der Analyse des COACTIV-R Datensatzes, dass hierfür oft genutzte subjektive Selbsteinschätzungen und objektive Testergebnisse nur unzureichend miteinander zusammenhängen. Sie stützen damit das Argument, dass einfacher zu erfassende Selbstauskünfte oftmals nur eine geringere Validität bzgl. der interessierenden Kompetenzfacetten aufweisen (ABS 2006, S. 232; HARTIG, JUDE 2007, 27f; KLIEME, HARTIG 2007). Dennoch erfasst die überwiegende Mehrheit von Studien Kompetenzen anhand von Selbstberichten (BACH 2013, S. 44; KÖNIG, BLÖMEKE 2008, S. 255; KUNTER, KLUSMANN 2010, S. 76). Eine möglichst objektive, differenzierte Kompetenzerfassung mittels objektiver Tests ist mit einem erheblichen Aufwand verbunden, v. a. dann, wenn diesbezügliche Kompetenzmodelle zur professionellen Handlungskompetenz – wie in der Geographiedidaktik – noch nicht entwickelt sind (HARTIG, JUDE 2007).

Aus diesem Grund werden zur Erfassung der für die Hypothesenüberprüfung notwendigen Konstrukte relativ einfache Indikatoren verwendet, die im Sinne der Testökonomik mit einem vertretbaren Aufwand entwickelt wurden und erhebbar waren. Für die eigene Untersuchung wird damit keine Kompetenzmessung im strengen psychometrischen Sinne (HARTIG, JUDE 2007) angestrebt. Vielmehr geht es um die Erfassung zentraler Komponenten professioneller Kompetenzen. Dennoch haben die entwickelten Indikatoren den Anspruch, möglichst reliabel und valide zu sein. Die Indikatoren sollten die Kompetenzfacetten daher möglichst proximal und nicht distal (z. B. Ermittlung des Fachwissens anhand der Note des Universitätsabschlusses) erfassen (REHM, BÖLSTERLI 2014, S. 215). In der Regel wurde dabei auf sog. subjektiv-proximale Indikatoren zurückgegriffen, d. h. auf Selbstauskünfte von konkreten Kompetenzfacetten (hier: Zielorientierung, Überzeugungen zum Lernen, Wissen über den Modelleinsatz; REHM, BÖLSTERLI 2014, S. 215). HARTIG und JUDE (2007, S. 26) argumentieren kritisch, dass Selbsteinschätzungen zu einem Kompetenzkonstrukt und seinen Facetten nicht als „unmittelbarer Indikator“ zu behandeln sind. Es handle sich nicht um eine Messung der interessierenden

Kompetenz an sich sondern um ein diesbezügliches Selbstkonzept (sog. Korrespondenzproblem), das jedoch wiederum Hinweise auf die interessierende Kompetenz liefert, da in der Regel ein bedeutsamer positiver Zusammenhang zwischen der interessierenden Kompetenz und dem zugehörigen Selbstkonzept angenommen werden kann (BACH 2013, S. 45; HARTIG, JUDE 2007, S. 26). Die Beurteilung der eigenen Kompetenz ist zudem subjektiv eher handlungsleitend als die tatsächliche Ausprägung der Kompetenz und damit für die Beschreibung von Verhalten von großer Bedeutung (BACH 2013, S. 45).
Der im Rahmen dieser Arbeit verwendete Begriff „subjektiv-proximaler Indikator" (REHM, BÖLSTERLI 2014, S. 215) soll den aufgezeigten Anspruch zum Ausdruck bringen. Für die Skala „Modellverständnis" konnte indes ein einfacher Wissenstest, d. h. ein objektiv-proximaler Indikator entwickelt werden und damit direkt auf die Kompetenz geschlossen werden.

***Modellverständnis (Fachwissen)***
Die Generierung unterschiedlich schwieriger Items resp. von Distraktoren (JONKISZ et al. 2012, S. 45) wurden die Qualitäten bzw. Niveaus innerhalb der Dimensionen des Kompetenzmodells (UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010) genutzt (Facetten*:* Alternative Modelle (A), Eigenschaften von Modellen (E), Zweck von Modellen (Z), Testen und Ändern von Modellen (T) sowie die von KÖCK (1985b, S. 8) aufgezeigten Gefahren beim Modelleinsatz im Geographieunterricht. Auf diese Weise wurden Beurteilungsaufgaben mit Ratingskala konstruiert – die Korrektheit von Wissensitems ist dabei von den Probanden zu beurteilen. Anstelle einer für einen Wissens-/Leistungstest oftmals üblichen Auswahlaufgabe mit dichotomen Antwortformat wird eine vierstufige Ratingskala (1 = falsch; 2 = eher falsch; 3 = eher richtig; 4 = richtig) bevorzugt, da so bessere Trennschärfenanalysen und Faktoranalysen möglich sind (BÜHNER 2006).

Tab. 23 | Item-ID und Wortlaut der Items der Skala „Modellverständnis"

| Item-ID | Wortlaut | Polung | Teilf. |
|---|---|---|---|
| FW_MV01⁺ | Modelle in der Geographie idealisieren bestimmte Sachverhalte. | + | |
| FW_MV02 | Aus einem Ausgangsobjekt lässt sich nur ein bestimmtes Modell herstellen. | - | A |
| FW_MV03 | Das wichtigste Ziel der Modellentwicklung ist es, einen Sachverhalt möglichst vereinfacht darzustellen. | - | T |
| FW_MV04 | Geographische Modelle dienen ausschließlich der Beschreibung von räumlichen Sachverhalten. | - | Z |
| FW_MV05 | Die Änderung der Modellgrafik führt automatisch zur Änderung der Modellaussage. | - | T |
| FW_MV06 | Geographische Modelle sind selbsterklärend. | - | E |
| FW_MV07 | Da geographische Modelle sehr abstrakt sind, können sie nicht an konkreten Räumen geprüft werden. | - | T |

| | | | |
|---|---|---|---|
| FW_MV08⁺ | Die Intention und Einfälle des Modellentwicklers sind für das fertige Modell nicht bedeutend. | - | A |
| FW_MV09*⁺ | Der Begriff Modell ist ein anderes Wort für Theorie. | - | E |
| FW_MV10⁺ | Geographische Modelle sind möglichst genaue Abbildungen von geographischen Sachverhalten. | - | E |
| FW_MV11⁺ | In der Wissenschaft entwickelte Modelle haben stets einen vorläufigen Charakter. | + | T |
| HK_MV12*⁺ | Geographische Modelle sind Abbildungen der räumlichen Realität. | - | E |
| FW_MV13⁺ | Geographische Modelle lassen Prognosen über zukünftige Entwicklungen von Räumen zu. | + | Z |

*Anmerkungen*. Item 1 = WarmUp-Item; * = nach dem Vortest hinzugefügtes Item, ⁺ = Item nach Itemanalyse entfernt; E = Eigenschaften von Modellen, A = Alternative Modelle, Z = Zweck von Modellen, T = Testen von Modellen, Ä = Ändern von Modellen

***Modelleinsatz (fachdidaktisches Wissen)***

In Anlehnung an STRÜBE et al. (2014) sowie GRAMZOW et al. (2013, S. 23) wird grundsätzlich zwischen drei Hauptaspekten des fachdidaktischen Wissens zum Modelleinsatz unterschieden: (1.) Wissen über den Modelleinsatz (E) an sich (Modellierung, Modellauswertung, Modellkritik/-reflexion etc.), (2.) Wissen über die Auswahl (A) geeigneter Modelle (Lehrplan, kognitive Anforderung etc.) und (3.) Wissen über Schülerkognitionen (S) zu Modellen (Schülerinnen- und Schülervorstellung, -fehler, -probleme etc.; keine themengebundenen Vorstellungen). In diesen gehen auch die bedeutendsten Kategorien des modellbezogenen fachdidaktischen Wissens von JUSTI und VAN DRIEL (2005, 554ff) auf. Zur Erfassung des fachdidaktischen Wissens zum Modelleinsatz wurde ebenfalls eine Beurteilungsaufgabe mit Ratingskala entwickelt. Dabei erfolgt eine Selbsteinschätzung verschiedener, konkretisierter Konstruktfacetten (subjektiv-proximaler Indikator). Die Items zu Schülerinnen- und Schülerkognitionen wurden in Orientierung an bekannten Schülerinnen- und Schülervorstellungen über Modelle (GRÜNKORN 2014; HAMMANN, ASSHOFF 2012; TRIER, UPMEIER ZU BELZEN 2009) und potentiellen Fehlern beim Modelleinsatz (KÖCK 1985a; WIKTORIN 2014b) formuliert. Aufgrund des Problems der Selbsteinschätzung wurde in der Instruktion zu diesem Teil abermals ein Hinweis auf Strenge der Bewertung (BORTZ, DÖRING 2006) gegeben. Die Selbsteinschätzung erfolgt auf einer vierstufigen Likert-ähnlichen Skala (1 = trifft nicht zu; 2 = trifft eher nicht zu; 3 = trifft eher zu; 4 = trifft zu).

Tab. 24 | Item-ID und Wortlaut der Items der Skala „Modelleinsatz“

| Item-ID | Wortlaut | Po-lung | Teilf. |
|---|---|---|---|
| FDW_ME01+ | Es fällt mir manchmal schwer, für den Unterricht Modelle auszuwählen, die die für meine Schüler/innen geeignet sind. | - | |
| FDW_ME02 | Mir ist der sog. „Modellierungskreislauf“ ein Begriff. | + | E |
| FDW_ME03+ | Bei der Auswahl der im Unterricht eingesetzten Modelle orientiere ich mich ausschließlich am Schulbuch. | - | A |
| FDW_ME04 | Mir ist bewusst, dass Modelle von den Schüler/innen bezüglich ihrer Passung zur Realität und ihres Zwecks beurteilt werden müssen. | + | E |
| FDW_ME05 | Die Schrittigkeit, nach der im Unterricht ein Modell entwickelt werden kann, ist mir hinreichend bekannt. | + | E |
| FDW_ME06+ | Es ist mir klar, dass Schüler/innen im Unterricht eingeführte Modelle oftmals als unveränderbar ansehen. | + | S |
| FDW_ME07 | Die Auswertung von Modellen im Unterricht plane ich unter Rückgriff auf eine Schrittigkeit zur Modellauswertung, die ich in der Literatur kennengelernt habe. | + | E |
| FDW_ME08+ | Ich kann für die zentralen Themen der Qualifikationsphase ohne Probleme die relevanten Modelle nennen. | + | A |
| FDW_ME09+ | Es ist mir bewusst, dass v. a. jüngere Schüler Modelle in erster Linie als möglichst authentische Abbildung der Realität betrachten. | + | S |

*Anmerkungen*. + = Item nach Itemanalyse entfernt, Item 1 = WarmUp-Item; E = Einsatz von Modellen, S = Schülerinnen- und Schülerkognitionen; A = Auswahl geeigneter Modelle

***Zielorientierung beim Modelleinsatz (Beliefs)***

Die theoretische Subskalierung fußt auf den Hypothesen zur Zielorientierung, die sich aus den Befunden von HENZE et al. (2007) ableiteten. Zur Erfassung der Zielorientierung bietet sich eine Beurteilungsaufgabe mit Ratingskala (1 = nicht wichtig; 5 = sehr wichtig; nur Extrema benannt) an. Dabei erfolgt eine Selbsteinschätzung verschiedener, konkretisierter Konstruktfacetten (subjektiv-proximaler Indikator). Die Items wie Skalen sind Eigenentwicklungen in Orientierung an den Nationalen Bildungsstandards im Fach Geographie (DGFG 2014) und den Facetten des Modelleinsatzes unter Berücksichtigung der Befunde und der Operationalisierung von HENZE et al. (2007). Die Anmoderation und Instruktionen wurden in Anlehnung an BAUMERT et al. (2008, S. 69; Instruktion, urspr. Skalierung) und KAUERTZ et al. (2011, S. 24f; Anmoderation) formuliert.

Tab. 25 | Item-ID und Wortlaut der Items der Skala „Inhaltsorientierung“

| Item-ID | Wortlaut |
|---|---|
| ZO_IO01 | Die Kenntnis grundlegender geographischer Modelle stufe ich ein als... |
| ZO_IO02 | Den Aufbau themenbezogenen Wissens (z. B. zur Stadtgeographie, Bevölkerungsgeographie) durch die Arbeit mit Modellen, stufe ich ein als... |
| ZO_IO03 | Geographisches Wissen mit Modellen zu erwerben, stufe ich ein als... |

Tab. 26 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Methodenorientierung“

| Item-ID | Wortlaut |
|---|---|
| ZO_MO01⁺ | Methodische Fähigkeiten im Umgang mit Modellen zu schulen, stufe ich ein als... |
| ZO_MO02⁺ | Die Fähigkeit, möglichst eigenständig Modelle zu entwickeln, stufe ich ein als... |
| ZO_MO03 | Die Fähigkeit, Modelle strukturiert einzusetzen (z. B. zur Beschreibung oder zum Transfer), stufe ich ein als... |
| ZO_MO04 | Die Fähigkeit, möglichst selbstständig Modelle auszuwerten, stufe ich ein als... |
| ZO_MO05 | Die Fähigkeit, Räume durch die Anwendung von Modellen zu verstehen, stufe ich ein als... |

*Anmerkung.* ⁺ = Item nach Itemanalyse entfernt

Tab. 27 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Beurteilungsorientierung“

| Item-ID | Wortlaut |
|---|---|
| ZO_BO01 | Beurteilen zu können, wie erklärungsmächtig Modelle sind, stufe ich ein als... |
| ZO_BO02 | Die Fähigkeit, die Intention des Modellentwicklers zu hinterfragen, stufe ich ein als... |
| ZO_BO03 | Die Förderung eines kritischen Blicks auf Modelle stufe ich ein als... |

***Subjektive Theorien über das Geographielernen (Beliefs)***

Die Skala wird in die zwei gängigen Paradigmen der Transmission (instruktionales Verständnis) und der Konstruktion (konstruktivistisches Verständnis) (BLÖMEKE et al. 2008, S. 226ff; KAUERTZ et al. 2011, S. 37ff; LIPOWSKY et al. 2003, S. 217f) unterteilt, die empirisch nachgewiesen werden konnten. Typischer Weise werden lerntheoretische Überzeugungen anhand von Beurteilungsaufgaben mit Ratingskalen erfasst. Damit handelt es sich ebenfalls um Selbstauskünfte anhand eines subjektiv-proximalen Indikators. Die verwendeten Items sind Übernahmen resp. Adaptionen von BAUMERT et al. (2008, S. 75ff ), BLÖMEKE et al. (2008) und KAUERTZ et al. (2011), die wiederum alle auf FENNEMA et al. (1990) in der Übersetzung von STAUB und STERN (2002) rekurrieren. Die Skalen wurden jedoch gekürzt. Die Instruktion wurde BAUMERT et al. (2008, S. 75) entnommen und weist darauf hin, dass die zu beurteilenden Statements Aussagen von Lehrkräften sind, um der Sozialen Erwünschtheit vorzubeugen und praktische Relevanz aufzuzeigen. Das Rating erfolgt anhand einer vierstufigen Likert-ähnlichen Skala (1 = trifft nicht zu; 2 = trifft eher nicht zu; 3 = trifft eher zu; 4 = trifft zu).

Tab. 28 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Transmission“

| Item-ID | Wortlaut |
|---|---|
| LTÜ_T01 | Um erfolgreich in Geographie zu sein, müssen Schüler/innen gute Zuhörer/innen sein. |
| LTÜ_T02 | Am besten lernen Schüler/innen Geographie aus den Darstellungen und Erklärungen ihrer Lehrkraft. |
| LTÜ_T03 | Schüler/innen werden dann zu guten Problemlöser/innen, wenn sie den Vorgaben der Lehrkraft genau folgen. |
| LTÜ_T04 | Damit wirklich alle Schüler ein geographisches Phänomen verstehen können, sind Erklärungen der Lehrkraft unerlässlich. |

Tab. 29 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „Konstruktion“

| Item-ID | Wortlaut |
|---|---|
| LTÜ_K01 | Im Geographieunterricht werden Lehrziele am besten erreicht, wenn Schüler/innen eigene Wege bei der Beantwortung einer Aufgabe gehen können. |
| LTÜ_K02 | Schüler/innen sollte ermöglicht werden, sich erst ihre eigenen Deutungen zu suchen, bevor die Lehrkraft Hilfen gibt. |
| LTÜ_K03 | Wenn Schüler/innen ihre eigenen Formulierungen verwenden dürfen, können sie geographische Zusammenhänge besser verstehen. |
| LTÜ_K04 | Für das geographische Lernen ist es wichtig, dass Schüler/innen sich Sachverhalte eigenständig aneignen können. |
| LTÜ_K05 | Schüler/innen sollten ermutigt werden, eigene Ideen bei der Lösung von Aufgaben zu finden, auch wenn diese nicht so effizient sind. |
| LTÜ_K06 | Schüler/innen können unterschiedliche Argumente zur richtigen Lösung von Aufgaben verwenden. |

### 5.1.7 Charakterisierung und Itementwicklung der Kontext-, Kontrollvariablen und weiteren Variablen

***Wahrgenommene Hindernisse beim Modelleinsatz***

Nebst Hindernissen auf Seiten der Lehrkraft (z. B. mangelndes Fachwissen und fachdidaktischen Wissen) auf die im Rahmen der anderen Skalen sehr differenziert eingegangen wird, stehen v. a. organisatorische (v. a. Zeitmangel), materialbezogene sowie schüler- resp. lernbezogene Hindernisse im Fokus (BLUM 1996, S. 29ff; HÖHNLE, SCHUBERT 2016; REIT 2016, 27-33). Die Skalen wurden auf Basis der theoretischen Einteilung von REIT (2016) bzw. BLUM (1996) gebildet. Die verwendeten Items basieren auf dem Messinstrument einer Untersuchung von HÖHNLE und SCHUBERT (2016) zu Hindernissen beim experimentellen Arbeiten im Geographieunterricht und wurden entsprechend adaptiert. In der Skala „organisatorisch-formale Hindernisse“ wurden zwei Items zur quantitativen Belastung ergänzt. Auch hier müssen die Probanden die Aussagen anhand einer vierstufigen, likert-ähnlichen Ratingskala beurteilen (1 = trifft nicht zu; 2 = trifft eher nicht zu; 3 = trifft eher zu; 4 = trifft zu) womit es sich um einen subjektiv-proximalen Indikator handelt.

Tab. 30 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „organisatorisch-formale Hindernisse“

| Item-ID | Wortlaut |
|---|---|
| KV_BA_OF01 | Die Vorgaben des Lehrplans und des Zentralabiturs zu erfüllen, ist in der Unterrichtszeit nicht möglich. |
| KV_BA_OF02 | Der Zeitdruck bei der Unterrichtsplanung ist zu hoch. |
| KV_BA_OF03 | Im Unterricht bleibt zu wenig Zeit, neue Dinge auszuprobieren. |

Tab. 31 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „materialbezogene Hindernisse“

| Item-ID | Wortlaut |
|---|---|
| KV_BA_M01 | Mir bekannte Unterrichtsbeispiele zum Modelleinsatz bzw. zum Modellieren haben oft eine mangelnde Qualität. |
| KV_BA_M02 | Mir fehlen gute Unterrichtsvorschläge zur Einbindung von Modellen in den Unterricht. |
| KV_BA_M03 | Das bei uns eingesetzte Schulbuch bindet die Arbeit mit Modellen unzureichend ein. |

Tab. 32 | Item-ID und Wortlaut der Items der Subskala „schüler-/lernbezogene Hindernisse“

| Item-ID | Wortlaut |
|---|---|
| KV_BA_SL01 | Meine Schüler/innen haben für die Modellbildung und intensive Modellkritik zu geringe kognitive Voraussetzungen. |
| KV_BA_SL02 | Der Lernertrag beim Entwickeln eigener Modelle ist unzureichend. Meine Schüler/innen lernen auf der inhaltlichen Ebene zu wenig. |
| KV_BA_SL03 | Meine Schüler/innen zeigen zu wenig Interesse an der Arbeit mit Modellen. |
| KV_BA_SL04 | Meine Schüler/innen erwerben selbst bei einer vielfältigen Arbeit mit Modellen zu wenig Wissen und Kompetenz. |

***Soziale Erwünschtheit***

Die Skala basiert größtenteils auf der Skala zur Sozialen Erwünschtheit (SES-17) von STÖBER (1999) bzw. der daraus entstandenen Kurzskala Soziale Erwünschtheit-Gamma (KSE-G) (KEMPER et al. 2012). Allerdings führte die schlichte Übernahme der SES-17-Items im Schulkontext in anderen Studien zu Irritationen und fehlenden Werten, da sie nicht zielgruppenadäquat formuliert waren (SOLTAU 2012, S. 102). Eine lehrerspezifische Skala stand nicht zur Verfügung. Daher wurden aus der SES-17-Items, die auch überwiegend auch in der KSE-G-Skala vorkommen, unter Berücksichtigung ihrer statistischen Kennwerte (SOLTAU 2012, Tab. 01) ausgewählt und der Untersuchungssituation angepasst. Ein weiteres Item wurde neu formuliert. Die so entstandene Kurzskala enthält – wie die KSE-G-Skala – die zwei

Aspekte des Gamma-Faktors der Sozialen Erwünschtheit, der Übertreibung positiver Qualitäten (PG+) und der Minimierung negativer Qualitäten (NQ-). Die Bewertung erfolgt auf einer vierstufigen Skala (1 = trifft gar nicht zu; 2 = trifft wenig zu; 3 = trifft ziemlich zu; 4 = trifft voll und ganz zu). Die Anmoderation konnte übernommen werden.

Tab. 33 | Item-ID und Wortlaut der Items der Skala „Soziale Erwünschtheit“

| Item-ID | Wortlaut | Herkunft | Teilf. | Polung |
|---|---|---|---|---|
| KV_SE-GEL01⁺ | Ich akzeptiere die Meinungen meiner Fachkolleginnen und -kollegen, auch wenn sie mit meiner eigenen nicht übereinstimmen. | SES-17 | PG+ | + |
| KV_SE-GEL02 | Meine schlechte Laune lasse ich hin und wieder an meinen Schüler/innen aus. | SES-17 | NQ- | - |
| KV_SE-GEL03 | In einem Gespräch lasse ich die Kolleginnen und Kollegen stets ausreden und höre ihnen aufmerksam zu. | KSE-G/ SES-17 | PQ+ | + |
| KV_SE-GEL04 | Ich bleibe meinen Schüler/innen immer freundlich und zuvorkommend gegenüber, auch wenn ich selbst gestresst bin. | KSE-G/ SES-17 | PQ+ | + |
| KV_SE-GEL05 | Bei Meinungsverschiedenheiten mit Kolleginnen und Kollegen bleibe ich stets sachlich und objektiv. | KSE-G/SES-17 | PQ+ | + |
| KV_SE-GEL06⁺ | Ich fühle mich in manchen Unterrichtssituationen überfordert. | - | NQ- | - |

*Anmerkungen*. ⁺ = Item nach Itemanalyse entfernt; PG+ = Übertreibung positiver Qualitäten; NQ- = Minimierung negativer Qualitäten

***Ausbildungsbezogene Variablen***

Darüber hinaus wurden einige Variablen zu ausbildungsbezogenen Aspekten (Thematisierung von Modelleinsatz in Aus- und Fortbildung) bzw. Lerngelegenheiten, die alle drei Phasen der Lehrerinnen- und Lehrerbildung umfassen, ergänzt (siehe Skalenhandbuch). Diese beziehen sich in erster Linie auf die drei institutionalisierten Phasen der Lehrerausbildung: (1.) Studium, (2.) Referendariat und (3.) die am längsten dauernde Phase der Fort- und Weiterbildung. Die Daten hierzu wurden mit einfachen nominalen bzw. dichotomen Variablen erhoben, bei denen die befragten Lehrkräfte ankreuzen sollten, ob in den jeweiligen Phasen der Einsatz von Modellen thematisiert wurde. Dies ermöglicht es mittels punktbiserialer Korrelationen (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 626f) potentielle Zusammenhänge mit den erfassten Lehrerkompetenzen zu ermitteln. Hinzu traten Items zu informellen Lerngelegenheiten (Austausch mit Kollegen, Studium von Fachliteratur, Nutzung von Schulbüchern). Eine komplexe Herleitung war dementsprechend nicht erforderlich.

## 5.2 Aufbau des Onlinefragebogens

Die Erhebung wurde mittels eines Onlinefragebogens durchgeführt. Hierfür wurde das Portal SoSciSurvey (www.soscisurvey.de) genutzt. Dieses bietet differenzierte, für wissenschaftliche Zwecke kostenlose Möglichkeiten zur Erstellung, Verwaltung und Distribution von Onlinefragebögen. Die Nutzung bot folgende, entscheidende Vorteile im Vergleich zu klassischen Papierfragebögen:

(1.) einfache Distribution des Fragebogens über einen Hyperlink in der an die Geographiefachschaften gesendeten E-Mails (Kapitel 5.7.1)
(2.) Entfall der aufwendigen Organisation von rücklaufenden Papierfragebögen und keine damit verbundenen Portokosten
(3.) automatische Erstellung eines in SPSS importierbaren Datensatzes und damit keine aufwendige manuelle Dateneingabe
(4.) differenzierte, individualisierbare Gestaltung des Fragebogens durch Filterfragen, Itemrandomisierung, Zufallszuweisung von Fragebogenseiten bzw. Fragen an die Probanden (s. u.; Zufallszuteilung eines der beiden ausgewählten Modelle)
(5.) Erstellung eines speziellen Pretest-Fragebogens in dem die Befragten Kommentare auf allen Fragebogenseiten festhalten können

Der Fragebogen gliedert sich in sechs Hauptbestandteile (Abb. 34).
Er beginnt mit der obligatorischen Fragebogeninstruktion. Als WarmUp folgt ein kurzer Block zur Einsatzhäufigkeit spezifischer geographischer Modelle. Danach folgt – als Kern des Messinstruments – die Befragung zur Häufigkeit der unterschiedlichen Facetten des Modelleinsatzes im Rahmen des zuvor ausgewählten Ansatzes des Modelllernens (induktiv oder deduktiv). Es schließt sich der Teil zu den potentiellen Einflussfaktoren, gefolgt von der Ermittlung der Kontrollvariablen an. Die Angaben zu den Lerngelegenheiten, Kontextvariablen und persönlichen Voraussetzungen schließen den Fragebogen ab.

**Instruktion** | Die Instruktion (Anlage 04) ist so formuliert, dass sie mehrere wichtige Funktionen erfüllt:

(1.) Motivation der Teilnehmer durch Herausstellung der wissenschaftlichen und ausbildungsbezogenen Bedeutung des Forschungsvorhabens (v. a. für die Entwicklung von Unterrichtsmaterial) und v. a. des individuellen Beitrags eines jeden Befragten, Bereitstellung weiterer, auch unterrichtspraktischer Informationen zum Forschungsprojekt
(2.) Transparenz bezüglich Inhalt, Struktur und Umfang des Fragebogens aber auch hinsichtlich der Befragenden, dem Forschungsinteresse sowie der Verwendung der Ergebnisse
(3.) notwendige terminologische Klärung des Modellbegriffs
(4.) obligatorische Anonymitätszusicherung

Damit sind die bedeutenden teilnehmerrelevanten Motive wie Neugier, Beitrag zur Forschung leisten und die Selbsterkenntnis (BOSNJAK, BATINIC 1999, S. 148) berücksichtigt.

**1 | Instruktion**

**2 | Einsatz spezifischer theoretischer Raummodelle in der Qualifikationsphase**
(zehn zufällig ausgewählte Modelle)

**3 | Facetten des Modelleinsatzes**
*Zufallszuteilung*: Modell des demographischen Übergangs
oder Modell der angloamerikanischen Stadt
*Auswahl*: induktive oder deduktive Herangehensweise
*Auswahl*: für LK oder GK

*(1) Modell des demographischen Wandels*

Auswahl „deduktiv“
- Orientierung
- Modelle beschreiben
- Modelle erklären
- Modelle beurteilen
- Modelle ändern
- Prognose
- Modelltransfer
- Reflexion über Modelle

Auswahl „induktiv“
- Ziel- und Strategiefestlegung
- Datenerfassung und -analyse
- Modelle erstellen
- eigene Modelle erklären
- Modelle testen
- Prognose
- Modelltransfer
- Reflexion über Modelle

*(2) Modell der angloamerikanischen Stadt*

Auswahl „deduktiv“
- Orientierung
- Modelle beschreiben
- Modelle erklären
- Modelle beurteilen
- Modelle ändern
- Prognose
- Modelltransfer
- Reflexion über Modelle

Auswahl „induktiv“
- Ziel- und Strategiefestlegung
- Datenerfassung und -analyse
- Modelle erstellen
- eigene Modelle erklären
- Modelle testen
- Prognose
- Modelltranser
- Reflexion über Modelle

**4 | potentielle lehrerbezogene Einflussfaktoren**
- Modellverständnis
- Wissen über den Modelleinsatz
- lerntheoretische Überzeugungen
- zielbezogene Überzeugungen

**5 | Kontroll-/Kontextvariablen**
u.a. Soziale Erwünschtheit, Barrieren beim Modelleinsatz

**6 | Lerngelegenheiten, Kontexte und persönliche Voraussetzungen**

Abb. 34 | Aufbau des Fragebogens im Überblick (eigene Darstellung)

**Einsatz spezifischer Modelle (WarmUp)** | Als WarmUp werden den befragten Lehrkräften zehn zufällig ausgewählte, potentiell in der Oberstufe relevante Modelle aufgelistet. Dabei wird danach gefragt, ob sie die Modelle (a) nur im Grundkurs, (b) nur im Leistungskurs, (c) sowohl im Leistungs- als auch im Grundkurs, (d) gar nicht nutzen oder ob sie ihnen (e) nicht bekannt sind. Dies dient dazu, sich mit den Wesen einer Onlinebefragung vertraut zu machen und Vorwissen zu aktivieren. Der Pool, aus denen die Modelle zufällig ausgewiesen wurden, bestand im Kern aus der Lehrplananalyse (Tab. 6). Zudem wurden Modelle ergänzt, die in ca. 40% (grober Richtwert) der aktuellen Oberstufenlehrwerke vorzufinden sind.
**Modelleinsatz** | Grundlegend für die Binnenstruktur dieses Teils ist die Überlegung, dass die befragten Lehrer möglichst angepasst an ihren eigenen Unterricht

die Items beantworten können (s. o.). Per Zufall wird den Probanden entweder das Modell des demographischen Übergangs oder das Modell der angloamerikanischen Stadt präsentiert. Zunächst müssen sie sich entscheiden, ob sie die Fragen für den Grundkurs oder den Leistungskurs beantworten wollen. Als dritte (unwahrscheinliche) Alternative können Sie sich die Option „Ich nutze das Modell nicht." auswählen. Geschieht dies, wird ihnen das jeweils andere Modell präsentiert und ebenfalls danach gefragt, ob sie die Fragen für den Grund- oder Leistungskurs beantworten wollen. Im nächsten Schritt wird gefragt, ob sie das Modell deduktiv nutzen oder induktiv entwickeln lassen (Kapitel 5.1.2, Abb. 27). Diese Entscheidungsfrage wird durch einen vorangestellten Text erläutert.

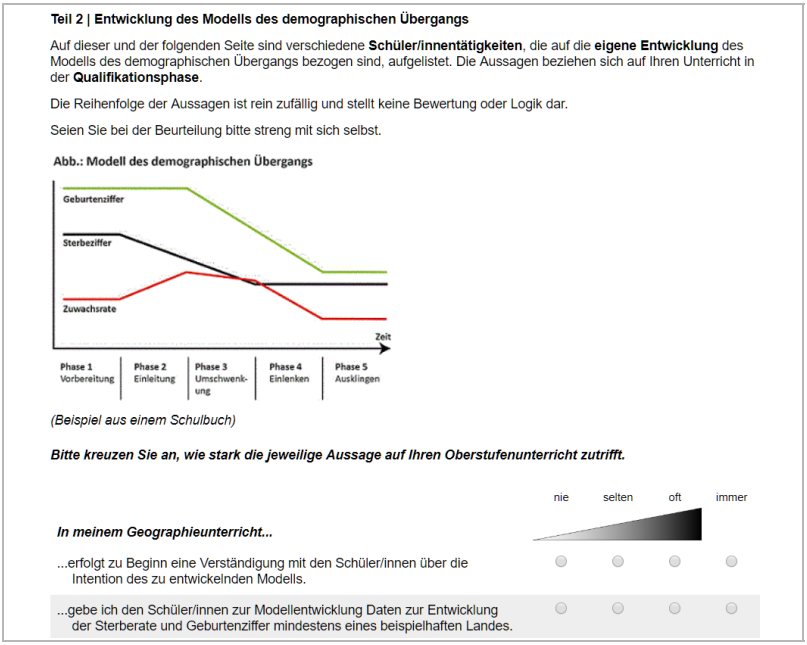



Abb. 35 | Screenshot aus dem Onlinefragebogen zum Modelleinsatz (eigene Darstellung)

Danach folgen die eigentlichen Items zum Modelleinsatz. Diese werden in zwei Rubriken präsentiert. Zuerst folgen – je nach gewählter Option – die Items zur Modellentwicklung (Skalen: Planung, Datenanalyse, Modelle herstellen, eigene Modell erklären) oder Modellauswertung (Skalen: Orientierung, Modell beschreiben, Modell erklären). Dann schließen die Items zur Testung, Nutzung und mögliche Weiterentwicklung des Modells an (Skalen: Modelle beurteilen bzw. Modell

testen, Modelle ändern, Modellprognose, Modelltransfer). In der Anmoderation (Abb. 35) werden die Lehrerinnen und Lehrer darauf hingewiesen, dass die zu bewertenden Tätigkeiten sich auf ihre Schülerinnen und Schüler und die Qualifikationsphase beziehen. Zudem werden sie darauf hingewiesen, dass die Reihung der Items zufällig erfolgt. Um die Problematik des Selbstberichts abzufedern, erfolgt zuletzt die Bitte um eine strenge Selbstbewertung (Kapitel 5.3). Das illustrierende Modell bleibt auf allen Fragebogenseiten, auf denen Items zur Arbeit mit dem jeweiligen Modell präsentiert werden, als Hilfe eingeblendet. Im Anschluss an die Items zum Einsatz mit dem jeweiligen Modell werden die Lehrerinnen und Lehrer gebeten, anzugeben ob und wenn ja, wie häufig sie im Kontext der Arbeit mit dem zuvor jeweils präsentierten Modell auch auf einer allgemeinen Ebene über Modelle reflektieren (Metareflexion über Modelle). Dabei werden die Items zu den beiden Skalen „Modell als Medium verstehen“ und „Modell als Methode verstehen“ gemixt präsentiert.

**Potentielle Einflussfaktoren** | Der folgende Teil wird durch eine kleine, separate Anmoderation eingeleitet, in der kurz das Forschungsinteresse des folgenden Teils transparent gemacht wird, um die Lehrerinnen und Lehrer weiter zu motivieren. Zudem erfolgt eine abermalige Klärung des Begriffs Modell, um etwaigen Verständnisschwierigkeiten in diesem Fragebogenteil vorzubeugen. Er ist, wie die folgenden Teile auch, für alle Probanden identisch. Zuerst folgt der Wissenstest zum Modellverständnis. Auf der nächsten Seite schließen die Items zum fachdidaktischen Wissen zum Modelleinsatz an. Hierbei wird abermals um Strenge bei der Bewertung gebeten, da die Items eine Selbsteinschätzung erfordern (Kapitel 5.1.6). Die nun folgenden Items zu zielbezogenen Überzeugungen (Methoden-, Inhalts-, Beurteilungsorientiert) erfordern ebenfalls eine Selbsteinschätzung. Die Anmoderation betont die Kontroversität und die Rolle der persönlichen Überzeugung und macht es so den Probanden einfacher, deutlich Stellung zu beziehen. Die gleiche Funktion hat die Anmoderation auf der folgenden Seite zu lerntheoretischen Überzeugungen, in der darauf verwiesen wird, dass die präsentierten Aussagen von Lehrerinnen und Lehrern gemacht wurden.

**Kontrollvariablen** | Die erste Kontrollskala zur sozialen Erwünschtheit (Kapitel 5.3) wird kaschiert, indem lediglich von „sozialem Kontext“ gesprochen wird, da die Items sozial konnotiert sind (Kapitel 5.1.7). Auf der anschließenden Seite werden die Items zur Skala „Hindernisse beim Modelleinsatz“ präsentiert. Um die Probanden zu motivieren, wird in der Anmoderation von „gut nachvollziehbaren Hindernissen“ etc. gesprochen, wodurch ebenfalls ein sozial erwünschtes Antwortverhalten reduziert werden soll.

**Lerngelegenheit und persönliche Voraussetzung** | Der Onlinefragebogen schließt ab mit der Abfrage einzelner Angaben zu Lerngelegenheiten und persönlichen Voraussetzungen. Falls die Probanden interessiert sind, können sie ihre Mailadresse hinterlassen, sodass sie weitere Informationen zum unterrichtspraktischen

Modelleinsatz und zu den Forschungsergebnissen bekommen. Ein Dankeswort schließt den Fragebogen ab.
In der Hauptstudie zeigte sich, dass die Beantwortung etwa 30 Minuten in Anspruch nahm. Nach dem dritten Teil brachen einige Probanden die Befragung ab.

## 5.3 Kontrolle der Sozialen Erwünschtheit

Fragebögen gelten als reaktive Messinstrumente. Die Probanden wissen, dass sie Untersuchungsgegenstand sind, wodurch eine wissentliche oder unwissentliche Beeinflussung der Ergebnisse möglich ist (MUMMENDEY, GRAU 2014, S. 165). In der Unterrichtsforschung ist bspw. das sog. „overreporting" eine bekannte Antworttendenz bei Lehrkräften (KUNTER, KLUSMANN 2010, S. 79). Damit sind Fragebögen grundsätzlich auch anfällig gegenüber einem sozial erwünschten Antwortverhalten. In diesem Fall würden sich die Befragten bemühen, die Antworten zu wählen, die in diesem Kontext aus ihrer Sicht als positiv angesehen werden (BACH 2013, 44ff; BORTZ, DÖRING 2006, 232ff; MUMMENDEY, GRAU 2014, S. 166). Dies betrifft insbesondere kontroverse und moralisch aufgeladenen Thematiken. Grundsätzlich kann dies aber auch das Unterrichtshandeln von Lehrkräften betreffen, bspw. wenn normativ geforderte Inhalte, Methoden etc. in der Praxis nur wenig Berücksichtigung finden. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wäre zum Beispiel ein sozial erwünschtes Antwortverhalten bzgl. der Items der Skalen Modellbeurteilung und -reflexion etc. denkbar. Da dies durch Ausbildung, didaktischer Literatur und Lehrpläne gefordert wird, in der Unterrichtspraxis eine Beurteilung – so wurde es zumindest im Bereich der Kartenkompetenz festgestellt (Kapitel 3.1) – möglicherweise aber sehr selten angesprochen wird.
Es gibt zahlreiche Möglichkeiten der Kontrolle der sozialen Erwünschtheit (für eine umfängliche Darstellung siehe MUMMENDEY und GRAU (2014, 174ff) und BORTZ und DÖRING (2006, 232ff). Im Rahmen dieser Studie wurden dabei folgende, in Teilen schon angesprochene Strategien verfolgt:

(1.) *Kontrolle bei Itemkonstruktion und -selektion* (MUMMENDEY, GRAU 2014, 175f): Durch die Nutzung mittelinferenter Items kann zwar durch die Befragten prinzipiell auf die grundlegenden Skalen geschlossen werden. Da die mittel-inferenten Items aber recht konkret unterrichtliches Handeln abbilden und nicht lediglich allgemein danach fragen, ob die Schülerinnen und Schüler Modelle erklären, beurteilen etc., kann zum einen ein valideres Bild des Modelleinsatzes ermittelt werden, und zum anderen wird sozial erwünschtes Antworten nicht von vornherein vereinfacht, wie dies bei den skizzierten einfachen Items wohl der Fall wäre. Auf die Nutzung einer sog. „cover story", d. h. eines Kaschierens der interessierenden Items in einen umfänglicheren Fragebogen (KRELL, KRÜGER 2013, S. 16) wurde nicht nur aus forschungsökonomischen Gesichtspunkten verzichtet, sondern auch aufgrund der angestrebten Transparenz

gegenüber den Probanden. Dies dürfte zudem die Validität der Antworten erhöhen (MUMMENDEY, GRAU 2014, S. 175).

(2.) *Kontrolle durch Fragebogeninstruktion* (BORTZ, DÖRING 2006, S. 235; MUMMENDEY, GRAU 2014, 182f): Instruktionen können „Berge versetzen" (MUMMENDEY, GRAU 2014, S. 182). Daher ist eine einfache und effektive Maßnahme zur Vorbeugung eines soziale erwünschten Antwortverhaltens, darauf hinzuweisen, dass die Items mit einer gewissen Selbststrenge zu beantworten sind Dies erfolgt im eingesetzten Fragebogen gleich an mehreren Stellen (zu Beginn, vor den Itembatterien zum Modelleinsatz, vor der Erfassung einiger unabhängigen Variablen).

(3.) *Kontrolle durch garantierte Anonymität* (MUMMENDEY, GRAU 2014, 184f)*:* Dieser Aspekt hängt eng mit der vorherigen Strategie zusammen. Im Rahmen der Untersuchung wurde den Teilnehmern, wie bereits erläutert, Anonymität zugesichert und der Verwertungszusammenhang der Untersuchung im Rahmen der wissenschaftlichen Forschung und Implementation aufgezeigt.

(4.) *Kontrolle durch Kontrollskalen* (BORTZ, DÖRING 2006, S. 234; MUMMENDEY, GRAU 2014, 178ff)*:* Die Kontrolle der sozialen Erwünschtheit durch Kontrollskalen (z. B. die Soziale-Erwünschtheits-Skala SES-17; STÖBER 1999) ist eine der gängigsten Methoden der Kontrolle, die auch hier genutzt wird. Dabei wird auf eine Kurzskala des Gamma-Faktors des soziale erwünschten Antwortverhaltens (KEMPER et al. 2012, KSE-G), die auf der SES-17 Skala (STÖBER 1999) beruht, genutzt und für den schulischen Kontext adaptiert, wobei wiederum die Soziale-Erwünschtheits-Skala für Lehrkräfte (SES-L; HEIDTMANN et al. 2009) Anwendung fand. Durch diese Skala können Fälle identifiziert werden, die hohe Scores auf dieser Skala haben und damit zu sozial erwünschten Antworten tendieren oder Items und Skalen, die gegenüber sozial erwünschten Antworten anfällig sind. Hierdurch lassen sich entsprechende Fälle aus dem Datensatz entfernen oder Items/Skalen entfernen. Zudem kann sie bei der Berechnung von Korrelationen berücksichtigt werden (Herauspartialisierung). Da solche Kontrollskalen untereinander jedoch oft nur gering korrelieren, sind Konsequenzen mit Bedacht durchzuführen (MUMMENDEY, GRAU 2014, 178ff). Die eingesetzte Skala (6 Items; $\alpha = .637$; siehe Skalenhandbuch) wurde dafür leicht kaschiert, indem sie mit „Sozialer Kontext" tituliert wurde.

Um festzustellen, ob einzelne Skalen der Facetten des Modelleinsatzes anfällig gegenüber sozial erwünschten Antwortverhalten sind, wurden diese mit der Sozialen-Erwünschtheits-Skala korreliert (Spearman-roh-Korrelation, keine Normalverteilung der Daten). Tab. 34 ist zu entnehmen, dass die Korrelationen und damit die Anfälligkeit gegenüber sozialer Erwünschtheit gering sind. Lediglich eine Skala (Datenanalyse) zeigt eine signifikante Korrelation ($r_s = .357$) auf. Da diese Korrelation

jedoch nur moderat ist und Skalen zur Sozialen Erwünschtheit in ihrer Aussagekraft eingeschränkt sind (s. o.) wird von Konsequenzen bei der Itemanalyse (z. B. Elimination stark korrelierender Items) und bei Berechnungsverfahren abgesehen. Im Rahmen der späteren Dateninterpretation ist dies jedoch entsprechend zu berücksichtigen.

Tab. 34 | Überprüfung sozialerwünschter Antworttendenzen - Korrelation der Skala "Soziale Erwünschtheit" mit den Subskalen des Modelleinsatzes (Korrelation nach Spearman)

| Modellauswertung | Modellbildung | Modellanwendung | Modellreflexion |
|---|---|---|---|
| Orientierung<br>$r_S$ = -.036 | Planung<br>$r_S$ = -.034 | Modelltransfer<br>$r_S$ = .044 | Modelle als Medium<br>$r_S$ = .072 |
| Modelle beschreiben<br>$r_S$ = .123 | Datenanalyse<br>$r_S$ = .357* ($p$ = .038) | Modellprognose<br>$r_S$ = .040 | Modelle als Methode<br>$r_S$ = .083 |
| Modelle erklären<br>$r_S$ = .053 | Modell herstellen<br>$r_S$ = -.135 | | |
| Modelle beurteilen<br>$r_S$ = .026 | Modell erklären<br>$r_S$ = .056 | | |
| | Modell testen<br>$r_S$ = .139 | | |
| | Modelle ändern<br>$r_S$ = -.230 | | |

## 5.4 Pretestverfahren

In der methodologischen Literatur existieren zahlreiche gut begründete Regeln und Empfehlungen und empirische Daten zur Konstruktion eines Messinstruments mit seinen Anmoderationen, Instruktionen, Skalen und Items. Die Berücksichtigung dieser Aspekte reduziert die Zahl möglicher Fehler zwar beträchtlich, dennoch bedeutet dies nicht, dass sozusagen „automatisch“ ein „ideales“, praxistaugliches Messinstrument entsteht. Zur Optimierung des Messinstrument wurde vor der eigentlichen Hauptstudie daher ein gründliches, mehrphasiges Pretest-Verfahren durchgeführt, das sich an den Grundlagen des Zwei-Phasen-Pretesting (Prüfer, Rexroth 2000) orientiert. Ein Expertenrating (s. u.) flankierte diesen Prozess. Dieses Vorgehen hat sich als Standard in der quantitativen geographiedidaktischen Forschung etabliert (Miener 2016, S. 108; Uphues 2007). Das Zwei-Phasen-Pretesting stellt eine Kombination aus kognitiven Techniken in der ersten Phase und eines (quantitativen) Standard-Pretests in der zweiten Testphase dar. Abschließend wurden eine Itemanalyse durchgeführt und die Gütekriterien des Messinstrumentes des quantitativen Pretests bestimmt, um darauf aufbauend den finalen Fragebogen zu entwickeln.

### 5.4.1 Phase der kognitiven Techniken

Kognitive Techniken werden in erster Linie zur Kontrolle des Fragenverständnisses eingesetzt, also wie die Probanden Begriffe und Formulierungen verstehen und welche Überlegungen bei der Beantwortung stattfinden. Auf diese Weise können verlässlicher Formulierungsdefizite und somit Verständnisprobleme als bei einem Standard-Pretest entdeckt werden. Als „aktive Techniken" werden sie bezeichnet, da sie im Gegensatz zum Standard-Pretest, bei dem Probleme nur deutlich werden, wenn die Befragten sie von sich aus äußern, gezielt um Erläuterungen, Begründungen oder Offenlegung von Überlegungen aufgefordert werden (PRÜFER, REXROTH 2000). Die vier Techniken, die hierbei am meisten Anwendung finden sind das *Probing*, *Think Aloud*, *Paraphrasing* und das *Confidence Rating*. Sie sind in Tab. 35 aufgeführt und ausdifferenziert.
Die Evaluation des Messinstruments mittels ausgewählter kognitiver Techniken wurde in Form von qualitativen Interviews mit vier Geographielehrkräften durchgeführt. Zu Beginn der Interviews wurde auf den besonderen Charakter des Interviews hingewiesen sowie die besondere Rolle des Befragten als zur Verbesserung des Fragebogens „Mithelfenden" (*participating pretest*) geklärt. Im ersten Schritt wurde den Lehrerinnen und Lehrern der Fragebogen vorgelegt und sie wurden gebeten, schrittweise jeden Fragebogenabschnitt zu beantworten und dabei Schwierigkeiten, Irritationen etc. zu annotieren (abschnittsbezogenes *General Probing*). Im zweiten Schritt wurde dies als Gesprächsanlass genommen, um Defizite beim Fragenverständnis, der Anmoderation bzw. den Instruktionen aufzudecken. Zur Generierung eines besseren Verständnisses der jeweiligen Problematik wurden sie u. a. gebeten, die ihr Verständnis der diskussionswürdigen Items und Fragen zu erläutern (*Paraphrasing*) und darin enthaltene Begriffe zu erklären (*Special Comprehension Probing*). Des Weiteren wurden sie aufgefordert, komplexere Anmoderationen in eigenen Worten wiederzugeben (*Paraphrasing*) und speziellere fachdidaktischer Termini (z. B. deduktive bzw. induktive Herangehensweise) zu erläutern (*Special Comprehension Probing*). Darüber hinaus wurden die Interviewpartner gezielt bei einzelnen Fragen bzw. Items, die bereits vorab als potentiell schwer verständlich eingestuft wurden, gebeten sie in eigenen Worten wiederzugeben (*Paraphrasing*) oder die gedankliche Herangehensweise an Item(blöcke) wiederzugeben (*Think Aloud*) und ggf. Verbesserungsvorschläge zu machen. Zudem wurden sie gefragt, ob aus ihrer Sicht die wesentlichen Aspekte des Modelleinsatzes abgedeckt sind. Die so durchgeführten Interviews waren damit teilstrukturiert und ermöglichten durch die vorhandene Offenheit einen individuellen Zugriff. In Folge dieses Verfahren wurden einige Formulierungen korrigiert, v. a. sprachlich vereinfacht aber auch Hervorhebungen vorgenommen (z. B. Betonung des Bezugs auf die Oberstufe) oder Ergänzungen gemacht (z. B. Erläuterungen in Klammern; Hinweis zur Randomisierung der Items). Zudem wurde die Anzahl der im WarmUp präsentierten Modelle auf zehn reduziert.

Tab. 35 | Überblick über kognitive Techniken (MIENER 2016, S. 109 nach PRÜFER, REXROTH 2000, S. 7f)

| Kognitive Technik | Kurzbeschreibung |
|---|---|
| Probing | Diese Techniken beziehen sich darauf, die gegebenen Antworten der Probanden noch einmal hinterfragen zu lassen. Dabei lässt sich die Art des Hinterfragens auf vier Arten differenzieren:<br>*Special Comprehension Probing*: Fokussierung auf einen herausgegriffenen Aspekt oder Begriff, der von den Probanden erklärt werden soll.<br>*Information Retrieval Probing*: Beschreibung des Probanden zum Vorgang der Informationsbeschaffung zu einer ausgewählten Frage.<br>*Category Selection Probing*: Begründung der Wahl des bei einer Antwort gewählten Skalenwertes.<br>*General Probing*: Generelle Zusatzfrage an den Probanden bei der Beantwortung einer Antwort (z. B. zur Ergründung des Verständnisses einer Frage). |
| Think Aloud | Diese Techniken beziehen sich auf den Ansatz des lauten Denkens und damit der verbalisierten Bewusstmachung und Nachvollziehbarkeit von Gedankenschritten bei der Beantwortung einer Frage. Auch diese Technik kann weiter ausdifferenziert werden:<br>*Concurrent Think Aloud*: Simultan zur Beantwortung der Frage äußert der Proband seinen Gedankengang.<br>*Retrospective Think Aloud*: Im Anschluss an die Beantwortung einer Frage wird der Proband gebeten seine Überlegungen zur Beantwortung zu äußern. |
| Paraphrasing | Beim *Paraphrasing* umschreibt der Proband mit eigenen Worten die Aussage der Frage. |
| Confidence Rating | Beim *Confidence Rating* bewerten Probanden im Anschluss an die Auswahl einer Antwort zu einer Fragestellung inwieweit ihre Antwort verlässlich ist und nicht der Zufallsauswahl unterliegt. Hierzu kann ebenfalls eine intervallskalierte Skala zur Bewertung der Verlässlichkeit zum Einsatz kommen. |

### 5.4.2 Phase des Standard-Pretests

Das Ziel des Standard-Pretest liegt nicht primär darin, Verständnisschwierigkeiten aufzudecken, sondern in der Identifizierung von Problemen, die mit Anwendung des Fragebogens unter realen Feldbedingungen einher gehen. Dies ist somit eine „passive“ Strategie, bei dem der Befragende lediglich „Beobachter“ ist (PRÜFER, REXROTH 2000). Bei der Durchführung können Probleme auf Seiten der Befragenden als auch auf Seite der Probanden ermittelt werden. Dies betrifft u. a. auch technische Aspekte bei der Durchführung der Onlinebefragung (z. B. die diffizile Gestaltung mit ihren Zufallsgeneratoren, Filterfragen, Verweisen, Abbildungen), das mögliche Nachlassen der Konzentration (vorzeitige Abbrüche der Online-Befragung) oder eine geringe Antwortbereitschaft. Durch die dabei gewonnen Daten

können zudem erste statistische Item- und Konsistenzanalyse durchgeführt werden. Zudem war es Ziel den Fragebogen zu kürzen, indem die Itemanzahl, v. a. im Bereich der unabhängigen Variablen zum Modelleinsatz aber auch im Bereich der abhängigen Variablen der Skalen „Modellverständnis“ und „Modelleinsatz“ reduziert wird. Letztlich kann im Rahmen dieses Vortests verlässlich die Befragungsdauer ermittelt werden. Eine Besonderheit des online-gestützten Standard-Pretestings ist die Möglichkeit, dass den Probanden ein zusätzliches Feld präsentiert wird, in denen sie Anmerkungen machen können. Zudem erhielten die Probanden als weitere Antwortkategorie bei den abhängigen Variablen zum Modelleinsatz die Möglichkeit „Aussage unklar“ anzugeben. Somit können weitere inhaltlich schwierige Items identifiziert werden.
Der Pretest wurde an eine begrenzte Zahl ehemaliger Studierender geschickt. Damit wurde eine der Hauptstudie relativ analoge Probandenstruktur sichergestellt. Insgesamt nahmen 33 Geographielehrerinnen und -lehrer am quantitativen Pretest teil. In Folge der Auswertung der statischen Werte und der individuellen Rückmeldung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer konnten sowohl bei den abhängigen Variablen als auch bei den unabhängigen Variablen 17 Items entfallen und einige Items sprachlich optimiert werden. Es zeigte sich zudem das die Skala „Modelle herstellen“ aus statistischer, wie auch aus inhaltlicher Sicht Probleme bereitete. Sie wurde für die Hauptstudie überarbeitet. Die neu entwickelten Skalen zum Modellverständnis und zum fachdidaktischen Wissen über den Modelleinsatz konnten ebenfalls erwartungsgemäß gekürzt und damit fokussiert sowie optimiert werden. In der Pretestversion des Fragebogens waren ergänzend zu den Wissensitems zum Modellverständnis drei Items zur Selbsteinschätzung des modellbezogenen Wissens enthalten. Sie entfielen ebenfalls, um die Bearbeitungsdauer zu kürzen. Gleiches gilt für vier Wissensfragen zum fachdidaktischen Wissen. Ebenfalls mit dem Ziel die Bearbeitungsdauer zu kürzen, wurde im ersten Teil zum Einsatz spezifischer Modelle in den verschiedenen Kursarten die Antwortoption „unverzichtbar“ eliminiert. Aufgrund zahlreicher Rückmeldungen wurden die Antwortkategorien in der Skala „Bedeutung von Unterrichtszielen“ verändert (andere Beschriftung, Erweiterung um eine fünfte Kategorie) um ein differenziertes Antwortverhalten zu erzielen. Für die Skala „Soziale Erwünschtheit“ wurde kein quantitatives Pretesting durchgeführt, da sie erst zur Hauptstudie ergänzt wurde. Die Ursprungsitems dieser Skala haben sich jedoch in zahlreichen anderen Untersuchungen bewährt (Kapitel 5.1.7).

### 5.4.3 Expertenrating

Ergänzend zum mehrphasigen Pretestingprozess wurde parallel ein Expertenrating zu den abhängigen Variablen durchgeführt, v. a. mit dem Ziel die inhaltliche Validität des Messinstruments sicherzustellen. Hierzu wurden sowohl Experten aus dem Universitätsbereich befragt als auch Experten aus der zweiten

Ausbildungsphase (Fachleiter). Auswahlkriterium war ihre durch einschlägige Publikationen zum Modelleinsatz im Fach Geographie nachgewiesene Expertise. Hierzu wurde ein separater Onlinefragebogen erstellt (Ergebnisse siehe Anhang, Anlage 03). Zu Beginn wurde das Anliegen der Befragung sowie das später eingesetzte Frageformat kurz erläutert. Anschließend wurde jede Facette (z. B. Modelle herstellen) des Modelleinsatzes mit ihren zugehörigen Items sowie eine Kurzbeschreibung des Konstrukts (Kapitel 5.1.5) präsentiert. Aufgabe der Experten war es, mit einer vierstufigen Likert-ähnlichen Skala (1 - unpassend; 2 - eher unpassend, 3 - eher passend, 4 - passend) zu beurteilen, inwiefern die jeweiligen Items die Subskala bzw. Facette des Modelleinsatzes repräsentieren. Ergänzend konnten sie in einem Freifeld Anmerkungen machen. Abschließend wurden alle Facetten des Modelleinsatzes in einer Übersicht präsentiert und die Teilnehmer gebeten, zu beurteilen, ob alle Facetten des Modelleinsatzes repräsentiert sind und ggf. fehlende Facetten zu ergänzen. Fast alle Items erzielten hohe Zustimmungswerte (Anlage 03). Von den 60 präsentierten Items hatten lediglich 10 Items einen Mittelwert unter 3 und nur 4 Items lagen unter dem Skalenmittel von $M = 2.5$. Dies betraf – passend zu den Ergebnissen des quantitativen Pretests – allein zwei Items der Skala „Modelle erstellen“. Unter anderem mit Hilfe der Rückmeldungen aus dem Freifeld wurden die Skala sowie die anderen Items optimiert (s. o.). Auch die abschließende Frage nach der Vollständigkeit der Einsatzfacetten erzielte eine hohe Zustimmung ($M = 3.6$). Insgesamt zeigte das Expertenrating somit, dass die Items in fast allen Teilen das Konstrukt valide abbilden können. Die Rückmeldungen konnten zudem genutzt werden, um die Güte des Messinstruments durch Umformulierung der Items weiter zu erhöhen.

## 5.5 Itemanalyse

Zentral für die Qualität der empirischen Daten und damit auch für die Untersuchung an sich ist die Itemanalyse. Sie ist damit Kernstück der Testkonstruktion und -bewertung. Dabei werden psychometrische Itemeigenschaften als Kennwerte bestimmt und anhand vorgegebener Qualitätsstandards bewertet (Bortz, Döring 2006, 217ff; Kelava, Moosbrugger 2012). Die Itemanalyse dieser Studie wurde zum einen mit dem Sample des quantitativen Vortests (s. o.) durchgeführt. Dies führte zur Entfernung und Überarbeitung von Items (siehe Skalenhandbuch des Vortests auf der beigefügten CD). Mit dem Datensatz der Hauptstudie wurde ebenfalls eine Itemanalyse durchgeführt. Dies führte zusammen mit der Reliabilitätsanalyse zum Ausschluss einzelner Items. Alle ursprünglich in der Hauptstudie eingesetzten Items bzw. Skalen sind in Kapitel 5.1.6 zu finden, wo auch die entfernten Items markiert sind. Die zugehörigen Item- und Skalenkennwerte können im Skalenhandbuch der Hauptstudie nachgeschlagen werden. Dieses Verfahren bildet die Grundlage für eine hohe Testgüte, die im Anschluss daran zu bestimmen ist (Bortz, Döring 2006, S. 217).

Der Itemanalyse geht eine Aufbereitung des Datensatzes (JANSSEN, LAATZ 2013, S. 29) voraus. Dabei werden u. a. Items neu beschriftet, ggf. umgepolt (bei negativer Codierung). Zudem werden einzelne Fälle aus dem Datensatz entfernt, bspw. wenn die Probanden zufällige Muster angekreuzt haben, nur durch den Onlinefragebogen geklickt haben ohne Bewertungen zu hinterlassen oder ein zu früher Abbruch erfolgte. Dabei wurden deskriptivstatistische Analysen aus SPSS genutzt (Häufigkeiten, Boxplot-Darstellungen etc.). Als hilfreiche Indikatoren konnte hier die im Onlinefragebogen erfassbare Bearbeitungsdauer genutzt werden. So deuten sehr schnelle Bearbeitungszeiten auf eine sehr oberflächliche Bearbeitung oder ein „Durchklicken" hin. Der Fallübersicht in SPSS ist zudem gut entnehmbar, wenn Probanden nur selektiv einzelne Bereiche des Fragebogens bearbeitet haben oder zu früh abbrachen. Dies führte zum Ausschluss von etwa 50 Fällen.
Beim konkreten Vorgehen im Rahmen der Itemanalyse wurde sich im Wesentlichen an den Ausführungen von BORTZ und DÖRING (2006, 217ff) orientiert. Die Abb. 36 gibt einen Überblick hierüber und benennt die zentralen Analyseaspekte und Analysekriterien. Dabei ist zu betonen, dass nebst dieser v. a. statistischen Analysen aufgrund der Sicherstellung der inhaltlichen Validität stets inhaltliche Aspekte zu berücksichtigen sind. Alle relevanten Kennwerte (Missings, Itemschwierigkeiten, Trennschärfekoeffizienten, Homogenitätskoeffizienten, Ergebnisse der Faktorenanalysen) befinden sich im Skalenhandbuch (Download auf der GDF-Website) und dem Anhang der Arbeit (Anlagen 05-09). Zwar wirkt das Verfahren stark strukturiert, dennoch hatte es in der Praxis einen iterativen Charakter.

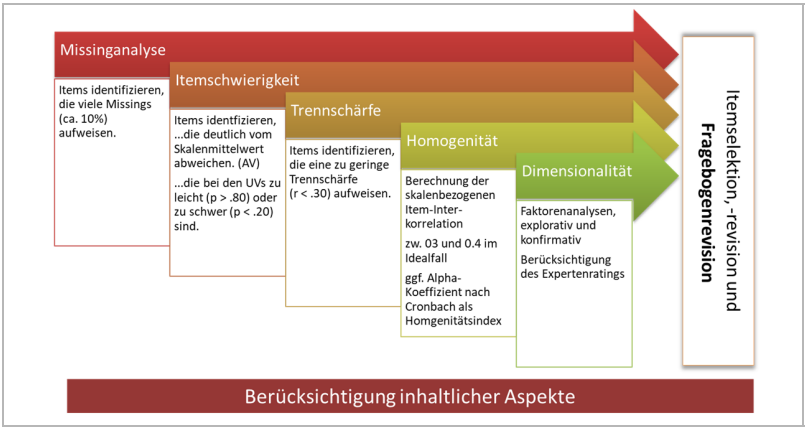



Abb. 36 | Vorgehen bei der Itemanalyse in Orientierung an BORTZ und DÖRING (2006, 17ff)

Zuerst wurde die Anzahl der Missings, also durch einzelne Probanden nicht beantwortete Items betrachtet. Dies ergab einen Rückschluss auf ihre Verständlichkeit.

In der Vorstudie wurde hierfür die Antwortmöglichkeit „Item unklar“ genutzt. Unklare Items konnten ggf. umformuliert werden. Im Anschluss daran wurde im zweiten Schritt die Itemschwierigkeit analysiert. Die Itemschwierigkeit, auch Zustimmungsrate oder Itempopularität genannt, gibt an, in welchem Maße ein Item richtig gelöst bzw. wie stark ihm zugestimmt wird. Sie wird mittels eines Index angegeben, der dem Anteil derjenigen Probanden entspricht, die das Item richtig lösen oder bejahen. Die Itemschwierigkeit ($p_i$) lässt sich für jedes Item separat berechnen und weist Werte zwischen 0 (schwer/geringe Popularität) und 1 (einfach/hohe Popularität) auf. Bei mehrstufigen Items wie in diesem Fall lässt sich eine Formel anwenden, „[…] nach der die Summe der erreichten Punkte ($x_i$) auf Item i durch die maximal erreichbare Punktsummer dieser Items zu dividieren ist (Dahl, 1971, S. 140). Die maximal mögliche Punktsumme ergibt sich als Produkt der maximalen Punktzahl ($k$), die einer Person auf Items $i$ erreichen kann, und der Anzahl der antwortenden Personen“ (Bortz, Döring 2006, S. 219).

$$p_i = \frac{\sum_{m=1}^{n} x_{im}}{k_i \cdot n}$$

Extrem schwierige oder leichte Items gelten als wenig informativ, da sie keine Personenunterschiede sichtbar machen. Gewünscht ist daher eine möglichst breite Schwierigkeitsstreuung. Itemschwierigkeiten zwischen 0.2 und 0.8 – also im mittleren Bereich – sind daher angestrebt (Bortz, Döring 2006, 218f). Bezogen auf die abhängigen Variablen dieser Studie ist diese allgemeine Aussage jedoch einzuschränken. Im Interesse der Untersuchung steht, wie häufig verschiedene Aspekte des Modelleinsatzes im Unterricht genutzt werden. Eine pauschale Ausschließung von Einsatzfacetten, die immer genutzt werden, würde das Bild vom unterrichtlichen Modelleinsatz daher stark verzerren. Insofern wird von dieser Regel für die abhängigen Variablen nicht Gebrauch gemacht – zumal es sich beim Modelleinsatz im eigentlichen Sinn auch nicht um ein Persönlichkeitsmerkmal handelt. Bezogen auf die unabhängigen Variablen, die Aspekte der Kompetenzstruktur der Lehrkräfte erfassen, ist diese Regel sehr wohl zu berücksichtigen.
Bezüglich der Itemschwierigkeit der in der Hauptstudie zur Auswertung genutzten Items zeigt sich, dass erwartungsgemäß einige wenige Items der abhängigen Variablen hohe Zustimmungswerte aufweisen (Anlagen 05-09). Dies hält sich jedoch in Grenzen. Gleiches gilt für Items der unabhängigen Variablen. Insgesamt sind die Itemschwierigkeiten in dem zuvor definierten mittleren Bereich zu finden.
Die Trennschärfe gibt an, wie gut einzelne Items das Gesamttestergebnis repräsentieren. Sie ist definiert als die Korrelation der Beantwortung eines Items mit dem Gesamttestwert. Da im Gesamttestwert auch das interessierende Item eingeht erfolgt eine künstliche Erhöhung der Korrelation. Daher werden korrigierte Trennschärfekoeffizienten genutzt, die das analysierte Item unberücksichtigt lassen. Bei den vorliegenden intervallskalierten Testwerten wurde als

Trennschärfekoeffizient ($r_{it}$) die Produkt-Moment-Korrelation zwischen den Punktwerten pro Item *i* und dem korrigierten Gesamttestwert *t* genutzt:

$$r_{it} = \frac{cov(i,t)}{s_i \cdot s_t}$$

Demnach erhalten Personen, die auf einem trennscharfen Item einen hohen Wert erzielen, auch auf der Gesamtskala einen hohen Wert und umgekehrt. Demnach kann man an trennscharfen Items bereits ablesen, welche Probanden bezüglich der betrachten Gesamtskala eine hohe oder niedrige Ausprägung besitzen. Beide Gruppen gelten folglich als „gut getrennt" (BORTZ, DÖRING 2006, S. 219). Grundsätzlich sind hohe Trennschärfen wünschenswert. Werte zwischen 0.3 und 0.5 gelten als mittelmäßig und Werte größer als 0.5 als hoch. Items mit niedrigen Koeffizienten sind zu entfernen, da die durch sie ermittelten Informationen nicht mit der Skala bzw. dem Konstrukt ausreichend korrespondieren. Die Itemschwierigkeit hat Einfluss auf die Trennschärfe. Sehr leichte und sehr schwere Items setzen die Trennschärfe herab. Insofern war für die abhängigen Variablen zu befürchten, dass die Trennschärfen zu gering ausfallen, da Items mit hoher und geringer Zustimmung nicht zwangsläufig entfernt wurden. Dies war jedoch nicht der Fall.
Bezüglich der zur Auswertung genutzten Items der abhängigen Variablen sind die Trennschärfen im mittlerem bis guten Bereich zu finden. Sie bewegen sich meist im Bereich um .50 (Anlagen 05-09). Negativ fallen die Items der Skala Orientierung (Dimension Modellauswertung) auf, die geringe Trennschärfen aufweisen. Bezüglich der Items der unabhängigen Variablen sind die Trennschärfen im Durschnitt etwas geringer aber größtenteils immer noch im mittleren Bereich. Recht gering sind die Trennschärfen hier insbesondere bei den Items der Skala ‚Modellverständnis'.
Da es Ziel der Testkonstruktion ist – bezogen auf die einzelnen theoretisch hergeleiteten Skalen – ein eindimensionales Instrument zu schaffen, wird des Weiteren noch die Homogenität der einzelnen Skalen betrachtet. Hierzu wird die Höhe der wechselseitigen Korrelation der Items einer Skala genutzt. Der Durchschnitt der einzelnen Korrelationskoeffizienten der beteiligten Items ($r_{ii'}$) wird dabei als Koeffizient genutzt. Die Autokorrelation bleibt unbeachtet. Da bei eindimensionalen Skalen bzw. Konstrukten eine hohe Homogenität erstrebenswert ist, wird als Akzeptanzbereich Werte zwischen 0.2 und 0.5 vorgeschlagen. Innerhalb des Bereichs besteht neben einer ausreichenden Homogenität eine angemessene inhaltliche Bandbreite, die nicht auf redundante Items zurückzuführen ist. Da die mittlere Iteminterkorrelation in die Berechnung von Cronbachs Alpha eingeht, kann auch der Alphakoeffizient als Homogenitätsmaß genutzt werden. Hierbei kann ggf. auch eine Faktorenanalyse Anwendung finden, um bei geringen Korrelationen zwischen den Items zu untersuchen, ob die Items ein eindimensionales oder mehrdimensionales Konstrukt abbilden. Entsprechende Items könnten dann ggf. entfernt oder modifiziert werden. Die hier angesprochene Dimensionalität bildet den letzten

Schritt der Itemanalyse. Da bezogen auf die einzelnen Skalen eine Eindimensionalität angestrebt wird, müssen die einzelnen Items im Rahmen einer Faktorenanalyse auf einen Generalfaktor ausreichend hoch laden. Dieser Faktor repräsentiert das „Gemeinsame" der beteiligten Items (BORTZ, DÖRING 2006, S. 221). Im Rahmen der Itemanalyse dieser Untersuchung wurden daher für jede der zuvor hergeleiteten Facetten des Modelleinsatzes separate, explorative Faktorenanalysen (Hauptkomponentenanalyse mit Promax und Varimax Rotation) durchgeführt.
Bezüglich der Homogenität lässt sich konstatieren, dass fast alle Items eine Iteminterkorrelation im zuvor definierten Bereich von .20 bis .50 aufweisen. Einige Items korrelieren etwas stärker (v. a. Skala ‚Modellreflexion (Medium)'). Die Iteminterkorrelationen der unabhängigen Variablen sind etwas schwächer. Negativ fällt abermals die Skala ‚Modellverständnis' mit Werten um .20 auf. Gleiches gilt für die Skala ‚Orientierung', deren Werte noch schwächer sind.
Bei der Itemanalyse im Rahmen der Hauptstudie zeigte sich bei der Prüfung der Skalendimensionalität, dass fast alle Skalen einen Generalfaktor aufweisen, auf denen die Items ausreichend stark laden (Anlagen 10 und 11). Der Einsatz der Faktorenanalyse bei der Skala ‚Modell herstellen' führte auch unter Berücksichtigung von Itemschwierigkeit und Trennschärfe zur Exklusion eines Items, wodurch die Skalenqualität gesteigert werden konnte und eine eindimensionale Skala zustande kam. Die Faktorenanalyse der Skala ‚Modell ändern' zeigte ursprünglich ebenfalls zwei Dimensionen. Durch Exklusion nicht geeigneter Items konnte ebenfalls die Skalenqualität gesichert werden. Die Skalen zur Zielorientierung konnten ebenfalls mit Hilfe von Faktorenanalysen verbessert werden, indem Items, die auf alle drei Faktoren luden, entfernt wurden oder ein Item ZO_MO05 einer anderen als ursprünglich intendierten Skala zugeordnet wurde.
Insgesamt konnte durch die Itemanalyse sichergestellt werden, dass die für die Auswertung verwendeten Items eine gute Qualität haben. Die Qualität der Items der Skala ‚Orientierung' (Dimension Modellauswertung) bleibt jedoch fragwürdig. Die Items der Skala ‚Modelverständnis' zeigen ebenfalls gewisse Defizite auf, wenngleich diese weniger ausgeprägt sind. Inwiefern beide Skalen ausreichend reliabel und valide sind, zeigt sich im nächsten Schritt, der Bestimmung der Testgüte. Durch die dargelegte differenzierte Itemanalyse wurde hierfür eine profunde Basis geschaffen, die eine hohe Datenqualität versprechen soll.

## 5.6 Überprüfung der testtheoretischen Brauchbarkeit

Die Bestimmung der testtheoretischen Brauchbarkeit des Messinstruments erfolgte im Rahmen der Entwicklung des Messinstruments mehrfach auf Basis der entsprechenden Datensätze und diente fortwährend zur Steigerung seiner Güte. Insbesondere der fertige Datensatz des Standard-Pretests und der Datensatz der Hauptstudie spielten hier eine entsprechende Rolle. Die hier vorgestellten Ergebnisse beziehen sich auf den Datensatz der Hauptstudie.

### 5.6.1 Objektivität

Unter Objektivität wird verstanden, in welchem Ausmaß die Ergebnisse von Einflüssen, die unabhängig von der zu testenden Person sind, beeinflusst werden. Quellen hierfür können z. B. der Versuchsleiter oder die situationalen Bedingungen sein. Dabei wird zwischen drei Objektivitätsarten unterschieden (BEAUDUCEL, LEUE 2014; BORTZ, DÖRING 2006, 195f; BÜHNER 2011, 58ff; LIENERT, RAATZ 1998, 7f).
Die *Durchführungsobjektivität* gibt den Unabhängigkeitsgrad der Ergebnisse von Variationen bei der Testdurchführung im Feld an. Dabei ist es notwendig, dass die Durchführung in möglichst gleicher Art und Weise erfolgt (BORTZ, DÖRING 2006, S. 195; BÜHNER 2011, S. 59; LIENERT, RAATZ 1998, S. 8). In der vorliegenden Studie bildet ein selbst entwickelter Fragebogen, bei dem alle Instruktionen, Items etc. schriftlich in eindeutiger Form fixiert wurden und im Rahmen des Pretesting auf ihre Verständlichkeit hin überprüft wurden, hierfür die Basis. Mit Hilfe des Online-Befragungstools kann zudem sichergestellt werden, dass nicht zurückgeblättert werden kann und die Befragung in der intendierten Schrittigkeit erfolgt. Die Befragungssituation erfolgte an digitalen Endgeräten, wie dem heimischen PC oder Tablet. Hierbei konnten keine Rückfragen gestellt werden. Durch das Pretesting wurde aber vorab die Verständlichkeit sichergestellt. Zudem ist davon auszugehen, dass Lehrkräfte aufgrund ihrer Expertise ein hohes Verständnis für die Inhalte, Begriffe etc. haben dürften. Soziale Interaktion, Nachlesen etc. während der Durchführung lassen sich zwar grundsätzlich nicht vermeiden, dennoch ist davon auszugehen, dass den Lehrkräften durch die transparente Formulierung der Zielsetzung der Studie im Rahmen der Einleitung etc. klar ist, dass sie ohne Hilfe an der Befragung teilnehmen.
Die *Auswertungsobjektivität* wird als die numerische und kategoriale Auswertung des registrierten Testverhaltens nach vorgegebenen Regeln definiert (BORTZ, DÖRING 2006, S. 195; BÜHNER 2011, 59f; LIENERT, RAATZ 1998, S. 8). Dies wird sichergestellt, indem die Probanden die Ausprägung der Häufigkeit der verschiedenen Facetten des Modelleinsatzes auf einer zuvor definierten, standardisierten Antwortskala von „immer“ bis „nie“ angeben können. Auch für die weiteren Skalen und Items sind durch die Art ihrer Konstruktion klare Regeln impliziert, nach welchem Muster diese zu beantworten sind. Zudem haben alle Items ein geschlossenes Antwortformat. Somit können die Antwortkategorien unabhängig von den Auswertenden ausgewertet werden.
Die *Interpretationsobjektivität* zielt auf die Perspektive des Auswertenden ab. Jeder Auswerter soll möglichst zur gleichen Beurteilung der Ergebnisse kommen (BORTZ, DÖRING 2006, S. 195; BÜHNER 2011, S. 60; LIENERT, RAATZ 1998, S. 8). Da es sich bei den Antwortskalen/-kategorien und ihrer Beantwortung um einen quantitativen bzw. quantifizierbaren Prozess auf Basis zuvor klar definierter Itemkonstruktionen handelt, blieb dieser Schritt ein rein rechnerischer Vorgang und ist damit unbeeinflussbar und vollständig objektiv. Entsprechende Kodier-

/Skalenhandbücher unterstützten diesen Prozess. Gleiches gilt für die zur tieferen Analyse notwendigen standardisierten mathematischen Testverfahren.

### 5.6.2 Reliabilität und Homogenität

Als Reliabilität wird das Ausmaß der Präzision eines Testinstruments verstanden, mit welcher dieses ein konkretes Persönlichkeits- oder Verhaltensmerkmal misst. Die Reproduzierbarkeit von Testergebnissen wird dabei aufgezeigt, indem anhand eines statistischen Kennwerts errechnet wird, inwiefern bei einer wiederholten Messung das gleiche Ergebnis unter gleichen Bedingungen zustande käme (BORTZ, DÖRING 2006, 196ff; BÜHNER 2011, 60f; LIENERT, RAATZ 1998, 9f).
In der methodologischen Literatur werden vier relevante Zugänge zur Ermittlung der Reliabilität aufgeführt (BORTZ, DÖRING 2006, 196ff; LIENERT, RAATZ 1998, 9f). Bei der Retestreliabilität wird der gleichen Stichprobe in einem angemessenen Zeitabstand derselbe Test vorgelegt wobei die Daten miteinander korreliert werden. Die Retestkorrelation gilt dann als Maß für die Reliabilität (BORTZ, DÖRING 2006, 196f). Im Paralleltestverfahren werden zwei Parallelformen des Tests derselben Stichprobe ebenfalls zu zwei Zeitpunkten vorgelegt und miteinander korreliert (BORTZ, DÖRING 2006, 197f). Wird die Erhebung – wie in der vorliegenden Untersuchung – lediglich zu einem bestimmten Zeitpunkt durchgeführt kann die Split Half-Korrelation sowie die Prüfung der internen Konsistenz genutzt werden, um die Reliabilität zu bestimmen. Die Split-Half-Korrelation wird genutzt, um festzustellen, ob das Messinstrument konsistente und reproduzierbare Ergebnisse in beiden Testteilen liefert. Hierbei nehmen Test- und Skalenlänge Einfluss auf die Konsistenz. Zunehmende Skalen- und Testlängen führen zu höheren Werten bzw. zu einer höheren Reliabilität (BORTZ, DÖRING 2006, S. 198).
Die gängigste Form der Reliabilitätsbestimmung ist die Ermittlung der internen Konsistenz. Dabei wird davon ausgegangen, dass ein Test in mehrere äquivalente Teile untergliedert werden kann. Für die Berechnung des Cronbachs Alpha-Koeffizienten wird der Test in so viele Teile untergliedert, wie Aufgaben vorhanden sind. Dabei wird jedes Items als wiederholter Versuch betrachtet, das Skalenmerkmal zu erfassen (BORTZ, DÖRING 2006, 198f; BÜHNER 2011, 60f).
Da die vorliegende Untersuchung nur zu einem Zeitpunkt eingesetzt wurde, erfolgte die Überprüfung der Reliabilität anhand der Halbierungskorrelation nach der Split-Half-Methode in SPSS, wobei der Spearman-Brown-Koeffizient (SB) betrachtet wurde. Die innere Konsistenz wurde mittels der Skalenreliabilitätsprüfung unter Verwendung des Cronbach-Alpha-Koeffizienten durchgeführt.
Zur Bewertung der vorhandenen Korrelationskoeffizienten können zwar Bewertungsrichtlinien aus der Literatur als Orientierung genutzt werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass diese nicht zu schematisch angewandt werden. So gelten z. B. nach BORTZ und DÖRING (2006, S. 199) Reliabilitätskoeffizienten ab .80 als mittelmäßig und ab .90 als hoch. Reliabilitätskoeffizienten werden jedoch stark durch

die Itemanzahl der untersuchten Skalen beeinflusst. So weisen Skalen mit mehr Items automatisch höhere Kennwerte auf. Auch die Heterogenität des in der Skala erfassten Konstrukts bzw. Teilkonstrukts spielt eine Rolle. Ist eine Skala tendenziell eher heterogen, sinken die Reliabilitätskennwerte (Reliabilitäts-Validitäts-Dilemma; SCHECKER 2014). Daher können insbesondere für kleine Skalen, wie dies hier der Fall ist, auch geringere Reliabilitätskoeffizienten als akzeptabel gelten. Bei Skalen mit bis zu drei Items können Werte ab .60 als hinreichend und Werte zwischen .60 und .70 als mittelmäßig gelten (CORTINA 1993, 101f). Zudem gilt es zu berücksichtigen, ob personenbezogene, d. h. individuelle Aussagen oder vergleichende Analysen angestrebt sind. Bei letzterer gelten auch Werte zwischen .50 und .70 bereits als ausreichend (LIENERT, RAATZ 1998, S. 18).
Die folgenden drei Tabellen enthalten die Reliabilitätskoeffizienten für die Skalen der abhängigen Variablen. In der ersten Tabelle sind die Koeffizienten für die Skalen bzw. Items angegeben, die sich auf die Arbeit mit dem Modell des demographischen Übergangs beziehen. In der zweiten Tabelle sind die Koeffizienten für die Skalen aufgeführt, die sich auf die Arbeit mit dem Modell der angloamerikanischen Stadt beziehen.

Tab. 36 | Reliabilitätskoeffizienten der Skalen des Modelleinsatzes zum Modell des demographischen Übergangs (*n* = 96)

| *Modellauswertung* (*n* = 72) | *Modellbildung* (*n* = 24) | *Modellanwendung* (*n* = 96) | *Reflexion über Modelle* |
|---|---|---|---|
| **Orientierung** | **Planung** | **Modelltransfer⁺** | **Modellr. (Medium)*** |
| 3 Items; *M* = 3.05<br>α = .310; SB = .444 | 4 Items; *M* = 2.55<br>α = .646; SB = .764 | 4 Items; *M* = 3.25<br>α = .689; SB =.694 | - |
| **Modelle beschreiben** | **Datenanalyse** | **Modellprognose⁺** | **Modellr. (Methode)*** |
| 4 Items; *M* = 3.48<br>α = .650; SB =. 683 | 4 Items; *M* = 3.32<br>α = .686; SB = .708 | 4 Items; *M* = 3.03<br>α = .634; SB =. 723 | - |
| **Modelle erklären** | **Modell herstellen** | | |
| 3 Items; *M* = 3.35<br>α = .671; SB =.478 | 5 Items; *M* = 3.12<br>α = .866; SB = .905 | | |
| **Modelle beurteilen** | **Modell erklären** | | |
| 5 Items; *M* = 2.94<br>α = .692; SB = .808 | 3 Items; *M* = 3.56<br>α =.758; SB = .908 | | |
| | **Modell testen** | | |
| | 5 Items; *M* = 3.07<br>α = .653; SB = .703 | | |
| | **Modell ändern⁺** | | |
| | 4 Items; *M* = 2.14<br>α = .556; SB =.457 | | |

*Anmerkungen.* ⁺ = auch wenn der deduktive Ansatz von den Probanden gewählt wird, können Modelle geändert und angewendet werden (*n* = 96); * = die Items zur Modellreflexion nehmen keinen expliziten Bezug zu einem spezifischen Modell, daher werden die Kennwerte nur in der Übersicht zu den aggregierten Items angegeben.

Etwa die Hälfte der Probanden beantworte die Items zum ersten und etwa die Hälfte der Probanden die Items zum zweiten Modell. Da diese Items für beide Modelle inhaltlich parallel konstruiert wurden und nur leicht auf das jeweilige Modell angepasst wurden (Kapitel 5.1.5), um mittel-inferente Items zu erhalten, können diese in einer Gesamtskala aggregiert werden, in der nunmehr alle Fälle enthalten sind. In der dritten Tabelle finden sich die Werte für die aggregierten Skalen.
Es zeigt sich, dass die Reliabilitätskoeffizienten der Skalen zum Einsatz des Modells des demographischen Übergangs bis auf zwei Ausnahmen (Skala: Orientierung, Modell ändern) hinreichend hoch sind – insbesondere, wenn man berücksichtigt, dass die Skalen zumeist klein sind (3-4 Items). Die Skala ‚Orientierung' unterschreitet die Grenzwerte sehr deutlich. Die Skala ‚Modelle ändern' unterschreitet die Grenzwerte nur leicht und kann noch als ausreichend angesehen werden (s. o.) Das Gros der Reliabilitätskoeffizienten liegt damit im mittelmäßigen oder besseren Bereich. Einige Skalen erzielen sogar recht hohe Werte, z. B. ‚Modell herstellen' oder ‚Modell erklären'. Die Spearman-Brown-Koeffizienten sind oft höher als die Werte von Cronbachs Alpha.
Bezogen auf die Reliabilitätskoeffizienten der Skalen zum Einsatz des Modells der angloamerikanischen Stadt zeigen sich drei Skalen, die zwischen .50 und .60, also sehr niedrig, aber im akzeptablen Bereich liegen (LIENERT, RAATZ 1998, S. 18).

Tab. 37 | Reliabilitätskoeffizienten der Skalen des Modelleinsatzes zum Modell der angloamerikanischen Stadt ($n$ = 104)

| *Modellauswertung* (*n* = 77) | *Modellbildung* (*n* = 27) | *Modellanwendung* (*n* = 104) | *Reflexion über Modelle* |
|---|---|---|---|
| **Orientierung** | **Planung** | **Modelltransfer⁺** | **Modell als Medium*** |
| 3 Items; *M* = 3.20<br>α = .537; SB = .547 | 4 Items; *M* = 2.45<br>α = .645; SB = .688 | 4 Items; *M* = 3.06<br>α = .702; SB = .768 | - |
| **Modelle beschreiben** | **Datenanalyse** | **Modellprognose⁺** | **Modell als Methode*** |
| 4 Items; *M* = 3.52<br>α = .586; SB = .579 | 4 Items; *M* =3.19<br>α = .663; SB = .657 | 4 Items; *M* = 2.74<br>α = .803; SB = .834 | - |
| **Modelle erklären** | **Modell herstellen** | | |
| 3 Items; *M* = 2.58<br>α = .632; SB =.573 | 5 Items; *M* = 3.10<br>α = .624; SB = .617 | | |
| **Modelle beurteilen** | **Modell erklären** | | |
| 5 Items; *M* = 2.92<br>α = .782; SB = .761 | 3 Items; *M* = 2.63<br>α = .548; SB = .476 | | |
| | **Modell testen** | | |
| | 5 Items; *M* = 3.11<br>α = .766; SB = .856 | | |
| | **Modell ändern⁺** | | |
| | 4 Items; *M* = 1.92<br>α = .825; SB = .838 | | |

*Anmerkungen*. ⁺ = auch wenn der deduktive Ansatz von den Probanden gewählt wird, können Modelle geändert und angewendet werden ($n$ = 104); * = die Items zur Modellreflexion nehmen keinen expliziten Bezug zu einem spezifischen Modell, daher werden die Kennwerte nur in der Übersicht zu den aggregierten Items angegeben.

Der Großteil der Werte liegt im mittelmäßigen oder besseren Bereich. Auch hier zeigen sich einzelne Skalen mit deutlich höheren Werten, z. B. ‚Modelle ändern', ‚Modellprognose'. Die Spearman Brown-Koeffizienten liegen ebenfalls in der Regel höher als die Cronbachs Alpha-Koeffizienten. In der Gesamtschau zeigt erwartungsgemäß nur die Skala ‚Orientierung' Defizite. Alle anderen Skalen haben Koeffizienten von α >.60. Der Großteil der Werte liegt bei α >.70. Auch hier kann konstatiert werden, dass die Spearman Brown-Werte oft über den Werten von Cronbachs Alpha liegen. Damit zeigt sich sehr deutlich die Reliabilität des Messinstruments bezüglich seiner Skalen der abhängigen Variablen. Die geringen Werte der Skala ‚Orientierung' sind bei der Auswertung und Interpretation entsprechend zu berücksichtigen. Die Skala bleibt aber aufgrund ihrer didaktischen Bedeutsamkeit erhalten.

Tab. 38 | Reliabilitätskoeffizienten der Skalen des Modelleinsatzes mit aggregierten Skalen (*N* = 200)

| *Modellauswertung* (*n* = 149) | *Modellbildung* (*n* = 51) | *Modellanwendung* (*n* = 200) | *Reflexion über Modelle* (*n* = 169) |
|---|---|---|---|
| **Orientierung** | **Planung** | **Modelltransfer•** | **Modell als Medium*** |
| 3 Items; *M* = 3.13<br>α = .387; SB = .513 | 4 Items; *M* = 2.50<br>α = .639; SB = .719 | 4 Items; *M* = 3.15<br>α = .689; SB =.735 | 3 Items; *M* = 3.65<br>α = .787; SB =.742 |
| **Modelle beschreiben** | **Datenanalyse** | **Modellprognose•** | **Modell als Methode*** |
| 4 Items; *M* = 3.50<br>α = .618; SB = .631 | 4 Items; *M* = 3.33<br>α = .686; SB = .708 | 4 Items; *M* = 2.88<br>α = .760; SB = .812 | 5 Items; *M* = 3.05<br>α = .689; SB =.735 |
| **Modelle erklären** | **Modell herstellen** | | |
| 3 Items; *M* = 2.96<br>α =.732; SB = .663 | 5 Items; *M* = 3.11<br>α = .761; SB = .802 | | |
| **Modelle beurteilen** | **Modell erklären** | | |
| 5 Items; *M* = 2.93<br>α = .738; SB = .776 | 3 Items; *M* = 3.06<br>α = .784; SB = .792 | | |
| | **Modell testen** | | |
| | 5 Items; *M* = 3.07<br>α = .726; SB = .804 | | |
| | **Modell ändern•** | | |
| | 4 Items; *M* = 2.03<br>α = .709; SB = .667 | | |

*Anmerkungen.* • = auch wenn der deduktive Ansatz gewählt wird, können Modelle geändert und angewendet werden (*n* = 200); * = die Items zur Modellreflexion nehmen keinen expliziten Bezug zu einem spezifischen Modell, daher werden die Kennwerte nur in der Übersicht zu den aggregierten Items angegeben.

Wie bereits weiter oben erläutert, stellt die Entwicklung von aussagekräftigen Skalen zur Erfassung der unabhängigen Variablen eine große methodische Herausforderung dar. Es war Ziel, mit möglichst proximalen und objektiven Indikatoren modellbezogene Kompetenzfacetten bei den Lehrkräften zu erfassen. Diese Herausforderung spiegelt sich in den relativ niedrigen Reliabilitätskoeffizienten der entsprechenden Skalen wider. Sechs von sieben Skalen liegen im akzeptablen Bereich

zwischen .60 und .70. Eine Skala (Modellverständnis) liegt im Beriech zwischen .50 und .60. Der Wert ist zwar niedrig, bei vergleichenden Untersuchungen jedoch noch im akzeptablen Bereich (LIENERT, RAATZ 1998, S. 18; SCHECKER 2014). Die Aussagekraft dürfte trotz dieser Einschränkungen dennoch höher sein, als die entsprechenden Kompetenzfacetten mit einer einfachen Selbsteinschätzung abzufragen. Die Kontroll-/Kontextskalen (Tab. 40) weisen ebenfalls akzeptable bis gute Werte auf.

Tab. 39 | Reliabilitätskoeffizienten der Skalen der unabhängigen Variablen

| Fachwissen | Fachdidaktisches Wissen | Zielorientierung Überzeugungen | Lerntheoretische Überzeugungen |
|---|---|---|---|
| **Modellverständnis** | **Modelleinsatz** | **Inhaltsorientierung** | **Transmission** |
| 6 Items; M 2.04<br>α = .574; SB = .511 | 4 Items; *M* = 2.49<br>α = .601; SB = .544 | 3 Items; *M* = 4.23<br>α = .599; SB = .556 | 4 Items; *M* = 2.34<br>α = .608; SB = .692 |
| | | **Methodenorientierung** | **Konstruktion** |
| | | 3 Items; *M* = 4.30<br>α = .633; SB = .637 | 6 Items; *M* = 3.29<br>α = .690; SB =.620 |
| | | **Beurteilungsori.** | |
| | | 3 Items; *M* = 3.95<br>α = .634; SB = .648 | |

Tab. 40 | Reliabilitätskoeffizienten der Kontroll-/Kontextskalen

| Hindernisse | Soziale Erwünschtheit |
|---|---|
| **organisatorisch-formale Hindernisse** | - |
| 3 Items; *M* = 2.67<br>α = .750; SB =.782 | 6 Items; *M* = 3.31<br>α = .637; SB =.661 |
| **materialbezogene Hindernisse** | |
| 3 Items; *M* = 2.10<br>α =.521; SB = .447 | |
| **schülerbezogene Hindernisse** | |
| 4 Items; *M* = 2.17<br>α =.747; SB =.712 | |
| **gesamt** | |
| 10 Items; *M* = 2.30<br>α = .804; SB = .754 | |

### 5.6.3 Validität

Die Validität oder auch Gültigkeit des Messinstruments gibt den Grad der Genauigkeit an, mit dem das Instrument in der Lage ist, ebendas zu messen, was es vorgibt zu messen also die entsprechenden Persönlichkeitsmerkmale oder Verhaltensweisen (BÜHNER 2011, S. 61; LIENERT, RAATZ 1998, S. 10). Es gibt in der Literatur teils sehr unterschiedliche Ansätze zur Klassifikation der Validitätsprüfung (BEAUDUCEL, LEUE 2014, 106ff; BÜHNER 2011, 61ff; HARTIG, JUDE 2012; LIENERT, RAATZ 1998, 10f; MUMMENDEY, GRAU 2014, 102ff). HARTIG und JUDE (2012) unterscheiden in

diesem Kontext zwischen operationalen und theoretischen Merkmalsdefinitionen. Bei einer operationalen Definition wird das interessierende Merkmal im Wesentlichen durch die Testinhalte definiert. Dabei sind keine theoretischen Vorannahmen über mögliche Testunterschiede notwendig. So lässt sich bspw. die Fähigkeit zum Bruchrechnen ohne vorherige theoretische Überlegungen über kognitive Operationen konzeptionalisieren und erfassen. Im Gegensatz dazu werden bei theoretischen Konstrukten Merkmale aus einer (psychologischen) Theorie abgeleitet (theoretische Merkmalsdefinition). Diese ermöglicht es auch spezifische Unterschiede zu erklären. Beide Aspekte sind jedoch nicht immer eindeutig zu trennen. Eine genaue Beschreibung des Merkmals ist jedoch in beiden Fällen essentiell. So können wie in der vorliegenden Untersuchung Facetten des Modelleinsatz über eine Analyse fachdidaktischer Literatur oder Unterrichtsmaterial hergeleitet und definiert werden (s. o.), womit es sich eher um einen operationalen Ansatz handelt. Bezogen auf die unabhängigen Variablen wie dem Professionswissen, lerntheoretischen Überzeugungen oder Zielorientierungen kann jedoch eher von einem theoretischen Konstrukt gesprochen werden.

Nach LIENERT und RAATZ (1998, 10f) wird zwischen den folgenden drei Aspekten der Validitätserfassung unterschieden:

**Kriterienbezogene Validität** | Zur Prüfung der kriterienbezogenen Validität korreliert man die Ergebnisse der Probanden mit einem Außenkriterium, das vom Test unabhängig erhoben wurde. Dabei gilt das Außenkriterium als ein valider Repräsentant des interessierenden Merkmals. In der Forschungspraxis ist ein solches Verfahren nur schwer durchführbar. So muss es zum einen erstmal die entsprechende Datenbasis geben und zum anderen muss auch sichergestellt werden, dass die Vergleichsuntersuchung ausreichend valide ist (BORTZ, DÖRING 2006, 200f; BÜHNER 2011, S. 62). In der vorliegenden Untersuchung wurde auf die Ermittlung der Kriteriumsvalidität aufgrund mangelnder vergleichbarer Untersuchungen bzw. Kriterien verzichtet.

**Inhaltliche Validität** | Die Gewährleistung der inhaltlichen Validität wird als der wichtigste Schritt der Testkonstruktion angesehen (BORTZ, DÖRING 2006, S. 200; BÜHNER 2011, S. 62). Ein Messinstrument ist inhaltlich valide, wenn es in der Lage ist, das interessierende operationale Merkmal hinreichend präzise zu repräsentieren (Repräsentationsschluss) bzw. bei einem theoretischen Merkmal, ob aus den Antworten auf die genutzten Items auf das theoretische Konstrukt geschlossen werden kann (HARTIG, JUDE 2012, S. 151). Dabei wird unter *präzise* jedoch nicht (quantifizierbare) Messgenauigkeit verstanden. *Präzise* bezieht sich auf die Abbildung des Konstrukts durch das Messinstrument und seiner Teile. Die Items müssen also das in Frage stehende Konstrukt erfassen und kein anderes Konstrukt. Die Items sollen demnach eine repräsentative Menge des Itemuniversums darstellen, die das interessierende Merkmal – hier v. a. den Modelleinsatz – abbilden können. Die Items einer Skala (z. B. Modelle erklären) müssen daher repräsentativ für ähnliche Items aus diesem Bereich sein. Validität hieße hier, dass die Items ebendiese

Verallgemeinerung zulassen. Gleiches kann für die höhere Hierarchieebene gesagt werden. Die Gesamtheit der Skalen muss repräsentativ für die Gesamtheit des Modelleinsatzes sein. Die repräsentative Abbildung des Itemuniversums ist jedoch nicht einfach, wenn das interessierende Merkmal ungenau oder bisher gar nicht definiert ist. Eine klare Definition dieses oder eine Strukturierung helfen jedoch bei der Abgrenzung und besseren Auswahl von Items (BEAUDUCEL, LEUE 2014, 109ff; BÜHNER 2011, 61f; HARTIG, JUDE 2012, 149f).

Als hilfreich zur Ermittlung und Sicherstellung der Inhaltsvalidität hat sich daher ein Dreischritt etabliert, der auch in abgewandelter Form in dieser Arbeit genutzt wurde: „(1) Beschreibung der Inhaltsebene des Konstrukts (Fähigkeit, Eigenschaft); (2) Festlegung, welcher Inhaltsbereich durch welche Items erfasst wird; (3) Vergleich der Teststruktur mit der Struktur des Konstrukts. Da viele Konstrukte nur ungenau definiert sind, ist gerade der erste Schritt nicht einfach“ (Murphy und Davidshofer 2001 zit. nach BÜHNER 2011, S. 62). In der vorliegenden Untersuchung wurde daher das Konstrukt Modelleinsatz auf Basis von allgemeinen, fachlichen und fachdidaktischen Konzepten und Theorien zum Modelleinsatz in seinen Grunddimensionen streng deduktiv hergeleitet (Kapitel 5.1.3) wobei die Grunddimensionen klar charakterisiert und beschrieben wurden. Im Anschluss daran wurden auf Basis der Analyse fachdidaktischer Literatur sowie des relevanten Lehrplans in einer Synopse innerhalb dieser Dimensionen Facetten ausgegliedert, durch Operatoren klar gekennzeichnet und beschrieben. Dies ermöglichte es sicherzustellen, dass keine wesentlichen Aspekte des Modelleinsatzes übersehen wurden und die relevanten Tätigkeiten im Rahmen des Modelleinsatzes klar abzugrenzen. Dieses Vorgehen entspricht in etwa der Idee der sog. Facettentheorie (GUTTMAN, GREENBAUM 1998). Sie ist auch für die Überprüfung der Konstruktvalidität (s. u.) geeignet. „Eine Facette ist eine Menge von Attributen, die zusammen die konzeptuellen und semantischen Komponenten eines Inhaltsuniversums repräsentieren“ (BEAUDUCEL, LEUE 2014, S. 113). Dabei wird versucht anhand von Facetten, mögliche zusammenhängende Situationen zu ermitteln, die das Itemuniversum repräsentieren. Sie dient damit der Eingrenzung und Strukturierung (BEAUDUCEL, LEUE 2014, 113f). Dies ist insbesondere dann hilfreich, wenn kein elaboriertes psychologisches Konstrukt bzw. keine Theorie zum Untersuchungsgegenstand existiert – so wie dies bei der vorliegenden Untersuchung der Fall ist. Etwas anders gelagert ist die Entwicklung der Items für die unabhängigen Variablen. Hierbei konnte auf die Theorie zur professionellen Handlungskompetenz (BAUMERT, KUNTER 2006) zurückgegriffen werden, teils sogar auf etablierte Skalen bzw. Items zur Erfassung einzelner Facetten (subjektive Theorien zum Lernen; STAUB, STERN 2002).

Die Analyse der Inhaltsvalidität erfolgt in der Regel nicht numerisch anhand von Kennwerten sondern auf Basis logischer und fachlicher Überlegungen. Mit diesem Konzept sind die Begriffe logische Validität und Augenscheinvalidität eng verbunden. Zwischen den Items und dem zu erfassenden Merkmal muss also für Experten wie Laien ein Zusammenhang herzustellen sein. Die Augenscheinvalidität, also die

Einschätzung von Laien, ist jedoch kein ausreichendes Kriterium für die Testgütebestimmung. Empirisch lässt sich die Inhaltsvalidität ebenfalls absichern. So kann man die Items oder Aufgaben von verschiedenen Experten klassifizieren lassen, um die Passung der Itemklassifikation der Experten untereinander oder zur vorgegeben Struktur bzw. den ermittelten Facetten im Rahmen eines Expertenratings zu prüfen (BEAUDUCEL, LEUE 2014, 109ff; BÜHNER 2011, 61f; HARTIG, JUDE 2012, 150ff). Auch im Rahmen dieser Arbeit wurde ein umfängliches Pretestverfahren mit Expertenrating durchgeführt (Kapitel 5.4.3). Dabei wurden nicht nur in der Arbeitsgruppe die Qualität der einzelnen Items sowie ihre Passung zu den Einsatzfacetten kritisch diskutiert, sie wurden auch Lehrkräften vorgelegt und im Rahmen eines strukturierten Ratings ausgewiesener Experten des Modelleinsatzes aus der Geographiedidaktik analysiert. Dabei stand für jede Skala die Frage im Mittelpunkt, ob die Items die jeweilige Einsatzfacette adäquat repräsentieren. Zudem wurde nach Ergänzungen bezogen auf die einzelnen Einsatzfacetten sowie den gesamten Modelleinsatz (weitere Facetten) gefragt (HARTIG, JUDE 2012, 149ff). Grundsätzlich wurde darauf geachtet, mittel-inferente, d. h. verhaltensnahe Items zu generieren und diese an den Einsatz konkreter Modelle zu koppeln, um möglichst authentische Aussagen zu gewinnen (Kapitel 5.1.4 und 5.1.5).
Zudem kann die korrelative Übereinstimmung der Items überprüft werden. Eine Überprüfung sowohl der korrelativen als auch der inhaltlichen Übereinstimmung würde jedoch nicht nur die Inhaltsvalidität, sondern auch die Konstruktvalidität (s. u.) darstellen. Dadurch würde nicht nur die inhaltliche Repräsentativität des Messinstruments überprüft sondern auch die empirische Angemessenheit der inhaltliche Überlegungen (BEAUDUCEL, LEUE 2014, S. 116).
**Konstruktvalidität**: Bei der Analyse der Konstruktvalidität rückt das theoretische Konstrukt einer Untersuchung – sofern vorhanden – in den Mittelpunkt. Ein Messinstrument sollte auch bezüglich dieses, zuvor genau beschriebenen theoretischen Konstrukts valide sein. Damit wird die Brauchbarkeit des Messinstruments für die Entwicklung von Theorien gelenkt. Das Messinstrument muss also in der Lage sein, dieses Konstrukt in seinen Facetten in genügender Übereinstimmung zu erfassen. Unterschieden wird zwischen einem starken Ansatz der Konstruktvalidierung, wenn von einer klar definierten psychologischen Theorie ausgegangen wird und einem schwachen Ansatz, wenn eine Validierung ohne formale Theorie erfolgt (HARTIG, JUDE 2012, 153ff). Im Rahmen dieser Arbeit wird – wie bei zahlreichen anderen Arbeiten auch – dem schwachen Ansatz gefolgt. Dabei ist aber ergänzend zu sagen, dass bei der Fragebogenentwicklung sehr wohl von klar dargelegten theoretischen Ausführungen und Strukturen zum Modelleinsatz ausgegangen wurde, wenngleich diese nicht den Status einer echten psychologischen Theorie aufweisen. Es erfolgt bei der Konstruktvalidierung also kein wahlloses korrelieren von Variablen und damit auch kein blinder Empirismus (HARTIG, JUDE 2012, S. 155).
Hierbei können unterschiedlichste Methoden zum Einsatz kommen. Ein Messinstrument gilt unter anderem dann als konstruktvalide, wenn es aus ihm Aussagen

über theoretisch begründete Subskalierungen hergeleitet werden können und sie einer empirischen Prüfung standhalten (sog. faktorielle Validität). Damit stehen bei der Überprüfung der Konstruktvalidität v. a. empirische Analysen im Vordergrund. Diese kann u. a. mittels konfirmatorischer Faktorenanalysen erfolgen (BÜHNER 2011, 63f; HARTIG, JUDE 2012, 156f; LIENERT, RAATZ 1998, S. 11; MUMMENDEY, GRAU 2014, 106f).

Zur Überprüfung der Konstruktvalidität wurden konfirmatorische Faktorenanalysen (Hauptkomponentenanalyse mit Varimax-Rotation) eingesetzt, die es ermöglichen, die den einzelnen Items zugrundeliegenden latenten Variablen zu ermitteln, wodurch die Zugehörigkeit zur intendierten theoretischen Skala überprüft wird. Hierfür wurden die aggregierten Skalen genutzt. Die tabellarischen Ergebnisse der Faktorenanalysen sind im Anhang (Anlage 10) zu finden. Für die Dimension ‚Modellauswertung' und ‚Modellreflexion' zeigt sich, dass die einzelnen Items trennscharf auf die intendierten Faktoren laden. Die Items der Skala ‚Orientierung' wurde jedoch aufgrund ihrer schlechten Reliabilität, Trennschärfe und Homogenität bei der Faktorenanalyse nicht berücksichtigt. Für die Dimension Modellbildung wurde keine Faktorenanalyse durchgeführt, da weniger Probanden ($n$ = 51) als für eine Faktorenanalyse notwendig sind, den induktiven Ansatz gewählt haben. Von den 51 Probenden sind zudem einzelne Fälle auszuschließen, da nicht immer alle Items beantwortet wurden. Als Voraussetzung für die Durchführung einer einigermaßen aussagekräftigen Faktorenanalyse wird von BÜHNER (2006, S. 193) eine Stichprobengröße von $N$ = 60 bei Items mit Kommunalitäten von mindestens $h^2$ = .60 als ausreichend angegeben. Bei geringeren Kommunalitäten von etwa $h^2$ = .50 von einzelnen Items sollte die Stichprobengröße mindestens 100 bis 200 Probanden betragen. Sind die einzelnen Faktoren nur mit wenigen Items besetzt, sind noch größere Stichproben wünschenswert (BÜHNER 2006, 192f). Das Ergebnis einer Faktorenanalyse für die Dimension Modellbildung wäre daher nicht aussagekräftig und würde kein Urteil über die Konstruktvalidität ermöglichen. Die Items der drei Skalen ‚Modelle ändern' aus der Dimension ‚Modellbildung' sowie die Skalen ‚Modelltransfer' und ‚Modellprognose' aus der Dimension ‚Modelanwendung' wurden allen Probanden vorgelegt. Unterzieht man diese einer Faktorenanalyse zeigt sich ebenfalls, dass die Items deutlich auf die drei intendierten Faktoren laden. Die KMO-Koeffizienten zeigen, dass die Itemauswahl für die Faktorenanalyse geeignet sind, und zwar auf einem mittleren bis gutem Niveau. Barlett's Test auf Sphärizität ist ebenfalls für alle drei Faktorenanalysen signifikant und bestätigt damit, dass die Items für eine Faktorenanalyse geeignet sind (BÜHNER 2006, S. 207). Die Kommunalitäten waren für alle berücksichtigen Items größer als .40 und damit ebenfalls hinreichend groß.

Betrachtet man nun die unabhängigen Variablen (Anlage 11) zeigt sich ein ähnliches Bild. Eine Faktorenanalyse der zwei Dimensionen des modellbezogenen Professionswissens zeigt, dass die Items auf die intendierten Faktoren (fachdidaktisches Wissen und Fachwissen) laden. Die Items sind gemäß dem KMO-Wert von

.648 jedoch nur mäßig für eine Faktorenanalyse geeignet. Barlett's Test ist jedoch signifikant. Hier spiegelt sich in gewisser Weise die relativ geringe Reliabilitäten der Skalen wider. Die Faktorenanalysen zur Zielorientierung im Geographieunterricht und zu den Subjektiven Theorien über das Geographielernen zeigen ebenfalls, dass die Items wie intendiert auf die Faktoren laden. Die Items sind für die Faktorenanalysen gemäß dem KMO-Wert und dem Barlett's Tests ebenfalls (mittelmäßig) geeignet für eine Faktorenanalyse. Die Kommunalitäten waren für alle berücksichtigen Items größer als .20 und damit ebenfalls hinreichend groß.
Insgesamt liefern die Faktorenanalyse der abhängigen und unabhängigen Variablen Ergebnisse, die die theoretisch angenommenen Subskalen bestätigen. Lediglich zu den Skalen der Dimension ‚Modellbildung' kann auf Basis einer Faktorenanalyse aufgrund einer zu geringen Probandenzahl keine Aussage getroffen werden. Bestätigung fand sie jedoch im Rahmen des Expertenratings.

## 5.7 Durchführung der Hauptstudie (Stichprobe)

### 5.7.1 Stichprobenziehung

Die Grundgesamtheit dieser Studie sind alle nordrhein-westfälischen Geographielehrerinnen und -lehrer, die am Gymnasium und an Gesamtschulen das Fach in der gymnasialen Oberstufe unterrichten. Der Fokus auf die gymnasiale Oberstufe begründet sich darin, dass dort der Modelleinsatz eine besondere Relevanz hat (MSW NRW 2014). Im Schuljahr 2014/15 wurde das Fach Geographie/Erdkunde von 4438 Lehrerinnen und Lehrer am Gymnasium und 1906 Lehrerinnen und Lehrern an der Gesamtschule unterrichtet (MSW NRW 2015, S. 56). Da an der Gesamtschule auch Lehrerinnen und Lehrer unterrichten, die nur eine Lehrbefähigung für die Sekundarstufe I besitzen und das Fach in vielen Gesamtschulen nicht in der Oberstufe angeboten wird, wurde hier der Faktor 0.4 zugrunde gelegt und eine Anzahl von 762 Lehrerinnen und Lehrern geschätzt, die das Fach in der Oberstufe vertreten. Daraus ergibt sich eine geschätzte Grundgesamtheit von insgesamt 5200 Lehrerinnen und Lehrern.
Diese Population ist relativ schwer erreichbar, da eine direkte Kontaktaufnahme (z. B. mittels E-Mailliste o. ä.) auf Basis der man eine Zufallsauswahl treffen und die potentiellen Probanden kontaktieren könnte, u. a. aus datenschutzrechtlichen Gründen nicht möglich ist. Zur Probandenrekrutierung bietet sich daher das sog. „Schneeballverfahren" an (BORTZ, DÖRING 2006, S. 128). Hierbei werden die sozialen Netze der Populationsmitglieder genutzt. In diesem Fall werden die Schulen (Schulleiterinnen und Schulleiter, Sekretariate) angeschrieben. Dabei ist davon auszugehen, dass nur ein geringer Teil der Anfragen tatsächlich die Geographielehrerinnen und -lehrer erreicht. Gründe hierfür, die auch dem Untersuchungsleiter mitgeteilt wurden, liegen unter anderem darin, dass Schulleitungen Untersuchungsanfragen oftmals nicht weiterleiten, um die Belastung der Kollegen nicht zu

stark anwachsen zu lassen. Gleiches gilt für die Fachschaftsvorsitzenden, die oftmals die von Schulleitung oder Sekretariat weitergeleiten E-Mails erhalten. Im Schulalltag haben zudem andere Sachverhalte (Abitur, Elternsprechtage, Zeugnisse etc.) deutlich höhere Prioritäten und führen zu temporär hohen Belastungen des Systems.
Die Generierung einer möglichst großen, probabilistischen, d. h. zufallsgesteuerten Stichprobe ist folglich nicht möglich. Es handelt sich daher, wie in den meisten ähnlich gearteten Untersuchungen, um eine nicht-probabilistische Stichprobe. Bei diesen nicht-probabilistischen Stichproben ist unbekannt, welche Auswahlwahrscheinlichkeit die einzelnen Elemente der Population haben und inwiefern die Merkmalsausprägung in der Stichprobe gegenüber der Population verzerrt ist. (DÖRING, BORTZ 2016b, S. 305). Zwar ist ihre Repräsentativität damit eingeschränkt, jedoch nicht unbrauchbar. Es gilt vielmehr die eingeschränkte Aussagekraft deutlich zu machen und eine Überinterpretation zu vermeiden. Insbesondere für Theoriebildung und Hypothesenprüfung – wie dies hier der Fall ist – sind sie dennoch nutzbar (DÖRING, BORTZ 2016b, S. 307).
Im Herbst 2016 wurden etwa 80% der infrage kommenden Schulen durch den Untersuchungsleiter angeschrieben. Eine direkte Kontaktaufnahme zu den Lehrerinnen und Lehrern wurde dadurch erschwert, dass keine Liste mit E-Mailadressen der nordrhein-westfälischen Geographielehrerinnen und -lehrer existiert (s. o.). Daher wurde ein personalisiertes Anschreiben an Dritte (i.d.R. Sekretariate, Schulleitungen) gesandt, mit der Bitte um Weiterleitung und Teilnahme an die Geographiefachschaft. Das Anschrieben mit dem Link zum Online-Fragebogen ist im Anhang der Arbeit dokumentiert (Anlage 12). Die hierfür notwendigen Adressen konnten i. d. R. über die Schulhomepages oder die Schuldatenbank des Ministeriums für Schule und Weiterbildung (www.schulministerium.nrw.de/BiPo/SchuleSuchen/online) ermittelt werden. Die Teilnahme konnte nicht kontrolliert werden und war im hohen Maße von der Kooperation der Beteiligten abhängig. Bei der Stichprobe handelt es sich somit in Anlehnung an die qualitative Forschung, um eine sog. sekundären Selektion, da sie nicht ausschließliche durch den Forschenden getroffen wird (primäre Selektion) (REINDERS 2005, 141f). Insgesamt nahmen etwas mehr als 240 Geographielehrerinne und -lehrer an der Hauptstudie teil. 200 Fälle konnten nach der Datenaufbereitung weiterverwendet werden (s. o.). Der Umfang ist für die angestrebten statistischen Verfahren (s. u.) angemessen und liegt im üblichen Bereich ähnlich gearteter Studien (z. B. DIEDRICH et al. 2002; KRELL, KRÜGER 2016, 2013).

### 5.7.2 Statistische Planung des Stichprobenumfangs

Verbindliche Angaben zum nötigen Stichprobenumfang lassen sich nur dann machen, wenn eine hypothesenprüfende Untersuchung mit vorgegebener bzw. abschätzbarer Effektstärke geplant ist. Für die Größe von Stichproben mit

unspezifischen Hypothesen gibt es keine genauen Richtlinien. Hier können jedoch die Anforderungen der zu nutzenden statistischen Verfahren als Orientierungspunkte genutzt werden. Bei der Berechnung der notwenigen Stichprobengröße für hypothesenprüfende Verfahren (z. B. *t*-Test, *f*-Tests) sind vorab das Niveau von akzeptierbaren Alpha- und Betafehlern festzulegen. Wenn die Effektstärke nicht bekannt ist, kann sie auf $d = 0.5$ gesetzt werden. Solch hohe Effektstärken sind in Untersuchungen zu Einflussfaktoren auf die Unterrichtsgestaltung eher zu hoch angesetzt (LIPOWSKY 2006, S. 49). Eine Bestimmung der idealen Stichprobengröße kann mit dem Programm „GPower" erfolgen.
Für den zur Überprüfung der Hypothesen der abhängigen Variablen genutzten Einstichproben-*t*-Test sind bei festgelegten Werten von $\alpha = 0.05$ und $\beta = 0.95$ sowie einer mittleren Effektstärke 45 Probanden nötig. Bei einem β-Wert von 0.80 sogar nur 27 Probanden, um Effekte statistisch abzusichern. Für Korrelationsanalysen (Pearson) sind unter Nutzung der gleichen Werte 111 bzw. 64 Probanden nötig. Die in diese Studie bedeutsamen Regressionsanalysen verlangen i. d. R. mindestens 110 bis 130 Probanden, können bei starken Effekten und einer geringen Prädiktorenzahl jedoch auch geringer sein (BÜHNER, ZIEGLER 2012, S. 686; GREEN 1991; siehe Ausführungen in Kapitel 6.5). So empfiehlt GREEN (1991) bspw. unter Berücksichtigung der *Statistical Power* ($\beta = 0.2$, $\alpha = 0.05$, $R^2 = .07$) eine Stichprobengröße, die sich aus folgender Formel ergibt:

$$N \geq 50 + 8m$$
*(m = Anzahl der unabhängigen Variablen)*

Ausgehend von den acht unabhängigen Variablen bzw. potentiellen Prädiktoren ergäbe sich eine Stichprobengröße von $N \geq 114$. Sollen bei der Interpretation jedoch mehr Kennwerte als das $R^2$ wie bspw. die β-Koeffizienten berücksichtigt werden, empfiehlt GREEN (1991) die folgende Formel.

$$N \geq 104 + m$$
*(m = Anzahl der unabhängigen Variablen)*

Für die vorliegende Fragestellung mit den acht potentiellen unabhängigen Variablen ergäbe sich dann eine Stichprobengröße von $N \geq 112$. Sie liegt also im gleichen Bereich. Für die Analyse der Einflussfaktoren auf die Gesamtskala ‚Modelleinsatz (deduktiv)' dürften hierfür genügend Fälle vorliegen. Da davon auszugehen ist, dass eher wenig Lehrkräfte Modelle induktiv entwickeln, dürften für die Analyse der Einflussfaktoren auf die Gesamtskala ‚Modelleinsatz (induktiv)' mittels multipler Regression bei diesen Maßstäben zu wenig Fälle vorliegen. BÜHNER und ZIEGLER (2012, S. 686) weisen in diesem Kontext zwar darauf hin, dass Stichproben für Regressionsanalysen besser groß seien sollten, da sie dann weniger anfällig für Ausreißer sind, sie weisen aber – wie GREEN (1991) – zudem darauf hin, dass im Zentrum des Interesses die Idee stehen sollte, einen praktisch bedeutsamen Effekt mit ausreichender Teststärke und einer wohl überlegten α-Fehlerwahrscheinlichkeit

statistisch abzusichern. Insofern können auch Regressionsanalysen bei kleineren Stichproben und einer ausreichenden Teststärke von 0.80 und einer α-Fehlerwahrscheinlichkeit von 0.05 genutzt werden, wenn weniger Prädiktoren in das Modell mit eingehen und der Effekt stark ist und zudem nur wenige Ausreißer auftreten. Einschränkend ist aber zu betonen, dass die Schätzungen von $R^2$ und $b$ bzw. β mit größeren Stichproben genauer ausfallen. Zur Stichprobenplanung kann das Programm G*Power genutzt werden (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 668f).
Für die zur Validitätsbestimmung notwendigen Faktorenanalysen gilt, dass die Stichprobe mindestens $n = 60$ – bei Itemkommunalitäten von über .60 sein sollte. Größere Stichproben sind für Faktorenanalysen noch besser geeignet. Sind die Itemkommunalitäten geringer und die Skalen klein (3-4 Items) so sollte $N > 300$ sein (BÜHNER 2006, 192f).

### 5.7.3 Kennzeichnung der Stichprobe

Die Probanden hatten im Durchschnitt eine Berufserfahrung von 13.6 Jahren und waren zu 47% weiblich und zu 52% männlich. Dies entspricht dem ausgewogenen Geschlechterverhältnis der an nordrhein-westfälischen Schulen unterrichtenden weiblichen und männlichen Lehrkräften (MSW NRW 2015, 58ff). 88% der befragten Lehrkräfte unterrichteten an einem Gymnasium, 12% an einer Gesamtschule. Dies entspricht nicht ganz dem Verhältnis von an Gymnasien bzw. Gesamtschulen unterrichtenden Lehrkräften (30% Gesamtschule, 70% Gymnasien) (MSW NRW 2015, S. 56). Berücksichtigt man jedoch, dass das Fach vermutlich in der Oberstufe der Gesamtschulen eine geringere Bedeutung als an Gymnasien hat, könnten die Zahlen ein realistisches Bild des Verhältnisses von in der Oberstufe unterrichtenden Geographielehrkräften an Gymnasien und Gesamtschulen ergeben.
Betrachtet man die Zweitfächer der Probanden, so dominieren die Hauptfächer Englisch und Deutsch, gefolgt von Sport mit einem gewissen Abstand vor dem Fach Mathematik (Tab. 41). 57 Probanden gaben zudem an, dass sie ein Drittfach unterrichten.

Tab. 41 | Probanden - Zweitfach

| Zweitfach | n | Prozent |
|---|---|---|
| Englisch | 29 | 18.6 |
| Deutsch | 27 | 17.3 |
| Sport | 27 | 17.3 |
| Mathematik | 14 | 9.0 |
| Biologie | 13 | 8.3 |
| Geschichte | 10 | 6.4 |

| | | |
|---|---|---|
| Sozialwissenschaften | 8 | 5.1 |
| Sonstiges Fach | 8 | 5.1 |
| Französisch | 3 | 1.9 |
| Lateinisch | 3 | 1.9 |
| sonstige Sprachen | 3 | 1.9 |
| Chemie | 3 | 1.9 |
| Musik | 3 | 1.9 |
| Physik | 2 | 1.3 |
| Informatik | 1 | 0.6 |
| Pädagogik | 1 | 0.6 |
| Kunst | 1 | 0.6 |

82 Probanden, d. h. 52% derjenigen, die dazu eine Angabe gemacht haben, gaben zudem an, dass der unterrichtliche Einsatz von Modellen in ihrem Geographiestudium eine Rolle gespielt hat (Abb. 37). Nur 4% gaben an, dass der Modelleinsatz in ihrem Zweitfach thematisiert wurde. Im Referendariat (Geographie) war der Einsatz von Modellen bei immerhin 112 Probanden (70%) Ausbildungsgegenstand. Im Zweitfach lediglich bei 10 Probanden (6%). Dass Modelle bereits einmal im Rahmen einer Fortbildung im Fach Geographie von Bedeutung waren, bejahten 23 Probanden und damit 15% derjenigen, die dazu eine Aussage gemacht haben. Etwa 16% der hierzu befragten Lehrerinnen und Lehrer (25) gaben an, dass Modelle noch nie während Aus- und Weiterbildung thematisiert wurden.

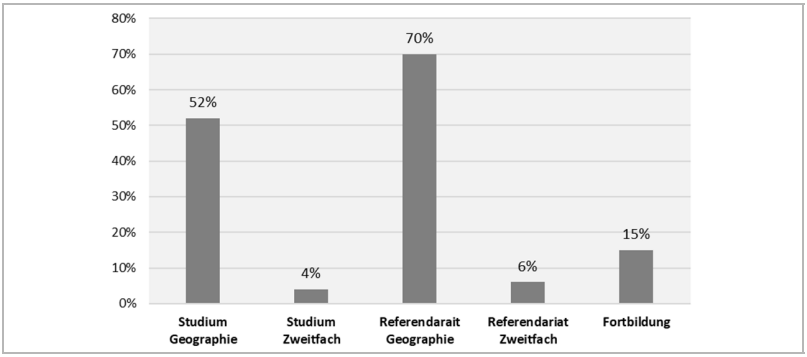



Abb. 37 | Modelle als Gegenstand in Aus- und Fortbildung

# 6 Zentrale Ergebnisse der empirischen Untersuchung und ihre Diskussion

In diesem Kapitel werden die zentralen Ergebnisse der Hauptstudie, in der untersucht wurde, wie Geographielehrkräfte theoretische Raummodelle im Geographieunterricht der gymnasialen Oberstufe (NRW) in ihrem Unterricht einsetzen und welche potentiellen Zusammenhänge zwischen diesem Modelleinsatz und v. a. lehrerbezogenen Einflussfaktoren bestehen, dargestellt und diskutiert. Die Auswahl der darzustellenden zentralen Ergebnisse sowie die zugehörige immanente Diskussion zentraler Befunde orientiert sich an den zentralen Forschungsfragen (Kapitel 3) und den Hypothesen (Kapitel 4). Sie ist beschränkt auf die Darstellung hierzu relevanter Befunde. Zuerst werden die Warm-Up Items ausgewertet (Kapitel 6.1). Dabei wurden die Probenden befragt, welche theoretischen Raummodelle ihnen bekannt sind und in welchen Kursformen sie diese einsetzen. Danach werden die allgemeinen Ergebnisse zur abhängigen Variablen mit ihren Subskalen und Einzelitems zum Einsatz theoretischer Raummodelle sowie die Wahl des Ansatzes des Modelllernens (deduktiv/induktiv) dargelegt (Kapitel 6.2). Hierbei werden in erster Linie die aggregierten Skalen bzw. Items genutzt. Es wird aufgrund der angestrebten stärkeren Übertragbarkeit der Ergebnisse bei den bedeutungsgleichen Schwesteritems also nicht danach Unterschieden, ob sie in Bezug auf das Modell der angloamerikanischen Stadt oder auf das Modell des demographischen Übergangs bezogen waren (Kapitel 5.1.5) – es sei denn dies wird explizit erwähnt. Diese Ausführungen bilden die Basis für die Hypothesenprüfung des ersten Hypothesenblocks im anschließenden Kapitel. Im Anschluss erfolgt die Darstellung der untersuchten Zusammenhänge mit den unabhängigen Variablen. Dabei wird zunächst die Ausprägung jedes potentielle Einflussfaktor dargelegt und danach mögliche Zusammenhänge mit den abhängigen Variablen untersucht (Kapitel 6.3). Die Ergebnisse werden getrennt nach den zwei möglichen Ansätzen des Modelllernens und den jeweils zugehörigen Subskalen strukturiert. Anschließend werden Regressionsanalysen zum induktiven und deduktiven Ansatz dargelegt, die die relevanten Prädiktoren umfassen, womit auch ein Vergleich der Einflussfaktoren erfolgt (Kapitel 6.5.1). Da sowohl bei der Wahl des induktiven wie auch des deduktiven Ansatzes des Modelllernens Einsatzfacetten aus mehreren Dimensionen des Modelleinsatzes hinzutreten können (Kapitel 2.3.5.2), z. B. Modellauswertung plus Modellanwendung und Modellreflexion, werden anschließend vier nach den Grunddimensionen des Modelleinsatzes (Modellauswertung, Modellbildung, Modellanwendung, Modellreflexion) getrennte Regressionsanalysen gerechnet (Kapitel 6.5.2). Diese vier Analysen bilden die Basis zur Prüfung des zweiten Hypothesenblocks im nachfolgenden Kapitel. Der Ergebnisteil schließt aufgrund seines Umfangs mit einer Zusammenfassung (Kapitel 6.6).

Die Daten liegen vorwiegend in numerisch kodierter Form vor und wurden mittels der Statistiksoftware SPSS 25 und 26 analysiert. Neben der Betrachtung rein deskriptiver Verfahren wurden in erster Linie Korrelationsverfahren nach Pearson und Spearman genutzt. Zudem wurden logistische und (multiple) lineare Regressionsanalyse sowie Chi-Quadrat-Tests und *t*-Tests genutzt. Die Voraussetzungen wurden entsprechend geprüft. Bei Abweichungen von der Normalverteilung der vorliegenden Daten können diese Verfahren dennoch meist zum Einsatz kommen, da sie relativ robust gegenüber dieser Voraussetzung sind. Zur Einschätzung der festgestellten Effekte wurden Effektstärkemaße und ihre Bewertung nach COHEN (1988) genutzt. Überblicksartig finden sich diese in der folgenden Tabelle.

Tab. 42 | Klassifizierung der verwendeten Effektstärkemaße (nach: BORTZ, DÖRING 2006, 606, 626ff; BÜHNER 2011, 267ff; BÜHNER, ZIEGLER 2012, 177ff, 270, 607, 667; COHEN 1988)

| Effektstärkemaß | *klein* | *mittel* | *groß* |
|---|---|---|---|
| Cohen's *d* | 0.20 | 0.50 | 0.80 |
| $r$ / $r_s$ / $r_{pb}$ | .10 | .30 | .50 |
| $w/\varphi$ | .10 | .30 | .50 |
| $w^2$ | .01 | .09 | .25 |
| $f$ | 0.10 | 0.25 | 0.40 |
| $f^2$ | 0.02 | 0.15 | 0.35 |
| *(korr.)* $R^2$ | 0.02 | 0.13 | 0.26 |

## 6.1 Einsatz oberstufenrelevanter theoretischer Raummodelle

Im Warm-Up Teil des Fragebogens (Teil 1; Kapitel 5.2) sollten die befragten Lehrkräfte vorgegebene, oberstufenrelevante (NRW) theoretische Raummodelle dahingehend bewerten, ob sie ihnen bekannt sind und ggf. in welchen Kursarten. Primäres Ziel war es, die befragten Lehrkräfte auf das Thema einzustimmen und ihr Vorwissen zu reaktivieren. Hierbei galt es insbesondere auch, deutlich zu machen, welche Art von Modellen im Fokus der Untersuchung stehen. Im Laufe der Datenauswertung wurde entschieden, diese Ergebnisse ausführlicher zu berichten als ursprünglich angestrebt. Ein Grund hierfür ist, dass zum einen derzeit der Einsatz von Modellen durch die Bezirksregierungen des Landes Nordrhein-Westfalen durch entsprechende Lehrerfortbildungen forciert wird und es zum anderen derzeit keine belastbaren Daten darüber gibt, welche Modelle im Unterricht der Oberstufe eingesetzt werden. Des Weiteren gilt es zu überprüfen ob – wie in der Methodik postuliert (Kapitel 5.1.4) – die im Hauptteil des Fragebogens genutzten Modelle des demographischen Übergangs und der angloamerikanischen Stadt tatsächlich von fast allen Lehrkräften eingesetzt werden. Überblicksartig sind die

Ergebnisse in der folgenden Tabelle dargestellt – die Auswertung fokussiert auf wesentliche Aspekte.

Betrachtet man zuerst die Bekanntheit der Modelle, ist zu konstatieren, dass die präsentierten Modelle dem Großteil der befragten Lehrkräfte grundsätzlich bekannt sind. Keines der aufgeführten Modelle hat einen Bekanntheitsgrad von weniger als 50%. Lediglich fünf Modelle sind mehr als einem Drittel der Befragten nicht bekannt. Dies sind das Modell der Produktionssysteme nach KULKE (2004), das Modell der Unternehmensexpansion und Raumdurchdringung (HAKANSON 1979), das Profil der ökologischen Veränderung (u. a. SUKOPP 1990), das Favela-Syndrom (WBGU 1996) sowie das Modell der Suburbanisierung und Phasen der Verkehrserschließung (LEHNER 1971). 28 und damit mehr als die Hälfte der aufgeführten Modelle sind fast allen Lehrkräften bekannt (Bekanntheit > 90%).

Davon werden wiederum 17 Modelle von mehr als 90% der Probanden im Unterricht eingesetzt und können daher als fester, kanonischer Bestandteil des Geographieunterrichts in der Gymnasialen Oberstufe gesehen werden. Zu dieser Gruppe gehören auch fast alle Modelle, die als lehrplanrelevant i. w. S. angesehen werden können (Tab. 43). Lediglich das Modell der lateinamerikanischen Stadt (87%) und das Verlaufsmodell der Gentrifizierung (85%) werden etwas weniger häufig eingesetzt.

Betrachtet man als nächstes, in welchen Kursarten Lehrkräfte die ihnen bekannten Modelle im Unterricht einsetzen, ist festzustellen, dass die Lehrkräfte die Modelle überwiegend sowohl im Grund- als auch im Leistungskurs einsetzen. Zu beachten ist aber, dass manche dieser Modelle nicht in allen Kursformen gleichmäßig eingesetzt werden. So werden das Modell der langen Wellen (nur LK: 24%) und das Modell der industriellen Standortwahl (nur LK: 17%), das Modell des Produktlebenszyklus (nur LK: 15%) sowie das Modell der raumzeitlichen Entwicklung der Tourismuswirtschaft (nur LK: 30%) häufiger im Leistungs- als im Grundkurs eingesetzt. Das Modell des demographischen Übergangs (nur GK: 17%) und das Modell des Nährstoffkreislaufs im tropischen Regenwald (nur GK: 15%) werden hingegen etwas stärker im Grundkursbereich eingesetzt – Modelle die v. a. auch in der Sekundarstufe I und Einführungsphase von Bedeutung sind (MSW NRW 2014, 2007). Bei allen der genannten Modelle dominiert dennoch der Einsatz in beiden Kursformen gegenüber dem Einsatz in nur einer Kursart. Hier dominiert wiederum i. d. R. der LK. Dies gilt auch für die anderen, nicht so häufig eingesetzten Modelle.

Lediglich bei zehn Modellen dominiert der Einsatz in nur einem Kurs gegenüber dem Einsatz in beiden Kursformen (z. B. Modell der gegenwärtigen orientalischen Stadt, Raubbau-Syndromgeflecht, Tab. 43).

Die für die Itementwicklung genutzten Modelle (Modell der angloamerikanischen Stadt und des demographischen Übergangs) sind allen befragten Lehrkräften bekannt und werden von allen befragten Lehrkräften eingesetzt, und zwar zumeist (>80%) sowohl im Grundkurs als auch im Leistungskurs. Sie sind somit – auch unter

Beachtung der in Kapitel 5.1.4 aufgeführten Kriterien – besonders für die Entwicklung mittelinferenter Items geeignet.

Tab. 43 | Einsatz besonders unterrichtsrelevanter Modelle der Qualifikationsphase

| | | | Bekanntheit (%) | | Einsatz (%) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nr | Name | n | un-bek. | be-kannt | nicht | nur GK | nur LK | GK & LK |
| 01 | *Wachstumszyklusmodell einer touristischen Destination (Butler) | 51 | 0 | **100** | 0 | 8 | **2** | **90** |
| 02 | *Kreismodell der Stadt (Burgess) | 58 | 0 | **100** | 0 | 10 | **2** | **88** |
| 03 | Modell der Entwicklung der deutschen Stadt | 41 | 0 | **100** | 0 | 10 | **2** | **88** |
| 04 | *Strukturmodell der angloamerikanischen Stadt (u. a. Hahn) | 47 | 0 | **100** | 0 | 9 | **4** | **87** |
| 05 | *Sektorenmodell der Stadt (Hoydt) | 52 | 0 | **100** | 0 | 4 | **10** | **85** |
| 06 | *Modell des demographischen Übergangs (Thompsen, Notestein) | 42 | 0 | **100** | 0 | 17 | **0** | **83** |
| 07 | *Modell der langen Wellen (Kondratjew) | 38 | 3 | **97** | 0 | 8 | **24** | **66** |
| 08 | Modell der industriellen Standortwahl (Weber) | 35 | 6 | **94** | 0 | 11 | **17** | **66** |
| 09 | *Modell des Produktlebenszyklus (Vernom) | 47 | 6 | **94** | 2 | 6 | **15** | **70** |
| 10 | Nährstoffkreislauf im trop. Regenwald. | 39 | 0 | **100** | 3 | 15 | **0** | **82** |
| 11 | *Strukturmodell der deutschen Stadt (u. a. Wiktorin) | 26 | 8 | **92** | 4 | 8 | **8** | **73** |
| 12 | *Mehrkerne-Modell der Stadt (Uhlmann/Harris) | 49 | 0 | **100** | 6 | 8 | **10** | **76** |
| 13 | *Drei-/Viersektorenmodell des wirtsch. Wandels (Furastie) | 50 | 0 | **100** | 6 | 2 | **12** | **66** |
| 14 | *Modell der raumz. Entfaltung der Tourismuswirtschaft in Entwicklungsländern (Vorlaufer) | 50 | 2 | **98** | 6 | 6 | **30** | **56** |
| 15 | Modelle idealtypischer Stadtgrundrisse nach Entstehungsphasen | 49 | 0 | **100** | 8 | 4 | **4** | **84** |
| 16 | Modell der zentralen Orte (Christaller) | 38 | 0 | **100** | 8 | 11 | **5** | **76** |
| 17 | Zentrum-Peripherie-Modell der Raumerschließung in Entwicklungsl. (z. B. Rauch) | 35 | 0 | **100** | 9 | 9 | **23** | **60** |
| 18 | Push-Pull-Modell der Migration (u. a. Scholz) | 42 | 2 | **98** | 10 | 5 | **7** | **76** |
| 19 | Modell der Modernisierungstheorie (z. B. Scholz) | 42 | 7 | **93** | 10 | 7 | **12** | **64** |
| 20 | Modell der Dependenztheorie (z. B. Scholz) | 46 | 15 | **85** | 11 | 5 | **17** | **54** |
| 21 | *Modell der Struktur (und Entwicklung) der lateinamerikanischen Stadt (u. a. Borsdorf) | 46 | 2 | **98** | 13 | 4 | **24** | **57** |
| 22 | *Phasenmodell der Gentrifizierung (Dangschat) | 47 | 0 | **100** | 15 | 9 | **17** | **60** |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 23 | Clustermodelle (z. B. Porter) | 32 | 16 | **84** | 16 | 3 | **16** | **50** |
| 24 | Bodenversalzung (Blockbild) | 50 | 0 | **100** | 18 | 14 | **2** | **64** |
| 25 | Modell der globalen Fragmentierung (Scholz) | 42 | 17 | **83** | 19 | 7 | **19** | **38** |
| 26 | Modell der traditionellen orientalischen Stadt/Altstadt (Dettmann) | 46 | 0 | **100** | 20 | 7 | **35** | **39** |
| 27 | Modell der Stadien wirtschaftlicher Entwicklung (Rostow) | 20 | 23 | **77** | 23 | 8 | **4** | **42** |
| 28 | Sahelsyndromgeflecht (WBGU) | 46 | 9 | **91** | 24 | 3 | **11** | **37** |
| 29 | Modell der gegenwärtigen orientalisch-islamischen Stadt (u. a. Seeger) | 49 | 4 | **96** | 24 | **8** | **31** | **33** |
| 30 | Massentourismus-Syndromgeflecht (WBGU) | 41 | 15 | **85** | 29 | **5** | **10** | **41** |
| 31 | Modell der Standortverlagerung bei der Eisen- und Stahlindustrie (Kulke) | 36 | 22 | **78** | 31 | **6** | **19** | **22** |
| 32 | Modell der Produktionssysteme (Kulke) | 47 | 43 | **57** | 32 | **2** | **11** | **13** |
| 33 | Modell der Phasen der Urbanisierung und Verkehrserschließung (Lehner) | 38 | 39 | **61** | 32 | **5** | **16** | **8** |
| 34 | Modell der Wertschöpfungskette (z. B. Gareffi) | 36 | 25 | **75** | 33 | **0** | **3** | **39** |
| 35 | Suburbia-Syndromgeflecht (WBGU) | 43 | 30 | **70** | 33 | **2** | **16** | **19** |
| 36 | Modell der Transportketten im Seehandel (Nuhn) | 47 | 32 | **68** | 34 | **0** | **11** | **23** |
| 37 | Städtische Bodenrentenmodell | 48 | 23 | **77** | 38 | **0** | **19** | **21** |
| 38 | Favela-Syndromgeflecht (WBGU) | 33 | 33 | **67** | 39 | **6** | **9** | **12** |
| 39 | Modell der Unternehmensexpansion und Raumdurchdringung (Hakanson) | 42 | 43 | **57** | 40 | **5** | **0** | **12** |
| 40 | Modell der Landnutzung (Thünen) | 43 | 7 | **93** | 42 | **7** | **21** | **23** |
| 41 | Modell des Ökosystems Stadt (Stein) | 48 | 8 | **92** | 44 | **6** | **17** | **25** |
| 42 | Raubbau-Syndromgeflecht (WBGU) | 45 | 16 | **84** | 44 | **2** | **20** | **18** |
| 43 | Profil der ökologischen Veränderung in urbanen Räumen (Sukopp) | 34 | 50 | **50** | 44 | **0** | **6** | **0** |
| 44 | Modell der chinesischen Stadt (Gaubatz) | 40 | 7 | **93** | 48 | **3** | **35** | **8** |
| 45 | Modell der postsozialistischen russischen Stadt (Stadlbauer) | 49 | 20 | **80** | 63 | **2** | **10** | **4** |
| 46 | Modell der südafrikanischen Stadt der Postapartheit | 41 | 27 | **73** | 68 | **0** | **5** | **0** |

*Anmerkungen*. Die den Lehrkräften präsentierten Modelle waren eine zufällige Auswahl von zehn Modellen aus einem Pool von 46 Modellen; * = lehrplanrelevante Modelle gemäß Kapitel 5.1.4; unterstrichen = bei der Itementwicklung genutzte Modelle

## 6.2 Einsatz theoretischer Raummodelle in der Oberstufe

### 6.2.1 Auswahl des Ansatzes des Modelllernens (deduktiv/induktiv)

Von den 200 befragten Lehrkräften präferieren 149 Lehrkräfte den deduktiven Ansatz des Modelllernens. Sie gaben an, das fertige Modell den Schülerinnen und Schülern vorzugeben und im Anschluss auszuwerten und damit ggf. weiterzuarbeiten (z. B. Modelltransfer, Modellprognose, Modell ändern). Entsprechend gaben 51 Lehrerinnen und Lehrer an, das Modell erst induktiv zu entwickeln und dann damit weiterzuarbeiten (Abb. 38). Mit 74% dominiert folglich der deduktive gegenüber dem induktiven Ansatz des Modelllernens mit 26%. Um zu testen, ob die Häufigkeitsverteilung dieser dichotomen Variable signifikant von einer Gleichverteilung (50%) abweicht, wurde ein eindimensionaler Chi-Quadrat-Test für eine Stichprobe (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 288ff) genutzt. Die befragten Lehrkräfte präferieren beim Einsatz von Modellen signifikant häufiger den deduktiven Ansatz gegenüber dem induktiven Ansatz ($\chi^2(1) = 48.020$, $p < .001$). Die Effektstärke $w^2$ hat nach COHEN (1988) einen großen Effekt ($w^2 = 0.24$). Damit steht die mediale Perspektive des Modelleinsatzes im Geographieunterricht der Oberstufe sehr deutlich im Vordergrund.

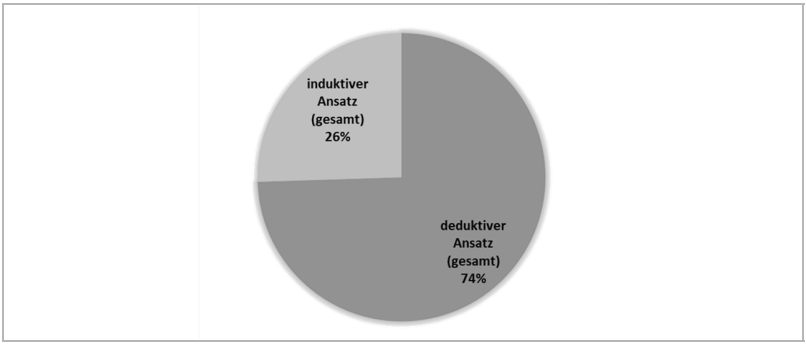



Abb. 38 | Präferierter Ansatz beim Einsatz von Modellen im Geographieunterricht der Oberstufe ($N = 200$)

Die deutliche Dominanz des deduktiven Ansatzes zeigt sich auch, wenn man die Daten differenziert nach dem Modell der angloamerikanischen Stadt ($n = 104$) und dem Modell des demographischen Übergangs ($n = 96$) betrachtet. Die Prozentwerte sind fast identisch (Abb. 39). Ein Unterschied zwischen der Nutzung der Ansätze zwischen beiden Modellen ist damit im Prinzip nicht vorhanden.

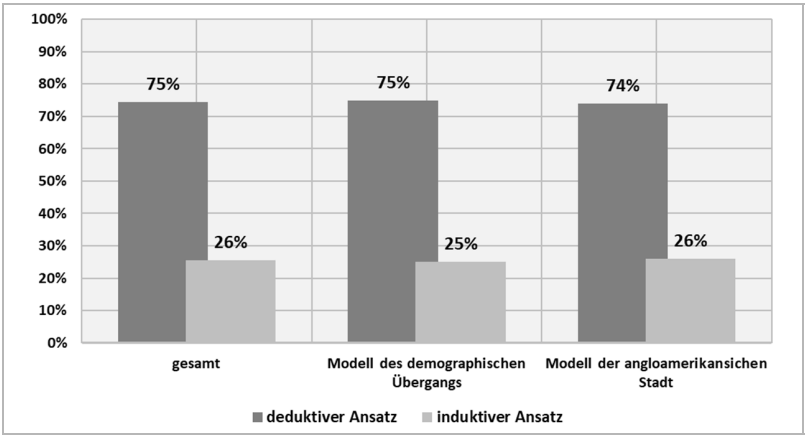



Abb. 39 | Präferenz des induktiven bzw. deduktiven Ansatz des Modelllernens insgesamt ($N$ = 200) und beim Einsatz des Modells der angloamerikanischen Stadt ($n$ = 104) bzw. des Modells des demographischen Übergangs ($n$ = 96) im Vergleich.

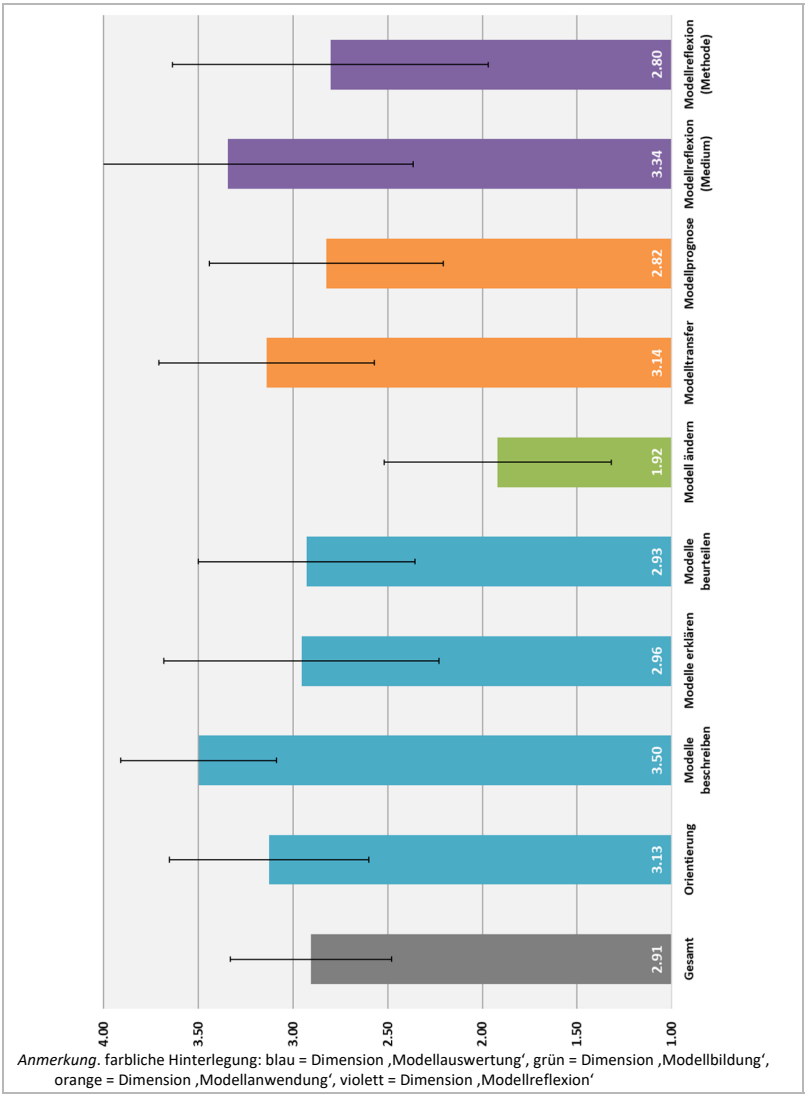
### 6.2.2 Einsatz von theoretischen Raummodellen im Rahmen des deduktiven Ansatzes des Modelllernens

Insgesamt haben 149 Lehrkräfte den deduktiven Ansatz des Modelllernens gewählt (s. o.). Der empirische Mittelwert der Gesamtskala des deduktiven Ansatzes ist ein Indikator dafür, wie elaboriert der Modelleinsatz erfolgt, da in ihm die entsprechenden Einsatzfacetten bzw. die entsprechenden Einzelitems des Modelleinsatzes (Orientierung, Modelle beschreiben, erklären, beurteilen, ändern, Modellprognose, -transfer) zusammengefasst sind. Der empirische Mittelwert beträgt $M$ = 2.91 ($SD$ = 0.43) und liegt damit deutlich über dem theoretischen Skalenmittelwert von $M$ = 2.5. Ein $t$-Test für eine Stichprobe (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 237ff), bei dem der theoretische Skalenmittelwert als Referenzkonstante genutzt wird, welche für einen durchschnittlich häufigen Einsatz steht, zeigt, dass dieser Unterschied hoch signifikant ist ($t(148) = 11.658$, $p < .001$). Die Effektstärke nach COHEN (1988) liegt bei $d$ = 0.96 und entspricht einem starken Effekt. Das bedeutet, dass Modelle im Rahmen des deduktiven Ansatzes in der Gesamtbetrachtung grundsätzlich elaboriert eingesetzt werden. Der Datensatz zeigt zudem, dass Lehrkräfte, die zu Beginn des Fragebogens angaben, dass Sie ihn für den Leistungskurs beantworten wollen, umfänglicher theoretische Raummodelle einsetzen als Lehrkräfte, die die Fragen für ihren Unterricht im Grundkurs gemacht haben ($M_{GK}$ = 2.83; $M_{LK}$ = 2.95). Da Lehrkräfte in der Regel sowohl Grund- als auch Leistungskurse unterrichten, wurde dieser Faktor jedoch nicht als unabhängige Variable berücksichtigt. Die Vortests haben zudem gezeigt, dass diese Präferenz bei der

Weiterbearbeitung des Fragebogens ins Hintertreffen gerät und nicht deutlich weniger entscheidungsrelevant ist. Daher ist Vorsicht bzgl. einer möglichen Überinterpretation geboten.

***aggregierte Subskalen/Einsatzfacetten***

Eine Analyse der einzelnen Facetten des Modelleinsatzes bzw. der aggregierten Subskalen ergibt ein differenzierteres Bild. Die Subskalen, die bei der Auswahl des deduktiven Ansatzes abgefragt wurden, zeigen bezüglich ihrer Mittelwerte teils deutliche Unterschiede (Abb. 40). Am häufigsten werden Modelle beschrieben (*M* = 3.50, *SD* = 0.41). Der hohe Wert passt zum zentralen Stellenwert dieser Tätigkeit im Rahmen der Modellauswertung. Danach folgen mit absteigenden Mittelwerten bzw. Häufigkeit die Reflexion über Modelle auf der Metaebene im Hinblick auf ihre Charakteristika als Medium (*M* = 3.34, *SD* = 3.34), der Transfer des vorgegebenen Modells (*M* = 3.14, *SD* = 0.57) und Aktivitäten zur Hinführung zum Modell (Orientierung; *M* = 3.13, *SD* = 0.53). Mit einem leichten Abstand ist die vierthäufigste Einsatzfacette das Erklären von Modellen (*M* = 2.96, *SD* = 0.73). Es folgt auf gleichem Niveau das Beurteilen (*M* = 2.93, *SD* = 0.57) und etwas weniger häufig die Modellprognose (*M* = 2.82; *SD* = 0.62) sowie die Metareflexion im Hinblick auf methodische Qualitäten von Modellen (*M* = 2.80, *SD* = .83). Das Ändern von Modellen erfolgt hingegen eher selten und rangiert mit einem großen Abstand von einer Skaleneinheit auf dem letzten Rang (*M* = 1.92, *SD* = 0.60). Die Standardabweichungen der beiden Variablen zur Modellreflexion ist etwas größer, als die der anderen Variablen, da einige Probanden angaben, nicht über Modelle auf einer Metaebene zu reflektieren.




*Anmerkung*. farbliche Hinterlegung: blau = Dimension ‚Modellauswertung', grün = Dimension ‚Modellbildung', orange = Dimension ‚Modellanwendung', violett = Dimension ‚Modellreflexion'

Abb. 40 | Mittelwerte und Standardabweichungen der Subskalen/Facetten des Modelleinsatzes, die bei der Präferenz des deduktiven Ansatzes abgefragt wurden (*n* = 149); Skalierung von 1 (nie) bis 4 (immer)

Nimmt man den theoretischen Skalenmittelwert als Referenz ($M$ = 2.50) um zu ermitteln, welche Einsatzfacetten im Rahmen des deduktiven Ansatzes absolut gesehen eher häufig bzw. eher selten eingesetzt werden, zeigt sich bei der Verwendung des $t$-Tests für eine Stichprobe (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 237ff), dass acht der neun Subskalen signifikant über dem theoretischen Mittelwert der Skala liegen. Sie werden daher häufig bis fast immer im Rahmen dieses Ansatzes eingesetzt (Tab. 44). Die Effektstärken (Cohen's $d$) zeigen fast ausschließlich mittlere bis sehr große Effekte an. Der Effekte für die Variablen ‚Modellreflexion (Medium)' ($d$ = 0.86) und ‚Modelle beurteilen' ($d$ = 0.75) sind stark. Für die Variablen ‚Orientierung' ($d$ = 1.19) und ‚Modelle beschreiben' ($d$ = 2.43) sowie ‚Modelltransfer' ($d$ = 1.13) sind die Effekte sogar besonders stark – die Einsatzfacetten werden daher fast immer genutzt. Die Subskalen ‚Modelle erklären' ($d$ = 0.63), ‚Modellprognose' ($d$ = 0.53) und ‚Modellreflexion (Methode)' ($d$ = 0.36) liegen im mittleren Bereich. Auffällig ist die starke Abweichung der Variable ‚Modelle ändern', die als einzige – sogar deutlich – unter dem theoretischen Skalenmittelwert liegt. Der Effekt ist dabei gemäß COHEN (1988) sogar als groß zu kennzeichnen ($d$ = -0.97). Modelle werden daher im Rahmen des deduktiven Ansatzes sehr selten geändert.

Die Werte entsprechen zwar in weiten Teilen den Erwartungen wie etwa der sehr hohe Wert der Einsatzfacette ‚Modelle beschreiben' die den integralen Bestandteil einer Modelauswertung darstellt, dennoch sind einige Abweichungen festzustellen. So ist der Umfang der Modellreflexion (*learning about science*) und der Modellbeurteilung – nimmt man den aktuellen Forschungsstand als Referenz (u. a. BUDKE et al. 2017; BUDKE et al. 2016; GRYL 2010; HEMMER et al. 2013; HERZIG 2012; KHAN 2011; LINDAU 2012; WANG et al. 2014) – unerwartet hoch. Dies unterstützt, die zu Beginn getätigte Aussage, dass theoretische Raummodelle elaboriert eingesetzt werden. Gründe für die divergenten Befunde mögen in der untersuchten Jahrgangstufe und dem damit verbundenen höheren Anspruchsniveaus, den Kernlehrplanvorgaben, die die Kritik von Modellen herausstreichen (Tab. 2) oder in einem ausgeprägteren Bewusstsein, dass Modelle Konstrukte sind, liegen. Der Befund von KRELL et al. (2016, S. 94) und KRELL und KRÜGER (2013, S. 9), dass eher über den medialen als über den instrumentellen Charakter von Modellen im Biologieunterricht reflektiert wird, findet indes Bestätigung. Ein $t$-Test für eine Stichprobe bei Nutzung des Mittelwertes der Subskala zur Metareflexion über den methodischen Charakter von Modellen als Referenzkonstante zeigt, dass ein hochsignifikanter Unterschied zwischen beiden Mittelwerten besteht ($t(147) = 7.084$; $p < .001$, $d$ = 0.58).

Passend zu den Befunden aus der Forschungsliteratur erfolgt das Ändern von Modellen eher selten (u. a. KHAN 2011; WANG et al. 2014). Damit ist die zuvor getätigte Aussage, dass Modelle im Rahmen des deduktiven Ansatzes elaboriert eingesetzt werden, im Hinblick auf das Ändern von Modellen deutlich einzuschränken. Auch das Erklären – eigentlich zentraler Bestandteil einer jeden Medienauswertung – ist verhältnismäßig gering, wenngleich nicht so gering ausgeprägt wie bei der

Kartenarbeit im Geographieunterricht der Sekundarstufe I (u. a. HEMMER et al. 2013). Der Modelltransfer, bei dem auch der Anwendungscharakter von Modellen (*doing science*) zu Tage tritt, erfolgt hingegen recht oft. Hier scheint der auf übertragbare Erkenntnisse ausgerichtete allgemeingeographische Ansatz (MSW NRW 2014; SCHULTZE 1998) zum Tragen zu kommen. Etwas abgeschwächt gilt dies auch für die Modellprognose.

Tab. 44 | Ergebnisse des *t*-Tests für eine Stichprobe bzgl. der Gesamt- und Subskalen der Einsatzfacetten, die im Rahmen des deduktiven Ansatzes erfolgen in Bezug zum theoretischen Skalenmittelwert (*M* = 2.50)

| | | | | | | KI (95%) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *M* | *SD* | *t* | *df* | *p* | UG | OG | *d* |
| *Gesamt* | 2.91 | 0.43 | 11.658 | 148.00 | < .001 | 0.34 | 0.48 | 0.96 |
| Orientierung | 3.13 | 0.53 | 14.511 | 148.00 | < .001 | 0.54 | 0.71 | 1.19 |
| Modelle beschreiben | 3.50 | 0.42 | 29.654 | 148.00 | < .001 | 0.93 | 1.06 | 2.43 |
| Modelle erklären | 2.96 | 0.72 | 7.387 | 138.00 | < .001 | 0.33 | 0.58 | 0.63 |
| Modelle beurteilen | 2.93 | 0.57 | 9.058 | 145.00 | < .001 | 0.34 | 0.52 | 0.75 |
| Modelle ändern | 1.92 | 0.59 | -11.835 | 148.00 | < .001 | -0.67 | -0.48 | -0.97 |
| Modelltransfer | 3.14 | 0.57 | 13.594 | 145.00 | < .001 | 0.55 | 0.73 | 1.13 |
| Modellprognose | 2.82 | 0.62 | 6.415 | 148.00 | < .001 | 0.22 | 0.42 | 0.53 |
| Modellreflexion (Medium) | 3.34 | 0.98 | 10.537 | 148.00 | < .001 | 0.69 | 1.00 | 0.86 |
| Modellreflexion (Methode) | 2.80 | 0.83 | 4.435 | 148.00 | < .001 | 0.17 | 0.44 | 0.36 |

*Anmerkung*. farbliche Hinterlegung: blau = Dimension ‚Modellauswertung', grün = Dimension ‚Modellbildung', orange = Dimension ‚Modellanwendung', violett = Dimension ‚Modellreflexion'

***Vergleich des Modelleinsatzes bzgl. der genutzten Modelle***

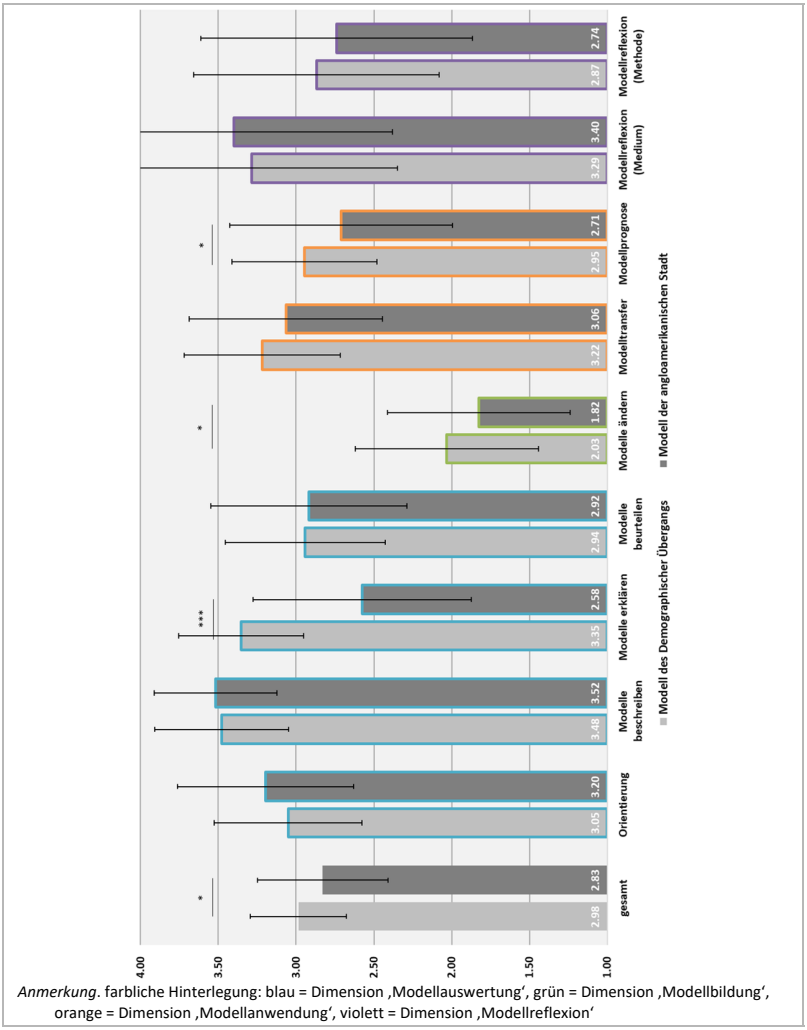
Betrachtet man im nächsten Schritt die Einsatzhäufigkeit der verschiedenen Facetten differenziert nach den zwei zur Illustration genutzten Modellen (s. o.; angloamerikanische Stadt, demographischer Übergang; Abb. 41) zeigt sich ein sehr ähnliches Bild. Der größte Unterschied besteht darin, dass das Modell des demographischen Übergangs häufiger erklärt, wird als das Modell der angloamerikanischen Stadt. Die Differenz der beiden Mittelwerte beträgt 0.77.

Betrachtet man die zwei Gruppen und sieht die Skalen aufgrund ihrer parallelen Konstruktion (Kapitel 5.1.5) als identisches Merkmal, lassen sich die Mittelwertdifferenzen mit einem *t*-Test für unabhängige Stichproben (BÜHNER, ZIEGLER 2012,

254ff) analysieren. Bei zwei Mittelwertpaaren auf Ebene der Subskalen zeigen sich demnach signifikante Unterschiede, bei einem Paar sogar hoch signifikante Unterschiede. Die Lehrkräfte, die die Items für das Modell des demographischen Übergangs beantworteten ($n$ = 68; $M$ = 3.35; $SD$ = 0.51) erklären das Modell signifikant häufiger als die Lehrkräfte ($n$ = 71; $M$ = 2.58; $SD$ = 0.70), die dies für die angloamerikanische Stadt gemacht haben ($t$(128.07) = -7.493, $p$ = <.001). Die Effektstärke nach COHEN (1988) liegt bei $d$ = 1.27 und entspricht damit einem starken Effekt. Dieser Befund ist von Bedeutung, da die Erklärung von Regelhaftigkeiten Kernarbeit im Geographieunterricht darstellt. Mögliche Gründe liegen wahrscheinlich in den auszuwertenden Modellen selbst bzw. in dem, was die Lehrkräfte über diese wissen. Dies können z. B. die höhere Komplexität von chorographischen Stadtmodellen, ihr eher deskriptiver Charakter oder der Umfang des Hintergrundwissens sein. Hierzu passt, dass ein weiterer $t$-Test für unabhängige Stichproben zeigt, dass die Lehrkräfte, die Items für das Modell des demographischen Wandels beantwortet haben ($n$ = 72, $M$ = 2.95, $SD$ = 0.46), signifikant häufiger mit Modell prognostizieren als die Lehrkräfte ($n$ = 77, $M$ = 2.77, $SD$ = 0.72), die die Fragen für die angloamerikanische Stadt beantwortet haben ($t$(131.32) = -2.39; $p$ = .02). Hierbei spielt sicher auch eine Rolle, dass das Modell des demographischen Übergangs als Verlaufsmodell eine zeitliche Entwicklung beschreibt, wohingegen das Stadtmodell nur die raumzeitliche Entfaltung andeutet. Die Effektstärke ist allerdings im niedrigen Bereich ($d$ = 0.39)

Auch für die Facette ‚Modelle ändern' zeigt der $t$-Test signifikante Unterschiede. Lehrkräfte, die die Items für das Modell des demographischen Übergangs bearbeitet haben ($M$ = 2.03, $SD$ = 0.59) ändern dies signifikant häufiger als Lehrerinnen und Lehrkräfte ($M$ = 1.83, $SD$ = 0.59), die Items für das Modell der angloamerikanischen Stadt beantwortet haben ($t$(147) = -2.149, $p$ = .03). Die Effektstärke liegt ebenfalls im niedrigen Bereich ($d$ = 0.34).

Dies führt dazu, dass sich auch die Mittelwerte der Gesamtskala statistisch signifikant unterscheiden. Die Lehrerinnen und Lehrer, die die Items für das Modell des demographischen Übergangs beantwortet haben ($M$ = 2.98, $SD$ = 0.31), weisen hier einen signifikant höheren Mittelwert auf, als die Lehrenden ($M$ = 2.83, $SD$ = 0.41), die die Items für das Modell der angloamerikanischen Stadt beantwortet haben ($t$(139.95) = -2.569, $p$ = .003). Hier beträgt die Effektstärke $d$ = 0.40 – ein ebenfalls niedriger Effekt.




*Anmerkung*. farbliche Hinterlegung: blau = Dimension ‚Modellauswertung', grün = Dimension ‚Modellbildung', orange = Dimension ‚Modellanwendung', violett = Dimension ‚Modellreflexion'

Abb. 41 | Mittelwerte und Standardabweichungen der Subskalen/Facetten des Modelleinsatzes, die beim deduktiven Ansatz abgefragt wurden differenziert nach dem Modell des demographischen Übergangs und dem Modell der angloamerikanischen Stadt ($n$ = 149; $n_{\text{Gruppe 1}}$ = 72, $n_{\text{Gruppe 2}}$ = 77); Skalierung von 1 (nie) bis 4 (immer)

***Einzelitems***

Betrachtet man die die Rangfolge der 39 Einzelitems hierarchisiert nach ihren Mittelwerten (Tab. 45), setzen sich die dargelegten Tendenzen fort. Die ersten beiden Items gehören beide zur Subskala ‚Modell beschreiben' und haben mit einem Mittelwert von *M* = 3.77 (MA_Bes03; *SD* = 0.44) sowie *M* = 3.59 (MA_Bes01; *SD* = 0.52) auf der vierstufigen Skala sehr hohe Zustimmungen. Ebenfalls sehr hoch liegt das Item MA_Ori02 (*M* = 3.56; *SD* = 0.63) aus der Subskala ‚Orientierung'. Es folgen Items aus den Subskalen ‚Modelle beschreiben', ‚Orientierung', ‚Modell beurteilen' und ‚Modelltransfer' aber auch aus der Subskala zur Metareflexion über Modelle bzgl. der medialen Perspektive. Insgesamt liegen 33 Items und damit der überwiegende Teil über dem theoretischen Skalenmittelwert von 2.5. Die entsprechenden modellbezogenen Tätigkeiten erfolgen demnach eher häufig bis sehr häufig bzw. immer (Modell beschreiben). Sechs Items liegen unter dem theoretischen Skalenmittelwert. Die entsprechenden Tätigkeiten werden damit eher selten eingesetzt. Hierzu zählen alle Items der Subskala bzw. Einsatzfacette ‚Modelle ändern', sowie die Beurteilung der Modellgrafik (MA_Prü03; *M* = 2.19; *SD* = 0.84) und das skalenlose Einzelitem, bei dem nach einem Modellvergleich gefragt wird (MA_EI02_MoVgl; *M* = 2.24, *SD* = 1.02). Dieser geringe Wert stellt ein ungenutztes Potential zur Förderung von Modellkompetenz dar (Kapitel 2.3.5.1). Das zweite Einzelitem, das danach fragt, ob das Modell mit Alltagssituationen in Bezug gesetzt wird, hat einen deutlich höheren Mittelwert (MA_EI02_Allt; *M* = 3.27, *SD* = 0.66). Auch diese Kontextualisierung kann einen Ansatz darstellen, die Modellkompetenz der Schülerinnen und Schüler zu fördern.

Tab. 45 | Die Gesamtskala der 39 Items zum Einsatz von Modellen im Rahmen des deduktiven Ansatzes des Modelllernens hierarchisiert nach den Itemmittelwerten dargelegt am Modell des demographischen Übergangs

| Nr | Item ID | Itemformulierung \| In meinem Unterricht… | Subskala | *n* | *M* | *SD* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | MA_Bes03 | …beschreiben die Schüler/innen die Entwicklung der einzelnen demographischen Kennwerte (z.B. Geburten- und Sterbeziffer). | Bes | 145 | 3.77 | 0.44 |
| 02 | MA_Bes01 | …beschreiben die Schüler/innen die Zu- und Abnahme der Zuwachsrate. | Bes | 149 | 3.59 | 0.52 |
| 03 | MA_Erk01 | …erklären die Schüler/innen die Zunahme der Zuwachsrate in der Einleitungsphase (Phase 2) durch eine gleichbleibende Geburtenrate bei abnehmender Sterbeziffer. | - | 146 | 3.57 | 0.55 |
| 04 | MA_Ori02 | …nennen die Schüler/innen vor der Auswertung überblicksartig die dargestellten demographischen Kennwerte (u.a. Zuwachsrate, Geburtenrate). | Ori | 149 | 3.56 | 0.63 |
| 05 | MA_Prü02 | …überprüfen die Schüler/innen das Modell, indem sie es mit konkreten demographischen Daten mindestens eines Landes vergleichen. | Beu | 145 | 3.47 | 0.76 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 06 | MA_Bes02 | …beschreiben die Schüler/innen in jeder Phase (z.B. Einlenkphase) die Ausprägung der demographischen Werte (z.B. Sterbeziffer, Geburtenrate). | Bes | 147 | 3.41 | 0.67 |
| 07 | MR_D_Rep01b | ...raumbezogene Sachverhalte vereinfacht darstellen. | MR Med | 149 | 3.39 | 1.00 |
| 08 | MA_Tran02 | …ordnen die Schüler/innen ein konkretes Land anhand von Bevölkerungsdaten (z.B. Sterbeziffern, Bevölkerungswachstum) in das Modell ein. | Tran | 145 | 3.34 | 0.80 |
| 09 | MR_D_Rep02b | ...in ihrer Aussagekraft begrenzt sind. | MR Med | 149 | 3.34 | 1.03 |
| 10 | MR_D_Rep03b | ... idealisiert sind. | MR Med | 149 | 3.30 | 1.07 |
| 11 | MA_Ori03 | ...nennen die Schüler/innen zu Beginn der Arbeit mit dem Modell dessen Titel. | Ori | 149 | 3.29 | 0.79 |
| 12 | MA_EI01_Allt | …stellen die Schüler/innen einen Bezug zwischen Modell und dem Alltag her (z.B. Zuordnung von Texten oder Bildern mit Lebensweltbezug zu bestimmten Phasen des Diagramms). | - | 149 | 3.26 | 0.66 |
| 13 | MA_Bes04 | ...beschreiben die Schüler/innen die im Diagramm aufgezeigten Regelhaftigkeiten im demographischen Übergang (z.B. der im Vergleich zur Sterberate zeitversetzte Rückgang der Geburtenziffer). | Bes | 145 | 3.22 | 0.75 |
| 14 | MA_Tran04 | …nutzen Schüler/innen demographische Daten eines konkreten Landes, um diese in Bezug zum Modell zu setzen. | Tran | 138 | 3.20 | 0.76 |
| 15 | MA_Tran01 | …erläutern die Schüler/innen mit Hilfe ihres modellbezogenen Wissens demographische Entwicklungen in konkreten Ländern. | Tran | 145 | 3.16 | 0.69 |
| 16 | MA_Erk04 | …erklären die Schüler/innen die dargestellten Zusammenhänge zwischen Wachstumsrate, Sterbe- und Geburtenziffer etc., indem sie die Werte aufeinander beziehen. | Erk | 137 | 3.13 | 0.83 |
| 17 | MA_Prü01 | …diskutieren die Schüler/innen auf einer allgemeinen Ebene, inwiefern das Modell grundsätzlich geeignet ist, die demographischen Entwicklungen von Ländern zu beschreiben bzw. zu erklären. | Beu | 145 | 3.10 | 0.81 |
| 18 | MR_D_Inst02b | ...genutzt werden können, um Raumstrukturen und Prozesse in konkreten Räumen zu erklären. | MR Met | 149 | 3.06 | 0.99 |
| 19 | MR_D_Inst03b | ...genutzt werden können, um aus ihnen Aussagen über die Realität abzuleiten. | MR Met | 149 | 3.02 | 1.00 |
| 20 | MA_Prü05 | …erörtern die Schüler/innen die Grenzen des Modells, wie z.B. sein Fokus auf Industrieländer, Ausblenden von Migration und weiteren Einflussfaktoren (z.B. Sozialer Wandel). | Beu | 146 | 2.97 | 0.87 |
| 21 | MA_Pro01 | …äußern die Schüler/innen auf Basis des Modells Vermutungen über das Aussehen einer möglichen, sich anschließenden „6. Phase" der demographischen Entwicklung. | Pro | 149 | 2.94 | 0.84 |
| 22 | MA_Erk02 | …nutzen die Schüler/innen ergänzende Informationen über den gesellschaftlichen Wandel (z.B. Bedeutung von Kindern, Steigerung des Lebensstandards) um den Rückgang der Geburtenziffer zu erklären. | Erk | 139 | 2.93 | 0.86 |
| 23 | MA_Pro02 | …entwickeln die Schüler/innen auf Basis des Modells an der Realität zu überprüfenden Vermutungen über demographische Entwicklungen. | Pro | 145 | 2.90 | 0.72 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | MA_Prü04 | ...überprüfen die Schüler/innen aus dem Modell abgeleitete Vermutungen über reale demographische Entwicklungen durch entsprechende Daten. | Beu | 146 | 2.89 | 0.81 |
| 25 | MA_Tran03 | …wenden die Schüler/innen ihr Modell an, um demographische Entwicklungen in zuvor nicht thematisierten Ländern zu erläutern. | Tran | 139 | 2.88 | 0.85 |
| 26 | MR_D_Rep04 | ...raumbezogene Gesetzmäßigkeiten Repräsentieren | - | 149 | 2.83 | 1.06 |
| 27 | MA_Erk03 | …nutzen die Schüler/innen Hintergrundinformationen über den medizinischen Fortschritt etc., um die Abnahme der Sterbeziffer zu erläutern. | Erk | 138 | 2.81 | 1.01 |
| 28 | MA_Pro04 | …formulieren die Schüler/innen mit Hilfe des Modells begründete Vermutungen zur weiteren demographischen Entwicklung eines konkreten Landes. | Pro | 138 | 2.74 | 0.85 |
| 29 | MR_D_Inst04b | ...genutzt werden können, um Raumentwicklungen zu prognostizieren | MR Met | 149 | 2.66 | 0.96 |
| 30 | MA_Pro03 | …nutzen die Schüler/innen das Modell, um Tendenzen in der demographischen Entwicklung einzelner Länder aufzuzeigen. | Pro | 138 | 2.65 | 0.86 |
| 31 | MR_D_Inst05b | ...überarbeitet werden können, bspw. aufgrund neuer Erkenntnisse. | MR Met | 149 | 2.62 | 1.07 |
| 32 | MR_D_Inst01b | ...ausgehend von einer konkreten Fragestellung bzw. Zielsetzung (Beschreibung/Erklärung) entwickelt werden. | MR Met | 149 | 2.60 | 1.00 |
| 33 | MA_Ori01 | ...kennzeichnen die Schüler/innen vor der Auswertung das Modell als Kurvendiagramm. | Ori | 148 | 2.53 | 0.91 |
| 34 | MA_Änd01 | …optimieren die Schüler/innen die graphische Darstellung des Diagramms, z.B. indem sie Beschriftungen hinzufügen (z.B. Zeitangaben, Einheiten). | Änd | 147 | 2.35 | 0.93 |
| 35 | MA_EI02 _MoVgl | ...vergleichen die Schüler/innen verschiedene Modelle zum demographischen Übergang. | - | 139 | 2.24 | 1.02 |
| 36 | MA_Prü03 | ...hinterfragen die Schüler/innen die Gestaltung des Diagramms (z.B. seine Farbgebung, Ungenauigkeit der linienhaften Darstellung von Geburten- und Sterberaten). | Beu | 143 | 2.19 | 0.84 |
| 37 | MA_Änd02 | …ändern die Schüler/innen ihr Diagramm aufgrund neuer Erkenntnisse (z.B. Erweiterung um den zweiten demographischen Übergang). | Änd | 149 | 1.92 | 0.59 |
| 38 | MA_Änd04 | ...wird das Diagramm von den Schüler/innen graphisch verändert. | Änd | 139 | 1.85 | 0.77 |
| 39 | MA_Änd03 | …verändern die Schüler/innen den Inhalt des Modells. | Änd | 138 | 1.67 | 0.71 |

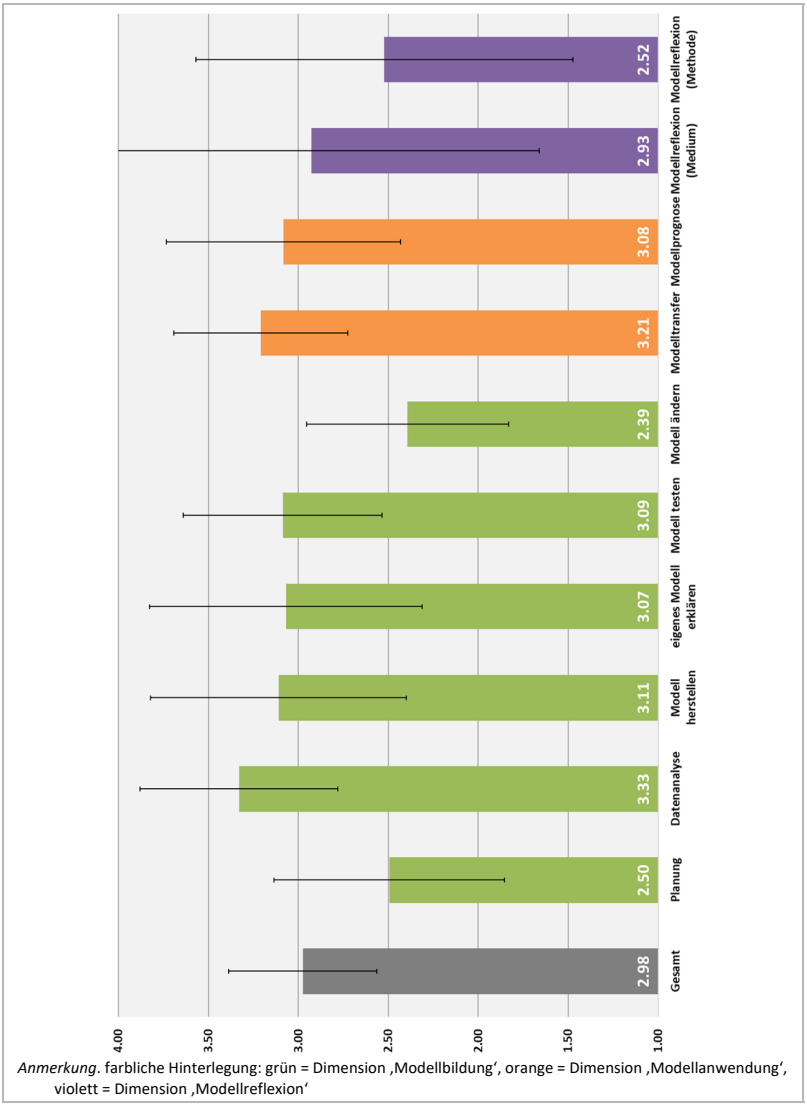
*Anmerkungen.* Ori = Orientierung, Bes = Modelle beschreiben, Erk = Modelle erklären, Beu = Modelle beurteilen, Änd = Modelle ändern, Tran = Modelltransfer, Pro = Modellprognose, MR Med = Modellreflexion (Medium), MR Met = Modellreflexion (Methode)

### 6.2.3 Einsatz von theoretischen Raummodellen im Rahmen des induktiven Ansatzes des Modelllernens

Insgesamt haben 51 Lehrkräfte und damit ca. ein Viertel den induktiven Ansatz des Modelllernens gewählt (s. o.). Der empirische Mittelwert der Gesamtskala zum Modelleinsatz im Rahmen des induktiven Ansatzes ist ebenfalls ein Indikator dafür, wie elaboriert der Modelleinsatz im Rahmen dieses Ansatzes erfolgt, da in ihm die entsprechenden Facetten bzw. die entsprechenden Einzelitems des Modelleinsatzes (Planung, Datenanalyse, Modell herstellen, erklären, testen, ändern, Modelltransfer, Modellprognose etc.) zusammengefasst sind. Der empirische Mittelwert beträgt $M = 2.98$ ($SD = 0.41$) und liegt damit über dem theoretischen Skalenmittelwert von 2.5. Ein $t$-Test für eine Stichprobe (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 237ff), bei dem der theoretische Skalenmittelwert als Referenzkonstante genutzt wird, die für einen durchschnittlich häufigen Einsatz bzw. Umfang steht, zeigt, dass dieser Unterschied hoch signifikant ist ($t(50) = 8.271$, $p < .001$). Die Effektstärke nach COHEN (1988) liegt bei $d = 1.16$ und entspricht einem starken Effekt. Das bedeutet, dass Modelle im Rahmen des induktiven Ansatzes in der Gesamtbetrachtung grundsätzlich elaboriert eingesetzt werden.

***aggregierte Subskalen/Einsatzfacetten***

Eine Analyse der einzelnen Facetten des Modelleinsatzes bzw. der aggregierten Subskalen zeichnet ein differenzierteres Bild (Abb. 42). Die Subskalen, die bei der Auswahl des induktiven Ansatzes abgefragt wurden, zeigen bezüglich ihrer Mittelwerte wie bei der Wahl des deduktiven Ansatzes teils deutliche Unterschiede. Am häufigsten werden Daten zur Modellerstellung analysiert ($M = 3.33$; $SD = 0.74$). Hier ist jedoch einschränkend zu sagen, dass der reale Wert geringer ausfallen dürfte, da diese Subskala die einzige war, die signifikant positiv mit der Skala zur Sozialen Erwünschtheit korrelierte ($r_s = .357$, Kapitel 5.3). Knapp nach der Datenanalyse folgt der Transfer von induktiv generierten Modellen ($M = 3.21$, $SD = 0.55$). Mit leichtem Abstand folgen auf einem gleichen Niveau die Einsatzfacetten ‚Modell herstellen' ($M = 3.11$, $SD = 0.71$), ‚eigenes Modell erklären' ($M = 3.07$, $SD = 0.76$), ‚Modell testen' ($M = 3.09$, $SD = 0.55$) sowie die Prognose mit Modellen ($M = 3.08$, $SD = 0.65$). Danach folgt mit leichtem Abstand die Metareflexion über Modelle im Hinblick auf ihre mediale Nutzung ($M = 2.93$, $SD = 1.27$). Mit einem deutlichen Abstand von etwa 0.41 folgt die Metareflexion im Hinblick auf den methodischen Charakter von Modellen ($M = 2.52$, $SD = 1.05$) sowie die Planung der Modellbildung ($M = 2.50$, $SD = 0.64$) – sie liegt genau auf dem theoretischen Skalenmittelwert. Auf dem letzten Rang folgt, ebenfalls mit etwas Abstand und damit eher selten, das Ändern von Modellen ($M = 2.39$, $SD = 0.56$). Damit ist die zuvor getätigte Aussage, dass Modelle im Rahmen des induktiven Ansatzes elaboriert eingesetzt werden, v. a. im Hinblick auf das Ändern von Modellen und die Planung der Modellbildung einzuschränken.




*Anmerkung*. farbliche Hinterlegung: grün = Dimension ‚Modellbildung', orange = Dimension ‚Modellanwendung', violett = Dimension ‚Modellreflexion'

Abb. 42 | Mittelwerte und Standardabweichungen der Subskalen/Facetten des Modelleinsatzes, die bei der Präferenz des induktiven Ansatzes abgefragt wurden (*n* = 51); Skalierung von 1 (nie) bis 4 (immer)

Nimmt man den theoretischen Skalenmittelwert als Referenz (2.50) um zu sehen, welche Einsatzfacetten im Rahmen des induktiven Ansatzes absolut gesehen besonders häufig bzw. besonders selten eingesetzt werden, zeigt sich bei der Nutzung eines Einstichroben *t*-Tests (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 237ff), dass sieben der zehn Subskalen signifikant über dem theoretischen Mittelwert der Skala (Tab. 46) liegen. Sie werden damit häufig bzw. fast immer eingesetzt. Die Effekte für die Variablen ‚Modell herstellen' ($d$ = .85), ‚Modell erklären' ($d$ = .75) und ‚Modellprognose' ($d$ = .90) sind stark. Für die Variablen ‚Datenanalyse' ($d$ = 1.52) und ‚Modelltransfer' ($d$ = 1.47) sowie ‚Modelle testen' ($d$ = 1.06) sind die Effekte besonders groß. Einen mittleren Effekt zeigt die Variable ‚Modellreflexion (Medium)' ($d$ = 0.34). Die Variablen ‚Planung', ‚Modellreflexion (Methode)' und ‚Modelle ändern' zeigen indes keinen signifikanten Unterschied und liegen etwa auf dem Niveau des theoretischen Skalenmittelwerts – also bei einer durchschnittlichen Häufigkeit. Auffällig ist, dass die Variable ‚Modelle ändern' als einzige unter dem theoretischen Skalenmittelwert liegt ($M$ = 2.39). Modell werden daher eher selten im Rahmen dieses Ansatzes geändert. Allerdings erfolgt dies im Rahmen des induktiven Ansatzes etwas häufiger als im Rahmen des deduktiven Ansatzes.

Hier zeigt sich sehr deutlich, dass der Modellierungszyklus nur in Teilen beschritten wird. Vor allem der zentrale Bestandteil des Testens und des darauffolgenden Änderns von Modellen (KRELL, KRÜGER 2016; LEE, KIM 2014) hat einen relativ geringen Umfang. Dies findet auch auf Einzelitemebene (s. u.) Bestätigung. Damit fokussiert die Modellierung auf die Herstellungs- und weniger auf die Anwendungsperspektive, dem Testen von allgemeingeographischen Regelhaftigkeiten, die einen Kernbestandteil des Oberstufenunterrichts bilden. Dieser Befund, dass der Modellierungszyklus nur in Teilen durschritten wird, findet Entsprechung in Studien aus den Naturwissenschaftsdidaktiken (u. a. KHAN 2011; WANG et al. 2014). Auffällig ist zudem die Anfälligkeit der Einsatzfacette ‚Datenanalyse' für die soziale Erwünschtheit. Dies kann dahingehend interpretiert werden, dass auch diese nicht so häufig wie angeben erfolgt und Modelle öfter ohne empirische Grundlage, ggf. unter Vorgabe der Lehrkraft entwickelt werden. Damit würde ein integraler Modellierungsschritt entfallen. Diese Befunde sind von hoher Bedeutung, wenn man von der Annahme ausgeht, dass für den Erwerb eines adäquaten Modellverständnisses und Wissenschaftsverständnisses, deutlich werden muss, dass generiertes Wissen bspw. aufgrund neuer Erkenntnisse modifiziert werden muss etc. und es damit gewissermaßen fluide ist, Wissenschaft also keine absoluten Wahrheiten produziert.

Die geringen Werte der Subskala ‚Planung' unterstützen diese These. Sie machen zudem auch deutlich, dass die aktive Mitgestaltung von Modellierungsprozessen, die vor dem Hintergrund der Kognitiven Aktivierung (HELMKE 2012, 205ff) bzw. des Minds-On Ansatzes (HAMMANN et al. 2007; SCHUBERT 2016) bedeutsam ist, nicht umfänglich erfolgt. Somit sind auch hier ungenutzte Potentiale zur Förderung der Modellkompetenz auszumachen. Der Modelltransfer, bei dem auch der

Anwendungscharakter von Modellen (*doing science*) zu Tage tritt, erfolgt ebenfalls oft. Auch hier scheint der auf übertragbare Erkenntnisse ausgerichtete allgemeingeographische Ansatz (MSW NRW 2014; SCHULTZE 1998) zum Tragen zu kommen. Ähnliches gilt für die Modelprognose. Positiv hervorzuheben ist abermals der Umfang der Modellreflexion (*learning about science*) und der Testung von Modellen, welcher umfänglicher erfolgt als auf Basis der Literatur zu erwarten war. Mögliche Gründe wurden bereits weiter oben diskutiert. Die Befunde von KRELL et al. (2016, S. 94) und KRELL und KRÜGER (2013, S. 9), dass eher über den medialen als über den instrumentellen Charakter von Modellen im Biologieunterricht reflektiert wird, findet wie auch beim deduktiven Ansatz Bestätigung. Ein *t*-Test für eine Stichprobe bei Nutzung des Mittelwertes der Subskala zur Metareflexion über den methodischen Charakter von Modellen als Referenzkonstante zeigt, dass ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Mittelwerten besteht ($t(49) = 2.250$; $p < .029$, $d = 0.32$).

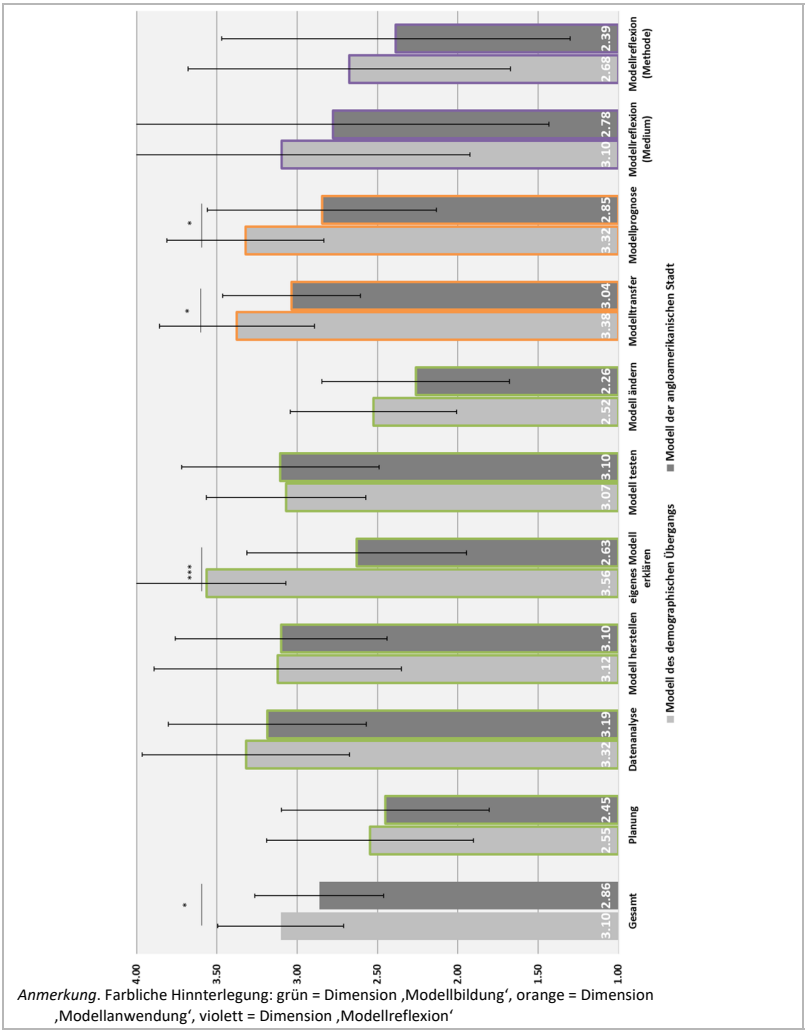
Tab. 46 | Ergebnisse des *t*-Tests für eine Stichprobe bzgl. der Gesamt- und Subskalen der Einsatzfacetten, die im Rahmen des induktiven Ansatzes erfolgen in Bezug zum theoretischen Skalenmittelwert (2.50)

| | | | | | | KI (95%) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *M* | *SD* | *t* | *df* | *p* | UG | OG | *d* |
| *Gesamt* | *2.98* | *0.41* | *8.271* | *50* | *< .001* | *0.36* | *0.59* | *1.16* |
| Planung | 2.50 | 0.64 | -0.055 | 50 | n.s. | -0.19 | 0.18 | - |
| Datenanalyse | 3.33 | 0.55 | 10.887 | 50 | < .001 | 0.68 | 0.99 | 1.52 |
| Modell herstellen | 3.11 | 0.71 | 6.106 | 50 | < .001 | 0.41 | 0.81 | 0.85 |
| eigenes Modell erklären | 3.07 | 0.76 | 5.357 | 50 | < .001 | 0.36 | 0.78 | 0.75 |
| Modell testen | 3.09 | 0.55 | 6.879 | 41 | < .001 | 0.41 | 0.76 | 1.06 |
| Modell ändern | 2.39 | 0.56 | -1.238 | 41 | n.s. | -0.28 | 0.07 | - |
| Modelltransfer | 3.21 | 0.48 | 9.161 | 38 | < .001 | 0.55 | 0.87 | 1.47 |
| Modellprognose | 3.08 | 0.65 | 5.814 | 41 | < .001 | 0.38 | 0.79 | 0.90 |
| Modellreflexion (Medium) | 2.93 | 1.27 | 2.416 | 50 | 0.019 | 0.07 | 0.78 | 0.34 |
| Modellreflexion (Methode) | 2.52 | 1.05 | 0.147 | 50 | n.s. | -0.27 | 0.32 | - |

*Anmerkung*. farbliche Hinterlegung: grün = Dimension ‚Modellbildung', orange = Dimension ‚Modellanwendung', violett = Dimension ‚Modellreflexion'

***Vergleich des Modelleinsatzes bzgl. der genutzten Modelle***

Betrachtet man im nächsten Schritt die Einsatzhäufigkeit der verschiedenen Facetten differenziert nach den zwei genutzten Modellen (angloamerikanische Stadt, demographischer Übergang; s. o.) zeigt sich ein sehr ähnliches Bild. Der größte Unterschied besteht darin – genau wie im Rahmen des deduktiven Ansatzes – , dass das Modell des demographischen Übergangs häufiger erklärt, wird als das Modell der angloamerikanischen Stadt. Die Differenz der beiden Mittelwerte beträgt 0.93. Zieht man diese als zwei Gruppen heran und sieht die Skalen aufgrund ihrer parallelen Konstruktion (Kapitel 5.1.5) als identisches Merkmal, lassen sich, wie schon erläutert, die Mittelwertdifferenzen mit einem *t*-Test für unabhängige Stichproben (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 254ff) analysieren. Bei zwei Mittelwertpaaren auf Ebene der Subskalen zeigen sich signifikante Unterschiede, bei einem Paar sogar hochsignifikante Unterschiede. Die Lehrkräfte, die die Items für das Modell des demographischen Übergangs beantworteten ($n$ = 24; $M$ = 2.63; $SD$ = 0.49) erklären das Modell signifikant häufiger als die Lehrkräfte ($n$ = 27; $M$ = 3.56; $SD$ = 0.68), die dies für die angloamerikanische Stadt gemacht haben ($t(49) = -5.537$, $p = <.001$). Die Effektstärke nach COHEN (1988) liegt bei $d$ = 1.57 und entspricht damit einem sehr starken Effekt. Mögliche Gründe hierfür wurden bereits im Kapitel 6.2.2 diskutiert. Auch für die Einsatzfacette ‚Modelltransfer' zeigt der *t*-Test signifikante Unterschiede. Lehrkräfte, die die Items für das Modell des demographischen Übergangs bearbeitet haben ($n$ = 20, $M$ = 3.38, $SD$ = 0.48) transferieren es signifikant häufiger als Lehrerinnen und Lehrer ($n$ = 19; $M$ = 3.04, $SD$ = 0.43), die Items für das Modell der angloamerikanischen Stadt beantwortet haben ($t(37) = -2.317$, $p$ = .026). Die Effektstärke liegt im hohen Bereich ($d$ = 0.77). Zudem zeigt der *t*-Test für unabhängige Stichproben, dass die Lehrkräfte, die Items für das Modell des demographischen Wandels beantwortet haben ($n$ = 21, $M$ = 3.32, $SD$ = 0.49), signifikant häufiger mit dem Modell prognostizieren als die Lehrkräfte ($n$ = 21, $M$ = 2.85, $SD$ = 0.71), die die Fragen für die angloamerikanische Stadt beantwortet haben ($t(40) = -2.524$; $p$ = .02). Die Effektstärke ist ebenfalls im hohen Bereich ($d$ = 0.77). Auch bei diesen beiden Unterschieden können ähnliche Gründe zum Tragen kommen wie bei beim Unterschied der Skala ‚eigenes Modell erklären' (Komplexität des Modells, Theoriegehalt, Hintergrundwissen etc.). Als weiterer Grund mag insbesondere hinzutreten, dass das Modell des demographischen Wandels – wie weiter oben bereits erläutert – als Verlaufsmodell eine zeitliche Entwicklung nachzeichnet und somit eine zeitliche Prognose sehr einfach ermöglicht. Dies führt dazu, dass sich auch die Mittelwerte der Gesamtskalen statistisch signifikant unterscheiden. Die Lehrerinnen und Lehrer, die die Items für das Modell des demographischen Übergangs beantwortet haben ($n$ = 24, $M$ = 3.10, $SD$ = 0.39), weisen hier einen signifikant höheren Mittelwert und damit eine höhere Häufigkeit auf, als die Lehrenden ($n$ = 27, $M$ = 2.86, $SD$ = 0.40), die die Items für das Modell der angloamerikanischen Stadt beantwortet haben ($t(49) = 2.152$, $p$ = .036). Hier beträgt die Effektstärke $d$ = 0.62, ein mittlerer Effekt.




*Anmerkung*. Farbliche Hinnterlegung: grün = Dimension ‚Modellbildung', orange = Dimension ‚Modellanwendung', violett = Dimension ‚Modellreflexion'

Abb. 43 | Mittelwerte und Standardabweichungen der Subskalen/Facetten des Modelleinsatzes, die beim induktiven Ansatz abgefragt wurden differenziert nach dem Modell des demographischen Übergangs und dem Modell der angloamerikanischen Stadt ($n$ = 51; $n_{\text{Gruppe 1}}$ = 24, $n_{\text{Gruppe 2}}$ = 27); Skalierung von 1 (nie) bis 4 (immer)

***Einzelitems***

Betrachtet man die Rangfolge der 49 Einzelitems hierarchisiert nach ihren Mittelwerten (Tab. 47), setzen sich die dargelegten Tendenzen fort. Das erste Item hat mit etwas Abstand die höchste Zustimmung ($M$ = 3.58, $SD$ = 0.70) und stellt gewissermaßen die zentrale Basis der induktiven Modellentwicklung dar – die Datenbasis zur weiteren Erstellung des Modells. Die folgenden beiden Items zielen auch auf die Datenanalyse sowie das Erklären der erstellten Modelle ab. Es folgen Items, die zu verschiedenen Subskalen gehören. Auffällig ist, dass hier relativ wenig Items zum Herstellen von Modellen und zur Planung der Modellentwicklung vorkommen. Es stehen v. a. Anwendungsperspektiven sowie das Erklären im Vordergrund. Die Items der Skalen zur Metareflexion rangieren weiter unten im Feld. Diejenigen Items, die auf die Reflexion über den medialen Charakter von Modellen abzielen v. a. im Mittelfeld, aber zumeist noch über dem theoretischen Skalenmittelwert und damit noch leicht über einer durchschnittlichen Häufigkeit. Insgesamt liegen mit 39 Items die meisten Items über dem skalentheoretischen Mittelwert von 2.5. Lediglich neun Items liegen unter diesem Wert, d. h. die mit den Items verbundenen Tätigkeiten erfolgen im Geographieunterricht der Oberstufe eher selten. Sie beziehen sich schwerpunktmäßig auf das Ändern der erstellten Modelle sowie die Planung der Modellbildung. Hinzu tritt ein Item zur Testung der grafischen Gestaltung der Modelle (ME_Prü04; $M$ = 2.46, $SD$ = 0.82) sowie Items, die zur Subskala Metareflexion über Modelle im Hinblick auf ihre methodischen Eigenschaften gehören.

Die a priori nicht den Subskalen zugehörigen drei Einzelitems rangieren auf ganz unterschiedlichen Plätzen. Das Einzelitem, bei dem nach einem Modellvergleich gefragt wird, hat einen durchschnittlichen Mittelwert mit einer hohen Streuung (ME_EI02_MoVgl; $M$ = 2.56, $SD$ = 1.12). Dass dieser Wert höher liegt als im Rahmen des deduktiven Ansatzes mag daran liegen, dass die Schülerinnen und Schüler ihre eigenen hergestellten Modelle untereinander vergleichen können. Das Einzelitem, bei dem danach gefragt wurde, in welchem Umfang das Modell mit Alltagssituationen in Bezug gesetzt wird, hat einen deutlich höheren Mittelwert (MA_EI01_Allt; $M$ = 3.29, $SD$ = 0.81). Das Item, das abfragt, in welchem Umfang Modelle aufgrund von Testungen weiterentwickelt werden – sich damit an der Schnittstelle zwischen Modelle ändern und Modelle testen befindet – und ein Indikator für einen konsequent durchschrittenen Modellierungszyklus ist, hat einen sehr niedrigen Wert (ME_EI03_TestÄnd; $M$ = 2.08, $SD$ = 0.74) und rangiert auf dem drittletzten Platz. Dieser Befund untermauert die weiter oben getätigte Aussage, dass der Modellierungszyklus nicht in Gänze durchlaufen wird. Nach der Testung von Modellen erfolgen keine Änderung und ggf. abermalige Testung des Modells. Theoretische Raummodelle werden daher in den meisten Fällen – selbst im Rahmen des induktiven Ansatzes – nicht als Denkwerkzeuge bzw. als Methode der wissenschaftlichen Gewinnung allgemeingeographischer Erkenntnisse genutzt. Diese großen, ungenutzten Potentiale zur Förderung der Modellkompetenz und

eines adäquaten Wissenschaftsverständnis können im Hinblick auf mögliche didaktische-methodische Empfehlungen konstruktiv aufgegriffen werden (Kapitel 8).

Tab. 47 | Die Gesamtskala der 48 Items zum Einsatz von Modellen im Rahmen des induktiven Ansatzes des Modelllernens hierarchisiert nach den Itemmittelwerten dargelegt am Modell des demographischen Übergangs

| Nr. | Item ID | Itemformulierung \| In meinem Unterricht… | Subskala | *n* | *M* | *SD* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | ME_DaAn01 | …gebe ich den Schüler/innen zur Modellentwicklung Daten zur Entwicklung der Sterberate und Geburtenziffer beispielhafter Länder. | Dat | 50 | 3.58 | 0.70 |
| 02 | ME_DaAn02 | …beschreiben die Schüler/innen vor dem Zeichnen des Modells an mindestens einem konkreten Raumbeispiel (z.B. Deutschland, Frankreich) die Zu- und Abnahme der Zuwachsrate. | Dat | 51 | 3.47 | 0.64 |
| 03 | ME_MoErk03 | …erklären die Schüler/innen die modellierte Zunahme der Zuwachsrate in der Einleitungsphase (Phase 2) durch eine gleichbleibende Geburtenrate bei abnehmender Sterbeziffer. | - | 44 | 3.45 | 0.66 |
| 04 | ME_Prü03 | …diskutieren die Schüler/innen auf einer allgemeinen Ebene, inwiefern das entwickelte Modell grundsätzlich geeignet ist, die demographischen Entwicklungen von Ländern zu beschreiben bzw. zu erklären. | Test | 42 | 3.40 | 0.73 |
| 05 | ME_Tran01 | …nutzen Schüler/innen demographische Daten eines konkreten Landes, um diese in Bezug zum entwickelten Modell zu setzen. | Tran | 38 | 3.39 | 0.59 |
| 06 | ME_DaAn04 | ...identifizieren die Schüler/innen Gemeinsamkeiten in der demographischen Entwicklung ausgewählter Länder (z. B. beginnende Zu- und spätere Abnahme der Zuwachsrate). | - | 44 | 3.39 | 0.65 |
| 07 | ME_MoHer06 | …zeichnen die Schüler/innen ein Diagramm, das die idealtypische Entwicklung der demographischen Kennwerte (z.B. Geburten- und Sterbeziffer) aufzeigt. | Her | 44 | 3.39 | 0.62 |
| 08 | ME_Pro01 | …äußern die Schüler/innen auf Basis ihres Modells Vermutungen über das Aussehen einer möglichen, sich anschließenden „6. Phase“ der demographischen Entwicklung. | Pro | 42 | 3.38 | 0.76 |
| 09 | ME_MoErk01 | …erklären die Schüler/innen die modellierten Zusammenhänge zwischen Wachstumsrate, Sterbe- und Geburtenziffer etc., indem sie die Werte aufeinander beziehen. | Erk | 50 | 3.36 | 0.80 |
| 10 | ME_Prü02 | …erörtern die Schüler/innen die Grenzen des Modells, wie z.B. sein Fokus auf Industrieländer, Ausblenden von Migration und weiteren Einflussfaktoren (z.B. Sozialer Wandel). | Test | 41 | 3.32 | 0.76 |
| 11 | ME_Tran04 | …erläutern die Schüler/innen mit Hilfe ihres modellbezogenen Wissens demographische Entwicklungen in konkreten Ländern. | Tran | 39 | 3.31 | 0.73 |
| 12 | ME_EI01_Allt | …stellen die Schüler/innen einen Bezug zwischen Modell und dem Alltag her (z.B. Zuordnung von Texten oder Bildern mit Lebensweltbezug zu bestimmten Phasen des Diagramms). | - | 41 | 3.29 | 0.81 |
| 13 | ME_MoHer01 | …beschriften die Schüler/innen die in ihr Modell eingezeichneten Kurven der demographischen Kennwerte. | - | 51 | 3.27 | 0.80 |
| 14 | ME_Prü05 | …überprüfen die Schüler/innen das erstellte Modell, indem sie es mit konkreten demographischen Daten mindestens eines Landes vergleichen. | Test | 40 | 3.25 | 0.71 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | ME_MoHer05 | …wird die typische Entwicklung der Sterberate von meinen Schüler/innen in ein Achsendiagramm eingetragen. | Her | 44 | 3.25 | 0.78 |
| 16 | ME_DaAn03 | …beschreiben die Schüler/innen, bevor sie das Modell zeichnen, anhand konkreter demographischer Daten ausgewählter Länder den jeweiligen Verlauf der Geburten- und Sterberate. | Dat | 51 | 3.18 | 0.89 |
| 17 | ME_MoHer02 | …zeichnen die Schüler/innen die zwei Achsen des Diagramms. | Her | 50 | 3.14 | 1.01 |
| 18 | ME_Plan04 | …wird zu Beginn der Modellentwicklung eine Leitfrage o.ä. festgelegt (z.B. Wie lässt sich die Bevölkerungsentwicklung von Industrieländern modellhaft darstellen?). | Plan | 44 | 3.14 | 0.93 |
| 19 | ME_Tran02 | …ordnen die Schüler/innen ein konkretes Land anhand von Bevölkerungsdaten (z.B. Sterbeziffern, Bevölkerungswachstum) in ihr Modell ein. | Tran | 39 | 3.13 | 0.83 |
| 20 | ME_Prü01 | ...überprüfen die Schüler/innen aus ihrem Modell abgeleitete Vermutungen über reale demographische Entwicklungen durch entsprechende Daten. | Test | 41 | 3.07 | 0.85 |
| 21 | ME_DaAn05 | …verallgemeinern die Schüler/innen aus den Daten konkreter Länder (z.B. Geburtenziffern, Sterberate) Aussagen über den demographischen Übergang, bevor sie das Modell zeichnen. | Dat | 44 | 3.07 | 0.93 |
| 22 | ME_Pro02 | …formulieren die Schüler/innen mit Hilfe ihres Modells begründete Vermutungen zur weiteren demographischen Entwicklung eines konkreten Landes. | Pro | 39 | 3.03 | 0.99 |
| 23 | ME_Pro04 | …nutzen die Schüler/innen ihr Modell, um Tendenzen in der demographischen Entwicklung einzelner Länder aufzuzeigen. | Pro | 39 | 3.03 | 0.71 |
| 24 | ME_MoErk04 | …nutzen die Schüler/innen ergänzende Informationen über den gesellschaftlichen Wandel (z.B. Bedeutung von Kindern, Steigerung des Lebensstandards) um den Rückgang der Geburtenziffer im entwickelten Modell zu erklären. | Erk | 44 | 3.02 | 1.00 |
| 25 | ME_MoHer04 | ...unterteilen die Schüler/innen ihr selbst erstelltes Diagramm durch das Einzeichnen senkrechter Trennlinien in unterschiedliche Phasen des demographischen Übergangs. | Her | 44 | 3.00 | 0.78 |
| 26 | ME_Tran03 | …wenden die Schüler/innen ihr Modell an, um demographische Entwicklungen in zuvor nicht thematisierten Ländern zu erläutern. | Tran | 38 | 3.00 | 0.66 |
| 27 | MR_I_Rep02b | ...in ihrer Aussagekraft begrenzt sind. | MR MEd | 51 | 2.96 | 1.28 |
| 28 | ME_MoHer03 | …zeichnen die Schüler/innen den idealtypischen Verlauf der Geburtenrate in ein Achsendiagramm. | Her | 47 | 2.94 | 0.99 |
| 29 | MR_I_Rep01b | ...raumbezogene Sachverhalte vereinfacht darstellen. | MR Med | 51 | 2.92 | 1.28 |
| 30 | MR_I_Rep03b | ... idealisiert sind. | MR MEd | 51 | 2.90 | 1.28 |
| 31 | ME_MoErk02 | …nutzen die Schüler/innen Hintergrundinformationen über den medizinischen Fortschritt etc., um die in ihren Modellen dargestellte Abnahme der Sterbeziffer zu erläutern. | Erk | 51 | 2.84 | 1.01 |
| 32 | ME_Pro03 | …entwickeln die Schüler/innen auf Basis ihres Modells an der Realität zu überprüfenden Vermutungen über demographische Entwicklungen. | Pro | 39 | 2.82 | 0.72 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 33 | MR_I_Inst02b | ...genutzt werden können, um Raumstrukturen und Prozesse in konkreten Räumen zu erklären. | MR Met | 51 | 2.71 | 1.27 |
| 34 | ME_Plan01 | …erfolgt zu Beginn eine Verständigung mit den Schüler/innen über die Intention des zu entwickelnden Modells. | Plan | 50 | 2.70 | 0.91 |
| 35 | ME_Änd02 | …ändern die Schüler/innen ihr Diagramm aufgrund neuer Erkenntnisse (z.B. Erweiterung um den zweiten demographischen Übergang). | Änd | 41 | 2.68 | 0.93 |
| 36 | ME_Änd01 | …optimieren die Schüler/innen die graphische Darstellung des erstellten Diagramms, z.B. indem sie Beschriftungen hinzufügen (z.B. Zeitangaben, Einheiten). | Änd | 42 | 2.67 | 0.98 |
| 37 | MR_I_Inst03b | ...genutzt werden können, um aus ihnen Aussagen über die Realität abzuleiten. | MR Met | 51 | 2.61 | 1.20 |
| 38 | ME_EI02_ MoVgl | ...vergleichen die Schüler/innen verschiedene Modelle zum demographischen Übergang. | - | 41 | 2.56 | 1.12 |
| 39 | MR_I_Rep04b | ...raumbezogene Gesetzmäßigkeiten repräsentieren | - | 51 | 2.51 | 1.21 |
| 40 | ME_Prü04 | ...hinterfragen die Schüler/innen die Gestaltung des entwickelten Diagramms (z.B. seine Farbgebung, Ungenauigkeit der linienhaften Darstellung von Geburten- und Sterberaten). | Test | 41 | 2.46 | 0.84 |
| 41 | MR_I_Inst01b | ...ausgehend von einer konkreten Fragestellung bzw. Zielsetzung (Beschreibung/Erklärung) entwickelt werden. | MR Met | 51 | 2.37 | 1.09 |
| 42 | MR_I_Inst04b | ...genutzt werden können, um Raumentwicklungen zu prognostizieren | MR Met | 51 | 2.37 | 1.08 |
| 43 | MR_I_Inst05b | ...überarbeitet werden können, bspw. aufgrund neuer Erkenntnisse. | MR Met | 51 | 2.37 | 1.11 |
| 44 | ME_Plan02 | …wird das Vorgehen bei der Entwicklung des Modells mit den Schüler/innen abgestimmt (z.B. Auswahl geeigneter Länder und entsprechende Daten). | Plan | 50 | 2.28 | 0.88 |
| 45 | ME_Änd04 | …wird das Diagramm von den Schüler/innen graphisch verändert. | Änd | 38 | 2.18 | 0.83 |
| 46 | ME_EI03_ TestÄnd | ...ändern die Schüler/innen ihr Modell aufgrund seiner Überprüfung an der Realität. | - | 39 | 2.08 | 0.74 |
| 47 | ME_Änd03 | …verändern die Schüler/innen den Inhalt ihres Modells. | Änd | 36 | 2.03 | 0.56 |
| 48 | ME_Plan03 | …planen die Schüler/innen, in welchen Arbeitsschritten das Modell entwickelt werden soll. | Plan | 44 | 1.89 | 0.81 |

*Anmerkungen*. Plan = Planung, Dat = Datenanalyse, Her = Modell herstellen, Erk = eigenes Modell erklären, Test = eigenes Modell testen, Änd = Modell ändern, Tran = Modelltransfer, Pro = Modellprognose, MR Med = Modellreflexion (Medium), MR Met = Modellreflexion (Methode)

## 6.3 Der Einfluss der unabhängigen Variablen auf den Modelleinsatz

### 6.3.1 Der Einfluss des Modellverständnis der Lehrkräfte auf den Modelleinsatz

***Übersicht***

Das Fachwissen über Modelle und Modellbildung (Modellverständnis) der Lehrkräfte wurde mit einer vierstufigen, likert-ähnlichen Skala (1 = falsch, 2 = eher falsch, 3 = eher richtig, 4 = richtig; für die Auswertung umgepolt) mittels einer aus sechs Items bestehenden Skala als objektiv-proximaler Indikator erfasst. 162 Probanden machten hierzu eine Angabe. Der empirische Skalenmittewert liegt bei $M = 2.04$ ($SD = .43$) und damit deutlich unter dem theoretischen Skalenmittelwert von 2.5 und ist damit als negativ zu kennzeichnen. 28 Fälle liegen über dem theoretischen Skalenmittel und 134 Fälle unter dem Wert von 2.5. Der folgende Boxplot vermittelt einen Eindruck über die Verteilung der Daten. Der Median beträgt $Mdn = 2.00$. Die Ausprägung des Modellverständnis war gemäß dem Shapiro-Wilk-Test normalverteilt ($p > .05$).

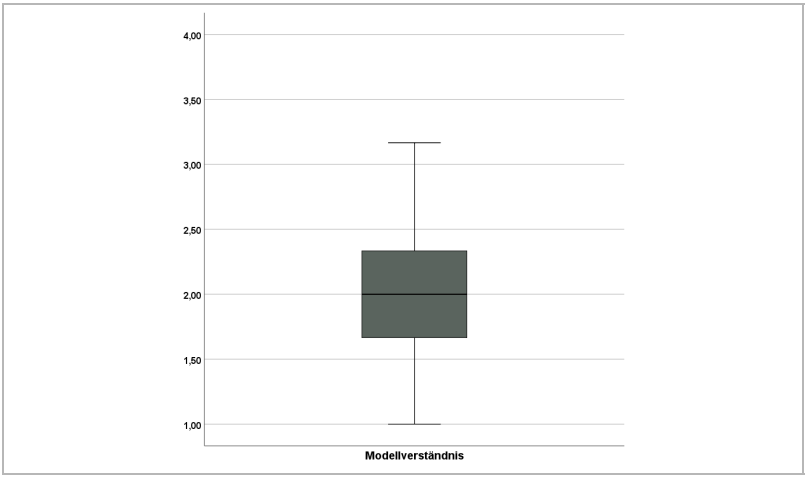



Abb. 44 | Boxplot der unabhängigen Variable Modellverständnis

***Einfluss auf die Wahl des Ansatzes des Modelllernens (deduktiv – induktiv)***

Betrachtet man zunächst, inwiefern Lehrkräfte mit einem hohem Modellverständnis sich von denen, mit einem geringem Modellverständnis bzgl. der Wahl des Ansatzes des Modelllernens auf deskriptiver Ebene unterscheiden, zeigt sich nur ein kleiner Unterschied zwischen den zwei Gruppen (Abb. 45, Abb. 46). Hierfür wurde

aufgrund des unterschiedlichen Skalenniveaus der beiden Variablen (AV = echt-dichotom, UV = metrisch), die unabhängige Variable dichotomisiert (Trennwert: 2.5), wodurch die Ergebnisse besser darstellbar und auswertbar sind. Dabei zeigt sich, dass bei den Lehrkräften mit einem geringem Modellverständnis 26 Probanden (19%) den induktiven Ansatz und 108 Probanden (81%) den deduktiven Ansatz präferieren. Bei den Lehrkräften mit einem hohem Modellverständnis präferieren 8 Probanden (29%) den induktiven und 20 Probanden (71%) den deduktiven Ansatz. Die Differenz zwischen Probanden mit geringem und hohem Modellverständnis beträgt damit 10 Prozentpunkte. Zur Testung des Zusammenhangs dieser beiden dichotomen Variablen wird ein $\chi^2$-4-Felder-Test (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 295ff) genutzt. Er zeigt, dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Modellverständnis der Lehrkräfte und der Wahl des Ansatzes des Modelllernens besteht ($\chi^2(1) = 1.174$, $p = .279$, $n = 162$, $\phi = .085$).
Da die ursprüngliche Variable ‚Modellverständnis' metrisches Skalenniveau besaß, kann der Zusammenhang mit der echt-dichotomen Variable ‚Ansatz Modelllernen' zudem mittels der punktbiserialen Korrelation, die ein Sonderfall der Pearson-Produkt-Moment-Korrelation ist, bestimmt werden (BÜHNER, ZIEGLER 2012, S. 629; DÖRING, BORTZ 2016a, S. 681). Auch hier zeigt sich, dass das Modellverständnis nicht mit der Wahl des Ansatzes korreliert ($r_{pb} = .086$, $p = .276$, $n = 162$).

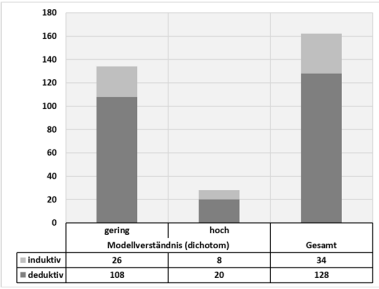



Abb. 45 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung des Modellverständnis in absoluten Werten ($n = 162$)

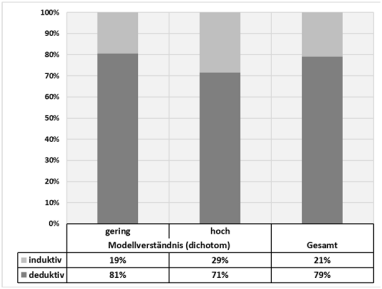



Abb. 46 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung des Modellverständnis in relativen Werten ($n = 162$)

Um zu überprüfen, ob das Modellverständnis der Lehrkraft eine Voraussage über die Wahl des Ansatzes des Modelllernens ermöglicht, wird ergänzend mit Hilfe einer logistischen Regression (BACKHAUS et al. 2016; DÖRING, BORTZ 2016a, S. 678) weiter untersucht. Diese zeigt erwartungsgemäß, dass das Modell ($\chi^2(1) = 1.119$, $p = .274$, $n = 162$) nicht signifikant ist und damit aus dem Modellverständnis nicht die Wahl des Ansatzes des Modelllernens vorausgesagt werden kann.

***Einfluss auf den Modelleinsatz im Rahmen des deduktiven Ansatzes***

*Gesamtskala*

Das Modellverständnis der Geographielehrkräfte wird nachfolgend im Hinblick auf einen potentiellen Zusammenhang mit dem Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des deduktiven Ansatzes untersucht. Da es sich bei der abhängigen wie der unabhängigen Variable um aus vielen intervallskalierten Items bzw. Subskalen aggregierten Mittelwertvariablen handelt, wird hier das Korrelationsverfahren nach Pearson genutzt. Ergänzt wird es um den Korrelationskoeffizienten nach Spearman, der robuster gegenüber potentiellen Ausreißern ist (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 597ff). Untersucht man den Zusammenhang zwischen dem Modellverständnis der Lehrkräfte mit dem Umfang des Einsatzes von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe im Rahmen des deduktiven Ansatzes, zeigt sich ein leicht positiver Zusammenhang, der jedoch nicht signifikant ist (Abb. 47; $r = .141$, $p = .114$, $n = 128$). Zur Kontrolle potentieller Einflüsse durch Ausreißerwerte wird auch der Korrelationskoeffizient der Rangkorrelation nach Spearman-Roh bestimmt. Auch er liegt in einem ähnlichen Bereich und zeigt keinen signifikanten Zusammenhang ($r_s = .134$, $p = .132$, $n = 128$).

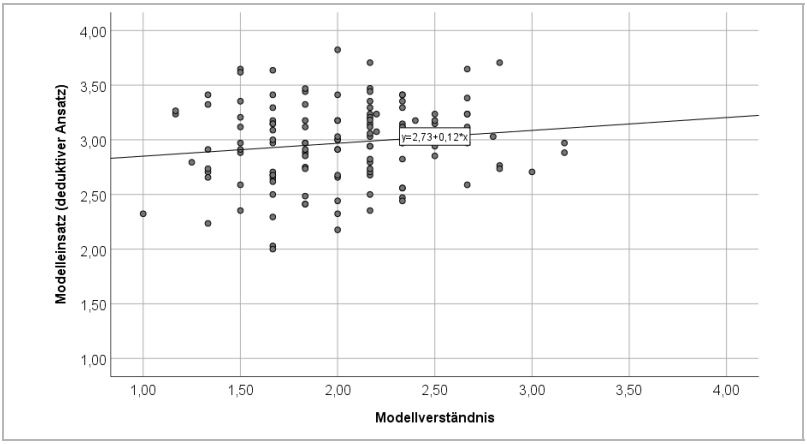



Abb. 47 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (deduktiver Ansatz) und dem Modellverständnis der Lehrkräfte ($n = 128$)

Um zu überprüfen, ob das Modellverständnis der Lehrkraft eine Voraussage über den Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des deduktiven Ansatzes ermöglicht, wird der Zusammenhang ergänzend mit Hilfe einer einfachen linearen Regression (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 585ff; DÖRING, BORTZ 2016a, 678ff) weiter untersucht. Diese zeigt erwartungsgemäß, dass das Modell ($F(1, 126) = 2.538$, $p = .114$) nicht

signifikant ist und das Modellverständnis der Geographielehrerinnen und -lehrer keinen Einfluss auf den Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des deduktiven Ansatzes hat.

*Subskalen*

Auf der Ebene der neun Subskalen der abhängigen Variablen zeigt sich, wenn man den Korrelationskoeffizienten nach Spearman betrachtet, ein etwas differenzierteres Bild (Tab. 48). Die Skala ‚Modelle ändern' steht in einem signifikanten positiven Zusammenhang mit dem Modellverständnis ($r$ = .194, $p$ = .028). Gleiches gilt für die Skala Modellprognose ($r$ = .231, $p$ = 009). Die Korrelationskoeffizienten nach Spearman bestätigen dies. Die Zusammenhänge sind nach COHEN (1988) auf einem niedrigem bis mittlerem Niveau. Mit zunehmendem Niveau des Modellverständnisses werden Modelle innerhalb dieser Einsatzfacetten folglich häufiger eingesetzt.

Tab. 48 | Zusammenhangsmaße für die aggregierten Subskalen im Rahmen des deduktiven Ansatzes sowie dem Modellverständnis der Lehrkräfte ($n$ = 128)

| | $r$ | $p_r$ | $r_s$ | $p_s$ |
|---|---|---|---|---|
| *Gesamt* | *.141* | *.114* | *.134* | *.132* |
| Orientierung | -.086 | .334 | -.107 | .230 |
| Modelle beschreiben | -.055 | .540 | -.040 | .652 |
| Modelle erklären | .055 | .535 | .066 | .457 |
| Modelle beurteilen | .113 | .206 | .104 | .244 |
| Modelle ändern | .194* | .028 | .227* | .010 |
| Modelltransfer | .059 | .512 | .058 | .518 |
| Modellprognose | .231** | .009 | .203* | .021 |
| Modellreflexion (Medium) | .004 | .965 | -.031 | .727 |
| Modellreflexion (Methode) | .114 | .201 | .094 | .294 |

*Anmerkungen*. $r$ = Pearson-Korrelation, $r_s$ = Spearman-Roh-Korrelation, $p_p$ = Signifikanzwert für Pearson-Korrelation, $p_s$ = Signifikanzwert für Spearman-roh-Korrelation; * $p$ <.05, ** $p$ <.01, *** $p$ <.001; farbliche Hinterlegung: blau = Dimension ‚Modellauswertung', grün = Dimension ‚Modellbildung', orange = Dimension ‚Modellanwendung', violett = Dimension ‚Modellreflexion'

Grundsätzlich zeigt sich ein Trend, dass Geographielehrerinnen und -lehrer mit einem adäquateren Modellverständnis eher anspruchsvollere Tätigkeiten im Umgang mit Modellen (z. B. Modelle beurteilen, Modelle ändern) im Unterricht (Dimensionen Modellbildung und -anwendung) initiieren und einfache Tätigkeiten

(z. B. Orientierung, Modelle beschreiben) eine geringere Bedeutung haben, wenngleich sich diese Tendenzen nur für die erwähnten Subskalen als signifikant erwiesen haben.

***Einfluss auf den Modelleinsatz im Rahmen des induktiven Ansatzes***

*Gesamtskala*

Das Modellverständnis der Geographielehrkräfte wird nachfolgend im Hinblick auf einen potentiellen Zusammenhang mit dem Umfang des Modelleinsatzes von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe im Rahmen des induktiven Ansatzes untersucht. Dabei werden ebenfalls die Korrelationsanalysen nach Pearson und Spearman genutzt. Es zeigt sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang (Abb. 48; $r$ = -.019, $p$ = .913, $n$ = 34). Auch der Korrelationskoeffizient der Rangkorrelation nach Spearman-Roh liegt in einem ähnlichen Bereich ($r_s$ = -.072, $p$ = .688, $n$ = 34). Derart kleine Stichproben werden im Rahmen von Korrelationsanalysen als weniger aussagekräftig angesehen. So werden auch hohe Korrelationskoeffizienten aufgrund des geringen Stichprobenumfangs nicht so schnell signifikant wie große Stichproben, erzielen aber andererseits oftmals höhere Zusammenhänge aufgrund ihrer Fehleranfälligkeit (Ausreißer) (BÜHNER, ZIEGLER 2012; SEDLMEIER, RENKEWITZ 2013).

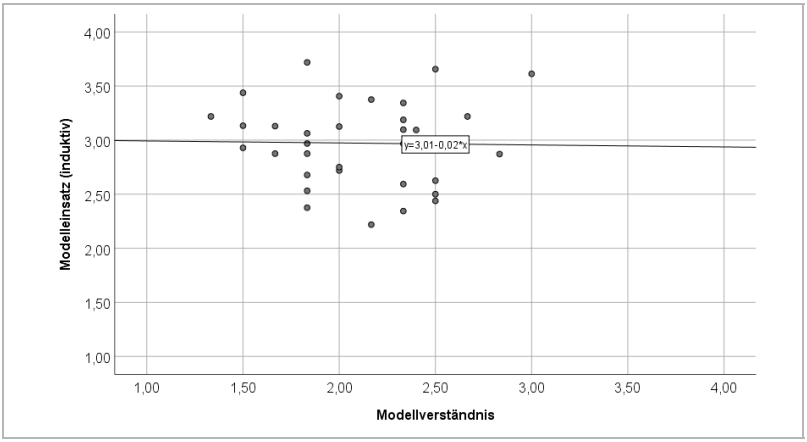



Abb. 48 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (induktiver Ansatz) und dem Modellverständnis der Lehrkräfte (n = 34)

Die obligatorische lineare Regressionsanalyse (s. o.) zeigt erwartungsgemäß, dass das Modell ($F$(1, 32) = 0.012, $p$ = .913) nicht signifikant ist und das

Modellverständnis der Geographielehrerinnen und -lehrer ebenfalls keinen Einfluss auf den Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des induktiven Ansatzes hat.

*Subskalen*

Auf der Ebene der zehn Subskalen der abhängigen Variablen zum induktiven Modelleinsatz zeigen sich, wenn man den Korrelationskoeffizienten nach Spearman betrachtet, kein differenzierteres Bild (Tab. 49). Kein untersuchter Zusammenhang ist signifikant. Am auffälligsten ist die Skala ‚Datenanalyse', die sehr knapp über dem Signifikanzniveau von $p = .05$ liegt und einen positiven Zusammenhang zwischen Modellverständnis und der Häufigkeit der Datenanalyse im Rahmen der Modellentwicklung aufzeigt ($r = .338$, $p = .05$, $n = 34$).

Tab. 49 | Zusammenhangsmaße für die aggregierten Subskalen im Rahmen des induktiven Ansatzes sowie dem Modellverständnis der Lehrkräfte ($n = 34$)

| | $r$ | $p_r$ | $r_s$ | $p_s$ |
|---|---|---|---|---|
| *Gesamt* | *-.019* | *.913* | *-.072* | *.688* |
| Planung | -.063 | .725 | -.086 | .628 |
| Datenanalyse | .338 | .050 | .329 | .057 |
| Modell herstellen | -.150 | .396 | -.114 | .521 |
| Modell erklären | .151 | .394 | .174 | .325 |
| Modell testen | -.301 | .083 | -.307 | .077 |
| Modell ändern | -.093 | .599 | -.108 | .542 |
| Modelltransfer | -.009 | .962 | .002 | .989 |
| Modellprognose | .049 | .785 | .119 | .504 |
| Modellreflexion (Medium) | .069 | .696 | .227 | .197 |
| Modellreflexion (Methode) | .071 | .688 | .113 | .525 |

*Anmerkungen*. $r$ = Pearson-Korrelation, $r_s$ = Spearman-Roh-Korrelation, $p_r$ = Signifikanzwert für Pearson-Korrelation, $p_s$ = Signifikanzwert für Spearman-roh-Korrelation; * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$; farbliche Hinterlegung: grün = Dimension ‚Modellbildung', orange = Dimension ‚Modellanwendung', violett = Dimension ‚Modellreflexion'

Ähnlich gelagert ist der Zusammenhang zwischen dem Modellverständnis der Lehrkräfte und dem Testen von Modellen, wobei allerdings ein negativer Zusammenhang zu Tage tritt ($r = -.301$, $p = .083$, $n = 34$). Hier zeigt sich das erwähnte Phänomen, dass kleine Stichproben oftmals schnell hohe Koeffizienten aufweisen

und sie, im Gegensatz zu großen Stichproben, erst bei sehr hohen Korrelationskoeffizienten signifikant werden.

### 6.3.2 Der Einfluss des modelleinsatzbezogenen fachdidaktischen Wissens der Lehrkräfte auf den Modelleinsatz

***Übersicht***

Das fachdidaktische Wissen der Geographielehrkräfte zum Einsatz von geographischen Modellen im Unterricht wurde mit einer vierstufigen, likert-ähnlichen Skala (1 = trifft nicht zu, 2 = trifft eher nicht zu, 3 = trifft eher zu, 4 = trifft zu) mittels einer aus vier Items bestehenden Skala als subjektiv-proximaler Indikator erfasst. 161 Probanden beantworteten die entsprechenden Items. Der empirische Skalenmittewert liegt bei $M = 2.49$ ($SD = 0.57$) und liegt damit deutlich über dem theoretischen Skalenmittelwert von 2.5 und ist somit als positiv zu kennzeichnen. 77 Fälle liegen unter dem theoretischen Skalenmittel und 88 Fälle haben einen Wert von ≥ 2.5. Der folgende Boxplot vermittelt einen Eindruck über die Verteilung der Daten. Es sind einige Ausreißer mit hohen Werten bzw. einem hohen fachdidaktischen Wissen zum Modelleinsatz zu verzeichnen. Die Ausprägung des fachdidaktischen Wissens zum Modelleinsatz ist gemäß dem Shapiro-Wilk-Test normalverteilt ($p > .05$). Der Median beträgt $Mdn = 2.50$.

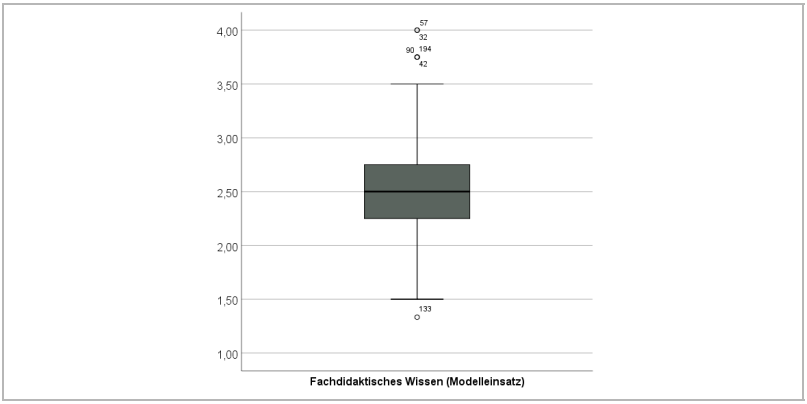



Abb. 49 | Boxplot der unabhängigen Variable ‚fachdidaktisches Wissen (Modelleinsatz)'

***Einfluss auf die Wahl des Ansatzes des Modelllernens (deduktiv – induktiv)***

Betrachtet man zunächst, inwiefern Lehrkräfte mit einem hohen fachdidaktischen Wissen zum Modelleinsatz sich von denen, mit einem geringen fachdidaktischen Wissen bzgl. der Wahl des Ansatzes des Modelllernens auf deskriptiver Ebene unterscheiden, zeigt sich nur ein kleiner Unterschied zwischen den zwei Gruppen

(Abb. 50, Abb. 51). Hierfür wurde ebenfalls aufgrund des unterschiedlichen Skalenniveaus der beiden Variablen (AV = echt-dichotom, UV = metrisch), die unabhängige Variable dichotomisiert (Trennwert: 2.5), wodurch die Ergebnisse besser darstellbar und auswertbar sind. Dabei zeigt sich, dass bei den Lehrerinnen und Lehrern mit einem geringen fachdidaktischen Wissen zum Modelleinsatz 18 Probanden (23%) den induktiven Ansatz und 59 Probanden (77%) den deduktiven Ansatz präferieren. Bei den Lehrkräften mit einem hohem Modellverständnis präferieren 16 Probanden (19%) den induktiven und 68 Probanden (81%) den deduktiven Ansatz. Die Differenz bzgl. des induktiven Ansatzes zwischen Probanden mit geringem und hohem fachdidaktischem Wissen zum Modelleinsatz beträgt damit 4 Prozentpunkte. Zur Testung des Zusammenhangs dieser beiden dichotomen Variablen wird ein $\chi^2$-4-Felder-Test (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 295ff) genutzt. Er zeigt, dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem fachdidaktischen Wissen der Lehrkräfte und der Wahl des Ansatzes des Modelllernens besteht ($\chi^2(1) = .452$, $p = .501$, $n = 161$, $\phi = -.053$).

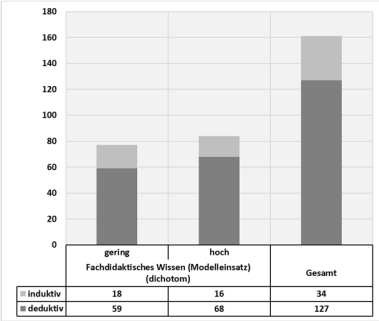



Abb. 50 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung des fachdidaktischen Wissens zum Modelleinsatz in absoluten Werten ($n = 161$)

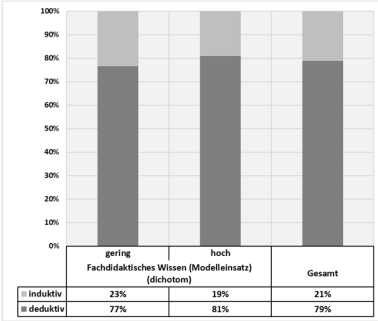



Abb. 51 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung des fachdidaktischen Wissens zum Modelleinsatz in relativen Werten ($n = 161$)

Da die ursprüngliche Variable ‚fachdidaktisches Wessen (Modelleinsatz)' metrisches Skalenniveau besaß, kann der Zusammenhang mit der echt-dichotomen Variable ‚Ansatz Modelllernen' zudem mittels der punktbiserialen Korrelation bestimmt werden (s. o.; BÜHNER, ZIEGLER 2012, S. 629; DÖRING, BORTZ 2016a, S. 681). Auch hier zeigt sich, dass das Modellverständnis nicht mit der Wahl des Ansatzes korreliert ($r_{pb} = -.033$, $p = .676$, $n = 161$).

Um zu überprüfen, ob das Modellverständnis der Lehrkraft eine Voraussage über die Wahl des Ansatzes des Modelllernens ermöglicht, wird dies obligatorisch mit Hilfe einer logistischen Regression (BACKHAUS et al. 2016) weiter untersucht. Diese zeigt erwartungsgemäß, dass das Modell ($\chi^2(1) = .178$, $p = .673$, $n = 161$) nicht

signifikant ist und damit aus dem fachdidaktischen Wissen über den Einsatz von Modellen im Unterricht nicht die Wahl des Ansatzes des Modelllernens vorausgesagt werden kann.

***Einfluss auf den Modelleinsatz im Rahmen des deduktiven Ansatzes***

*Gesamtskala*

Das fachdidaktische Wissen der befragten Geographielehrkräfte zum Einsatz von Modellen im Unterricht wird nachfolgend im Hinblick auf potentielle Zusammenhänge mit dem Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des deduktiven Ansatzes weiter untersucht. Da es sich bei der abhängigen wie unabhängigen Variable um aus vielen intervallskalierten Items bzw. Subskalen aggregierte Mittelwertvariablen handelt, wird hier das Korrelationsverfahren nach Pearson genutzt. Ergänzt wird es um den Korrelationskoeffizienten nach Spearman, der robuster gegenüber Ausreißern ist (s. o.), die bereits im Rahmen der Sichtung des Boxplots (Abb. 44) identifiziert worden sind.

Der Zusammenhang zwischen dem fachdidaktischen Wissen der Lehrkräfte und dem Umfang des Einsatzes von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe im Rahmen des deduktiven Ansatzes ist signifikant (Abb. 52; $r$ = .370, $p$ = <.001, $n$ = 127). Auch der Spearman-roh-Korrelationskoeffizient liegt in einem ähnlichen Bereich und zeigt einen signifikanten, positiven Zusammenhang ($r_s$ = .327, p < .001, $n$ = 127). Beide Werte liegen in einem moderaten Bereich (COHEN 1988).

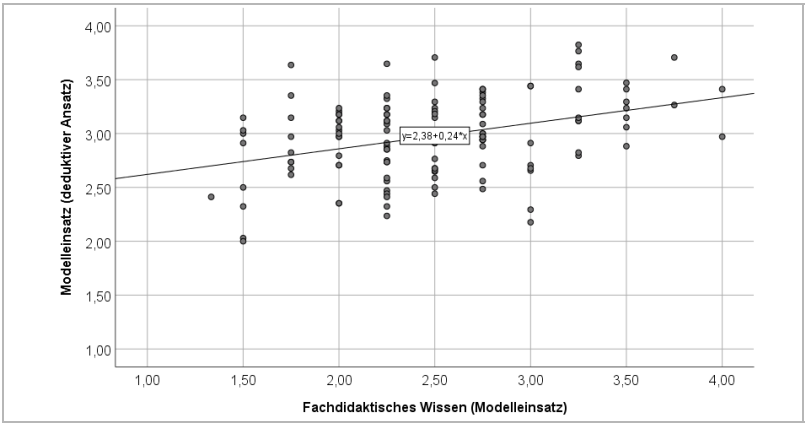



Abb. 52 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (deduktiver Ansatz) und dem fachdidaktischen Wissen zum Modelleinsatz der Lehrkräfte ($n$ = 128)

Um zu überprüfen, ob das fachdidaktische Wissen zum Einsatz von Modellen im Geographieunterricht eine Voraussage über den Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des deduktiven Ansatzes ermöglicht, wird der Zusammenhang ergänzend mit Hilfe einer einfachen linearen Regression (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 585ff) weiter untersucht. Diese zeigt erwartungsgemäß, dass das Modell ($F(1, 125) = 19.886$, $p < .001$, *korr.* $R^2 = .130$) signifikant ist und das modellbezogene fachdidaktische Wissen der Geographielehrerinnen und -lehrer einen Einfluss auf den Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des deduktiven Ansatzes hat. 13% der Varianz des Modelleinsatz im Rahmen des deduktiven Ansatzes kann durch das fachdidaktische Wissen der Geographielehrkräfte zum Einsatz von Modellen erklärt werden. Der Effekt ist gemäß COHEN (1988) als groß zu kennzeichnen ($f = .39$).

*Subskalen*

Auf der Ebene der neun Subskalen der abhängigen Variablen zeigt sich ein etwas differenzierteres Bild (Tab. 50). Die Variable ‚Orientierung' korreliert signifikant mit dem fachdidaktischen Wissen ($r = .189$, $p = .034$) auf einem eher niedrigen Niveau.

Tab. 50 | Zusammenhangsmaße für die aggregierten Subskalen im Rahmen des deduktiven Ansatzes sowie dem fachdidaktischen Wissen der Lehrkräfte zum Modelleinsatz ($n = 127$)

| | $r$ | $p_r$ | $r_s$ | $p_s$ |
|---|---|---|---|---|
| *Gesamt* | *.370**** | *< .001* | *.327**** | *< .001* |
| Orientierung | .189* | < .034 | .177* | .046 |
| Modelle beschreiben | .166 | .062 | .147 | .100 |
| Modelle erklären | .158 | .076 | .118 | .186 |
| Modelle beurteilen | .298** | .001 | .265** | .003 |
| Modelle ändern | .365*** | < .001 | .377*** | < .001 |
| Modelltransfer | .198 | .025 | .165 | .064 |
| Modellprognose | .292** | .001 | .247** | .005 |
| Modellreflexion (Medium) | .067 | .456 | .081 | .363 |
| Modellreflexion (Methode) | .327*** | < .001 | .344*** | < .001 |

*Anmerkungen*. $r$ = Pearson-Korrelation, $r_s$ = Spearman-Roh-Korrelation, $p_p$ = Signifikanzwert für Pearson-Korrelation, $p_s$ = Signifikanzwert für Spearman-roh-Korrelation; * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$; farbliche Hinterlegung: blau = Dimension ‚Modellauswertung', grün = Dimension ‚Modellbildung', orange = Dimension ‚Modellanwendung', violett = Dimension ‚Modellreflexion'

Die Variablen ‚Modelle beurteilen' (r = .298, *p* = .001), ‚Modelle ändern' (*r* = .365, *p* < .001), ‚Modellprognose' (*r* = .292, *p* = 001) sowie die Metreflexion im Hinblick auf den instrumentellen Charakter von Modellen (*r* = .327, *p* < .001) korrelieren allesamt auf einem mittleren Niveau. Damit zeigt sich, dass Geographielehrkräfte mit einem höheren fachdidaktischen Wissensniveau zum Einsatz von Modellen im Unterricht verstärkt anspruchsvollere Aktivitäten im Umgang mit Modellen im Unterricht initiieren. Dies betrifft v. a. die Dimensionen ‚Modellanwendung' und ‚Modellreflexion' aber auch die ‚Modellbeurteilung' und ‚Orientierung' in der Dimension ‚Modellauswertung'. Dabei steht somit verstärkt die Perspektive des Modells als Methode im Vordergrund und damit ein fachdidaktisch angemessenerer Modelleinsatz.

***Einfluss auf den Modelleinsatz im Rahmen des induktiven Ansatzes***

*Gesamtskala*

Das fachdidaktische Wissen der Geographielehrkräfte wird nachfolgend im Hinblick auf potentielle Zusammenhänge mit dem Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des induktiven Ansatzes differenziert mit den Korrelationsanalysen nach Pearson und Spearman analysiert.

Zwischen dem Niveau des fachdidaktischen Wissens der Lehrkräfte zum Einsatz von Modellen im Geographieunterricht und dem Umfang des Einsatzes von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe im Rahmen des induktiven Ansatzes, ist ein statistisch stark signifikanter, positiver Zusammenhang festzustellen (Abb. 53; *r* = .458, *p* = .007, *n* = 34).

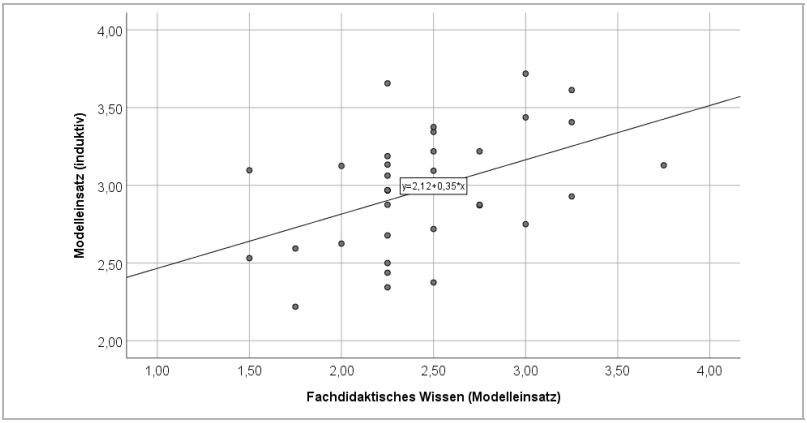



Abb. 53 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (induktiver Ansatz) und dem fachdidaktischen Wissen der Lehrkräfte zum Modelleinsatz (*n* = 34)

Auch der gegenüber Ausreißern weniger anfällige Korrelationskoeffizient der Rangkorrelation nach Spearman-Roh liegt in einem ähnlichen Bereich und zeigt einen signifikanten Zusammenhang ($r_s$ = .454, $p$ = .007, $n$ = 34). Der Effekt ist als stark zu kennzeichnen (COHEN 1988).
Um zu überprüfen, ob das fachdidaktische Wissen der Lehrkraft zum Modelleinsatz eine Voraussage über den Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des induktiven Ansatzes ermöglicht, wird der Zusammenhang ergänzend mit Hilfe einer einfachen linearen Regression weiter untersucht. Diese zeigt, wie erwartet, dass das Modell ($F$(1, 32) = 8.476, $p$ = .007, *korr.* $R^2$ = .185) signifikant ist und das modelleinsatzbezogene fachdidaktische Wissen der Geographielehrerinne und -lehrer einen deutlichen Einfluss auf den Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des induktiven Ansatzes hat. 18.5% der Varianz kann durch das fachdidaktische Wissen der Geographielehrkräfte zum Einsatz von Modellen erklärt werden. Der Effekt ist als groß zu kennzeichnen ($f$ = .48) und übertrifft den Effekt beim deduktiven Einsatz von Modellen.

*Subskalen*
Auf der Ebene der zehn Subskalen der abhängigen Variablen zum induktiven Modelleinsatz zeigt sich ein differenzierteres Bild (Tab. 51). Die Variable ‚Orientierung' ($r$ = .255, $p$ = .040) und die Variable ‚Modell erklären' ($r$ = .360, $p$ = .036) sowie ‚Modellreflexion (Methode)' ($r$ = .351, $p$ = 0.42) korrelieren signifikant auf einem mittleren Niveau mit dem Niveau des fachdidaktischen Wissens. Auf einem hohen Niveau korreliert hingegen die Variablen ‚Modell ändern' ($r$ = .542, $p$ = .001) mit der unabhängigen Variable. Wird der Spearman-Roh Korrelationskoeffizient aufgrund der zahlreichen Ausreißer (Abb. 49) herangezogen, zeigen zudem die Variablen ‚Modelle herstellen' ($r_s$ = 343, $p_s$ = .047) und ‚Modellprognose' ($r_s$ = .375, $p_s$ = .029) positive signifikante Zusammenhänge mit dem Einflussfaktor, und zwar auf einem mittleren Niveau. Damit zeigt sich auch beim induktiven Ansatz, dass bei einem höheren Niveau des fachdidaktischen Wissens zum Einsatz von geographischen Modellen Tätigkeiten im Rahmen der anspruchsvolleren und wichtigen Einsatzfacetten (Planung, Modelle ändern, Modellreflexion) umfänglicher im Unterricht stattfinden. Diese Einsatzfacetten stehen in Verbindung mit der methodischen Sichtweise auf Modelle und damit eines aus fachdidaktischer Sicht adäquateren Modelleinsatzes. Insbesondere die Metaperspektive auf Modelle und das Modellieren im Sinne des Modellierungszyklus werden dadurch begünstigt. Kritisch anzumerken ist, wie bereits bei der Analyse des Einflusses des Modellverständnisses (s. o.), dass die kleine Stichprobe zu Verzerrungen der Ergebnisse führen kann.

Tab. 51 | Zusammenhangsmaße für die aggregierten Subskalen im Rahmen des induktiven Ansatzes sowie dem fachdidaktischen Wissen der Lehrkräfte zum Modelleinsatz ($n$ = 34)

| | $r$ | $p_r$ | $r_s$ | $p_s$ |
|---|---|---|---|---|
| *Gesamt* | *.458*** | *.007* | *.454*** | *.007* |
| Planung | .355* | .040 | .293 | .093 |
| Datenanalyse | .140 | .430 | .186 | .292 |
| Modell herstellen | .295 | .090 | .343* | .047 |
| Modell erklären | .360* | .036 | .386* | .024 |
| Modell testen | .208 | .238 | .181 | .307 |
| Modell ändern | .542** | .001 | .538** | .001 |
| Modelltransfer | .193 | .275 | .227 | .197 |
| Modellprognose | .304 | .080 | .375* | .029 |
| Modellreflexion (Medium) | .050 | .779 | .114 | .522 |
| Modellreflexion (Methode) | .351* | .042 | .401* | .019 |

*Anmerkungen*. $r$ = Pearson-Korrelation, $r_s$ = Spearman-Roh-Korrelation, $p_p$ = Signifikanzwert für Pearson-Korrelation, $p_s$ = Signifikanzwert für Spearman-roh-Korrelation; * $p$ <.05, ** $p$ <.01, *** $p$ <.001; farbliche Hinterlegung: grün = Dimension ‚Modellbildung', orange = Dimension ‚Modellanwendung', violett = Dimension ‚Modellreflexion'

### 6.3.3 Der Einfluss von Zielorientierungen der Lehrkräfte auf den Modelleinsatz

***Übersicht***

Überzeugungen (*Beliefs; Belief Systems*) haben eine regulative Funktion für Repräsentation von Inhalten und die Strukturierung von Lerngelegenheiten (BAUMERT, KUNTER 2011a, S. 41; REUSSER et al. 2014). Zunächst wird der Einfluss von modellbezogenen Zielorientierungen der Geographielehrkräfte auf den unterrichtlichen Modelleinsatz untersucht. Im nächsten Kapitel wird der Einfluss von lerntheoretischen Überzeugungen untersucht. Die zielbezogenen Überzeugungen der Geographielehrkräfte zum Einsatz von Modellen wurden anhand dreier Subskalen (Inhaltsorientierung, Methodenorientierung, Beurteilungsorientierung) erfasst, die sich aus den Befunden von HENZE et al. (2007) ergaben. Die drei Subskalen bzw. die zugehörigen Items wurden mit einer fünfstufigen, likert-ähnlichen Skala (1 = nicht wichtig; 2 = (eher unwichtig); 3 = (indifferent); 4 = (wichtig); 5 = besonders wichtig; nur Extrema benannt) als subjektiv-proximaler Indikator erfasst. Alle Subskalen umfassen drei Items. 158 bzw. 159 (Subskala: Inhaltsorientierung) Lehrkräfte beantworteten die entsprechenden Items.

Der empirische Mittelwert der Skala ‚Inhaltsorientierung' liegt bei *M* = 4.21 (*SD* = .50) und liegt damit deutlich über dem theoretischen Skalenmittelwert von 3.00 und ist somit als sehr positiv zu kennzeichnen. Lediglich drei Fälle liegen unter dem theoretischen Skalenmittel. 156 Fälle haben dementsprechend einen Wert von größer 3.0. Der folgende Boxplot vermittelt einen Eindruck über die Verteilung der Daten. Drei Ausreißer können anhand des Boxplots identifiziert werden. Die Daten zur Inhaltsorientierung waren gemäß dem Shapiro-Wilk-Test nicht normalverteilt (*p* <.001). Der Median beträgt *Mdn* = 4.33.

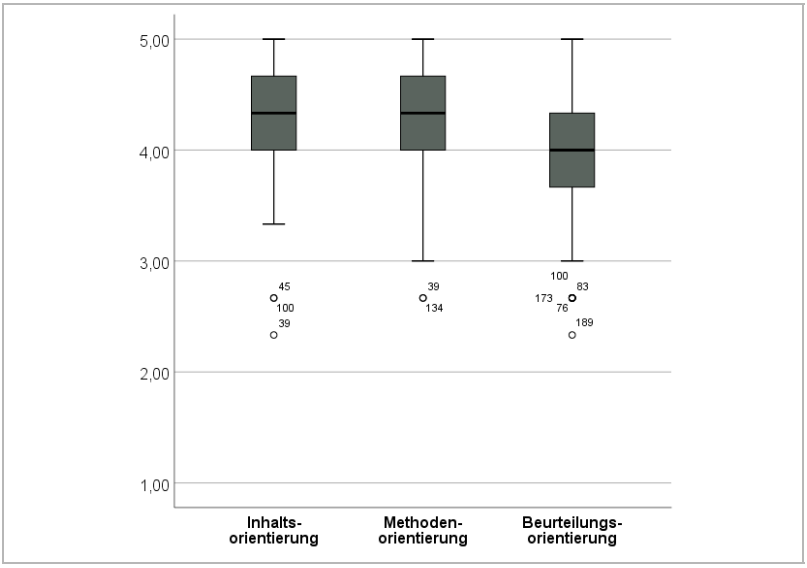



Abb. 54 | Boxplot der unabhängigen Variablen zu Zielorientierungen: Inhaltsorientierung, Methodenorientierung, Beurteilungsorientierung (*n* = 158)

Der empirische Mittelwert der Skala ‚Methodenorientierung' liegt bei *M* = 4.29 (*SD* = .41) und damit ebenfalls deutlich über dem theoretischen Skalenmittelwert und ist somit als sehr positiv zu kennzeichnen. Der Mittelwert liegt sogar leicht über dem empirischen Mittewert der Skala ‚Inhaltsorientierung'. Die Mittelwerte von lediglich zwei Fällen liegen unter dem theoretischen Skalenmittel. Demzufolge sind die Mittelwerte der anderen 156 Fälle größer bzw. gleich 3.0. Die Analyse des Boxplots zeigt zwei Ausreißer. Die Daten sind gemäß dem Shapiro-Wilk-Test nicht normalverteilt (*p* < .001). Der Median beträgt *Mdn* = 4.33.
Der empirische Mittelwert der Skala ‚Beurteilungsorientierung' liegt bei *M* = 3.95 (*SD* = 0.62) und liegt damit ebenfalls deutlich über dem theoretischen

Skalenmittelwert und ist somit als sehr positiv zu kennzeichnen. Der Mittelwert liegt jedoch leicht unter den Werten für die beiden anderen Subskalen ‚Inhaltsorientierung' und ‚Methodenorientierung'. Die Mittelwerte von sieben Fällen liegen unter dem theoretischen Skalenmittel. Demzufolge sind die Mittelwerte der anderen 152 Fälle größer bzw. gleich 3.0. Bei der Sichtung des Boxplots (Abb. 67) sind fünf Ausreißer nach unten festzustellen. Der Median beträgt *Mdn* = 4.00.
Die Daten sind gemäß dem Shapiro-Wilk-Test ebenfalls nicht normalverteilt ($p < .001$). Die Pearson-Korrelation und der entsprechende Signifikanztest sind zwar recht robust gegenüber der verletzten Normalverteilungsvoraussetzung, dennoch wird hier wie auch bei den noch folgenden Analysen, bei denen die Normalverteilungsvoraussetzung nicht erfüllt sind, ergänzend der Spearman-roh Korrelationskoeffizient, der diese Voraussetzung nicht aufweist, genutzt (BÜHNER, ZIEGLER 2012; SEDLMEIER, RENKEWITZ 2013).

***Einfluss auf die Wahl des Ansatzes des Modelllernens (deduktiv – induktiv)***
*Inhaltsorientierung* | Um den Einfluss der Variable ‚Inhaltsorientierung' auf den Ansatz des Modelllernens (deduktiv/induktiv) näher zu betrachten, wurde aufgrund des unterschiedlichen Skalenniveaus der beiden Variablen (AV = echt-dichotom, UV = metrisch), die unabhängige Variable dichotomisiert (Trennwert: 4.0). Dabei ist – wie ebenfalls bei den beiden anderen Zielorientierungen – zu beachten, dass die Werte bei fast allen befragten Geographielehrkräften über dem theoretischen Skalenmittelwert von 3.00 liegt und sie daher durchweg stark ausgeprägt ist bzw. im hohen Bereich liegt (s. o.). Daher wurde nicht der theoretische Skalenmittelwert (3.00) zur Trennung der Fälle gewählt, der es erlauben würde zwischen niedriger und hoher Ausprägung der inhaltsbezogenen Zielorientierung zu unterscheiden, sondern ein Trennwert von 4.00. Zudem wurden die drei Fälle mit einem Mittelwert von weniger als 3.0 exkludiert. Hierdurch kann zwischen Fällen mit einer hohen und sehr hohen Ausprägung der inhaltsorientierten Zielorientierung unterschieden werden, wodurch die Ergebnisse besser darstellbar und auswertbar sind.
Betrachtet man zunächst, inwiefern Geographielehrkräfte mit einer hohen, auf die Modellinhalte abzielenden Inhaltsorientierung sich von denen, mit einer sehr hohen Inhaltsorientierung bzgl. der Wahl des Ansatzes des Modelllernens auf deskriptiver Ebene unterscheiden, zeigt sich nur ein sehr geringer Unterschied zwischen den beiden Gruppen (Abb. 55, Abb. 56). Dabei ist festzustellen, dass bei den Geographielehrkräften mit einer hoch ausgeprägten inhaltsorientierten Überzeugung drei Probanden (10%) den induktiven Ansatz und 27 Probanden (90%) den deduktiven Ansatz präferieren. Von den Lehrkräften mit einer sehr hohen inhaltsbezogen Zielorientierung bevorzugen 33 Probanden (24%) den induktiven und 123 Probanden (76%) den deduktiven Ansatz. Die Differenz bzgl. des induktiven Ansatzes zwischen Probanden mit hohen und einer sehr hohen inhaltsbezogen Zielorientierung beträgt 14 Prozentpunkt. Zur obligatorischen Testung des

Zusammenhangs dieser beiden dichotomen Variablen zeigt der $\chi^2$-4-Felder-Test unter Verwendung des exakten Tests nach Fischer aufgrund der schwachen Felderbesetzung (drei Fälle im Feld hohe Inhaltsorientierung/induktiver Ansatz; BÜHNER, ZIEGLER 2012, 295ff) keinen signifikanten Zusammenhang ($\chi^2(1) = 2.770$, $p = .135$, $n = 156$, $\phi = .133$).
Da die ursprüngliche Variable ‚Inhaltsorientierung' metrisches Skalenniveau besaß, wird der Zusammenhang mit der echt-dichotomen Variable ‚Ansatz Modelllernen' auch hier mittels der punktbiserialen Korrelation bestimmt (s. o.). Erwartungsgemäß zeigt sich, dass eine inhaltsorientierte Zielüberzeugung nicht mit der Wahl des Ansatzes des Modelllernens korreliert ($r_{pb} = .071$, $p = .374$, $n = 159$).

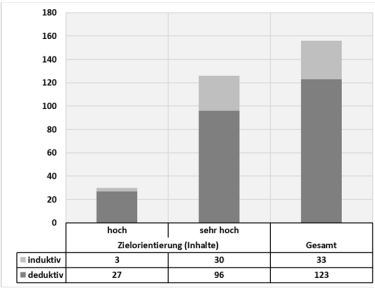



Abb. 55 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung der inhaltsbezogenen Zielorientierung in absoluten Werten ($n = 156$)

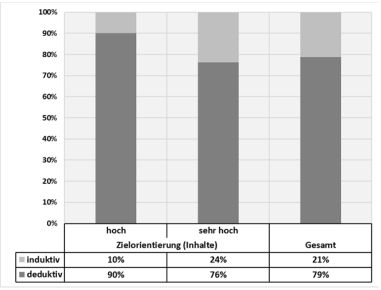



Abb. 56 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung der der inhaltsbezogenen Zielorientierung in relativen Werten ($n = 156$)

Um zu überprüfen, ob die Ausprägung der inhaltsbezogenen Zielorientierung einer Lehrkraft, eine Voraussage über die Wahl des Ansatzes des Modelllernens ermöglicht, wird obligatorisch eine einfache logistische Regression (BACKHAUS et al. 2016) genutzt. Diese zeigt erwartungsgemäß, dass das Modell ($\chi^2(1) = .817$, $p = .366$, $n = 159$) nicht signifikant ist und damit aus der Ausprägung der Inhaltsorientierung nicht die Wahl des Ansatzes des Modelllernens vorausgesagt werden kann.

*Methodenorientierung* | Bei der methodischen Zielorientierung ist ebenfalls zu beachten, dass die Werte bei so gut wie allen befragten Geographielehrkräften über dem theoretischen Skalenmittelwert von 3.00 liegen und sie damit durchweg stark ausgeprägt sind bzw. im hohen Bereich liegen (s. o.). Daher erfolgt analog zur Analyse der inhaltsbezogenen Zielorientierung die Dichotomisierung dieser unabhängigen Variable nicht anhand des theoretischen Skalenmittelwerts, sondern bei einem Wert von 4.00 (s. o.). Zudem werden zwei Fälle mit einem Mittelwert von $M < 3.0$ exkludiert. Hierdurch ist eine Unterscheidung zwischen einer hohen und einer sehr hohen Ausprägung möglich.

Betrachtet man zunächst, inwiefern Geographielehrkräfte mit einer hohen sich von denen, mit einer sehr hohen methodischen Orientierung beim Einsatz von Modellen bzgl. der Wahl des Ansatzes des Modelllernens auf deskriptiver Ebene unterscheiden, ist zu erkennen, dass der prozentuale Anteil derjenigen, die Modelle induktiv entwickeln lassen um ca. 19 Prozentpunkt gestiegen ist (Abb. 57). Von den Geographielehrkräften mit einer stark ausgeprägten methodischen Zielorientierung beim Einsatz von Modellen nutzt nur eine Lehrkraft den induktiven Ansatz (4,8%) und 20 Probanden (95,2 %) den deduktiven Ansatz. Bei den Lehrkräften mit einer sehr hoch ausgeprägten methodischen Orientierung wählen 31 Probanden (23 %) den induktiven und 104 Probanden (77 %) den deduktiven Ansatz. Zur obligatorischen Testung eines potentiellen Zusammenhangs dieser beiden dichotomen Variablen zeigt der $\chi^2$-4-Felder-Test unter Verwendung des exakten Tests nach Fischer aufgrund der schwachen Felderbesetzung (nur ein Fall im Feld hohe Inhaltsorientierung/induktiver Ansatz; BÜHNER, ZIEGLER 2012, S. 295) jedoch keinen signifikanten Zusammenhang, aber einen kleinen Effekt ($\chi^2(1) = 3.692$, $p = .078$, $n = 156$, $\phi = .154$).

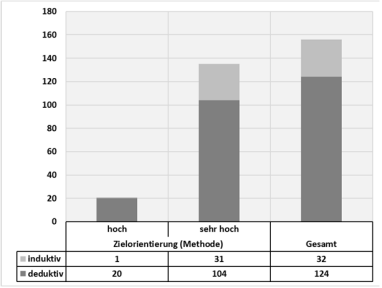



Abb. 57 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung der methodischen Zielorientierung in absoluten Werten ($n = 156$)

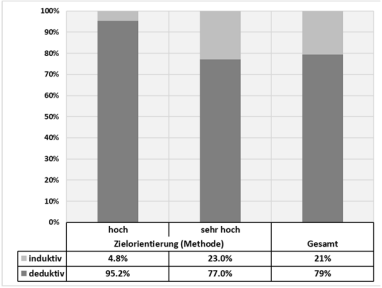



Abb. 58 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung der methodischen Zielorientierung in relativen Werten ($n = 156$)

Da die ursprüngliche Variable ‚Methodenorientierung' metrisches Skalenniveau besaß, wird der Zusammenhang mit der echt-dichotomen Variable ‚Ansatz Modelllernen' zudem mittels der punktbiserialen Korrelation untersucht (s. o.). Auch hier zeigt sich, dass die methodische Zielorientierung nicht signifikant mit der Wahl des Ansatzes korreliert ($r_{pb} = -.042$, $p = .604$, $n = 158$).
Die logistische Regressionsanalyse ist erwartungsgemäß nicht signifikant ($\chi^2(1) = .272$, $p = .602$, $n = 158$). Damit kann aus der Ausprägung der methodischen Zielorientierung nicht die Wahl des Ansatzes des Modelllernens vorausgesagt werden.

*Beurteilungsorientierung* | Bei der Beurteilungsorientierung ist, wie bei den beiden vorherigen Orientierungen auch, zu beachten, dass die Werte bei so gut wie allen befragten Geographielehrkräften über dem theoretischen Skalenmittelwert von 3.00 liegen und sie damit durchweg stark ausgeprägt bzw. im hohen Bereich liegen (s. o.). Somit erfolgt analog zur Analyse der methodischen und inhaltsbezogenen Zielorientierung die Dichotomisierung dieser unabhängigen Variable nicht anhand des theoretischen Skalenmittelwerts, sondern bei einem Wert von 4.00 und einer Exklusion von Fällen mit $M < 3.0$ (sieben Fälle), wodurch eine Unterscheidung zwischen einer hohen und einer sehr hohen Ausprägung der Beurteilungsorientierung im Hinblick auf die Arbeit mit Modellen im Unterricht möglich ist.

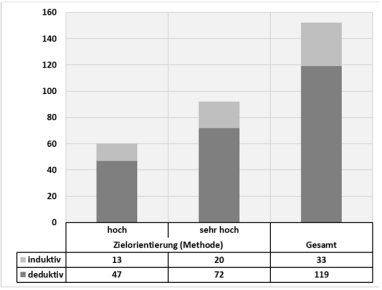



Abb. 59 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung der beurteilungsbezogenen Zielorientierung in absoluten Werten ($n$ = 152)

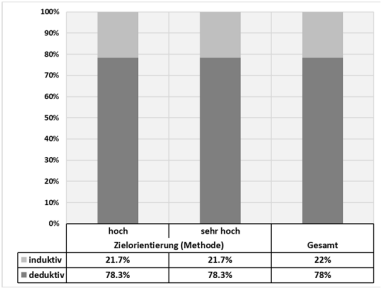



Abb. 60 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung der beurteilungsbezogenen Zielorientierung in relativen Werten ($n$ = 152)

Betrachtet man zunächst, inwiefern Geographielehrkräfte mit einer hohen sich von denen, mit einer sehr hohen modellbezogenen Beurteilungsorientierung bzgl. der Wahl des Ansatzes des Modelllernens auf deskriptiver Ebene unterscheiden, ist zu erkennen, dass der prozentuale Anteil derjenigen, die das Modell induktiv entwickeln lassen identisch ist (21.7 %; Abb. 60). Von den Geographielehrkräften mit einer stark ausgeprägten modellbezogenen Beurteilungsorientierung nutzen 13 Lehrkräfte den induktiven Ansatz (21.7 %) und 47 Lehrkräfte (78.3 %) den deduktiven Ansatz. Bei den Lehrkräften mit einer sehr hoch ausgeprägten modellbezogenen Beurteilungsorientierung wählen 20 Probanden (21.7 %) den induktiven und 72 Probanden (78.3 %) den deduktiven Ansatz. Zur obligatorischen Testung eines potentiellen Zusammenhangs dieser beiden dichotomen Variablen zeigt der $\chi^2$-4-Felder-Test keinen signifikanten Zusammenhang ($\chi^2(1) < .001$, $p = .992$, $n = 152$, $\phi = .001$). Auch die punktbiseriale Korrelation (s. o.) zeigt erwartungsgemäß keine signifikante Korrelation ($r_{pb} = .070$, $p = .382$, $n = 159$). Entsprechend fällt das Ergebnis der logistischen Regressionsanalyse aus ($\chi^2(1) = .783$, $p = .376$,

*n* = 159). Damit kann aus der Ausprägung der Beurteilungsorientierung nicht die Wahl des Ansatzes des Modelllernens vorausgesagt werden.

***Einfluss auf den Modelleinsatz im Rahmen des deduktiven Ansatzes***

*Gesamtskala*
Die Zielorientierungen beim unterrichtlichen Modelleinsatz (Inhaltsorientierung, Methodenorientierung, Beurteilungsorientierung) der Geographielehrkräfte werden nachfolgend im Hinblick auf einen potentiellen Zusammenhang mit dem Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des deduktiven Ansatzes differenziert untersucht. Auch hier wird das Korrelationsverfahren nach Pearson genutzt, ergänzt um das Korrelationsverfahren nach Spearman, das robuster gegenüber den identifizierten Ausreißern und der Normalverteilungsvoraussetzung ist (s. o.).

*Inhaltsorientierung* | Zuerst wird der potentielle Einfluss der auf die Modellinhalte bezogene Zielorientierung (Variable ‚Inhaltsorientierung') im Hinblick auf den Umfang des Einsatzes von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe im Rahmen des deduktiven Ansatzes untersucht.

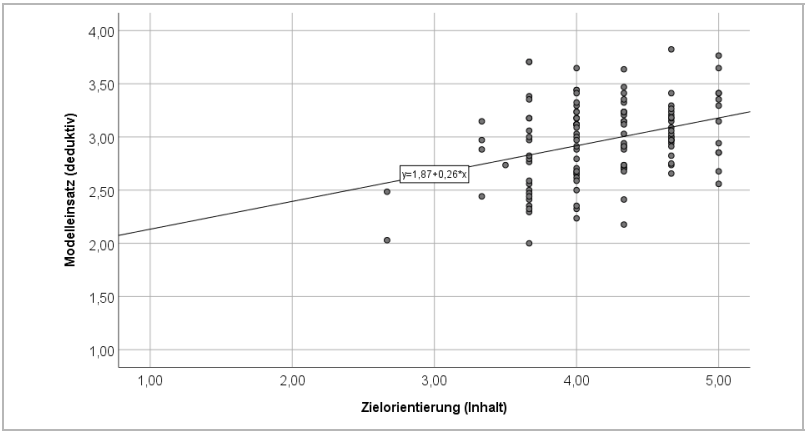



Abb. 61 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (deduktiver Ansatz) und der inhaltsbezogenen Zielorientierung der Lehrkräfte (*n* = 125)

Das Verfahren nach Pearson zeigt einen hoch signifikanten Zusammenhang mit einer mittleren Effektgröße auf (Abb. 61; $r$ = -.340, $p$ < .001, $n$ = 125). Der Spearman-Roh-Koeffizient fällt indes etwas geringer aus ($r_s$ = .287, $p$ = .001, $n$ = 125). Somit werden theoretische Raummodelle im Geographieunterricht mit

zunehmender Ausprägung der inhaltsbezogenen Zielorientierung im Rahmen des deduktiven Ansatzes elaborierter eingesetzt.
Um zu überprüfen, ob die inhaltsbezogene Zielorientierung eine Voraussage über den Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des deduktiven Ansatzes ermöglicht, wird auch hier eine einfache lineare Regressionsanalyse genutzt. Diese zeigt erwartungsgemäß, dass das Modell ($F(1, 123) = 16.097$, $p < .001$, $R^2 = .116$, *korr.* $R^2 = .109$) signifikant ist. Durch den Prädiktor Inhaltsorientierung kann 10.9% der Varianz in der abhängigen Variable aufgeklärt werden und damit eine Vorhersage über den Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des deduktiven Ansatzes getroffen werden. Der die berechnete Effektstärke liegt gemäß COHEN (1988) im mittleren bis starken Bereich ($f = .35$).

*Methodenorientierung* | Bei der Untersuchung des potentiellen Einflusses der methodenbezogenen Zielorientierung beim Modelleinsatz der Geographielehrkräfte (Variable ‚Methodenorientierung') auf den Umfang des Einsatzes von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe im Rahmen des deduktiven Ansatzes ist ebenfalls ein hoch signifikanter Zusammenhang festzustellen (Abb. 62; $r = .326$, $p < .001$, $n = 125$).

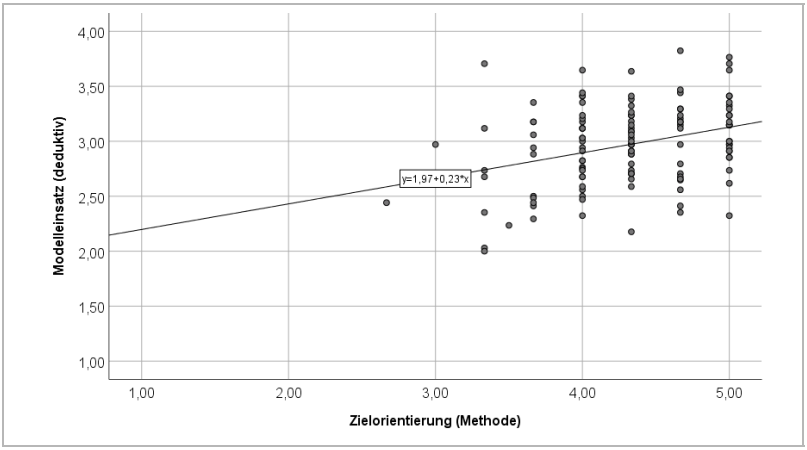



Abb. 62 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (deduktiver Ansatz) und der methodischen Zielorientierung der Lehrkräfte ($n = 125$)

Die Korrelationsanalyse nach Spearman bestätigt dies ($r_s = .286$, $p = .001$, $n = 125$). Die Effekte liegen im mittleren Bereich, wobei der Spearman-Roh-Koeffizient jedoch etwas geringer ausfällt.

Die entsprechende lineare Regressionsanalyse zeigt ebenfalls einen signifikanten Zusammenhang ($F(1, 123) = 14.658$, $p < .001$, $R^2 = .106$, *korr.* $R^2 = .099$). Durch den Prädiktor Methodenorientierung kann 9.9% der Varianz in der abhängigen Variable aufgeklärt werden und damit eine Vorhersage über den Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des deduktiven Ansatzes getroffen werden. Die berechnete Effektstärke liegt gemäß COHEN (1988) im mittleren bis starken Bereich ($f = .33$).

*Beurteilungsorientierung* | Bei der Untersuchung des potentiellen Einflusses der beurteilungsbezogenen Zielorientierung der Geographielehrkräfte bezogen auf die Arbeit mit Modellen im Unterricht (Variable ‚Beurteilungsorientierung') auf den Umfang des Einsatzes von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe im Rahmen des deduktiven Ansatzes ist ebenfalls ein hoch signifikanter Zusammenhang festzustellen (Abb. 63; $r = .426$, $p < .001$, $n = 125$). Die Korrelationsanalyse nach Spearman bestätigt dies ($r_s = .412$, $p < .001$, $n = 125$). Die Effekte liegen im mittleren bis hohen Bereich.

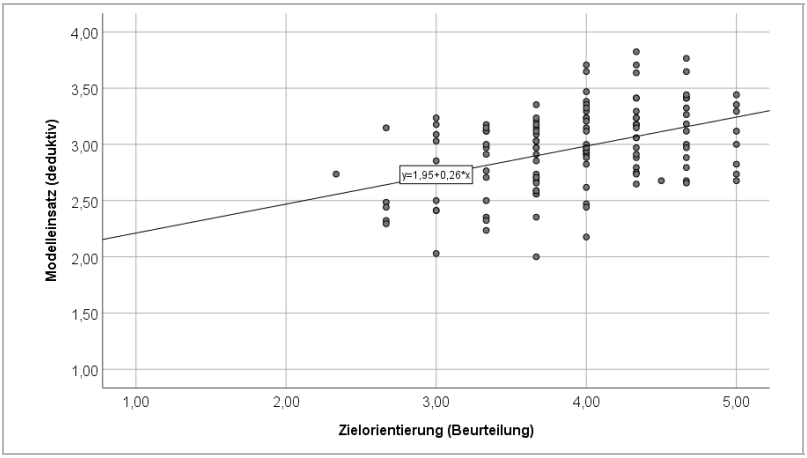



Abb. 63 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (deduktiver Ansatz) und der beurteilungsbezogenen Zielorientierung der Lehrkräfte ($n = 125$)

Die lineare Regressionsanalyse zeigt ebenfalls einen hoch signifikanten Zusammenhang ($F(1, 123) = 27.339$, $p < .001$, $R^2 = .182$, *korr.* $R^2 = .175$). Durch den Prädiktor Beurteilungsorientierung kann 17.5% der Varianz in der abhängigen Variable aufgeklärt werden und damit eine deutliche Vorhersage über den Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des deduktiven Ansatzes getroffen werden. Die

berechnete Effektstärke hat gemäß COHEN (1988) einen starken Effekt ($f$ = .46) und liegt damit deutlich über den anderen beiden Zielorientierungen.

Die Zielorientierungen vergleichend zeigt sich, dass der Prädiktor ‚Beurteilungsorientierung' mit etwas Abstand am meisten Varianz aufklären kann. Danach folgt die Inhaltsorientierung (10.9%; $f$ = .35) und die methodische Orientierung (9.9%; $f$ = .33).

*Subskalen*
*Inhaltsorientierung* | Auf der Ebene der neun Subskalen der abhängigen Variablen zeigen sich bzgl. möglicher Zusammenhänge mit der unabhängigen Variable ‚Inhaltsorientierung' mehrere signifikante bis hoch signifikant Zusammenhänge (Tab. 52). Lediglich die Skalen ‚Modelle erklären' und ‚Orientierung' korrelieren nicht signifikant mit der modellbezogenen Inhaltsorientierung. Am stärksten korrelieren die Einsatzfacetten ‚Modelltransfer' ($r$ = .312) und ‚Modellreflexion (Methode)' ($r$ = .325) mit der Inhaltsorientierung. Beide Korrelationskoeffizienten zeigen einen mittleren Effekt an. Die Korrelation nach Spearman-roh fällt jedoch etwas niedriger aus. Die anderen Subskalen korrelieren etwa auf der Ebene von $r$ = .20 und weisen schwache bis mittlere Effekte auf.

*Methodenorientierung* | Beim Zusammenhang mit der Methodenorientierung zeigt sich ein ähnliches Ergebnis (Tab. 52). Die erwähnten Skalen ‚Orientierung' und ‚Modelle erklären' korrelieren genauso wie die Subskalen ‚Modelle ändern' und ‚Modellreflexion (Medium)' nicht signifikant mit der Methodenorientierung. Größer im Vergleich zur Inhaltsorientierung sind indes die Effekte beim Transfer von Modellen ($r$ = .347) und bei der ‚Modellprognose' ($r$ = 255). Dies betrifft die Dimension ‚Modellnutzung' und damit erwartungsgemäß die Perspektive *Modell als Methode*. Die Metareflexion über Modelle korreliert indes weniger stark mit der Methodenorientierung (methodische Perspektive, $r$ = 213; mediale Perspektive = *n.s.*).

*Beurteilungsorientierung* | Die Beurteilungsorientierung korreliert im Gegensatz zur Inhalts- und Methodenorientierung signifikant mit der Einsatzfacette ‚Orientierung' ($r$ = .259) und ‚Modelle erklären' ($r$ = .241), jedoch schwächer und nicht signifikant mit der Einsatzfacette ‚Modelle beschreiben' (*n.s.*; $r$ = .168). Der Zusammenhang mit der Einsatzfacette ‚Modelle beurteilen' ist auf einem mittleren Niveau ($r$ = .369) und damit stärker als bei den beiden anderen Zielorientierungen ausgeprägt. Die Einsatzfacetten, die auf einen Umgang mit Modelle aus methodischer Perspektive abzielen (Dimensionen ‚Modellanwendung', ‚Modellbildung') korrelieren alle auf einem niedrigen bis mittlerem Niveau (COHEN 1988), wobei die Korrelation bei den Einsatzfacetten ‚Modelle ändern' ($r$ = .274) und Modellprognose ($r$ = .297) stärker als bei den anderen Zielorientierungen ausgeprägt ist und der ‚Modelltransfer' etwas schwächer ($r$ = .196). In der Dimension

‚Modellreflexion' zeigt sich ein stärker kontrastiertes Bild. Die Beurteilungsorientierung korreliert nur schwach und nicht signifikant (Pearson-Korrelation) mit der Reflexion über Modelle in Bezug auf ihren medialen Charakter dafür jedoch hoch mit der Reflexion über Modelle in Bezug zu ihrem instrumentellen Charakter ($r$ = .443). Grundsätzlich zeigt sich aber, dass die modellbezogene Beurteilungsorientierung im Vergleich zu den beiden anderen Zielorientierungen am stärksten mit den Beurteilungs- und Reflexionsskalen korreliert und – wenn man die Skalen ‚Orientierung' und ‚Modelle ändern' hinzuzieht auch mit den anspruchsvolleren Einsatzfacetten, die es besonders gut erlauben, ein Metawissen über Modelle aufzubauen.

Tab. 52 | Zusammenhangsmaße für die aggregierten Subskalen im Rahmen des deduktiven Ansatzes mit den zielbezogenen Überzeugungen ‚Inhaltsorientierung', ‚Methodenorientierung' und ‚Beurteilungsorientierung' der Lehrkräfte ($n$ = 125)

| | *Inhaltsorientierung* | | | | *Methodenorientierung* | | | | *Beurteilungsorientierung* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $r$ | $p_r$ | $r_s$ | $p_s$ | $r$ | $p_r$ | $r_s$ | $p_s$ | $r$ | $p_r$ | $r_s$ | $p_s$ |
| *Gesamt* | *.340**** | *<.001* | *.287*** | *.001* | *.326**** | *<.001* | *.286*** | *.001* | *.426**** | *<.001* | *.412**** | *<.001* |
| Orientierung | .037 | .680 | -.005 | .957 | .024 | .790 | .034 | .706 | .259** | .004 | .274** | .002 |
| Modelle beschreiben | .194* | .030 | .194* | .030 | *.197 | .028 | .179* | .046 | .168 | .061 | .179* | .046 |
| Modelle erklären | .093 | .300 | .096 | .289 | .175 | .050 | .142 | .113 | .241** | .007 | .242** | .007 |
| Modelle beurteilen | .212* | .018 | .218* | .015 | .243** | .006 | .235** | .008 | .369*** | <.001 | .364*** | <.001 |
| Modelle ändern | .242** | .007 | .215* | .016 | .171 | .057 | .137 | .127 | .274** | .002 | .285** | .001 |
| Modelltransfer | .312*** | <.001 | .291** | .001 | .374*** | <.001 | .351*** | <.001 | .196* | .029 | .201* | .025 |
| Modellprognose | .228* | .011 | .190* | .034 | .255** | .004 | .245** | .006 | .297** | .001 | .297** | .001 |
| Modellreflexion (Medium) | .189* | .034 | .191* | .033 | .112 | .212 | .163 | .069 | .161 | .072 | .191* | .033 |
| Modellreflexion (Methode) | .325*** | <.001 | .247** | .005 | *.213 | .017 | .195* | .029 | .443*** | <.001 | .488** | <.001 |

*Anmerkungen.* $r$ = Pearson-Korrelation, $r_s$ = Spearman-Roh-Korrelation, $p_p$ = Signifikanzwert für Pearson-Korrelation, $p_s$ = Signifikanzwert für Spearman-roh-Korrelation; * $p$ <.05, ** $p$ <.01, *** $p$ <.001; farbliche Hinterlegung: blau = Dimension ‚Modellauswertung', grün = Dimension ‚Modellbildung', orange = Dimension ‚Modellanwendung', violett = Dimension ‚Modellreflexion'

***Einfluss auf den Modelleinsatz im Rahmen des induktiven Ansatzes***

*Gesamtskala*

Die drei auf den Modelleinsatz bezogenen Zielorientierungen der Geographielehrkräfte werden nun im Hinblick auf potentielle Zusammenhänge mit dem Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des induktiven Ansatzes analysiert. Auch hier wird das Korrelationsverfahren nach Pearson genutzt, ergänzt um das Korrelationsverfahren nach Spearman. Dies ist aufgrund der kleinen Teilstichprobe und der damit einhergehenden höheren Anfälligkeit gegenüber Ausreißern sowie der verletzten Normalverteilungsvoraussetzung besonders wichtig. Auf diesen Sachverhalt sowie der grundsätzlichen Problematik von Korrelationsanalysen bei kleinen Stichproben wurde bereits weiter oben eingegangen (Kapitel 6.3.1).

*Inhaltsorientierung* | Bzgl. des potentiellen Einflusses der auf die Modellinhalte bezogenen Zielorientierung (Variable ‚Inhaltsorientierung') auf den Umfang des Einsatzes von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe im Rahmen des induktiven Ansatzes zeigt das Verfahren nach Pearson keinen signifikanten jedoch einen mittelstarken Zusammenhang. (Abb. 64; $r = .322$, $p < .063$, $n = 34$). Der Spearman-Roh-Koeffizient bestätigt dies ($r_s = .314$, $p = .070$, $n = 34$).

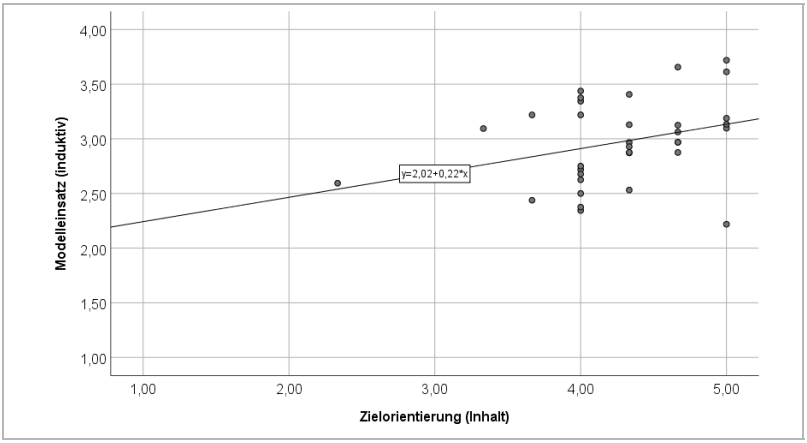



Abb. 64 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (induktiver Ansatz) und der inhaltsbezogenen Zielorientierung der Lehrkräfte ($n = 34$)

Die einfache lineare Regressionsanalyse zeigt erwartungsgemäß, dass das Modell ($F(1, 32) = 3.705$, $p = .063$, $R^2 = .104$, *korr.* $R^2 = .076$) nicht signifikant ist. Somit besteht kein Zusammenhang zwischen dem Umfang des Einsatzes von

theoretischen Raummodellen im Geographieunterricht im Rahmen des induktiven Ansatzes und der Ausprägung der inhaltsbezogenen Zielorientierung.

*Methodenorientierung* | Bei der Untersuchung des potentiellen Einflusses der methodenbezogenen Zielorientierung der Geographielehrkräfte bei der Arbeit mit Modellen im Unterricht auf den Umfang des Einsatzes von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe im Rahmen des induktiven Ansatzes ist ebenfalls ein positiver, kleiner bis mittlerer Zusammenhang festzustellen, der jedoch nicht signifikant ist (Abb. 65; $r$ = .259, $p$ < .146, $n$ = 33). Die Korrelationsanalyse nach Spearman bestätigt dies ($r_s$ = .212, $p$ = .236, $n$ = 33). Die entsprechende lineare Regressionsanalyse zeigt ebenfalls keinen signifikanten Zusammenhang ($F$(1, 32) = 2.226, $p$ = .146, $R^2$ = .067, *korr.* $R^2$ = .037). Durch den Prädiktor Methodenorientierung kann keine Vorhersage über den Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des deduktiven Ansatzes getroffen werden. Somit besteht kein Zusammenhang zwischen dem Umfang des Einsatzes von theoretischen Raummodellen im Geographieunterricht im Rahmen des induktiven Ansatzes und der Ausprägung der methodenbezogenen Zielorientierung.

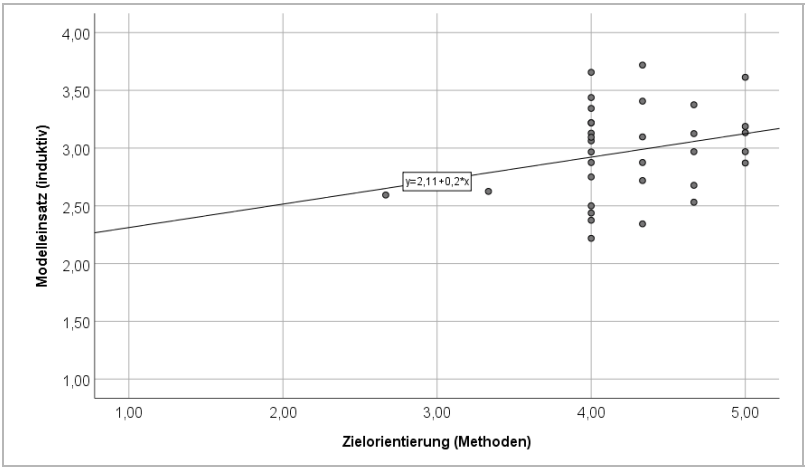



Abb. 65 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (induktiver Ansatz) und der methodischen Zielorientierung der Lehrkräfte ($n$ = 33)

*Beurteilungsorientierung* | Bzgl. des potentiellen Einflusses der beurteilungsbezogenen Zielorientierung (Variable ‚Beurteilungsorientierung') auf den Umfang des Einsatzes von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe im Rahmen des induktiven Ansatzes zeigt das Verfahren nach Pearson keinen signifikanten

Zusammenhang (Abb. 66; $r = .164$, $p < .354$, $n = 34$). Der Spearman-Roh-Koeffizient zeigt dies ebenfalls ($r_s = .169$, $p = .339$, $n = 34$). Die lineare Regressionsanalyse zeigt ebenfalls keinen signifikanten Zusammenhang ($F(1, 32) = .886$, $p = .354$, $R^2 = .027$, *korr.* $R^2 = -.003$). Durch den Prädiktor Beurteilungsorientierung kann daher keine Vorhersage über den Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des induktiven Ansatzes getroffen werden. Somit besteht auch hier kein Zusammenhang zwischen dem Umfang des Einsatzes von theoretischen Raummodellen im Geographieunterricht im Rahmen des induktiven Ansatzes und der Ausprägung der auf die Modellinhalte bezogenen Zielorientierung.
Damit zeigen sich bei keiner der drei Zielorientierungen signifikante Zusammenhänge mit dem Umfang des Modelleinsatzes, wenngleich positive Korrelationskoeffizienten kleiner Stärke identifiziert werden konnten. Die Problematik kleiner Stichproben bei Korrelationsanalytischen Verfahren wurde bereits diskutiert.

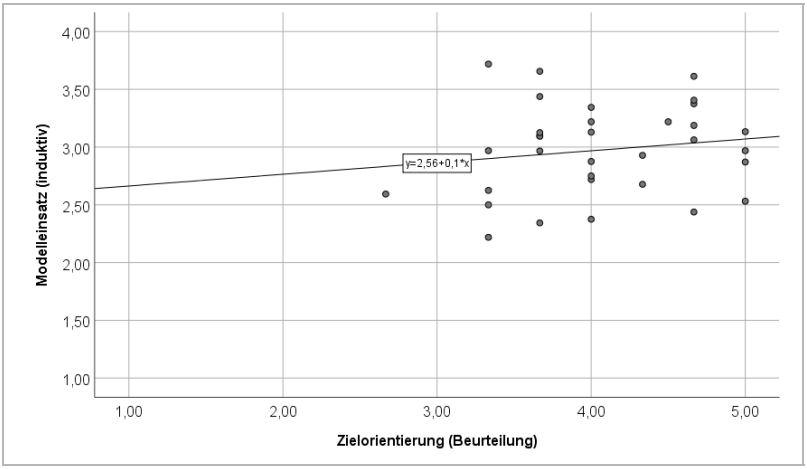



Abb. 66 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (induktiver Ansatz) und der beurteilungsbezogenen Zielorientierung der Lehrkräfte ($n = 33$)

*Subskalen*

*Inhaltsorientierung* | Auf der Ebene der neun Subskalen der abhängigen Variablen kann bzgl. möglicher Zusammenhänge mit der unabhängigen Variable ‚Inhaltsorientierung' nur ein signifikanter Zusammenhang bzgl. der Einsatzfacette ‚Modelltransfer' ($r = .355$) identifiziert werden (Tab. 53). Unter Verwendung der Spearman-roh Verfahrens, wird jedoch auch dieser Zusammenhang nicht signifikant. Es sind zwar mehrere Korrelationskoeffizienten auf niedrigem bis mittlerem Niveau, die über alle drei hier abgefragten Dimensionen des Modelleinsatzes

(Modellbildung, Modellanwendung, Modellreflexion) verteilt liegen, vorhanden. Diese sind jedoch nicht signifikant.

*Methodenorientierung* | Beim Zusammenhang mit der Methodenorientierung zeigt sich ein ähnliches Bild (Tab. 53). Die Einsatzfacette ‚eigenes Modell erklären' weist einen signifikanten Zusammenhang mit der Methodenorientierung auf ($p$ = 0.50) und korreliert auf einem mittleren Niveau ($r$ = .344), wird allerdings bei der Anwendung des Spearman-roh-Verfahrens nicht signifikant ($p_s$ = .210). Ähnlich verhält es sich bei der Einsatzfacette ‚Modellprognose'. Sie korreliert signifikant bei der Anwendung der Pearson-Produkt-Moment-Korrelation ($r$ = .429). Bei der Nutzung des Spearman-roh-Verfahrens weist sie jedoch keinen signifikanten Zusammenhang auf ($p_s$ = .086), jedoch einen Korrelationskoeffizienten mittlerer Stärke ($r_s$ = 303). Da bei kleinen Stichproben, wie dies hier der Fall ist, Ausreißer, die sich auch nach der Analyse des entsprechenden Streudiagramms und Boxplots (Abb. 54) zeigen, stärker ins Gewicht fallen und das Pearson-Verfahrens diesen gegenüber anfällig ist, sind die Korrelationskoeffizienten nach Pearson hier kritisch zu bewerten (s. o.).
Die Einsatzfacette ‚Modelltransfer' zeigt im Gegensatz dazu bei beiden Verfahren signifikante Zusammenhänge mit der Methodenorientierung auf. Die Effekte sind im mittleren bis starken Bereich ($r$ = .460, $r_s$ = .381). Somit lässt sich konstatieren, dass bei der Methodenorientierung v. a. Tätigkeiten im Rahmen der Dimension Modellanwendung in einem positiven Zusammenhang mit ihr stehen.

*Beurteilungsorientierung* | Die modelleinsatzbezogene Beurteilungsorientierung korreliert im Gegensatz zur Inhalts- und Methodenorientierung nur signifikant mit der Einsatzfacette ‚Modellreflexion (Methode)' wobei beide Korrelationskoeffizienten auf einem gleichen Niveau einen mittleren Effekt indizieren ($r$ = 377, $r_s$ = .382). Auch hier zeigen sich zwar positive wie negative Korrelationskoeffizienten mittlerer Stärke (Einsatzfacetten ‚Planung', Modellprognose', ‚Modellreflexion (Medium)') diese sind jedoch nicht signifikant. Damit steht die Beurteilungsorientierung v. a. in einem positiven Zusammenhang mit der Dimension ‚Modellreflexion'.

Tab. 53 | Zusammenhangsmaße für die aggregierten Subskalen im Rahmen des induktiven Ansatzes mit den zielbezogenen Überzeugungen ‚Inhaltsorientierung', ‚Methodenorientierung' und ‚Beurteilungsorientierung' der Lehrkräfte

| | *Inhaltsorientierung (n = 34)* | | | | *Methodenorientierung (n = 33)* | | | | *Beurteilungsorientierung (n = 34)* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *r* | $p_r$ | $r_s$ | $p_s$ | *r* | $p_r$ | $r_s$ | $p_s$ | *r* | $p_r$ | $r_s$ | $p_s$ |
| *Gesamt* | *.322* | *.063* | *.314* | *.070* | *.259* | *.146* | *.212* | *.236* | *.164* | *.354* | *.169* | *.339* |
| Planung | .020 | .909 | .076 | .669 | -.272 | .126 | -201 | .263 | -.291 | .095 | -.275 | .115 |
| Datenanalyse | .090 | .612 | .132 | .458 | -.143 | .428 | -.116 | .522 | -.084 | .638 | -.050 | .780 |
| Modell herstellen | .214 | .225 | .203 | .250 | .138 | .445 | .136 | .450 | .004 | .984 | .062 | .728 |
| eigenes Modell erklären | .276 | .113 | .159 | .368 | .344* | .050 | .224 | .210 | .327 | .059 | .257 | .142 |
| Modell testen | .199 | .259 | .338 | .051 | .237 | .183 | .317 | .057 | .130 | .464 | .147 | .406 |
| Modell ändern | .255 | .146 | .213 | .279 | .183 | .309 | .113 | .531 | .287 | .100 | .295 | .091 |
| Modelltransfer | .355* | .039 | .279 | .110 | .460** | .007 | .381* | .029 | .142 | .423 | .053 | .768 |
| Modellprognose | .285 | .102 | .246 | .160 | .429** | .013 | .303 | .086 | .317 | .068 | .256 | .144 |
| Modellreflexion (Medium) | .200 | .257 | .179 | .310 | .252 | .156 | .291 | .101 | .310 | .074 | .329 | .057 |
| Modellreflexion (Methode) | .292 | .093 | .334 | .053 | .340 | .053 | .371* | .033 | .377* | .028 | 382* | .026 |

*Anmerkungen.* *r* = Pearson-Korrelation, $r_s$ = Spearman-Roh-Korrelation, $p_p$ = Signifikanzwert für Pearson-Korrelation, $p_s$ = Signifikanzwert für Spearman-roh-Korrelation; * $p$ <.05, ** $p$ <.01, *** $p$ <.001; farbliche Hinterlegung: grün = Dimension ‚Modellbildung', orange = Dimension ‚Modellanwendung', violett = Dimension ‚Modellreflexion'

### 6.3.4 Der Einfluss lerntheoretischer Überzeugungen der Lehrkräfte auf den Modelleinsatz

***Übersicht***

Die Überzeugungen der Geographielehrkräfte über das Lernen geographischer Inhalte wurde anhand zweier Subskalen erfasst. Lehrkräfte betonen zum einen, dass den Schülerinnen und Schülern Wissen am besten direkt vermittelt werden müsse (Paradigma der Transmission/instruktionales Verständnis) oder, dass sie dieses verstärkt selber konstruieren müssen (Paradigma der Konstruktion/konstruktivistische Sicht) (KAUERTZ et al. 2011; STAUB, STERN 2002). Beide Skalen bzw. die zugehörigen Items wurden mit einer vierstufigen, likert-ähnlichen Skala (1 = trifft nicht zu, 2 = trifft eher nicht zu, 3 = trifft eher zu, 4 = trifft zu) als subjektiv-proximaler

Indikator erfasst. Die Subskala ‚Transmission' umfasst vier Items, die Subskala ‚Konstruktion' sechs Items. Die beiden Merkmale werden separat erfasst und nicht etwa als zwei entgegengesetzte Pole eines allgemeinen Kontinuums bzw. einer Variable. Dennoch zeigt sich, dass beide Variablen negativ miteinander korrelieren ($r$ = -.328, p < .001, $n$ = 159). Dies unterstreicht die Validität der Skalen. 159 Lehrkräfte beantworteten die entsprechenden Items. Der empirische Mittelwert der Skala ‚Transmission' liegt bei $M$ = 2.34 ($SD$ = 0.51) und damit deutlich unter dem theoretischen Skalenmittelwert von 2.50 und ist somit als negativ zu kennzeichnen. 74 Fälle liegen unter dem theoretischen Skalenmittel und 85 Fälle haben einen Wert von ≥ 2.5. Der folgende Boxplot vermittelt einen Eindruck über die Verteilung der Daten. Die Daten zur transmissiven Überzeugung waren gemäß dem Shapiro-Wilk-Test nicht normalverteilt ($p$ <.001). Der Median beträgt $Mdn$ = 2.50.

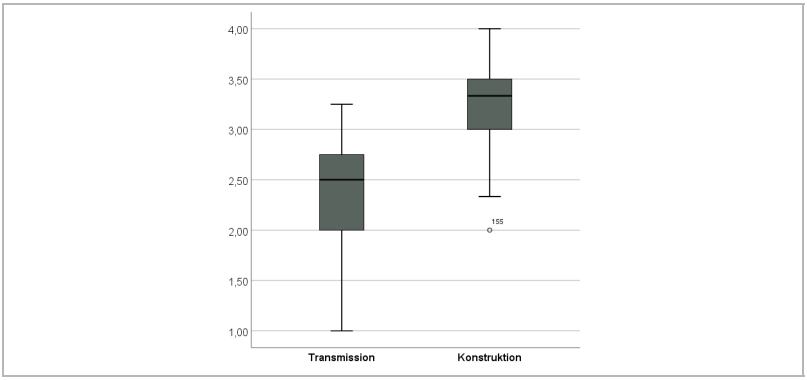



Abb. 67 | Boxplot der unabhängigen Variablen zu lerntheoretischen Überzeugungen: Transmission und Konstruktion ($n$ = 159)

Der empirische Mittelwert der Skala ‚Konstruktion' liegt bei $M$ = 3.29 ($SD$ = .38) und damit deutlich über dem theoretischen Skalenmittelwert von 2.50 und ist somit als positiv zu kennzeichnen. Die Mittelwerte von lediglich zwei Fällen liegen unter dem theoretischen Skalenmittel. Demzufolge sind die Mittelwerte der anderen 157 Fälle ≥ 2.50. Der Boxplot in Abb. 67 vermittelt einen Eindruck über die Verteilung der Daten. Ein Ausreißer ist festzustellen. Der Median beträgt $Mdn$ = 3.33. Die Daten sind gemäß dem Shapiro-Wilk-Test nicht normalverteilt ($p$ = .002). Entsprechende Implikationen wurden bereits dargelegt.

***Einfluss auf die Wahl des Ansatzes des Modelllernens (deduktiv - induktiv)***
Betrachtet man zunächst, inwiefern Geographielehrkräfte mit einer stark ausgeprägten transmissiven Überzeugung sich von denen, mit einer geringer ausgeprägten transmissiven Überzeugungen bzgl. der Wahl des Ansatzes des Modelllernens

auf deskriptiver Ebene unterscheiden, zeigt sich kaum ein Unterschied zwischen den zwei Gruppen (Abb. 68, Abb. 69). Hierfür wurde ebenfalls aufgrund des unterschiedlichen Skalenniveaus der beiden Variablen (AV = echt-dichotom, UV = metrisch), die unabhängige Variable dichotomisiert (Trennwert: 2.50), wodurch die Ergebnisse besser darstellbar und auswertbar sind. Dabei zeigt sich, dass bei den Geographielehrkräften mit einer eher gering ausgeprägten transmissiven Überzeugung 16 Probanden (22%) den induktiven Ansatz und 58 Probanden (78%) den deduktiven Ansatz präferieren. Bei den Lehrkräften mit einer eher stark ausgeprägter transmissiven Überzeugung präferieren 18 Probanden (21%) den induktiven und 67 Probanden (79%) den deduktiven Ansatz. Die Differenz bzgl. des induktiven Ansatzes zwischen Probanden mit einer eher gering ausgeprägten und einer eher hoch ausgeprägten transmissiven Überzeugung beträgt nur ein Prozentpunkt. Zur obligatorischen Testung des Zusammenhangs dieser beiden dichotomen Variablen zeigt der $\chi^2$-4-Felder-Test (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 295ff) keinen signifikanter Zusammenhang ($\chi^2(1) = .005$, $p = .946$, $n = 159$, $\phi = -.005$).

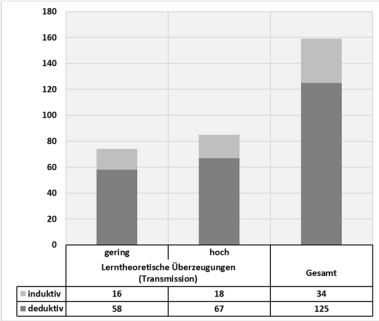



Abb. 68 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung der transmissiven lerntheoretischen Überzeugung in absoluten Werten ($n = 159$)

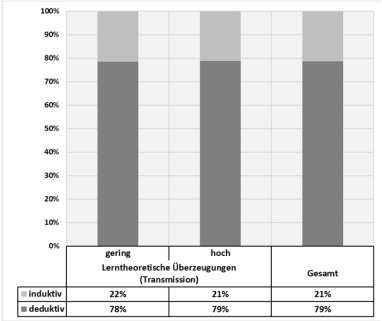



Abb. 69 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung d der transmissiven lerntheoretischen Überzeugung in relativen Werten ($n = 159$)

Da die ursprüngliche Variable ‚Transmission' metrisches Skalenniveau besaß, wird der Zusammenhang mit der echt-dichotomen Variable ‚Ansatz Modelllernen' zudem mittels der punktbiserialen Korrelation bestimmt. Auch hier zeigt sich, dass das Modellverständnis nicht mit der Wahl des Ansatzes korreliert ($r_{pb} = .016$, $p = .837$, $n = 159$).

Obligatorisch wird eine logistische Regressionsanalyse genutzt, um zu überprüfen, ob die Ausprägung der transmissionsorientierten Überzeugung einer Lehrkraft eine Voraussage über die Wahl des Ansatzes des Modelllernens ermöglicht. Diese zeigt erwartungsgemäß, dass das Modell ($\chi^2(1) = .043$, $p = .836$, $n = 159$) nicht signifikant ist und damit erwartungsgemäß aus der Ausprägung einer transmissiven

Überzeugung nicht die Wahl des Ansatzes des Modelllernens vorausgesagt werden kann.
Im Folgenden wird der Einfluss der zweiten lerntheoretischen Überzeugung, der Konstruktion, betrachtet. Dabei ist allerdings zu beachten, dass die konstruktionsorientierte Überzeugung bei so gut wie allen befragten Geographielehrkräften über dem theoretischen Skalenmittelwert von 2.50 und damit durchweg stark ausgeprägt bzw. im hohen Bereich liegt (s. o.). Daher erfolgt die Dichotomisierung dieser unabhängigen Variable nicht anhand des theoretischen Skalenmittelwerts, der es erlaub zwischen einer niedrigen und einer hohen Ausprägung zu unterscheiden, sondern bei einem Wert von 3.25. Dies ermöglicht eine Unterscheidung in eine Gruppe mit einer hohen und einer Gruppe mit sehr hoher Ausprägung einer konstruktionsorientierten lerntheoretischen Überzeugung.
Betrachtet man zunächst, inwiefern Geographielehrkräfte mit einer hohen konstruktionsorientierten Überzeugung sich von denen, mit einer sehr hohen konstruktiven Überzeugungen bzgl. der Wahl des Ansatzes des Modelllernens auf deskriptiver Ebene unterscheiden, zeigt sich kaum ein Unterschied zwischen den zwei Gruppen (Abb. 70, Abb. 71).

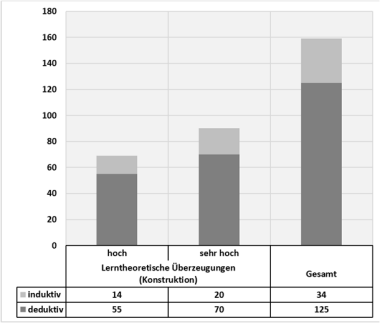



Abb. 70 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung der konstruktionsorientierten lerntheoretischen Überzeugung in absoluten Werten (*n* = 159)

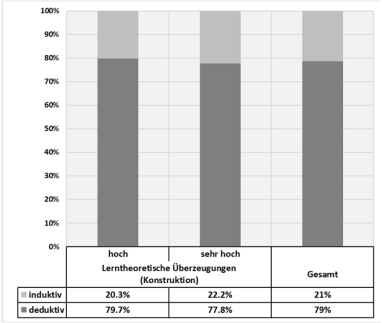



Abb. 71 | Die Wahl des Ansatzes des Modelllernens differenziert nach der Ausprägung der konstruktionsorientierten lerntheoretischen Überzeugung in relativen Werten (*n* = 159)

Von den Geographielehrkräften mit einer stark ausgeprägten konstruktionsorientierten Überzeugung präferieren 14 Probanden (20.3 %) den induktiven Ansatz und 55 Probanden (79.7 %) den deduktiven Ansatz. Bei den Lehrkräften mit einer sehr hoch ausgeprägten konstruktionsorientierten Überzeugung präferieren 20 Probanden (22.2 %) den induktiven und 70 Probanden (77.8 %) den deduktiven Ansatz. Die Differenz bzgl. des induktiven Ansatzes zwischen Probanden mit einer starken und einer sehr stark ausgeprägten konstruktionsorientierten

Überzeugung beträgt nur 1.9 Prozentpunkte. Zur obligatorischen Testung des Zusammenhangs dieser beiden dichotomen Variablen zeigt der $\chi^2$-4-Felder-Test keinen signifikanten Zusammenhang ($\chi^2(1) = .087$, $p = .768$, $n = 159$, $\phi = -.023$). Die punktbiserialen Korrelation zeigt ebenfalls, dass das Modellverständnis nicht mit der Wahl des Ansatzes korreliert ($r_{pb} = .091$, $p = .252$, $n = 159$). Die logistische Regressionsanalyse ist erwartungsgemäß nicht signifikant ($\chi^2(1) = 1.354$, $p = .245$, $n = 159$). Damit kann aus der Ausprägung einer konstruktionsorientierten lerntheoretischen Überzeugung nicht die Wahl des Ansatzes des Modelllernens vorausgesagt werden kann.

***Einfluss auf den Modelleinsatz im Rahmen des deduktiven Ansatzes***

*Gesamtskala*

Die lerntheoretischen Überzeugungen (Transmission und Konstruktion) der Geographielehrkräfte werden nachfolgend im Hinblick auf potentielle Zusammenhänge mit dem Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des deduktiven Ansatzes sowie in Bezug zu den Einsatzfacetten differenziert untersucht. Wie bei den anderen Korrelationsanalysen, wird auch hier das Korrelationsverfahren nach Pearson genutzt, ergänzt um das Korrelationsverfahren nach Spearman.

Zuerst wird der potentielle Einfluss der transmissiven Überzeugungen (Variable ‚Transmission') im Hinblick auf den Umfang des Einsatzes von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe im Rahmen des deduktiven Ansatzes untersucht. Dabei

lässt sich kein signifikanter Zusammenhang feststellen (Abb. 72; $r = -.047$, $p = .601$, $n = 125$; $r_s = -0.68$, $p = .451$, $n = 125$).

Die obligatorische linearen Regressionsanalyse zeigt erwartungsgemäß, dass das Modell ($F(1, 123) = .274$, $p = .601$, *korr.* $R^2 = -.006$) nicht signifikant ist und keine Vorhersage auf Basis der Ausprägung der lerntheoretischen Überzeugung auf den Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des deduktiven Ansatzes getroffen werden kann.

Bei der Untersuchung des potentiellen Einflusses der konstruktionsorientierten Überzeugung der Geographielehrkräfte (Variable ‚Konstruktion') auf den Umfang des Einsatzes von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe im Rahmen des deduktiven Ansatzes ist jedoch ein signifikanter Zusammenhang festzustellen (Abb. 73; $r = .178$, $p = .033$, $n = 125$). Die Korrelationsanalyse nach Spearman bestätigt dies ($r_s = .190$, $p = .033$, $n = 125$). Die Stärke des Zusammenhangs ist jedoch im niedrigen Bereich.

Die entsprechende lineare Regressionsanalyse zeigt ebenfalls einen signifikanten Zusammenhang ($F(1, 123) = 4.033$, $p = .047$, *korr.* $R^2 = .024$). Die lerntheoretische Überzeugung ‚Konstruktion' hat einen Einfluss darauf, wie umfänglich Modelle im Rahmen des deduktiven Ansatzes eingesetzt werden. Allerdings erklärt sie nur etwa 2.5% der Varianz. Die berechnete Effektstärke ist gemäß COHEN (1988) entsprechend schwach ($f = .16$).

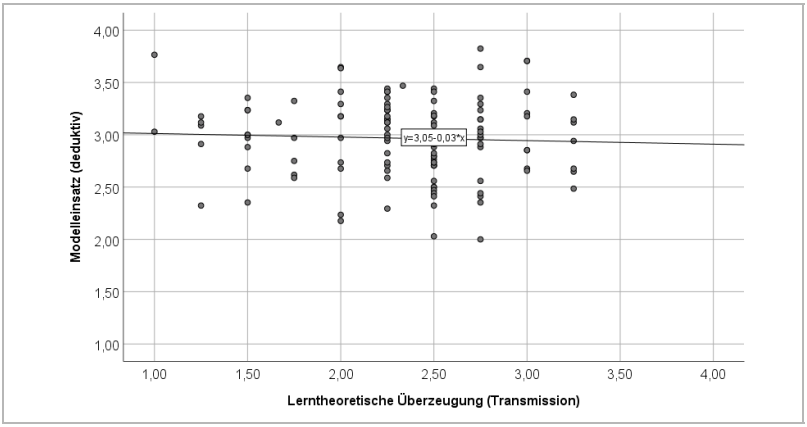



Abb. 72 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (deduktiver Ansatz) und der lerntheoretischen Überzeugung ‚Transmission' der Lehrkräfte (*n* = 125)

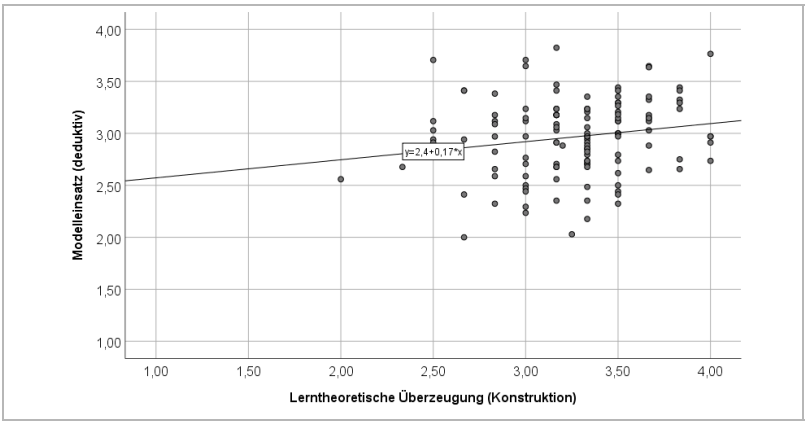



Abb. 73 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (deduktiver Ansatz) und der lerntheoretischen Überzeugung ‚Konstruktion' der Lehrkräfte (*n* = 125)

*Subskalen*

Auf der Ebene der zehn Subskalen der abhängigen Variablen zeigt sich bzgl. möglicher Zusammenhänge mit der unabhängigen Variable ‚Transmission' wie auf der Ebene der Gesamtskala zum Modelleinsatz im Rahmen des deduktiven Ansatzes kein signifikanter Zusammenhang (Tab. 54).

Dafür zeigen sich signifikante Zusammenhänge zwischen einigen Subskalen und zwischen der lerntheoretischen Überzeugung ‚Konstruktion'. Dies betrifft die Einsatzfacetten ‚Modell beurteilen' bzw. die Modellkritik ($r$ =.265, $p$ = .003) sowie die Einsatzfacetten ‚Modelle ändern' ($r$ = .247, $p$ = .007) und ‚Modelltransfer' (r = .184, $p$ = .040). Beides sind Facetten, die der Perspektive *Modell als Methode* (Dimensionen: Modellanwendung und Modellbildung) zuzuordnen sind. Die Zusammenhänge sind schwach bis moderat. Somit kann konstatiert werden, dass eine am Konstruktivismus orientierte lerntheoretische Überzeugung zu einem Modelleinsatz führt, bei dem häufiger elaborierte, anspruchsvollere Tätigkeiten im Umgang mit Modellen eine Rolle spielen, wenngleich diese Zusammenhänge nicht so stark sind wie die der zielbezogenen Überzeugungen (Kapitel 6.3.3).

Tab. 54 | Zusammenhangsmaße für die aggregierten Subskalen im Rahmen des deduktiven Ansatzes mit den lerntheoretischen Überzeugungen ‚Transmission' und ‚Konstruktion' der Lehrkräfte ($n$ = 125)

| | *Transmission* | | | | *Konstruktion* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $r$ | $p_r$ | $r_s$ | $p_s$ | $r$ | $p_r$ | $r_s$ | $p_s$ |
| *Gesamt* | *-.047* | *.601* | *-.068* | *.451* | *.178** | *.035* | *.190** | *.033* |
| Orientierung | -.090 | .316 | -.063 | .488 | .035 | .701 | .039 | .666 |
| Modelle beschreiben | -.036 | .688 | -.032 | .724 | .049 | .585 | .039 | .666 |
| Modelle erklären | -.069 | .448 | -.065 | .778 | .110 | .222 | .099 | .273 |
| Modelle beurteilen | .011 | .903 | -.105 | .245 | .265** | .003 | .222* | .013 |
| Modelle ändern | -.061 | .503 | -.105 | .245 | .247** | .006 | .226* | .011 |
| Modelltransfer | .078 | .384 | .118 | .190 | .184* | .040 | .189* | .035 |
| Modellprognose | -.143 | 112 | -.164 | .068 | .129 | .153 | .142 | .115 |
| Modellreflexion (Medium) | .072 | .425 | .060 | .505 | -.068 | .451 | .042 | .638 |
| Modellreflexion (Methode) | -.059 | .516 | -.027 | .766 | .049 | .589 | .120 | .183 |

*Anmerkungen*. $r$ = Pearson-Korrelation, $r_s$ = Spearman-Roh-Korrelation, $p_p$ = Signifikanzwert für Pearson-Korrelation, $p_s$ = Signifikanzwert für Spearman-roh-Korrelation; * $p$ <.05, ** $p$ <.01, *** $p$ <.001; farbliche Hinterlegung: blau = Dimension ‚Modellauswertung', grün = Dimension ‚Modellbildung', orange = Dimension ‚Modellanwendung', violett = Dimension ‚Modellreflexion'

***Einfluss auf den Modelleinsatz im Rahmen des induktiven Ansatzes***

*Gesamtskala*

Die lerntheoretischen Überzeugungen (Transmission und Konstruktion) der Geographielehrkräfte werden nun im Hinblick auf einen potentiellen Zusammenhang mit dem Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des induktiven Ansatzes differenziert untersucht. Auch hier wird, aus o. g. Gründen das Korrelationsverfahren nach Pearson, ergänzt um das Korrelationsverfahren nach Spearman, genutzt.

Bezogen auf die Gesamtskalen-Ebene, d. h. den Umfang des Einsatzes von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe im Rahmen des induktiven Ansatzes, ist kein signifikanter Zusammenhang festzustellen (Abb. 74; $r$ = .098, $p$ = .583, $n$ = 34; rs = 215, $p$ = .223, $n$ = 34). Die obligatorisch durchgeführte einfache lineare Regressionsanalyse zeigt wie erwartet, dass das Modell ($F$(1, 32) = .307, $p$ = .583, *korr.* $R^2$ = -.021) nicht signifikant ist und folglich aus der Ausprägung der transmissiven Überzeugung keine Vorhersage über den Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des induktiven Ansatzes getroffen werden kann. Die transmissive Überzeugung steht damit in keinem Zusammenhang zum Modelleinsatz im Rahmen des induktiven Ansatzes.

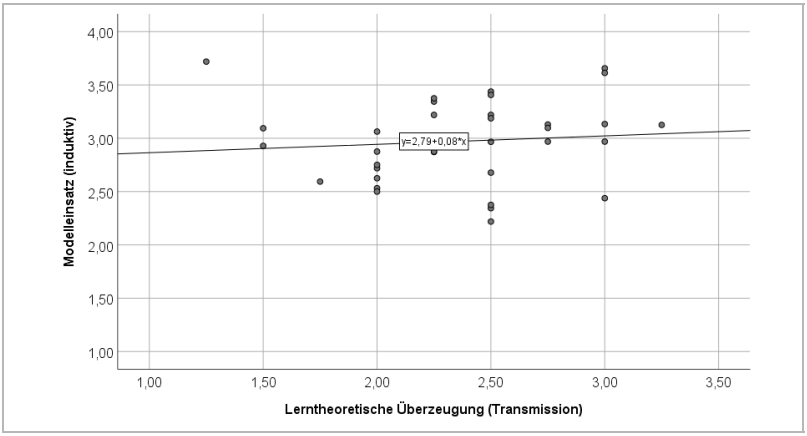



Abb. 74 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (induktiver Ansatz) und der lerntheoretischen Überzeugung ‚Transmission' der Lehrkräfte ($n$ = 34)

Bei der Untersuchung des potentielle Einfluss der konstruktionsorientierten Überzeugung der Geographielehrkräfte (Variable ‚Konstruktion') auf den Umfang des Einsatzes von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe im Rahmen des induktiven Ansatzes sind zwar die Korrelationskoeffizienten höher, dennoch sind die untersuchten Zusammenhänge ebenfalls nicht signifikant – eine Rolle (s. o.) spielt

dabei die kleine Stichprobengröße (Abb. 75; r = .214, $p$ = .224, $n$ = 34; $r_s$ = 112, $p$ = .530, $n$ = 34). Die ebenfalls durchgeführte einfache lineare Regressionsanalyse zeigt dementsprechend, dass dieses Modell nicht signifikant wird ($F$(1, 32) = .1.539, $p$ = .224, *korr.* $R^2$ = .016) und somit aus der Ausprägung einer konstruktionsorientierten Überzeugung nicht der Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des induktiven Ansatzes prognostiziert werden kann. Es besteht zwischen der konstruktionsorientierten lerntheoretischen Überzeugung und dem Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des induktiven Ansatzes kein Zusammenhang.

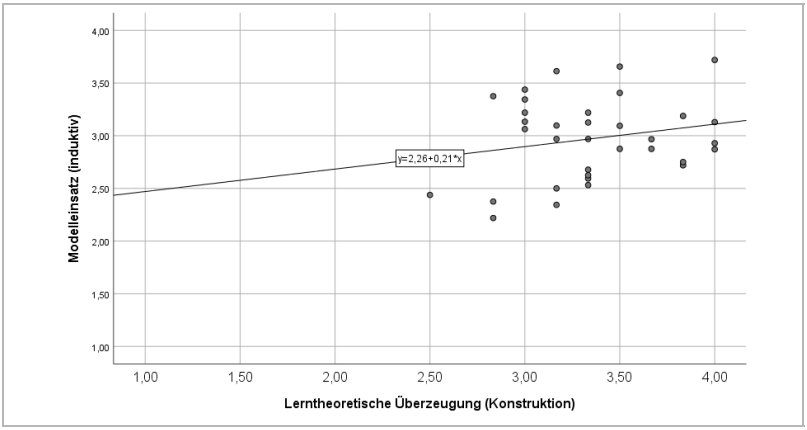



Abb. 75 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (induktiver Ansatz) und der lerntheoretischen Überzeugung ‚Konstruktion' der Lehrkräfte ($n$ = 34)

*Subskalen*

Auf der Ebene der zehn Subskalen der abhängigen Variablen, bzw. der Einsatzfacetten zum induktiven Modelleinsatz sind ebenfalls – bei beiden Korrelationsverfahren – keine signifikanten Zusammenhänge festzustellen (Tab. 55). Zwar weist die Skala ‚Modell erklären' einen Zusammenhang mit einem mittleren Effekt auf ($r$ = .257). Dieser ist jedoch nicht signifikant ($p$ = .143). Einen etwa gleich starken Korrelationskoeffizienten, der jedoch einen negativen Zusammenhang indiziert, zeigt die Skala ‚Planung' ($r$ = -.223). Dieser ist ebenfalls nicht signifikant ($p$ = .205). Zwischen den Subskalen bzw. Einsatzfacetten im Rahmen des induktiven Ansatzes sowie der lerntheoretischen Überzeugung ‚Konstruktion' sind ebenfalls keine Signifikanzen festzustellen. Dennoch sind auch hier schwach bis moderate Korrelationskoeffizienten festzustellen. Dies betrifft die Skalen ‚Modell ändern' ($r$ = 256), ‚Modell herstellen' ($r$ = .226), ‚Modelltransfer' ($r$ = .199) sowie die Planung der Modellbildung ($r$ = 218). Damit ist ein ähnliches Bild wie bei der Analyse des

deduktiven Ansatzes festzustellen (s. o.). Auf die vorsichtige Interpretation der Ergebnisse von Korrelationsanalysen mit kleinen Stichproben wurde bereits hingewiesen.

Tab. 55 | Zusammenhangsmaße für die aggregierten Subskalen im Rahmen des induktiven Ansatzes mit den lerntheoretischen Überzeugungen ‚Transmission' und ‚Konstruktion' der Lehrkräfte ($n$ = 34)

| | *Transmission* | | | | *Konstruktion* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $r$ | $p_r$ | $r_s$ | $p_s$ | $r$ | $p_r$ | $r_s$ | $p_s$ |
| *Gesamt* | *.098* | *.583* | *.215* | *.223* | *.214* | *.224* | *.112* | *.530* |
| Planung | -.223 | .205 | -.233 | .063 | .218 | .215 | .261 | .136 |
| Datenanalyse | .071 | .691 | .063 | .724 | -.099 | .577 | -.113 | .526 |
| Modell herstellen | -.127 | .472 | -.064 | .720 | .226 | .200 | .154 | .386 |
| eigenes Modell erklären | .257 | .143 | .256 | .144 | .050 | .781 | .046 | .796 |
| Modell testen | .133 | .454 | .210 | .233 | .185 | .294 | .165 | .351 |
| Modelle ändern | .134 | .451 | .162 | .359 | .256 | .143 | .247 | .159 |
| Modelltransfer | .064 | .720 | .139 | .432 | .199 | .258 | .151 | .395 |
| Modellprognose | .139 | .434 | .183 | .300 | .145 | .412 | .058 | .743 |
| Modellreflexion (Medium) | .001 | .997 | .062 | .728 | -.133 | .452 | -.056 | .753 |
| Modellreflexion (Methode) | .008 | .965 | .081 | .648 | .109 | .539 | .116 | .515 |

*Anmerkungen*. $r$ = Pearson-Korrelation, $r_s$ = Spearman-Roh-Korrelation, $p_p$ = Signifikanzwert für Pearson-Korrelation, $p_s$ = Signifikanzwert für Spearman-roh-Korrelation; * $p$ <.05, ** $p$ <.01, *** $p$ <.001; farbliche Hinterlegung: weiß = Dimension ‚Modellauswertung', hellgrau = Dimension ‚Modellbildung', grau = Dimension ‚Modellanwendung', dunkelgrau = Dimension ‚Modellreflexion'

### 6.3.5 Der Einfluss ausgewählter distaler Variablen auf die Kompetenzen der Geographielehrkräfte

Gemäß des Modells der Determinanten und Konsequenzen der professionellen Kompetenz von Lehrkräften KUNTER et al. (2011c, S. 59) wirken auf die Lehrerkompetenzen, die zuvor dargestellt wurden, distale explizite und implizite ausbildungsbezogene Faktoren.

***Einfluss formaler Lerngelegenheiten***

Diese beziehen sich in erster Linie auf die drei institutionalisierten Phasen der Lehrerausbildung: (1.) Studium, (2.) Referendariat und (3.) die am längsten dauernde Phase der Fort- und Weiterbildung. Die Daten hierzu wurden mit einfachen nominalen bzw. dichotomen Variablen erhoben, bei denen die befragten Lehrkräfte ankreuzen sollten, ob in den jeweiligen Phasen der Einsatz von Modellen thematisiert wurde. Dies ermöglicht es mittels punktbiserialer Korrelationen (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 626f) potentielle Zusammenhänge mit den erfassten Lehrerkompetenzen zu ermitteln. Es gaben etwa die Hälfte der befragten Lehrkräfte an, dass der Einsatz von Modellen im Unterricht im Geographiestudium thematisiert wurde. Bei 70% wurde er in der zweiten Ausbildungsphase thematisiert. Fortbildungen spielen eine untergeordnete Rolle – hierzu gaben nur vier Prozent an, dass sie zum Einsatz von Modellen Fortbildungen absolviert haben. Die Thematisierung von Modellen im Zweitfach spielt de facto keine Rolle – nur vier Prozent gaben an, dass der Modelleinsatz dort thematisiert wurde (Abb. 37, Kapitel 5.7). Daher wird der Einfluss der Ausbildung im Zweit- und Drittfach hier auch nicht näher analysiert. Lediglich die zweite Ausbildungsphase steht in einem signifikanten positiven Zusammenhang mit der beurteilungsorientierten Zielorientierung in Bezug auf Modelle (Tab. 56; $r_{pb}$ = .196). Dieser Zusammenhang weist nach COHEN (1988) einen schwachen bis mittleren Effekt auf. Alle anderen Korrelationskoeffizienten haben eine geringere Stärke. Einige empirische, v. a. qualitative (Interventions-)Studien ließen stärkere Zusammenhänge erwarten. Hierbei waren die Fortbildungen bzw. Treatments jedoch speziell auf die Förderung des Umgangs mit Modellen abgestimmt (u. a. CRAWFORD, CULLIN 2004; GÜNTHER et al. 2017; JUSTI, VAN DRIEL 2005; KRELL et al. 2016, 94ff).

Tab. 56 | Zusammenhang zwischen formellen Lerngelegenheiten und modellbezogenen Kompetenzen der Geographielehrkräfte ($n$ = 159)

| | *FW* | *FDW* | *Zielorientierungen* | | | *Lernth. Überzeugungen* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Modell-verständnis | Modell-einsatz | Inhaltsori-entierung | Metho-denorien-tierung | Beurtei-lungsorien-tierung | Transmis-sion | Konstruk-tion |
| Geographiestu-dium | .028 | .100 | .084 | -.085 | .082 | -.007 | .140 |
| Referendariat (Geographie) | -.024 | .016 | .140 | .058 | .196* | .102 | -.002 |
| Weiterbildung (Geographie) | .116 | .079 | .059 | -.042 | -.092 | .076 | -.104 |

*Anmerkungen*. punktbiseriale Korrelation ($r_{pb}$); * $p$ <.05, ** $p$ <.01, *** $p$ <.001;

***Einfluss impliziter Lerngelegenheiten***

Neben dem Studium und Referendariat als Hauptquellen, durch die die professionelle Handlungskompetenz in Bezug auf Modelle gespeist wird, sind implizite Lerngelegenheiten von Bedeutung, bei denen das Lernen weniger offensichtlich ist. Sie umfassen im Prinzip alle konkreten Handlungssituationen im beruflichen Kontext mit entsprechender Reflexion, die zu Entwicklung von Wissen, Überzeugungen und motivational-selbstregulativen Merkmalen beitragen (KUNTER et al. 2011c, 60f). Dieses weite Spektrum wurde mit einigen wenigen Indikatorvariablen erfasst, die auf wahrscheinliche Quellen abzielen, aus denen sich das Wissen über den Modelleinsatz speisen kann. Die Indikatorvariablen wurden mit einer 4-stufigen likert-ähnlichen Skala (1 = nie, 2 = selten, 3 = oft, 4 = sehr oft) erfasst. Zur Untersuchung der Zusammenhänge zwischen den informellen Lerngelegenheiten und den erfassten Lehrerkompetenzen wurde das Spearman-Korrelationsverfahrens genutzt, da die Skala zum einen nicht äquidistant ist und der Einfluss von Ausreißern (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 616ff) eliminiert werden kann.

Tab. 57 | Zusammenhang zwischen Aspekten informeller Lerngelegenheiten und modellbezogenen Kompetenzen der Geographielehrkräfte (*n* = 159)

| | FW | FDW | Zielorientierungen | | | lernth. Überzeugungen | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Modell-verständnis | Modell-einsatz | Inhaltsori-entierung | Metho-denorien-tierung | Beurtei-lungsorien-tierung | Transmis-sion | Konstruk-tion |
| …aus Schul- und Lehrerhandbüchern (*n* = 158) | -.060 | .071 | .020 | .033 | .009 | .016 | .040 |
| …aus von Verlagen angebotenen Materialsammlungen (*n* = 155) | .112 | .166* | -.007 | -.122 | .078 | -.122 | .055 |
| …aus fachlichem Austausch mit Kolleginnen und Kollegen (*n* = 155) | -.021 | .129 | .103 | .049 | .051 | .022 | .113 |
| …aus der fachdidaktischen Literatur (z.B. Praxis Geographie, Schriftenreihen,…) (*n* = 158) | .101 | .145 | .147 | .090 | .162* | -.111 | .203* |

*Anmerkungen*. Instruktion: *Aus welchen Quellen nehmen Sie Anregungen für ihren Unterricht, in dem Sie Modelle einsetzen?;* Spearman-roh-Korrelation ($r_s$); * $p$ <.05, ** $p$ <.01, *** $p$ <.001;

Betrachtet man die ermittelten Zusammenhänge (Tab. 57) sind drei signifikante Zusammenhänge auf einem geringen bis mittleren Niveau zu finden. So stehen das Studium und die Nutzung von Materialsammlungen in einem signifikant positiven Zusammenhang mit dem fachdidaktischen Wissen zum Modelleinsatz ($r_s$ = .166). Das Studium und die Nutzung weiterer Literatur steht im signifikant positiven Zusammenhang mit der Beurteilungsorientierung ($r_s$ = .162) sowie eine konstruktivistische lerntheoretischen Überzeugung ($r_s$ = .203) – der Zusammenhang mit dem

fachdidaktischen Wissen ist zwar auch erhöht ($r_s$ = .145), er ist jedoch nach dem Spearman-Verfahren nicht signifikant. Damit zeigt sich, dass Schulbücher und der fachliche Austausch mit Kolleginnen und Kollegen keinen Einfluss auf die Ausprägung der modellbezogenen professionellen Handlungskompetenz haben – der Einfluss von angebotenen Materialien und fachdidaktischen Texten jedoch sehr wohl – wenngleich diese Effekte eher schwach sind.

## 6.4 Der Einfluss der Kontextvariablen ‚Hindernisse beim Modelleinsatz'

***Gesamt***

Neben den Lehrerkompetenzen haben auch allgemeine Barrieren Einfluss auf die Gestaltung von modellorientiertem Unterricht. Nebst Hindernissen auf Seiten der Lehrkraft (z. B. mangelndes fachdidaktisches Wissen und Fachwissen) auf die in anderen Kapiteln bereits sehr differenziert eingegangen wurde, stehen v. a. organisatorische, materialbezogene sowie schüler- resp. lernbezogene Hindernisse im Fokus (BLUM 1996, S. 29ff; HÖHNLE, SCHUBERT 2016; REIT 2016). Diese drei Typen von Barrieren bzw. ihre Wahrnehmung durch die befragten Lehrkräfte wurden anhand von Items bzw. Subskalen mit einer vierstufigen likert-ähnlichen Skalierung ergänzend erfasst (1 = trifft nicht zu; 2 = trifft eher nicht zu; 3 = trifft eher zu; 4 = trifft zu). Der empirische Mittelwert der Gesamtskala beträgt $M$ = 2.30 ($SD$ = .53). Die Mittelwerte der drei Subskalen und ihre Streuung variieren (Abb. 76): organisatorisch-formale Hindernisse ($M$ = 2.67, $SD$ = .79), materialbezogene Hindernisse ($M$ = 2.10, $SD$ = .61) und schüler- und lernbezogene Hindernisse ($M$ = 2.16, $SD$ = .60). Die Daten der Gesamtskala sind gemäß des Shapiro-Wilk-Test normalverteilt ($p$ > .05), die der Subskalen sind es nicht ($p$ < .05).

Für die Untersuchung des Zusammenhangs dieser vier Skalen mit der Wahl des Ansatzes des Modelllernens (deduktiv – induktiv) wurde aufgrund der Skalenniveaus der Variablen die punktbiseriale Korrelation (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 626ff) genutzt. Nur für den Zusammenhang zwischen materialbezogenen Hindernissen und der Auswahl des Ansatzes konnte ein signifikanter Zusammenhang identifiziert werden. Dieser hat eine geringe Stärke ($r_{pb}$ = .178) und fällt kontraintuitiv aus – je ausgeprägter die Wahrnehmung materialbezogener Hindernisse ist desto eher wird der induktive Ansatz präferiert.

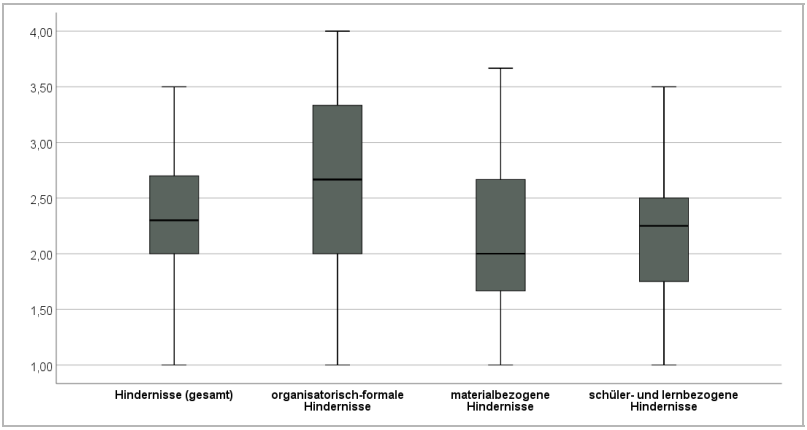



Abb. 76 | Boxplots der Gesamtskala ‚Hindernisse beim Modelleinsatz' und ihrer Subskalen (*n* = 157)

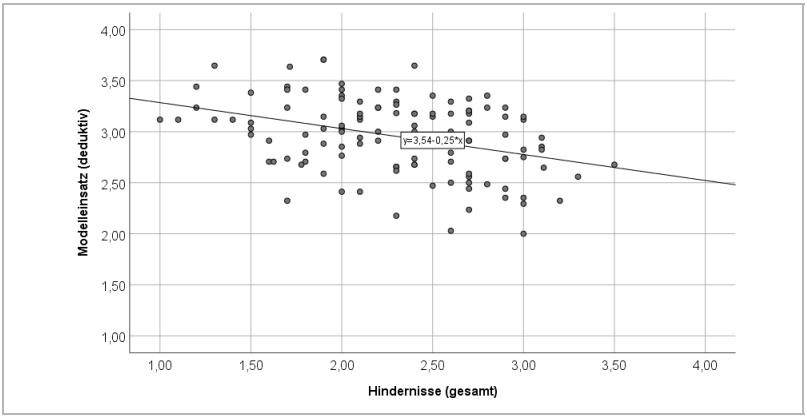



Abb. 77 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (deduktiver Ansatz) und die wahrgenommenen Hindernisse beim Modelleinsatz (*n* = 123)

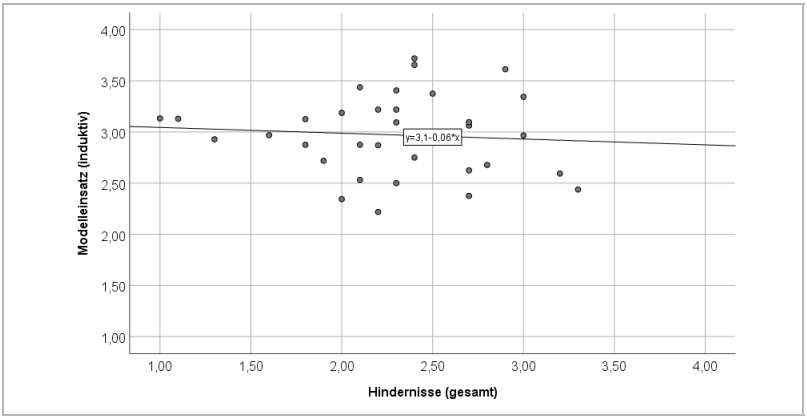



Abb. 78 | Streudiagramm der Skala Modelleinsatz (induktiver Ansatz) und die wahrgenommenen Hindernisse beim Modelleinsatz (*n* = 33)

Werden die Daten der Gesamtskala ‚Hindernisse' mit der Skala Modelleinsatz im Rahmen des deduktiven Ansatzes in Bezug gesetzt, ist in Kontrast dazu ein deutlicher negativ-linearer Zusammenhang zu erkennen (Abb. 77). Je stärker ausgeprägt Hindernisse wahrgenommen werden, desto weniger elaboriert ist demzufolge der Einsatz von theoretischen Raummodellen im Rahmen des deduktiven Ansatzes des Modelllernens ausgeprägt. Ein solch starker Zusammenhang zeigt sich bzgl. des induktiven Ansatzes jedoch nicht (Abb. 78).
Aufgrund geeigneter Skalenniveaus wurden die Zusammenhänge mittels der Pearson-Produkt-Moment-Korrelation auf Subskalenebene differenziert untersucht (Tab. 58, Tab. 59).

***Einfluss auf den Modelleinsatz im Rahmen des deduktiven Ansatzes des Modelllernens***

Grundsätzlich stehen die Hindernisse (Gesamtskala, Tab. 59) in einem hoch signifikanten negativen Zusammenhang mit dem Modelleinsatz im Rahmen des deduktiven Ansatzes ($r$ = -370, $p$ < .001). Nimmt die Wahrnehmung von Hindernissen zu, werden Modelle im Rahmen des deduktiven Ansatzes weniger umfänglich bzw. elaboriert eingesetzt. Der Korrelationskoeffizient hat gemäß COHEN (1988) einen mittleren bis großen Effekt. Auf Ebene der Subskalen steht nur die Einsatzfacette ‚Orientierung' in keinem signifikanten Zusammenhang mit den wahrgenommenen Hindernissen. Zumeist haben die Subskalenzusammenhänge niedrige bis mittlere Effektstärken. Der (negative) Zusammenhang mit der Einsatzfacette ‚Modelle beurteilen' ist mit Abstand am stärksten ausgeprägt ($r$ = .349, $p$ < .001). Bezogen auf die Dimension Modellauswertung sind damit unterschiedlich starke Einflüsse festzustellen. Die Zusammenhangsmaße für die Dimensionen ‚Modelle anwenden'

und ‚Modellreflexion' sind indes etwa auf gleichem niedrigen bis mittleren Niveau. Eine einfache, lineare Regressionsanalyse zeigt zudem, dass das Regressionsmodell mit dem Prädiktor ‚Hindernisse (gesamt)' 13% Varianz in der abhängigen Variable ‚Modelleinsatz (deduktiv)' erklären kann und aus der Ausprägung der Hinderniswahrnehmung der Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des deduktiven Ansatzes vorausgesagt werden kann ($F(1, 121) = 19.196$, $p < .001$, $R^2 = .137$, *korr.* $R^2 = .130$). Der Effekt von $f = .39$ lässt sich nach COHEN (1988) als stark klassifizieren.

*Organisatorisch-formale Hindernisse* | Der Zusammenhang der Subskala ‚organisatorisch-formale Hindernisse' mit dem Modelleinsatz auf Gesamtskalenebene hat einen mittleren (negativen) Effekt ($r = -.273$, $p = .002$) und ist damit deutlich weniger stark ausgeprägt. Der stärkste Zusammenhang besteht auch hier mit der Einsatzfacette ‚Modell beurteilen' ($r = .274$, $p = .002$). Die Zusammenhänge mit den anderen Einsatzfacetten der Dimension ‚Modellauswertung' sind deutlich schwächer und teils nicht signifikant (Orientierung, Modelle beschreiben). Auch die Dimension ‚Modellanwendung' zeigt niedrige und bezogen auf die Einsatzfacette Modelltransfer sogar keine signifikanten Zusammenhänge. Die Korrelationskoeffizienten der Dimension ‚Modellreflexion' sind auf einem gleichen niedrigen bis mittleren Niveau. Damit werden Modelle zwar im Rahmen des deduktiven Ansatzes weniger elaboriert eingesetzt, desto stärker organisatorisch-formale Hindernisse gesehen werden. Dies beschränkt sich jedoch auf einzelne Einsatzfacetten (Modelle beurteilen) und die Dimension ‚Modellreflexion'.

*Materialbezogene Hindernisse* | Die wahrgenommen materialbezogenen Hindernisse korrelieren negativ mit dem Modelleinsatz im Rahmen des deduktiven Ansatzes auf einem mittleren Niveau ($r = -.290$, $p = .001$). Die Einsatzfacette ‚Modell beurteilen' weist den zweitstärksten Zusammenhang mit den materialbezogenen Hindernissen auf. Der stärkste (negative) Zusammenhang besteht mit der Einsatzfacette ‚Modelltransfer' ($r = .336$, $p < .001$). Die Dimension ‚Modellanwendung' steht in einem deutlich stärkeren negativen Zusammenhang mit materialbezogenen Hindernissen als die Dimension ‚Modellauswertung', bei der nur zwei Einsatzfacetten signifikant im Zusammenhang mit den materialbezogenen Hindernissen stehen. Bzgl. der Dimension ‚Modellreflexion' besteht kein signifikanter Zusammenhang. Je höher materialbezogene Hindernisse von den befragten Geographielehrkräften eingeschätzt werden, desto weniger elaboriert bzw. umfänglich erfolgt demnach der Einsatz von Modellen im Rahmen des deduktiven Ansatzes, v. a. bzgl. der Dimension ‚Modellanwendung' und der Einsatzfacette ‚Modelle beurteilen'.

*Schüler- und lernbezogene Hindernisse* | Schüler- und lernbezogene Hindernisse stehen in einem hoch signifikanten, negativen Zusammenhang mit dem allgemeinen Modelleinsatz im Rahmen des deduktiven Ansatzes ($r = .321$, $p < .001$). Der

Effekt ist moderat. Über alle Einsatzfacetten und Dimensionen hinweg sind kleine bis mittlere Effekte zu erkennen. Die stärksten negativen Zusammenhänge bestehen mit den Einsatzfacetten ‚Modelle erklären' ($r$ = -.282, $p$ = 002) und ‚Modelle beurteilen' ($r$ = -.312, $p$ < .001) und damit mit der Dimension ‚Modellauswertung'. Je ausgeprägter also schüler- und lernbezogene Hindernisse eingeschätzt werden, desto weniger elaboriert erfolgt der Einsatz von Modellen im Rahmen des deduktiven Ansatzes, v. a. im Bereich der klassischen Modellauswertung.

Tab. 58 | Zusammenhangsmaße für die aggregierten Subskalen sowie der Gesamtskala zum Modelleinsatz im Rahmen des induktiven Ansatzes mit der Gesamtskala sowie den Subskalen der wahrgenommenen Hindernisse beim Modelleinsatz ($n$ = 123)

| | Hindernisse (Gesamtskala) | organisatorisch-formale Hindernisse | materialbezogene Hindernisse | schüler- und lern-bezogene Hindernissen |
|---|---|---|---|---|
| *Gesamt* | *-.370*** | *-.273*** | *-.290*** | *-.321*** |
| Orientierung | -.164 | -.048 | -.164 | -.189* |
| Modelle beschreiben | -.179* | -.119 | -.183* | -.148 |
| Modelle erklären | -.250** | -.194* | -.104 | -.282** |
| Modelle beurteilen | -.349*** | -.274** | -.233** | -.312** |
| Modelle ändern | -.195* | -.177* | -.147 | -.154 |
| Modelltransfer | -.272** | -.125 | -.336** | -.231* |
| Modellprognose | -.227* | -.159 | -.199* | -.191* |
| Modellreflexion (Medium) | -.216* | -.209* | -.091 | -.184* |
| Modellreflexion (Methode) | -.208* | -.215* | -.140 | -.116 |

*Anmerkungen*. Pearson-Korrelation ($r$); * $p$ <.05, ** $p$ <.01, *** $p$ <.001; farbliche Hinterlegung: blau = Dimension ‚Modellauswertung', grün = Dimension ‚Modellbildung', orange = Dimension ‚Modellanwendung', violett = Dimension ‚Modellreflexion'

### *Einfluss auf den Modelleinsatz im Rahmen des induktiven Ansatzes des Modelllernens*

Auch bezogen auf den Modelleinsatz im Rahmen des induktiven Ansatzes wurden Korrelationsanalysen mit den wahrgenommenen Hindernissen auf Gesamtskalen- und Subskalenebene durchgeführt. Dabei konnten jedoch nur sehr wenige signifikante Zusammenhänge identifiziert werden (Tab. 59; Problematik kleiner Stichproben: siehe Kapitel 6.3.1). Zudem haben nur wenige Korrelationskoeffizienten eine mittlere Stärke. Bezogen auf die Gesamtskala kann festgehalten werden, dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Wahrnehmung von Hindernissen

und dem Umfang des Modelleinsatzes im Rahmen des induktiven Ansatzes besteht. Signifikante negative Zusammenhänge zeigen sich nur bei der Untersuchung des Zusammenhangs von schüler- und lernbezogenen Hindernissen und den Subskalen zur Metareflexion über Modelle in Bezug auf ihren medialen Charakter ($r$ = - .458, $p$ = .006) und ihres methodischen Charakters ($r$ = -.353, $p$ = 040). Je ausgeprägter die Restriktionen in Bezug auf Lernen und Schülerinnen- und Schülerkognitionen von den Geographielehrkräften gesehen werden, desto weniger wird mit Schülerinnen und Schülern auf einer Metaebene im Rahmen des induktiven Ansatzes reflektiert.

Tab. 59 | Zusammenhangsmaße für die aggregierten Subskalen sowie der Gesamtskala zum Modelleinsatz im Rahmen des induktiven Ansatzes mit der Gesamtskala sowie den Subskalen der wahrgenommenen Hindernisse beim Modelleinsatz ($n$ = 34)

| | Hindernisse (Gesamtskala) | organisatorisch-formale Hindernisse | materialbezogene Hindernisse | schüler- und lernbezogene Hindernissen |
|---|---|---|---|---|
| *Gesamt* | *-.080* | *.039* | *-.046* | *-.176* |
| Planung | .036 | -.111 | .054 | .146 |
| Datenanalyse | .121 | .234 | .019 | .022 |
| Modell herstellen | -.143 | -.038 | -.021 | -.258 |
| eigenes Modell erklären | .056 | .209 | .006 | -.085 |
| Modell testen | -.223 | -.228 | -.119 | -.176 |
| Modelle ändern | -.164 | .016 | .243 | -.192 |
| Modelltransfer | -.049 | .075 | .029 | -.200 |
| Modellprognose | -.043 | .062 | .010 | -.161 |
| Modellreflexion (Medium) | -.253 | .039 | -.172 | -.458** |
| Modellreflexion (Methode) | -.259 | -.007 | -272 | -.353* |

*Anmerkungen*. Pearson-Korrelation ($r$); * $p$ <.05, ** $p$ <.01, *** $p$ <.001; farbliche Hinterlegung: grün = Dimension ‚Modellbildung', orange = Dimension ‚Modellanwendung', violett = Dimension ‚Modellreflexion'

## 6.5 Der Einfluss unabhängiger Variablen auf den Modelleinsatz im Vergleich

Zur vergleichenden Analyse des Einflusses relevanter Prädiktoren resp. unabhängiger Variablen wird die multiple lineare Regressionsanalyse genutzt (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 638ff; SEDLMEIER, RENKEWITZ 2013, 629ff). Hierdurch ist es möglich, Faktoren bzw. Prädiktoren zu identifizieren, die eine signifikante und substantielle Vorhersagekraft für die zu erklärenden Variablen aufweisen. Der Modelleinsatz im Rahmen des deduktiven Ansatzes des Modelllernens und der Modelleinsatz im Rahmen des induktiven Ansatzes des Modelllernens stellen hier mögliche abhängige Variablen dar. Da die befragten Lehrkräfte zu etwa 75% ($n$ = 149) den deduktiven Ansatz präferierten und nur 51 Probanden den induktiven Ansatz wählten und jeweils nicht für alle Fälle Daten für die unabhängigen Variablen vorliegen, sind für die beiden Gesamtskalen unterschiedliche Voraussetzungen zur Durchführung einer multiplen linearen Regression gegeben. Gemäß den Überlegungen aus Kapitel 5.7.2 (Statistische Planung des Stichprobenumfangs) ist die Probandenzahl für die Analyse der Einflussfaktoren auf den Modelleinsatz im Rahmen des deduktiven Ansatzes ausreichend. Bei einem festgelegtem α-Fehlerniveau von 0.05 und einem β-Fehlerniveau von 0.2 sowie einem Effekt mittlerer Stärke ($R^2$ = .07) ergäbe sich eine Stichprobenmindestgröße von $N$ = 112 (GREEN 1991). Obwohl deutlich weniger Probanden den induktiven Ansatz gewählt haben, ist auch hier eine multiple Regressionsanalyse, wenn auch mit einigen Abstrichen, möglich. Dies liegt darin begründet, dass weniger Prädiktoren ins Modell mitaufgenommen werden und die Effekte so hoch sind, dass eine kleinere Stichprobe genügt, um Effekte statistisch abzusichern (siehe genaue Ausführungen weiter unten).

### 6.5.1 Ansätze des Modelllernens

Im Folgenden wird zuerst der Einfluss unabhängiger Variablen auf die Wahl bzw. Präferenz des Modelllernen-Ansatzes sowie den Modelleinsatz im Rahmen des deduktiven bzw. induktiven Modelleinsatzes untersucht. Dabei ist zu beachten, dass zwar beim deduktiven Ansatz die mediale Perspektive auf Modelle im Vordergrund steht (v. a. Einsatzdimension ‚Modellauswertung') und beim induktiven Ansatz die methodische Perspektive (v. a. Einsatzdimension ‚Modellbildung'), jedoch bei beiden Ansätzen auch Einsatzfacetten der anderen Dimensionen im Unterricht genutzt werden können (z. B. Modelltransfer, Modellreflexion) (Kapitel 6.5.2). In diesem Kapitel wird sich in erster Linie auf die Darstellung der Ergebnisse beschränkt. Eine umfangreichere Diskussion der Einflussfaktoren erfolgt im anschließenden Kapitel (Kapitel 6.5.2), im Rahmen dessen die Einflüsse getrennt nach den vier Dimensionen des Modelleinsatzes (Modellauswertung, Modellbildung, Modellanwendung, Modereflexion) dargelegt werden. Diese vier Dimensionen des Modelleinsatzes sind für die Forschungsfrage und die Hypothesen von zentralerer

Bedeutung als die Differenzierung zwischen dem Modelleinsatz nach dem Ansatz des Modelllernens. Lediglich die grundlegende Wahl des Ansatzes wird in diesem Kapitel näher diskutiert.

#### 6.5.1.1 Wahl des Ansatzes des Modelllernens

Zur Überprüfung möglicher Einflüsse auf die Wahl des Ansatzes des Modelllernens (deduktiv/induktiv), welcher zu Beginn des Fragebogens mittels einer Auswahlaufgabe bzw. Filterfrage erhoben wurde, werden in einem ersten Schritt die infrage kommenden unabhängigen Variablen mit der abhängigen Variable korreliert bzw. aus den vorherigen Kapiteln überblicksartig zusammengestellt. Hierfür wird aufgrund der echt-dichotomen abhängigen Variable die punktbiseriale Korrelation genutzt (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 626ff). Die Ergebnisse sind in Tab. 60 dargestellt.

Tab. 60 | Zusammenhangsmaße zwischen den unabhängigen Variablen und dem Ansatz des Modelllernens (deduktiv/induktiv)

| | $r_{pb}$ | $p_{pb}$ | $n$ |
|---|---|---|---|
| Modellverständnis (FW) | .086 | .276 | 162 |
| Modelleinsatz (FDW) | -.033 | .676 | 161 |
| Inhaltsorientierung | .071 | .374 | 159 |
| Methodenorientierung | -.042 | .604 | 158 |
| Beurteilungsorientierung | .070 | .382 | 159 |
| LTÜ Transmission | .016 | .837 | 159 |
| LTÜ Konstruktion | .091 | .252 | 159 |
| Hindernisse | -.014 | .859 | 157 |
| *Organisatorisch-formale Hindernisse* | -.094 | .244 | 157 |
| *Materialbezogene Hindernisse* | .178* | .025 | 157 |
| *Lern- und schülerbezogene Hindernisse* | -.071 | .379 | 157 |

*Anmerkungen.* punktbiseriale-Korrelation ($r_{pb}$); * $p$ <.05, ** $p$ <.01, *** $p$ <.001; Kodierung der abhängigen Variable: 0 = deduktiver Ansatz, 1 = induktiver Ansatz

Es zeigt sich, dass die Korrelationskoeffizienten insgesamt sehr niedrig sind und keine der potentiellen Einflussfaktoren in einem signifikanten Zusammenhang mit der Wahl des Modellern-Ansatzes steht. Betrachtet man die Subskalen der Skala ‚Hindernisse' differenziert, so ergibt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen den materialbezogenen Hindernissen und der Wahl des Ansatzes. Der

Korrelationskoeffizient weißt jedoch einen niedrigen Effekt auf (BÜHNER, ZIEGLER 2012, S. 607).
Mit weiteren infrage kommenden Prädiktoren wurde eine hierarchische logistische Regressionsanalyse gerechnet, da dieses Verfahren die Möglichkeit bietet, den Einfluss von einer oder mehrerer unabhängigen Variablen auf eine dichotome abhängige Variable zu untersuchen (BACKHAUS et al. 2016; DÖRING, BORTZ 2016a, 678, 691f). Hierbei wurde die Methode ‚Einschluss' gewählt. Die logistische Regressionsanalyse zeigt, dass lediglich die beiden Koeffizienten der Variablen ‚materialbezogene Hindernisse' und ‚organisatorisch-formale Hindernisse' der Skala ‚Hindernisse' signifikant sind. Das Modell als Ganzes ist ebenfalls signifikant ($\chi^2(2) = 10.110$, $p = .006$, $n = 157$). Je ausgeprägter die Lehrkräfte Restriktionen durch das zu Verfügung stehende Material wahrnehmen, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie den induktiven Weg des Modelllernens gehen. Der Einfluss der organisatorisch-formalen Hindernisse liegt andersherum. Je mehr organisatorisch-formale Hindernisse wahrgenommen werden (z. B. Zeitmangel, curriculare Restriktionen), desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Lehrkräfte den deduktiven Ansatz des Modelllernens wählen. Der Einfluss der materialbezogenen Hindernisse beim Modelleinsatz ($B = 1.071$) ist stärker als der der organisatorisch formalen Hindernisse ($B = -.623$). Das (Pseudo-)$R^2$ nach NAGELKERKE beträgt .096, was nach COHEN (1988) einem mittlerem Effekt ($f = 0.33$) entspricht. Diese Ergebnisse zu möglichen Einflussfaktoren auf die Wahl des Modelllernen-Ansatzes stehen im Widerspruch zu empirischen Studien, die diskutieren, dass methodische und konstruktivistische Überzeugungen sowie ein ausgeprägteres modellbezogenes Professionswissen die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass Lehrkräfte Modelle durch ihre Schülerinnen und Schüler entwickeln lassen (u. a. HENZE et al. 2007; JUSTI, GILBERT 2002b; JUSTI, VAN DRIEL 2005; VAN DRIEL, VERLOOP 2002). Diese Ergebnisse sind kritisch zu diskutieren. Zudem ist diesbezüglich weitere Forschung von Nöten (Kapitel 9).

#### 6.5.1.2 Deduktiver Ansatz des Modelllernens

Zunächst wurde bezogen auf den deduktiven Ansatz im Rahmen der Überprüfung der lehrerbezogenen Einflussfaktoren die Pearson-Korrelationen zwischen der Response-Variable des Modelleinsatzes (deduktiv) und den erhobenen unabhängigen Variablen als in Frage kommende Prädiktoren berechnet bzw. aus den Analysen in den vorherigen Kapiteln überblicksartig zusammengestellt (Tab. 61).
Die Korrelationsanalysen zeigen, dass die Variablen ‚Modellverständnis', und die ‚Transmission' nicht signifikant mit der Gesamtskala ‚Modelleinsatz (deduktiv)' korrelieren. Die genannten Variablen finden daher in der folgenden Regressionsanalyse keine weitere Berücksichtigung. Mit den übrigen Prädiktoren resp. unabhängigen Variablen wird eine multiple lineare Regressionsanalyse gerechnet. Gemäß COHEN (1988) haben die meisten dieser Koeffizienten einen mittleren Effekt.

Die Beurteilungsorientierung hat einen etwas höheren Korrelationskoeffizienten ($r$ = .426) und die konstruktive lerntheoretische Überzeugung einen kleinen Effekt. Die Berechnung der Regression erfolgt nach der hierarchischen Methode (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 722ff). Die Prädiktoren werden dabei einer nach dem anderen in die Regressionsanalyse aufgenommen.

Tab. 61 | Zusammenhangsmaße zwischen der abhängigen Variable Modelleinsatz (deduktiv) und den unabhängigen, lehrerbezogenen Variablen

| | *r* | *p* | *n* |
|---|---|---|---|
| Modellverständnis (FW) | .141 | .114 | 128 |
| Modelleinsatz (FDW) | .370*** | <.001 | 127 |
| Inhaltsorientierung | .340*** | <.001 | 125 |
| Methodenorientierung | .326*** | <.001 | 125 |
| Beurteilungsorientierung | .426*** | <.001 | 125 |
| LTÜ Transmission | -.047 | .601 | 125 |
| LTÜ Konstruktion | .178* | .047 | 125 |
| Hindernisse (gesamt) | -.370*** | <.001 | 123 |

*Anmerkungen*. Pearson-Korrelation ($r$); * $p$ <.05, ** $p$ <.01, *** $p$ <.001

Die Reihenfolge der Prädiktoraufnahme geschieht entsprechend der zuvor identifizierten Korrelationskoeffizienten. Zuerst wird der Prädiktor mit dem höchsten Korrelationskoeffizienten aufgenommen, im zweiten Block wird dieser beibehalten und um den Prädiktor mit dem zweithöchsten Korrelationskoeffizienten ergänzt usw. Innerhalb dieser Blöcke wird das Einschluss-Verfahren genutzt. Auf diese Weise entstehen sechs verschiedene Modelle die hinsichtlich ihrer Signifikanz sowie der Signifikanz der Prädiktoren und der Veränderung im $R^2$ analysiert werden. Für jede dieser Analysen werden die entsprechenden statistischen Voraussetzungen geprüft (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 669ff). Dies betrifft insbesondere (1.) den linearen Zusammenhang zwischen den Variablen, (2.) die mögliche Multikollinearität der unabhängigen Variablen, (3.) die Homoskedastizität (lineare Verteilung der Fehlerterme), (4.) die Normalverteilung der Residuen, (5.) die Autokorrelation der Residuen.

Der lineare Zusammenhang zwischen den unabhängigen und der abhängigen Variable als basale Voraussetzung einer Regressionsanalyse wurde bereits in den vorherigen Kapiteln graphisch mit Hilfe von Streudiagrammen geprüft. Die unabhängigen Variablen weisen zudem auch keine Multikollinearität auf. Sie korrelieren

untereinander mit maximal $r$ = .424. In der Regel liegen sie jedoch in einem niedrigeren Bereich. Damit liegen die Korrelationskoeffizienten der unabhängigen Variablen unter dem kritischen Wert von $r$ = .70. Die Werte für die VIF und Tolerance der unabhängigen Variablen liegen ebenfalls außerhalb des kritischen Bereichs, d. h. die VIF-Werte sind ≤ 10 und die Tolerance-Werte sind ≥ 0.10 (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 681f). Die Homoskedastizität wurde graphisch anhand eines Streudiagramms der standardisierten Residuen (y-Achse) und der z-standardisierten Vorhersagewerte (x-Achse) geprüft. Der Shapiro-Wilk-Test für die standardisierten und unstandardisierten Residuen ist nicht signifikant ($p$ = .222), d. h. dass die Residuen, wie notwendig, normalverteilt sind (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 677f). Die Durbin-Watson-Statistik, welche das Vorliegen von Autokorrelationen der Residuen überprüft, fällt mit dem Wert 2.093 aus. Der Wertebereich der Statistik liegt zwischen null und vier und sollte den Wert zwei annehmen, um eine Autokorrelation auszuschließen (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 678f). Der ermittelte Wert ist also optimal.

Die Ergebnisse der hierarchischen Regressionsanalyse sind in Tab. 62 dargestellt. Die schrittweise Hinzunahme bedeutender unabhängiger Variablen gemäß der Höhe ihres Korrelationskoeffizienten (Tab. 61) führt zu einer sukzessiven Steigerung des $R^2$. Bereits das erste Modell erklärt 21% der Varianz in der abhängigen Variable. Mit der Hinzunahme weiterer Prädiktoren erhöht sich das $R^2$ sukzessive. So zeigt das finale vierte Modell, dass die auf den Modelleinsatz bezogenen methodische und inhaltliche Zielorientierungen, das fachdidaktische Wissen zum Modelleinsatz sowie die wahrgenommenen Hindernisse beim Modelleinsatz einen deutlichen Einfluss auf den Umfang des Einsatzes von theoretischen Raummodellen im Rahmen des deduktiven Ansatzes des Modelllernens haben ($F$(4, 118) = 17.667; $p$ = <.001, $n$ = 123). Dabei stehen alle Prädiktoren, bis auf die wahrgenommenen Hindernisse, in einem positiven Zusammenhang mit dem abhängigen Merkmal – die Hindernisse stehen folglich in einem negativen Zusammenhang. Das vierte Modell kann gemäß seines $R^2$-Wertes 37.5% der Varianz in der abhängigen Variable erklären. Aufgrund der hohen Anzahl von Prädiktoren ist jedoch das korrigierte $R^2$ ein geeigneteres Maß, die Varianzaufklärung zu quantifizieren (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 658f). Dies beträgt .353, wodurch 35% der Varianz aufgeklärt werden. Dies entspricht einer Effektstärke von $f^2$ = 0.55 und ist damit als stark zu bezeichnen (BÜHNER, ZIEGLER 2012, S. 667).

Die Hinzunahme des Prädiktors ‚Methodenorientierung', die in der Tabelle nicht dargestellt ist, führt nur zu einem leicht steigenden korrigierten $R^2$. Zudem wird er nicht signifikant ($p$ = .058). Daher wurde er nicht weiter in der Regressionsanalyse berücksichtigt. Die anderen unabhängigen Variablen werden ebenfalls nicht signifikant und werden daher auch nicht weiter berücksichtigt.

Die hohe Bedeutung der Prädiktoren im vierten Modell drückt sich auch in ihren jeweiligen standardisierten Prädiktoren bzw. Regressionsgewichten (β) aus (Tab. 62). Die standardisierten Regressionsgewichte (β) geben den eigenständigen bzw. spezifischen Beitrag eines jeden Prädiktors zur Vorhersage so wieder, dass die

Prädiktoren diesbezüglich verglichen werden können. Dabei wird berücksichtigtet, dass Prädiktoren sich bei der Korrelation mit einem zu erklärenden Merkmal überlappen können, also selbst miteinander korrelieren. Dies ist v. a. dann der Fall, wenn sie etwas sehr Ähnliches messen. Der Überlappungsbereich wird bei der Berechnung der standardisierten Regressionsgewichte jedoch berücksichtigt und eliminiert. Der bedeutendste Prädiktor ist die Beurteilungsorientierung (β = .285), gefolgt von den wahrgenommenen Hindernissen bei der Modellarbeit (β = -.256), der inhaltsbezogenen Zielorientierung (β = .227) und dem fachdidaktischen Wissen zum Modelleinsatz (β = .193).

Tab. 62 | Hierarchische Regressionsanalyse relevanter unabhängiger Variablen auf den Modelleinsatz im Rahmen des deduktiven Ansatzes

| | *B* | *SE(B)* | β | *p* | *t* | $\Delta R^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Schritt 1* | | | | | | .208, p < .001 |
| Beurteilungsorientierung | .268 | .047 | .456 | < .001 | 5.638 | |
| *Schritt 2* | | | | | | .046, p < .001 |
| Beurteilungsorientierung | .209 | .051 | .356 | < .001 | 4.088 | |
| Modelleinsatz (FDW) | .150 | .055 | .237 | .007 | 2.721 | |
| *Schritt 3* | | | | | | .072, p < .001 |
| Beurteilungsorientierung | .198 | .049 | .337 | < .001 | 4.053 | |
| Modelleinsatz (FDW) | .118 | .054 | .186 | .029 | 2.210 | |
| Hindernisse (gesamt) | -.190 | .053 | -.276 | .001 | -3.573 | |
| *Schritt 4* | | | | | | .048, p < .001 |
| Beurteilungsorientierung | .167 | .048 | .285 | .001 | 3.458 | |
| Modelleinsatz (FDW) | .123 | .052 | .193 | .020 | 2.368 | |
| Hindernisse (gesamt) | -.176 | .052 | -.256 | .001 | -3.415 | |
| Inhaltsorientierung | .164 | .054 | .227 | .003 | 3.017 | |
| $R^2$/*korr.* $R^2$ gesamt | | | | | | .375/.353 |

Wenn die Einflüsse der Faktoren auf die abhängige Variable aber unabhängig voneinander untersucht werden, können auftretende Effekte bzw. Korrelationen größer ausfallen (Tab. 61), da keine Überlappungen mit anderen Einflussfaktoren berücksichtigt werden. Dies trifft insbesondere auf das fachdidaktische Wissen zum

Modelleinsatz zu. Durch die Hinzunahme des Prädiktors ‚Hindernisse' sinkt der β-Gewicht des fachdidaktischen Wissens. Dies bedeutet, dass ein Teil der Varianzaufklärung des Prädiktors nun vom hinzugenommenen Prädiktor ‚wahrgenommene Hindernisse' übernommen wird. Anzunehmen ist, dass der Prädiktor fachdidaktisches Wissen ebenfalls Aspekte der Hinderniswahrnehmung erfasst, wie z. B. mögliche Lernhindernisse, die jedoch nun durch einen eigenen Faktor erfasst werden.

#### 6.5.1.3 Induktiver Ansatz des Modelllernens

im Rahmen der Überprüfung der lehrerbezogenen Einflussfaktoren auf den induktiven Ansatz wurde ebenfalls zuerst die Pearson-Korrelationen zwischen der Response-Variable des Modelleinsatzes (deduktiv) und den erhobenen unabhängigen Variablen als in Frage kommende Prädiktoren berechnet bzw. aus den Analysen in den vorherigen Kapiteln überblicksartig zusammengestellt (Tab. 63).

Tab. 63 | Zusammenhangsmaße zwischen der abhängigen Variable Modelleinsatz (induktiv) und den unabhängigen, lehrerbezogenen Variablen

| | *r* | *p* | *n* |
|---|---|---|---|
| Modellverständnis (FW) | -.019 | .913 | 34 |
| Modelleinsatz (FDW) | .458** | .007 | 34 |
| Inhaltsorientierung | .322 | .063 | 34 |
| Methodenorientierung | .259 | .146 | 33 |
| Beurteilungsorientierung | .164 | .354 | 34 |
| LTÜ Transmission | .098 | .583 | 34 |
| LTÜ Konstruktion | .214 | .224 | 34 |
| Hindernisse (gesamt) | -.080 | .654 | 34 |

*Anmerkungen*. Pearson-Korrelation (*r*); * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Die Korrelationsanalysen zeigen, dass lediglich der Zusammenhang der Variable ‚Fachdidaktisches Wissen (Modelleinsatz)' signifikant positiv mit der abhängigen Variable ‚Modelleinsatz (induktiv)' zusammenhängt ($r = .458$) – dies entspricht einem großen Effekt. Die anderen unabhängigen Variablen zeigen keine signifikanten Zusammenhänge mit der Zielvariable, jedoch haben ihre Korrelationskoeffizienten Effekte mittlerer Stärke. Auf die auch hier im Raum stehende Problematik kleiner Stichproben bei Korrelationsanalysen wurde bereits weiter oben

ausführlich eingegangen (Kapitel 6.3). Auch im Rahmen von multiplen Regressions-analysen können kleine Stichproben problematisch sein, dennoch könne sie wie im Kapitel zur Stichprobenplanung dargelegt (Kapitel 5.7.2) u. U. ausreichend sein, um Effekte statistisch abzusichern. Ausgehend von einem bei der Regressionsanalyse ebenfalls zu erwartenden starken Effekt ($R^2$ = 0.26) kann im Rahmen einer Poweranalyse unter der Festlegung des α- und β-Fehlerniveaus von α = .05 und β = .20 (Power = .80) sowie der Anzahl potentieller Prädiktoren von maximal zwei unter Verwendung des Programms G*Power eine erforderliche Stichprobengröße für ein signifikantes Gesamtmodell bestimmt werden (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 668f). Die so errechnete Stichprobengröße beträgt $N \geq 32$ und ist konform mit der erfassten Stichprobe von $N = 33$.
Die Berechnung der Regression erfolgt ebenfalls nach der hierarchischen Methode (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 722ff). Die Prädiktorenaufnahme geschieht entsprechend der zuvor identifizierten Höhe der Korrelationskoeffizienten. Innerhalb dieser Blöcke wird das Einschluss-Verfahren genutzt. Auf diese Weise wurden vier verschiedene Modelle berechnet, die hinsichtlich ihrer Signifikanz sowie der Signifikanz der Prädiktoren und der Veränderung im $R^2$ analysiert wurden.
Der lineare Zusammenhang zwischen den unabhängigen und der abhängigen Variable wurde bereits in den vorherigen Kapiteln graphisch mit Hilfe von Streudiagrammen geprüft. Die potentiellen unabhängigen Variablen weisen keine Multikollinearität auf. Sie korrelieren untereinander mit maximal $r = .667$. In der Regel liegen sie jedoch in einem Bereich von $r = 0$ bis $r = .250$/-.250. Damit liegen die Korrelationskoeffizienten der unabhängigen Variablen unter dem kritischen Wert von r = .70. Die Werte für die VIF und Tolerance der unabhängigen Variablen liegen ebenfalls außerhalb des kritischen Bereichs, d. h. die VIF-Werte sind ≤ 10 und die Tolerance-Werte sind ≥ 0.10. Die Homoskedastizität wurde graphisch anhand eines Streudiagramms der standardisierten Residuen (y-Achse) und der z-standardisierten Vorhersagewerte (x-Achse) geprüft. Der Shapiro-Wilk-Test für die standardisierten und unstandardisierten Residuen ist nicht signifikant ($p = .948$), d. h. dass die Residuen, wie notwendig, normalverteilt sind. Die Durbin-Watson-Statistik, welche das Vorliegen von Autokorrelationen der Residuen überprüft, fällt mit dem Wert 2.237 aus und ist dementsprechend akzeptabel. Bei der Analyse wurde Fall 39 ausgeschlossen, da es sich dabei um einen deutlichen Ausreißer handelte.
Die Ergebnisse der hierarchischen Regressionsanalyse sind in Tab. 64 dargestellt. Die schrittweise Hinzunahme bedeutender unabhängiger Variablen führt zu einer sukzessiven Steigerung des $R^2$. Bereits das erste Modell erklärt 20% der Varianz in der abhängigen Variable. Mit der Hinzunahme des Prädiktors modellbezogene Inhaltsorientierung erhöht sich das $R^2$ um .103. So zeigt das finale zweite Modell, dass das fachdidaktische Wissen zum Modelleinsatz und die auf die Modellinhalte bezogene Zielorientierung einen Einfluss auf den Umfang des Einsatzes von theoretischen Raummodellen im Rahmen des induktiven Ansatzes des Modelllernens haben ($F(2, 30) = 6.388$; $p = .005$, $n = 33$). Das Modell kann gemäß seines $R^2$-Wertes

30% der Varianz in der abhängigen Variable erklären. Gemäß des korrigierten $R^2$ können 25% Varianz aufgeklärt werden. Dies entspricht einer Effektstärke von $f^2$ = 0.33 welche als stark zu bezeichnen ist (BÜHNER, ZIEGLER 2012, S. 667). Die hohe Bedeutung der beiden Prädiktoren im zweiten Modell drückt sich auch in ihren jeweiligen standardisierten Regressionsgewichten (β) aus (Tab. 64). Der bedeutendste Prädiktor ist das fachdidaktische Wissen zum Modelleinsatz (β = .424), gefolgt von der Inhaltsorientierung (β = .321)
Die Hinzunahme weiterer unabhängiger Variablen, wie der modellbezogenen Methoden- oder Beurteilungsorientierung oder die Hindernisse beim Modelleinsatz trägt nicht zur weiteren Varianzaufklärung bei. Entsprechende Prädiktoren werden nicht signifikant. Daher wurden sie nicht weiter in der Regressionsanalyse berücksichtigt.

Tab. 64 | Hierarchische Regressionsanalyse relevanter unabhängiger Variablen auf den Modelleinsatz im Rahmen des induktiven Ansatzes

| | *B* | *SE(B)* | β | *p* | *t* | $\Delta R^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Schritt 1* | | | | | | .196, *p* = .011 |
| Modelleinsatz (FDW) | .303 | .110 | .443 | .010 | 2.748 | |
| *Schritt 2* | | | | | | .103, *p* = .004 |
| Modelleinsatz (FDW) | .290 | .105 | .424 | .010 | 2.767 | |
| Inhaltsorientierung | .261 | .125 | .321 | .045 | 2.097 | |
| $R^2$/*korr.* $R^2$ gesamt | | | | | | .299/.252 |

Die Ergebnisse zeigen, dass bei dem Modelleinsatz im Rahmen des induktiven Ansatzes andere lehrerbezogene Faktoren von Bedeutung sind als beim deduktiven Ansatz des Modelllernens. Das fachdidaktische Wissen spielt eine deutlich größere Rolle als beim deduktiven Ansatz. Die wahrgenommenen Hindernisse beim Modelleinsatz im Unterricht, die noch beim deduktiven Ansatz die größte Bedeutung für die Varianzaufklärung hatten, sind hier unbedeutend. Diskutabel ist die Feststellung, dass die Inhaltsorientierung hier von derart starker Bedeutung ist, obwohl beim Modelleinsatz im Rahmen des induktiven Ansatzes die Modellbildung im Vordergrund steht (s. u.).

### 6.5.2 Dimensionen des Modelleinsatzes

Das Messinstrument wurde vor dem Hintergrund einer Gliederung der Modelkompetenz in den drei Grunddimensionen „Modell als Medium“, „Modell als Methode“ und „Reflexion über Modelle“ (Kapitel 2.2.1) entwickelt. Diese

Dreigliederung fand eine Konkretisierung in den vier Dimensionen des Modelleinsatzes – Modellauswertung, Modellbildung und -anwendung sowie Modellreflexion. An dieser Gliederung orientieren sich auch die Hypothesen. Um einen möglichst schulnahen, authentischen Rahmen zu gewährleisten, mussten die befragten Lehrkräfte auswählen, ob sie das präsentierte Modell den Schülerinnen und Schülern vorgeben (deduktiver Ansatz) oder ob sie es durch sie entwickeln lassen (induktiver Ansatz). Im Rahmen dieser beiden Ansätze wurden die entsprechenden Einsatzfacetten bzw. die zugehörigen Items, die danach fragten, wie oft die Schülerinnen und Schüler unterschiedliche modellbezogene Tätigkeiten durchführen, präsentiert (Tab. 65).

Tab. 65 | Herleitung der Skalen zu den Dimensionen des Modelleinsatzes

<table>
<tr><th>deduktiver Ansatz<br>(n = 149)</th><th>induktiver Ansatz<br>(n = 51)</th><th>neue Skala</th></tr>
<tr><td>Orientierung</td><td rowspan="4"></td><td rowspan="4">Modellauswertung<br>(n = 149;<br>M = 3.13, SD = 0.38)</td></tr>
<tr><td>Modelle beschreiben</td></tr>
<tr><td>Modelle erklären</td></tr>
<tr><td>Modelle beurteilen</td></tr>
<tr><td rowspan="5"></td><td>Planung</td><td rowspan="6">Modellbildung<br>(n = 51;<br>M = 2.96, SD = 0.41)</td></tr>
<tr><td>Datenanalyse</td></tr>
<tr><td>Modell herstellen</td></tr>
<tr><td>Eigenes Modell erklären</td></tr>
<tr><td>Modell testen</td></tr>
<tr><td><s>Modelle ändern</s></td><td>Modelle ändern</td></tr>
<tr><td>Modelltransfer</td><td>Modelltransfer</td><td rowspan="2">Modellanwendung<br>(n = 189; M = 3.03, SD = 0.52)</td></tr>
<tr><td>Modellprognose</td><td>Modellprognose</td></tr>
<tr><td>Modellreflexion (Medium)</td><td>Modellreflexion (Medium)</td><td rowspan="2">Modellreflexion<br>($n_{gesamt}$ = 200; $M_{200}$ = 2.92, $SD_{200}$ = 0.92;<br>$n_{168}$, M = 3.28, SD = 0.57)</td></tr>
<tr><td>Modellreflexion (Methode)</td><td>Modellreflexion (Methode)</td></tr>
</table>

Im Rahmen des deduktiven Ansatzes des Modelllernens können auch Änderungen am Modell erfolgen. Zudem kann es angewandt werden und die Arbeit mit dem Model als Anlass genommen werden, über Modelle an sich auf einer Metaebene zu reflektieren. Damit fließen in den Modelleinsatz im Rahmen des deduktiven Ansatzes auch Einsatzfacetten der anderen Dimensionen des Modelleinsatzes, die sich nicht nur auf die reine Modellauswertung beziehen, ein. Ähnliches gilt auch für den Ansatz des induktiven Modelllernens. Hier steht zwar die Modellbildung im Vordergrund (Methode) aber auch diese Modelle können angewandt werden. Zudem kann auch auf einer Metaebene über Modelle an sich im Rahmen des induktiven Ansatzes reflektiert werden.
Die vier Dimensionen des Modelleinsatzes liegen damit in einer Querstruktur vor. Nun gilt es, sie wieder zusammenzuführen und im Hinblick auf potentielle lehrerbezogene Einflussfaktoren zu untersuchen sowie zu diskutieren, da die Fragestellung und die Hypothesen dieser Arbeit auf diese Kategorien bzw. Skalen abzielen. Tab. 65 veranschaulicht dieses Prinzip. Dabei wurde nur die Subskala ‚Modelle ändern', die im Rahmen des deduktiven Ansatzes abgefragt wurde, nicht in die neue Skala ‚Modellbildung' integriert, da die Probanden, die diese beantwortet haben, zu den anderen fünf Einsatzfacetten der Modellbildung keine Aussagen gemacht haben. Das weitere Vorgehen orientiert sich an den vorherigen, nach den Ansätzen des Modelllernens differenzierten Analyse.

#### 6.5.2.1 Modell als Medium – Modellauswertung

Die Dimension ‚Modellauswertung' mit ihren vier Subskalen hat einen Mittelwert von $M = 3.13$ ($n = 149$, $SD = 0.38$). Der Modelleinsatz innerhalb dieser Dimension erfolgt damit sehr umfänglich bzw. elaboriert. Zur Ermittlung relevanter Prädiktoren wurde zuerst die Pearson-Korrelationen zwischen der abhängigen Variable der Skala ‚Modellauswertung' und den erhobenen unabhängigen Variablen berechnet (Tab. 66). Die Korrelationsanalysen zeigen – wie bei der Analyse des deduktiven Ansatzes (s. o.) – , dass die Variablen ‚Modellverständnis', und die ‚Transmission' nicht signifikant mit der Gesamtskala ‚Modellauswertung' korrelieren. Die genannten Variablen finden daher in der folgenden Regressionsanalyse keine weitere Berücksichtigung. Gemäß COHEN (1988) haben die meisten Koeffizienten einen mittleren Effekt. Die Beurteilungsorientierung hat einen Korrelationskoeffizienten ($r = .494$) der einen starken Effekt hat. Die konstruktivistische lerntheoretische Überzeugung ($r = .206$) hat hingegen einen kleinen Effekt.

Tab. 66 | Zusammenhangsmaße zwischen der abhängigen Variable Modelleinsatz (deduktiv) und den unabhängigen, lehrerbezogenen Variablen

| | *r* | *p* | *n* |
|---|---|---|---|
| Modellverständnis (FW) | .041 | .649 | 127 |
| Modelleinsatz (FDW) | .321*** | < .001 | 126 |
| Inhaltsorientierung | .212* | .018 | 124 |
| Methodenorientierung | 257** | .004 | 124 |
| Beurteilungsorientierung | .494** | < .001 | 124 |
| LTÜ Transmission | -.063 | .489 | 124 |
| LTÜ Konstruktion | .206* | .022 | 124 |
| Hindernisse (gesamt) | -.380** | < .001 | 122 |

*Anmerkungen*. Pearson-Korrelation (*r*); * $p$ <.05, ** $p$ <.01, *** $p$ <.001

Die Berechnung der Regression erfolgt auch hier nach der hierarchischen Methode (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 722ff), wie sie bereits schon erläutert wurde. Auf diese Weise entstehen fünf Modelle, die hinsichtlich ihrer Signifikanz sowie der Signifikanz der Prädiktoren und der Veränderung im $R^2$ analysiert werden.
Den als basale Voraussetzung notwendigen linearen Zusammenhang zwischen den unabhängigen und der abhängigen Variable wurde mit Hilfe von Streudiagrammen geprüft (Abb. 79).

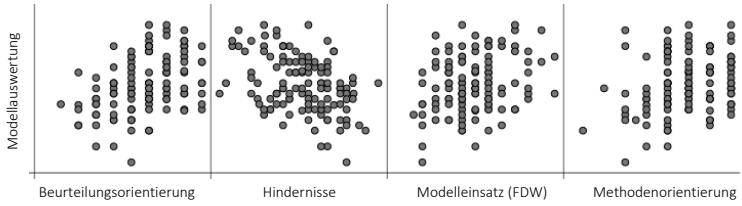



Abb. 79 | Auszug aus der Streudiagramm-Matrix der abhängigen Variable ‚Modellauswertung' mit den Prädiktoren des Modells 4

Die unabhängigen Variablen weisen keine Multikollinearität auf. Sie korrelieren untereinander mit maximal $r$ = .475. In der Regel liegen sie jedoch deutlich niedriger. Die Korrelationskoeffizienten der unabhängigen Variablen liegen damit unter dem kritischen Wert von $r$ = .70. Die Werte für die VIF und Tolerance der unabhängigen Variablen liegen ebenfalls außerhalb des kritischen Bereichs. Die

Homoskedastizität wurde graphisch anhand eines Streudiagramms der standardisierten Residuen (y-Achse) und der z-standardisierten Vorhersagewerte (x-Achse) geprüft. Der Shapiro-Wilk-Test für die standardisierten und unstandardisierten Residuen ist nicht signifikant ($p$ = .546). Somit liegt eine Normalverteilung der Residuen vor. Die Durbin-Watson-Statistik, welche das Vorliegen von Autokorrelationen der Residuen überprüft, fällt mit dem Wert 2.001 optimal aus. Bei der Analyse wurde drei Fälle (Ausreißer) ausgeschlossen.

Die Ergebnisse der hierarchischen Regressionsanalyse sind in Tab. 67 dargestellt. Die schrittweise Hinzunahme bedeutender unabhängiger Variablen gemäß der Höhe ihres Korrelationskoeffizienten (Tab. 66) führt zu einer sukzessiven Steigerung des $R^2$. Bereits das erste Modell erklärt 18% der Varianz in der abhängigen Variable. Mit der Hinzunahme weiterer Prädiktoren erhöht sich das $R^2$ sukzessive. So zeigt das finale vierte Modell, dass die modellbezogenen Methoden- und Beurteilungsorientierung sowie die wahrgenommenen Hindernisse beim Modelleinsatz und eingeschränkt das fachdidaktische Wissen zum Modelleinsatz einen deutlichen Einfluss auf den Umfang des Einsatzes von theoretischen Raummodellen im Rahmen der klassischen Modellauswertung haben ($F$(4, 114) = 16.564; $p$ = <.001, $n$ = 119). Dabei stehen alle Prädiktoren, bis auf die wahrgenommenen Hindernisse, in einem positiven Zusammenhang mit dem abhängigen Merkmal – die Hindernisse stehen folglich in einem negativen Zusammenhang. Das vierte Modell kann gemäß seines $R^2$-Wertes 37% der Varianz in der abhängigen Variable erklären. Aufgrund der hohen Anzahl von Prädiktoren ist jedoch das *korrigierte* $R^2$ ein geeigneteres Maß, die Varianzaufklärung zu quantifizieren. Dies beträgt .345, wodurch 35% der Varianz aufgeklärt werden und entspricht einer Effektstärke von $f^2$ = 0.53, die als stark zu bezeichnen ist (BÜHNER, ZIEGLER 2012, S. 667).

Die Hinzunahme weiterer unabhängiger Variablen, wie der modellbezogenen Inhaltsorientierung führt zu einem sinkenden korrigierten $R^2$. Zudem werden die Prädiktoren nicht signifikant. Das auf den Modelleinsatz bezogene fachdidaktische Wissen wurde, obwohl der Prädiktor nicht signifikant ist, im Regressionsmodell belassen, da er zum einen eine besondere theoretische Relevanz besitzt und zum anderem trotzdem zur Varianzaufklärung beiträgt (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 666f). Auch hier scheint es wieder eine Überschneidung mit dem Prädiktor wahrgenommene Hindernisse beim Modelllernen zu geben, da das fachdidaktische Wissen bei Anwendung des Pearson-Korrelationsverfahrens ursprünglich hoch signifikant mit der Modellauswertung auf einem mittleren Niveau korrelierte (Tab. 66). Bleibt der Prädiktor ‚Hindernisse' im Modell unberücksichtigt, würde das modellbezogene fachdidaktische Wissen signifikant und hätte einen β-Gewicht von .181. Der bedeutendste Prädiktor sind abermals die wahrgenommenen Hindernisse beim Modelleinsatz (β = -.230), gefolgt von der Beurteilungsorientierung (β = .181), der Methodenorientierung (β = .159) und dem fachdidaktischen Wissen zum Modelleinsatz (β = .079). Die Bedeutung der Beurteilungsorientierung und des fachdidaktischen Wissens ist auf inhaltlicher Ebene logisch, da die Auswertung von Medien

aus fachdidaktischer Sicht auch immer die Beurteilung umfasst (WALLERT 1993) und der Kernlehrplan (Kapitel 2.2.4) hier einen entsprechenden Schwerpunkt legt (MSW NRW 2014). Die Bedeutung der Methodenorientierung war hingegen nicht als Prädiktor zu erwarten, da bei der Modellauswertung klar die mediale Perspektive im Vordergrund steht. Andererseits ist kritisch über den Begriff der Methode im Fach Geographie zu diskutieren. Er ist weiter gefasst und gilt als diffuser als in den Naturwissenschaftsdidaktiken, wo er v. a. auf Erkenntnismethoden und damit auf Wissensproduktion anstelle von -reproduktion abzielt (HEMMER 2008; LETHMATE 2005).

Tab. 67 | Hierarchische Regressionsanalyse relevanter unabhängiger Variablen auf die Dimension ‚Modellauswertung'

| | *B* | *SE(B)* | β | *p* | *t* | $\Delta R^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Schritt 1* | | | | | | .184, *p* < .001 |
| Beurteilungsorientierung | .256 | .050 | .429 | < .001 | 5.139 | |
| *Schritt 2* | | | | | | .123, *p* < .001 |
| Beurteilungsorientierung | .232 | .046 | .388 | < .001 | 4.983 | |
| Hindernisse (gesamt) | -.249 | .055 | -.354 | < .001 | -4.546 | |
| *Schritt 3* | | | | | | .011, *p* < .001 |
| Beurteilungsorientierung | .199 | .052 | .333 | <.001 | 3.803 | |
| Hindernisse (gesamt) | -.238 | .055 | -.338 | < .001 | -4.308 | |
| Modelleinsatz (FDW) | .075 | .056 | .119 | .181 | 1.346 | |
| *Schritt 4* | | | | | | .049, *p* < .001 |
| Beurteilungsorientierung | .181 | .051 | .302 | .001 | 3.542 | |
| Hindernisse (gesamt) | -.230 | .053 | -.327 | < .001 | -4.307 | |
| Modelleinsatz (FDW) | .079 | .054 | .125 | .147 | 1.462 | |
| Methodenorientierung | .159 | .053 | .224 | .004 | 2.980 | |
| $R^2$/*korr.* $R^2$ gesamt | | | | | | .368/.345 |

#### 6.5.2.2 Modell als Methode – Modellbildung

Die Dimension ‚Modellbildung' mit ihren sechs Subskalen hat einen Mittelwert von *M* = 2.96 (*n* = 51, *SD* = 0.41). Der Modelleinsatz innerhalb dieser Dimension erfolgt damit umfänglich bzw. elaboriert – nicht ganz auf dem Niveau der Modellauswertung (s. o.). Zur Ermittlung relevanter Prädiktoren wurde zuerst die Pearson-Korrelationen zwischen der abhängigen Variable der Skala ‚Modellbildung' als erste der zwei Skalen der Grunddimension ‚Modell als Methode' und den erhobenen unabhängigen Variablen berechnet (Tab. 68).
Die Korrelationsanalyse zeigt, dass lediglich der Zusammenhang der Variable ‚Modelleinsatz (FDW)' signifikant positiv mit der abhängigen Variable ‚Modellbildung' zusammenhängt (*r* = .483) – dies entspricht einem großen Effekt. Die anderen unabhängigen Variablen zeigen keine signifikanten Zusammenhänge mit der Zielvariable, obwohl sie teils Effekte mit mittlerer Stärke aufweisen (Inhaltsorientierung).

Tab. 68 | Zusammenhangsmaße zwischen der abhängigen Variable ‚Modellbildung' und den unabhängigen Variablen

| | *r* | *p* | *n* |
|---|---|---|---|
| Modellverständnis (FW) | -.045 | .803 | 33 |
| Modelleinsatz (FDW) | .483** | .004 | 33 |
| Inhaltsorientierung | .302 | .088 | 33 |
| Methodenorientierung | .126 | .492 | 32 |
| Beurteilungsorientierung | .076 | .674 | 33 |
| LTÜ Transmission | .056 | .756 | 33 |
| LTÜ Konstruktion | .216 | .226 | 33 |
| Hindernisse (gesamt) | -.086 | .650 | 33 |

*Anmerkungen*. Pearson-Korrelation (*r*); * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Die Stichprobe ist zwar klein, lässt jedoch die Durchführung einer Regressionsanalyse aufgrund der gleichen Überlegungen wie zur Regressionsanalyse im Rahmen des induktiven Ansatzes zu (s. o.). Die hierarchische Regressionsanalyse ergibt zwei Modelle (Tab. 69). Der lineare Zusammenhang zwischen den unabhängigen und der abhängigen Variable wurde mit Hilfe von Streudiagrammen geprüft (Abb. 80).

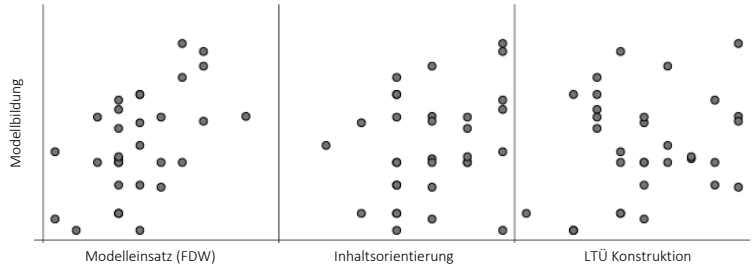



Abb. 80 | Auszug aus der Streudiagramm-Matrix der abhängigen Variable ‚Modellbildung' mit relevanten Prädiktoren

Die unabhängigen Variablen weisen keine Multikollinearität auf. Sie korrelieren untereinander mit maximal $r$ = .437 und liegen damit unter dem kritischen Wert von $r$ = .70. Die Werte für die VIF und Tolerance der unabhängigen Variablen liegen ebenfalls außerhalb des kritischen Bereichs. Die Homoskedastizität wurde graphisch anhand eines Streudiagramms der standardisierten Residuen (y-Achse) und der z-standardisierten Vorhersagewerte (x-Achse) geprüft. Der Shapiro-Wilk-Test für die standardisierten und unstandardisierten Residuen ist nicht signifikant ($p$ = .248). Somit liegt eine Normalverteilung der Residuen vor. Die Durbin-Watson-Statistik liegt mit dem Wert von 2.5 knapp im akzeptablen Bereich. Bei der Analyse wurde ein Fall (Ausreißer) ausgeschlossen.
Die Ergebnisse der hierarchischen Regressionsanalyse sind in Tab. 69 dargestellt. Bereits das erste Modell, das den Prädiktor modellbezogenes fachdidaktisches Wissen einschließt, erklärt 30% der Varianz in der abhängigen Variable. Mit der Hinzunahme des Prädiktors modellbezogene Inhaltsorientierung erhöht sich das $R^2$ um .127. So zeigt das finale zweite Modell, dass das fachdidaktische Wissen zum Modelleinsatz und die auf die Modellinhalte bezogene Zielorientierung einen Einfluss auf den Umfang des Einsatzes von theoretischen Raummodellen im Rahmen der Modellbildung haben ($F$(2, 29) = 10.703; $p$ = <.001, $n$ = 31). Das Modell kann gemäß seines $R^2$-Wertes 42.5% der Varianz in der abhängigen Variable erklären. Gemäß des korrigierten $R^2$ können 38.5% Varianz aufgeklärt werden. Dies entspricht einer Effektstärke von $f^2$ = 0.63 welche als stark zu bezeichnen ist (BÜHNER, ZIEGLER 2012, S. 667). Der bedeutendste Prädiktor im zweiten finalen Modell ist das fachdidaktische Wissen zum Modelleinsatz (β = .597), gefolgt von der Inhaltsorientierung (β = .360). Das fachdidaktische Wissen hat hier also eine höhere Bedeutung als bei der Modellauswertung. Die Hinzunahme weiterer unabhängiger Variablen trägt nicht zur weiteren Varianzaufklärung bei – das *korrigierte* $R^2$ würde sogar niedriger. Entsprechende Prädiktoren werden nicht signifikant.
Die wahrscheinliche inhaltliche Begründung für den Zusammenhang zwischen dem Niveau des fachdidaktischen Wissens zum Modelleinsatz und dem Umfang

der Modellbildung liegt womöglich darin, dass fachdidaktisches Know-How zur Strukturierung von Modellierungsprozessen sowie über (modellierungsbezogene) Schülerinnen- und Schülerkognitionen sowie eine entsprechende Adaption des Unterrichtes entscheidend sind, um eine solche Lernstrategie effektiv zu initiieren (u. a. JUSTI, GILBERT 2002a; JUSTI, VAN DRIEL 2005; KRELL et al. 2016; STRÜBE et al. 2014; TEPNER et al. 2012). Dass das Modellverständnis der Lehrkräfte keinen Einfluss auf den Umfang der Modellbildung hat, erscheint kontraintuitiv, da bspw. die Erkenntnis, dass Modelle zur Hypothesengeneration genutzt werden können oder gar selbst zu testende Hypothesen darstellen, ebenfalls eine zentrale Einsicht ist, die v. a. für die weitere Testung und ggf. Änderung von Modellen ist wichtig (KRELL, KRÜGER 2016). Auch diesen Punkt gilt es abschließend kritisch zu diskutieren (Kapitel 9.1).

Die hohe Bedeutung der Inhaltsorientierung ist ebenfalls kontraintuitiv, da die Modellbildung in der fachdidaktischen Literatur als Erkenntnismethode angesehen wird. Es scheint jedoch, dass von den Lehrkräften mit der Modellbildung eher die Intention verknüpft wird, inhaltliches Wissen zu transportieren und nicht Modelle als erkenntnisgenerierende Werkzeuge zu nutzen. Dies passt zu den Befunden, dass eine Testung und darauffolgende Änderung von Modellen im Unterricht eine untergeordnete Rolle spielt und, dass der induktive Modelleinsatz eher dann präferiert wird, wenn kein geeignetes Material zur Verfügung steht (s. o.). In gewisser Weise ist dieser Befund das Pendant zur Bedeutung der Methodenorientierung im Rahmen der Modellauswertung (s. o.) und stellt abermals das Methodenverständnis der Geographielehrkräfte zur Diskussion.

Tab. 69 | Hierarchische Regressionsanalyse relevanter unabhängiger Variablen auf die Modellbildung

| | *B* | *SE(B)* | β | *p* | *t* | $\Delta R^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Schritt 1* | | | | | | .298, *p* = .001 |
| Modelleinsatz (FDW) | .435 | .122 | .546 | .001 | 3.565 | |
| *Schritt 2* | | | | | | .127, p < .001 |
| Modelleinsatz (FDW) | .476 | .113 | .597 | < .001 | 4.194 | |
| Inhaltsorientierung | .321 | .127 | .360 | .017 | 2.531 | |
| $R^2$/*korr.* $R^2$ gesamt | | | | | | .425/.385 |

#### 6.5.2.3 Modell als Methode – Modellanwendung

Die Dimension ‚Modellanwendung' mit ihren zwei Subskalen hat einen Mittelwert von *M* = 3.03 (*n* = 189, *SD* = 0.52). Der Modelltransfer (*M* = 3.16, *SD* = 0.55) erfolgt umfänglicher als die Modellprognose (*M* = 2.88, *SD* = 0.63). Der Modelleinsatz innerhalb dieser Dimension erfolgt damit sehr umfänglich bzw. elaboriert. Die Korrelationsanalyse (Tab. 72) zeigt, dass fast alle Zusammenhänge zwischen der unabhängigen Variable ‚Modellanwendung' und den unabhängigen Variablen signifikant sind. Korrelationskoeffizienten mit einer mittleren positiven Effektstärke haben die unabhängigen Variablen ‚Modelleinsatz (FDW)' (*r* = .270), ‚Inhaltsorientierung' (*r* = .299), ‚Methodenorientierung' (*r* = .351) und ‚Beurteilungsorientierung' (*r* = .270). Die Variable ‚Hindernisse' steht in einem negativen Zusammenhang mit der Zielvariable (*r* = -.217). Niedrige Korrelationskoeffizienten weisen die unabhängigen Variablen ‚LTÜ Konstruktion' (*r* = .191) und das Fachwissen über Modelle (*r* = .162) auf. Nicht signifikant ist der Zusammenhang zwischen der transmissiven lerntheoretischen Überzeugung und der Modellanwendung.

Tab. 70 | Zusammenhangsmaße zwischen der abhängigen Variable ‚Modellanwendung' und den unabhängigen Variablen

| | *r* | *p* | *n* |
|---|---|---|---|
| Modellverständnis (FW) | .162* | .041 | 160 |
| Modelleinsatz (FDW) | .270*** | .001 | 159 |
| Inhaltsorientierung | .299*** | < .001 | 157 |
| Methodenorientierung | .351*** | < .001 | 156 |
| Beurteilungsorientierung | .270** | .001 | 157 |
| LTÜ Transmission | -.024 | .769 | 157 |
| LTÜ Konstruktion | .191* | .017 | 157 |
| Hindernisse (gesamt) | -.217** | .007 | 155 |

*Anmerkungen*. Pearson-Korrelation (*r*); * *p* <.05, ** *p* <.01, *** *p* <.001

Auch hier wird eine hierarchische Regressionsanalyse durchgeführt, bei der die Prädiktoren entsprechend der Höhe ihres Korrelationskoeffizienten den Modellen hinzugefügt werden (s. o., Methode: Einschluss). Im ersten Verfahren wurde deutlich, dass die unabhängigen Variablen ‚Beurteilungsorientierung' und ‚Inhaltsorientierung' bei Hinzunahme der Variable ‚Modelleinsatz (FDW)' nicht mehr signifikanter Bestandteil des Modells sind, geringe β-Gewichte aufweisen, sie damit sehr

wenig zur Varianzaufklärung beitragen und nicht signifikant werden. Hier zeigt sich, dass das fachdidaktische Wissen zum Modelleinsatz Überschneidungen mit den beiden Zielorientierungen hat, jedoch bedeutsamer ist. Die Faktoren ‚Inhaltsorientierung' und ‚Beurteilungsorientierung' wurden infolgedessen bei der Erstellung einer zweiten hierarchischen Regressionsanalyse nicht berücksichtigt. Das Ergebnis dieser Analyse wird in Tab. 71 berichtet.
Den notwendigen linearen Zusammenhang zwischen den unabhängigen und der abhängigen Variable wurde mit Hilfe von Streudiagrammen geprüft (Abb. 81).
Die unabhängigen Variablen weisen keine Multikollinearität auf. Sie korrelieren untereinander mit maximal $r$ = .185. und liegen damit unter dem kritischen Wert von $r$ = .70. Die Werte für die VIF und Tolerance der unabhängigen Variablen liegen ebenfalls außerhalb des kritischen Bereichs, d. h. die VIF-Werte sind ≤ 10 und die Tolerance-Werte sind ≥ 0.10. Die Homoskedastizität wurde auch hier graphisch anhand eines Streudiagramms der standardisierten Residuen (y-Achse) und der z-standardisierten Vorhersagewerte (x-Achse) geprüft. Gemäß des Shapiro-Wilk-Tests für die standardisierten und unstandardisierten Residuen sind diese normalverteilt ($p$ = .301). Die Durbin-Watson-Statistik hat den Wert 2.285 und ist damit akzeptabel. Bei der Analyse wurde fünf Fälle (Ausreißer) ausgeschlossen.




Abb. 81 | Auszug aus der Streudiagramm-Matrix der abhängigen Variable ‚Modellanwendung' mit den Prädiktoren des Modells 3

Die Ergebnisse der hierarchischen Regressionsanalyse zeigen, dass das erste Modell 14% der Varianz in der abhängigen Variable erklärt. Mit der Hinzunahme weiterer Prädiktoren erhöht sich das $R^2$ sukzessive. So zeigt das finale dritte Modell, dass die modellbezogene Methodenorientierung, das fachdidaktische Wissen über den Einsatz von Modellen aber auch die Hindernisse beim Modelleinsatz einen Einfluss auf den Umfang des Einsatzes, d. h. die Häufigkeit bestimmter Schülerinnen- und Schülertätigkeiten bei der Anwendung von theoretischen Raummodellen haben ($F$(3, 143) = 13.273; $p$ = <.001, $n$ = 144). Dabei stehen alle Prädiktoren, bis auf die wahrgenommenen Hindernisse, in einem positiven Zusammenhang mit dem abhängigen Merkmal – die Hindernisse stehen folglich in einem negativen

Zusammenhang. Das dritte, finale Modell kann gemäß seines $R^2$-Wertes 22% der Varianz in der abhängigen Variable, d. h. im Umfang der Modellanwendung erklären. Gemäß des korrigierten $R^2$ können 20% Varianz aufgeklärt werden. Dies entspricht einer Effektstärke von $f^2 = 0.28$ welche als mittel bis stark zu bezeichnen ist (BÜHNER, ZIEGLER 2012, S. 667). Der bedeutendste Prädiktor im finalen Modell ist die auf Modelle bezogene methodische Zielorientierung (β = .327), gefolgt von den Hindernissen beim Modelleinsatz (β = -.212). Die geringste Bedeutung hat das modellbezogene fachdidaktische Wissen der Lehrkräfte (β = .157). Da die Anwendung von Modellen sehr deutlich den methodischen Charakter von Modellen in den Mittelpunkt (Transfer, Prognose etc.) rückt, ist der der Einfluss der methodischen Zielorientierung inhaltlich naheliegend. Auch die Bedeutung des fachdidaktischen Wissens erscheint inhaltlich plausibel, da Lehrkräfte mit einem ausgeprägten fachdidaktischen Wissen um die Bedeutung des Transfers von zuvor generierten allgemeingeographischen Erkenntnissen (Exemplarik und Transfer, KÖCK 2008) vor dem Hintergrund der kategorialen Bildung wissen (SCHULTZE 1998, 1996; WIKTORIN 2013a), geeignete Transferbeispiele kennen etc.

Tab. 71 | Hierarchische Regressionsanalyse relevanter unabhängiger Variablen auf die Modellanwendung

| | *B* | *SE(B)* | β | *p* | *t* | $\Delta R^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Schritt 1* | | | | | | .137, p < .001 |
| Methodenorientierung | .369 | .077 | .370 | < .001 | 4.793 | |
| *Schritt 2* | | | | | | .037, p < .001 |
| Methodenorientierung | .374 | .076 | .375 | < .001 | 4.954 | |
| Modelleinsatz (FDW) | .168 | .066 | .193 | .012 | 2.550 | |
| *Schritt 3* | | | | | | .044, p < .001 |
| Methodenorientierung | .366 | .074 | .367 | < .001 | 4.950 | |
| Modelleinsatz (FDW) | .137 | .065 | .157 | .038 | 2.090 | |
| Hindernisse (gesamt) | -.194 | .069 | -.212 | .005 | -2.828 | |
| $R^2$/*korr.* $R^2$ gesamt | | | | | | .218/.201 |

Die wahrgenommenen Hindernisse zeigen insgesamt sowie in den Subskalen materialbezogene Hindernisse und schüler-/lernbezogene Hindernisse negative Zusammenhänge (Kapitel 6.3.5). Dies ist inhaltlich plausibel. So können nicht geeignetes Material (z. B. Raumbeispiele) aber auch mangelnde kognitive

Voraussetzungen oder mangelndes Interesse bei den Schülerinnen und Schülern etc. dazu führen, dass Modelle weniger umfangreich angewandt werden. Interessant ist, dass Zeitmangel und curriculare Restriktionen etc. hier keine Rolle zu spielen scheinen.

#### 6.5.2.4 Reflexion über Modelle

Die Dimension ‚Modellreflexion' mit ihren zwei Subskalen hat einen Mittelwert von $M$ = 3.28 ($n$ = 168, $SD$ = 0.47). Wenn über Modelle auf einer Metaebene reflektiert wird, erfolgt diese Reflexion damit sehr umfänglich bzw. elaboriert. Berücksichtigt man die Probanden, die nicht über Modelle auf einer Metaebene reflektieren ist der Mittelwert geringer ($n$ = 200, $M$ = 2.92, $SD$ = 0.92).

Tab. 72 | Zusammenhangsmaße zwischen der abhängigen Variable ‚Modellreflexion' und den unabhängigen Variablen

| | *r* | *p* | *n* |
|---|---|---|---|
| Modellverständnis (FW) | .087 | .276 | 158 |
| Modelleinsatz (FDW) | .314*** | < .001 | 157 |
| Inhaltsorientierung | .351*** | < .001 | 155 |
| Methodenorientierung | .266** | .001 | 154 |
| Beurteilungsorientierung | .460*** | < .001 | 155 |
| LTÜ Transmission | .027 | .741 | 155 |
| LTÜ Konstruktion | .087 | .284 | 155 |
| Hindernisse (gesamt) | -.199* | .015 | 153 |

*Anmerkungen*. Pearson-Korrelation (*r*); * $p$ <.05, ** $p$ <.01, *** $p$ <.001

Die Ergebnisse der Korrelationsanalyse (Tab. 72) zeigen, dass viele Zusammenhänge zwischen der unabhängigen Variable ‚Modellreflexion' und den unabhängigen Variablen signifikant sind. Korrelationskoeffizienten, die eine mittlere positive Effektstärke aufweisen, haben die unabhängigen Variablen ‚Modelleinsatz (FDW)' ($r$ = .314), ‚Inhaltsorientierung' ($r$ = .351), ‚Methodenorientierung' ($r$ = .266). Einen etwas schwächeren und negativen Zusammenhang weist die Variable ‚Hindernisse' auf ($r$ -.199). Einen starken Zusammenhang mit der Zielvariable hat im Gegensatz dazu die unabhängige Variable ‚Beurteilungsorientierung' ($r$ = .460).
Die erste hierarchische Regressionsanalyse, bei der die Prädiktoren entsprechend der Höhe ihres Korrelationskoeffizienten den Modellen hinzugefügt werden

(Verfahren: Einschluss; s. o.) zeigte, dass die unabhängigen Variable ‚Inhaltsorientierung' nach Ergänzung der Variablen ‚Methodenorientierung' und ‚Modelleinsatz (FDW)' nicht mehr signifikanter Bestandteil des Modells ist und ein relativ geringes β-Gewichte aufweist und damit wenig zur Varianzaufklärung beitragen. Der Faktor ‚Inhaltsorientierung' wurde infolgedessen bei der Erstellung einer zweiten hierarchischen Regressionsanalyse nicht berücksichtigt. Das Ergebnis dieser Analyse wird in Tab. 73 berichtet.
Der lineare Zusammenhang zwischen den unabhängigen und der abhängigen Variable wurde mit Hilfe der folgenden Streudiagramme geprüft.
Die unabhängigen Variablen korrelieren untereinander mit maximal $r$ = .389 und weisen damit keine Multikollinearität auf. Die Werte für die VIF und Tolerance der unabhängigen Variablen liegen ebenfalls außerhalb des kritischen Bereichs, d. h. die VIF-Werte sind ≤ 10 und die Tolerance-Werte sind ≥ 0.10. Die Homoskedastizität wurde graphisch anhand eines Streudiagramms der standardisierten Residuen (y-Achse) und der z-standardisierten Vorhersagewerte (x-Achse) geprüft. Gemäß des Der Shapiro-Wilk-Tests für die standardisierten und unstandardisierten Residuen sind diese normalverteilt ($p$ = .405). Die Durbin-Watson-Statistik hat den Wert 1.956 und ist damit optimal. Bei der Analyse wurden neun Fälle (Ausreißer) ausgeschlossen.

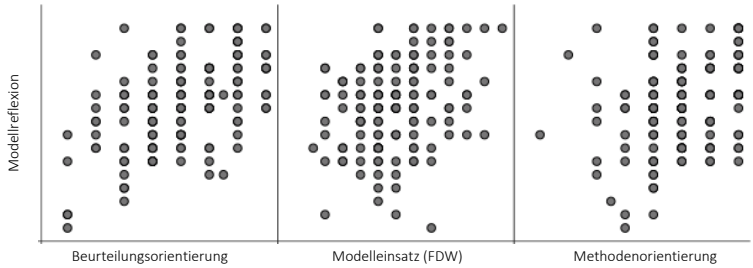



Abb. 82 | Auszug aus der Streudiagramm-Matrix der abhängigen Variable ‚Modellreflexion' mit den Prädiktoren des Modells 3

Die Ergebnisse der zweiten hierarchischen Regressionsanalyse zeigen, dass das erste Modell bereits 28% der Varianz in der abhängigen Variable erklären kann. Mit der Hinzunahme weiterer Prädiktoren erhöht sich das $R^2$ weiter. So zeigt das finale dritte Modell, dass die modellbezogenen Beurteilungsorientierung, das fachdidaktische Wissen über den Einsatz von Modellen sowie die modellbezogene Methodenorientierung einen Einfluss auf den Umfang des Einsatzes, d. h. die Häufigkeit bestimmter Schülerinnen- und Schülertätigkeiten bei der Metareflexion über theoretische Raummodelle haben ($F$(3, 141) = 24.755; $p$ = <.001, $n$ = 142). Dabei stehen alle Prädiktoren in einem positiven Zusammenhang mit dem

abhängigen Merkmal. Das dritte, finale Modell kann gemäß seines $R^2$-Wertes 34.5% der Varianz in der abhängigen Variable, d. h. im Umfang der Modellreflexion resp. der Häufigkeit der damit verbundenen Schülerinnen- und Schülertätigkeiten erklären. Gemäß des korrigierten $R^2$ können 33% Varianz aufgeklärt werden. Dies entspricht einer Effektstärke von $f^2 = 0.49$, die als stark zu bezeichnen ist (BÜHNER, ZIEGLER 2012, S. 667). Der bedeutendste Prädiktor im finalen Modell ist die auf Modelle bezogene urteilsbezogene Zielorientierung (β = .425), gefolgt von der methodischen Zielorientierung (β = .225). Die geringste Bedeutung hat das modellbezogene fachdidaktische Wissen der Lehrkräfte (β = .166).

Tab. 73 | Hierarchische Regressionsanalyse relevanter unabhängiger Variablen auf die Modellreflexion

| | *B* | *SE(B)* | β | *p* | *t* | $\Delta R^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *Schritt 1* | | | | | | .277, p < .001 |
| Beurteilungsorientierung | .364 | .049 | .527 | < .001 | 7.407 | |
| *Schritt 2* | | | | | | .019, p < .001 |
| Beurteilungsorientierung | .324 | .053 | .469 | < .001 | 6.137 | |
| Modelleinsatz (FDW) | .110 | .057 | .148 | .055 | 1.934 | |
| *Schritt 3* | | | | | | .049, p < .001 |
| Beurteilungsorientierung | .294 | .052 | .425 | < .001 | 5.655 | |
| Modelleinsatz (FDW) | .123 | .055 | .166 | .026 | 2.244 | |
| Methodenorientierung | .187 | .058 | .225 | .001 | 3.253 | |
| $R^2$/*korr.* $R^2$ gesamt | | | | | | .345/.331 |

Hiermit werden nur in einigen Teilen empirische Befunde aus der internationalen Literatur untermauert. Ein Zusammenhang mit konstruktivistischen Orientierungen und dem Modellverständnis der Lehrkräfte, der in einigen Studien (HENZE et al. 2007, S. 112; JUSTI, GILBERT 2002b, 2002b; JUSTI, VAN DRIEL 2005; KHAN 2011; VAN DRIEL, VERLOOP 2002) konstruiert bzw. diskutiert wurde, findet hier allerdings keine Bestätigung. Der hohe Einfluss der Beurteilungsorientierung ist inhaltlich plausibel – Lehrkräfte, denen ein kritischer Umgang mit Modellen wichtig ist, werden Modelle auch umfänglicher auf einer allgemeinen Ebene diskutieren. Auch der Einfluss des fachdidaktischen Wissens ist vor dem bereits skizzierten fachdidaktischen Anspruch eines reflektierten Umgangs mit Medien nachvollziehbar. Weniger erwartbar ist der Einfluss der methodischen Orientierung beim Modelleinsatz. Dies

liegt daran, dass die Reflexion über den methodischen Charakter von Modellen eine Subskala der abhängigen Variable bildet. Die Korrelation mit der Subskala ‚Modellreflexion ‚Methode' ($r$ = .486, $p \leq .001$) ist deutlich stärker als die Korrelation mit der Subskala ‚Modellreflexion (Medium)' ($r$ = .232, $p$ = .004).

#### 6.5.2.5 Überblick über relevante Prädiktoren

Die folgende Abbildung ist nach den vier Dimensionen des Modelleinsatzes strukturiert. Sie vermittelt als Kapitelabschluss einen Überblick über die identifizierten Prädiktoren sowie die Varianzaufklärung in den abhängigen Variablen. Sie zeigt sehr deutlich, dass die Zielorientierungen grundsätzlich eine hohe Bedeutung aufweisen. Das fachdidaktische Wissen zeigt sich als bedeutsamerer Prädiktor des Professionswissens. Lerntheoretische Überzeugungen und das Modellverständnis haben indes keine Bedeutung. Neben diesen lehrerbezogenen Einflussfaktoren konnten vor allem die wahrgenommenen Hindernisse als Kontextvariable einen Beitrag zur Varianzaufklärung leisten. Die Varianzaufklärungen liegen in einem akzeptablen bis guten Bereich.

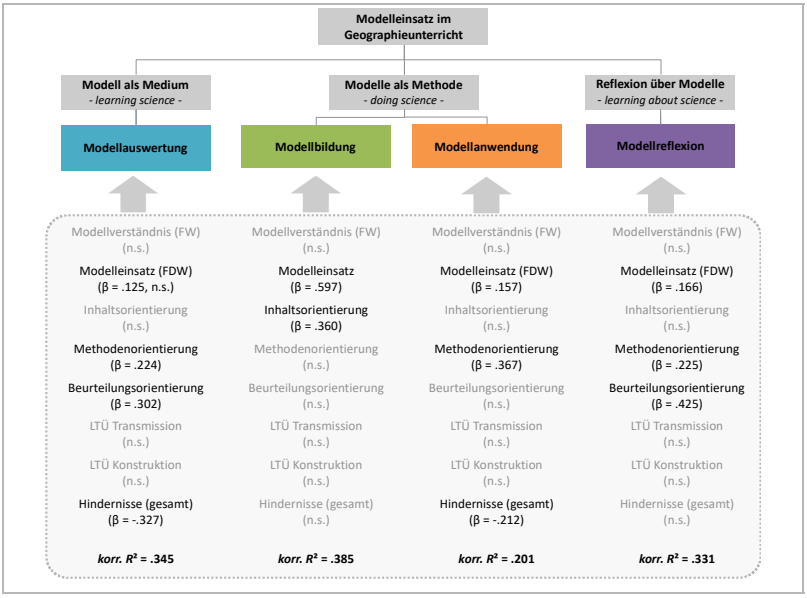



Abb. 83 | Übersicht über die relevanten Prädiktoren der vier Modelleinsatzdimensionen

## 6.6 Zusammenfassung zentraler Erkenntnisse

Die folgende Zusammenfassung der Ergebnisse sowie der Diskussion stellt zentrale Ergebnisse im Überblick dar. Die Ergebnisse sind strukturiert nach den spezifischen Modellen, der Wahl des Modelllernenansatzes sowie den vier Einsatzdimensionen von Modellen. Umfänglichere und vertiefende Ausführungen erfolgten bereits zuvor. Verallgemeinerung sind unter Vorbehalt formuliert, da die Stichprobe keine Zufallsstichrobe ist und damit wahrscheinlich Verzerrungen vorhanden sind. Zudem bilden die Basis der Befragung zwei exemplarische Modelle.

### 6.6.1 Einsatz oberstufenrelevanter theoretischer Raummodelle

- Die präsentierten Modelle sind den Lehrkräften (*N* = 200) weitestgehend bekannt:
  - Von den 46 Modellen ist kein Modell weniger als der Hälfte der Befragten bekannt.
  - 28 Modelle sind mehr als 90% der Befragten bekannt.
- 17 Modelle werden von mehr als 90% der Probanden im Unterricht eingesetzt und können daher als fester, kanonischer Bestandteil des Geographieunterrichts in der Gymnasialen Oberstufe gesehen werden (Abb. 84)
  - darunter: alle lehrplanrelevanten Modelle
  - darunter: zur Fragebogenentwicklung genutzte Modelle
- Die Modelle werden meistens sowohl im GK als auch im LK eingesetzt.
- Einige Modelle werden verstärkt im LK eingesetzt. Von den 17 kanonischen Modellen: Modell der langen Wellen (nur LK: 24%), Modell der industriellen Standortwahl (nur LK: 17%), Modell des Produktlebenszyklus (nur LK: 15%), Modell der raumzeitlichen Entwicklung der Tourismuswirtschaft (nur LK: 30%)
- Einige Modelle werden verstärkt im GK eingesetzt. Von den 17 kanonischen Modellen: Modell des demographischen Übergangs (nur GK: 17%), Modell des Nährstoffkreislaufs im tropischen Regenwald (nur GK: 15%)
- Eher selten dominiert der Einsatz in nur einer Kursart gegenüber dem Einsatz in zwei Kursarten. Hierbei dominiert wiederum der Leistungskurs gegenüber dem Grundkurs.
- Diese Daten zeigen sehr deutlich auf, dass theoretische Raummodelle einen hohen Stellenwert im Geographieunterricht der Qualifikationsphase haben und sie oft genutzt werden.

| | |
|---|---|
| 1. | Wachstumszyklusmodell einer touristischen Destination (Butler) |
| 2. | Kreismodell der Stadt (Burgess) |
| 3. | Modell der Entwicklung der deutschen Stadt |
| 4. | Strukturmodell der angloamerikanischen Stadt (u. a. Hahn) |
| 5. | Sektorenmodell der Stadt (Hoyt) |
| 6. | Modell des demographischen Übergangs (Thompsen, Notestein) |
| 7. | Modell der langen Wellen (Kondratjew) |
| 8. | Modell der industriellen Standortwahl (Weber) |
| 9. | Modell des Produktlebenszyklus (Vernom) |
| 10. | Nährstoffkreislauf im tropischen Regenwald. |
| 11. | Strukturmodell der deutschen Stadt (u. a. Wiktorin) |
| 12. | Mehrkerne-Modell der Stadt (Uhlmann/Harris) |
| 13. | Drei-/Viersektorenmodell des wirtsch. Wandels (Fourastié) |
| 14. | Modell der raumzeitlichen Entfaltung der Tourismuswirtschaft in Entwicklungsländern (Vorlaufer) |
| 15. | Modelle idealtypischer Stadtgrundrisse nach Entstehungsphasen |
| 16. | Modell der zentralen Orte (Christaller) |
| 17. | Zentrum-Peripherie-Modell der Raumerschließung in Entwicklungsländern (z. B. Rauch) |
| 18. | Push-Pull-Modell der Migration (u. a. Scholz) |
| 19. | Modell der Modernisier-/Dependenztheorie (z. B. Scholz) |

Abb. 84 | kanonische theoretische Raummodelle des Geographieunterrichts in der gymnasialen Oberstufe (NRW)

### 6.6.2 Wahl des Modelllernen-Ansatzes

- Geographielehrkräfte präferieren beim Einsatz von Modellen signifikant häufiger den deduktiven Ansatz gegenüber dem induktiven Ansatz ($\chi^2(1) = 48.020$, $p < .001$, $w^2 = 0.24$):
  - Deduktiv: 149 Lehrkräfte (74%)
  - Induktiv: 51 Lehrkräfte (26%)
  - Es gibt keine Unterschiede zwischen Probanden, die die Items für das Modell der angloamerikanischen Stadt und das des demographischen Übergangs beantwortet haben.
  - Der Befund stützt die Forschungsergebnisse, nach denen Modelle vorwiegend als Medien aufgefasst und eingesetzt (*learning science*) werden und eher selten als Methode (*doing science*) und somit selten entwickelt werden (u. a. JUSTI, GILBERT 2002a, 2002b; KHAN 2011; KRELL et al. 2016; KRELL, KRÜGER 2013; WANG et al. 2014).
  - Ähnliche Befunde sind auch zum Karteneinsatz festzustellen (BUDKE et al. 2017; BUDKE et al. 2016; HEMMER et al. 2013; HEMMER et al. 2012; HERZIG 2012; LINDAU 2012).

- Es konnten zwei Subskalen der wahrgenommenen Hindernisse als positive bzw. negative und eher schwache Einflussfaktoren identifiziert werden ($\chi^2(2) = 10.110$, $p = .006$, $n = 157$, NAGELKERKES $R^2 = .096$, $f = 0.33$):
  - Die materialbezogenen Hindernisse ($B = 1.071$) führen dazu, dass eher der induktive Ansatz gewählt wird.
  - Die Schüler-/lernbezogenen Hindernisse ($B = -.623$) führen dazu, dass eher der deduktive Ansatz gewählt wird.
  - Es besteht ein Widerspruch zu empirischen Studien, die den Einfluss von methodischen und konstruktivistischen Überzeugungen sowie des modellbezogenen Professionswissens diskutieren (u. a. HENZE et al. 2007; JUSTI, GILBERT 2002b; JUSTI, VAN DRIEL 2005; VAN DRIEL, VERLOOP 2002).

### 6.6.3 Modell als Medium – Modellauswertung

- Die Auswertung von theoretischen Raummodellen (*learning science*) erfolgt sehr umfänglich bzw. elaboriert ($n = 149$, $M = 3.13$):
  - Die ‚Orientierung' als Annäherung an das Modell erfolgt häufig ($M = 3.13$; Einschränkungen hinsichtlich der Skalenreliabilität)
  - Erwartungsgemäß erfolgt die Modellbeschreibung fast immer ($M = 3.50$).
  - Die Modellerklärung erfolgt nicht derart umfänglich ($M = 2.96$). Dabei zeigen sich unterschiedliche Nutzungen der beiden Modelle (angloamerikanische Stadt: $M = 2.58$; demographischer Übergang: $M = 3.35$; $t(128.07) = -7.493$, $p = <.001$, $d = 1.27$). Die Zugänglichkeit der Modelle ist hier zu diskutieren.
  - Die Modellbeurteilung erfolgt auf leicht überdurchschnittlichem Niveau ($M = 2.93$), wobei jedoch die Beurteilung der graphischen Angemessenheit eher selten erfolgt ($M = 2.19$).
  - Modelle werden häufig bei der Modellauswertung mit Alltagssituationen in Bezug gesetzt ($M = 3.27$), ein Vergleich von ähnlichen Modellen erfolgt jedoch eher selten ($M = 2.24$).
  - Somit dominiert die deskriptive Perspektive bei der Modellauswertung. Die anderen Einsatzfacetten werden jedoch auch überdurchschnittlich oft genutzt.
  - Die Ergebnisse korrespondieren in Teilen mit den Forschungsergebnissen zur Kartenauswertung, v. a. bzgl. der hohen Bedeutung der Beschreibung (BUDKE et al. 2017; HEMMER et al. 2013; HEMMER et al. 2012; LINDAU 2012). Es ist jedoch nicht so, dass die Erklärung und Beurteilung, wie in einigen Untersuchungen für den Karteneinsatz (BUDKE et al. 2017; BUDKE et al. 2016; GRYL 2010; HERZIG 2012; LINDAU 2012) herausgefunden, selten erfolgt.

- Gründe für diese Diskrepanzen könnten in der untersuchten Jahrgangstufe, dem höheren Anspruchsniveaus, den Kernlehrplanvorgaben oder auch in einem im Vergleich zur Karte stärker ausgeprägten Bewusstsein, dass Modelle Konstrukte sind, liegen.

- Es wurden vier Einflussfaktoren identifiziert ($F(4, 114) = 16.564$, $p < .01$, $n = 119$, $R^2 = .368$, *korr.* $R^2 = .345$), die zusammen 34.5% der Varianz erklären, was einem starken Effekt ($f^2 = 0.53$) entspricht:
  - Der bedeutendste Prädiktor sind die wahrgenommenen Hindernisse beim Modelleinsatz ($\beta = -.230$, $p < .001$).
  - Er wird gefolgt von der Beurteilungsorientierung ($\beta = .181$, $p = .001$),
  - der Methodenorientierung ($\beta = .159$, $p = .004$)
  - sowie dem fachdidaktischen Wissen zum Modelleinsatz ($\beta = .079$, $p = .147$).
  - Die Bedeutung der Methodenorientierung erschient kontraintuitiv zur theoretischen Auffassung von Modellen als Medien innerhalb dieser Perspektive. Hier ist das Methodenverständnis der Lehrkräfte (LETHMATE 2005) zu hinterfragen, das vermutlich eher auf die Erkenntnisrezeption als auf -gewinnung abzielt.

### 6.6.4 Modell als Methode – Modellbildung

- Der Einsatz von Modellen erfolgt im Rahmen der Dimension ‚Modellbildung' (*doing science*) relativ umfänglich ($M = 2.96$, $n = 51$), hat jedoch deutliche Einschränkungen:
  - Daten zur Modellbildung werden umfänglich analysiert ($M = 3.33$).
  - Modelle werden umfänglich hergestellt ($M = 3.11$) und relativ umfänglich getestet ($M = 3.07$).
  - Auf gleichem Niveau liegt die Modellerklärung (M = 3.07), wobei jedoch wieder eine deutliche Diskrepanz zwischen den beiden genutzten Modellen zu Tage tritt (s. o.; angloamerikanische Stadt: $M = 2.63$ demographischer Übergang: $M = 3.56$; $t(49) = -5.537$, $p < .001$, $d = 1.57$).
  - Die Planung der Modellierung erfolgt deutlich weniger umfänglich ($M = 2.50$).
  - Und das Ändern von Modellen wird eher selten betrieben (M = 2.39).
  - Dies verdeutlicht, dass nur Teilschritte des Modellierungskreislaufs (Abb. 18, Abb. 86) durchlaufen werden und, dass die kognitive Aktivierung keine herausragende Stellung hat.
  - Ersteres wird auch dadurch unterstrichen, dass der Umfang der Datenanalyse aufgrund einer sozial erwünschten Antworttendenz (Kapitel 5.3) wohlmöglich zu hoch ausfällt.

- Die Tätigkeiten, die häufig erfolgen, beziehen sich in erster Linie auf die Herstellungsperspektive und stehen damit in Verbindung zum medialen Charakter von Modellen.
- Die Ergebnisse finden Entsprechung in anderen empirischen Studien aus den Naturwissenschaftsdidaktiken (u. a. KHAN 2011; WANG et al. 2014).

- *Anmerkungen zum den Einsatzfacetten des Modellierungskreislaufs:*
  - Nur wenn der Modellierungskreislauf in Gänze – v. a. inklusive Testung und darauf basierender Änderung (KRELL et al. 2016; KRELL, KRÜGER 2016; LEE, KIM 2014) – durchlaufen wird, erfolgt Modellierung unter rein methodischer Perspektive zur Gewinnung allgemeingeographischer Erkenntnisse.
  - Dieser Befund ist von hoher Bedeutung: Zum einen ist die Gewinnung allgemeingeographischer Regelhaftigkeiten Kern des Geographieunterrichts. Zum anderen sollten Regelhaftigkeiten, Modelle etc. aufgrund ihrer Testung modifiziert werden, da für die Entwicklung eines adäquaten Wissenschaftsverständnisses deutlich werden muss, dass wissenschaftliches Wissen gewissermaßen fluide ist, Wissenschaft also keine absoluten Wahrheiten erzielt.
- *Anmerkungen zur Modellierungsplanung/kognitive Aktvierung:*
  - Die Planung von Modellierungen (Festlegung von Modellzweck, nötiges Material, Planung des Vorgehens etc.) kommt zwar im Sinne eines ‚Minds-On'-Ansatzes (HAMMANN et al. 2007; SCHUBERT 2016) bzw. der kognitiven Aktivierung (HELMKE 2012, 205ff) auf theoretischer Ebene für den Lernprozess eine hohe Bedeutung zu. Er findet in der Praxis aber keine adäquate Entsprechung. So rangiert bspw. das Einzelitem „In meinem Geographieunterricht planen die Schülerinnen und Schüler, in welchen Arbeitsschritten das Modell entwickelt werden soll." auf dem letzten Platz ($M$ = 1.89).
- Es wurden zwei Einflussfaktoren identifiziert ($F(2, 29) = 10.703$; $p = <.001$, $n = 31$, $R^2 = .425$, *korr.* $R^2 = .385$), die zusammen 38.5% der Varianz erklären, was einem starken Effekt ($f^2 = 0.63$) entspricht:
  - Der bedeutendste Prädiktor ist das fachdidaktische Wissen über den Modelleinsatz ($\beta = .546$, $p = .001$), gefolgt von
  - der Inhaltsorientierung ($\beta = .360$, $p = .017$).
  - Das fachdidaktische Wissen hat hier eine höhere Bedeutung als bei der Modellauswertung.
  - Gründe für die Bedeutung des fachdidaktischen Wissens zum Modelleinsatz können in dem spezifischeren Vorgehen bei der Modellierung, welches mehr Know-how benötigt, liegen. Wissen über Schülerinnen- und Schülerkognitionen und eine entsprechende Adaption des Unterrichtes sind zudem entscheidend, um eine solche

Lernstrategie effektiv zu initiieren (u. a. JUSTI, GILBERT 2003; JUSTI, VAN DRIEL 2005; KRELL et al. 2016; KRELL, KRÜGER 2016).

- Die Bedeutung der Inhaltsorientierung für den Umfang der Modellbildung erscheint kontraintuitiv, zeigt aber auf, dass es den Lehrkräften bei der Modellbildung in erster Linie darum geht, Inhalt zu transportieren und sie nicht als (Erkenntnis-)Methode einzusetzen, obwohl die Modellbildung zumindest theoretisch als Methode zur Erkenntnisgewinnung aufgefasst wird. Dies korrespondiert mit den Befunden der abhängigen Variablen.

### 6.6.5 Modell als Methode – Modellanwendung

- Die Modellanwendung (*doing science*) erfolgt sehr umfänglich bzw. elaboriert, sowohl im Rahmen des induktiven wie auch des deduktiven Ansatzes ($n$ = 189; $M$ = 3.03):
  - Der Modelltransfer erfolgt insgesamt ($M$ = 3.16) aber auch im induktiven Ansatz ($M$ = 3.21) sowie im deduktiven Ansatz ($M$ = 3.14) sehr umfänglich.
  - Der Modelltransfer ist eine der Einsatzfacetten, die am häufigsten bzw. umfänglichsten genutzt werden. Dabei kommt der allgemeingeographische Ansatz (KÖCK 2008; MSW NRW 2014; SCHULTZE 1998) zum Tragen.
  - Die Modellprognose erfolgt nicht so umfänglich wie der Modelltransfer, jedoch immer noch überdurchschnittlich ($M$ = 2.89, induktiv: $M$ = 3.10, deduktiv: $M$ = 3.11).
  - Dass Modell des demographischen Übergangs wird bei beiden Ansätzen häufiger zur Prognose genutzt als das Modell der angloamerikanischen Stadt. Es wird auch häufiger im Rahmen des induktiven Ansatzes transferiert.
  - Als Grund kann die unterschiedliche Zugänglichkeit der Modelle für diese Einsatzfacetten diskutiert werden (z. B. Modell des demographischen Übergangs als zeitliches Verlaufsmodell; s. o.).
- Es wurden drei Einflussfaktoren identifiziert ($F(3, 143) = 13.273$; $p = <.001$, $n$ = 144, $R^2$ = .22, *korr.* $R^2$ = .20), die zusammen 20% der Varianz erklären, was einem mittleren bis starken Effekt ($f^2$ = 0.28) entspricht:
  - Der bedeutendste Prädiktor ist die auf den Modelleinsatz bezogene methodische Zielorientierung ($\beta$ = .367, $p$ < .001), gefolgt von
  - den wahrgenommenen Hindernissen beim Modelleinsatz ($\beta$ = -.212, $p$ = .005) sowie
  - dem fachdidaktischen Wissen zum Modelleinsatz ($\beta$ = .157, $p$ = .038).

- Die Zusammenhänge sind inhaltlich plausibel: Beim Transfer und der Prognose kommt der methodische Charakter von Modellen besonders zum Tragen. Auch das Wissen um die Bedeutung von kategorialen Einsichten, die als Teil des fachdidaktischen Wissens bedeutsam sind, sind plausibel.

### 6.6.6 Reflexion über Modelle

- Die Metareflexion über theoretische Raummodelle erfolgt sowohl im Rahmen des induktiven wie auch des deduktiven Gangs des Modelleinsatzes umfänglich bzw. elaboriert ($M$ = 3.28, $n$ = 169). Zieht man auch die Fälle in die Berechnung mit ein, die nicht über Modelle auf einer Metaebene reflektieren liegt der Wert bei M = 2.93 ($N$ = 200).
  - Die Metareflexion über den medialen Charakter von Modellen ($M$ = 3.24, $N$ = 200) erfolgt umfangreicher als die Metareflexion über den methodischen Charakter von Modellen ($M$ = 2.73, $n$ = 200).
  - Auch hier ist zu konstatieren, dass die mediale Sicht auf Modelle dominiert.
  - Vor dem Hintergrund der Forschungsergebnisse zum Modelleinsatz (u. a. KHAN 2011; WANG et al. 2014) und der Kartenarbeit (BUDKE et al. 2017; BUDKE et al. 2016; GRYL 2010; HEMMER et al. 2013; HERZIG 2012; LINDAU 2012) sind die Werte unerwartet hoch.
  - Gründe für die divergierenden Befunde mögen auch hier – ähnlich wie bei den Befunden zur Testung bzw. Beurteilung von Modellen – die unterschiedlichen untersuchten Jahrgangstufen, bzw. dem damit verbundenen höherem Anspruchsniveau, den Kernlehrplanvorgaben oder in einem im Vergleich zur Karte stärker ausgeprägten Bewusstsein, dass Modelle Konstrukte sind, liegen.
  - Die Befunde von KRELL et al. (2016, S. 94) und KRELL und KRÜGER (2013, S. 9), dass eher über den medialen als über den instrumentellen Charakter von Modellen im Biologieunterricht reflektiert wird, finden indes Bestätigung.
- Es konnten drei Einflussfaktoren identifiziert werden ($F$(3, 141) = 24.755; $p$ = <.001, $n$ = 142, $R^2$ = 0.345, *korr.* $R^2$ = 0.33), die zusammen 33% der Varianz erklären, was einem starken Effekt ($f^2$ = 0.49) entspricht.
  - Der bedeutendste Prädiktor ist die auf den Modelleinsatz bezogene urteilsbezogene Zielorientierung (β = .425, $p$ < .001), gefolgt von
  - der methodischen Zielorientierung (β = .225, $p$ = .026) sowie
  - dem fachdidaktischen Wissen zum Modelleinsatz (β = .166, $p$ = .001).
  - Nur in einigen Teilen konnten empirische Befunde aus der internationalen Literatur untermauert werden. Ein Zusammenhang mit konstruktivistischen Orientierungen und dem Modellverständnis der

Lehrkräfte, der in einigen Studien (HENZE et al. 2007, S. 112; JUSTI, GILBERT 2002b, 2002b; JUSTI, VAN DRIEL 2005; KHAN 2011; VAN DRIEL, VERLOOP 2002) konstruiert bzw. diskutiert wurde, findet keine Bestätigung.

# 7 Hypothesenprüfung

An die Darlegung der zentralen empirischen Ergebnisse anschließend erfolgt die Prüfung der in Kapitel 4 aufgestellten Hypothesen. Dies erfolgt strukturiert nach zwei Blöcken: den abhängigen Variablen zum unterrichtlichen Modelleinsatz und den unabhängigen Variablen bzw. den potentiellen lehrerbezogenen Einflussfaktoren vor dem Hintergrund der professionellen Lehrerkompetenz. Dopplungen zum Ergebnisteil lassen sich dabei naturgemäß nicht vermeiden. Die Hypothesenprüfung hat damit auch einen zusammenfassenden Charakter.

## 7.1 Hypothesen zu abhängigen Variablen

**HYP. 01 | DEDUKTIVER VERSUS INDUKTIVER ANSATZ**

Im Geographieunterricht der Oberstufe werden theoretische Raummodelle häufiger im Rahmen des deduktiven Ansatzes des Modelllernens als im Rahmen des induktiven Ansatzes des Modelllernens eingesetzt. ✓

Betrachtet man die Präferenz der Geographielehrkräfte bzgl. des grundsätzlichen Ansatzes zum Modelllernen (deduktiv vs. induktiv) zeigt sich eine klare Präferenz für den deduktiven Ansatz. Gut dreiviertel aller befragten Geographielehrkräfte (149 von 200) gab an, theoretische Raummodelle deduktiv im Unterricht den Schülerinnen und Schülern vorzugeben. Zwischen den beiden angebotenen Modellen (demographischer Übergang, angloamerikanische Stadt) traten nur marginale Unterschiede auf (Abb. 38). Ein eindimensionaler Chi-Quadrat-Test (BÜHNER, ZIEGLER 2012, 288ff) bestätigt den ersten (sehr deutlichen) Eindruck auch mit statistischen Mitteln ($\chi^2(1) = 48.020$, $p < .001$). Modelle werden somit signifikant häufiger deduktiv eingesetzt, als dass sie induktiv entwickelt werden. Der dabei festzustellende Effekt ist nach COHEN (1988) sehr groß ($w^2 = 0.24$). Somit hat sich die Hypothese bewährt. Die Nullhypothese ist entsprechend zu verwerfen.
Dieser Befund untermauert damit die nationale (BUDKE et al. 2017; BUDKE et al. 2016; GRYL 2010; HEMMER et al. 2013; HEMMER et al. 2012; HERZIG 2012; LINDAU 2012) und internationale Forschungslage (u. a. JUSTI, GILBERT 2002a, 2002b; KHAN 2011; KRELL et al. 2016, S. 94; KRELL, KRÜGER 2013), die ebenfalls unmissverständlich aufzeigt, dass der Einsatz von Modellen unter medialer Perspektive (*learning science*) gegenüber der methodischen Perspektive (*doing science*) dominiert.

**HYP. 02 | MODELLAUSWERTUNG**

Im Geographieunterricht der gymnasialen Oberstufe werden im Rahmen des deduktiven Ansatzes des Modelllernens theoretische Raummodelle häufiger beschrieben, als dass sie erklärt, beurteilt oder angewendet werden. ✓

Die Subskala ‚Modelle beschreiben' erzielt den höchsten Wert aller Subskalen bzw. Einsatzfacetten im Rahmen der Dimension ‚Modellauswertung' und im Rahmen des deduktiven Ansatzes ($M$ = 3.50; $SD$ = 0.41). Die Höhe des Wertes indiziert, das Modelle erwartungsgemäß im Rahmen des Ansatzes immer sehr umfänglich beschrieben werden. Die Differenz zur Subskala ‚Modelle erklären' ($M$ = 2.96; $SD$ = 0.72) beträgt 0.54 Skalenpunkte. Zur Subskala ‚Modelle beurteilen' (M = 2.93; SD = 0.57) 0.57 Skalenpunkte und zur Dimensionsskala ‚Modelle anwenden' (M = 2,99; SD = 0.51), welche die Einsatzfacetten ‚Modelltransfer' und ‚Modellprognose' umfasst, 0.51 Skalenpunkte.

Der $t$-Test für eine Stichprobe mit der Subskala ‚Modelle beschreiben' und dem Mittelwert der Subskala ‚Modelle erklären' (2.96) als Referenzwert zeigt einen hoch signifikanten Unterschied zwischen beiden Skalen ($t(146) = 15.814$; $p < .001$). Die Effektstärke nach COHEN (1988) liegt bei $d$ = 1.30 und entspricht einem starken Effekt.

Der $t$-Test mit dem Mittelwert der Subskala ‚Modelle beurteilen' als Referenz zeigt ebenfalls einen hoch signifikanten Unterschied an ($t(146) = 16{,}695$; $p < .001$). Die Effektstärke liegt bei $d$ = 1.38 und ist damit noch stärker als der vorherige Effekt.

Setzt man die Subskala ‚Modelle beschreiben' mit dem Mittelwert der Dimensionsskala ‚Modellanwendung' in Bezug, so ist ebenfalls ein hoch signifikanter Unterschied festzustellen ($t(146) = 14.933$, $p < .001$). Der Effekt ($d$ = 1.23) ist nicht ganz so stark wie die beiden anderen Effekte, jedoch gemäß COHEN (1988) immer noch (sehr) stark.

Damit hat sich die Hypothese 2 bewährt, die Nullhypothese ist abzulehnen.

Durch dieses Ergebnis werden die Befunde der Forschung zum Einsatz von Karten im Geographieunterricht (BUDKE et al. 2017; BUDKE et al. 2016; GRYL 2010; HEMMER et al. 2013; HEMMER et al. 2012; HERZIG 2012; LINDAU 2012) in Teilen untermauert. Obwohl ergänzend zu erwähnen ist, dass alle Mittelwerte relativ hoch, d. h. über dem theoretischen Skalenmittelwert liegen und folglich Schülerinnen- und Schülertätigkeiten in allen drei Einsatzfacetten relativ häufig beim Modelleinsatz zum Tragen kommen (Kapitel 6.2.2). Es ist mitnichten so, dass die Modellbeurteilung – ähnlich wie die Beurteilung von Karten – selten bis gar nicht erfolgt, wie dies auf Basis der geographiedidaktischen Forschungsliteratur zu vermuten war (u. a. BUDKE et al. 2017; BUDKE et al. 2016; HEMMER et al. 2013; LINDAU 2012).

**HYP. 03 | MODELLBILDUNG**

Im Geographieunterricht der gymnasialen Oberstufe werden im Rahmen des induktiven Ansatzes des Modelllernens theoretische Raummodelle...
...(a) weniger häufig getestet, als dass sie hergestellt werden. ✗
...(b) weniger häufig geändert, als dass sie getestet werden. ✓

Die Mittelwerte der Subskalen der Einsatzfacetten ‚Modell herstellen' und ‚Modelle testen' liegen bei $M = 3.11$ ($SD = 0.71$) bzw. $M = 3.09$ ($SD = 0.55$). Die Mittelwertdifferenz ist entsprechend gering. Ein *t*-Test für eine Stichprobe mit der Skala ‚Modell herstellen' und dem Mittelwert der Subskala ‚Modell testen' als Referenzkonstante zeigt keinen signifikanten Unterschied ($t(50) = 0.170$, $p = .866$).
Die Differenz der Mittelwerte der Subskalen bzw. Einsatzfacetten ‚Modelle ändern' ($M = 2{,}39$; $SD = 0.48$) und der Subskala ‚Modelle testen' ($M = 3.09$; $SD = 0.55$) ist deutlich größer (0.70). Der Einstichproben-*t*-Test der Subskala ‚Modelle ändern' mit dem Mittelwert der Subskala ‚Modelle testen' als Referenzwert zeigt einen entsprechend hoch signifikanten Unterschied ($t(41) = -8.057$. $p < .001$). Die Effektstärke v*on d* = 1.24 zeigt gemäß COHEN (1988) einen (sehr) großen Effekt an. Auffällig ist, dass die Variable ‚Modelle ändern' als einzige unter dem theoretischen Skalenmittelwert liegt ($M = 2.39$). Modell werden daher eher selten im Rahmen des induktiven Ansatzes geändert.
Hier zeigt sich ein unerwartetes Ergebnis. Die Nullhypothese (a) wird akzeptiert, die Nullhypothese (b) hingegen verworfen. Die Gesamthypothese ist entsprechend zu modifizieren. Bezogen auf den Einsatz von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe ist damit festzuhalten, dass entwickelte Modelle sehr wohl so häufig wie sie hergestellt auch getestet bzw. beurteilt werden. Der Modellierungszyklus stoppt jedoch an dieser Stelle und es kommt zu keiner Änderung der erstellten Modelle. Somit dominiert bei der Modellbildung auch die Herstellungsperspektive sehr stark und der Modellierungszyklus wird nicht in Gänze durchlaufen. Der Charakter von Modellen als erkenntnistheoretische Werkzeuge kommt damit nicht in Gänze zu tragen (s. o.). Dieser Befund ist kohärent mit der internationalen Forschung über Modellierungsaktivitäten im naturwissenschaftlichen Unterricht. So stellten KHAN (2011, S. 547ff) und WANG et al. (2014) fest, dass Modelle zwar entwickelt, jedoch so gut wie nie modifiziert werden.
Der Befund, dass im Geographieunterricht der Oberstufe in Nordrhein-Westfalen hergestellte theoretische Raummodelle überdurchschnittlich häufig getestet werden, stellt einen positiven Kontrast zu den Befunden aus dem naturwissenschaftlichen Unterricht in der internationalen Literatur (u. a. USA, Kanada) dar, dass hergestellte Modelle eher selten geprüft werden (u. a. KHAN 2011; WANG et al. 2014). Bezogen auf den deutschen Geographieunterricht und den Einsatz von Karten zeigt sich ebenfalls ein entsprechender Kontrast (BUDKE et al. 2017; BUDKE et al. 2016; HEMMER et al. 2012; LINDAU 2012).

**HYPOTHESE 04 | MODELLREFLEXION**

Im Geographieunterricht der gymnasialen Oberstufe...
...(a) wird selten über theoretische Raummodelle auf einer allgemeinen Ebene reflektiert. ✗
...(b) wird häufiger über den medialen Charakter von theoretischen Raummodellen reflektiert als über ihren methodischen Charakter. ✓

Der Mittelwert der Dimensionsskala ‚Modellreflexion' beträgt 2.93. Er liegt damit um 0.43 Skalenpunkte über dem theoretischen Skalenmittelwert von 2.50. Der zur Hypothesenprüfung genutzte *t*-Test für eine Stichprobe zeigt einen hoch signifikanten Unterschied ($t(197) = 6.526$; $p < .001$). Der Effekt von $d = 0.46$ ist gemäß COHEN (1988) noch als klein zu kennzeichnen. Der festgestellte Unterschied ist jedoch konträr zum postulierten Unterschied, dass über Modelle selten auf allgemeiner Ebene reflektiert wird. Es wird signifikant überdurchschnittlich, d. h. eher häufig über theoretische Raummodelle im Geographieunterricht der Oberstufe reflektiert. Die Alternativhypothese (a) ist somit zu verwerfen, die Nullhypothese zu akzeptieren. Hier setzt sich der zuvor festgestellte Trend fort, dass ein kritischerer Umgang mit Modellen im Geographieunterricht der Oberstufe erfolgt als angenommen.
Betrachtet man die Dimensionsskala Modellreflexion differenziert anhand ihrer Subskalen ‚Modellreflexion (Medium)' ($M = 2.93$; $SD = 1.27$) und ‚Modellreflexion (Methode)' ($M = 2.52$; $SD = 1.05$) so ist bzgl. der Mittelwerte ein Unterschied von 0.41 Skalenpunkten festzustellen. Ein *t*-Test für eine Stichprobe bei Nutzung des Mittelwertes der Subskala zur Metareflexion über den methodischen Charakter von Modellen zeigt, dass ein hochsignifikanter Unterschied zwischen beiden Mittelwerten besteht ($t(197) = 9.563$; $p < .001$). Der zugehörige Effekt ($d = 0.68$) ist COHEN (1988) folgend als stark zu bezeichnen. Damit ist die Nullhypothese (b) abzulehnen und die Alternativhypothese (b) zu akzeptieren.
Folglich gilt es die Gesamthypothese zur Modellreflexion zu modifizieren. Dieser letzte Befund zeigt, dass es einen deutlichen Unterschied bzgl. der Häufigkeit gibt, über welche Aspekte des Wesens von Modellen reflektiert wird. Insbesondere die für den Aufbau von Modellkompetenz wesentlichen Aspekte werden nur auf einem durchschnittlichen Niveau thematisiert. Zieht man die empirischen Befunde zum Karteneinsatz im Geographieunterricht heran, zeigt sich erfreulicher Weise, dass die Modellreflexion über Modelle einen deutlich höheren Stellenwert im Unterricht hat bzw. deutlich häufiger erfolgt als auf Basis dieser Befunde zum Karteneinsatz zu erwarten war. Bestätigung finden indes der Befund von KRELL et al. (2016, S. 94) und KRELL und KRÜGER (2013, S. 9), dass eher über den medialen als über den instrumentellen Charakter von Modellen im Biologieunterricht reflektiert wird.

## 7.2 Hypothesen zum Einfluss ausgewählter unabhängiger Variablen

**HYP. 05 | EINFLUSSFAKTOREN AUSWAHL DES MODELLLERNEN ANSATZES**

Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen der Wahrscheinlichkeit, dass Geographielehrkräfte den induktiven Ansatz des Modelllernens im Geographieunterricht der Oberstufe wählen und…

… (a) dem Niveau ihres modellbezogenen fachdidaktischen Wissens. ×
… (b) dem Niveau ihres Modellverständnisses. ×
… (c) der Stärke ihrer konstruktivistischen lerntheoretischen Überzeugung. ×
… (d) der Stärke ihrer methodischen Zielorientierung. ×

Bei den Korrelationsanalysen (punktbiseriale-Korrelation, BÜHNER, ZIEGLER 2012, S. 626) mit der dichotomen Variable ‚Ansatz Modelllernen' und den infrage kommenden Einflussfaktoren bzw. Prädiktoren zeigten sich keine signifikanten Zusammenhänge. Lediglich die Subskala ‚materialbezogene Hindernisse' der Skala ‚wahrgenommene Hindernisse' zeigt einen leicht positiven Zusammenhang mit der Wahl des induktiven Ansatzes ($r_{pb}$ = .178; $p$ = .859, $n$ = 157). Eine hierarchische logistische Regressionsanalyse (Methode: Einschluss) zeigt, dass lediglich die beiden Koeffizienten der Variablen ‚materialbezogene Hindernisse' und ‚organisatorisch-formale Hindernisse' der Skala ‚Hindernisse' signifikant sind ($p$ < .05). Das Modell als Ganzes ist ebenfalls signifikant ($\chi^2(2) = 10.110$, $p$ = .006, $n$ = 157). Je ausgeprägter die Lehrkräfte Restriktionen durch das zu Verfügung stehende Material etc. wahrnehmen, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie den induktiven Weg des Modelllernens im Unterricht nutzen, theoretische Raummodelle also entwickeln lassen. Der Einfluss der organisatorisch-formalen Hindernisse liegt andersherum. Je mehr organisatorisch-formale Hindernisse wahrgenommen werden (z. B. Zeitmangel, curriculare Restriktionen), desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Geographielehrkräfte den deduktiven Ansatz des Modelllernens wählen. Der Einfluss der materialbezogenen Hindernisse beim Modelleinsatz ($B$ = 1.071) ist stärker als der organisatorisch formalen Hindernisse ($B$ = -.623). Das (Pseudo-)$R^2$ nach NAGELKERKE beträgt .096, was nach COHEN (1988) einem mittlerem Effekt ($f$ = 0.33) entspricht. Dies bedeutet, dass die Hypothese 05 sich in Gänze nicht bewährt hat und folglich die Nullhypothesen zu akzeptieren sind.

Es ist also hier u. a. festzustellen, dass es mitnichten so ist, dass eine konstruktionsorientierte lerntheoretische Überzeugung der Lehrkräfte gleichfalls bedeutet, dass der Konstruktcharakter der Wissenschaft bzw. das Nachvollziehen der Wissensgenese als für Schülerinnen und Schüler beim Lernen bedeutsam angesehen wird. Zwischen Lernen und Wissenschaft scheinen wenig Analogien gesehen zu werden. Gleiches gilt für Lehrkräfte mit einer stark ausgeprägten methodischen

Zielorientierung. Die Potentiale der Modellmethode bzw. des Modellierens für den Erwerb von fachlicher Methodenkompetenz werden offensichtlich nicht genutzt. Die Ergebnisse sind insofern erstaunlich, als dass es relativ starke empirische Evidenzen (u. a. HENZE et al. 2007; JUSTI, GILBERT 2002b; JUSTI, VAN DRIEL 2005; VAN DRIEL, VERLOOP 2002) für die aufgestellte Hypothese bzw. die Teilhypothesen gab, allerdings waren die Stichproben oft recht klein und die Studien qualitativ ausgelegt. Wenngleich mit den wahrgenommenen Hindernissen plausible Erklärungsansätze für die Präferenz eines Modelllernen Ansatzes gefunden werden, bleibt die Aufklärung der Ursachen für die Präferenz der Geographielehrkräfte nicht zufriedenstellend. An dieser Stelle können qualitativen Studien gewinnbringend sein, die die Entscheidungsfindung diesbezüglich tiefergehend eruieren.

**HYP. 06 | EINFLUSSFAKTOREN MODELLAUSWERTUNG**

Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen dem Umfang der Auswertung von theoretischen Raummodellen in der Oberstufe und …

… (a) dem Niveau des modellbezogenen fachdidaktischen Wissens der Geographielehrkräfte. ✗

... (b) der Stärke der inhaltsbezogenen Zielorientierung der Geographielehrkräfte. ✗

… (c) der Stärke der beurteilungsbezogene Zielorientierung der Geographielehrkräfte. ✓

Die hierarchische, multiple lineare Regressionsanalyse konnte vier bedeutende Faktoren identifizieren (Kapitel 6.5.1), die 34.5% der Varianz im Merkmal ‚Modellauswertung' aufklären ($F(4, 114) = 16.564$; $p = <.001$, $n = 119$; $R^2 = .365$; korr. $R^2 = .345$). Dies entspricht einer Effektstärke von $f^2 = 0.53$ und ist damit als stark zu bezeichnen (BÜHNER, ZIEGLER 2012, S. 667). Den höchsten standardisierten Regressionskoeffizienten weisen die wahrgenommenen Hindernisse beim Modelllernen auf ($\beta = -.327$; $t = -4.307$, $p < .001$). Danach folgt die Beurteilungsorientierung ($\beta = .302$; $t = 3.542$, $p = .001$), gefolgt von der methodischen Zielorientierung ($\beta = 224$; $t = 2.980$, $p = .004$). Als weiterer bedeutender, aber nicht signifikanter Prädiktor wurde im vierten Modell das fachdidaktische Wissen der Lehrkräfte zum Modelleinsatz ($\beta = .125$) mitaufgenommen. Der Regressionskoeffizient wird jedoch nicht signifikant ($t = 1.462$, $p = .147$). Nicht signifikant ($p > .05$) im Rahmen der Regressionsanalyse bleiben auch die anderen potentiellen Einflussfaktoren.
Bleibt der Prädiktor ‚Hindernisse' im Modell unberücksichtigt, würde jedoch Regressionskoeffizient des modellbezogenen fachdidaktischen Wissens signifikant und hätte ein β-Gewicht von 0.181. Hier gibt es eine Überlappung mit dem Prädiktor ‚wahrgenommene Hindernisse beim Modelllernen', da das fachdidaktische Wissen bei Anwendung des Pearson-Korrelationsverfahrens hoch signifikant mit der Modellauswertung auf einem mittleren Niveau korrelierte ($r = .321$, $p < .001$,

$n$ = 126). Das heißt, dass die Kontextvariable ‚wahrgenommene Hindernisse beim Modelleinsatz' Aspekte fachdidaktischen Wissens beinhaltet und nicht sauber von der Variable ‚fachdidaktisches Wissen zum Modelleinsatz' getrennt ist (Kapitel 6.5.2.1). Die Korrelationsanalyse zeigt bezogen auf den potentiellen Einflussfaktor ‚Inhaltsorientierung' einen signifikanten Zusammenhang mit der Zielvariable, der jedoch eine geringe Stärke aufweist ($r$ = .212, $p$ = .018) und in der Regressionsanalyse nicht signifikant wird. Bezogen auf die Teilhypothese (a) ist damit festzuhalten, dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen der unabhängigen Variable zum modellbezogenen fachdidaktischen Wissen und der abhängigen Variable ‚Modellauswertung' besteht, d. h. das fachdidaktische Wissen hat keinen Einfluss auf die Zielvariable. Bezogen auf die Teilhypothese (b) ist zu konstatieren, dass die unabhängige Variable ‚Modelleinsatz (FDW)' ebenfalls keinen Einfluss auf die Zielvariable hat. Für die Teilhypothese (c) ist festzustellen, dass die Variable ‚Beurteilungsorientierung' einen Einfluss auf die abhängige Variable hat. Je stärker ausgeprägt die Beurteilungsorientierung der Geographielehrkräfte ist, desto umfänglicher werden in ihrem Unterricht theoretische Raummodelle ausgewertet. Diese Ergebnisse zeigen, dass die Hypothese 06 zu modifizieren ist. Nur für den Faktor (c) ist die Alternativhypothese anzunehmen und die Nullhypothese zu verwerfen. Die Nullhypothese wird jedoch für Faktoren (a), dem fachdidaktischen Wissen, und (b), der Inhaltsorientierung, beibehalten.

**HYP. 07 | EINFLUSSFAKTOREN MODELLBILDUNG**

Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen dem Umfang der Modellbildung von theoretischen Raummodellen (Modellierungszyklus) in der Oberstufe und …

... (a) dem Niveau des Modellverständnis der Geographielehrkräfte. ✗

… (b) dem Niveau des modelleinsatzbezogenen fachdidaktischen Wissens der Geographielehrkräfte. ✓

Die hierarchische, multiple lineare Regressionsanalyse identifiziert zwei Prädiktoren mit signifikanten Regressionskoeffizienten (Kapitel 6.3), die 38.5% der Varianz im abhängigen Merkmal, dem Umfang der Modellbildung aufklären können ($F$(2, 29) = 10.703; $p$ = <.001, $n$ = 31; $R^2$ = .425, $korr.$ $R^2$ = .385). Dies entspricht einer Effektstärke von $f^2$ = 0.63, welche als stark zu bezeichnen ist (BÜHNER, ZIEGLER 2012, S. 667). Im Gegensatz zur Modellauswertung ist hier das fachdidaktische Wissen zum Modelleinsatz der bedeutendste Prädiktor mit einem β-Gewicht von .597 ($t$ = 4.194; $p$ < .001). Als zweiter relevanter Prädiktor tritt die inhaltsbezogene Zielorientierung hinzu. Sie hat einen β-Gewicht von .360 ($t$ = 2.531; $p$ = .017). Bezogen auf die Hypothese 07 ist damit festzuhalten, dass sich die Teilhypothese (a) nicht bewährt hat. Die Nullhypothese ist zu akzeptieren. Die unabhängige Variable ‚Modellverständnis' steht nicht in einem signifikanten Zusammenhang mit der abhängigen Variable ‚Modellbildung', d. h. das Niveau des Modellverständnisses hat

keinen Einfluss auf den Umfang der Modellierung von theoretischen Raummodellen in der gymnasialen Oberstufe. Dieser Befund steht im Kontrast zu zahlreichen qualitativen Studien und theoretischen Überlegungen zur Bedeutung des Modellverständnisses (u. a. JUSTI, GILBERT 2003, 2002a, 2002b; JUSTI, VAN DRIEL 2005; KHOUREY-BOWERS, FENK 2009; OH, OH 2011; TEPNER et al. 2012). Er findet aber in gewisser Weise Entsprechung in einer Untersuchung von KRELL und KRÜGER (2016) mit 148 Berliner Biologielehrkräften. Sie konnten nur zwischen dem Teilaspekt „Modelle testen" des Modellverständnisses und Unterrichtsaktivitäten auf einem höheren Niveau (Ideen testen und daher Modelle modifizieren etc.) feststellen. Andere Teilaspekte des Modellverständnis standen in keinen signifikanten Zusammenhang mit der Unterrichtsaktivität.
Bezogen auf die Teilhypothese (b) ist festzuhalten, dass die unabhängige Variable des fachdidaktischen Wissens einen Einfluss auf die abhängige Variable hat. Je höher das Niveau des modellbezogenen fachdidaktischen Wissens der Geographielehrkräfte ist, desto umfänglicher erfolgen Modellierungen von theoretischen Raummodellen in ihrem Oberstufenunterricht. Damit hat sich die Alternativhypothese (b) bewährt, die Nullhypothese ist zu verwerfen. Die wahrscheinliche inhaltliche Begründung für den Zusammenhang liegt darin, dass fachdidaktische Know-How zur Strukturierung von Modellierungsprozessen sowie über (modellierungsbezogene) Schülerinnen- und Schülerkognitionen und eine entsprechende Adaption des Unterrichtes entscheidend sind, um eine solche Lernstrategie effektiv zu initiieren (u. a. JUSTI, GILBERT 2002a; JUSTI, VAN DRIEL 2005; KRELL et al. 2016; STRÜBE et al. 2014; TEPNER et al. 2012)
Weitere Prädiktoren sind im finalen Regressionsmodell nicht signifikant geworden. So zeigt insbesondere die für die Hypothese relevante unabhängige Variable Modellverständnis ($r$ = - .045, $p$ = .803, $n$ = 33) einen sehr geringen und nicht signifikanten Korrelationskoeffizienten und indiziert damit, dass kein Zusammenhang zwischen den untersuchten Variablen besteht. Einschränkend zu erwähnen ist die geringe Teilstichprobe. Insbesondere Korrelationsanalysen haben bei kleinen Stichproben v. a. aufgrund des starken Effektes einzelner Ausreißer (die jedoch geprüft wurden) eine geringere Aussagekraft (BÜHNER, ZIEGLER 2012).

**HYP. 08 | EINFLUSSFAKTOREN MODELLANWENDUNG**

Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen dem Umfang der Anwendung von theoretischen Raummodellen und…
… (a) dem Niveau des modellbezogenen fachdidaktischen Wissens der Geographielehrkräfte. ✓
… (b) der Stärke der methodischen Zielorientierung der Geographielehrkräfte. ✓

Das finale Modell der hierarchischen, multiplen linearen Regression enthält drei Prädiktoren, deren Regressionskoeffizienten signifikant sind ($F$(3, 143) = 13.273;

$p$ = <.001, $n$ = 144; $R^2$ = .218, *korr*. $R^2$ = .201). Die Varianzaufklärung ist allerdings geringer als bei den vorherigen Modellen. Sie beträgt 22% bzw. 20%. Dies entspricht einer Effektstärke von $f^2$ = 0.28 welche als moderat zu bezeichnen ist (BÜHNER, ZIEGLER 2012, S. 667). Der bedeutendste Prädiktor im finalen Modell ist die auf Modelle bezogene methodische Zielorientierung (β = .327; $t$ = 4.950, $p$ < .001), gefolgt von den Hindernissen beim Modelleinsatz (β = -.212; $t$ = -2.828, $p$ = .005). Die geringste Bedeutung hat das modellbezogene fachdidaktische Wissen der Lehrkräfte (β = .157; $t$ = 2.090, $p$ = .038). Die Hindernisse stehen erwartungsgemäß in einem negativen Zusammenhang mit dem Umfang der Modellanwendung. Bezogen auf die Hypothese 08 ist damit festzuhalten, dass sich die Teilhypothese (a) bewährt hat. Das Niveau des fachdidaktischen Wissens hat damit einen signifikant positiven Einfluss auf die abhängige Variable ‚Modellanwendung'. Ein höheres fachdidaktisches Wissen zum Einsatz von Modellen bei den Geographielehrkräften führt also zu einer umfänglicheren Anwendung theoretischer Raummodelle im Geographieunterricht der Oberstufe. Die entsprechende Nullhypothese ist zu verwerfen und die Alternativhypothese zu akzeptieren. Dies gilt auch für die Teilhypothese (b). Hier hat der Faktor ‚Methodenorientierung' einen signifikanten Einfluss auf die abhänge Variable ‚Modellanwendung'. Je stärker die Methodenorientierung von Geographielehrenden ausgeprägt ist, desto umfänglicher werden theoretische Raummodelle in ihrem Oberstufenunterricht angewandt. Auf inhaltlicher Ebene sind diese Zusammenhänge plausibel, kommt doch beim Transfer und der Prognose mit Modellen ihr methodischer Charakter besonders zum Tragen. Auch das Wissen um die Bedeutung von kategorialen Einsichten, die als Teil des fachdidaktischen Wissens bedeutsam sind sowie Schülerkognitionen etc. (s. o.), mögen hier eine Rolle spielen.

Zwar korrelieren auch andere unabhängige Variablen mit der abhängigen Variable Modellanwendung signifikant auf eher geringerem Niveau (Tab. 70), doch werden diese Faktoren im Rahmen der Regressionsanalyse nicht mehr signifikant, was auf Überlappungen zwischen den Prädiktoren hindeutet.

**HYP. 09 | EINFLUSSFAKTOREN MODELLREFLEXION**

Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen dem Umfang der Metareflexion über theoretische Raummodelle im Geographieunterricht der Oberstufe und …

… (a) dem Niveau des Modellverständnisses der Geographielehrkräfte. ✗

… (b) dem Niveau des modelleinsatzbezogenen fachdidaktischen Wissens der Geographielehrkräfte. ✓

… (c) der Stärke der beurteilungsbezogenen Zielorientierung der Geographielehrkräfte. ✓

… (d) der Stärke der konstruktiven lerntheoretischen Überzeugung der Geographielehrkräfte. ✗

Die hierarchische, multiple lineare Regressionsanalyse enthält im finalen Modell drei Prädiktoren, die einen signifikanten Regressionskoeffizienten aufweisen ($F(3, 141) = 24.755$; $p = <.001$, $n = 142$; $R^2 = .345$; *korr*. $R^2 = .331$). Es kann gemäß seines korrigierten $R^2$-Wertes 33.1% der Varianz in der abhängigen Variable, d. h. im Umfang der Modellreflexion resp. der Häufigkeit der damit verbundenen Schülerinnen- und Schülertätigkeiten im Unterricht aufklären. Dies entspricht einer Effektstärke von $f^2 = 0.49$, die als stark zu bezeichnen ist (BÜHNER, ZIEGLER 2012, S. 667). Der bedeutendste Prädiktor ist die auf Modelle bezogene urteilsbezogene Zielorientierung ($\beta = .425$; $t = 5.655$, $p < .001$), gefolgt von der methodischen Zielorientierung ($\beta = .225$; $t = 3.253$; $p = .001$). Die geringste Bedeutung hat das modellbezogene fachdidaktische Wissen der Lehrkräfte ($\beta = .166$; $t = 2.244$, $p = .026$). Bezogen auf die Hypothese 09 ist damit festzuhalten, dass sich die Teilhypothesen (b) und (c) bewährt haben. Das Niveau des modelleinsatzbezogenen fachdidaktischen Wissens steht in einem signifikant positiven Zusammenhang mit der Metareflexion über theoretische Raummodelle. Je höher das Niveau des fachdidaktischen Wissens zum Modelleinsatz der Geographielehrkräfte ist, desto umfänglicher wird in ihrem Oberstufenunterricht über theoretische Raummodelle auf einer Metaebene reflektiert. Eine höhere Bedeutung hat jedoch der Einfluss der Beurteilungsorientierung. Die Stärke der Ausprägung der Beurteilungsorientierung steht ebenfalls in einem positiven Zusammenhang mit der Metareflexion über Modelle. Je stärker die urteilsbezogene Zielorientierung der Geographielehrkräfte ausgeprägt ist, desto umfänglicher wird in ihrem Oberstufenunterricht über theoretische Raummodelle auf einer Metaebene reflektiert.

Der inhaltliche Zusammenhang liegt auf der Hand. Lehrkräfte, denen die Beurteilung von Sachverhalten wichtig ist, ist es ebenfalls wichtig, auch Modelle kritisch zu beurteilen, ihre Potentiale und Grenzen etc. aufzuzeigen.

Der vermutete Einflussfaktor Modellverständnis steht in keinem signifikanten Zusammenhang mit der Metareflexion ($r = .087$, $p = .276$, $n = 158$). Gleiches gilt für die konstruktionsorientierte lerntheoretische Überzeugung ($r = .087$, $p = .284$).

Neben den erwähnten Faktoren korrelierten noch die Faktoren ‚Inhaltsorientierung' und ‚Methodenorientierung' mit dem der abhängigen Variable. Hier kam es aufgrund von Überlappungseffekten jedoch nicht dazu, dass der Faktor Inhaltsorientierung in das finale Regressionsmodell aufgenommen wurden (Kapitel 6.5.2.4).

Die Teilhypothesen (a) bzw. die entsprechenden Alternativhypothesen zum Einfluss des Modellverständnisses sowie (d) zum Einfluss der konstruktionsorientierten lerntheoretischen Überzeugung sind abzulehnen und die zugehörigen Nullhypothesen anzunehmen. Ein Zusammenhang mit konstruktivistischen Orientierungen und dem Modellverständnis der Lehrkräfte, wie er in einigen Untersuchungen (HENZE et al. 2007, S. 112; JUSTI, GILBERT 2002b, 2002b; JUSTI, VAN DRIEL 2005; KHAN 2011; VAN DRIEL, VERLOOP 2002) konstruiert bzw. diskutiert wurde, findet hier folglich keine Bestätigung.

# 8 Didaktisch-methodische Schlussfolgerungen

Seit Beginn der Diskussion um den Modelleinsatz in den 1970er Jahren wurden Modelle in der Geographie – zumindest von einigen Autoren (v. a. KÖCK und BIRKENHAUER) – als Erkenntniswerkzeuge aufgefasst, mit denen sich allgemeingeographische Regelhaftigkeiten gewinnen lassen. Hiermit war auch die Idee verbunden, dem Geographieunterricht eine anspruchsvollere, zeitgemäße Wissenschaftsorientierung zu geben, die es den Schülerinnen und Schülern ermöglichte, sich ihre Umwelten durch das Denkwerkzeug Modell zu erschließen (BIRKENHAUER 1997b; KÖCK 1995, 1985a, 1985b, 1978a; SCHULTZE 1996; THÖNEBÖHN 1989; WIKTORIN 2013a). Insbesondere die induktive Modellierung und Testung der nomothetischen Aussagen spielen hierbei eine zentrale Rolle (Modellierungskreislauf/-zyklus, KÖCK 1995, 1985b; Abb. 18; Abb. 86). Neue Impulse brachte die Rezeption des Modellkompetenz Diskurses aus den Naturwissenschaftsdidaktiken (v. a. Biologie), da dabei auf Modelle als erkenntnistheoretische Werkzeuge fokussiert wird und die damit verbundenen Schülerinnen- und Schülerkompetenzen in Form von empirisch belastbaren und zur Diagnose geeigneten Kompetenzmodellen differenziert beschrieben wurden (KRÜGER et al. 2018; UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010). Erst nach der Auswertung der Daten dieser Untersuchung brachten AMMONEIT et al. (2020) einen ersten elaborierten Vorschlag eines Kompetenzmodell des geographischen Modellierens in den fachdidaktischen Diskurs ein (Tab. 76; s. u.).
Im Kontrast dazu etablierte sich jedoch in der Geographiedidaktik ein stark abbildhaftes und der Anschaulichkeit verpflichtetes Verständnis von Modellen als Medien wie ein Blick in die Inhaltsverzeichnisse von geographiedidaktischen Standardwerken (HAUBRICH, REINFRIED 2015; RINSCHEDE 2007; RINSCHEDE, SIEGMUND 2020) und Lehrpläne (MSW NRW 2014, 2007) offenbart.
Die empirischen Daten der vorliegenden Untersuchung bestätigen diese Beobachtung. Etwa drei Viertel der befragten Lehrkräfte setzen die Modelle deduktiv ein, nur ein Viertel induktiv (Kapitel 6.2.1). Vor dem dargelegten Hintergrund ist dieser Prozentsatz fast schon überraschend hoch. Durch die Dominanz der medialen Perspektive auf Modelle werden die dargelegten Potentiale des Modellansatzes (z.B. Förderung eines reflexiven Wissenschaftsverständnisses, Verknüpfung von Kompetenzbereichen; Kapitel 2.3.5.1) jedoch nicht ausreichend genutzt (AMMONEIT et al. 2020; KRELL et al. 2016; KRÜGER et al. 2018; WIKTORIN 2013a).
Gewinnbringend wäre es somit, anknüpfend an das verbreitete unterrichtliche Vorgehen der Induktion (BAURIEGEL 2013; KÖCK 1981), Modelle im Unterricht häufiger durch die Schülerinnen und Schüler entwickeln zu lassen und ihr methodisches Potential zu nutzen (Kapitel 2.3.5.1). Dies müssen nicht immer komplexe chorologische Raummodelle sein, auch einfache Wirkungsgefüge etc. die bspw. auf Textbasis entwickelt werden, können letzten Endes als Modelle angesehen werden, die allgemeingeographische Aussagen bzw. Regelhaftigkeiten transportieren. Entscheidend ist der Gedanke, dass am Ende einer entsprechenden

Unterrichtseinheit eine durch die Schülerinnen und Schüler entwickelte übertragbare Aussage steht. Durch die eigene Produktion von geographischem Wissen (Erkenntnisobjekte) kann der wissenschaftliche Erkenntnisweg nachvollzogen und kritisch beurteilt werden. Zudem wird unter anderem der fluide Charakter von wissenschaftlichem Wissen bei der Testung und Änderung deutlich. Die Modellierung ist somit Vermittlungsagent für ein adäquates Wissenschaftsverständnis (KRELL et al. 2016, 94ff; KRÜGER et al. 2016; PASSMORE et al. 2014; WIKTORIN 2013a u.v.m.).
Ergänzend ist jedoch zu erwähnen, dass die Daten dieser Untersuchung zeigen, dass sowohl im Rahmen des deduktiven Ansatzes wie auch des induktiven Ansatzes des Modellernens die Modellbeurteilung ($M$ = 2.93) bzw. -testung ($M$ = 3.09) und der reflexive Umgang mit Modellen ($M_{gesamt}$ = 2.93) im Oberstufenunterricht ein hohes Gewicht haben. Bei letzterem liegt jedoch der Fokus zumeist auf dem medialen und nicht auf ihrem methodischen Charakter von Modellen (Kapitel 7.1). Wird der induktive Ansatz gewählt, werden die Schritte des Modellierungszyklus jedoch meist nur in Teilen durchlaufen (Tab. 74; Kapitel 6.2.3). Vor allem das Testen und darauffolgende Ändern von Modellen spielt eine untergeordnete Rolle. Dieser Schritt ist jedoch für ein adäquates Modell- und Wissenschaftsverständnis von zentraler Bedeutung (s. o., Ansatz 2 in Kapitel 8.2; KRELL, KRÜGER 2016). Auch die Planungsphase hat nicht den hohen unterrichtlichen Stellenwert ($M$ = 2.50) der ihr für die adäquate Förderung von Modellkompetenz zukommen müsste (Kapitel 6.2.3; Ansatz 3 in Kapitel 8.2). So wird doch insbesondere in dieser Phase auf der Metaebene gearbeitet, womit Ansätze zur Förderung der Modellkompetenz gegeben sind (z. B. Diskussion über Modellzweck; FLEIGE et al. 2012a, 2012b).

Tab. 74 | Mittelwerte der sechs Schritte des Modellierungszyklus ($n$ = 51)

| **Modellierungsschritt** | **Mittelwert** | | |
|---|---|---|---|
| Planung | 1 | 2.5 | 4 |
| Datenanalyse | 1 | 3.33 | 4 |
| Modell herstellen | 1 | 3.11 | 4 |
| Modell erklären | 1 | 3.07 | 4 |
| Modell testen | 1 | 3.09 | 4 |
| Modell ändern | 1 | 2.39 | 4 |
| | *nie* | | *immer* |

Die im noch folgendem Kapitel 8.3 ausgeführten zehn didaktisch-methodischen Ansätze bzw. Strategien nehmen diese Befunde konstruktiv auf und stellen noch weiter ausdifferenziert Ansatzpunkte für ein mehrperspektivischen Modelleinsatz dar, bei dem die Potentiale von theoretischen Raummodellen besser entfaltet werden können.

## 8.1 Umsetzung der Anforderungen des Kernlehrplans Geographie (NRW, Sek. II)

Der Kernlehrplan für das Fach Geographie in der Sekundarstufe II des Landes Nordrhein-Westfalen (MSW NRW 2014) wurde als Referenzrahmen für diese Studie genutzt, da er auch für die Unterrichtspraxis leitend ist. Er konkretisiert modellbezogene Kompetenzen, die bei den Schülerinnen und Schülern in der Oberstufe zu fördern sind. Dabei wird jedoch nicht das dargelegte Potential des Modelleinsatze für einen guten Geographieunterricht im vollen Umfang genutzt – der Fokus liegt auf dem medialen Charakter. Eine elaborierte Modellbewertung bzw. -reflexion wird dennoch eingefordert (Kapitel 2.2.4). Die Arbeit mit Modellen hat im Lehrplan damit nicht den Stellenwert, den sie in den naturwissenschaftlichen Fächern hat. Die Modellkompetenz im KLP umfasst zwei bzw. drei allgemeine Kompetenzen/Standards zur Modellkompetenz (MK4, MK8, UK5; Tab. 2), wobei MK8 nicht speziell auf Modelle abzielt (Kapitel 2.2.4).

Die Kompetenz **MK4** („Die Schülerinnen und Schüler entnehmen Modellen allgemeingeographische Kernaussagen und vergleichen diese mit konkreten Raumbeispielen/überprüfen diese anhand konkreter Raumbeispiele“) wurde im Messinstrument anhand der Subskalen (Dimension ‚Modellauswertung‘) ‚Modelle beschreiben‘ (*M* = 3.50), ‚Modelle erklären‘ (*M* = 2.96) und ‚Modelle beurteilen‘ (*M* = 2.93) erfasst. Die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung festgestellten hohen Mittelwerte dieser Subskalen legen nah, dass die Kompetenz MK4 umfänglich gefördert wird. Die Kompetenzfacette ‚entnehmen‘ zielt v. a. auf deskriptive Aspekte ab. Die entsprechende Subskala ‚Modelle beschreiben‘ erreicht den höchsten Mittelwert, d. h. die Beschreibung der Modelle in ihren Teilfacetten erfolgt sehr umfänglich (Kapitel 6.2.2). Ein statistisch signifikanter jedoch schwacher positiver Zusammenhang besteht hier mit der methodenbezogener und inhaltsbezogener Zielorientierung der Lehrkräfte (Kapitel 6.3.4). Ein schwacher negativer Zusammenhang besteht mit wahrgenommenen materialbezogenen Hindernissen (Kapitel. 6.3.5).

Die Intensität der Modellbeurteilung als zweiter Teil der Kompetenz MK4 liegt leicht (*M* = 2.93) aber signifikant über dem theoretischen Skalenmittelwert und erfolgt damit eher häufig (Kapitel 6.2.2). Sie ist jedoch mehr oder weniger stark von dem Niveau des fachdidaktischen Wissens, der konstruktivistischen Orientierung, der Beurteilungsorientierung sowie der methodischen Zielorientierung der Lehrkräfte abhängig (Kapitel 6.3). Negativen Einfluss haben schüler-/lern-, materialbezogene sowie organisatorisch-formale Hindernisse (Kapitel 6.3.5).

Zwar wird die Erklärung von Modellen durch die Kompetenz nicht explizit eingefordert – sie dürfte aber dennoch impliziert sein. Auch sie erfolgt eher häufig (*M* = 2.96) und liegt signifikant über dem theoretischen Skalenmittelwert. Der Umfang der Erklärung dürfte durch die Art des Modells beeinflusst sein. So werden komplexere chorologische Modelle vermutlich weniger intensiv erklärt (Kapitel

6.2.2). Zudem stehen nicht hinter alle theoretischen Raummodelle umfängliche elaborierte Theorien (Kapitel 2.1.2). Einen positiven Einfluss hat die Ausprägung der beurteilungsbezogenen Zielorientierung der Lehrkräfte (Kapitel 6.3.3). Negativen Einfluss auf die Häufigkeit haben organisatorisch-formale sowie schüler-/lernbezogene Hindernisse (Kapitel 6.3.5).

Die Kompetenz **MK8** („Die Schülerinnen und Schüler stellen komplexe geographische Informationen [auch unter Nutzung (webbasierter) geographischer Informationssysteme] graphisch dar (Kartenskizzen, Diagramme, Fließschemata/Wirkungsgeflechte)“) wird auch im Rahmen des Modelleinsatzes gefördert. Sie umfasst jedoch keine elaborierte Modellierung im Sinne eines Modellierungszyklus, sondern bleibt – der Kompetenzformulierung entsprechend – fokussiert auf die Herstellungsperspektive. So gab etwa ein Viertel der befragten Lehrkräfte an, Modelle induktiv zu entwickeln (Kapitel 6.2.1). Die korrespondierende Subskala ‚Modelle herstellen‘ zeigt mit einem Mittelwert von $M = 3.11$ ebenfalls an, dass im Rahmen des induktiven Ansatzes Modelle umfänglich hergestellt werden. Die zugehörigen, jedoch in der Kompetenz nicht explizit aufgeführten Aspekte ‚Datenanalyse‘ ($M = 3.30$) und ‚Planung‘ ($M = 2.50$) erzielen zum einen sogar einen höheren zum anderen jedoch einen deutlich niedrigeren Wert (Kapitel 6.2.3).

Der Bewertung von Modellen ist in der Kompetenz **UK05** enthalten, die stark auf den Zweck und die Nutzbarkeit von Modellen abzielt (Kapitel 2.2.4; „Die Schülerinnen und Schüler bewerten die Aussagekraft von unterschiedlichen Darstellungs- und Arbeitsmitteln sowie [von Theorien] und Modellen zur Beantwortung von Fragen und prüfen ihre Relevanz für die Erschließung der räumlichen Strukturen und Prozesse“). Die Mittelwerte der korrespondierenden Subskalen ‚Modell beurteilen‘ ($M = 2.93$, deduktiver Ansatz) und ‚Modelle testen‘ ($M = 3.09$, induktiver Ansatz) sind, wie erwähnt, ebenfalls hoch. Dies indiziert, dass theoretische Raummodelle im Geographieunterricht der Qualifikationsphase umfänglich beurteilt werden.

Der **Transfer** von Modellen bzw. der in ihnen enthaltenen Regelhaftigkeiten auf ähnlich geartete Raumsachverhalte zu Erschließung ebendieser (Thöneböhn 1989; Wiktorin 2013a) findet im Kernlehrplan nur versteckt Berücksichtigung (z. B. „Die Schülerinnen und Schüler [...] analysieren unter Einbezug eines einfachen Modells die Entwicklung einer touristischen Destination“; MSW NRW 2014, S. 33). Auch bzgl. des Modelltransfers lässt sich anhand des Mittelwerts der Skala feststellen ($M = 3.16$), dass der Modelltransfer auch ohne explizite Forderung des Kernlehrplans umfänglich erfolgt. Er steht im Rahmen des deduktiven Ansatzes v. a. in einem positiven Zusammenhang mit der inhaltsbezogenen und methodischen Zielorientierung der Lehrkräfte sowie, weniger stark, mit der beurteilungsbezogenen Zielorientierung sowie der Ausprägung der konstruktivistischen Überzeugung der Lehrkräfte. Wahrgenommene material- und schüler-/lernbezogene Hindernisse stehen indes in einem deutlichen negativen Zusammenhang mit der Häufigkeit des Modelltransfers.

## 8.2 Zehn Ansätze zur Förderung von Modellkompetenz im Geographieunterricht

Um Modellkompetenz adäquat und effektiv zu fördern und damit den Modellansatz im Geographieunterricht umzusetzen, wurden die folgenden didaktisch-methodische Ansätze formuliert. Sie wurden vom Verfasser in Zusammenarbeit mit MEHREN und MEHREN auf Basis empirischer Befunde, theoretisch-konzeptioneller Überlegungen und unter Berücksichtigung der Schulpraxis hergeleitet und veröffentlicht (BETTE et al. 2019) und können als Entscheidungshilfe bei der Gestaltung von Unterricht dienen. Die acht ursprünglich formulierten Ansätze werden vor dem Hintergrund der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung beleuchtet und um zwei weitere Ansätze ergänzt. Entsprechende Praxisbeiträge zur Umsetzung der entsprechenden Ansätze werden flankierend angeführt.

I. *Modelle als Lerngegenstand (und nicht nur als Inhalt vermittelndes Medium) nutzen:*
In Unterrichtseinheiten, in denen Modelle eingesetzt werden, sollte der Förderung der Modellkompetenz ausreichend Raum gegeben werden. Zur Strukturierung können entsprechende Auswertungsschema (Abb. 85), der Modellierungszyklus (Abb. 86), Aspekte der Modellkritik (Abb. 85, Abb. 87) und v. a. das Kompetenzmodell der Modellkompetenz (Tab. 1; UPMEIER ZU BELZEN, KRÜGER 2010) oder ggf. der geographischen Modellierkompetenz (Tab. 76; AMMONEIT et al. 2020) eine Orientierungshilfe geben. Werden Modelle unter medialer Perspektive eingesetzt, ist eine elaborierte Beurteilung von Nöten, in der zentrale Modelleigenschaften angesprochen werden (s. u.).
Auch eine erste Annäherung an das Modell (‚Orientierung', WALLERT 1993) erscheint sinnvoll. Sie führt die Schülerinnen und Schüler nicht nur zum Modell hin, sie stellt auch einen Anknüpfungspunkt für die Modellbeurteilung sowie für die Metareflexion über geographische Modelle dar. Hier können z. B. die Diagrammart, der Entstehungskontext und Zweck, der Geltungsbereich sowie der Modellierer (wodurch die subjektive Pragmatik deutlich wird) benannt und thematisiert werden. Eine solche Orientierung hat im Unterricht Bedeutung, wie gezeigt werden konnte (Kapitel 6.2.2, Abb. 40). Strategien zur Komplexitäts-reduktion bei der Auswertung komplexer Modelle haben BETTE und HEMMER (2019a) aufgezeigt. Wenn die Modellbildung im Fokus steht (→ Ansatz II), sollte der geographische Inhalt möglichst leicht zugänglich sein (*supportive contexts*) und ausreichend Zeit für das Entwickeln der Modelle und die Modellreflexion (→ Ansatz X) bestehen (FLEIGE et al. 2012a, S. 23f, 2012b, S. 7; KRELL et al. 2016, S. 96).

VIERSCHRITT DER MODELLAUSWERTUNG

1. Orientierung
- Was ist das Thema des Modells?
- Wer ist der Autor?
- Um welchen Modelltyp handelt es sich?
- Mit welchem Ziel wurde das Modell entwickelt?
- Von welchen Voraussetzungen ging der Autor aus?
- Für welche Räume und welche Zeit gilt das Modell?

2. Modellbeschreibung
- Welche Elemente werden wie dargestellt?
- Welche Regelhaftigkeiten und Zusammenhänge sind dargestellt?
- Wie lauten die Kernaussagen?

3. Modellerklärung
- Wie sind die dargestellten Regelhaftigkeiten bzw. Kernaussagen zu erklären?
- Welche modellinternen Informationen bzw. Zusammenhänge und modell-externen Informationen können dabei genutzt werden?

4. Modellbeurteilung
- Entsprechen die Hauptmerkmale des Modells den relevanten Eigenschaften des Originals und sind sie ihm ähnlich?
- Ist das Modell angemessen vereinfacht und anschaulich dargestellt?
- Ist das Modell so exakt, dass es gemäß seinem Zweck Beschreibungen, Erklärungen und Vorhersagen in Bezug auf das Original ermöglicht und Denkanstöße gibt?
- Wo hat das Modell Grenzen?
- Muss das Modell ggf. überarbeitet oder gar verworfen werden?

Abb. 85 | Vierschritt der Modellauswertung (BETTE et al. 2019)

II. *Eigenständige Modellbildung:*
Schülerinnen und Schüler können den wissenschaftlichen Erkenntnisprozess über die Planung, Datenanalyse, Herstellung und Erklärung eigener Modelle, ihrer Testung und Änderung selbst erfahren (*doing science*; Kompetenzdimension ‚Modellbildung', Tab. 1). Die Modellierung durch die Schülerinnen und Schüler ist von besonderer Bedeutung, da sie erlangen dadurch einen Einblick erlangen, wie Wissen generiert wird und lernen so seinen Konstrukt-charakter zu verstehen (u. a. JOHNSON, STEWART 2002, 463f; JUSTI, GILBERT 2003, S. 1371; WIKTORIN 2013a). Modellbildung ist somit nicht wörtlich im Sinne von „bauen" (bilden) zu verstehen (KRÜGER et al. 2016). Bei einer im erkenntnistheoretischen Sinn verstandenen Modellbildung werden alle Teilkompetenzen auf einem hohen Niveau gefördert (FLEIGE et al. 2012a; KÖCK 1995, 1985b; WIKTORIN 2014b, 2013a). Zur Orientierung bei der Erkenntnisgewinnung und damit auch zur Unterrichtsgestaltung kann der erwähnte Modellierungskreislauf (Abb. 86) dienen. Bei der Modellierung kann es hilfreich sein – v. a. für Novizen – Modellgrafiken vorzustrukturieren und unterstützende Hilfen zu geben (z. B. BETTE 2020; ETTERICH 2019). Bedenkt man, dass die Inhaltsorientierung der Lehrkräfte für den Umfang der Modellierungsaktivität und nicht die methodische Orientierung bedeutend ist und die Stärke der Ausprägung der konstruktionsorientierten lerntheoretischen Überzeugung nicht die Wahrscheinlichkeit erhöht,

den induktiven Ansatz zu wählen (Kapitel 6.5.1), ist zu vermuten, dass die eigentlichen Potentiale des Modellierens oft nicht gesehen werden. Folglich werden sie nicht gründlich genutzt. Dies zeigt sich auch darin, dass der Modellierungskreislauf meist nicht in Gänze durchschritten wird. Eine Änderung der erstellten Modelle findet im Gegensatz zur Testung selten statt (Kapitel 6.2.3; → Ansätze V und VI).

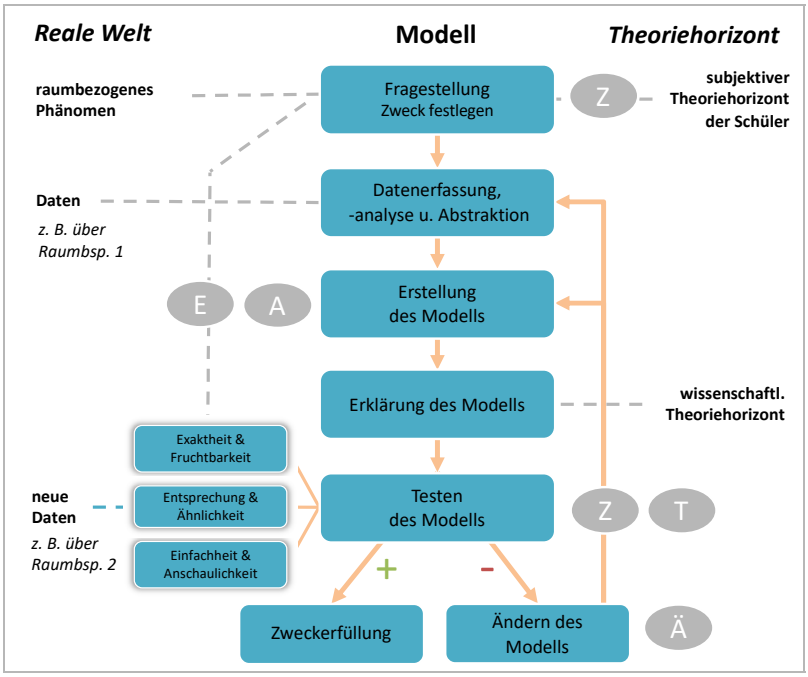



Abb. 86 | Idealtypischer Ablauf der Modellbildung (eigene Darstellung u. a. nach FLEIGE et al. 2012b; JUSTI, GILBERT 2002a; KÖCK 1985b)
*Hinweise*: Die fünf Buchstaben nehmen Bezug auf die fünf Teilkompetenzen des Kompetenzmodell der Modellkompetenz (A = alternative Modelle, E = Eigenschaften von Modellen; Z = Zweck von Modellen, T = Testen von Modellen, Ä = Ändern von Modellen; Tab. 01, UPMEIER ZU BELZEN und KRÜGER 2010); an den ausgewiesenen Stellen können die fünf Teilkompetenzen mit den Schülerinnen und Schülern besonders gut reflektiert werden (Tab. 75).

III. *Kognitive Aktivierung bei der Modellbildung*:
Genauso wenig wie Experimentierkompetenz durch das Abarbeiten von Experimenten nach einem „Kochrezept“ gefördert wird (HAMMANN et al. 2007; SCHUBERT 2016), so sind zu starke Vorgaben bei der Modellbildung etc. nicht dazu geeignet, Modellkompetenz zu fördern. Auch die reine Präsentation „fertiger“ Modelle zur Veranschaulichung trägt nicht zum Erwerb von Modellkompetenz bei. Entscheidend ist, dass die Schülerinnen und Schüler den Erkenntnisweg oder zumindest einzelne Teile gedanklich aktiv mitbestreiten, wodurch die kognitive Aktivierung als entscheidendes Qualitätsmerkmal von Unterricht in den Vordergrund tritt (HELMKE 2012, S. 205ff; KRÜGER et al. 2016). So können die Schülerinnen und Schülern bspw. während der Planungsphase überlegen, welche Schritte erfolgen müssen, was das Ziel der Modellierung bzw. der Zweck des Modells ist, welche Daten benötigt werden, wie es getestet werden kann u. v. m. Immerhin geben etwa ein Viertel der Befragten an, die Modelle (angloamerikanische Stadt und demographischer Übergang) induktiv zu entwickeln. Der Umfang und die Intensität der kognitiven Aktivität der Schülerinnen- und Schüler ist im Rahmen der vorliegenden Untersuchung jedoch nicht genau zu ermitteln. Die Einsatzfacette ‚Planung‘ kann jedoch als Indiz dafür herangezogen. Die diesbezüglichen Schülerinnen- und Schülertätigkeiten weisen jedoch einen verhältnismäßig geringen Umfang auf. Das Item ME_Plan03 („In meinem Geographie-unterricht planen die Schüler/innen, in welchen Arbeitsschritten das Modell entwickelt werden soll“) belegt mit einem Mittelwert von $M = 1.89$ mit etwas Abstand den letzten Rang der 48 Items (Tab. 47). Dies unterstreicht sehr deutlich die Bedeutung dieses didaktisch-methodischen Ansatzes für die Förderung von Modellkompetenz. Daher wurde er in die Liste der Ansätze zur Modellkompetenzförderung neu aufgenommen.

IV. *Fokussierung auf Teilkompetenzen und kumulative Kompetenzentwicklung:*
Nicht in jeder Unterrichtseinheit muss der Modellbildungsprozess in Gänze durchlaufen werden und alle Aspekte der Modellkompetenz abgedeckt werden. Die Fokussierung auf einzelne Teilkompetenzen vor dem Hintergrund einer kumulativen Kompetenzentwicklung erscheint in Anbetracht der Komplexität der Modellkompetenz zielführender, zumal dies auch die Menge zu reflektierenden Aspekten begrenzt. Vorstellbar ist bspw. die Überprüfung eines vorgegebenen Modells und seine anschließende Modifizierung um die Teilkompetenzen „Testen von Modellen“ und „Ändern von Modellen“ zu fördern (→ Ansatz VI). Nebst der Kombination der Teilkompetenzen ‚Testen von Modellen‘ und ‚Ändern von Modellen‘ eignet sich insbesondere die Kombination der Teilkompetenzen ‚Eigenschaften von Modellen‘ und ‚Alternative Modelle‘ (FLEIGE et al. 2012a, S. 24, 2012b, S. 7; KRELL et al. 2016, S. 96). Die Fokussierung auf die verschiedenen Kombinationen der Teilkompetenzen sollte bei den im

Unterricht behandelten Modellen variiert werden, um Modellkompetenz umfassend aufzubauen.

V. *Modellbeurteilung und -testung (Modellkritik):*
Modelle sollten stets einer Prüfung unterzogen werden und nicht unhinterfragt positivistisch gelehrt werden. Dies scheint im Geographieunterricht der Qualifikationsphase der Fall zu sein (Kapitel 6.2.2, 6.2.3). Die Mittelwerte der entsprechenden Skalen sind hoch und indizieren eine umfängliche Modellbeurteilung und -testung. Dadurch können Schülerinnen und Schüler für den Modellcharakter sensibilisiert werden (KRELL, KRÜGER 2016; WIKTORIN 2014b). Dabei wird das Modell strukturiert mit der Realität bzw. Daten abgeglichen und unter Berücksichtigung der graphischen Gestaltung und seines Zwecks hinsichtlich seiner Aussagekraft beurteilt. Beurteilungskriterien (z. B. Schritt 4 in Abb. 85) können aus den allgemeinen Anforderungen an Modelle abgeleitet werden (Abb. 87). Vereinfacht sollte bei der Modellkritik auf die folgenden drei Punkte geblickt werden: (1.) die empirisch-inhaltlich Passung (Datenangemessenheit), den Modellzweck (Zweckangemessenheit) sowie die graphische Gestaltung (graphische Angemessenheit) (WEITZEL 2014). Üblicherweise wird bei der Modellbeurteilung im Rahmen des deduktiven Ansatzes (Modell als Medium) eher auf inhaltliche Aspekte geblickt, es sollten jedoch weitere Aspekte hinzutreten, um Modellkompetenz adäquat zu fördern. Der Übergang zu einer Metareflexion über Modelle und das Modellieren (→ Ansatz X) kann sich hier nahtlos anschließen (KRÜGER et al. 2016). Die Prüfkriterien sind erweiterbar, z. B. bzgl. der Grundannahmen, der Übertragbarkeit. In der Unterrichtspraxis wird jedoch v. a. die graphische Gestaltung vernachlässigt (Item ME_Prü04, *M* = 2.46). Sie kann jedoch für Lernhindernisse verantwortlich sein, z. B. Fehlinterpretation von Symbolen u. ä.

1. *(Daten/Inhalt)* ***Entsprechung und Ähnlichkeit***: Das Modell muss in den relevanten Eigenschaften dem Original entsprechen. Es sollte dem Original daher in den Hauptmerkmalen ähnlich sein.
2. *(Grafik)* ***Einfachheit und Anschaulichkeit***: Das Modell soll die wesentlichen Eigenschaften des Originals angemessen vereinfacht sowie anschaulich und verständlich darstellen.
3. *(Zweck)* ***Exaktheit und Fruchtbarkeit***: Das Modell soll so exakt sein, dass es gemäß seinem Zweck z.B. Beschreibungen, Erklärungen und Vorhersagen in Bezug auf das Original ermöglicht und neue Denkanstöße gibt.

Abb. 87 | Anforderungen an ein Modell (u. a. nach KATTMANN 2008, S. 332)

VI. *Ändern von Modellen*

Dem Testen und Ändern von Modellen im Rahmen des Modellierungszyklus (*doing science*) kommt eine zentrale Bedeutung für die Entwicklung eins elaborierten Modellverständnisses zu (KRELL, KRÜGER 2016; LEE, KIM 2014). So wird argumentiert, dass beim Testen und Ändern (sowie der Reflexion hierüber) auch weitere Aspekte berücksichtigt werden müssen, zum Beispiel der Modellzweck oder alternative Modelle (KRELL et al. 2016, 94f). Die Befunde dieser Arbeit zeigen jedoch sehr deutlich, dass theoretische Raummodelle im Geographieunterricht der Oberstufe sowohl im Rahmen des deduktiven Ansatzes des Modelllernens wie auch des induktiven Ansatzes nur sehr selten aufgrund ihrer Testung geändert werden (Kapitel 6.2.3). Das Einzelitem, das explizit nach dieser Schnittstelle im Modellierungszyklus fragt („In meinem Geographieunterricht ändern die Schüler/innen ihr Modell aufgrund seiner Überprüfung an der Realität."; nur induktiver bei Wahl des induktiven Ansatzes), bekommt nur eine sehr geringe Zustimmung ($M$ = 2.08) und belegt den drittletzten Rang. Damit bleibt ein entscheidender Ansatzpunkt zur Förderung einer elaborierten Modellkompetenz und eines adäquaten Wissenschafts-verständnisses ungenutzt. In der unterrichtspraktischen Literatur finden sich nur wenige Unterrichtsbeispiele, bei denen auf das Testen und Ändern von Modellen fokussiert wird. Eine Ausnahme stellt bspw. die Testung und Änderung des Modells des Produktlebenszyklus im Unterrichtsbeispiel von MEHREN und MEHREN (2019) dar. Aufgrund dieser Befunde wurde dieser neue Ansatz in die ursprüngliche Liste mitaufgenommen.

VII. *Nachvollziehen historischer Entwicklungen von Modellen:*

Insbesondere die Arbeit mit historischen Modellen und ihrer Modifikation im Laufe der Zeit erlaubt den Aufbau eines adäquaten Modell- und damit Wissenschaftsverständnisses (FLEIGE et al. 2012b, S. 7). Im Geographieunterricht stellen die Genese und der Wandel der Stadtmodelle der Chicagoer Schule (BAGOLY-SIMÓ 2013, S. 500) oder die Erweiterung des Modells des demographischen Übergangs durch einen zweiten Übergang (z. B. HOFFMEISTER 2013) Beispiele dar. Insbesondere vor dem Hintergrund des Ansatzes VI scheint auch dieser Ansatz erfolgsversprechend zu sein, um Modellkompetenz zu fördern.

VIII. *Alternative Modelle:*

Durch einen Vergleich alternativer und unter Umständen kontroverser oder konträrer Modelle zu ähnlichen Gegenständen ist eine Erschließung unterschiedlicher wissenschaftlicher Positionen resp. Intentionen/Zwecke der Modellierer/von Modellen denkbar (WIKTORIN 2014b). So lassen sich bspw. hervorragend kontrastive Modelle der angloamerikanischen Stadt, wie das von LAUX und THIEME 2011 (MICHAEL 2015, S. 222) oder HAHN (2002, S. 44), mit dem ‚Model of Post-Modern Urbanism' (DEAR 2005) der *L.A. School of Urbanism*

vergleichen (DE LANGE, WEIß 2014). Im Unterricht wird die Strategie des Modellvergleichs in der Tat genutzt, wenngleich auch eher randständig. Das entsprechende Item liegt im Rahmen des deduktiven Ansatzes des Modelllernens auf Rang 35 (von 39) bzw. auf Rang 38 (von 48) im Rahmend es induktiven Ansatzes. Im Rahmen des deduktiven Ansatzes erfolgt sie deutlich seltener (M = 2.24) als im Rahmen des induktiven Ansatzes (M = 2.56), wobei vermutlich beim letzteren, die selbst hergestellten Modelle zum Vergleich genutzt werden. Somit liegen im Modellvergleich noch zu oft ungenutzte Potentiale zur Förderung der Modellkompetenz.

IX. *Kontextualisierung:*
Da Modelle in der Regel recht abstrakt und daher herausfordernd für Schülerinnen und Schüler sind, ist es hilfreich, wenn Modelle mit konkreten Raumeispielen etc. kontextualisiert werden. Die Arbeit mit Modellen ist also nicht per se abstrakt (SCHULTZE 1998). So können konkrete Raumbeispiele der Modellentwicklung dienen oder als Hintergrund für die Modellauswertung. Beliebt ist zudem das „In-Beziehung-Setzen" einzelner Modellbestandteile mit realen oder auch fiktiven Alltagssituationen, Fotos etc. (z. B. Methode „Lebendiges Diagramm", SCHULER 2007). Hierfür finden sich zahlreiche Unterrichtsbeispiele, z. B. zum Butler-Modell (JEBBINK 2011), dem Modell der lateinamerikanischen Stadt (JANKE 2012) oder dem Modell der Transportketten im Seehandel (SCHMALOR, SCHÄFER 2019). Mit einem Einzelitem wurde auch dieser Aspekt erfasst (MA_EI01_Allt; *M* = 3.26 bzw. E_EI01_Allt *M* = 3.29). Diese Schülerinnen- und Schülertätigkeiten finden relativ häufig im Unterricht statt.

X. *Metareflexion über Modelle:*
Nebst den impliziten Strategien ist es zu empfehlen, über das Wesen von geographischen Modellen explizit zur reflektieren (*learning about science*; Tab. 75), da die Metareflexion über Modelle einen bedeutenden Beitrag zur Förderung der Modellkompetenz leistet (KRELL et al. 2016). Hier kann zwar auch die mediale Perspektive berücksichtigt werden (Voraussetzungen, Konstruktcharakter, Vereinfachung und Idealisierung, Verhältnis von Theorie und Modell, Repräsentation von Regelhaftigkeiten etc.), der Fokus sollte jedoch auf dem instrumentellen Charakter liegen (z.B. Modellbildungsprozess, Transfercharakter, Prognose etc.) (FLEIGE et al. 2012a, S. 23; KRELL et al. 2016). Auch hier kann das Kompetenzmodell der Modellkompetenz Orientierung geben. Dabei empfiehlt es sich, über das klassische Unterrichtsgespräch hinausgehend Methoden zu nutzen, die viele Schülerinnen und Schülern erreichen und kognitiv aktivieren, ggf. unterstützt durch ein Reflexionsschemata ähnlich dem Modellierungskreislauf (Abb. 86) und teildimensionsbezogener verbaler Reflexionsimpulse (z. B. (Ä) „Nenne Gründe dafür, dass das Modell verändert werden muss.") (FLEIGE et al. 2012a, S. 24, 2012b, S. 7). Dies setzt voraus, dass die

unterrichtende Lehrkraft eine hohe Modellkompetenz aufweist (JUSTI, GILBERT 2002a). Die Reflexion über Modelle scheint den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung folgend fester Bestandteil des Geographieunterrichts zu sein und wird stark durch die Bedeutungszuweisung der Lehrkräfte beeinflusst (Kapitel 6.2.2, 6.2.3, 6.3.3).

Tab. 75 | Reflexionsimpulse und mögliche Antworten (FLEIGE et al. 2012a, 2012b, ergänzt und geändert)
*Hinweis*: Die Buchstaben nehmen Bezug auf die Teilkompetenzen des Kompetenzmodells der Modellkompetenz (Tab. 01).

| | |
|---|---|
| E<br>Eigenschaften von Modellen | *„Beschreibe, inwieweit die Modelle so aussehen wie das Original."*<br>Die Modelle sehen nicht so aus wie das Original, sie stellen unsere Ideen und Annahmen dar, wie das Original aussehen kann und beschränken sich auf die für uns wichtigen Aspekte des Originals. |
| A<br>Alternative Modelle | *„Erkläre, warum es verschiedene Modelle gibt."*<br>Es gibt verschiedene Modelle, weil jeder Modellbauer unterschiedliche Sachverhalte, Ideen und Hypothesen mit seinem Modell abbildet und diese zudem unterschiedlich darstellt. |
| Z<br>Zweck von Modellen | *„Gib an, welchen Zweck die Modelle haben."*<br>Modelle können unterschiedliche Zwecke haben: Sie können v.a. der Beschreibung, der Erklärung, der Prognose oder der Klassifikation dienen. Darüber hinaus können sie dazu dienen, Annahmen über ein Phänomen aufzustellen und Ideen zu bekommen, was man untersuchen müsste. |
| T<br>Testen von Modellen | *„Erkläre, wie wir prüfen können, ob die Modelle tauglich sind."*<br>Modelle müssen dem Original in seinen wesentlichen Eigenschaften in angemessen Weise entsprechen und nachvollziehbar dargestellt sein. Darüber hinaus stellen Modelle Hypothesen dar. Diese lassen sich entweder am Modell direkt oder durch Sammeln neuer Daten vom Original und dem Vergleich mit dem Modell überprüfen. |
| Ä<br>Ändern von Modellen | *„Begründe, warum Modelle verändert werden können."*<br>Modelle können verändert werden, wenn ihre Gestaltung ungenau, zu einfach oder zu komplex ist oder sie dem Original nicht in seinen wesentlichen Eigenschaften und in angemessener Weise entsprechen. Darüber hinaus können sie verändert werden, wenn die aus ihnen abgeleiteten Hypothesen widerlegt werden. |

# 9 Schluss und Ausblick

## 9.1 Reflexion des Forschungsdesigns

Rückblickend auf den Forschungsprozess ist festzuhalten, dass das Forschungsdesign (Überblick: Abb. 25) grundsätzlich geeignet war, die Fragestellung zu beantworten und die Hypothesen zu überprüfen. Dies zeigte sich nicht nur in der inhaltlichen Kohärenz, sondern v. a. bei der Prüfung der Testgütekriterien (Kapitel 5.6). Jeder einzelne Schritt im Forschungsprozess wurde wohl begründet vor dem Hintergrund mehrerer Alternativen entschieden und dokumentiert. Die auf Basis des Forschungsdesigns gewonnenen Erkenntnisse weisen daher eine kritisch-reflexive Übertragbarkeit auf. Dennoch sind aus Sicht des Verfassers einige Aspekte i kritisch zu erwähnen.

1. *Qualität und Umfang der Stichprobe*:
   Aufgrund der speziellen und nur schwer zu erreichenden Grundgesamtheit war eine rein zufällige Stichprobenziehung nicht möglich. Auf diese Problematik wurde bereits in Kapitel 5.7.1 eingegangen. Die Probanden wurden indirekt, vermittelt über Schulleitungen Sekretariate und Fachschaftsvorsitzende per E-Mail kontaktiert. Die Teilnahme der so erreichten Lehrkräfte hing von ihrer freiwilligen Bereitschaft ab (Kapitel 5.7). Diese indirekte Probandenakquise hatte zur Folge, dass der Rücklauf ($N$ = 200) zwar geringer als erwünscht ausfiel und die Stichprobe damit nur einen relativ geringen Teil der Grundgesamtheit darstellt, jedoch den notwendigen statistischen Anforderungen genügte. Inwiefern die Stichprobe die Grundgesamtheit adäquat abbildet, konnte nur in Ansätzen diskutiert werden (Kapitel 5.7). Wahrscheinlich weist diese nicht-probabilistische Stichprobe aber Verzerrungen auf. Da den kontaktierten Lehrkräften das Thema der Untersuchung bekannt war, könnte es bspw. sein, dass verstärkt Lehrerinnen und Lehrer teilnahmen, die dem Einsatz von Modellen positiv gegenüberstehen oder Lehrkräfte fehlen, die zeitlich stark belastet waren. Die Ergebnisse könnten also positiver ausgefallen sein, als es der Unterrichtsrealität entspricht. Die Daten zeigen insgesamt ein recht umfänglichen bzw. elaborierten Modelleinsatz. Es gibt jedoch auch einzelne stark defizitäre Bereiche (Modelle ändern, Planung der Modellentwicklung). Realistischer Weise ist davon auszugehen, dass der Umfang des Modelleinsatzes zumindest in Bezug zu einigen Einsatzfacetten in der Realität etwas geringer ausfällt. Da das genaue Maß der Verzerrung unbekannt ist, ist eine Verallgemeinerung nur eingeschränkt möglich. Andererseits sind die grundlegenden Tendenzen zum Modelleinsatz an sich eindeutig und finden in großen Teilen Bestätigung in anderen Untersuchungen.

Die Anzahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer ist jedoch ausreichend groß, um entsprechende statistische hypothesenprüfende Verfahren anzuwenden und liegt bei einem Umfang, den auch ähnlich gelagerte Untersuchungen aufweisen. Eingeschränkt zu interpretieren waren jedoch die Korrelationsanalysen im Rahmen des induktiven Ansatzes, da nur etwa 35 Fälle berücksichtigt werden konnten. Diese geringen Fallzahlen sind anfällig gegenüber Ausreißern und weisen oft zu hohe Korrelationskoeffizienten auf (siehe Hinweise im Kapitel 6.3).

2. *Eingeschränkte Übertragbarkeit aufgrund der Beispielmodelle*:
   Die Konstruktion des Messinstruments war von dem Dilemma begleitet, auf der einen Seite übertragbare Erkenntnisse zu gewinnen, auf der anderen Seite jedoch einen möglichst authentischen und validen Einblick in die Unterrichtsgestaltung zu gewinnen (Kapitel 5). Dies führte zur Nutzung mittel-inferenter Items zur Erfassung des Modelleinsatzes und damit erforderlich, konkrete Beispielmodelle zur Itementwicklung heranzuziehen. Insofern ist die Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf andere Modelle eingeschränkt, die Aussagekraft aber valider. Es wurden bewusst zwei theoretische Raummodelle ausgewählt, die thematisch und graphisch eine gewisse Breite, jedoch keine Extrema aufwiesen und somit in gewisser Weise stellvertretend für ähnlich geartete Modelle stehen (Kapitel 5.1.4). Dies sollte die erwähnte Problematik abfedern. Gleichwohl sind die Modelle so bekannt, dass ein umfangreicher Modelleinsatz mit diesen Modellen wahrscheinlicher ist als mit unbekannteren Modellen. Insofern gelten die Ergebnisse dieser Untersuchung in erster Linie für lehrplanrelevante Modelle, die jede Lehrkraft unterrichten muss. Auf selten eigesetzte Modelle (Kapitel 6.1.) sind die Ergebnisse schlechter übertragbar. Damit kann auch keine Aussage über die Breite des Modelleinsatzes gemacht werden, sondern nur über den Umfang des Einsatzes von theoretischen Raummodellen, die gemäß des Kernlehrplans im Oberstufenunterricht relevant sind.

3. *Eingeschränkte Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Bundesländer*:
   In der vorliegenden Untersuchung wurde der Einsatz von Modellen in der Qualifikationsphase des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen untersucht. Dafür wurden zwei konkrete Modelle genutzt. Eine Übertragbarkeit der Studienergebnisse auf andere Bundesländer ist u. a. aufgrund anderer Lehrplanvorgaben, anderer Fachtraditionen etc. nicht zwangsläufig gewährleistet.

4. *Erfassung des Modelleinsatzes*:
   Der unterrichtliche Einsatz von theoretischen Raummodellen wurde mittels nieder-inferenter Items anhand von Rating-Skalen im Selbstbericht erfasst (Kapitel 5). Zweifelsohne bringt dieses Verfahren, wie in Kapitel 5.1.1

diskutiert, notwendige forschungsmethodisch und forschungsökonomische Vorteile mit sich. Es weist jedoch auch Nachteile auf (HARTIG, JUDE 2007, 25f). Dies betrifft in erster Linie ein sozial erwünschtes Antwortverhalten (Kapitel 5.3) u. a. vor dem Hintergrund der Lehrplananforderungen (Kapitel 2.2.4) und – selbst wenn die Lehrkräfte ehrlich antworten – mögliche Fehleinschätzungen des eigenen Unterrichts (KRELL, KRÜGER 2016, S. 168). Daher wurde die soziale Erwünschtheit mittels einer entsprechenden Skala kontrolliert, wobei jedoch nur eine signifikante Korrelation auftrat (Tab. 34). Insofern ist davon auszugehen, dass das Messinstrument grundsätzlich nicht für ein sozial erwünschtes Antwortverhalten anfällig ist. Dennoch bleibt die Möglichkeit bestehen, dass die befragten Lehrerinnen und Lehrer sich falsch einschätzen. So wird bspw. das Phänomens des sog. *overreporting* diskutiert (KUNTER, KLUSMANN 2010). Dies bedeutet, dass die Ergebnisse in erster Linie aufzeigen, wie die befragten Lehrkräfte persönlich ihren Unterricht einschätzen (KRELL, KRÜGER 2016; PHAM et al. 2012). Zuverlässigere Erkenntnisse könnten – wie bereits in Kapitel 5.1.1 umfänglich diskutiert – mittels Videoanalyse von Geographiestunden oder teilnehmender Beobachtung erzielt werden, wenngleich der Aufwand hierfür ungleich höher wäre (CLAUSEN 2002; HELMKE 2012; KRELL, KRÜGER 2016, S. 168; PRAETORIUS 2014).

5. *Erfassung von Unterrichtsquantität vs. -qualität*:
   Entscheidend für die Entwicklung einer adäquaten Modellkompetenz sind vor allem tiefergehende Elemente. So ist insbesondere die kognitive Aktivierung, also das kognitive Durchdringen, die Mitgestaltung von Lernprozessen und das damit einhergehende Anforderungsniveau ein entscheidendes Qualitätskriterium auch des modellbezogenen Unterrichts (HELMKE 2012, 205ff; KRELL et al. 2016). Dies wurde jedoch nicht explizit erfasst. Im Fokus stand, wie häufig einzelne Schritte bzw. Einsatzfacetten beim Modelleinsatz genutzt werden und nicht wie der darauf bezogene Lernprozess im Detail gestaltet ist. Hier geben jedoch in gewisser Weise die Subskalen bzw. Einsatzfacetten Modellplanung, Orientierung, Modellprüfung und -testung sowie Modellreflexion Anhaltspunkte (s. o.), da dies v. a. Einsatzfacetten sind, die metakonzeptionelle Elemente beinhalten. Einschränkend ist anzumerken, dass die Reliabilität der Skala ‚Orientierung' ($\alpha$ = .387) zu gering ist. Die Skala wurde daher auch auf Einzelitemebene ausgewertet.

6. *Problematik der Erfassung von Lehrerkompetenzen*:
   Die Erfassung von Lehrerkompetenzen bringt große konzeptionelle wie forschungsmethodische Herausforderungen mit sich (u. a. GRAMZOW et al. 2013; KUNTER, KLUSMANN 2010; REHM, BÖLSTERLI 2014; TEPNER, DOLLNY 2014). Insbesondere in „kleinen Fächern" wie der Geographie ist sie daher nicht weit vorangeschritten (HEMMER et al. 2020b). Dennoch wurde in dieser Untersuchung

ein heuristischer Versuch unternommen, forschungsökonomisch und möglichst proximal Lehrerkompetenzen zu erfassen (REHM, BÖLSTERLI 2014). Dabei wurde darauf Wert gelegt, dass diese differenziert und anhand mehrerer theoretisch hergeleiteten Items bzw. Indikatoren erfasst werden und ggf. auch anhand objektiver Tests (Modellverständnis). Dass dies eine große Herausforderung ist, zeigen auch die vergleichsweise geringen Reliabilitätswerte der entsprechenden Skalen (Kapitel 5.6, SCHECKER 2014). Dennoch dürfte dieses Vorgehen ergiebiger sein als eine knappe Selbsteinschätzung der Kompetenzen anhand sehr weniger Indikatoren (BRAUN et al. 2012; KUNTER, KLUSMANN 2010; REHM, BÖLSTERLI 2014; TIEMANN, KÖRBS 2014, S. 283). Dennoch ist kritisch zu fragen, ob die Erfassung des fachdidaktischen Wissens und des Fachwissens zum Modelleinsatz nicht nur kontextlos, sondern evtl. themengebunden erfolgen müsste (TEPNER et al. 2012). So konnte bezogen auf Schülerinnen und Schülern nachgewiesen werden, dass ein Zusammenhang zwischen dem jeweils betrachteten Modell und dem Fach auf der einen und dem Modellverständnis bzw. der Modellkompetenz auf der anderen Seite existiert (KRELL et al. 2014; KRELL et al. 2012). Auch bei der Konzeptualisierung von Fachwissen und fachdidaktischem Wissen sind in einigen Modellen Inhaltsdimensionen (z. B. Mechanik, Optik) als strukturgebendes Element in Kompetenzmodellen enthalten (GRAMZOW et al. 2013; TEPNER et al. 2012). Eine weitere Anregung zur systematischen und theoriegeleiteten Erfassung des Modellverständnisses stellt die Untersuchung von KRELL und KRÜGER (2016) dar, in deren Rahmen das Modellverständnis von Biologielehrkräften mit constructed-response Items zu den fünf Teildimensionen der Modellkompetenz (Kapitel 2.2.2) erfasst wurde. Ausgehend von jeweils einer Impulsfrage mussten die Lehrkräfte einen Freitext schreiben, in dem sie ihr Modellverständnis zum Ausdruck brachten. Dieses wurde anhand eines Kodierschlüssels analysiert und klassifiziert.

7. *Mangelnde Varianzaufklärung*:
   Zwar konnten 20% bis 39% der Varianz in den abhängigen Merkmalen des Modelleinsatzes aufgeklärt werden (Kapitel 6.3, 6.5). Es verbleibt damit aber noch ein beachtenswerter unaufgeklärter Varianzanteil. Hier ist zu untersuchen, wie gerade erwähnt, ob weitere oder spezifischere Faktoren einen Beitrag leisten können. So könnte bspw. das themen- bzw. inhaltsgebundene Lehrerwissen über ein konkretes Modell (z. B. Kritikpunkte, Entstehung, Zweck) einen besseren Prädiktor darstellen als das allgemeine Modellverständnis bzw. fachdidaktische Wissen (GRAMZOW et al. 2013). Auch andere Faktoren, wie bspw. der Berufsethos (OSER 2014), epistemologische Überzeugungen zum Fach (BLÖMEKE et al. 2008) u. v. w. könnten Ansatzpunkte darstellen.

8. *Problematik der Erfassung der Wahl des Modelllernen-Ansatzes*:
   Trotz eindeutiger empirischer Befunde aus den Naturwissenschaftsdidaktiken (Kapitel 3) zu lehrerbezogenen Einflussfaktoren, die die Wahl des induktiven Ansatzes des Modelllernens begünstigen, konnten in dieser Studie keine signifikanten lehrerbezogenen Einflüsse identifiziert werden. Hier stellen sich die Fragen, ob bei einer so deutlichen Diskrepanz zwischen den vorhandenen Forschungsergebnissen und den empirischen Resultaten dieser Studie, der methodische Zugriff ausreichend valide war, ob er evtl. durch eine zufällige Auswahl geprägt war oder ob wesentliche Faktoren unberücksichtigt geblieben sind. Qualitative Studien könnten hierzu einen Beitrag leisten (s. u.)

## 9.2 Ausblick

Mit dieser Untersuchung, die als Grundlagenstudie im Bereich der Erforschung des geographischen Lehrens und Lernens einzuordnen ist (HEMMER et al. 2018, 9f), sollte ein Beitrag zur Schließung dieser Forschungslücken geleistet werden. Die Arbeit kann jedoch nur als ein Baustein gesehen werden, der um weitere Arbeiten zu ergänzen ist. Ausgehend von dem Forschungsformate-Modell von HEMMER et al. (2018, 9f) können vier Felder benannt werden, in denen Weiterarbeit in den Themenfeldern Modellkompetenz und modellbezogene Lehrerprofessionalität erfolgen kann: die Erforschung von Grundlagen, die Entwicklung von Konzepten und die Evaluation von Konzepten sowie die Dissemination bzw. Implementierung evidenzbasierter Erkenntnisse geographischen Lehrens und Lernens (HEMMER 2020, S. 143; HEMMER et al. 2018, S. 9f).

***Erforschung von Grundlagen des geographischen Lehrens und Lernens***

1. *Weitere Untersuchungen zum Einsatz theoretischer Raummodelle*:
   Vor dem Hintergrund der Reflexion des Forschungsdesigns ist es naheliegend zu überprüfen, ob der unterrichtliche Modelleinsatz auch in anderen Bundesländern in ähnlicher Art und Weise erfolgt (Replikation). Eine Übertragbarkeit der Studienergebnisse ist u. a. aufgrund anderer Lehrplanvorgaben, anderer Fachtraditionen etc. nicht zwangsläufig gewährleistet. Zudem kann der Modelleinsatz in der Breite stärker in den Blick genommen werden. Das heißt, dass der Einsatz von anderen bedeutenden Modellen in den Blick genommen werden sollte.

2. *Einflussfaktoren bei der Wahl des Modelllernen-Ansatzes:*
   Leider konnten die Gründe für die Wahl des Ansatzes des Modelllernens (induktiv/deduktiv) nur oberflächlich ergründet werden (Kapitel 6.5.1.1). Dabei spielen externe Faktoren (Hindernisse) eine zentrale Rolle. Lehrerbezogene Faktoren hatten – entgegen den sonstigen empirischen Befunden – keinen Einfluss auf die Ansatz-Wahl. Unter Fokussierung auf diese zentrale Entscheidung könnten bspw. qualitative Ansätze (KAISER 2014; MAYRING 2002; WITZEL

2000) genutzt werden, um Gründe für die festgestellte Präferenz näher zu erforschen und somit ein besseres Bild zu gewinnen.

3. *Modellbezogene Lernprozesse in den Blick nehmen*:
   Die vorliegende Untersuchung stellt eine relativ grob strukturierte Annährung an den Modelleinsatz im Geographieunterricht von der Angebotsseite her dar. Gewinnbringend kann die nähere Untersuchung der Angebotsnutzung sein. Damit könnte bspw. den Fragen nachgegangen werden, wie Schülerinnen und Schüler mit Modellen lernen, welche Restriktionen auftreten und welche Strategien bei der Modellbildung oder -auswertung genutzt werden (Plepis 2013). Dies rückt die Analyse von Lernprozessen in den Fokus und ist demnach viel feinkörniger ausgerichtet. Insbesondere im Hinblick auf die notwendige Diagnose und Förderung der Schülerinnen und Schüler für den Erwerb von Modellkompetenz ist dies ein wichtiges Unterfangen (Krell et al. 2016). Wissen über Schülerinnen- und Schülerkognitionen sind zudem wesentlicher Bestandteil des fachdidaktischen Wissens von Lehrkräften (Gramzow et al. 2013).

4. *Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern sowie Lehrerinnen und Lehrern über theoretische Raummodelle untersuchen*:
   Ein entscheidender Faktor, für unterrichtliches Handeln ist das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler sowie der Lehrkräfte (Duit 2008; Reinfried 2008). Daher kann es auch für den Geographieunterricht fruchtbar sein, das geographische Modellverständnis der Beteiligten näher zu untersuchen, um mögliche Lernhindernisse und -ansatzpunkte zu identifizieren. Dabei sind geographiespezifische Aspekte entsprechend zu berücksichtigen. Für naturwissenschaftliche Modelle liegen hierfür bereits Forschungsergebnisse vor, die zur Entwicklung von unterrichtlichen Konzepten und dem Kompetenzmodell der Modellkompetenz beigetragen haben (u. a. Grosslight et al. 1991; Hammann, Asshoff 2012; Justi, Gilbert 2003; Terzer, Upmeier zu Belzen 2007; Trier, Upmeier zu Belzen 2009; Van Driel, Verloop 1999)

***Entwicklung von Konzepten zum geographischen Lehren und Lernen***

5. *(Weiter-)Modellierung einer geographischen Modellkompetenz*:
   In der Geographiedidaktik wird sich derzeit v. a. auf die Arbeiten der Berliner Schule der Modellkompetenz (Krell, Krüger, Upmeier zu Belzen) für das Fach Biologie gestützt (Bette et al. 2019; Otto, Mönter 2015b; Wiktorin 2014b, 2013a). Eine kritische Untersuchung des Berliner Kompetenzmodells der Modellkompetenz für den Biologieunterricht (Upmeier zu Belzen, Krüger 2010) aus geographiedidaktischer Sicht steht noch aus. Es gibt derzeit jedoch erste Ansätze, die Modellkompetenz spezifisch für den Geographieunterricht aufzubereiten. Dabei erfolgt unter Berücksichtigung der geographischen

Basiskonzepte eine Fokussierung auf das Modellieren (AMMONEIT et al. 2020; PETER, SIEGMUND 2015). Eine notwendige empirische Prüfung steht jedoch noch genauso aus wie eine Überführung in ein praktikables Diagnoseinstrument oder unterrichtliche Konzepte. In diesem Kontext ist auch zu klären, in welchem Verhältnis die Modellkompetenz zur geographischen Systemkompetenz steht (AMMONEIT et al. 2020, S. 26; BROCKMÜLLER, SIEGMUND 2020, S. 45). Zudem gilt es auch zu klären, wie Modellkompetenz kumulativ, d. h. systematisch und gezielt gefördert und diagnostiziert werden kann, so dass nicht nur unbewusst und „aleatorisch" erfolgt (THÖNEBÖHN 1989, S. 79).

Tab. 76 | Kompetenzmodell der geographischen Modellierkompetenz (AMMONEIT et al. 2020, S. 25)

| | | Entwerfen | Anwendung | Evaluation | Revision |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | **Repräsentativ-Struktur** | einen Space als Target definieren und daraus Komponenten in ein Raummodell abbilden | aus einem Modell Informationen über Lagebeziehungen auslesen | ein Modell durch Beobachtung und direkte Messung im Raum prüfen | das Modell durch Integrieren, Verschieben oder Streichen von Komponenten optimieren |
| 2 | **Interpretativ-Funktion** | räumlich funktionale Zusammenhänge zwischen den Komponenten in ein Modell abbilden | durch ein Modell argumentativ einen Zusammenhang erklären | Zusammenhänge in kontrollierter Umgebung oder durch Stichproben statistisch prüfen | funktionale Zusammenhänge optimieren |
| 3 | **Prädiktiv-Prozess** | räumliche Prozesse und Interaktionen in ein Modell abbilden | einen Simulationsprozess ausführen und Daten generieren | Grenzen eines Modells durch Variation der Simulation erproben | Zusammenstellung der zu Grunde liegenden Strukturen und Funktionen optimieren |

6. *Konzeptionelle Fassung des Modellansatzes*:
Bei der Entwicklung des Messinstruments und der inhaltlichen Charakterisierung der Einsatzfacetten/Subskalen wurde mehrfach deutlich, dass es in der fachdidaktischen Literatur nur wenig Angaben und keinen Konsens über genaue facettenbezogenen Tätigkeiten gab. So gibt es bspw. keinen etablierten Konsens darüber, anhand welcher Kriterien Modelle zu prüfen sind. Dies führt dazu, dass die Auswertungsschemata in den Schulbüchern sehr divers sind. Als weiteres konzeptionelles Desiderat erwies sich der Modelltransfer. Zwar wird in der geographiedidaktischen Literatur zwischen verschiedenen Transferarten unterschieden (RINSCHEDE, SIEGMUND 2020, 58ff), dennoch ist mit wenigen Ausnahmen (z. B. PETER 2018) festgehalten, wie genau theoretische Raummodelle bzw. die in ihnen enthaltenen Regelhaftigkeiten im Unterricht durch die Schülerinnen und Schülern genutzt werden können, um konkrete, neue und unbekannte Räume zu erschließen. Einen fruchtbaren Ansatz könnte das sog. „Argumentieren mit Modellen" darstellen, wie es von BÖTTCHER und MEISERT (2015) vorgestellt wurde.

7. *Entwicklung von Unterrichtskonzepten zu den zehn didaktisch-methodischen Ansätzen:*
   Es konnten zehn methodisch-didaktische Strategien/Ansätze zur Förderung der Modellkompetenz als zentrales Ergebnis der vorliegenden Arbeit hergeleitet bzw. differenziert werden. Diese Strategien stellen an sich noch keine Unterrichtskonzepte oder -einheiten dar. Sie können allein oder in Kombination mit anderen jedoch genutzt werden, um ebendiese zu entwickeln. Einige unterrichtspraktische Publikationen mit Unterrichtsbeispielen bei denen diese explizit berücksichtigt wurden bereits in vom Verfasser moderierten Themenheft einer unterrichtspraktischen Zeitschrift veröffentlicht (BETTE, HEMMER 2019b). Auf die entsprechenden Aufsätze wurde bei der Darlegung der didaktisch-methodischen Ansätze zur Förderung der Modellkompetenz hingewiesen (Kapitel 8.3).

8. *Modelle weiterdenken*
   Bisher finden stärker technologiebasierte Modelle bzw. Modellierungen, wie bspw. Simulationen (z. B. Klimamodelle, Modelle zur Bodenerosion, BROCKMÜLLER et al. 2016; BROCKMÜLLER, SIEGMUND 2020) relativ wenig Beachtung in der schulischen Praxis. Derartige auf *hard facts* basierende digitale Werkzeuge bzw. Modellierungen haben zwar v. a. in der Physischen Geographie einen hohen Stellenwert (BÖHNER 2011). In der deutschsprachigen Humangeographie erfolgte seit Beginn der 1990er jedoch eine Substitution der quantitativen Techniken durch qualitative Techniken infolge derer quantitative Modellbildung aus dem Methodenkanon fast verschwand. Ebendiese quantitative Modellierungen raumbezogener sozialer Prozesse sind jedoch von hoher gesellschaftlicher Relevanz und können eine Entscheidungsgrundlage für die Politik sein, wie die Corona-Krise offenbarte (WOLF 2020, 83f). Daher sollte solchen modernen, digitalen Modellen auch im Geographieunterricht eine höhere Bedeutung zugewiesen werden (VAN DER VALK et al. 2007). Ein hierfür geeignetes, schulpraktisch handhabbares Tool stellt der SageModeler (https://sagemodeller.concord.org/app) dar (DAMELIN et al. 2017).

***Evaluation von Konzepten geographischen Lehrens und Lernens***

9. *Evaluation von Strategien zur Modellkompetenzförderung und von Unterrichtskonzepten/-einheiten:*
   Die auf den zehn Strategien zur Förderung der Modellkompetenz (Kapitell 8.2) fußenden Unterrichtskonzepte bzw. -einheiten, müssten einer empirischen Prüfung im Hinblick auf ihre mögliche Wirkung bzgl. der Förderung der Modellkompetenz unterzogen werden. Hierzu eignen sich z. B. quasiexperimentelle Untersuchungen. Zuvor müssten jedoch eine elaborierte Diskussion und geographiedidaktische Akzentuierung der Modellkompetenz inklusive der Entwicklung geeigneter Tests erfolgen.

***Dissemination und Implementierung evidenzbasierter Erkenntnisse geographischen Lehrens und Lernens***

10. *Dissemination modellbezogener Forschungs- und Entwicklungsarbeit in die Schulpraxis*

    Korrelationsanalysen zum Zusammenhang von Lehrerkompetenzen und Lernmöglichkeiten (Kapitel 6.3.5) konnten aufzeigen, dass zwischen der Rezeption fachdidaktischer Literatur durch Geographielehrkräften und ihren Kompetenzen statistisch signifikante Zusammenhänge bestehen. Dies unterstreicht, dass geographiedidaktische Erkenntnisse und Konzepte über unterrichtspraktische Zeitschriften, Schulbücher etc. in die Praxis getragen werden sollten. Dies ist durch den Autor der vorliegenden Arbeit in Kooperation mit anderen Geographiedidaktikern in ersten Ansätzen bereits im Rahmen eines Praxis Geographie-Themenheftes zur Modellkompetenz bereits erfolgt (BETTE, HEMMER 2019b). Zudem sind weitere Ausgaben fachdidaktischer Zeitschriften bereits vorher erschienen, die sich einem elaborierten Modellverständnis verpflichtet fühlen (OTTO, MÖNTER 2015a; WIKTORIN 2014a, 2013b). Darüber hinaus müsste der Modellansatz sowohl integraler Bestandteil der ersten, zweiten als auch dritten Ausbildungsphase im Lehrerberuf sein. Vor allem Fortbildungen, welche entsprechender Qualitätskriterien genügen sollten (FÖGELE, MEHREN 2015), stellen einen geeigneten Ansatz dar, Modellkompetenz und modellbezogenes Professionswissen bei Lehrkräften zu fördern (JUSTI, VAN DRIEL 2005; KRELL et al. 2016).

11. *Neufokussierung des schulpraktischen Modellverständnisses:*

    Obwohl der Modellansatz, wie mehrfach dargelegt, deutliche Potentiale für einen zeitgemäßen, kompetenzorientierten Geographieunterricht mit sich bringt (BAGOLY-SIMÓ 2013; WIKTORIN 2013a), ist seine theoretische und konzeptionelle fachdidaktische Aufbereitung und schulische Inwertsetzung erst in Grundzügen erfolgt. Dabei wird sich in der Regel auf Modelle als Medien fokussiert (Kapitel 2.1.3). Dies findet Entsprechung im Methodenverständnis des Faches, in dem Erkenntnismethoden im eigentlichen Sinn oftmals eine untergeordnete Rolle spielen (HEMMER 2008; LETHMATE 2005; MSW NRW 2007). Die aktuellen Kernelehrpläne des Landes Nordrhein-Westfalen rekurrieren ebenfalls stark auf die mediale Perspektive von Modellen (NRW, SII; MSW NRW 2014; Kapitel 2.2.4). Übergeordnetes Ziel sollte es sein, diese einseitige Perspektive zu durchbrechen und ein adäquates Modellverständnis von Modellen als Medien ***und*** Methode zu implementieren. Die Rezeption des vielschichtigen Modellansatzes erfolgt zwar zunehmend in der fachdidaktischen Literatur (AMMONEIT et al. 2020; BETTE et al. 2019; OTTO, MÖNTER 2015b; WIKTORIN 2013a), in den gängigen geographiedidaktischen Standardlehrwerken und im Kernlehrplan NRW sind diese mehrperspektivischen Ansätze bisher jedoch nicht enthalten. Gleiches gilt für die meisten Schulbücher. Vor

diesem Hintergrund ist eine Überarbeitung des Kernlehrplans und der entsprechenden Lehrwerke mit einer differenzierten Modellkompetenz überfällig, um die Vielfältigkeit des Modellansatzes im Unterricht zu stärken und seine Potentiale für einen tiefergehenden und anspruchsvolleren Kompetenzerwerb der Schülerinnen und Schüler in einem zeitgemäßen Geographieunterricht angemessen zur Entfaltung zu bringen.

## Literaturverzeichnis


ABS, H. J. (2006): Zur Bildung diagnostischer Kompetenz in der zweiten Phase der Lehrerbildung. In: ALLEMANN-GHIONDA, C., TERHART, E. (Hrsg.): Kompetenzen und Kompetenzentwicklung von Lehrerinnen und Lehrern. Ausbildung und Beruf. Weinheim, S. 217–234.

ACHILLES, F. (1994): Modelle selber bauen. In: Geographie heute 15, Heft 122, S. 6–11.

AMMONEIT, R., REUDENBACH, C., TUREK, A., NAUß, T., PETER, C. (2020): Geographische Modellierkompetenz – Modellierung von Raum konzeptualisieren. In: GW-Unterricht, Heft 156, S. 19–29.

ARTELT, C., STANAT, P., SCHNEIDER, W., SCHIEFELE, U. (2001): Lesekompetenz. Testkonzeption und Ergebnisse. In: BAUMERT, J., KLIEME, E., NEUBRAND, M., PRENZEL, M., SCHIEFELE, U., SCHNEIDER, W., STANAT, P., TILLMANN, K.-J., WEIß, M. (Hrsg.): PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Wiesbaden, S. 69–137.

BACH, A. (2013): Kompetenzentwicklung im Schulpraktikum. Ausmaß und zeitliche Stabilität von Lerneffekten hochschulischer Praxisphasen. Münster.

BACKHAUS, K., ERICHSON, B., WEIBER, R., PLINKE, W. (2016): Logistische Regression. In: BACKHAUS, K., ERICHSON, B., PLINKE, W., WEIBER, R. (Hrsg.): Multivariate Analysemethoden. Berlin, Heidelberg, S. 283–356.

BAGOLY-SIMÓ, P. (2013): Stadtmodelle. In: ROLFES, M., UHLENWINKEL, A. (Hrsg.): Metzler Handbuch 2.0 Geographieunterricht. Ein Leitfaden für Praxis und Ausbildung. Braunschweig, S. 499–506.

BAHLBURG, M. (1970): Modelle in der Raumforschung. In: AKADEMIE FÜR RAUMFORSCHUNG UND LANDESPLANUNG (Hrsg.): Handwörterbuch der Raumforschung und Raumordnung. Band 2. Hannover, S. 1999–2004.

BÄHR, J. (2006): Die "fragmentierte Stadt" - Überlegungen zu einem neuen Modell der lateinamerikanischen Stadt. In: BODEMER, K., BIRLE, P., SANGEISTER, H. (Hrsg.): Demokratie und Entwicklung in Lateinamerika: für Klaus Bodemer zum 65. Geburtstag. Frankfurt am Main, 521-525.

BÄHR, J., JENTSCH, C., KULS, W. (1993): Bevölkerungsgeographie. Berlin.

BAILER-JONES, D. M. (2004): Realist-Sein mit Blick auf naturwissenschaftliche Modelle. In: HALBIG, C., SUHM, C. (Hrsg.): Was ist wirklich? Frankfurt am Main, S. 139–161.

BATHELT, H. und GLÜCKLER, J. (2018): Wirtschaftsgeographie. Ökonomische Beziehungen in räumlicher Perspektive. Stuttgart.

BAUMERT, J. et al. (2008): Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung von mathematischer Kompetenz (COACTIV): Dokumentation der Erhebungsinstrumente. Berlin.

BAUMERT, J., KUNTER, M. (2006): Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft 9, Heft 4, S. 469–520.

BAUMERT, J., KUNTER, M. (2011a): Das Kompetenzmodell von COACTIV. In: KUNTER, M., BAUMERT, J., BLUM, W., KLUSMANN, U., KRAUSS, S., NEUBRAND, M. (Hrsg.): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV. Münster u.a., S. 29–53.

BAUMERT, J., KUNTER, M. (2011b): Das mathematikspezifische Wissen und Lehrkräften, kognitive Aktivierung im Unterricht und Lernfortschritte von Schülerinnen und Schülern. In: KUNTER, M., BAUMERT, J., BLUM, W., KLUSMANN, U., KRAUSS, S., NEUBRAND, M. (Hrsg.): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV. Münster u.a., S. 163–192.

BAURIEGEL, G. (2013): Induktion - Deduktion. In: BÖHN, D., OBERMAIER, G. (Hrsg.): Wörterbuch der Geographiedidaktik. Begriff A-Z. Braunschweig, S. 120–122.

BEAUDUCEL, A. und LEUE, A. (2014): Psychologische Diagnostik. Göttingen u.a.

BETTE, J. (2020): Eine Welt? Zwei Welten? - Fragmentierte Welt! Modellierung globaler Fragmentierung. In: Praxis Geographie 50, Heft 6, S. 40–45.

BETTE, J., FÖGELE, J. (2015): Mit Basiskonzepten Aufgaben strukturieren und fachliches Denken diagnostizieren. Islands Energieerzeugung als Beispiel. In: Praxis Geographie 45, 7/8, S. 34–39.

BETTE, J., HEMMER, M. (2019a): Keine Angst vor Komplexität! Strategien im Umgang mit komplexen Modellen aufgezeigt am Strukturmodell der deutschen Stadt. In: Praxis Geographie 49, Heft 3, S. 10–16.

BETTE, J., HEMMER, M. (Hrsg.) (2019b): Modellkompetenz. Modelle auswerten, entwickeln und reflektieren. Themenheft Praxisgeographie. Braunschweig.

BETTE, J., MEHREN, M., MEHREN, R. (2019): Modellkompetenz im Geographieunterricht. Modelle als Schlüssel zum Weltverstehen. In: Praxis Geographie 49, Heft 3, S. 4–9.

Birkenhauer, J. (1979): Methodische Ansätze und Konzepte zur unterrichtspraktischen Arbeit mit Modellen unter Berücksichtigung der schulstufenspezifischen lerntheoretischen Möglichkeiten und Fähigkeiten. In: Hefte zur Fachdidaktik der Geographie 3, Heft 2, S. 44–58.

Birkenhauer, J. (1982): Weltstadt als Modell. Erarbeitung einer Modellvorstellung. In: Geographie im Unterricht 7, Heft 12, S. 469–476.

Birkenhauer, J. (1995): Modelle im Geographieunterricht: Begründung - Beispiele - Erfahrungen. In: Internationale Schulbuchforschung 17, Heft 3, S. 275–282.

Birkenhauer, J. (1997a): Konkrete Modelle. In: Birkenhauer, J. (Hrsg.): Medien. Systematik und Praxis. München, S. 44–49.

Birkenhauer, J. (1997b): Modelle im Geographieunterricht. In: Praxis Geographie 27, Heft 1, S. 4–8.

Birkenhauer, J., Wieczorek, U. (1999): Modelle. In: Böhn, D. (Hrsg.): Didaktik der Geographie. Begriffe. München, S. 108–109.

Blömeke, S., Müller, C., Felbrich, A., Kaiser, G. (2008): Epistemologische Überzeugungen zur Mathematik. In: Blömeke, S., Kaiser, G., Lehmann, R. (Hrsg.): Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer. Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und -referendare. Erste Ergebnisse zur Wirksamkeit der Lehrerausbildung. Münster, S. 219–246.

Blum, W. (1996): Anwendungsbezüge im Mathematikunterricht – Trends und Perspektiven. In: Kadunz, G. (Hrsg.): Trends und Perspektiven. Beiträge zum 7. Internationalen Symposium zur "Didaktik der Mathematik" in Klagenfurt vom 26. - 30.9.1994. Wien, S. 15–38.

Boeti, P. et al. (2015): TERRA. Geographie Qualifikationsphase. Nordrhein-Westfalen. Stuttgart u. Leipzig.

Böhn, D., Köck, H., Rinschede, G. (1999): Betrachtungsweisen der Geographie. In: Böhn, D. (Hrsg.): Didaktik der Geographie. Begriffe. München, S. 18–19.

Böhner, J. (2011): Modelle und Modellierungen. In: Gebhardt, H., Glaser, R., Radtke, U., Reuber, P. (Hrsg.): Geographie. Physische Geographie und Humangeographie. Heidelberg, S. 144–149.

Borrmann, J. R., Reinhardt, N., Krell, M., Krüger, D. (2014): Perspektiven von Lehrkräften über Modelle in den Naturwissenschaften. Eine generalisierende Replikationsstudie. In: Erkenntnisweg Biologiedidaktik 13, S. 57–72.

BÖRSCH, D., KÖCK, H., SCHMIDT, K. L. (Hrsg.) (1979): Modellbildung im Geographieunterricht. Hefte zur Fachdidaktik der Geographie. Kastellaun.

BORSDORF, A. (2007): Geographisch denken und wissenschaftlich arbeiten. Heidelberg.

BORSDORF, A., BÄHR, J., JANOSCHKA, M. (2002): Die Dynamik stadtstrukturellen Wandels in Lateinamerika im Modell der lateinamerikanischen Stadt. In: Geographica Helvetica 57, Heft 4, S. 300–310.

BORTZ, J. und DÖRING, N. (2006): Forschungsmethoden und Evaluation. Für Human- und Sozialwissenschaftler. Berlin, Heidelberg.

BOSNJAK, M., BATINIC, B. (1999): Determinaten der Teilnahmebereitschaft an internetbasierten Fragebogenuntersuchungen am Beispiel E-Mail. In: BATINIC, B. (Hrsg.): Online Research. Methoden, Anwendungen und Ergebnisse. Göttingen, S. 145–158.

BÖTTCHER, F., MEISERT, A. (2015): Modellbasiertes Argumentieren im Biologieunterricht. In: BUDKE, A., KUCKUCK, M., MEYER, M., SCHÄBITZ, F., SCHLÜTER, K., WEISS, G. (Hrsg.): Fachlich argumentieren lernen. Didaktische Forschungen zur Argumentation in den Unterrichtsfächern. Münster, New York, S. 248–269.

BOULTER, C. J., BUCKLEY, B. C. (2000): Constructing a Typology of Models for Science Education. In: GILBERT, J. K., BOULTER, C. J. (Eds.): Developing Models in Science Education. Dordrecht, Boston, pp. 41–57.

BRAUN, E., WOODLEY, A., RICHARDSON, J. T.E., LEIDNER, B. (2012): Self-rated Competences Questionnaires from a Design Perspective. In: Educational Research Review 7, Issue 1, pp. 1–18.

BROCKMÜLLER, S., SIEGMUND, A. (2020): Erfassung und Entwicklung von Systemkompetenz – Empirische Befunde zu Kompetenzstruktur und Förderbarkeit durch den Einsatz analoger und digitaler Modelle. In: Zeitschrift für Geographiedidaktik 48, Heft 1, S. 31–49.

BROCKMÜLLER, S., VIEHRIG, K., SCHULER, C., MRAZEK, J., VOLZ, D., SIEGMUND, A. (2016): Enhancement of Geographical Systems Thinking Through the Use of Models. In: LAVONEN, J., JUUTI, K., LAMPISELKÄ, J., UITTO, A., HAHL, K. (Eds.): Electronic Proceedings of the ESERA 2015 Conference. Science education research: Engaging learners for a sustainable future. Part 1: Learning science: Conceptual understanding. Helsinki, pp. 158–168.

BROMME, R. (1997): Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In: WEINERT, F. E. (Hrsg.): Psychologie des Unterrichts und der Schule. Göttingen, S. 177–212.

Brunner, M., Kunter, M., Krauss, S., Klusmann, U., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., Dubberke, T., Jordan, A., Löwen, K., Tsai, Y.-M. (2006): Die professionelle Kompetenz von Mathematiklehrkräften. Konzeptualisierung, Erfassung und Bedeutung für den Unterricht. Eine Zwischenbilanz des COACTIV-Projekts. In: Prenzel, M., Allolio-Näcke (Hrsg.): Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms BIQUA. Münster u.a., S. 54–82.

Budke, A., Kuckuck, M., Michalak, M., Müller, B. (2016): Diskursfähigkeit im Fach Geographie. Förderung von Kartenkompetenzen in Geographieschulbüchern. In: Menthe, J., Höttecke, D., Zabka, T., Hammann, M., Rothgangel, M. (Hrsg.): Befähigung zu gesellschaftlicher Teilhabe. Beiträge der fachdidaktischen Forschung. Münster u.a., S. 231–246.

Budke, A., Kuckuck, M., Morawski, M. (2017): Sprachbewusste Kartenarbeit? Beobachtungen zum Karteneinsatz im Geographieunterricht. In: GW-Unterricht, Heft 148, S. 5–15.

Bühner, M. (2006): Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion. München u.a.

Bühner, M. (2011): Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion. München u.a.

Bühner, M. und Ziegler, M. (2012): Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler. München u.a.

Burgess, E. W. (1925): The Growth of the City. An Introduction to a Research Project. In: Park, R. E., Burgess, E. W., McKenzie, R. D. (Eds.): The City. Chicago, pp. 71–78.

Butler, R. W. (1980): The Concept of a Tourist Area Cycle of Evolution. Implications for Mangement of Ressources. In: Canadian Geographer 24, Issue 1, pp. 5–12.

Christaller, W. (1933): Die zentralen Orte in Süddeutschland. Eine ökonomisch-geographische Untersuchung über die Gesetzmäßigkeit der Verbreitung und Entwicklung der Siedlungen mit städtischen Funtionen. Jena.

Claaßen, K. (1997a): Arbeit mit Karten. In: Praxis Geographie 27, Heft 11, S. 4–9.

Claaßen, K. (1997b): Gruppen von Modellen. In: Praxis Geographie 27, Heft 1, S. 9–11.

Clausen, M. (2002): Unterrichtsqualität. Eine Frage der Perspektive? empirische Analysen zur Übereinstimmung, Konstrukt- und Kriteriumsvalidität. Münster.

COHEN, J. (1988): Statistical power analysis for the behavioral sciences. Hillsdale.

CORTINA, J. M. (1993): What Is Coefficient Alpha? An examination of theory and applications. In: Journal of Applied Psychology 78, Issue 1, pp. 98–104.

CRAWFORD, B. A., CULLIN, M. J. (2004): Supporting prospective teachers' conceptions of modelling in science. In: International Journal of Science Education 26, Heft 11, S. 1379–1401.

CRAWFORD, B. A., CULLIN, M. J. (2005): Dynamic Assessments of Preservice Teachers' Knowledge of Models and Modelling. In: BOERSMA, K., GOEDHART, M., JONG, O. de, EIJKELHOF, H. (Eds.): Research and the Quality of Science Education. Dordrecht, pp. 309–323.

DAMELIN, D., KRAJCIK, J. D., MCINTYRE, C., BIELIK, T. (2017): Students making systems models. An accessible approach. In: Science Scope 40, Heft 5, S. 78–82.

DANGSCHAT, J. S. (1988): Gentrification. Der Wandel innenstadtnaher Wohnviertel. In: FRIEDRICHS, J. (Hrsg.): Soziologische Stadtforschung. Wiesbaden, S. 272–292.

DE LANGE, E., WEIß, S. (2014): Ein Strukturmodell der nordamerikanischen Stadt. In: WIKTORIN, D. (Hrsg.): Modelle in der Geographie. Thematische und didaktische Einordnung. Praxis Geographie extra. Braunschweig, S. 20–22.

DEAR, M. (2005): Die Los Angeles School of Urbanism. In: Geographische Rundschau 57, Heft 1, S. 30–36.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR GEOGRAPHIE [DGfG] (Hrsg.) (2014): Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss. mit Aufgabenbeispielen. Berlin.

DICKMANN, F., DIEKMANN-BOUBAKER, N. (2007): Kartenkompetenz in deutschen Schulen. Ergebnisse einer fallbezogenen Evaluierung von Schulkarten nach dem PISA-"Schock". In: Kartographische Nachrichten 57, Heft 5, S. 267–276.

DICKMANN, F., DIEKMANN-BOUBAKER, N. (2008): Text oder Karte? Ergebnisse einer empirischen Untersuchung zur Effektivität der Kartenarbeit im Geographieunterricht. In: Geographie und ihre Didaktik 36, Heft 1, S. 1–16.

DIEDRICH, M., THUßBAS, C., KLIEME, E. (2002): Professionelles Lehrerwissen und selbstberichtete Unterrichtspraxis im Fach Mathematik. In: PRENZEL, M., DOLL, J. (Hrsg.): Bildungsqualität von Schule. Schulische und ausserschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen. Weinheim, S. 107–123.

DÖRING, N., BORTZ, J. (2016a): Datenanalyse. In: DÖRING, N., BORTZ, J. (Hrsg.): Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften. Berlin, S. 597–784.

DÖRING, N., BORTZ, J. (2016b): Stichprobenziehung. In: DÖRING, N., BORTZ, J. (Hrsg.): Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften. Berlin, S. 291–319.

DUELL, O. K., SCHOMMER-AIKINS, M. (2001): Measures of People's Beliefs About Knowledge and Learning. In: Educational Psychology Review 13, Issue 4, pp. 419–449.

DUIT, R. (2008): Zur Rolle von Schülervorstellungen im Unterricht. In: Geographie heute 30, Heft 265, S. 2–6.

DÜRR, H. und ZEPP, H. (2012): Geographie verstehen. Ein Lotsen- und Arbeitsbuch. Paderborn.

EGNER, H. (2010): Theoretische Geographie. Darmstadt.

ENGELHARDT, W. (1979): Zur didaktischen Legitimation zur Arbeit mit Modellen im Geographie-Unterricht. In: Hefte zur Fachdidaktik der Geographie 3, Heft 2, S. 35–43.

ENGELHARDT, W. (1984): Erkennen durch Modelle? Überlegungen zu einem vernachlässigten Begriff. In: Grundschule 16, Heft 2, S. 20–23.

ETTERICH, M. (2019): Ordnung für die Unordnung – das Stadt-Umland-Modell. Schülermodelle als Schlüssel zum Verständnis. In: Praxis Geographie 49, Heft 3, S. 28–31.

FENNEMA, E., CARPENTER, T. und LOEF, M. (1990): Teacher Belief Scale. Cognitively Guided Instrction Project. Madison.

FLEIGE, J., SEEGERS, A., UPMEIER ZU BELZEN, A., KRÜGER, D. (2012a): Förderung von Modellkompetenz im Biologieunterricht. In: MNU 65, Heft 1, S. 19–28.

FLEIGE, J., SEEGERS, A., UPMEIER ZU BELZEN, A., KRÜGER, D. (Hrsg.) (2012b): Modellkompetenz im Biologieunterricht Klasse 7-10: Phänomene begreifbar machen - in 11 komplett ausgearbeiteten Unterrichtseinheiten. Donauwörth.

FÖGELE, J. (2016): Entwicklung basiskonzeptionellen Verständnisses in geographischen Lehrerfortbildungen. Rekonstruktive Typenbildung | Relationale Prozessanalyse | Responsive Evaluation. Münster.

FÖGELE, J., MEHREN, R. (2015): Empirische Evidenzen der Lehrerfortbildungsforschung und daraus resultierende Empfehlungen für die Geographiedidaktik. In: Zeitschrift für Geographiedidaktik 44, Heft 2, S. 1–25.

FRANK, F., OBERMAIER, G., RASCHKE, N. (2010): Kompetenz des Kartenzeichnens - Theoretische Grundlagen und Entwurf eines Kompetenzstrukturmodells. In: Geographie und ihre Didaktik 38, Heft 3, S. 191–200.

GIERE, R., BICKLE, J. und MAULDIN, R. (2006): Understanding Scientific Reasoning. Belmont.

GIERE, R. N. (2010): An Agent-based Conception of Models and Scientific Representation. In: Synthese 172, Issue 2, pp. 269–281.

GILBERT, S. W. (1991): Model Building and a Definition of Science. In: Journal of Research in Science Teaching 28, Issue 1, pp. 73–79.

GOBERT, J. D., BUCKLEY, B. C. (2000): Introduction to Model-based Teaching and Learning in Science Education. In: International Journal of Science Education 22, Issue 9, pp. 891–894.

GOUVEA, J., PASSMORE, C. (2017): 'Models Of' Versus 'Models For'. In: Science & Education 26, 1-2, pp. 49–63.

GRAMZOW, Y., RIESE, J., REINHOLD, P. (2013): Modellierung fachdidaktischen Wissens angehender Physiklehrkräfte. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 19, S. 7–30.

GREEN, S. B. (1991): How Many Subjects Does It Take to Do a Regression Analysis. In: Multivariate Behavioral Research 26, Heft 3, S. 499–510.

GROSSLIGHT, L., UNGER, C., JAY, E., SMITH, C. L. (1991): Understanding Models and Their Use in Science: Conceptions of Middle and High School Students and Experts. In: Journal of Research in Science Teaching 28, Issue 9, pp. 799–822.

GRÜNKORN, J. (2014): Modellkompetenz im Biologieunterricht. Empirische Analyse von Modellkompetenz bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I mit Aufgaben im offenen Antwortformat. Dissertation. Berlin, Freie Universität Berlin.

GRÜNKORN, J., UPMEIER ZU BELZEN, A., KRÜGER, D. (2014): Assessing Students' Understandings of Biological Models and Their Use in Science to Evaluate a Theoretical Framework. In: International Journal of Science Education 36, Issue 10, pp. 1651–1684.

GRYL, I. (2010): Mündigkeit durch Reflexion. Überlegungen zu einer multiperspektivischen Kartenarbeit. In: GW-Unterricht, Heft 118, S. 20–37.

GRYL, I., HORN, M., SCHWEIZER, K., KANWISCHER, D., RHODE-JÜCHTERN, T. (2010): Reflexion und Metaperspektive als notwendige Komponenten der Kartenkompetenz. In: Geographie und ihre Didaktik 38, Heft 3, S. 172–179.

GRYL, I., KANWISCHER, D. (2011): Geomedien und Kompetenzentwicklung - ein Modell zur reflexiven Kartenarbeit im Unterricht. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 17, S. 177–202.

GÜNTHER, S. L., FLEIGE, J., UPMEIER ZU BELZEN, A., KRÜGER, D. (2017): Interventionsstudie mit angehenden Lehrkräften zur Förderung von Modellkompetenz im Unterrichtsfach Biologie. In: GRÄSEL, C., TREMPLER, K. (Hrsg.): Entwicklung von Professionalität pädagogischen Personals. Interdisziplinäre Betrachtungen, Befunde und Perspektiven. Wiesbaden, S. 215–236.

GUTTMAN, R., GREENBAUM, C. W. (1998): Facet Theory. Its Development and Current Status. In: European Psychologist 3, Heft 1, S. 13–36.

HAGGETT, P. (2004): Geographie. Eine globale Synthese. Stuttgart (Hohenheim).

HAGGETT, P., CHORLEY, R. J. (Hrsg.) (1967): Models in geography. London.

HAHN, R. (2002): USA. Neue Raumentwicklungen oder eine neue regionale Geographie. Gotha, Stuttgart.

HAKANSON, L. (1979): Towards a Theory of Location and Corporate Growth. In: HAMILTON, F. E. I., LINGE, G. J. R. (Eds.): Industrial Systems. Chichester, pp. 115–138.

HAMMANN, M. (2004): Kompetenzentwicklungsmodelle. Merkmale und ihre Bedeutung - dargestellt anhand von Kompetenzen beim Experimentieren. In: MNU 57, Heft 4, S. 196–203.

HAMMANN, M. und ASSHOFF, R. (2012): Schülervorstellungen im Biologieunterricht. Ursachen für Lernschwierigkeiten. Seelze.

HAMMANN, M., GANSER, M., HAUPT, M. (2007): Experimentieren können. Kompetenzentwicklungsmodelle und ihre Nutzung im Unterricht. In: Geographie heute 28, 255-256, S. 88–91.

HARRIS, C. D., ULLMAN, E. L. (1945): The Nature of Cities. In: The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science 242, Issue 1, pp. 7–17.

HARRISON, A. G., TREAGUST, D. F. (2000): A Typology of School Science Models. In: International Journal of Science Education 22, Issue 9, pp. 1011–1026.

HARTIG, J., JUDE, N. (2007): Empirische Erfassung von Kompetenzen und psychometrische Kompetenzmodelle. In: HARTIG, J., KLIEME, E. (Hrsg.): Möglichkeiten und Voraussetzungen technologiebasierter Kompetenzdiagnostik. Eine Expertise im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Bonn u.a., S. 17–36.

HARTIG, J., JUDE, N. (2012): Validität. In: MOOSBRUGGER, H., KELAVA, A. (Hrsg.): Testtheorie und Fragebogenkonstruktion. Berlin, Heidelberg, S. 143–172.

HATTIE, J. (2014): Lernen sichtbar machen für Lehrpersonen. Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von "Visible Learning for Teachers". Baltmannsweiler.

HAUBRICH, H., REINFRIED, S. (Hrsg.) (2015): Geographie unterrichten lernen. Die Didaktik der Geographie. Berlin.

HAVERSATH, J.-B. (Hrsg.) (2012): Geographiedidaktik. Braunschweig.

HEERING, P., KREMER, K. (2018): Nature of Science. In: KRÜGER, D., PARCHMANN, I., SCHECKER, H. (Hrsg.): Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Berlin, Heidelberg, S. 105–119.

HEIDTMANN, V., SOLTAU, A. und MIENERT, M. (2009): Die Soziale- Erwünschtheits-Skala für Lehrkräfte (SES-L): Neuentwicklung und erste Ergebnisse. Poster präsentiert auf der 73. Tagung der Arbeitsgruppe für empirische pädagogische Forschung (AEPF), Bochum. URL: http://www.mamie.de/pdf/HeidtmannSoltauMienertPoster2009.pdf (09.07.2020).

HEINEBERG, H. (2017): Stadtgeographie. Paderborn.

HELMKE, A. (2012): Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts. Seelze.

HELMKE, A. (2014): Forschung zur Lernwirksamkeit des Lehrerhandelns. In: TERHART, E., BENNEWITZ, H., ROTHLAND, M. (Hrsg.): Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf. Münster, S. 807–821.

HEMMER, I. (1999): Wissenschaftsorientierung. In: BÖHN, D. (Hrsg.): Didaktik der Geographie. Begriffe. München, S. 176–177.

HEMMER, I. (2012): Standards und Kompetenzen. In: HAVERSATH, J.-B. (Hrsg.): Geographiedidaktik. Braunschweig, S. 90–106.

HEMMER, I., HEMMER, M. (2010): Interesse von Schülerinnen und Schülern an einzelnen Themen, Regionen und Arbeitsweisen des Geographieunterrichts - ein Vergleich zweier empirischer Studien aus den Jahren 1995 und 2005. In: HEMMER, I., HEMMER, M. (Hrsg.): Schülerinteresse an Themen, Regionen und Arbeitsweisen des Geographieunterricht: Ergebnisse der empirischen Forschung und deren Konsequenzen für die Unterrichtspraxis. Weingarten, S. 65–148.

HEMMER, I., HEMMER, M. (2013): Kompetenzmodelle. In: BÖHN, D., OBERMAIER, G. (Hrsg.): Wörterbuch der Geographiedidaktik. Begriff A-Z. Braunschweig, S. 156–157.

HEMMER, I., HEMMER, M., BAGOLY-SIMÓ, P. (2013): Orientation Without Spiral Curriculum? Evaluating map skills in geography textbooks. In: MAZEIKIENE, N., HORSLEY, M., KNUDSEN, S. V. (Eds.): Representations of Otherness in Textbooks. Eleventh International Conference on Research on Textbooks and Educational Media. Kaunas, pp. 38–48.

HEMMER, I., HEMMER, M., BAGOLY-SIMÓ, P. (2018): Viel Empirie nicht ohne Theorie – ein Rückblick auf die geographiedidaktische Forschung seit 1970. In: WEIßENO, G., NICKOLAUS, R., OBERLE, M., SEEBER, S. (Hrsg.): Gesellschaftswissenschaftliche Fachdidaktiken. Theorien, empirische Fundierungen und Perspektiven. Wiesbaden, S. 3–19.

HEMMER, I., HEMMER, M., HÜTTERMANN, A., ULLRICH, M. (2010): Kartenauswertekompetenz - Theoretische Grundlagen und Entwurf eines Kompetenzstrukturmodells. In: Geographie und ihre Didaktik 38, Heft 3, S. 158–171.

HEMMER, I., HEMMER, M., HÜTTERMANN, A., ULLRICH, M. (2012): Über welche grundlegenden Fähigkeiten müssen Schülerinnen und Schüler verfügen, um eine Karte auswerten zu können? Auf dem Weg zu einem Kompetenzmodell zur Kartenauswertekompetenz. In: HÜTTERMANN, A., KIRCHNER, P., DRIELING, K., SCHULER, S. (Hrsg.): Räumliche Orientierung. Räumliche Orientierung, Karten und Geoinformation im Unterricht. Braunschweig, S. 144–153.

HEMMER, M. (2008): Der Kompetenzbereich "Erkenntnisgewinnung/ Methoden". Struktur und Implementierung. In: Praxis Geographie 38, 7-8, S. 4–9.

HEMMER, M. (2011): Geographie als Unterrichtsfach in der Schule. In: GEBHARDT, H., GLASER, R., RADTKE, U., REUBER, P. (Hrsg.): Geographie. Physische Geographie und Humangeographie. Heidelberg, S. 64–66.

HEMMER, M. (2020): Geographiedidaktik. Bestandsaufnahme und Forschungsperspektiven. In: ROTHGANGEL, M., ABRAHAM, U., BAYRHUBER, H., FREDERKING, V., JANK, W., VOLLMER, H. J. (Hrsg.): Lernen im Fach und über das Fach hinaus. Bestandsaufnahmen und Forschungsperspektiven aus 17 Fachdidaktiken im Vergleich. Münster, New York, S. 132–151.

HEMMER, M., HOFFMANN, K.-W., MEHREN, M. (2020a): Lehrerprofessionalität und Lehrerprofessionalisierung im Fach Geographie. In: HEMMER, M., LINDAU, A.-K., PETER, C., RAWOHL, M., SCHRÜFER, G. (Hrsg.): Lehrerprofessionalität und Lehrerbildung im Fach Geographie im Fokus von Theorie, Empirie und Praxis.. Dortmund, S. 1–34.

HEMMER, M., LINDAU, A.-K., PETER, C., RAWOHL, M., SCHRÜFER, G. (Hrsg.) (2020b): Lehrerprofessionalität und Lehrerbildung im Fach Geographie im Fokus von Theorie, Empirie und Praxis. Ausgewählte Tagungsbeiträge zum HGD-Symposium 2018 in Münster. Dortmund.

HENZE, I., VAN DRIEL, J. H., VERLOOP, N. (2007): Science Teachers' Knowledge About Teaching Models and Modelling in the Context of a New Syllabus on Public Understanding of Science. In: Research in Science Education 37, Issue 2, pp. 99–122.

HERZIG, R. (2012): Karten kann man (nicht) durchschauen. Karten beurteilen und bewerten in der Schule. In: DIEKMANN-BOUBAKER, N., DICKMANN, F. (Hrsg.): Innovatives Lernen mit kartographischen Medien. Bonn, S. 111–127.

HIEBER, U., LENZ, T., STENGELIN, M. (2009): Medien auswerten. Fachtypische Methoden im Spiralcurriculum. In: Geographie heute 30, 271/272, S. 2–12.

HODSON, D. (1992): In Search of a Meaningful Relationship. An exploration of some issues relating to integration in science and science education. In: International Journal of Science Education 14, Issue 5, pp. 541–562.

HOFER, B. K., PINTRICH, P. R. (1997): The Development of Epistemological Theories. Beliefs about Knowledge and Knowing and Their Relation to Learning. In: Review of Educational Research 67, Issue 1, p. 88.

HOFFMEISTER, G. (2013): Bevölkerungsentwicklung nach "Schema F"? Ein Gruppenpuzzle zum Modell des demographischen Übergangs. In: Praxis Geographie 43, Heft 12, S. 27–31.

HÖHNLE, S., SCHUBERT, J. C. (2016): Hindernisse für den Einsatz naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen im Geographieunterricht aus Studierendenperspektive – Ausgewählte Ergebnisse einer empirischen Studie mit Lehramtsstudierenden. Ausgewählte Ergebnisse einer empirischen Studie mit Lehramtsstudierenden. In: GW-Unterricht, 142/143, S. 153–161.

HOYT, H. (1939): The Structure and Growth of Residential Neighborhoods in American Cities. Washington.

HUBER, L. (1998): Fächerübergreifender Unterricht - auch in der Sekundarstufe II? In: DUNCKER, L., POPP, W. (Hrsg.): Fächerübergreifender Unterricht in der Sekundarstufe I und II. Prinzipien, Perspektiven, Beispiele. Bad Heilbrunn, S. 18–33.

HÜTTERMANN, A. (1992): Auf dem Weg zu einer Didaktik der Schulkartographie. In: Geographie und Schule 14, Heft 80, S. 2–13.

HÜTTERMANN, A. (1998): Kartenlesen, (k)eine Kunst. Einführung in die Didaktik der Schulkartographie. München.

HÜTTERMANN, A. (2001): Die Bedeutung der kartographischen Kompetenz für Handlungsstrategien zur Reduktion von komplexität in Karten. In: Geographie und Schule 23, Heft 131, S. 23–31.

HÜTTERMANN, A. (2005): Kartenkompetenz. Was sollen Schüler können? In: Praxis Geographie 35, Heft 11, S. 4–8.

HÜTTERMANN, A. (2007): Karten als "nicht-kontinuierliche Texte". In: GEIGER, M. (Hrsg.): Raum und Erkenntnis. Eckpfeiler einer verhaltensorientierten Geographiedidaktik anlässlich seines 65. Geburtstages. Köln, S. 118–123.

HÜTTERMANN, A. (2012a): Karte. In: HAVERSATH, J.-B. (Hrsg.): Geographiedidaktik. Braunschweig, S. 192–213.

HÜTTERMANN, A. (2012b): Von der "Einführung in das Kartenverständnis" zur "Kartenkompetenz": Der schillernde Begriff der Kartendidaktik. In: HÜTTERMANN, A., KIRCHNER, P., DRIELING, K., SCHULER, S. (Hrsg.): Räumliche Orientierung. Räumliche Orientierung, Karten und Geoinformation im Unterricht. Braunschweig, S. 22–32.

HÜTTERMANN, A. (2013): Kartenkompetenz. In: BÖHN, D., OBERMAIER, G. (Hrsg.): Wörterbuch der Geographiedidaktik. Begriff A-Z. Braunschweig, S. 130–132.

JANKE, U. (2012): Das Stadtmodell mit Leben füllen. In: Praxis Geographie 42, Heft 5, S. 36–42.

JANSSEN, J. und LAATZ, W. (2013): Statistische Datenanalyse mit SPSS. Eine anwendungsorientierte Einführung in das Basissystem und das Modul exakte Tests. Berlin.

JEBBINK, K. (2011): Butler konkret. Das Wachstumszyklenmodell von Tourismusregionen als lebendiges Diagramm. In: Praxis Geographie 41, Heft 10, S. 8–11.

JOHNSON, B. A. (1968): The Use of Theoretical Models in Geography Teaching. In: Journal of Geography 67, Issue 4, pp. 237–240.

JOHNSON, S. K., STEWART, J. (2002): Revising and Assessing Explanatory Models in a High School Genetics Class. A comparison of unsuccessful and successful performance. In: Science Education 86, Issue 4, pp. 463–480.

JONKISZ, E., MOOSBRUGGER, H., BRANDT, H. (2012): Planung und Entwicklung von Tests und Fragebogen. In: MOOSBRUGGER, H., KELAVA, A. (Hrsg.): Testtheorie und Fragebogenkonstruktion. Berlin, Heidelberg, S. 27–74.

JUSTI, R. S., GILBERT, J. K. (2002a): Modelling, Teachers' Views on the Nature of Modelling, and Implications for the Education of Modellers. In: International Journal of Science Education 24, Issue 4, pp. 369–387.

JUSTI, R. S., GILBERT, J. K. (2002b): Science Teachers' Knowledge About and Attitudes Towards the Use of Models and Modelling in Learning Science. In: International Journal of Science Education 24, Issue 12, pp. 1273–1292.

JUSTI, R. S., GILBERT, J. K. (2003): Teachers' Views on the Nature of Models. In: International Journal of Science Education 25, Issue 11, pp. 1369–1386.

JUSTI, R. S., GILBERT, J. K. (2006): The Role of Analog Models in the Understanding of the Nature of Models in Chemistry. In: AUBUSSON, P. J., HARRISON, A. G., RITCHIE, S. (Eds.): Metaphor and Analogy in Science Education. Dordrecht, pp. 119–130.

JUSTI, R. S., VAN DRIEL, J. (2005): The Development of Science Teachers' Knowledge on Models and Modelling. Promoting, characterizing, and understanding the process. In: International Journal of Science Education 27, Issue 5, pp. 549–573.

JÜTTNER, M., NEUHAUS, B. J. (2013): Das Professionswissen von Biologielehrkräften. Ein Vergleich zwischen Biologielehrkräften, Biologen und Pädagogen. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 19, S. 31–49.

KAISER, R. (2014): Qualitative Experteninterviews. Konzeptionelle Grundlagen und praktische Durchführung. Wiesbaden.

KATTMANN, U. (2008): Modelle. In: GROPENGIEßER, H., KATTMANN, U. (Hrsg.): Fachdidaktik Biologie. Köln, S. 330–339.

KAUERTZ, A. et al. (2011): Dokumentation der Erhebungsinstrumente im Projekt PLUS. Essen. URL: http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-36697/Dokumentation_der_Erhebungsinstrumente_im_Projekt_PLUS_2013_final2.pdf (09.07.2019).

KELAVA, A., MOOSBRUGGER, H. (2012): Deskriptivstatistische Evaluation von Items (Itemanalyse) und Testwertverteilungen. In: MOOSBRUGGER, H., KELAVA, A. (Hrsg.): Testtheorie und Fragebogenkonstruktion. Berlin, Heidelberg, S. 75–102.

KEMPER, C. et al. (2012): Eine Kurzskala zur Erfassung des Gamma-Faktors sozial erwünschten Antwortverhaltens: die Kurzskala Soziale Erwünschtheit-Gamma (KSE-G). Köln.

KESTLER, F. (2015): Einführung in die Didaktik des Geographieunterrichts. Grundlagen der Geographiedidaktik einschließlich ihrer Bezugswissenschaften. Bad Heilbrunn.

KHAN, S. (2011): What's Missing in Model-Based Teaching. In: Journal of Science Teacher Education 22, Issue 6, pp. 535–560.

KHOUREY-BOWERS, C., FENK, C. (2009): Influence of Constructivist Professional Development on Chemistry Content Knowledge and Scientific Model Development. In: Journal of Science Teacher Education 20, Issue 5, pp. 437–457.

KIRCHER, E. (1995): Studien zur Physikdidaktik. Erkenntnis- und wissenschaftstheoretische Grundlagen. Kiel.

KLEIN, U. (2008): Geomedienkompetenz. Untersuchung zur Akzeptanz und Anwendung von Geomedien im Geographieunterricht unter besonderer Berücksichtigung moderner Informations- und Kommunikationstechniken. Kiel.

KLIEME, E. (Hrsg.) (2007): Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. Eine Expertise. Bonn.

KLIEME, E., HARTIG, J. (2007): Kompetenzkonzepte in den Sozialwissenschaften und im erziehungswissenschaftlichen Diskurs. In: PRENZEL, M. (Hrsg.): Kompetenzdiagnostik. Wiesbaden, S. 11–29.

KLOHN, W. und WINDHORST, H.-W. (1998): Bevölkerung und Siedlung in den USA. Vechta.

KÖCK, H. (1976): Stadtgeographische Modelle für den Geographieunterricht in der Sekundarstufe I. In: Geographie im Unterricht 2, S. 249.

KÖCK, H. (1978a): Wissenschaftsorientierter Geographieunterricht. Zum Beispiel durch Modellbildung. Wissenschaftstheoretische Grundlagen und unterrichtstheoretische Legitimation. In: Geographie und ihre Didaktik 8, Heft 2, S. 43–77.

KÖCK, H. (1978b): Zur Arbeit mit stadtgeographischen Strukturmodellen im Geographieunterricht. In: Geographie im Unterricht 4, S. 69–78.

KÖCK, H. (1979a): Der Modellbegriff in der Geographie. In: Hefte zur Fachdidaktik der Geographie 3, Heft 2, S. 5–12.

KÖCK, H. (1979b): Geographische Modellbildung konkret. Dokumentation und Analyse eines unterrichtspraktischen Versuchs in der Orientierungsstufe. In: Geographie und ihre Didaktik 7, S. 58–92.

KÖCK, H. (1979c): Modelle im Geographieunterricht. Ein Ansatz ligitimer Wissenschaftsorientierung. In: KROSS, E. (Hrsg.): Geographiedidaktische Strukturgitter - eine Bestandsaufnahme. Braunschweig, S. 113–131.

KÖCK, H. (1980): Chorologische Modelle - oder was man dafür hält. In: Geographische Rundschau 32, Heft 8, S. 374.

KÖCK, H. (1981): Zur Frage von Induktion und Deduktion in Geographie und Geographieunterricht. In: SPERLING, W. (Hrsg.): Theorie und Geschichte des geographischen Unterrichts. 4. Geographiedidaktisches Symposion, Trier, 20. bis 23. Februar 1980. Braunschweig, S. 13–38.

KÖCK, H. (1985a): Modellorientierter Geographieunterricht. 1. In: GW-Unterricht, Heft 21, S. 5–15.

KÖCK, H. (1985b): Modellorientierter Geographieunterricht. 2. In: GW-Unterricht, Heft 22, S. 5–17.

KÖCK, H. (1995): Erkenntnis- und lerntheoretische Funktionen geographischer Modelle. In: Internationale Schulbuchforschung 17, Heft 3, S. 251–274.

KÖCK, H. (1998): Zur Relativität räumlicher Komplexität und der Frage deren curricularen Konsequenzen. In: Geographie und Schule 20, Heft 116, S. 18–24.

KÖCK, H. (2004): Typen und Kategorien der Raummanifestation. In: KÖCK, H., REMPFLER, A. (Hrsg.): Erkenntnisleitende Ansätze - Schlüssel zur Profilierung des Geographieunterrichts. Mit erprobten Unterrichtsvorschlägen. Köln, S. 19–91.

KÖCK, H. (2005): Der chorologische Raum. Die Mitte der Geographie. In: HORST, U., KANWISCHER, D., STRATENWERTH, D. (Hrsg.): Die Kunst sich einzumischen. Vom vielfältigen und kreativen Wirken des Geographen Tilman Rhode-Jüchtern. Berlin, S. 45–56.

KÖCK, H. (2008): Exemplarik und Transfer in der Geographie. Erkenntnis- und lerntheoretische Grundlagen. In: Geographie und Schule 30, Heft 176, S. 11–18.

KÖNIG, J., BLÖMEKE, S. (2008): Messung des pädagogischen Wissens: Theoretischer Rahmen und Teststruktur. In: BLÖMEKE, S., KAISER, G., LEHMANN, R. (Hrsg.): Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer. Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und -referendare. Erste Ergebnisse zur Wirksamkeit der Lehrerausbildung. Münster, S. 255–273.

KRAUTTER, Y. (2015): Fachtypische und überfachliche Medien im Geographieunterricht. In: HAUBRICH, H., REINFRIED, S. (Hrsg.): Geographie unterrichten lernen. Die Didaktik der Geographie. Berlin, S. 228–271.

KRELL, M. (2013): Wie Schülerinnen und Schüler biologische Modelle verstehen. Erfassung und Beschreibung des Modellverstehens von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I. Berlin.

KRELL, M., KRÜGER, D. (2013): Wie werden Modelle im Biologieunterricht eingesetzt? Ergebnisse einer Fragebogenstudie. In: Erkenntnisweg Biologiedidaktik, Heft 12, S. 9–26.

KRELL, M., KRÜGER, D. (2016): Testing Models. A Key Aspect to Promote Teaching Activities Related to Models and Modelling in Biology Lessons? In: Journal of Biological Education 50, Heft 2, S. 160–173.

KRELL, M., REINISCH, B., KRÜGER, D. (2014): Analyzing Students' Understanding of Models and Modeling Referring to the Disciplines Biology, Chemistry, and Physics. In: Research in Science Education, pp. 367–393.

KRELL, M., UPMEIER ZU BELZEN, A., KRÜGER, D. (2012): Student's Understanding of the Purpose of Models in Different Biological Contexts. In: International Journal of Biology Education 2, Issue 2, pp. 1–34.

KRELL, M., UPMEIER ZU BELZEN, A., KRÜGER, D. (2016): Modellkompetenz im Biologieunterricht. In: SANDMANN, A., SCHMIEMANN, P. (Hrsg.): Biologiedidaktische Forschung. Schwerpunkte und Forschungsstände. Berlin, S. 83–102.

KRÜGER, D., KAUERTZ, A., UPMEIER ZU BELZEN, A. (2018): Modelle und das Modellieren in den Naturwissenschaften. In: KRÜGER, D., PARCHMANN, I., SCHECKER, H. (Hrsg.): Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Berlin, Heidelberg, S. 141–157.

KRÜGER, D., UPMEIER ZU BELZEN, A., KRELL, M. (2016): zu Primärreaktion der Fotosynthese: Funktionsmodell zur Abgrenzung von Energietransfer und Elektronenübertragung. Diskussion des Beitrags von Ch. Högermann in MNU 69(2) 2016, 106-109. In: MNU 69, Heft 04, S. 277–279.

KULKE, E. (2004): Wirtschaftsgeographie. Paderborn, München, Wien, Zürich.

KUNTER, M. et al. (2013): Evaluation des reformierten Vorbereitungsdienstes in Nordrhein-Westfalen. Bericht an das MfSW NRW. Frankfurt.

KUNTER, M., BAUMERT, J., BLUM, W., KLUSMANN, U., KRAUSS, S., NEUBRAND, M. (Hrsg.) (2011a): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV. Münster u.a.

KUNTER, M., BAUMERT, J., BLUM, W., NEUBRAND, M. (Hrsg.) (2011b): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV. Münster u.a.

KUNTER, M., KLEICKMANN, T., KLUSMANN, U., RICHTER, D. (2011c): Die Entwicklung professioneller Kompetenz von Lehrkräften. In: KUNTER, M., BAUMERT, J., BLUM, W., KLUSMANN, U., KRAUSS, S., NEUBRAND, M. (Hrsg.): Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV. Münster u.a., S. 55–68.

KUNTER, M., KLUSMANN, U. (2010): Kompetenzmessung bei Lehrkräften - Methodische  In: Unterrichtswissenschaft 38, Heft 1, S. 69–86.

LANGE, K. (2015): Professionelle  von Lehrkräften. In: KAHLERT, J., FÖLLING-ALBERS, M., GÖTZ, M., HARTINGER, A. (Hrsg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. Bad Heilbrunn, S. 82–87.

LATZ, W. (Hrsg.) (2015): Diercke Praxis. Qualifikationsphase. Arbeits- und Lernbuch. Braunschweig.

LATZ, W. (Hrsg.) (2017): Diercke Geographie. Braunschweig.

LEE, S., KIM, H.-B. (2014): Exploring Secondary Students' Epistemological Features Depending on the Evaluation Levels of the Group Model on Blood Circulation. In: Science & Education 23, Issue 5, pp. 1075–1099.

LEHNER, F. (1971): Verkehr und Städtebau. Probleme der Gegenwart. Bielefeld.

LEISNER, A. (2005): Entwicklung von Modellkompetenz im Physikunterricht. Eine Evaluationsstudie in der Sekundarstufe I. Berlin.

LENSKE, G., HELMKE, A. (2015): Child Respondents — Do They Really Answer What Scientific Questionnaires Ask For? In: SCHNOTZ, W., KAUERTZ, A., LUDWIG, H., MÜLLER, A., PRETSCH, J. (Eds.): Multidisciplinary Research on Teaching and Learning. London, pp. 146–166.

LENZ, T. (2005): Thematische Karten im Geographieunterricht. In: Geographie heute 26, Heft 229, S. 2–9.

LETHMATE, J. (2005): "Geomethoden". Kritische Anmerkungen zum fachdidaktischen Verständnis geographischer Arbeitsweisen. In: Geoöko 26, 3-4, S. 251–282.

LIBEN, L. S., DOWNS, R. M. (1989): Understanding Maps as Symbols: The Development of Map Concepts in Children. In: Advances in child development and behavior 22, pp. 145–201.

LICHTBLAU, M. (2007): Entwicklung eines Fragebogens zur Erfassung der interkulturellen Unterrichtsgestaltung von Lehrkräften (FIUG). Diplomarbeit. Hannover.

LIENERT, G. und RAATZ, U. (1998): Testaufbau und Testanalyse. Weinheim.

LINDAU, A.-K. (2012): Der Kompetenzbereich "Räumliche Orientierung" im Geographieunterricht. Ergebnisse einer Beobachtungsstudie. In: HÜTTERMANN, A., KIRCHNER, P., DRIELING, K., SCHULER, S. (Hrsg.): Räumliche Orientierung. Räumliche Orientierung, Karten und Geoinformation im Unterricht. Braunschweig, S. 42–53.

LIPOWSKY, F. (2006): Auf den Lehrer kommt es an. Empirische Evidenzen für Zusammenhänge zwischen Lehrerkompetenzen, Lehrerhandeln und dem Lernen der Schüler. In: ALLEMANN-GHIONDA, C., TERHART, E. (Hrsg.): Kompetenzen und Kompetenzentwicklung von Lehrerinnen und Lehrern. Ausbildung und Beruf. Weinheim, S. 47–70.

LIPOWSKY, F., THUßBAS, C., KLIEME, E., REUSSER, K., PAULI, C. (2003): Professionelles Lehrerwissen, selbstbezogene Kognitionen und wahrgenommene Schulumwelt - Ergebnisse einer kulturvergleichenden Studie deutscher und Schweizer Mathematiklehrkräfte. In: Unterrichtswissenschaft 31, Heft 3, S. 206–237.

LOHSE-BOSSENZ, H., KUNINA-HABENICHT, O., DICKE, T., LEUTNER, D., KUNTER, M. (2015): Teachers' Knowledge About Psychology. Development and validation of a test measuring theoretical foundations for teaching and its relation to instructional behavior. In: Studies in Educational Evaluation, Issue 44, pp. 36–49.

LOTZ, M. (2016): Kognitive Aktivierung im Leseunterricht der Grundschule. Eine Videostudie zur Gestaltung und Qualität von Leseübungen im ersten Schuljahr. Wiesbaden.

LOTZ, M., GABRIEL, K., LIPOWSKY, F. (2013): Niedrig und hoch inferente Verfahren der Unterrichtsbeobachtung. Analysen zu deren gegenseitiger Validierung. In: Zeitschrift für Pädagogik 59, Heft 3, S. 357–380.

MAHR, B. (2003): Modellieren. Beobachtungen und Gedanken zur Geschichte des Modellbegriffs. In: KRÄMER, S., BREDEKAMP, H. (Hrsg.): Bild, Schrift, Zahl. München, S. 59–86.

MAHR, B. (2004a): Das Mögliche im Modell und die Vermeidung der Fiktion. In: MACHO, T. (Hrsg.): Science & Fiction. Über Gedankenexperimente in Wissenschaft Philosophie und Literatur. Frankfurt am Main, S. 161–182.

MAHR, B. (2004b): Das Wissen im Modell. Berlin.

MAHR, B. (2008a): Cargo. Zum Verhältnis von Bild und Modell. In: REICHLE, I., SIEGEL, S., SPELTEN, A. (Hrsg.): Visuelle Modelle. München, S. 17–40.

MAHR, B. (2008b): Ein Modell des Modellseins. Ein Beitrag zur Aufklärung des Modellbegriffs. In: DIRKS, U., KNOBLOCH, E. (Hrsg.): Modelle. Frankfurt a.M. u.a., S. 187–218.

MAHR, B. (2009): Die Informatik und die Logik der Modelle. In: Informatik-Spektrum 32, Heft 3, S. 228–249.

MAHR, B. (2015): Modelle und ihre Befragbarkeit. Grundlagen einer allgemeinen Modelltheorie. In: Erwägen Wissen Ethik 26, Heft 3, S. 329–342.

MATTISSEK, A., PFAFFENBACH, C. und REUBER, P. (2013): Methoden der empirischen Humangeographie. Braunschweig.

MAYER, J. (2007): Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In: KRÜGER, D., VOGT, H. (Hrsg.): Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Berlin u. Heidelberg, S. 177–186.

MAYRING, P. (2002): Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken. Weinheim.

MAYRING, P. (Hrsg.) (2008): Die Praxis der qualitativen Inhaltsanalyse. Weinheim u.a.

MEHREN, M., MEHREN, R. (2019): Das Modell des Produktlebenszyklus kritisch hinterfragen. Testen und Ändern von Modellen. In: Praxis Geographie, S. 38–42.

MEHREN, M., MEHREN, R., OHL, U., ROSENBERGER, C. (2015): Die doppelte Komplexität geographischer Themen. Eine lohnenswerte Herausforderung für Schüler und Lehrer. In: Geographie aktuell und Schule 37, Heft 216, S. 4–11.

MEHREN, R., REMPFLER, A., BUCHHOLZ, J., HARTIG, J., ULRICH-RIEDHAMMER, E. M. (2018): System Competence Modelling. Theoretical foundation and empirical validation of a model involving natural, social and human-environment systems. In: Journal of Research in Science Teaching 55, Issue 5, pp. 685–711.

MEHREN, R., REMPFLER, A., RIEDHAMMER, E.-M., HARTIG, J. (2016): Systemkompetenz im Geographieunterricht. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 22, Heft 1, S. 147–163.

MEHREN, R., REMPFLER, A., ULRICH-RIEDHAMMER, E. M. (2014): Denken in komplexen Zusammenhängen. Systemkompetenz als Schlüssel zur Steigerung der Eigenkomplexität von Schülern. In: Praxis Geographie 44, Heft 4, S. 4–8.

MEISERT, A. (2008): Vom Modellwissen zum Modellverständnis - Elemente einer umfassenden Modellkompetenz und deren Fundierung durch lernerseitige Kriterien zur Klassifikation von Modellen. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 14, S. 243–261.

MEISERT, A. (2012): Mit Modellen arbeiten. In: WEITZEL, H., SCHAAL, S. (Hrsg.): Biologie unterrichten: planen, durchführen, reflektieren. Sekundarstufe I und II. Berlin, S. 105–117.

MENOLD, N. und BOGNER, K. (2015): Gestaltung von Ratingskalen in Fragebögen. Mannheim.

MEYER, H. (1990): Modelle. In: Unterricht Biologie 14, Heft 160, S. 4–10.

MICHAEL, T. (Hrsg.) (2015): Diercke Weltatlas. Ausgabe 2015. Braunschweig.

MIENER, K. (2016): Das Image des Unterrichtsfachs Geographie aus der Perspektive von Schülerinnen und Schülern. Eine empirische schulartenübergreifende Untersuchung in der Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen. Münster.

MIKELSKIS-SEIFERT, S., KASPER, L. (2011): Modellieren in der Physik, im Alltag und im Unterricht. Hintergründe und unterrichtliche Orientierung zum Thema Modelle. In: Naturwissenschaften im Unterricht. Physik 22, Heft 122, S. 4–12.

MIKELSKIS-SEIFERT, S., THIELE, M., WÜNSCHER, T. (2005): Modellieren - Schlüsselfähigkeit für physikalische Forschungs- und Lernprozesse. In: PhyDid A 4, Heft 1, S. 30–46.

MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN [MSW NRW] (Hrsg.) (2007): Erdkunde, Kernlehrplan für das Gymnasium - Sekundarstufe I (G8) in Nordrhein-Westfalen. Frechen.

MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN [MSW NRW] (Hrsg.) (2014): Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/ Nordrhein-Westfalen. Geographie. Düsseldorf.

MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN [MSW NRW] (Hrsg.) (2015): Das Schulwesen in Nordrhein-Westfalen aus quantitativer Sicht. 2014/2015. Düsseldorf.

MINISTERIUM FÜR SCHULE UND WEITERBILDUNG DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN [MSW NRW] (2016): Zentralabitur 2019 – Geographie. Inhaltliche Schwerpunkte und Fokussierungen. URL: https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/zentralabitur-gost/faecher/getfile.php?file=4265 (10.10.2018).

MONMONIER, M. (1996): Eins zu einer Million. Die Tricks und Lügen der Kartographen. Basel u. a.

MÜLLER, C., FELBRICH, A., BLÖMEKE, S. (2008): Überzeugungen zum Lehren und Lernen von Mathematik. In: BLÖMEKE, S., KAISER, G., LEHMANN, R. (Hrsg.): Professionelle Kompetenz angehender Lehrerinnen und Lehrer. Wissen, Überzeugungen und Lerngelegenheiten deutscher Mathematikstudierender und -referendare. Erste Ergebnisse zur Wirksamkeit der Lehrerausbildung. Münster, S. 247–276.

MUMMENDEY, H. und GRAU, I. (2014): Die Fragebogen-Methode. Göttingen u.a.

NEUHAUS, B., VOGT, H. (2005): Dimensionen zur Beschreibung verschiedener Biologielehrertypen auf Grundlage ihrer Einstellung zum Biologieunterricht. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 11, S. 73–84.

NIPPER, J. (2011): Rechnen und Mathematikmachen: quantitative Analyseverfahren in der Geographie. In: GEBHARDT, H., GLASER, R., RADTKE, U., REUBER, P. (Hrsg.): Geographie. Physische Geographie und Humangeographie. Heidelberg, S. 133–144.

NOTESTEIN, F. W. (1945): Population – the Long View. In: SCHULTZ, T. W. (Ed.): Food for the World. Chicago, pp. 36–57.

OH, P. S., OH, S. J. (2011): What Teachers of Science Need to Know About Models: An Overview. In: International Journal of Science Education 33, Issue 8, pp. 1109–1130.

OHL, U. (2013a): Komplexität. In: BÖHN, D., OBERMAIER, G. (Hrsg.): Wörterbuch der Geographiedidaktik. Begriff A-Z. Braunschweig, S. 160–161.

OHL, U. (2013b): Komplexität und Kontroversität. Herausforderungen des Geographieunterrichts mit hohem Bildungswert. In: Praxis Geographie 43, Heft 3, S. 4–7.

OSER, F. (1998): Ethos - die Vermenschlichung des Erfolgs. Zur Psychologie der Berufsmoral von Lehrpersonen. Wiesbaden.

OSER, F. (2014): Wirkung und Wirkungselemente im Lehrerberuf. Leistungen, Grenzen und Perspektiven aktueller Forschung. In: TERHART, E., BENNEWITZ, H., ROTHLAND, M. (Hrsg.): Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf. Münster, S. 592–602.

OTTO, K.-H., MÖNTER, L. (Hrsg.) (2015a): Experimente und Modelle. Themenheft Geographie Heute. Seelze-Velber.

OTTO, K.-H., MÖNTER, L. (2015b): Scientific Literacy im Geographieunterricht fördern. Experimentelle Lehr-/Lernformen und Modellexperimente. In: Geographie heute, Heft 322, S. 2–7.

PASSMORE, C., GOUVEA, J. S., GIERE, R. N. (2014): Models in Science and in Learning Science: Focusing Scientific Practice on Sense-making. In: MATTHEWS, M. R. (Hrsg.): International handbook of research in history, philosophy and science teaching. Dordrecht, S. 1171–1202.

PATZKE, C., UPMEIER ZU BELZEN, A. (2012): Entwicklung von Modellkompetenz und entsprechende Lerngelegenheiten im Biologieunterricht. In: ELSTER, D., SCHULTZ-SIATKOWSKI, A., WISCHMANN, F. (Hrsg.): 14. Frühjahrsschule 2012: Fachsektion Didaktik der Biologie im Verband für Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin. Aachen, S. 104–105.

PETER, C. (2018): Modelle. In: BRUCKER, A., HAVERSATH, J.-B., SCHÖPS, A. (Hrsg.): Geographie-Unterricht. 102 Stichworte. Baltmannsweiler, S. 151–152.

PETER, C., SIEGMUND, A. (2015): Experiment vs. Modell. Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung im Geographieunterricht. In: GEOGRAPHISCHES INSTITUT DER RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM (Hrsg.): Geographie und Naturwissenschaftliche Bildung. Der Beitrag des Faches für Schule, Lernlabor und Hochschule. HGD-Symposium 26.-28.03.2015. Bochum, S. 31–33.

PHAM, G., KOCH, T., HELMKE, A., SCHRADER, F.-W., HELMKE, T., EID, M. (2012): Do Teachers Know How Their Teaching Is Perceived by Their Pupils? In: Procedia - Social and Behavioral Sciences 46, pp. 3368–3374.

PLEPIS, M. (2013): Strategien von Schülerinnen und Schülern zur Auswertung komplexer thematischer Karten. Eine empirische Untersuchung in der Jahrgangsstufe 10 der Realschule. Münster.

PRAETORIUS, A.-K. (2014): Messung von Unterrichtsqualität durch Ratings. Münster u.a.

PRENZEL, M., BAUMERT, J., BLUM, W., LEHMANN, R., LEUTNER, D., NEUBRAND, M., PEKRUN, R., ROLFF, HANS-GÜNTER, ROST, JÜRGEN, SCHIEFELE, U. (Hrsg.) (2004): PISA 2003. Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs. Zusammenfassung. Kiel.

PRÜFER, P. und REXROTH, M. (2000): Zwei-Phasen-Pretesting. Mannheim.

REHM, M., BÖLSTERLI, K. (2014): Entwicklung von Unterrichtsvignetten. In: KRÜGER, D., PARCHMANN, I., SCHECKER, H. (Hrsg.): Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Berlin, S. 213–225.

REINDERS, H. (2005): Qualitative Interviews mit Jugendlichen führen. Ein Leitfaden. München.

REINFRIED, S. (2008): Schülervorstellungen und Lernen von Geographie. In: Geographie heute 30, Heft 265, S. 8–13.

REINFRIED, S. (2013): Mentale Modelle. In: BÖHN, D., OBERMAIER, G. (Hrsg.): Wörterbuch der Geographiedidaktik. Begriff A-Z. Braunschweig, S. 190–191.

REISS, K., SÄLZER, C., SCHIEPE-TISKA, A., KLIEME, E., KÖLLER, O. (Hrsg.) (2016): PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation. Münster, New York.

REIT, X.-R. (2016): Denkstrukturen in Lösungsansätzen von Modellierungsaufgaben. Wiesbaden.

REUSSER, K., PAULI, C., ELMER, A. (2014): Berufsbezogene Überzeugungen von Lehrerinnen und Lehrern. In: TERHART, E., BENNEWITZ, H., ROTHLAND, M. (Hrsg.): Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf. Münster, S. 478–495.

RHODE-JÜCHTERN, T. (2005): "Struktur- und Modellansatz" oder "Imaginatives Lernen"? Gedanken zu einer komplementären Lerntheorie. In: Geographie und ihre Didaktik 33, Heft 1, S. 18–42.

RIESE, J., REINHOLD, P. (2010): Empirische Erkenntnisse zur Struktur professioneller Handlungskompetenz von angehenden Physiklehrkräften. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 16, S. 167–187.

RIESE, J., REINHOLD, P. (2012): Die professionelle Kompetenz angehender Physiklehrkräfte in verschiedenen Ausbildungsformen. In: Zeitschrift für Erziehungswissenschaft 15, Heft 1, S. 111–143.

RINGEL, G. (2012): Einsatz von Medien. In: HAVERSATH, J.-B. (Hrsg.): Geographiedidaktik. Braunschweig, S. 175–191.

RINSCHEDE, G. (2007): Geographiedidaktik. Paderborn.

RINSCHEDE, G. und SIEGMUND, A. (2020): Geographiedidaktik. Paderborn.

SCHALLHORN, E. (2004): Erdkunde-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. Berlin.

SCHECKER, H. (2014): Überprüfung der Konsistenz von Itemgruppen mit Cronbachs α. Online Zusatzmaterial. In: KRÜGER, D., PARCHMANN, I., SCHECKER, H. (Hrsg.): Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Berlin.

SCHMALOR, H., SCHÄFER, K. (2019): Von A nach B - globale Transportketten im Seehandel. Das Modell durch Beispiele erfahrbar machen. In: Praxis Geographie 49, Heft 3, S. 17–21.

SCHMIDT-ATZERT, L., AMELANG, M. (2012): Grundlagen diagnostischer Verfahren. In: SCHMIDT-ATZERT, L., AMELANG, M. (Hrsg.): Psychologische Diagnostik. Berlin, Heidelberg, S. 35–174.

SCHNOTZ, W., BANNERT, M. (2003): Construction and Interference in Learning from Multiple Representation. In: Learning and Instruction 13, Issue 2, pp. 141–156.

SCHUBERT, J. C. (2013): Modelle. In: BÖHN, D., OBERMAIER, G. (Hrsg.): Wörterbuch der Geographiedidaktik. Begriff A-Z. Braunschweig, S. 199–200.

SCHUBERT, J. C. (2016): Kognitiv aktivierend und eigenständig experimentieren. Schülerinnen und Schüler erforschen das Wasserhaltevermögen von Böden. In: Geographie aktuell & Schule 38, Heft 219, S. 24–34.

SCHULER, S. (2007): Die Entwicklungsdynamik der Weltbevölkerung. Ein Beispiel für den Einsatz von lebendigen Diagrammen als Lernmethode. In: Praxis Geographie 37, Heft 5, S. 34–41.

SCHULER, S., FANTA, D., ROSENKRAENZER, F., RIESS, W. (2017): Systems Thinking Within the Scope of Education for Sustainable Development (ESD) – a Heuristic Competence Model as a Basis For (science) Teacher Education. In: Journal of Geography in Higher Education 42, Issue 2, pp. 192–204.

SCHULTZE, A. (1988): Modelle im Geographieunterricht - Zur Ergänzung des exemplarischen Ansatzes. In: Geographie heute 9, Heft 58, S. 50–54.

SCHULTZE, A. (1994): Grafische und plastische Modelle im Erdkundeunterricht. In: Geographie heute 14, Heft 122, S. 4–5.

SCHULTZE, A. (1996): Denken in Modellen. Zum Umgang mit im Geographieunterricht. In: FLATH, M., FUCHS, G. (Hrsg.): In Systemen denken lernen - fachdidaktische Aspekte für den Geographieunterricht. Gotha, S. 69–78.

SCHULTZE, A. (1998): Geographiedidaktik kontrovers. Konzepte und Fronten innerhalb des Faches. In: Praxis Geographie 28, Heft 4, S. 8–13.

SEDLMEIER, P. und RENKEWITZ, F. (2013): Forschungsmethoden und Statistik für Psychologen und Sozialwissenschaftler. München.

SEIFERT, A. (2015): Kompetenzforschung in den Fachdidaktiken auf Grundlage von IRT-Modellen. In: RIEGEL, U., SCHUBERT, S., SIEBERT-OTT, G., MACHA, K. (Hrsg.): Kompetenzmodellierung und Kompetenzmessung in den Fachdidaktiken. Münster, New York, S. 131–161.

SHULMAN, L. S. (1986): Those Who Understand. Knowledge Growth in Teaching. In: Educational Researcher 15, Heft 2, S. 4.

SOLTAU, A. (2012): Isolation aus Unsicherheit? Berufliche Unsicherheit bei Lehrkräften und deren Zusammenhang zur Lehrerkooperation. Dissertation. Bremen, Universität Bremen.

STACHOWIAK, H. (1965): Gedanken zu einer allgemeinen Theorie der Modelle. In: Studium Generale 18, Heft 7, S. 432–463.

STACHOWIAK, H. (1973): Allgemeine Modelltheorie. Wien.

STACHOWIAK, H. (Hrsg.) (1980a): Modelle und Modelldenken im Unterricht. Anwendungen der allgemeinen Modelltheorie auf die Unterrichtspraxis. Bad Heilbrunn/Obb.

STACHOWIAK, H. (1980b): Zur Einleitung: Der Weg zum Systematischen und das Konzept der Allgemeinen Modelltheorie. In: STACHOWIAK, H. (Hrsg.): Modelle und Modelldenken im Unterricht. Anwendungen der allgemeinen Modelltheorie auf die Unterrichtspraxis. Bad Heilbrunn/Obb., S. 9–49.

STACHOWIAK, H. (1983a): Erkenntnisstufen zum Systematischen Neopragmatismus und zur Allgemeinen Modelltheorie. In: STACHOWIAK, H. (Hrsg.): Modelle, Konstruktion der Wirklichkeit. München, S. 87–146.

STACHOWIAK, H. (1983b): Konstruierte Wirklichkeit. Zur Einleitung. In: STACHOWIAK, H. (Hrsg.): Modelle, Konstruktion der Wirklichkeit. München, S. 10–16.

STAUB, F. C., STERN, E. (2002): The Nature of Teachers' Pedagogical Content Beliefs Matters for Students' Achievement Gains: Quasi-experimental Evidence from Elementary Mathematics. In: The journal of educational psychology 94, Issue 2, pp. 344–355.

STÖBER, J. (1999): Die Soziale-Erwünschtheits-Skala-17 (SES-17). Entwicklung und erste Befunde zu Reliabilität und Validität. In: Diagnostica 45, Heft 4, S. 173–177.

STRÜBE, M., TRÖGER, H., TEPNER, O., SUMFLETH, E. (2014): Development of a Pedagogical Content Knowledge Test of Chemistry Language and Models. In: Educación Química 25, Issue 3, pp. 380–390.

SUKOPP, H. (Hrsg.) (1990): Stadtökologie. Das Beispiel Berlin. Berlin.

TEPNER, O., BOROWSKI, A., DOLLNY, S., FISCHER, H. E., JÜTTNER, M., KIRSCHNER, S., LEUTNER, D., NEUHAUS, B. J., SANDMANN, A., SUMFLETH, E., THILLMANN, H., WIRTH, J. (2012): Modell zur Entwicklung von Testitems zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften in den Naturwissenschaften. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 18, S. 9–30.

TEPNER, O., DOLLNY, S. (2014): Entwicklung eines Testverfahrens zur Analyse fachdidaktischen Wissens. In: KRÜGER, D., PARCHMANN, I., SCHECKER, H. (Hrsg.): Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Berlin, S. 311–323.

TERZER, E., UPMEIER ZU BELZEN, A. (2007): Naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung durch Modelle. Modellverständnis als Grundlage für Modellkompetenz. In: Berichte des Institutes für Didaktik der Biologie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, IDB, Heft 16, S. 33–56.

THÖNEBÖHN, F. (1989): Modelle im Geographieunterricht. Die zentrale Kategorie der Schuldidaktik ist das Modell. (Theodor Wilhelm, 1969). In: Die Realschule 97, Heft 2, S. 76–81.

TIEMANN, R., KÖRBS, C. (2014): Die Fragebogenmethode, ein Klassiker der empirischen didaktischen Forschung. In: KRÜGER, D., PARCHMANN, I., SCHECKER, H. (Hrsg.): Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung. Berlin, S. 283–295.

TREAGUST, D. F., CHITTLEBOROUGH, G. D., MAMIALA, T. L. (2002): Students' Understanding of the Role of Scientific Models in Learning Science. In: International Journal of Science Education 24, Issue 4, pp. 357–368.

TRIER, U., UPMEIER ZU BELZEN, A. (2009): Wissenschaftler nutzen Modelle, um etwas Neues zu entdecken, und in der Schule lernt man einfach nur, dass es so ist." Schülervorstellungen zu Modellen. In: Erkenntnisweg Biologiedidaktik, Heft 8, S. 23–38.

UPHUES, R. (2007): Die Globalisierung aus der Perspektive Jugendlicher. Theoretische Grundlagen und empirische Untersuchungen. Weingarten.

UPMEIER ZU BELZEN, A. (2013): Unterrichten mit Modellen. In: GROPENGIEßER, H., HARMS, U., KATTMANN, U. (Hrsg.): Fachdidaktik Biologie. Freising, S. 325–334.

UPMEIER ZU BELZEN, A., KRÜGER, D. (2010): Modellkompetenz im Biologieunterricht. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften 16, S. 41–57.

VAN DER VALK, T., VAN DRIEL, J. H., VOS, W. de (2007): Common Characteristics of Models in Present-day Scientific Practice. In: Research in Science Education 37, Heft 4, S. 469–488.

VAN DRIEL, J. H., VERLOOP, N. (1999): Teachers' Knowledge of Models and Modelling in Science. In: International Journal of Science Education 21, Issue 11, pp. 1141–1153.

VAN DRIEL, J. H., VERLOOP, N. (2002): Experienced Teachers' Knowledge of Teaching and Learning of Models and Modelling in Science Education. In: International Journal of Science Education 24, Issue 12, pp. 1255–1272.

VIEHRIG, K., SIEGMUND, A., FUNKE, J., WÜSTENBERG, S., GREIFF, S. (2017): The Heidelberg Inventory of Geographic System Competency Model. In: LEUTNER, D., FLEISCHER, J., GRÜNKORN, J., KLIEME, E. (Eds.): Competence Assessment in Education. Research, Models and Instruments. Cham, pp. 31–53.

VOGEL, U., PETER, C., HUPPERT, C. (2019): Reflexive Fachlichkeit. Zur Konstruktion und Erfahrung von Praxis in Wissenschaft und Schule. In: BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (Hrsg.): Verzahnung von Theorie und Praxis im Lehramtsstudium. Erkenntnisse aus Projekten der „Qualitätsoffensive Lehrerbildung". Frankfurt am Main, S. 97–103.

VON THÜNEN, J. (1875): Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie. 3 Teile 1826-1850. Berlin.

WALLERT, W. (1993): Geomethoden. Neue Übungen mit geographischen Arbeitsmaterialien. Stuttgart.

WANG, Z., CHI, S., HU, K., CHEN, W. (2014): Chemistry Teachers' Knowledge and Application of Models. In: Journal of Science Education and Technology 23, Issue 2, pp. 211–226.

WEBER, J. (2012): Modelle im sozialwissenschaftlichen Unterricht. In: Praxis Politik 8, Heft 3, S. 12–13.

WEICHHART, P. (2000): Geographie als Multi-Paradigmen-Spiel. Eine Post-Kuhnsche Perspektive. In: BLOTEVOGEL, H. H., OSSENBRÜGGE, J., WOOD, G. (Hrsg.): Lokal verankert – weltweit vernetzt. Tagungsbericht und wissenschaftliche Abhandlungen. 52. Deutschen Geographentag, Hamburg. Stuttgart, S. 479–488.

WEICHHART, P. (2001): Humangeographische Forschungsansätze. In: SITTE, W., WOHLSCHLÄGL, H. (Hrsg.): Beiträge zur Didaktik des „Geographie und Wirtschaftskunde"-Unterrichts. Wien, S. 182–198.

WEINERT, F. (2001): Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. München.

WEITZEL, H. (2014): Modelle im Biologieunterricht. In: Unterricht Biologie 39, 397/398, S. 2–11.

WERLEN, B., LIPPUNER, R. (2011): Sozialgeographie. In: GEBHARDT, H., GLASER, R., RADTKE, U., REUBER, P. (Hrsg.): Geographie. Physische Geographie und Humangeographie. Heidelberg, S. 686–713.

WIKTORIN, D. (2013a): Graphische Modelle im Geographieunterricht. Handlungsorientierter Einsatz von und kritischer Umgang mit Modellen. In: Praxis Geographie 43, Heft 12, S. 4–7.

WIKTORIN, D. (Hrsg.) (2013b): Modelle im Geographieunterricht. Themen: Bevölkerung und Wirtschaft. Braunschweig.

WIKTORIN, D. (Hrsg.) (2014a): Modelle in der Geographie. Thematische und didaktische Einordnung. Praxis Geographie extra. Braunschweig.

WIKTORIN, D. (2014b): Modelle in der Geographie. Vernetzt denken, kritisch reflektieren, kompetent anwenden. In: WIKTORIN, D. (Hrsg.): Modelle in der Geographie. Thematische und didaktische Einordnung. Praxis Geographie extra. Braunschweig, S. 6–11.

WILHELMY, H., HÜTTERMANN, A. und SCHRÖDER, P. (2002): Kartographie in Stichworten. Berlin u.a.

WIRTH, E. (1979): Theoretische Geographie. Grundzüge einer theoretischen Kulturgeographie. Stuttgart.

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT DER BUNDESREGIERUNG GLOBALE UMWELTVERÄNDERUNGEN [WBGU] (Hrsg.) (1996): Herausforderung für die deutsche Wissenschaft. Jahresgutachten 1996. Berlin.

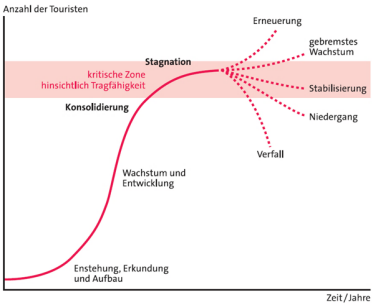
WITZEL, A. (2000): Das problemzentrierte Interview. In: Forum qualitative Sozialforschung 1, Heft 1, o.S.

WOLF, G. W. (2020): Corona-Geographien oder wie ein Virus die Bedeutungslosigkeit eines Fachs offenbarte. In: GW-Unterricht, Heft 159, S. 79–87.

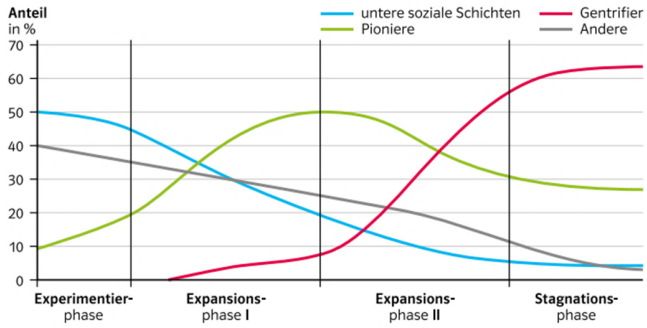
ZEHNER, K. (2001): Stadtgeographie. Gotha.

# Anhang

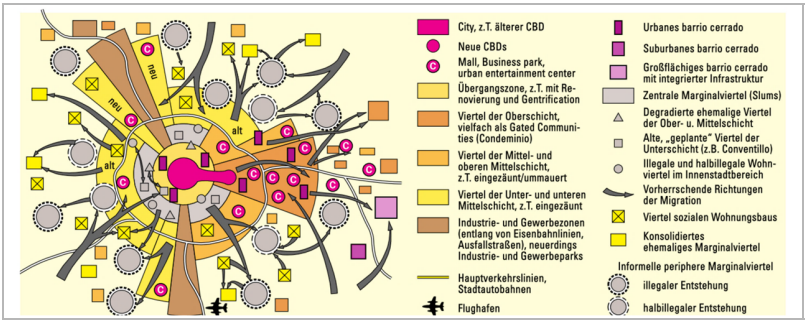
## Anlage 01 | Potentiell nutzbare theoretische Raummodelle zur Entwicklung von Fragebogenitems



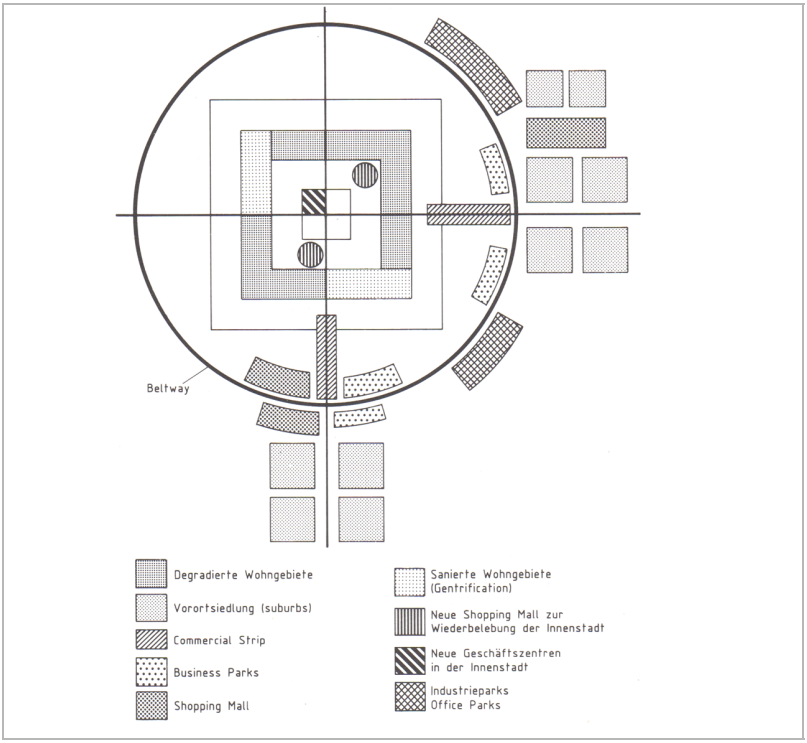

Wachstumszyklusmodell touristischer Destinationen nach BUTLER 1980 (BOETI et al. 2015, S. 291)




Verlaufsmodell der Gentrifizierung nach ZEHNER 2001 (BOETI et al. 2015, S. 136)



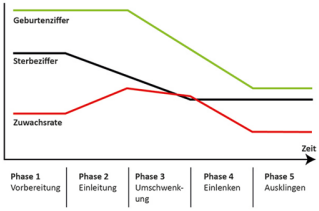
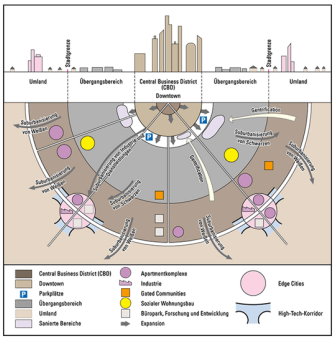

Modell der fragmentierten lateinamerikanischen Stadt nach BORSDORF 2006 (BOETI et al. 2015, S. 145)




Modell der angloamerikanischen Stadt nach KLOHN und Windthorst 1998 (nur letzte Phase, ähnlich Mensch und Raum 2014 (NRW)))

## Anlage 02 | parallelkonstruierte Schwesteritems

Items zum Modelleinsatz im Rahmen des deduktiven Ansatzes

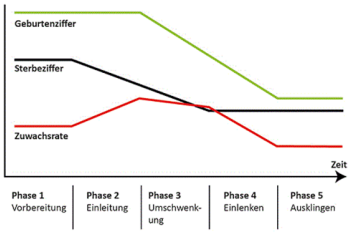
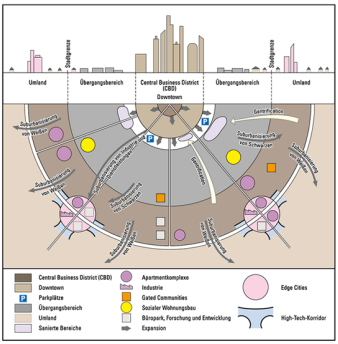
| | Teil 2 \| Das Modell des demographischen Übergangs | Teil 2 \| Das Modell der angloamerikanischen Stadt |
|---|---|---|
| **Instruktion** | Auf dieser und den folgenden Seiten sind verschiedene, auf das Modell des demographischen Übergangs bezogene **Schüler/innentätigkeiten** aufgelistet. Die Aussagen beziehen sich auf ihren Unterricht in der **Qualifikationsphase**.<br>Die Reihenfolge der Aussagen ist rein zufällig und stellt keine Bewertung oder Logik dar.<br>Seien Sie bei der Beurteilung bitte streng mit sich selbst.<br>**Abb.: Modell des demographischen Übergangs**<br><br>*(Beispiel aus einem Schulbuch)*<br>***Bitte kreuzen Sie an, wie stark die jeweilige Aussage auf Ihren Oberstufenunterricht zutrifft.*** | Auf dieser und den folgenden Seiten sind verschiedene, auf das Modell des demographischen Übergangs bezogene **Schüler/innentätigkeiten** aufgelistet. Die Aussagen beziehen sich auf ihren Unterricht in der **Qualifikationsphase**.<br>Die Reihenfolge der Aussagen ist rein zufällig und stellt keine Bewertung oder Logik dar.<br>Seien Sie bei der Beurteilung bitte streng mit sich selbst.<br>Abb.: Modell der angloamerikanischen Stadt<br><br>*(Beispiel aus einem Schulbuch)*<br>***Bitte kreuzen Sie an, wie stark die jeweilige Aussage auf Ihren Oberstufenunterricht zutrifft.*** |
| *In meinem Geographieunterricht…* | | |
| | **Orientierung** | |
| Orientierung | …nennen die Schüler/innen zu Beginn der Arbeit mit dem Modell dessen Titel. | …nennen die Schüler/innen zu Beginn der Arbeit mit dem Modell dessen Titel. |
| | …kennzeichnen die Schüler/innen vor der Auswertung das Modell als *Kurvendiagramm*. | …kennzeichnen die Schüler/innen vor der Auswertung *die grundlegende Gestalt des Modells (z.B. kartenartiges Stadtmodell).* |
| | …nennen die Schüler/innen vor der Auswertung überblicksartig die *dargestellten demographischen Kennwerte (u.a. Zuwachsrate, Geburtenrate).* | …nennen die Schüler/innen vor der Auswertung überblicksartig die *in der Legende genannten Raumstrukturen (u.a. Industrie, Downtown).* |

| | | |
|---|---|---|
| **Modelle beschreiben** | | |
| Ausprägung der Elemente beschreiben | …beschreiben die Schüler/innen die *Entwicklung der einzelnen demographischen Kennwerte (z.B. Geburten- und Sterbeziffer).*<br><br>…beschreiben die Schüler/innen die *Zu- und Abnahme der Zuwachsrate.*<br><br>…beschreiben die Schüler/innen in jeder *Phase (z.B. Einlenkphase) die Ausprägung der demographischen Werte (z.B. Sterbeziffer, Geburtenrate).*<br><br>…beschreiben die Schüler/innen die im *Diagramm* aufgezeigten Regelhaftigkeiten *im demographischen Übergang (z.B. der im Vergleich zur Sterberate zeitversetzte Rückgang der Geburtenziffer).* | …beschreiben die Schüler/innen die *funktionale Gliederung der nordamerikanischen Stadt (z.B. Lage und Verteilung von Wohn- und Industriegebieten).*<br><br>…beschreiben die Schüler/innen *die Veränderung städtischer Strukturen vom Stadtzentrum bis ins Umland.*<br><br>…beschreiben die Schüler/innen die in jeder *Zone (z.B. CBD, Übergangszone) die Lage der jeweiligen Raumnutzungen (z.B. Apartmentkomplexe, Büroparks).*<br><br>…beschreiben die Schüler/innen im *Modell* aufgezeigte Regelhaftigkeiten *der städtischen Strukturen* (z. B. *Schwerpunkte der Einzelhausbebauung im Stadtumland, Industrieansiedlungen an Highway-Kreuzungen).* |
| **Modelle erklären** | | |
| modellinterne Information | …erklären die Schüler/innen *die Zunahme der Zuwachsrate in der Einleitungsphase (Phase 2)* durch *eine gleichbleibende Geburtenrate bei abnehmender Sterbeziffer.*<br><br>…erklären die Schüler/innen die dargestellten Zusammenhänge zwischen *Wachstumsrate, Sterbe- und Geburtenziffer etc.,* indem sie die *Werte* aufeinander beziehen. | … erklären die Schüler/innen *die Lage von Edge Cities u.a.* durch *eine gute Verkehrsanbindung und die Dienstleistungssuburbanisierung.*<br><br>…erklären die Schüler/innen die dargestellten Zusammenhänge zwischen *der Lage von Büroparks und Apartmentkomplexen sowie von Straßen*, indem sie die *Strukturen* aufeinander beziehen. |
| Modellexterne Information | …nutzen die Schüler/innen Hintergrundinformationen über den *medizinischen Fortschritt etc.,* um *die Abnahme der Sterbeziffer* zu erläutern.<br><br>…nutzen die Schüler/innen ergänzende Informationen über den *gesellschaftlichen Wandel (z.B. Bedeutung von Kindern, Steigerung des Lebensstandards) um den Rückgang der Geburtenziffer* zu erklären. | …nutzen die Schüler/innen Hintergrundinformationen über die *amerikanische Stadtpolitik und Marktmechanismen etc.,* um *die innerstädtischen Expansionsprozesse* zu erläutern.<br><br>…nutzen die Schüler/innen ergänzende Informationen über *Marktmechanismen und Innovationen (z.B. hohe Bodenpreise aufgrund hoher Nachfrage, Erfindung des Fahrstuhls)* um die *Bebauungsdichte im CBD* zu erklären. |
| **Modelle beurteilen** | | |
| Daten | …überprüfen die Schüler/innen das Modell, indem sie es mit konkreten *demographischen Daten mindestens eines Landes* vergleichen.<br><br>…überprüfen die Schüler/innen aus dem Modell abgeleitete Vermutungen über reale *demographische Entwicklungen* durch entsprechende Daten. | …überprüfen die Schüler/innen das Modell, indem sie es mit konkreten *Informationen (z.B. Stadtpläne, Fotos) mindestens einer nordamerikanischen Stadt* vergleichen.<br><br>…überprüfen die Schüler/innen aus dem Modell abgeleitete Vermutungen über reale *US-amerikanische Stadtstrukturen und -prozesse* durch entsprechende Informationen. |
| Zweck | …diskutieren die Schüler/innen auf einer allgemeinen Ebene, inwiefern das Modell grundsätzlich geeignet ist, *die demographischen Entwicklungen von Ländern* zu beschreiben bzw. zu erklären.<br><br>…erörtern die Schüler/innen die Grenzen des Modells, wie z.B. *sein Fokus auf Industrieländer, das Ausblenden von Migration, des sozialen Wandels und weiterer Einflussfaktoren.* | …diskutieren die Schüler/innen auf einer allgemeinen Ebene, inwiefern das Modell grundsätzlich geeignet ist, *die Raumstruktur der nordamerikanischen Stadt* zu beschreiben bzw. zu erklären.<br><br>…erörtern die Schüler/innen die Grenzen des Modells, wie z.B. *sein Fokus auf den angloamerikanischen Kulturraum, das Ausblenden historischer Stadtstrukturen und weiterer Einflussfaktoren.* |

| | | |
|---|---|---|
| Grafik | …hinterfragen die Schüler/innen die graphische Gestaltung des *Diagramms (z.B. seine Farbgebung, Ungenauigkeit der linienhaften Darstellung von Geburten- und Sterberaten).* | …hinterfragen die Schüler/innen die graphische Gestaltung des *Modells (z.B. idealisierte Grenzziehungen, Größenverhältnisse).* |
| **Modelltransfer** | | |
| Bezug herstellen | …ordnen die Schüler/innen ein konkretes *Land* anhand von *Bevölkerungsdaten (z.B. Sterbeziffern, Bevölkerungswachstum)* in das Modell ein<br><br>…nutzen Schüler/innen *demographische Daten mindestens eines konkreten Landes*, um diese in Bezug zum Modell zu setzen. | …ordnen die Schüler/innen *Stadtteile einer konkreten nordamerikanischer Stadt* anhand von *Informationen (z.B. zur Bebauung und Nutzung)* in das Modell ein.<br><br>…nutzen die Schüler/innen *Informationen zur Gliederung einer konkreten nordamerikanischen Stadt*, um diese in Bezug zum Modell zu setzen. |
| Erläutern | …wenden die Schüler/innen das Modell an, um *demographische Entwicklungen in zuvor nicht thematisierten Ländern* zu erläutern.<br><br>…erläutern die Schüler/innen mit Hilfe ihres modellbezogenen Wissens *demographische Entwicklungen* in *konkreten Ländern.* | …wenden die Schüler/innen das Modell an, um *Stadtstrukturen und -prozesse* in zuvor nicht thematisierten *nordamerikanischen Städten* zu erläutern.<br><br>…erläutern die Schüler/innen mit Hilfe ihres modellbezogenen Wissens *stadtgeographische Strukturen und Entwicklungen* in *konkreten nordamerikanischen Städten.* |
| **Modellprognose** | | |
| zeitbezogene | …äußern die Schüler/innen auf Basis des Modells Vermutungen über *das Aussehen einer möglichen, sich anschließenden „6. Phase" der demographischen Entwicklung.*<br><br>…formulieren die Schüler/innen mit Hilfe des Modells begründete Vermutungen zur weiteren *demographischen* Entwicklung *eines konkreten Landes.*<br><br>…nutzen die Schüler/innen das Modell, um künftige Tendenzen in der *demographischen* Entwicklung *einzelner Länder* aufzuzeigen. | …äußern die Schüler/innen auf Basis des Modells Vermutungen über *zukünftige Veränderungen von Strukturen der US-amerikanischen Stadt (z.B. weitere Suburbanisierung, Polarisierung).*<br><br>…formulieren die Schüler/innen mit Hilfe des Modells begründete Vermutungen zur weiteren Entwicklung *einer konkreten nordamerikanischen Stadt.*<br><br>…nutzen die Schüler/innen das Modell, um künftige Tendenzen in der *räumlichen* Entwicklung *einzelner angloamerikanischer Städte* aufzuzeigen. |
| raumbezogen | …entwickeln die Schüler/innen auf Basis des Modells an der Realität zu überprüfenden Vermutungen über *demographische Entwicklungen.* | …entwickeln die Schüler/innen auf Basis des Modells an der Realität zu überprüfenden Vermutungen über *die Gliederung US-amerikanischer Städte.* |

| | | |
|---|---|---|
| **Modelle ändern** | | |
| | …optimieren die Schüler/innen die graphische Darstellung des *Diagramms*, z.B. indem sie Beschriftungen hinzufügen (z.B. *Zeitangaben, Einheiten*).<br><br>…wird das *Diagramm* von den Schüler/innen graphisch verändert.<br><br>…verändern die Schüler/innen den Inhalt des Modells.<br><br>…ändern die Schüler/innen das *Diagramm* aufgrund neuer Erkenntnisse (z.B. *Erweiterung um den zweiten demographischen Übergang).* | …optimieren die Schüler/innen die graphische Darstellung des *Modells*, z.B. indem sie Beschriftungen hinzufügen (z.B. *Angaben zur Raumnutzung, Entfernungen*).<br><br>…wird das *Modell* von den Schüler/innen graphisch verändert.<br><br>…verändern die Schüler/innen den Inhalt des Modells.<br><br>…ändern die Schüler/innen das *Modell* aufgrund neuer Erkenntnisse (z.B. *weitere stadtgeographische Entwicklungen).* |
| **Einzelitems** | | |
| | …stellen die Schüler/innen einen Bezug zwischen Modell und dem Alltag her (z.B. Zuordnung von Texten oder Bildern mit Lebensweltbezug zu bestimmten *Phasen des Diagramms*).<br><br>…vergleichen wir *verschiedene Modelle zum demographischen Übergang.* | …stellen die Schüler/innen einen Bezug zwischen Modell und dem Alltag her (z.B. Zuordnung von Texten oder Bildern mit Lebensweltbezug zu bestimmten *Stadträumen*).<br><br>…vergleichen wir *das Modell der nordamerikanischen Stadt* mit *anderen allgemeinen oder anderen Modellen der nordamerikanischen Stadt.* |

## Items zum Modelleinsatz im Rahmen des induktiven Ansatzes

| | | |
|---|---|---|
| Instruktion | **Teil 2 \| Entwicklung des Modells des demographischen Übergangs**<br><br>Weiter unten auf der Seite sind verschiedene **Schüler/-innentätigkeiten**, die auf die **Entwicklung des Modells des demographischen Übergangs** bezogen sind, aufgelistet. Die Aussagen beziehen sich auf Ihren Unterricht in der **Qualifikationsphase**.<br>Die Reihenfolge der Aussagen ist rein zufällig und stellt keine Bewertung oder Logik dar.<br>Seien Sie bei der Beurteilung bitte streng mit sich selbst.<br>**Abb.: Modell des demographischen Übergangs**<br><br><br>*(Beispiel aus einem Schulbuch)*<br>***Bitte kreuzen Sie an, wie stark die jeweilige Aussage auf Ihren Oberstufenunterricht zutrifft.*** | **Teil 2 \| Entwicklung des Modells der angloamerikanischen Stadt**<br><br>Weiter unten auf der Seite sind verschiedene **Schüler/-innentätigkeiten**, die auf die **Entwicklung des Modells des demographischen Übergangs** bezogen sind, aufgelistet. Die Aussagen beziehen sich auf Ihren Unterricht in der **Qualifikationsphase**.<br>Die Reihenfolge der Aussagen ist rein zufällig und stellt keine Bewertung oder Logik dar.<br>Seien Sie bei der Beurteilung bitte streng mit sich selbst.<br>Abb.: Modell der angloamerikanischen Stadt<br><br><br>*(Beispiel aus einem Schulbuch)*<br>***Bitte kreuzen Sie an, wie stark die jeweilige Aussage auf Ihren Oberstufenunterricht zutrifft.*** |
| *In meinem Geographieunterricht…* | | |
| | **Planung** | |
| Ziele | …wird zu Beginn der Modellentwicklung eine Leitfrage o.ä. festgelegt (z.B. *Wie lässt sich die Bevölkerungsentwicklung von Industrieländern modellhaft darstellen*?).<br><br>…erfolgt zu Beginn eine Verständigung mit den Schüler/innen über die Intention des zu entwickelnden Modells. | …wird zu Beginn der Modellentwicklung eine Leitfrage o.ä. festgelegt (z.B. *Wie lässt sich die Struktur der US-amerikanischen Stadt modellhaft darstellen*?).<br><br>…erfolgt zu Beginn eine Verständigung mit den Schüler/innen über die Intention des zu entwickelnden Modells. |
| Strategie | …wird das Vorgehen bei der Entwicklung des Modells mit den Schüler/innen abgestimmt (z.B. *Auswahl geeigneter Länder und entsprechende Daten).*<br><br>…planen die Schüler/innen, in welchen Arbeitsschritten das Modell entwickelt werden soll. | …wird das Vorgehen bei der Entwicklung des Modells mit den Schüler/innen abgestimmt (z.B. *Auswahl geeigneter Städte und entsprechende Daten).*<br><br>…planen die Schüler/innen, in welchen Arbeitsschritten das Modell entwickelt werden soll. |

| | | |
|---|---|---|
| **Datenanalyse** | | |
| Beschreibung | …gebe ich den Schüler/innen zur Modellentwicklung *Daten zur Entwicklung der Sterberate und Geburtenziffer eins oder mehrerer beispielhafte Länder.*<br><br>…beschreiben die Schüler/innen anhand *konkreter demographischer Daten ausgewählter Länder den jeweiligen Verlauf der Geburten- und Sterberate*, bevor sie das Modell zeichnen.<br><br>…beschreiben die Schüler/innen an mindestens einem konkreten Raumbeispiel (z.B. England, Deutschland) die *Zu- und Abnahme der Zuwachsrate.* | …gebe ich den Schüler/innen zur Modellentwicklung *Informationen zur Struktur und Entwicklung einer oder mehrerer beispielhafter US-amerikanischer Städte.*<br><br>…beschreiben die Schüler/innen anhand *konkreter Informationen zur funktionsräumlichen Gliederung ausgewählter Städte deren Raumstrukturen,* bevor sie das Modell zeichnen.<br><br>…beschreiben die Schüler/innen an mindestens einem konkreten Raumbeispiel (z.B. Chicago, Los Angeles) die *ring- und sektorenförmige Ausprägung von Raumstrukturen (z.B. Übergangszone, High-Tech-Korridore).* |
| Abstraktion | …identifizieren die Schüler/innen Gemeinsamkeiten in *der demographischen Entwicklung ausgewählter Länder (z. B. beginnende Zu- und spätere Abnahme der Zuwachsrate).*<br><br>…verallgemeinern die Schüler/innen aus *Daten konkreter Länder (z.B. Geburtenziffern, Sterberate)* Aussagen über *den demographischen Übergang*, bevor sie das Modell zeichnen. | …identifizieren die Schüler/innen Gemeinsamkeiten in *der funktionsräumlichen Struktur ausgewählter Städte (z. B. Schwerpunkte der Einzelhausbebauung im Stadtumland, Industrieansiedlungen an Highway-Kreuzungen).*<br><br>…verallgemeinern die Schüler/innen aus *Informationen zur funktionalen Gliederung konkreter Städte (z.B. Art und Verteilung der Raumnutzung)* Aussagen über *US-amerikanische Stadtstrukturen*, bevor sie das Modell zeichnen. |
| **Modell herstellen** | | |
| | …zeichnen die Schüler/innen die *zwei Achsen des Diagramms.*<br><br>…zeichnen die Schüler/innen den idealtypischen *Verlauf der Geburtenrate in ein Achsendiagramm.*<br><br>…wird die typische *Entwicklung der Sterberate von den Schüler/innen in ihr Achsendiagramm* eingetragen.<br><br>…beschriften die Schüler/innen die in *ihr Modell eingezeichneten Kurven der demographischen Kennwerte.*<br><br>…zeichnen die Schüler/innen ein *Diagramm*, das die idealtypische *Entwicklung der demographischen Kennwerte (z.B. Geburten- und Sterbeziffer)* aufzeigt.<br><br>…unterteilen die Schüler/innen ihr selbst erstelltes *Diagramm* durch das Einzeichnen *senkrechter Trennlinien in unterschiedliche Phasen des demographischen Übergangs.* | …zeichnen die Schüler/innen die *Kreise für Zonen und gerade Linien für Ausfallstraßen.*<br><br>…zeichnen die Schüler/innen die idealtypische *Raumstruktur der US-amerikanischen Stadt ins Modell.*<br><br>…wird die typische *Verteilung von Wohn- und Geschäftsgebieten von den Schüler/innen in ihr Stadtmodell* eingetragen.<br><br>…beschriften die Schüler/innen die in ihr *Modell eingezeichneten Flächennutzungen etc.*<br><br>…zeichnen die Schüler/innen ein *Stadtmodell*, das die idealtypische *räumliche Ausprägung städtischer Strukturen (z.B. Downtown, Übergangsbereich)* aufzeigt.<br><br>…unterteilen die Schüler/innen ihr selbst erstelltes *Stadtmodell* durch das Einzeichnen *von Trennlinien in unterschiedliche städtische Zonen (Downtown, CBD, Übergangsbereich, Umland).* |

| | | |
|---|---|---|
| **eigene Modelle erklären** | | |
| modellinterne Information | …erklären die Schüler/innen *die modellierte Zunahme der Zuwachsrate in der Einleitungsphase (Phase 2)* durch *eine gleichbleibende Geburtenrate bei abnehmender Sterbeziffer.*<br><br>…erklären die Schüler/innen die *modellierten* Zusammenhänge zwischen *Wachstumsrate, Sterbe- und Geburtenziffer etc.,* indem sie *die Werte* aufeinander beziehen. | …erklären die Schüler/innen *die modellierte Lage von Edge Cities* durch *eine gute Verkehrsanbindung und die Dienstleistungssuburbanisierung.*<br><br>…erklären die Schüler/innen die *modellierten* Zusammenhänge zwischen *der Lage von Büroparks und Apartmentkomplexen sowie der Straßen*, indem sie *die Strukturen* aufeinander beziehen. |
| Modellexterne Information | …nutzen die Schüler/innen Hintergrundinformationen über den *medizinischen Fortschritt etc* , um *die in ihren Modellen dargestellte Abnahme der Sterbeziffer* zu erläutern.<br><br>…nutzen die Schüler/innen ergänzende Informationen über den *gesellschaftlichen Wandel (z.B. Bedeutung von Kindern, Steigerung des Lebensstandards)* um *den Rückgang der Geburtenziffer im entwickelten Modell* zu erklären. | …nutzen die Schüler/innen Hintergrundinformationen über die *amerikanische Stadtpolitik und Marktmechanismen etc.,* um *die in ihren Modellen dargestellten innerstädtischen Expansionsprozesse* zu erläutern.<br><br>…nutzen die Schüler/innen ergänzende Informationen über *Marktmechanismen und Innovationen (z.B. hohe Bodenpreise aufgrund hoher Nachfrage, Erfindung des Fahrstuhls)* um *die Bebauungsdichte im CBD im entwickelten Modell* zu erklären. |
| **Modell testen** | | |
| Daten | …überprüfen die Schüler/innen *das erstellte* Modell, indem sie es mit konkreten *demographischen Daten mindestens eines Landes* vergleichen.<br><br>…überprüfen die Schüler/innen aus *ihrem* Modell abgeleitete Vermutungen über reale *demographische Entwicklungen* durch entsprechende Daten. | …überprüfen die Schüler/innen *das erstellte* Modell, indem sie es mit konkreten *Informationen (z.B. Stadtpläne, Fotos) mindestens einer nordamerikanischen Stadt* vergleichen.<br><br>…überprüfen die Schüler/innen aus *ihrem* Modell abgeleitete Vermutungen über reale *US-amerikanische Stadtstrukturen und -prozesse* durch entsprechende Daten. |
| Zweck | …diskutieren die Schüler/innen auf einer allgemeinen Ebene, inwiefern das *entwickelte* Modell grundsätzlich geeignet ist, *die demographischen Entwicklungen von Ländern* zu beschreiben bzw. zu erklären.<br><br>…erörtern die Schüler/innen die Grenzen des Modells, wie z.B. *sein Fokus auf Industrieländer, das Ausblenden von Migration, des sozialen Wandels und weiterer Einflussfaktoren.* | …diskutieren die Schüler/innen auf einer allgemeinen Ebene, inwiefern das *entwickelte* Modell grundsätzlich geeignet ist, *die Raumstruktur der nordamerikanischen Stadt* zu beschreiben bzw. zu erklären.<br><br>…erörtern die Schüler/innen die Grenzen des Modells, wie z.B. *sein Fokus auf den angloamerikanischen Kulturraum, das Ausblenden historischer Stadtstrukturen und weiterer Einflussfaktoren.* |
| Grafik | …hinterfragen die Schüler/innen die graphische Gestaltung des *entwickelten Diagramms (z.B. seine Farbgebung, Ungenauigkeit der linienhaften Darstellung von Geburten- und Sterberaten).* | …hinterfragen die Schüler/innen die graphische Gestaltung des *entwickelten Modells (z.B. idealisierte Grenzziehungen, Größenverhältnisse).* |
| **Modelltransfer** | | |
| Bezugnahme | …ordnen die Schüler/innen ein konkretes *Land* anhand von *Bevölkerungsdaten (z.B. Sterbeziffern, Bevölkerungswachstum)* in *ihr* Modell ein.<br><br>…nutzen Schüler/innen *demographische Daten mindestens eines konkreten Landes*, um diese in Bezug zum *entwickelten* Modell zu setzen. | …ordnen die Schüler/innen *Stadtteile einer konkreten nordamerikanischer Stadt* anhand von *Informationen (z.B. zur Bebauung und Nutzung)* in *ihr* Modell ein.<br><br>…nutzen die Schüler/innen *Informationen zur Gliederung einer konkreten nordamerikanischen Stadt*, um diese in Bezug zum *entwickelten* Modell zu setzen. |

| | | |
|---|---|---|
| Erläutern | …wenden die Schüler/innen *ihr* Modell an, um *demographische Entwicklungen* in zuvor nicht thematisierten *Ländern* zu erläutern.<br><br>…erläutern die Schüler/innen mit Hilfe ihres modellbezogenen Wissens *demographische Entwicklungen* in *konkreten Ländern.* | …wenden die Schüler/innen *ihr* Modell an, um *Stadtstrukturen und -prozesse* in zuvor nicht thematisierten *nordamerikanischen Städten* zu erläutern.<br><br>…erläutern die Schüler/innen mit Hilfe ihres modellbezogenen Wissens *stadtgeographische Strukturen und Entwicklungen* in *konkreten nordamerikanischen Städten.* |
| **Modellprognose** | | |
| zeitbezogen | …äußern die Schüler/innen auf Basis *ihres* Modells Vermutungen über *das Aussehen einer möglichen, sich anschließenden „6. Phase" der demographischen Entwicklung.*<br><br>…formulieren die Schüler/innen mit Hilfe *ihres* Modells begründete Vermutungen zur weiteren *demographischen* Entwicklung *eines konkreten Landes.*<br><br>…nutzen die Schüler/innen *ihr* Modell, um künftige Tendenzen in der *demographischen* Entwicklung *einzelner Länder* aufzuzeigen. | …äußern die Schüler/innen auf Basis *ihres* Modells Vermutungen über *zukünftige Veränderungen von Strukturen der US-amerikanischen Stadt (z.B. weitere Suburbanisierung, Polarisierung).*<br><br>…formulieren die Schüler/innen mit Hilfe *ihres* Modells begründete Vermutungen zur weiteren Entwicklung *einer konkreten nordamerikanischen Stadt.*<br><br>…nutzen die Schüler/innen *ihr* Modell, um künftige Tendenzen in der *räumlichen* Entwicklung *einzelner angloamerikanischer Städte* aufzuzeigen. |
| raumbezogen | …entwickeln die Schüler/innen auf Basis *ihres* Modells an der Realität zu überprüfende Vermutungen über *demographische Entwicklungen.* | …entwickeln die Schüler/innen auf Basis ihres Modells an der Realität zu überprüfende Vermutungen über die *Gliederung US-amerikanischer Städte.* |
| **Modelle ändern** | | |
| ' | …optimieren die Schüler/innen die graphische Darstellung des *erstellten Diagramms*, z.B. indem sie Beschriftungen hinzufügen (z.B. *Zeitangaben, Einheiten*).<br><br>...wird das *Diagramm* von den Schüler/innen graphisch verändert.<br><br>…verändern die Schüler/innen den Inhalt *ihres* Modells.<br><br>…ändern die Schüler/innen *ihr* Diagramm aufgrund neuer Erkenntnisse (z.B. *Erweiterung um den zweiten demographischen Übergang).* | …optimieren die Schüler/innen die graphische Darstellung des *erstellten Modells*, z.B. indem sie Beschriftungen hinzufügen (z.B. *Angaben zur Raumnutzung, Entfernungen).*<br><br>...wird das *Modell* von den Schüler/innen graphisch verändert.<br><br>…verändern die Schüler/innen den Inhalt *ihres* Modells.<br><br>…ändern die Schüler/innen *ihr* Modell aufgrund neuer Erkenntnisse *(z.B. zur weiteren stadtgeographischen Entwicklungen).* |
| **Einzelitems** | | |
| | …stellen die Schüler/innen einen Bezug zwischen Modell und dem Alltag her (z.B. Zuordnung von Texten oder Bildern mit Lebensweltbezug zu bestimmten *Phasen des Diagramms*).<br><br>…vergleichen die Schüler/innen *verschiedene Modelle zum demographischen Übergang.* | …stellen die Schüler/innen einen Bezug zwischen Modell und dem Alltag her (z.B. Zuordnung von Texten oder Bildern mit Lebensweltbezug zu bestimmten *Stadträumen*).<br><br>…vergleichen die Schüler/innen *das Modell der nordamerikanischen Stadt* mit *anderen allgemeinen oder anderen Modellen der nordamerikanischen Stadt.* |

## Anlage 03 | Ergebnisse Expertenrating

*N* = 5; Skala: 1 – unpassend; 2 – eher unpassend, 3 – eher passend, 4 – passend

| ItemID | Itemformulierung | *M* |
|---|---|---|
| | **BESCHREIBEN** | |
| MM11_01 | ...nennen die Schüler zu Beginn der Arbeit mit dem Modell dessen Titel (z. B. Modell des demographischen Übergangs). | 3.6 |
| MM11_02 | ...kennzeichnen die Schüler den Modelltyp als Kurvendiagramm. | 3.0 |
| MM11_03 | ...nennen die Schüler vor der Auswertung überblicksartig die für das Modell relevanten demographischen Kennwerte (z. B. Zuwachsrate, Geburtenrate). | 3.4 |
| MM11_04 | ...beschreiben die Schüler die Entwicklung der einzelnen demographischen Kennwerte (z. B. Geburten- und Sterbeziffer). | 4.0 |
| MM11_05 | ...beschreiben die Schüler die Zu- und Abnahme der Zuwachsrate. | 3.2 |
| MM11_06 | ...beschreiben die Schüler in einer jeden Phase (z. B. in der Einlenkphase) die Relation der demographischen Werte (z. B. Sterbeziffer, Geburtenrate) zueinander. | 3.4 |
| MM11_07 | ...beschreiben die Schüler die Position der demographischen Werte einer jeden Phase (z. B. in der Einleitungs- und Umschwungphase). | 3.4 |
| | **ZIEL- und STRATEGIEFESTLEGUNG** | |
| MM17_01 | ...wird zu Beginn der Modellentwicklung eine Leitfrage zusammen mit den Schülern festgelegt (z. B. Wie lässt sich die Bevölkerungsentwicklung von Industrieländern modellhaft darstellen?). | 3.8 |
| MM17_02 | ...erfolgt zu Beginn eine Verständigung mit den Schülern über die Intention des zu entwickelnden Modells. | 3.4 |
| MM17_03 | ...wird das Vorgehen bei der Entwicklung des Modells des demographischen Übergangs mit den Schülern besprochen (z. B. Schrittigkeit, Auswahl geeigneter Länder und entsprechende Daten). | 3.6 |
| MM17_04 | ...planen die Schüler, in welchen Arbeitsschritten das Modell entwickelt werden soll. | 3.2 |
| | **DATENANALYSE** | |
| MM18_01 | ...gebe ich den Schülern zur Modellentwicklung Daten zur Entwicklung der Sterberate und Geburtenziffer beispielhafter Länder. | 3.4 |
| MM18_02 | ...beschreiben die Schüler anhand konkreter demographischer Daten ausgewählter Länder den jeweiligen Verlauf der Geburten- und Sterberate. | 3.8 |
| MM18_03 | ...beschreiben die Schüler an einem konkreten Beispiel (z. B. Deutschland, Frankreich) die Zu- und Abnahme der Zuwachsrate. | 3.4 |
| MM18_04 | ...identifizieren die Schüler Gemeinsamkeiten in der demographischen Entwicklung ausgewählter Länder (z. B. beginnende Zunahme und spätere Abnahme der Zuwachsrate). | 3.6 |
| MM18_05 | ...abstrahieren die Schüler aus den demographischen Daten konkreter Länder (z. B. Geburtenziffern, Sterberate) allgemeinere und übertragbare Aussagen. | 3.6 |
| | **MODELL ERSTELLEN** | |
| MM19_01 | ...zeichnen die Schüler ein Diagramm mit X- und Y-Achse. | 2.0 |

| | | |
|---|---|---|
| MM19_02 | ...geben die Schüler ihrem Modell einen Titel. | 2.4 |
| MM19_03 | ...beschriften die Schüler die in ihrem Modell eingezeichneten Kurven. | 3.6 |
| MM19_04 | ...zeichnen die Schüler ein Diagramm, das die idealtypische Entwicklung der demographischen Kennwerte (z. B. Geburten- und Sterbeziffer) aufzeigt. | 3.6 |
| MM19_05 | ...visualisieren die Schüler die Entwicklung der demographischen Kennwerte (z. B. Sterbe- und Geburtenziffer) mit generalisierten Kurven in einem Diagramm. | 3.4 |
| MM19_06 | ...veranschaulichen die Schüler im Diagramm die typische Position der demographischen Werte zueinander für die jeweiligen Phasen. | 3.2 |
| MM19_07 | ...unterteilen die Schüler ihr selbst erstelltes Diagramm in unterschiedliche Phasen. | 3.8 |
| | **ERKLÄREN** | |
| MM12_01 | ...erläutern die Schüler anhand des Modells, wie sich die Zuwachsrate durch den Einfluss der Geburten- und Sterbeziffer verändert. | 3.6 |
| MM12_02 | ...erklären die Schüler die Zunahme der Zuwachsrate in der Einleitungsphase (Phase 2) durch eine gleichbleibende Geburtenrate bei abnehmender Sterbeziffer. | 3.0 |
| MM12_03 | ...erklären die Schüler die dargestellten Zusammenhänge zwischen Wachstumsrate, Sterbe- und Geburtenziffer etc., indem sie diese aufeinander beziehen. | 3.4 |
| MM12_04 | ...erklären die Schüler die Veränderungen in der Einleitungsphase (Phase 2) durch nicht im Modell enthaltene Informationen, z. B. über die Verbesserung der hygienischen Bedingungen. | 3.2 |
| MM12_05 | ...nutzen die Schüler Hintergrundinformationen über den medizinischen Fortschritt etc., um die Abnahme der Sterbeziffer zu erläutern. | 3.6 |
| MM12_06 | ...nutzen die Schüler ergänzende Informationen über den gesellschaftlichen Wandel (z. B. Bedeutung von Kindern, Steigerung des Lebensstandards) um den Rückgang der Geburtenziffer zu erklären. | 3.6 |
| | **PRÜFEN (Beurteilen)** | |
| MM13_01 | ...überprüfen die Schüler das Modell, indem sie es mit konkreten demographischen Daten mindestens eines Landes vergleichen. | 3.8 |
| MM13_02 | ...beurteilen die Schüler anhand von Daten, inwiefern das Modell demographische Entwicklungen in konkreten Ländern hinreichend genau beschreibt. | 3.2 |
| MM13_03 | ...reflektieren die Schüler darüber, ob das Modell seine Intention erfüllt, die demographische Entwicklung von Ländern adäquat abzubilden. | 3.4 |
| MM13_04 | ...diskutieren die Schüler auf einer allgemeinen Ebene, inwiefern das Modell grundsätzlich geeignet ist, die demographischen Entwicklungen von Ländern zu beschreiben. | 3.6 |
| MM13_05 | ...erörtern die Schüler die Grenzen des Modells, wie z. B. sein Fokus auf Industrieländer, Ausblenden von Migration. | 4.0 |
| MM13_06 | ...diskutieren die Schüler, inwiefern die graphische Gestaltung des Modells angemessen ist (z. B. Achsenbeschriftung und -einteilung). | 2.8 |
| MM13_07 | ...hinterfragen die Schüler die Gestaltung des Diagramms (z. B. seine Farbgebung, Ungenauigkeit der linienhaften Darstellung von Geburten- und Sterberaten). | 3.0 |

| | | |
|---|---|---|
| | **TRANSFER** | |
| MM14_01 | ...ordnen die Schüler ein konkretes Land anhand von Bevölkerungsdaten (z. B. Sterbeziffern, Bevölkerungswachstum) in das Modell ein. | 3.2 |
| MM14_02 | ...nutzen Schüler demographische Daten eines konkreten Landes, um dieses mit dem Diagramm zu vergleichen. | 3.2 |
| MM14_03 | ...wenden die Schüler das Modell an, um demographische Entwicklungen in zuvor nicht thematisierten Ländern zu erläutern. | 3.2 |
| MM14_04 | ...nutzen die Schüler das Modell, um demographische Entwicklungen in bisher nicht bekannten Räumen zu erklären. | 3.6 |
| MM14_05 | ...erklären die Schüler mit Hilfe ihres modellbezogenen Wissens demographische Entwicklungen in konkreten Ländern. | 3.4 |
| | **VORHERSAGEN (Prognose)** | |
| MM15_01 | ...äußern die Schüler auf Basis des Modells Vermutungen darüber, wie eine mögliche, sich anschließende „6. Phase“ der demographischen Entwicklung aussehen könnte. | 3.4 |
| MM15_02 | ...prognostizieren die Schüler mit Hilfe des Modells die weitere Bevölkerungsentwicklung von Schwellenländern. | 3.0 |
| MM15_03 | ...zeigen die Schüler mit Hilfe des Modells auf, wie die weitere demographische Entwicklung eines konkreten Landes (z. B. Tansania, Russland) aussehen könnte. | 2.4 |
| MM15_04 | ...formulieren die Schüler mit Hilfe des Modells Vermutungen zur weiteren demographischen Entwicklung einzelner Länder. | 3.0 |
| MM15_05 | ...nutzen die Schüler das Modell, um Tendenzen in der demographischen Entwicklung einzelner Länder aufzuzeigen. | 3.0 |
| | **ÜBERARBEITEN (Modifizieren)** | |
| MM16_01 | ...optimieren die Schüler die graphische Darstellung des Diagramms, z. B. indem sie Beschriftungen hinzufügen (z. B. Zeitangaben, Einheiten). | 3.4 |
| MM16_02 | ...ändern die Schüler die graphische Darstellung des Diagramms, z. B. indem sie die Intervalleinteilung verändern oder Flächen schraffieren. | 1.8 |
| MM16_03 | ...ergänzen die Schüler die Modellgrafik aufgrund neuer Erkenntnisse (z. B. Erweiterung um den zweiten demographischen Übergang). | 3.6 |
| | **REFLEXION (MaMed)** | |
| MM32_01 | ...eine zentrale Kernaussage enthalten. | 2.8 |
| MM32_02 | ...grundsätzlich räumliche Sachverhalte oder Ideen darstellen. | 2.6 |
| MM32_03 | ...raumbezogene Sachverhalte vereinfacht darstellen. | 3.4 |
| MM32_04 | ...immer in ihrer Aussagekraft begrenzt sind. | 3.4 |
| MM32_05 | ...grundsätzlich idealisiert sind. | 3.4 |
| MM32_06 | ...ausgehend von einer Fragestellung bzw. Zielsetzung entwickelt werden. | 3.2 |

| | REFLEXION (MaMet) | |
|---|---|---|
| MM33_01 | ...zur Beschreibung und Erklärung räumlicher Sachverhalte genutzt werden. | 3.5 |
| MM33_02 | ...auf unterschiedliche Räume transferiert werden können. | 2.75 |
| MM33_03 | ...zur Prognose von Raumentwicklungen genutzt werden können. | 2.75 |
| MM33_04 | ...zur Optimierung an der Realität (z. B. mit Daten) überprüft werden können. | 2.75 |
| MM33_05 | ...grundsätzlich überarbeitet werden können, bspw. aufgrund neuer Erkenntnisse. | 3.0 |
| MM29_01 | **Vollständigkeit: Deckten die Ihnen präsentierten Items alle relevanten Facetten der Modellarbeit im Geographieunterricht ab?** | 3.4 |

## Anlage 04 | Fragebogen der Hauptstudie

Hinweise: Die folgenden Seiten bilden den eingesetzten Fragebogen in all seinen Varianten ab. Den einzelnen Probanden wurde je nach Auswahl des Zufallsgenerators (Teilmenge der konkreten Modelle im ersten Teil; Zufallszuteilung entweder des Modells des demographischen Übergangs oder des Modells der angloamerikanischen Stadt) sowie entsprechenden Filterfragen nur einzelne Teile präsentiert. Da es sich um einen Onlinefragebogen handelt, ist die Print-Darstellung etwas Verzerrt (z.B. Balken über Antwortskala). Systembedingte Leerseiten wurden entfernt. Der Fragebogen befindet sich auch auf der beigelegten DVD in höherer Auflösung.








**Der Einsatz geographischer Modelle im Unterricht der Qualifikationsphase**

*Sehr geehrte Damen und Herren,*
*liebe Kolleginnen und Kollegen,*

vielen Dank für Ihre Bereitschaft zur Teilnahme an der vorliegenden Befragung zum Einsatz von Modellen im Geographieunterricht der Qualifikationsphase in NRW. Im Fragebogen werden Modelle als abstrakte Grafiken verstanden, wie sie v.a. in der Oberstufe zum Einsatz kommen (z.B. Modell der angloamerikanischen Stadt, Modell des demographischen Übergangs). Der Fragebogen enthält dazu drei Teile:

**Im ersten Teil** werden Ihnen zehn zufällig ausgewählte Modelle präsentiert. Wir möchten Sie bitten, anzugeben, in welchen Kursarten (LK/GK) Sie diese einsetzen.

**Im zweiten Teil** möchten wir Sie bitten, die Häufigkeit bestimmter Schüler/innentätigkeiten im Umgang mit einem, in Ihrem Oberstufenunterricht relevanten Modell zu beurteilen.

**Im dritten Teil** möchten wir Sie u. a. bitten, einige Aussagen über das Wesen von Modellen, zur Planung des unterrichtlichen Modelleinsatzes sowie zu Unterrichtszielen zu bewerten.

Die Befragung ist anonym und lässt keine Rückschlüsse auf Sie zu. Die Daten werden nur zu wissenschaftlichen Zwecken genutzt.
Seien Sie bei der Beurteilung ihres Unterrichts und der Unterrichtsplanung bitte streng mit sich selbst. Nur so können wir die Daten nutzen, um Unterrichtsmaterialien und -konzepte zu entwickeln sowie die Lehrerausbildung zu verbessern.
Falls Sie es wünschen, erhalten Sie eine Rückmeldung über die zentralen Ergebnisse der Befragung. Die dafür notwendige Angabe ihrer E-Mail-Adresse erfolgt am Ende des Fragebogens, getrennt von Ihren Daten.

Ihre Teilnahme ist für den Erfolg der Untersuchung von großer Bedeutung. Dafür danken wir Ihnen ganz herzlich.

Mit freundlichen Grüßen,

*Prof. Dr. Michael Hemmer & Julian Bette*

**Teil 1 | Einsatz geographischer Modelle in der Qualifikationsphase**

Die folgenden, eher abstrakten Modelle stellen eine kleine Zufallsauswahl der in gängigen Schulbüchern der Qualifikationsphase zu findenden Modellen dar. Das Angebot sagt allerdings nichts über deren tatsächliche Nutzung im Unterricht aus.

*Bitte kreuzen Sie an, in welchen Lerngruppen Sie das jeweilige Modell ggf. einsetzen.*

| | nur LK | nur GK | GK und LK | nicht genutzt | unbekannt |
|---|---|---|---|---|---|
| Clustermodelle (z.B. nach Porter) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Das Sahelsyndrom (nach WBGU) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Drei bzw. Vier-Sektoren-Modell des wirtschaftlichen Wandels (u.a. nach Fourastie) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Favela-Syndrom (nach WBGU) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Kreismodell der Stadt (nach Burgess) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Massentourismus-Syndrom (nach WBGU) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Mehr-Kerne-Modell der Stadt (nach Harris & Ullmann) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der Bodenversalzung (Blockbild) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der chinesischen Stadt (z.B. nach Gaubatz) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der Dependenztheorie (z.B. nach Scholz) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der Entwicklungsphasen der deutschen Stadt | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der gegenwärtigen orientalisch-islamischen Stadt (u.a. nach Seeger, Dettmann, Ehlers) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der globalen Fragmentierung (nach Scholz) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der industriellen Standortwahl (u.a. nach Weber) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der Landnutzung (nach Thünen) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der langen Wellen (u.a. nach Kondratjew) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der Modernisierungstheorie (z.B. nach Scholz) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der Phasen der Urbanisierung und Verkehrserschließung (nach Lehner) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der postsozialistischen russischen Stadt (z.B. nach Stadtbauer) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der Produktionssysteme (nach Kulke) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der raumzeitlichen Entfaltung der Tourismuswirtschaft (nach Vorlaufer) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der Stadien wirtschaftlicher Entwicklung (nach Rostow) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der Standortverlagerung bei der Eisen- und Stahlherstellung (nach Kulke) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der Struktur (und Entwicklung) der lateinamerikanischen Stadt (u.a. nach Borsdorf, Bähr und Janoschka) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der südafrikanischen Stadt der Postarpartheit | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der traditionellen orientalischen Stadt/Altstadt | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der Transportketten im Seehandel (z.B. nach Nuhn) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der Unternehmensexpansion und Raumdurchdringung | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der Wertschöpfungskette (z.B. nach Gareffi) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell der zentralen Orte (nach Christaller) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Modell des demographischen Übergangs (u.a. nach Thompsen, Notestein) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell des Nährstoffkreislaufs im tropischen Regenwald | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell des Produktlebenszyklus (nach Vernom, Hirsch) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modell des Ökosystems Stadt (z.B. nach Stein) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Modelle idealtypischer Stadtgrundrisse deutscher Städte nach Stadtentstehungsphasen (z.B. Absolutismus, Industrialisierung) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Phasenmodell der Gentrifizierung (nach Dangschat) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Profil der ökologische Veränderungen in urbanen Räumen (nach Sukopp) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Push-Pull-Modelle der Stadt-Land-Wanderung (z.B. nach Scholz) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Raubbau-Syndrom (nach WBGU) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Sektorenmodell der Stadt (nach Hoydt) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Strukturmodell der gegenwärtigen deutschen Stadt (z.B. nach Wiktorin) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Strukturmodell der nordamerikanischen Stadt (z.B. nach Hahn, Klohn & Windhorst) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Städtische Bodenrentenmodelle | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Suburbia-Syndrom (nach WBGU) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Wachstumszyklusmodell einer touristischen Destination (nach Butler) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Zentrum-Peripherie-Modell der Raumerschließung in Entwicklungsländern (z.B. nach Rauch) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

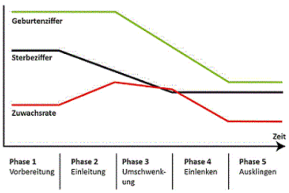
**Seite 03**
ZGen

**Seite 04**
EDU

**Teil 2 | Arbeit mit dem Modell des demographischen Übergangs**

Im zweiten Teil steht die Arbeit mit dem **Modell des demographischen Übergangs** im Mittelpunkt. Das Modell spielt im Oberstufenunterricht eine wichtige Rolle. In allen Schulbüchern sind daher Grafiken zu finden, die dem hier abgebildeten Modell sehr ähnlich sind. Dieses Modell soll daher für die folgenden Seiten als **illustrierendes Beispiel** dienen.

**Abb.: Modell des demographischen Übergangs**




*Den **folgenden Fragebogenteil** zur Arbeit mit diesem Modell im Unterricht möchte ich vor dem Hintergrund meiner Berufserfahrung bearbeiten für den...*

- ○ Grundkurs
- ○ Leistungskurs
- ○ Ich nutze das Modell des demographischen Übergangs nicht.

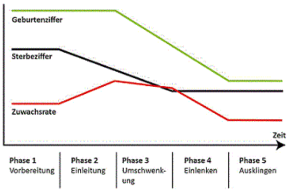
**Seite 05**
DU1

**Teil 2 | Herangehensweise**

Mit Modellen kann man im Unterricht sehr unterschiedlich arbeiten. Dabei lassen sich zwei grundlegende Varianten unterscheiden:
In der **ersten Variante** wird das Modell durch die Lehrkraft in den Unterricht eingebracht. In der Regel schließt sich eine Auswertung, manchmal auch eine Überprüfung oder eine Weiterentwicklung/Ergänzung etc. an.

In der **zweiten Variante** wird das Modell mit den Schüler/innen, z.B. ausgehend von einem Raumbeispiel eigenständig entwickelt bzw. hergestellt (sog. induktiver Ansatz). Im Anschluss können die eben genannten Schritte erfolgen.

**Abb.: Modell des demographischen Übergangs**




*Wie arbeiten Sie in der Regel mit dem **Modell des demographischen Übergangs** in Ihrem Oberstufenunterricht?*

- ○ Ich gebe den Schüler/innen ein Modell vor und arbeite dann damit weiter (z.B. Auswertung, Überprüfung, Weiterentwicklung). (Variante 1)
- ○ Ich gebe kein Modell in den Unterricht herein, sondern entwickle bzw. erstelle das Modell mit den Schüler/innen. (Variante 2)

**Seite 06**
DU2

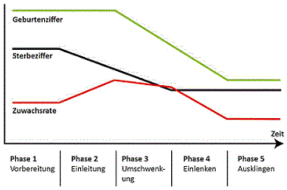
**Teil 2 | Das Modell des demographischen Übergangs**

Auf dieser und den folgenden zwei Seiten sind verschiedene, auf das Modell des demographischen Übergangs bezogene **Schüler/innentätigkeiten** aufgelistet.

Die Reihenfolge der Aussagen ist rein zufällig und stellt keine Bewertung oder Logik dar.

Seien Sie bei der Beurteilung bitte streng mit sich selbst.

Abb.: Modell des demographischen Übergangs



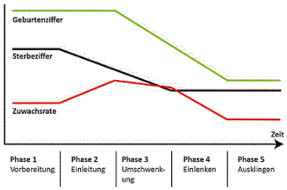

*(Beispiel aus einem Schulbuch)*

***Bitte kreuzen Sie an, wie stark die jeweilige Aussage auf Ihren Oberstufenunterricht zutrifft.***

| *In meinem Geographieunterricht...* | nie | selten | oft | immer |
|---|---|---|---|---|
| ...stellen die Schüler/innen einen Bezug zwischen dem Modell und dem Alltag her (z.B. Zuordnung von Texten oder Bildern mit Lebensweltbezug zu bestimmten Phasen des Diagramms). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...kennzeichnen die Schüler/innen vor der Auswertung das Modell als Kurvendiagramm. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...beschreiben die Schüler/innen die Zu- und Abnahme der Zuwachsrate. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...ändern die Schüler/innen das Diagramm aufgrund neuer Erkenntnisse (z.B. Erweiterung um den zweiten demographischen Übergang). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...nennen die Schüler/innen vor der Auswertung überblicksartig die dargestellten demographischen Kennwerte (u.a. Zuwachsrate, Geburtenrate). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...erklären die Schüler/innen die Zunahme der Zuwachsrate in der Einleitungsphase (Phase 2) durch eine gleichbleibende Geburtenrate bei abnehmender Sterbeziffer. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...äußern die Schüler/innen auf Basis des Modells Vermutungen über das Aussehen einer möglichen, sich anschließenden „6. Phase" der demographischen Entwicklung. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...verändern die Schüler/innen den Inhalt des Modells. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...beschreiben die Schüler/innen in jeder Phase (z.B. Einlenkphase) die Ausprägung der demographischen Werte (z.B. Sterbeziffer, Geburtenrate). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...nennen die Schüler/innen zu Beginn der Arbeit mit dem Modell dessen Titel. | ○ | ○ | ○ | ○ |

**Teil 2 | FORTSETZUNG: Das Modell des demographischen Übergangs**

Abb.: Modell des demographischen Übergangs



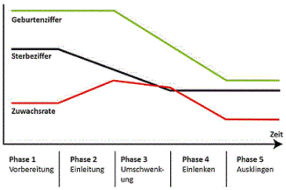

*(Beispiel aus einem Schulbuch)*

***Bitte kreuzen Sie an, wie stark die jeweilige Aussage auf Ihren Oberstufenunterricht zutrifft.***

| | nie | selten | oft | immer |
|---|---|---|---|---|
| ***In meinem Geographieunterricht...*** | | | | |
| ...entwickeln die Schüler/innen auf Basis des Modells an der Realität zu überprüfende Vermutungen über demographische Entwicklungen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...diskutieren die Schüler/innen auf einer allgemeinen Ebene, inwiefern das Modell grundsätzlich geeignet ist, die demographischen Entwicklungen von Ländern zu beschreiben bzw. zu erklären. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...beschreiben die Schüler/innen die Entwicklung der einzelnen demographischen Kennwerte (z.B. Geburten- und Sterbeziffer). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...überprüfen die Schüler/innen das Modell, indem sie es mit konkreten demographischen Daten mindestens eines Landes vergleichen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...hinterfragen die Schüler/innen die graphische Gestaltung des Diagramms (z.B. seine Farbgebung, Ungenauigkeit der linienhaften Darstellung von Geburten- und Sterberaten). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...erläutern die Schüler/innen mit Hilfe ihres modellbezogenen Wissens demographische Entwicklungen in konkreten Ländern. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...überprüfen die Schüler/innen aus dem Modell abgeleitete Vermutungen über reale demographische Entwicklungen durch entsprechende Daten. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...beschreiben die Schüler/innen die im Diagramm aufgezeigten Regelhaftigkeiten im demographischen Übergang (z.B. der im Vergleich zur Sterberate zeitversetzte Rückgang der Geburtenziffer). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...ordnen die Schüler/innen ein konkretes Land anhand von Bevölkerungsdaten (z.B. Sterbeziffern, Bevölkerungswachstum) in das Modell ein. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...erörtern die Schüler/innen die Grenzen des Modells, wie z.B. sein Fokus auf Industrieländer, das Ausblenden von Migration, des sozialen Wandels und weiterer Einflussfaktoren. | ○ | ○ | ○ | ○ |

**Teil 2 | FORTSETZUNG: Das Modell des demographischen Übergangs**

Abb.: Modell des demographischen Übergangs




*(Beispiel aus einem Schulbuch)*

***Bitte kreuzen Sie an, wie stark die jeweilige Aussage auf Ihren Oberstufenunterricht zutrifft.***

| | nie | selten | oft | immer |
|---|---|---|---|---|
| ***In meinem Geographieunterricht...*** | | | | |
| ...wenden die Schüler/innen das Modell an, um demographische Entwicklungen in zuvor nicht thematisierten Ländern zu erläutern. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...wird das Diagramm von den Schüler/innen graphisch verändert. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...nutzen die Schüler/innen ergänzende Informationen über den gesellschaftlichen Wandel (z.B. Bedeutung von Kindern, Steigerung des Lebensstandards), um den Rückgang der Geburtenziffer zu erklären. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...nutzen die Schüler/innen das Modell, um künftige Tendenzen in der demographischen Entwicklung einzelner Länder aufzuzeigen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...formulieren die Schüler/innen mit Hilfe des Modells begründete Vermutungen zur weiteren demographischen Entwicklung eines konkreten Landes. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...nutzen die Schüler/innen Hintergrundinformationen über den medizinischen Fortschritt etc., um die Abnahme der Sterbeziffer zu erläutern. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...vergleichen die Schüler/innen verschiedene Modelle zum demographischen Übergang. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...erklären die Schüler/innen die dargestellten Zusammenhänge zwischen Wachstumsrate, Sterbe- und Geburtenziffer etc., indem sie die Werte aufeinander beziehen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...optimieren die Schüler/innen die graphische Darstellung des Diagramms, indem sie z.B. Beschriftungen hinzufügen (z.B. Zeitangaben, Einheiten). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...nutzen Schüler/innen demographische Daten mindestens eines konkreten Landes, um diese in Bezug zum Modell zu setzen. | ○ | ○ | ○ | ○ |

**Teil 2 | Reflexion über geographische Modelle allgemein**

Bei der Arbeit mit Modellen, wie dem des demographischen Übergangs, kann nebst der Reflexion über das konkrete Modell zudem auf einer übergeordneten Metaebene über grundlegende Eigenschaften geographischer Modelle reflektiert werden. Die folgenden Aussagen beinhalten mögliche Aspekte einer solchen **Metareflexion über das Wesen geographischer Modelle**.

Sollten Sie **im Kontext der Arbeit mit dem Modell des demographischen Übergangs** auch auf einer übergeordneten Ebene über Modelle reflektieren, kreuzen Sie bitte an, wie stark die folgenden Aussagen auf Ihren Unterricht zutreffen. Ansonsten klicken Sie bitte auf „weiter".

| ***In meinem Geographieunterricht wird explizit thematisiert, dass geographische Modelle…*** | nie | selten | oft | immer |
|---|---|---|---|---|
| ...ausgehend von einer konkreten Fragestellung bzw. Zielsetzung (z.B. Beschreibung/Erklärung) entwickelt werden. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...genutzt werden können, um Raumstrukturen und Prozesse in konkreten Räumen zu erklären. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...genutzt werden können, um aus ihnen Aussagen über die Realität abzuleiten. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...raumbezogene Sachverhalte vereinfacht darstellen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...in ihrer Aussagekraft begrenzt sind. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...idealisiert sind. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...genutzt werden können, um Raumentwicklungen zu prognostizieren. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...raumbezogene Gesetzmäßigkeiten repräsentieren. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...überarbeitet werden können, bspw. aufgrund neuer Erkenntnisse. | ○ | ○ | ○ | ○ |

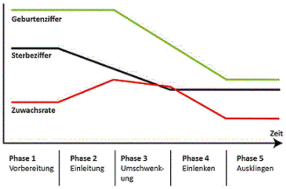
**Teil 2 | Entwicklung des Modells des demographischen Übergangs**

Auf dieser und der folgenden Seite sind verschiedene **Schüler/innentätigkeiten**, die auf die **eigene Entwicklung** des Modells des demographischen Übergangs bezogen sind, aufgelistet. Die Aussagen beziehen sich auf Ihren Unterricht in der **Qualifikationsphase**.

Die Reihenfolge der Aussagen ist rein zufällig und stellt keine Bewertung oder Logik dar.

Seien Sie bei der Beurteilung bitte streng mit sich selbst.

Abb.: Modell des demographischen Übergangs



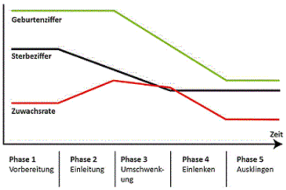

*(Beispiel aus einem Schulbuch)*

***Bitte kreuzen Sie an, wie stark die jeweilige Aussage auf Ihren Oberstufenunterricht zutrifft.***

| ***In meinem Geographieunterricht...*** | nie | selten | oft | immer |
|---|---|---|---|---|
| ...erfolgt zu Beginn eine Verständigung mit den Schüler/innen über die Intention des zu entwickelnden Modells. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...gebe ich den Schüler/innen zur Modellentwicklung Daten zur Entwicklung der Sterberate und Geburtenziffer mindestens eines beispielhaften Landes. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...beschriften die Schüler/innen die in ihr Modell eingezeichneten Kurven der demographischen Kennwerte. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...erklären die Schüler/innen die modellierten Zusammenhänge zwischen Wachstumsrate, Sterbe- und Geburtenziffer etc., indem sie die Werte aufeinander beziehen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...beschreiben die Schüler/innen vor dem Zeichnen des Modells an mindestens einem konkreten Raumbeispiel (z.B. England, Deutschland) die Zu- und Abnahme der Zuwachsrate. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...zeichnen die Schüler/innen die zwei Achsen des Diagramms. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...zeichnen die Schüler/innen den idealtypischen Verlauf der Geburtenrate in ein Achsendiagramm. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...nutzen die Schüler/innen Hintergrundinformationen über den medizinischen Fortschritt etc., um die in ihren Modellen dargestellte Abnahme der Sterbeziffer zu erläutern. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...wird das Vorgehen bei der Entwicklung des Modells mit den Schüler/innen abgestimmt (z.B. Auswahl geeigneter Länder und entsprechende Daten). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...beschreiben die Schüler/innen, bevor sie das Modell zeichnen, anhand konkreter demographischer Daten ausgewählter Länder den jeweiligen Verlauf der Geburten- und Sterberate. | ○ | ○ | ○ | ○ |

**Teil 2 | FORTSETZUNG: Entwicklung des Modells des demographischen Übergangs**

Abb.: Modell des demographischen Übergangs




*(Beispiel aus einem Schulbuch)*

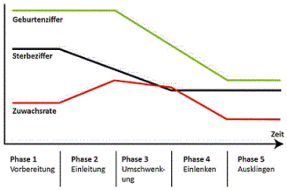
***Bitte kreuzen Sie an, wie stark die jeweilige Aussage auf Ihren Oberstufenunterricht zutrifft.***

| | nie | selten | oft | immer |
|---|---|---|---|---|
| ***In meinem Geographieunterricht...*** | | | | |
| ...identifizieren die Schüler/innen Gemeinsamkeiten in der demographischen Entwicklung ausgewählter Länder (z. B. beginnende Zu- und spätere Abnahme der Zuwachsrate). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...unterteilen die Schüler/innen ihr selbst erstelltes Diagramm durch das Einzeichnen senkrechter Trennlinien in unterschiedliche Phasen des demographischen Übergangs. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...planen die Schüler/innen, in welchen Arbeitsschritten das Modell entwickelt werden soll. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...erklären die Schüler/innen die modellierte Zunahme der Zuwachsrate in der Einleitungsphase (Phase 2) durch eine gleichbleibende Geburtenrate bei abnehmender Sterbeziffer. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...wird die typische Entwicklung der Sterberate von den Schüler/innen in ihr Achsendiagramm eingetragen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...wird zu Beginn der Modellentwicklung eine Leitfrage o.ä. festgelegt (z.B. Wie lässt sich die Bevölkerungsentwicklung von Industrieländern modellhaft darstellen?). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...veralgemeinern die Schüler/innen aus Daten konkreter Länder (z.B. Geburtenziffern, Sterberate) Aussagen über den demographischen Übergang, bevor sie das Modell zeichnen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...zeichnen die Schüler/innen ein Diagramm, das die idealtypische Entwicklung der demographischen Kennwerte (z.B. Geburten- und Sterbeziffer) aufzeigt. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...nutzen die Schüler/innen ergänzende Informationen über den gesellschaftlichen Wandel (z.B. Bedeutung von Kindern, Steigerung des Lebensstandards) um den Rückgang der Geburtenziffer im entwickelten Modell zu erklären. | ○ | ○ | ○ | ○ |

**Teil 2 | Nutzung und mögliche Weiterentwicklung des erstellten Modells**

Auf dieser und der folgenden Seite sind verschiedene **Schüler/innentätigkeiten** aufgelistet, die auf die **weitere Nutzung und möglichen Weiterentwicklung** des zuvor erstellten Modells bezogen sind.

Abb.: Modell des demographischen Übergangs



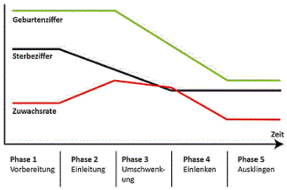

*(Beispiel aus einem Schulbuch)*

***Bitte kreuzen Sie an, wie stark die jeweilige Aussage auf Ihren Oberstufenunterricht zutrifft.***

| | nie | selten | oft | immer |
|---|---|---|---|---|
| ***In meinem Geographieunterricht...*** | | | | |
| ...stellen die Schüler/innen einen Bezug zwischen dem Modell und dem Alltag her (z.B. Zuordnung von Texten oder Bildern mit Lebensweltbezug zu bestimmten Phasen des Diagramms). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...überprüfen die Schüler/innen aus ihrem Modell abgeleitete Vermutungen über reale demographische Entwicklungen durch entsprechende Daten. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...erörtern die Schüler/innen die Grenzen des Modells, wie z.B. sein Fokus auf Industrieländer, das Ausblenden von Migration, des sozialen Wandels und weiterer Einflussfaktoren. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...äußern die Schüler/innen auf Basis ihres Modells Vermutungen über das Aussehen einer möglichen, sich anschließenden „6. Phase" der demographischen Entwicklung. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...optimieren die Schüler/innen die graphische Darstellung des erstellten Diagramms, indem sie z.B. Beschriftungen hinzufügen (z.B. Zeitangaben, Einheiten). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...diskutieren die Schüler/innen auf einer allgemeinen Ebene, inwiefern das entwickelte Modell grundsätzlich geeignet ist, die demographischen Entwicklungen von Ländern zu beschreiben bzw. zu erklären. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...ändern die Schüler/innen ihr Diagramm aufgrund neuer Erkenntnisse (z.B. Erweiterung um den zweiten demographischen Übergang). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...hinterfragen die Schüler/innen die graphische Gestaltung des entwickelten Diagramms (z.B. seine Farbgebung, Ungenauigkeit der Darstellung von Geburten- und Sterberaten als idealisierte Linien). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...überprüfen die Schüler/innen das erstellte Modell, indem sie es mit konkreten demographischen Daten mindestens eines Landes vergleichen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...vergleichen die Schüler/innen verschiedene Modelle zum demographischen Übergang. | ○ | ○ | ○ | ○ |

**Teil 2 | FORTSETZUNG: Nutzung und mögliche Weiterentwicklung des erstellten Modells**

Abb.: Modell des demographischen Übergangs




*(Beispiel aus einem Schulbuch)*

***Bitte kreuzen Sie an, wie stark die jeweilige Aussage auf Ihren Oberstufenunterricht zutrifft.***

| | nie | selten | oft | immer |
|---|---|---|---|---|
| ***In meinem Geographieunterricht...*** | | | | |
| ...verändern die Schüler/innen den Inhalt ihres Modells. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...nutzen Schüler/innen demographische Daten mindestens eines konkreten Landes, um diese in Bezug zum entwickelten Modell zu setzen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...ordnen die Schüler/innen ein konkretes Land anhand von Bevölkerungsdaten (z.B. Sterbeziffern, Bevölkerungswachstum) in ihr Modell ein. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...formulieren die Schüler/innen mit Hilfe ihres Modells begründete Vermutungen zur weiteren demographischen Entwicklung eines konkreten Landes. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...wird das Diagramm von den Schüler/innen graphisch verändert. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...wenden die Schüler/innen ihr Modell an, um demographische Entwicklungen in zuvor nicht thematisierten Ländern zu erläutern. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...entwickeln die Schüler/innen auf Basis ihres Modells an der Realität zu überprüfende Vermutungen über demographische Entwicklungen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...erklären die Schüler/innen mit Hilfe ihres modellbezogenen Wissens demographische Entwicklungen in konkreten Ländern. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...ändern die Schüler/innen ihr Modell aufgrund seiner Überprüfung an der Realität. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...nutzen die Schüler/innen ihr Modell, um künftige Tendenzen in der demographischen Entwicklung einzelner Länder aufzuzeigen. | ○ | ○ | ○ | ○ |

**Teil 2 | Reflexion über geographische Modelle allgemein**

Bei der Arbeit mit Modellen, wie dem des demographischen Übergangs, kann nebst der Reflexion über das konkrete Modell zudem auf einer übergeordneten Metaebene über grundlegende Eigenschaften geographischer Modelle reflektiert werden. Die folgenden Aussagen beinhalten mögliche Aspekte einer solchen **Metareflexion über das Wesen geographischer Modelle**.

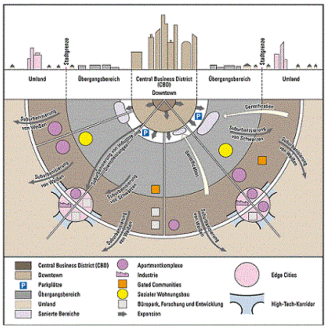
Sollten Sie **im Kontext der Arbeit mit dem Modell des demographischen Übergangs** auch auf einer übergeordneten Ebene über Modelle reflektieren, kreuzen Sie bitte an, wie stark die folgenden Aussagen auf Ihren Unterricht zutreffen. Ansonsten klicken Sie bitte auf „weiter".

| ***In meinem Geographieunterricht wird explizit thematisiert, dass geographische Modelle…*** | nie | selten | oft | immer |
|---|---|---|---|---|
| ...ausgehend von einer konkreten Fragestellung bzw. Zielsetzung (z.B. Beschreibung/Erklärung) entwickelt werden. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...genutzt werden können, um Raumstrukturen und Prozesse in konkreten Räumen zu erklären. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...genutzt werden können, um aus ihnen Aussagen über die Realität abzuleiten. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...raumbezogene Sachverhalte vereinfacht darstellen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...in ihrer Aussagekraft begrenzt sind. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...idealisiert sind. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...genutzt werden können, um Raumentwicklungen zu prognostizieren. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...raumbezogene Gesetzmäßigkeiten repräsentieren. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...überarbeitet werden können, bspw. aufgrund neuer Erkenntnisse. | ○ | ○ | ○ | ○ |

**Teil 2 | Arbeit mit dem Modell der angloamerikanischen Stadt**

Im zweiten Teil steht die Arbeit mit einem **Modell der angloamerikanischen Stadt** im Mittelpunkt. Modelle der angloamerikanischen Stadt spielen im Oberstufenunterricht eine wichtige Rolle. In allen Schulbüchern sind daher unterschiedliche Grafiken zu finden, die dennoch dem hier abgebildeten Modell ähnein. Dieses Modell soll daher für die folgenden Seiten lediglich als **Illustrierendes Beispiel** dienen.

Abb.: Modell der angloamerikanischen Stadt




*Den **folgenden Fragebogenteil** zur Arbeit mit dem Modell der angloamerikanischen Stadt im Unterricht möchte ich vor dem Hintergrund meiner Berufserfahrung bearbeiten für den...*

- ○ Grundkurs
- ○ Leistungskurs
- ○ Ich nutze das Modell der angloamerikanischen Stadt nicht.

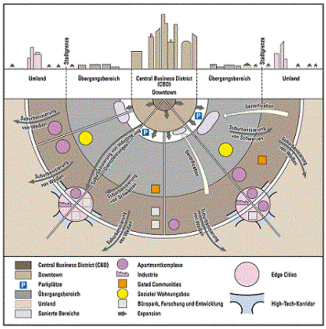
**Seite 17**
**AS1**

**Teil 2 | Herangehensweise**

Mit Modellen kann man im Unterricht sehr unterschiedlich arbeiten. Dabei lassen sich zwei grundlegende Varianten unterscheiden:
In der **ersten Variante** wird das Modell durch die Lehrkraft in den Unterricht eingebracht. In der Regel schließt sich eine Auswertung, manchmal auch eine Überprüfung oder eine Weiterentwicklung/Ergänzung etc. an.

In der **zweiten Variante** wird das Modell mit den Schüler/innen, z.B. ausgehend von einem Raumbeispiel eigenständig entwickelt bzw. hergestellt (sog. induktiver Ansatz). Im Anschluss können die eben genannten Schritte erfolgen.

Abb.: Modell der angloamerikanischen Stadt




*Wie arbeiten Sie in der Regel mit dem **Modell der angloamerikanischen Stadt** in Ihrem Oberstufenunterricht?*

- ○ Ich gebe den Schüler/innen ein Modell vor und arbeite dann damit weiter (z.B. Auswertung, Überprüfung, Weiterentwicklung). (Variante 1)
- ○ Ich gebe kein Modell in den Unterricht herein, sondern entwickle bzw. erstelle das Modell mit den Schüler/innen. (Variante 2)

**Seite 18**
**AS2**

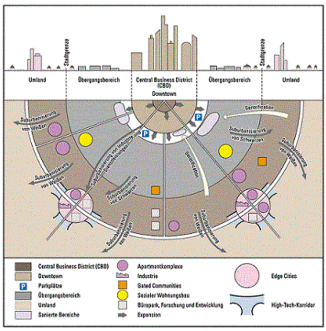
**Teil 2 | Das Modell der angloamerikanischen Stadt**

Auf dieser und den folgenden Seiten sind verschiedene, auf das Modell der angloamerikanischen Stadt bezogene **Schüler/innentätigkeiten** aufgelistet.

Die Reihenfolge der Aussagen ist rein zufällig und stellt keine Bewertung oder Logik dar.

Seien Sie bei der Beurteilung bitte streng mit sich selbst.

Abb.: Modell der angloamerikanischen Stadt



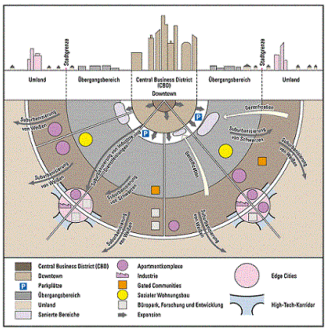

*(Beispiel aus einem Schulbuch)*

***Bitte kreuzen Sie an, wie stark die jeweilige Aussage auf Ihren Oberstufenunterricht zutrifft.***

| | nie | selten | oft | immer |
|---|---|---|---|---|
| ***In meinem Geographieunterricht...*** | | | | |
| ...stellen die Schüler/innen einen Bezug zwischen dem Modell und dem Alltag her (z.B. Zuordnung von Texten oder Bildern mit Lebensweltbezug zu bestimmten Stadträumen). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...kennzeichnen die Schüler/innen vor der Auswertung die grundlegende Gestalt des Modells (z.B. kartenartiges Stadtmodell). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...beschreiben die Schüler/innen die Veränderung städtischer Strukturen vom Stadtzentrum bis ins Umland. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...ändern die Schüler/innen das Modell aufgrund neuer Erkenntnisse (z.B. weitere stadtgeographische Entwicklungen). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...nennen die Schüler/innen vor der Auswertung überblicksartig die in der Legende genannten Raumstrukturen (u.a. Industrie, Downtown). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...erklären die Schüler/innen die Lage von Edge Cities u.a. durch eine gute Verkehrsanbindung und die Dienstleistungssuburbanisierung. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...äußern die Schüler/innen auf Basis des Modells Vermutungen über zukünftige Veränderungen von Strukturen der US-amerikanischen Stadt (z.B. weitere Suburbanisierung, Polarisierung). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...verändern die Schüler/innen den Inhalt des Modells. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...beschreiben die Schüler/innen die in jeder Zone (z.B. CBD, Übergangszone) die Lage der jeweiligen Raumnutzungen (z.B. Apartmentkomplexe, Büroparks). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...nennen die Schüler/innen zu Beginn der Arbeit mit dem Modell dessen Titel. | ○ | ○ | ○ | ○ |

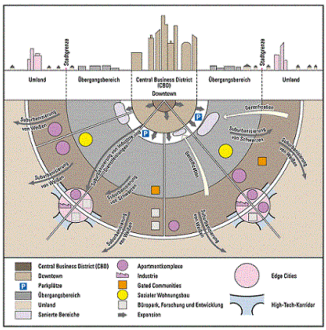
**Teil 2 | FORTSETZUNG: Das Modell der angloamerikanischen Stadt**

Abb.: Modell der angloamerikanischen Stadt


Zentrozone
Zentrozone
Umland
Übergangsbereich
Central Business District (CBD)
Downtown
Übergangsbereich
Umland
Satellitenstadt
Satellitenstadt
Satellitenstadt

**Teil 2 | FORTSETZUNG: Das Modell der angloamerikanischen Stadt**

Abb.: Modell der angloamerikanischen Stadt




*(Beispiel aus einem Schulbuch)*

***Bitte kreuzen Sie an, wie stark die jeweilige Aussagen auf Ihren Oberstufenunterricht zutreffen.***

| | nie | selten | oft | immer |
|---|---|---|---|---|
| ***In meinem Geographieunterricht...*** | | | | |
| ...wenden die Schüler/innen das Modell an, um Stadtstrukturen und Prozesse in zuvor nicht thematisierten nordamerikanischen Städten zu erläutern. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...wird das Modell von den Schüler/innen graphisch verändert. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...nutzen die Schüler/innen ergänzende Informationen über Marktmechanismen und Innovationen (z.B. hohe Bodenpreise aufgrund hoher Nachfrage, Erfindung des Fahrstuhls), um die Bebauungsdichte im CBD zu erklären. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...nutzen die Schüler/innen Informationen zur Gliederung einer konkreten nordamerikanischen Stadt, um diese in Bezug zum Modell zu setzen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...formulieren die Schüler/innen mit Hilfe des Modells begründete Vermutungen zur weiteren Entwicklung einer konkreten nordamerikanischen Stadt. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...nutzen die Schüler/innen Hintergrundinformationen über die amerikanische Stadtpolitik und Marktmechanismen etc., um die innerstädtischen Expansionsprozesse zu erläutern. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...vergleichen die Schüler/innen das Modell der nordamerikanischen Stadt mit anderen allgemeinen oder anderen Modellen der nordamerikanischen Stadt. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...erklären die Schüler/innen die dargestellten Zusammenhänge zwischen der Lage von Büroparks und Apartmentkomplexen sowie von Straßen, indem sie die Strukturen aufeinander beziehen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...optimieren die Schüler/innen die graphische Darstellung des Modells, indem sie z.B. Beschriftungen hinzufügen (z.B. Angaben zur Raumnutzung, Entfernungen). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...nutzen die Schüler/innen das Modell, um künftige Tendenzen in der räumlichen Entwicklung einzelner angloamerikanischer Städte aufzuzeigen. | ○ | ○ | ○ | ○ |

**Teil 2 | Reflexion über geographische Modelle allgemein**

Bei der Arbeit mit Modellen, wie dem der angloamerikanischen Stadt, kann nebst der Reflexion über das konkrete Modell zudem auf einer übergeordneten Metaebene über grundlegende Eigenschaften geographischer Modelle reflektiert werden. Die folgenden Aussagen beinhalten mögliche Aspekte einer solchen **Metareflexion über das Wesen geographischer Modelle**.

Sollten Sie **im Kontext der Arbeit mit dem Modell der angloamerikanischen Stadt** auch auf einer übergeordneten Ebene über Modelle reflektieren, kreuzen Sie bitte an, wie stark die folgenden Aussagen auf Ihren Unterricht zutreffen. Ansonsten klicken Sie bitte auf „weiter".

| ***In meinem Geographieunterricht wird explizit thematisiert, dass geographische Modelle…*** | nie | selten | oft | immer |
|---|---|---|---|---|
| …ausgehend von einer konkreten Fragestellung bzw. Zielsetzung (z.B. Beschreibung/Erklärung) entwickelt werden. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| …genutzt werden können, um Raumstrukturen und Prozesse in konkreten Räumen zu erklären. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| …genutzt werden können, um aus ihnen Aussagen über die Realität abzuleiten. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| …raumbezogene Sachverhalte vereinfacht darstellen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| …in ihrer Aussagekraft begrenzt sind. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| …idealisiert sind. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| …genutzt werden können, um Raumentwicklungen zu prognostizieren. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| …raumbezogene Gesetzmäßigkeiten repräsentieren. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| …überarbeitet werden können, bspw. aufgrund neuer Erkenntnisse. | ○ | ○ | ○ | ○ |

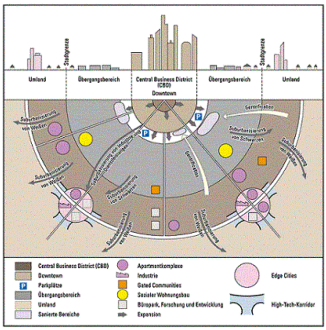
**Teil 2 | Entwicklung des Modells der angloamerikanischen Stadt**

Auf dieser und der folgenden Seite sind verschiedene **Schüler/innentätigkeiten**, die auf die **eigene Entwicklung** des Modells der angloamerikanischen Stadt bezogen sind aufgelistet.

Die Reihenfolge der Aussagen ist rein zufällig und stellt keine Bewertung oder Logik dar.

Seien Sie bei der Beurteilung bitte streng mit sich selber.

Abb.: Modell der angloamerikanischen Stadt

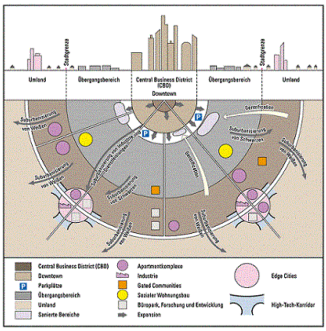



***Bitte kreuzen Sie an, wie stark die jeweilige Aussage auf Ihren Oberstufenunterricht zutrifft.***

| | nie | selten | oft | immer |
|---|---|---|---|---|
| ...erfolgt zu Beginn eine Verständigung mit den Schüler/innen über die Intention des zu entwickelnden Modells. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...gebe ich den Schüler/innen zur Modellentwicklung Informationen zur Struktur und Entwicklung mindestens einer beispielhaften angloamerikanischen Stadt. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...beschriften die Schüler/innen die in ihr Modell eingezeichneten Raumstrukturen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...erklären die Schüler/innen die modellierten Zusammenhänge zwischen der Lage von Büroparks und Apartmentkomplexen sowie der Straßen, indem sie die Strukturen aufeinander beziehen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...beschreiben die Schüler/innen vor dem Zeichnen des Modells an mindestens einem konkreten Raumbeispiel (z.B. Chicago, Los Angeles) die ring- und sektorenförmige Ausprägung von Raumstrukturen (z.B. Übergangszone, High-Tech-Korridore). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...zeichnen die Schüler/innen die Kreise für Zonen und gerade Linien für Ausfallstraßen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...zeichnen die Schüler/innen die idealtypische Raumstruktur der US-amerikanischen Stadt ins Modell. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...nutzen die Schüler/innen Hintergrundinformationen über die amerikanische Stadtpolitik und Marktmechanismen etc., um die in ihren Modellen dargestellten innerstädtischen Expansionsprozesse zu erläutern. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...wird das Vorgehen bei der Entwicklung des Modells mit den Schüler/innen abgestimmt (z.B. Auswahl geeigneter Städte und entsprechende Daten). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...beschreiben die Schüler/innen, bevor sie das Modell zeichnen, anhand konkreter Informationen zur funktionsräumlichen Gliederung ausgewählter Städte deren Raumstrukturen. | ○ | ○ | ○ | ○ |

**Teil 2 | FORTSETZUNG: Entwicklung des Modells der angloamerikanischen Stadt**

Abb.: Modell der angloamerikanischen Stadt



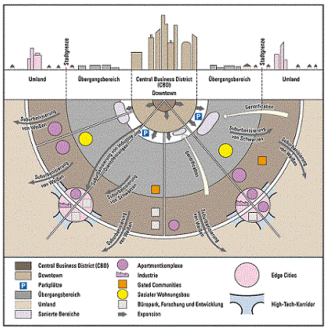

***Bitte kreuzen Sie an, wie stark die jeweilige Aussage auf Ihren Oberstufenunterricht zutrifft.***

| | nie | selten | oft | immer |
|---|---|---|---|---|
| ...identifizieren die Schüler/innen Gemeinsamkeiten in der funktionsräumlichen Struktur ausgewählter Städte (z. B. Schwerpunkte der Einzelhausbebauung im Stadtumland, Industrieansiedlungen an Highway-Kreuzungen). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...unterteilen die Schüler/innen ihr selbst erstelltes Stadtmodell durch das Einzeichnen von Trennlinien in unterschiedliche städtische Zonen (Downtown, CBD, Übergangsbereich, Umland). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...planen die Schüler/innen, in welchen Arbeitsschritten das Modell entwickelt werden soll. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...erklären die Schüler/innen die modellierte Lage von Edge Cities durch eine gute Verkehrsanbindung und die Dienstleistungssuburbanisierung. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...wird die typische Verteilung von Wohn- und Geschäftsgebieten von den Schüler/innen in ihr Stadtmodell eingetragen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...wird zu Beginn der Modellentwicklung eine Leitfrage o.ä. festgelegt (z.B. Wie lässt sich die Struktur der US-amerikanischen Stadt modellhaft darstellen?). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...verallgemeinern die Schüler/innen aus Informationen zur funktionalen Gliederung konkreter Städte (z.B. Art und Verteilung der Raumnutzung) Aussagen über US-amerikanische Stadtstrukturen, bevor sie das Modell zeichnen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...zeichnen die Schüler/innen ein Stadtmodell, das die idealtypische räumliche Ausprägung städtischer Strukturen (z.B. Downtown, Übergangsbereich) aufzeigt. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...nutzen die Schüler/innen ergänzende Informationen über Marktmechanismen und Innovationen (z.B. hohe Bodenpreise aufgrund hoher Nachfrage, Erfindung des Fahrstuhls) um die Bebauungsdichte im CBD im entwickelten Modell zu erklären. | ○ | ○ | ○ | ○ |

**Teil 2 | Nutzung und mögliche Weiterentwicklung des erstellten Modells**

Auf dieser und der folgenden Seite sind verschiedene **Schüler/innentätigkeiten** aufgelistet, die auf die **weitere Nutzung und möglichen Weiterentwicklung** des zuvor erstellten Modells bezogen sind.

Abb.: Modell der angloamerikanischen Stadt



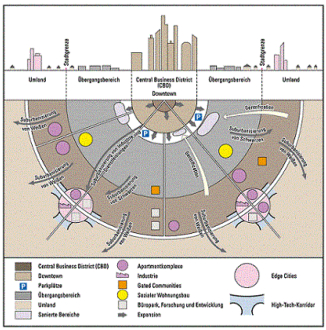

*(Beispiel aus einem Schulbuch)*

***Bitte kreuzen Sie an, wie stark die jeweilige Aussagen auf Ihren Oberstufenunterricht zutrifft.***

| ***In meinem Geographieunterricht...*** | nie | selten | oft | immer |
|---|---|---|---|---|
| ...stellen die Schüler/innen einen Bezug zwischen dem Modell und dem Alltag her (z.B. Zuordnung von Texten oder Bildern mit Lebensweltbezug zu bestimmten Stadträumen). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...überprüfen die Schüler/innen aus ihrem Modell abgeleitete Vermutungen über reale US-amerikanische Stadtstrukturen und -prozesse durch entsprechende Daten. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...erörtern die Schüler/innen die Grenzen des Modells, wie z.B. sein Fokus auf den angloamerikanischen Kulturraum, das Ausblenden historischer Stadtstrukturen und weiterer Einflussfaktoren. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...äußern die Schüler/innen auf Basis ihres Modells Vermutungen über zukünftige Veränderungen von Strukturen der US-amerikanischen Stadt (z.B. weitere Suburbanisierung, Polarisierung). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...optimieren die Schüler/innen die graphische Darstellung des erstellten Modells, indem sie z.B. Beschriftungen hinzufügen (z.B. Angaben zur Raumnutzung, Entfernungen). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...diskutieren die Schüler/innen auf einer allgemeinen Ebene, inwiefern das entwickelte Modell grundsätzlich geeignet ist, die Raumstruktur der nordamerikanischen Stadt zu beschreiben bzw. zu erklären. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...ändern die Schüler/innen ihr Modell aufgrund neuer Erkenntnisse (z.B. zur weiteren stadtgeographischen Entwicklungen). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...hinterfragen die Schüler/innen die graphische Gestaltung des entwickelten Modells (z.B. idealisierte Grenzziehungen, Größenverhältnisse). | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...überprüfen die Schüler/innen das erstellte Modell, indem sie es mit konkreten Informationen (z.B. Stadtpläne, Fotos) mindestens einer nordamerikanischen Stadt vergleichen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...vergleichen die Schüler/innen das Modell der nordamerikanischen Stadt mit anderen allgemeinen oder anderen Modellen der nordamerikanischen Stadt. | ○ | ○ | ○ | ○ |

**Teil 2 | FORTSETZUNG: Nutzung und mögliche Weiterentwicklung des erstellten Modells**

Abb.: Modell der angloamerikanischen Stadt




*(Beispiel aus einem Schulbuch)*

***Bitte kreuzen Sie an, wie stark die jeweilige Aussagen auf ihren Oberstufenunterricht zutrifft.***

| | nie | selten | oft | immer |
|---|---|---|---|---|
| ***In meinem Geographieunterricht...*** | | | | |
| ...verändern die Schüler/innen den Inhalt ihres Modells. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...nutzen die Schüler/innen Informationen zur Gliederung einer konkreten nordamerikanischen Stadt, um diese in Bezug zum entwickelten Modell zu setzen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...ordnen die Schüler/innen Stadtteile einer konkreten nordamerikanischer Stadt anhand von Informationen (z.B. zur Bebauung und Nutzung) in ihr Modell ein. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...formulieren die Schüler/innen mit Hilfe ihres Modells begründete Vermutungen zur weiteren Entwicklung einer konkreten nordamerikanischen Stadt. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...wird das Modell von den Schüler/innen graphisch verändert. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...wenden die Schüler/innen ihr Modell an, um Stadtstrukturen und Prozesse in zuvor nicht thematisierten nordamerikanischen Städten zu erläutern. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...entwickeln die Schüler/innen auf Basis ihres Modells an der Realität zu überprüfende Vermutungen über die Gliederung US-amerikanischer Städte. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...nutzen die Schüler/innen ihr Modell, um künftige Tendenzen in der räumlichen Entwicklung einzelner angloamerikanischer Städte aufzuzeigen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...erklären die Schüler/innen mit Hilfe ihres modellbezogenen Wissens stadtgeographische Strukturen und Entwicklungen in konkreten nordamerikanischen Städten. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...ändern die Schüler/innen ihr Modell aufgrund seiner Überprüfung an der Realität. | ○ | ○ | ○ | ○ |

**Seite 27**
**AS10**

**Teil 2 | Reflexion über geographische Modelle allgemein**

Bei der Arbeit mit Modellen, wie dem der angloamerikanischen Stadt, kann nebst der Reflexion über das konkrete Modell zudem auf einer übergeordneten Metaebene über grundlegende Eigenschaften geographischer Modelle reflektiert werden. Die folgenden Aussagen beinhalten mögliche Aspekte einer solchen **Metareflexion über das Wesen geographischer Modelle**.

Sollten Sie **im Kontext der Arbeit mit dem Modell der angloamerikanischen Stadt** auch auf einer übergeordneten Ebene über Modelle reflektieren, kreuzen Sie bitte an, wie stark die folgenden Aussagen auf Ihren Unterricht zutreffen. Ansonsten klicken Sie bitte auf „weiter".

| ***In meinem Geographieunterricht wird explizit thematisiert, dass geographische Modelle…*** | nie | selten | oft | immer |
|---|---|---|---|---|
| ...ausgehend von einer konkreten Fragestellung bzw. Zielsetzung (z.B. Beschreibung/Erklärung) entwickelt werden. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...genutzt werden können, um Raumstrukturen und Prozesse in konkreten Räumen zu erklären. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...genutzt werden können, um aus ihnen Aussagen über die Realität abzuleiten. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...raumbezogene Sachverhalte vereinfacht darstellen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...in ihrer Aussagekraft begrenzt sind. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...idealisiert sind. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...genutzt werden können, um Raumentwicklungen zu prognostizieren. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...raumbezogene Gesetzmäßigkeiten repräsentieren. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ...überarbeitet werden können, bspw. aufgrund neuer Erkenntnisse. | ○ | ○ | ○ | ○ |

**Seite 28**
**UV**

**Teil 3**

Da Sie als Lehrerin bzw. als Lehrer für gelingenden Geographieunterricht von zentraler Bedeutung sind, stehen Sie als Lehrperson im Mittelpunkt des **letzten Teils** des Fragebogens. Uns interessiert u.a. ihr Wissen über Modelle und zum Modelleinsatz im Unterricht sowie ihre Meinung zu Unterrichtszielen und Lernprozessen.

Wenn in diesem Teil über **Modelle** gesprochen wird, so verstehen wir darunter Modelle, wie Sie diese im Fragebogen bereits kennengelernt haben, also graphische, meist abstrakte Modelle.

**Teil 3 | Modellverständnis**

Zuerst interessiert uns ihr Wissen über geographische Modelle, so wie sie in der Oberstufe eingesetzt werden (z.B. Modell des demographischen Übergangs, Modell des Produktlebenszyklus, Modell der Gentrifizierung).

*Beurteilen Sie bitte, ob die jeweilige Aussage richtig oder falsch ist.*

| | falsch | eher falsch | eher richtig | richtig |
|---|---|---|---|---|
| Modelle in der Geographie idealisieren bestimmte Sachverhalte. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Aus einem Ausgangsobjekt lässt sich nur ein bestimmtes Modell herstellen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Das wichtigste Ziel der Modellentwicklung ist es, einen Sachverhalt möglichst vereinfacht darzustellen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Geographische Modelle dienen ausschließlich der Beschreibung von räumlichen Sachverhalten. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Die Änderung der Modellgrafik führt automatisch zur Änderung der Modellaussage. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Geographische Modelle sind selbsterklärend. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Da geographische Modelle sehr abstrakt sind, können sie nicht an konkreten Räumen geprüft werden. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Die Intention und Einfälle des Modellentwicklers sind für das fertige Modell nicht bedeutend. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Der Begriff Modell ist ein anderes Wort für Theorie. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Geographische Modelle sind möglichst genaue Abbildungen von geographischen Sachverhalten. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| In der Wissenschaft entwickelte Modelle haben stets einen vorläufigen Charakter. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Geographische Modelle sind Abbildungen der räumlichen Realität. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Geographische Modelle lassen Prognosen über zukünftige Entwicklungen von Räumen zu. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Geographische Modelle können Hypothesen sein | ○ | ○ | ○ | ○ |

**Seite 30**
**UV2**

**Teil 3 | Planung von Modellarbeit im Unterricht**

Die folgenden Fragen zielen auf Ihre persönlichen Kenntnisse und Fähigkeiten im Umgang mit Modellen im Geographieunterricht ab. Seien Sie bei Ihrer Beurteilung bitte streng mit sich selbst.

*Beurteilen Sie, inwiefern die folgenden Aussagen auf Ihre Unterrichtsplanung für die Qualifikationsphase zutreffen.*

| | trifft nicht zu | trifft eher nicht zu | trifft eher zu | trifft zu |
|---|---|---|---|---|
| Es fällt mir manchmal schwer, für den Unterricht Modelle auszuwählen, die für meine Schüler/innen geeignet sind. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Mir ist der sog. „Modellierungskreislauf" ein Begriff. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Bei der Auswahl der im Unterricht eingesetzten Modelle orientiere ich mich ausschließlich am Schulbuch. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Mir ist bewusst, dass Modelle von den Schüler/innen bezüglich ihrer Passung zur Realität **und** ihres Zwecks beurteilt werden müssen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Die Schrittigkeit, nach der im Unterricht ein Modell entwickelt werden kann, ist mir hinreichend bekannt. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Es ist mir klar, dass Schüler/innen im Unterricht eingeführte Modelle oftmals als unveränderbar ansehen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Die Auswertung von Modellen im Unterricht plane ich unter Rückgriff auf eine Schrittigkeit zur Modellauswertung, die ich aus der Literatur kenne. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Ich kann für die zentralen Themen der Qualifikationsphase ohne Probleme die relevanten Modelle nennen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Es ist mir bewusst, das v.a. jüngere Schüler Modelle in erster Linie als möglichst authentische Abbildung der Realität betrachten. | ○ | ○ | ○ | ○ |

**Teil 3 | Bedeutung von Unterrichtszielen**

Zu der Frage, welche Ziele der Geographieunterricht in der Oberstufe verfolgen sollte, gibt es durchaus kontroverse Vorstellungen. Im folgenden Abschnitt stehen Ihre persönlichen Überzeugungen und Vorstellungen von einem guten Geographieunterricht, in dem Modelle zum Einsatz kommen, im Mittelpunkt.

*Wie wichtig sind aus Ihrer Sicht bei der **Arbeit mit Modellen** im Geographieunterricht der Qualifikationsphase folgende **Ziele**?*

Die Kenntnis grundlegender geographischer Modelle stufe ich ein als...

| nicht wichtig | | | | besonders wichtig |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

Beurteilen zu können, wie erklärungsmächtig Modelle sind, stufe ich ein als...

| nicht wichtig | | | | besonders wichtig |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

Den Aufbau themenbezogenen Wissens (z.B. zur Stadtgeographie, Bevölkerungsgeographie) durch die Arbeit mit Modellen, stufe ich ein als...

| nicht wichtig | | | | besonders wichtig |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

Die Fähigkeit, die Intention des Modellentwicklers zu hinterfragen, stufe ich ein als...

| nicht wichtig | | | | besonders wichtig |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

Methodische Fähigkeiten im Umgang mit Modellen zu schulen, stufe ich ein als...

| nicht wichtig | | | | besonders wichtig |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

Geographisches Wissen mit Modellen zu erwerben, stufe ich ein als...

| nicht wichtig | | | | besonders wichtig |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

Die Fähigkeit, möglichst eigenständig Modelle zu entwickeln, stufe ich ein als...

| nicht wichtig | | | | besonders wichtig |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

Die Förderung eines kritischen Blicks auf Modelle, stufe ich ein als...

| nicht wichtig | | | | besonders wichtig |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

Die Fähigkeit, Modelle strukturiert einzusetzen (z.B. zur Beschreibung oder zum Transfer), stufe ich ein als...

| nicht wichtig | | | | besonders wichtig |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

Die Fähigkeit, möglichst selbstständig Modelle auszuwerten, stufe ich ein als...

| nicht wichtig | | | | besonders wichtig |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

Die Fähigkeit, Räume durch die Anwendung von Modellen zu verstehen, stufe ich ein als...

| nicht wichtig | | | | besonders wichtig |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

**Seite 32**
**UV4**

**Teil 3 | Lernprozesse im Geographieunterricht**

Im Folgenden geben wir Empfehlungen zu Lernprozessen im Geographieunterricht wieder, die Lehrkräfte in Interviews formulierten:

*Inwieweit teilen Sie diese Meinungen?*

| | trifft nicht zu | trifft eher nicht zu | trifft eher zu | trifft zu |
|---|---|---|---|---|
| Im Geographieunterricht werden Lehrziele am besten erreicht, wenn Schüler/innen eigene Wege bei der Beantwortung einer Aufgabe gehen können. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Um erfolgreich in Geographie zu sein, müssen Schüler/innen gute Zuhörer/innen sein. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Schüler/innen sollte ermöglicht werden, sich erst ihre eigenen Deutungen zu suchen, bevor die Lehrkraft Hilfen gibt. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Am besten lernen Schüler/innen Geographie aus den Darstellungen und Erklärungen ihrer Lehrkraft. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Schüler/innen werden dann zu guten Problemlöser/innen, wenn sie den Vorgaben der Lehrkraft genau folgen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Wenn Schüler/innen ihre eigenen Formulierungen verwenden dürfen, können sie geographische Zusammenhänge besser verstehen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Damit wirklich alle Schüler ein geographisches Phänomen verstehen können, sind Erklärungen der Lehrkraft unerlässlich. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Für das geographische Lernen ist es wichtig, dass Schüler/innen sich Sachverhalte eigenständig aneignen können. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Schüler/innen sollten ermutigt werden, eigene Ideen bei der Lösung von Aufgaben zu finden, auch wenn diese nicht so effizient sind. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Schüler/innen können unterschiedliche Argumente zur richtigen Lösung von Aufgaben verwenden. | ○ | ○ | ○ | ○ |

**Seite 33**
SEGL

**Teil 3 | Sozialer Kontext**

Unterricht ist eingebettet in soziale Kontexte. Die folgenden Aussagen dazu können auf Sie selbst mehr oder weniger zutreffen.

| | trifft gar nicht zu | trifft wenig zu | trifft ziemlich zu | trifft voll und ganz zu |
|---|---|---|---|---|
| Ich akzeptiere die Meinungen meiner Fachkolleginnen und -kollegen, auch wenn sie mit meiner eigenen nicht übereinstimmen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Meine schlechte Laune lasse ich hin und wieder an meinen Schüler/innen aus. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| In einem Gespräch lasse ich die Kolleginnen und Kollegen stets ausreden und höre ihnen aufmerksam zu. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Ich bleibe meinen Schüler/innen immer freundlich und zuvorkommend gegenüber, auch wenn ich selbst gestresst bin. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Bei Meinungsverschiedenheiten mit Kolleginnen und Kollegen bleibe ich stets sachlich und objektiv. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Ich fühle mich in manchen Unterrichtssituationen überfordert. | ○ | ○ | ○ | ○ |

**Seite 34**
KV1

**Teil 3 | Hindernisse beim Modelleinsatz**

Zwar wird in der fachdidaktischen Diskussion immer wieder betont, dass die eigenständige Entwicklung von Modellen, die Modellkritik usw. von herausragender Bedeutung für geographisches Lernen sind. Doch diesen Potentialen stehen in der Schulpraxis oftmals gut nachvollziehbare Hindernisse im Weg.

Im Folgenden sind mögliche **Hindernisse beim Einsatz von Modellen im Geographieunterricht** aufgelistet, die Geographielehrkräfte in Interviews formulierten:

*Inwieweit treffen die folgende Aussagen auf Ihre Unterrichtsplanung und Ihren Unterricht **in der Qualifikationsphase** zu?*

| | trifft nicht zu | trifft eher nicht zu | trifft eher zu | trifft zu |
|---|---|---|---|---|
| Die Vorgaben des Lehrplans und des Zentralabiturs zu erfüllen, ist in der Unterrichtszeit nicht möglich. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Meine Schüler/innen haben für die Modellbildung und intensive Modellkritik zu geringe kognitive Voraussetzungen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Der Lernertrag beim Entwickeln eigener Modelle ist unzureichend. Meine Schüler/innen lernen auf der inhaltlichen Ebene zu wenig. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Mir bekannte Unterrichtsbeispiele zum Modelleinsatz bzw. zum Modellieren haben oft eine mangelnde Qualität. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Meine Schüler/innen zeigen zu wenig Interesse an der Arbeit mit Modellen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Der Zeitdruck bei der Unterrichtsplanung ist zu hoch. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Mir fehlen gute Unterrichtsvorschläge zur Einbindung von Modellen in den Unterricht. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Meine Schüler/innen erwerben selbst bei einer vielfältigen Arbeit mit Modellen zu wenig Wissen und Kompetenz. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Im Unterricht bleibt zu wenig Zeit, neue Dinge auszuprobieren. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Das bei uns eingesetzte Schulbuch bindet die Arbeit mit Modellen unzureichend ein. | ○ | ○ | ○ | ○ |

**Teil 3 | Ausbildung**

*Während welcher Ausbildungsphase wurde der Einsatz von Modellen im Unterricht thematisiert?*

- ☐ Geographiestudium
- ☐ Studium des Zweit-/Drittfachs
- ☐ Referendariat (Geographie)
- ☐ Referendariat (Zweit-/Drittfach)
- ☐ Weiterbildungen im Fach Geographie
- ☐ Weiterbildungen im Zweit-/Drittfach
- ☐ gar nicht

*Welches Zweitfach dürfen Sie nebst Geographie unterrichten?*

[Bitte auswählen]

*Welches Drittfach dürfen Sie nebst Geographie unterrichten?*

[kein Drittfach]

*Aus welchen Quellen nehmen Sie Anregungen für Ihren Unterricht, in dem Sie Modelle einsetzen?*

| | nie | selten | oft | sehr oft |
|---|---|---|---|---|
| aus Schulbüchern und Lehrerhandbüchern. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| aus von Verlagen angebotenen Materialsammlungen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| aus dem fachlichen Austausch mit Kolleginnen und -kollegen. | ○ | ○ | ○ | ○ |
| aus der fachdidaktischen Literatur (z.B. Praxis Geographie, Schriftenreihen, Grundlagenwerke) | ○ | ○ | ○ | ○ |

*Sind Sie derzeit im Referendariat?*

- ○ Ja
- ○ Nein

*Wie viele Jahre insgesamt (einschließl. der Referendariatszeit) werden Sie am Ende des Schuljahres 2016/17 unterrichtet haben?*

Jahre

**Seite 36**
UV6

**Teil 3 | abschließende Angaben**

*In welchen Kursen haben Sie in den letzten drei Jahren in der Oberstufe Geographie unterrichtet?*

- ○ nur im Leistungskurs
- ○ nur im Grundkurs
- ○ sowohl im GK als auch im LK
- ○ ich habe nicht in der Oberstufe unterrichtet

*An welcher Art von Schule sind Sie tätig?*

- ○ Gymnasium
- ○ Gesamtschule
- ○ Sonstige Schulform

*Sind Sie weiblich oder männlich?*

- ○ weiblich
- ○ männlich
- ○ keine Angabe

**Bitte um Rückmeldung**

Sie können hier ihre E-Mail-Adresse angeben, falls Sie eine Rückmeldung über die zentralen Ergebnisse der Studie sowie begleitende Information zum Modelleinsatz bekommen möchten.

Bitte beachten Sie, dass die Angabe der E-Mail-Adresse ausschließlich für die Rückmeldung dient und die angegebene E-Mail-Adresse getrennt von den vorangegangenen Daten gespeichert wird, wodurch ihre Daten anonym bleiben.

E-Mail-Adresse:

**Letzte Seite**

## Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Ihre Antworten wurden gespeichert, Sie können das Browser-Fenster nun schließen.

Falls Sie Fragen zum Projekt haben, melden Sie sich gerne bei Julian Bette (WWU Münster) unter j.bette@uni-muenster.de.

Julian Bette, Westfälische Wilhelms-Universität Münster – 2016

**Anlage 05 | Ergebnisse der Itemanalyse – abhängige Variablen, Dimension Modellauswertung (aggregierte Skalen, Hauptstudie, genutzte Items)**

| Item-ID | *M* | *SD* | $p_i$ | $r_{it}$ | $r_{ii'}$ | $\alpha_{item\ del}$ | $n_{gültig}$ | $n_{fehlend}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Orientierung*** ($\overline{r}_{ii'}$ = .18) | | | | | | | | |
| MA_Ori01 | 2.53 | 0.91 | .51 | .18 | .14 | .411 | 148 | 1 |
| MA_Ori02 | 3.56 | 0.63 | .85 | .19 | .16 | .363 | 149 | 0 |
| MA_Ori03 | 3.29 | 0.79 | .76 | .33 | .24 | .090 | 149 | 0 |
| ***Modelle beschreiben*** ($\overline{r}_{ii'}$ = .32) | | | | | | | | |
| MA_Bes01 | 3.59 | 0.52 | 0.86 | 0.38 | 0.30 | 0.567 | 149 | 0 |
| MA_Bes02 | 3.41 | 0.67 | 0.80 | 0.44 | 0.33 | 0.512 | 147 | 2 |
| MA_Bes03 | 3.77 | 0.44 | 0.92 | 0.49 | 0.36 | 0.515 | 145 | 4 |
| MA_Bes04 | 3.22 | 0.75 | 0.74 | 0.36 | 0.27 | 0.604 | 145 | 4 |
| ***Modelle erklären*** ($\overline{r}_{ii'}$ = .52) | | | | | | | | |
| MA_Erk02 | 2.93 | 0.86 | .64 | .55 | .46 | .658 | 139 | 7 |
| MA_Erk03 | 2.81 | 1.01 | .60 | .67 | .54 | .498 | 138 | 8 |
| MA_Erk04 | 3.13 | 0.83 | .71 | .47 | .42 | .735 | 137 | 9 |
| ***Modelle beurteilen*** ($\overline{r}_{ii'}$ = .36) | | | | | | | | |
| MA_Prü01 | 3.10 | 0.81 | .70 | .56 | .40 | .668 | 145 | 1 |
| MA_Prü02 | 3.47 | 0.76 | .82 | .45 | .33 | .712 | 145 | 1 |
| MA_Prü03 | 2.19 | 0.84 | .40 | .48 | .35 | .701 | 143 | 3 |
| MA_Prü04 | 2.89 | 0.81 | .63 | .50 | .37 | .691 | 146 | 0 |
| MA_Prü05 | 2.97 | 0.87 | .66 | .51 | .37 | .688 | 146 | 0 |

*Anmerkungen*. *M* = Mittelwert der individuellen Itemrohwerte; *SD* = Standardabweichung der individuellen Itemrohwerte; $p_i$ = Itemschwierigkeit; $r_{it}$ = korrigierte Item-Total-Korrelation (Trennschärfe); $r_{ii'}$= Iteminterkorrelation; $\alpha_{item\ del}$ = Cronbachs Alpha falls Item entfernt (Homogenitätsmaß); $n_{gültig}$ = Anzahl gültiger Antworten; $n_{fehlend}$ = Anzahl fehlender Antworten (Missings)

**Anlage 06 | Ergebnisse der Itemanalyse – abhängige Variablen, Dimension Modellbildung (aggregierte Skalen, Hauptstudie)**

| Item-ID | *M* | *SD* | $p_i$ | $r_{it}$ | $r_{ii'}$ | $\alpha_{\text{item del}}$ | $n_{\text{gültig}}$ | $n_{\text{fehlend}}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Modellentwicklung planen*** ($\bar{r}_{ii'}$ = .31) | | | | | | | | |
| ME_Plan01 | 2.70 | 0.91 | .57 | .42 | .31 | .568 | 50 | 0 |
| ME_Plan02 | 2.28 | 0.88 | .43 | .37 | .28 | .605 | 50 | 0 |
| ME_Plan03 | 1.89 | 0.81 | .30 | .49 | .35 | .527 | 44 | 6 |
| ME_Plan04 | 3.14 | 0.93 | .71 | .41 | .30 | .582 | 44 | 6 |
| ***Datenanalyse*** ($\bar{r}_{ii'}$ = .35) | | | | | | | | |
| ME_DaAn01 | 3.58 | 0.70 | .86 | .30 | 0.23 | .716 | 50 | 1 |
| ME_DaAn02 | 3.47 | 0.64 | .82 | .53 | .45 | .599 | 50 | |
| ME_DaAn03 | 3.18 | 0.89 | .73 | .54 | .46 | .553 | 51 | 0 |
| ME_DaAn05 | 3.07 | 0.93 | .69 | .48 | .42 | 0.46 | 44 | 7 |
| ***Modell herstellen*** ($\bar{r}_{ii'}$ = .39) | | | | | | | | |
| ME_MoHer02 | 3.14 | 1.01 | .71 | .45 | .35 | 0.678 | 50 | 1 |
| ME_MoHer03 | 2.94 | 0.99 | .65 | .50 | .39 | 0.645 | 47 | 4 |
| ME_MoHer04 | 3.00 | 0.78 | .67 | .49 | .38 | 0.652 | 44 | 7 |
| ME_MoHer05 | 3.25 | 0.78 | .75 | .56 | .42 | 0.613 | 44 | 7 |
| ***Modell erklären*** ($\bar{r}_{ii'}$ = .52) | | | | | | | | |
| ME_MoErk01 | 3.34 | 0.80 | .79 | .54 | .45 | 0.791 | 50 | 1 |
| ME_MoErk02 | 2.84 | 1.01 | .61 | .72 | .58 | 0.599 | 51 | 0 |
| ME_MoErk04 | 3.03 | 1.00 | .67 | .63 | .53 | 0.696 | 44 | 7 |
| ***Modell testen*** ($\bar{r}_{ii'}$ = .22) | | | | | | | | |
| ME_Prü01 | 3.07 | 0.85 | .69 | .37 | .27 | .732 | 41 | 1 |
| ME_Prü02 | 3.32 | 0.76 | .77 | .56 | .40 | .648 | 41 | 1 |
| ME_Prü03 | 3.40 | 0.73 | .80 | .43 | .32 | .700 | 42 | 0 |
| ME_Prü04 | 2.46 | 0.84 | .49 | .59 | .41 | .636 | 41 | 1 |
| ME_Prü05 | 3.25 | 0.71 | .75 | .51 | .36 | .672 | 40 | 2 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Modell ändern*** ($\bar{r}_{ii'}$ = .41) (hier: alle Probanden; N = 200) | | | | | | | | |
| M_Änd01 | 2.04 | 0.89 | .35 | .30 | .26 | .800 | 181 | 7 |
| M_Änd02 | 2.42 | 0.94 | .47 | .77 | .52 | .583 | 188 | 0 |
| M_Änd03 | 1.82 | 0.69 | .27 | .43 | .37 | .922 | 182 | 6 |
| M_Änd04 | 2.31 | 0.91 | .44 | .80 | .48 | .548 | 185 | 3 |

*Anmerkungen*. *M* = Mittelwert der individuellen Itemrohwerte; *SD* = Standardabweichung der individuellen Itemrohwerte; $p_i$ = Itemschwierigkeit; $r_{it}$ = korrigierte Item-Total-Korrelation (Trennschärfe); $r_{ii'}$= Iteminterkorrelation; $\alpha_{\text{Item del}}$ = Cronbachs Alpha falls Item entfernt (Homogenitätsmaß); $n_{\text{gültig}}$ = Anzahl gültiger Antworten; $n_{\text{fehlend}}$ = Anzahl fehlender Antworten (Missings)

**Anlage 07 | Ergebnisse der Itemanalyse – abhängige Variablen, Dimension Modellanwendung (aggregierte Skalen, Hauptstudie, genutzte Items)**

| Item-ID | *M* | *SD* | $p_i$ | $r_{it}$ | $r_{ii'}$ | $\alpha_{item\ del}$ | $n_{gültig}$ | $n_{fehlend}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Modelltransfer*** ($\overline{r}_{ii'}$ = .36) | | | | | | | | |
| M_Tran01 | 3.19 | 0.70 | .73 | .44 | .34 | .644 | 184 | 0 |
| M_Tran02 | 3.30 | 0.81 | .77 | .48 | .36 | .622 | 184 | 0 |
| M_Tran03 | 2.90 | 0.81 | .63 | .43 | .33 | .655 | 177 | 7 |
| M_Tran04 | 3.24 | 0.73 | .75 | .56 | .41 | .572 | 176 | 8 |
| ***Modellprognose*** ($\overline{r}_{ii'}$ = .43) | | | | | | | | |
| M_Pro01 | 3.04 | 0.84 | .68 | .51 | .41 | .729 | 191 | 0 |
| M_Pro02 | 2.80 | 0.89 | .60 | .70 | .52 | .617 | 177 | 14 |
| M_Pro03 | 2.88 | 0.72 | .63 | .37 | .31 | .791 | 184 | 7 |
| M_Pro04 | 2.73 | 0.84 | .58 | .67 | .50 | .641 | 177 | 14 |

*Anmerkungen*. *M* = Mittelwert der individuellen Itemrohwerte; *SD* = Standardabweichung der individuellen Itemrohwerte; $p_i$ = Itemschwierigkeit; $r_{it}$ = korrigierte Item-Total-Korrelation (Trennschärfe); $r_{ii'}$= Iteminterkorrelation; $\alpha_{item\ del}$ = Cronbachs Alpha falls Item entfernt (Homogenitätsmaß); $n_{gültig}$ = Anzahl gültiger Antworten; $n_{fehlend}$ = Anzahl fehlender Antworten (Missings)

**Anlage 08 | Ergebnisse der Itemanalyse – abhängige Variablen, Dimension Modellreflexion (aggregierte Skalen, Hauptstudie, genutzte Itens)**

| Item-ID | *M* | *SD* | $p_i$ | $r_{it}$ | $r_{ii'}$ | $\alpha_{item\ del}$ | $n_{gültig}$ | $n_{fehlend}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Modelreflexion (Medium)*** ($\overline{r}_{ii'}$ = .56) | | | | | | | | |
| MR_Rep01 | 3.69 | 0.55 | 0.90 | .63 | .57 | .713 | 169 | 0 |
| MR_Rep02 | 3.66 | 0.59 | 0.89 | .70 | .61 | .629 | 169 | 0 |
| MR_Rep03 | 3.61 | 0.67 | 0.87 | .57 | .52 | .796 | 168 | 1 |
| ***Modellreflexion (Methode)*** ($\overline{r}_{ii'}$ = .36) | | | | | | | | |
| M_MR_Inst01 | 2.84 | 0.84 | .61 | .43 | .32 | .710 | 168 | 0 |
| M_MR_Inst02 | 3.36 | 0.68 | .79 | .51 | .38 | .682 | 167 | 1 |
| M_MR_Inst03 | 3.29 | 0.70 | .76 | .55 | .40 | .667 | 167 | 2 |
| M_MR_Inst04 | 2.89 | 0.78 | .63 | .52 | .37 | .673 | 168 | 0 |
| M_MR_Inst05 | 2.85 | 0.92 | .62 | .48 | .35 | .696 | 168 | 0 |

*Anmerkungen*. *M* = Mittelwert der individuellen Itemrohwerte; *SD* = Standardabweichung der individuellen Itemrohwerte; $p_i$ = Itemschwierigkeit; $r_{it}$ = korrigierte Item-Total-Korrelation (Trennschärfe); $r_{ii'}$= Iteminterkorrelation; $\alpha_{item\ del}$ = Cronbachs Alpha falls Item entfernt (Homogenitätsmaß); $n_{gültig}$ = Anzahl gültiger Antworten; $n_{fehlend}$ = Anzahl fehlender Antworten (Missings)

**Anlage 09 | Ergebnisse der Itemanalyse – unabhängige Variablen (Hauptstudie, genutzte Items)**

| Item-ID | *M* | *SD* | $p_i$ | $r_{it}$ | $r_{ii'}$ | $\alpha_{\text{item del}}$ | $n_{\text{gültig}}$ | $n_{\text{fehlend}}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Modellverständnis*** ($\overline{r}_{ii'}$ = .19) | | | | | | | | |
| FW_MV02 | 1.73 | 0.79 | 0.22 | 0.31 | .19 | 0.528 | 158 | 5 |
| FW_MV03 | 3.18 | 0.71 | 0.59 | 0.34 | .20 | 0.516 | 161 | 2 |
| FW_MV04 | 1.81 | 0.82 | 0.26 | 0.31 | .18 | 0.529 | 162 | 1 |
| FW_MV05 | 2.06 | 0.78 | 0.33 | 0.36 | .21 | 0.508 | 160 | 3 |
| FW_MV06 | 2.02 | 0.81 | 0.32 | 0.23 | .14 | 0.569 | 161 | 2 |
| FW_MV07 | 1.43 | 0.67 | 0.13 | 0.30 | .20 | 0.519 | 162 | 2 |
| ***Fachdidaktisches Wissen Modelleinsatz*** ($\overline{r}_{ii'}$ = .29) | | | | | | | | |
| FDW_ME02 | 1.45 | 0.88 | .15 | .28 | .21 | .612 | 161 | 0 |
| FDW_ME04 | 3.41 | 0.63 | .80 | .36 | .26 | .558 | 158 | 3 |
| FDW_ME05 | 2.71 | 0.87 | .57 | .51 | .35 | .420 | 160 | 1 |
| FDW_ME07 | 2.39 | 0.94 | .46 | .41 | .29 | .505 | 161 | 0 |
| ***Inhaltsorientierung (Ziele)*** ($\overline{r}_{ii'}$ = .33) | | | | | | | | |
| ZO_IO01 | 4.27 | 0.63 | .82 | .44 | .35 | .456 | 159 | 0 |
| ZO_IO02 | 4.20 | 0.74 | .80 | .42 | .34 | .478 | 158 | 1 |
| ZO_IO03 | 4.16 | 0.64 | .79 | .37 | .31 | .556 | 158 | 1 |
| ***Methodenorientierung (Ziele)*** ($\overline{r}_{ii'}$ = .36) | | | | | | | | |
| ZO_MO03 | 4.30 | 0.66 | .82 | .40 | .34 | .592 | 154 | 5 |
| ZO_MO04 | 4.29 | 0.71 | .82 | .48 | .39 | .474 | 158 | 1 |
| ZO_MO05 | 4.29 | 0.66 | .82 | .45 | .37 | .528 | 157 | 2 |
| ***Beurteilungsorientierung (Ziele)*** ($\overline{r}_{ii'}$ = .38) | | | | | | | | |
| ZO_BO01 | 4.03 | 0.69 | .76 | .43 | .36 | .566 | 158 | 0 |
| ZO_BO02 | 3.45 | 1.01 | .61 | .50 | .41 | .494 | 158 | 0 |
| ZO_BO03 | 4.38 | 0.69 | .84 | .46 | .38 | .530 | 158 | 0 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Transmissives Lernverständnis*** ($\bar{r}_{ii'}$ = .29) | | | | | | | | |
| LTÜ_T01 | 2.45 | 0.78 | .48 | .36 | .26 | .565 | 157 | 2 |
| LTÜ_T02 | 2.10 | 0.63 | .37 | .48 | .33 | .493 | 158 | 1 |
| LTÜ_T03 | 1.90 | 0.73 | .30 | .34 | .25 | .574 | 159 | 0 |
| LTÜ_T04 | 2.96 | 0.81 | .65 | .41 | .30 | .519 | 158 | 1 |
| ***Konstruktivistisches Lernverständnis*** ($\bar{r}_{ii'}$ = .27) | | | | | | | | |
| LTÜ_K01 | 3.09 | 0.65 | .70 | .38 | .25 | 0.664 | 159 | 0 |
| LTÜ_K02 | 3.31 | 0.58 | .77 | .37 | .24 | 0.665 | 159 | 0 |
| LTÜ_K03 | 2.94 | 0.71 | .65 | .43 | .27 | 0.649 | 158 | 1 |
| LTÜ_K04 | 3.43 | 0.63 | .81 | .49 | .31 | 0.625 | 157 | 2 |
| LTÜ_K05 | 3.37 | 0.60 | .79 | .47 | .30 | 0.635 | 158 | 1 |
| LTÜ_K06 | 3.58 | 0.52 | .86 | .47 | .26 | 0.659 | 159 | 0 |

*Anmerkungen*. *M* = Mittelwert der individuellen Itemrohwerte; *SD* = Standardabweichung der individuellen Itemrohwerte; $p_i$ = Itemschwierigkeit; $r_{it}$ = korrigierte Item-Total-Korrelation (Trennschärfe); $r_{ii'}$= Iteminterkorrelation; $\alpha_{item\ del}$ = Cronbachs Alpha falls Item entfernt (Homogenitätsmaß); $n_{gültig}$ = Anzahl gültiger Antworten; $n_{fehlend}$ = Anzahl fehlender Antworten (Missings)

**Anlage 10 | Faktorenanalysen zur Prüfung der Konstruktvalidität der abhängigen Variablen**

Ergebnis der Faktorenanalyse zur Dimension *Modellauswertung* (aggregierte Skalen; *n* = 132; KMO = .763)

| ItemID | Komponente | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| MA_Prü01 | ,755 | | |
| MA_Prü03 | ,752 | | |
| MA_Prü05 | ,672 | | |
| MA_Prü04 | ,649 | | |
| MA_Prü02 | ,578 | | |
| MA_Erk03 | | ,870 | |
| MA_Erk02 | | ,791 | |
| MA_Erk04 | | ,642 | |
| MA_Bes03 | | | ,802 |
| MA_Bes01 | | | ,719 |
| MA_Bes02 | | | ,658 |
| MA_Bes04 | | ,311 | ,455 |

*Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.*
*Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.*
*Die Rotation ist in 5 Iterationen konvergiert.*

Ergebnisse der Faktorenanalyse der Skalen Modelle ändern (Dimension Modellbildung), Modellprognose und Modelltransfer (beide Dimension Modellanwendung) (aggregierte Skalen; *n* = 166; KMO = .805)

| ItemID | Komponente | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| M_Tran04 | ,779 | | |
| M_Tran02 | ,767 | | |
| M_Tran01 | ,619 | | |
| M_Tran03 | ,550 | | |
| M_Pro01 | | ,749 | |
| M_Pro04 | ,394 | ,679 | |
| M_Pro02 | ,483 | ,657 | |
| M_Pro03 | | ,609 | |
| M_Änd04 | | | ,844 |
| M_Änd03 | | | ,833 |
| M_Änd01 | | ,412 | ,548 |
| M_Änd02 | | ,334 | ,544 |

*Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.*
*Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.*
*Die Rotation ist in 5 Iterationen konvergiert.*

Ergebnis der Faktoranalyse zur Dimension *Reflexion über Modelle* (aggregierte Skalen; *n* = 166; KMO = .780)

| ItemID | Komponente | |
|---|---|---|
| | 1 | 2 |
| MR_Rep01 | ,843 | |
| MR_Rep02 | ,832 | |
| MR_Rep03 | ,767 | |
| MR_Inst04 | | ,761 |
| MR_Inst05 | | ,693 |
| MR_Inst01 | | ,661 |
| MR_Inst03 | ,390 | ,620 |
| MR_Inst02 | ,407 | ,583 |

*Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.*
*Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.*
*Die Rotation ist in 3 Iterationen konvergiert.*

**Anlage 11 | Faktorenanalysen zur Prüfung der Konstruktvalidität der unabhängigen Variablen**

Ergebnis der Faktorenanalyse zum Professionswissen (*n* = 153; KMO =.648)

| Item | Komponente | |
|---|---|---|
| | 1 | 2 |
| FW_MV05up | ,629 | |
| FW_MV07up | ,610 | |
| FW_MV04up | ,578 | |
| FW_MV03up | ,566 | |
| FW_MV02up | ,564 | |
| FW_MV06up | ,442 | |
| FDW_Modelleinsatz im GU: Die Schrittigkeit, nach der im Unterricht ein Modell entwickelt werden kann, ist mir hinreic... | | ,787 |
| FDW_Modelleinsatz im GU: Die Auswertung von Modellen im Unterricht plane ich unter Rückgriff auf eine Schrittigkeit z... | | ,719 |
| FDW_Modelleinsatz im GU: Mir ist bewusst, dass Modelle von den Schüler/innen bezüglich ihrer Passung zur Realität und... | | ,631 |
| FDW_Modelleinsatz im GU: Mir ist der sog. ?Modellierungskreislauf? ein Begriff. | | ,521 |

*Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.*
*Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.*
*a. Die Rotation ist in 3 Iterationen konvergiert.*

Ergebnis der Faktorenanalyse zu Zielorientierungen im Geographieunterricht (*n* = 148; KMO = .735)

| Item | Komponente | | |
|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| BS_Zielorientierung: Die Fähigkeit, möglichst selbstständig Modelle auszuwerten, stufe ich ein als... | ,737 | | |
| BS_Zielorientierung: Die Fähigkeit, Modelle strukturiert einzusetzen (z. B. zur Beschreibung oder zum Transfer), stufe... | ,712 | | |
| BS_Zielorientierung: Die Fähigkeit, Räume durch die Anwendung von Modellen zu verstehen, stufe ich ein als... | ,700 | ,332 | |
| BS_Zielorientierung: Geographisches Wissen mit Modellen zu erwerben, stufe ich ein als... | ,498 | ,497 | |
| BS_Zielorientierung: Die Kenntnis grundlegender geographischer Modelle stufe ich ein als... | | ,802 | |
| BS_Zielorientierung: Den Aufbau themenbezogenen Wissens (z. B. zur Stadtgeographie, Bevölkerungsgeographie) durch die ... | ,300 | ,670 | |
| BS_Zielorientierung: Die Förderung eines kritischen Blicks auf Modelle, stufe ich ein als... | | | ,813 |
| BS_Zielorientierung: Die Fähigkeit, die Intention des Modellentwicklers zu hinterfragen, stufe ich ein als... | | | ,766 |
| BS_Zielorientierung: Beurteilen zu können, wie erklärungsmächtig Modelle sind, stufe ich ein als... | | ,560 | ,564 |

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.
Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.
a. Die Rotation ist in 7 Iterationen konvergiert.

Ergebnis der Faktorenanalyse der lerntheoretischen Überzeugen (*n* = 153; KMO = .747)

| | Komponente | |
|---|---|---|
| | 1 | 2 |
| BS_Lernen: Für das geographische Lernen ist es wichtig, dass Schüler/innen sich Sachverhalte eigenständig aneignen kö... | ,716 | |
| BS_Lernen: Schüler/innen sollten ermutigt werden, eigene Ideen bei der Lösung von Aufgaben zu finden, auch wenn diese... | ,640 | |
| BS_Lernen: Wenn Schüler/innen ihre eigenen Formulierungen verwenden dürfen, können sie geographische Zusammenhänge be... | ,606 | |
| BS_Lernen: Schüler/innen sollte ermöglicht werden, sich erst ihre eigenen Deutungen zu suchen, bevor die Lehrkraft Hi... | ,599 | |
| BS_Lernen: Schüler/innen können unterschiedliche Argumente zur richtigen Lösung von Aufgaben verwenden. | ,561 | |
| BS_Lernen: Im Geographieunterricht werden Lehrziele am besten erreicht, wenn Schüler/innen eigene Wege bei der Beantw... | ,533 | |
| BS_Lernen: Am besten lernen Schüler/innen Geographie aus den Darstellungen und Erklärungen ihrer Lehrkraft. | | ,772 |
| BS_Lernen: Damit wirklich alle Schüler ein geographisches Phänomen verstehen können, sind Erklärungen der Lehrkraft u... | | ,734 |
| BS_Lernen: Um erfolgreich in Geographie zu sein, müssen Schüler/innen gute Zuhörer/innen sein. | | ,636 |
| BS_Lernen: Schüler/innen werden dann zu guten Problemlöser/innen, wenn sie den Vorgaben der Lehrkraft genau folgen. | | ,539 |

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.
Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.
a. Die Rotation ist in 3 Iterationen konvergiert.

## Anlage 12 | Anschreiben Hauptstudie

Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Institut für Didaktik der Geographie

WWU | Institut für Didaktik der Geographie | Heisenbergstraße 2 | 48149 Münster

Prof. Dr. Michael Hemmer
Projektverantwortlicher

Julian Bette, M.Ed.
Ansprechpartner

Heisenbergstraße 2
48149 Münster
Deutschland

Tel. +49 251 83 - 39 352
Fax +49 251 83 - 39 351

j.bette@uni-muenster.de

http://www.uni-muenster.de/geographiedidaktik

«Adresse»

1. September 2020

**Einsatz geographischer Modelle in der Qualifikationsphase**

Sehr geehrte Damen und Herren,
Liebe Kolleginnen und Kollegen,

im Rahmen des Forschungsschwerpunkts „Geographische Bildung" des Instituts für Didaktik der Geographie der Universität Münster wird in einem Teilprojekt der Einsatz von zentralabiturrelevanten geographischen Modellen in der Qualifikationsphase in NRW untersucht.

Wir möchten Sie heute dafür gewinnen, an der Studie teilzunehmen und uns eine Rückmeldung darüber zu geben, welche Modelle Sie im Geographieunterricht der Qualifikationsphase einsetzen, wie Sie und ihre Schülerinnen und Schüler in Ihrem Unterricht mit geographischen Modellen arbeiten und wie Sie grundsätzlich über Modelle und die Arbeit mit ihnen denken.

Dazu wurde ein Online-Fragebogen erstellt, in dem Sie u. a. an einem für die Schulstufe typischen Modell, wie z. B. dem der angloamerikanischen Stadt oder dem des demographischen Übergangs, die Häufigkeit bestimmter modellbezogener Schüler/-innentätigkeiten beurteilen sollen.

Zu der ca. 15-minütigen Befragung gelangen Sie direkt über den folgenden Link (eine Registrierung oder Ähnliches ist nicht erforderlich):

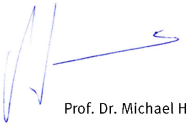
https://www.soscisurvey.de/Modelleinsatz/

Selbstverständlich werden sämtliche in der Befragung gewonnenen Daten anonymisiert und nur zu wissenschaftlichen Zwecken verwendet.

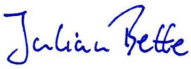
Wir erhoffen uns auf Grundlage Ihrer Rückmeldung sowohl die geographiedidaktische Aus- und Weiterbildung zu verbessern als auch optimiertes Material sowie Konzepte für die Unterrichtspraxis entwickeln und bereitstellen zu können. Falls Sie es wünschen, erhalten Sie zudem nach der Datenauswertung eine Rückmeldung über das Gesamtergebnis per E-Mail. Für Rückfragen steht Ihnen als Ansprechpartner des Projekts Herr Bette jederzeit zur Verfügung.

Ihre Teilnahme an der Studie ist für ihren Erfolg von großer Bedeutung. Dafür danken wir Ihnen bereits jetzt ganz herzlich.

Mit freundlichen Grüßen



Prof. Dr. Michael Hemmer



Julian Bette