

# Modelle als Schlüssel zur komplexen Wirklichkeit (2)

## Modellkompetenz und ihre Förderung im Geographieunterricht (Teil 2/2)

| Dimension: Modellverständnis ( <i>learning about science</i> )   |                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Eigenschaften von Modellen                                       | Modelle sind nicht bloße Kopien oder idealisierte Repräsentationen von etwas, sondern theoretische Rekonstruktionen.                                                                                                                                 |
| Alternative Modelle                                              | Es kann verschiedene Modelle für das gleiche Original geben, z.B. ... wenn unterschiedliche Hypothesen dargestellt und untersucht werden sollen, oder ... wenn sich die Intentionen der Modellierer unterscheiden.                                   |
| Dimension: Modellbildung und -anwendung ( <i>doing science</i> ) |                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Zweck von Modellen                                               | Modelle dienen nicht nur dazu, bereits bekannte Sachverhalte zu beschreiben und zu erklären (z.B. räumliche Strukturen einer Stadt), sondern sie anzuwenden und so auch neues Wissen zu generieren (Transfer, Prognose).                             |
| Testen von Modellen                                              | Das Testen von Modellen dient nicht nur zur Überprüfung, wie gut Original und Modell übereinstimmen. Es hilft z.B. auch, die in ihm enthaltenen Regelmäßigkeiten bzw. aus dem Modell abgeleitete Hypothesen zu testen oder Szenarien durchzuspielen. |
| Ändern von Modellen                                              | Modelle werden infolge neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse über das Original geändert, aber auch, indem ihre Inhalte bzw. aus ihnen abgeleitete Hypothesen getestet werden.                                                                        |

Abb. 1: Vereinfachtes Kompetenzmodell der Modellkompetenz in Anlehnung an Upmeyer zu Belzen & Krüger (2010) mit vereinfachter Graduierung von Kompetenzniveaus (nach Mehren, o.A.)

Im **ersten Teil** dieses Beitrages wurden das geographische Modellverständnis erläutert und die Potenziale von Modellen für einen zeitgemäßen Geographieunterricht dargelegt. Daran schließen sich nun die Fragen an, wie sich Modellkompetenz für den Geographieunterricht erfassen und im Unterricht fördern lässt. Hierzu werden zehn konkrete unterrichtspraktische Strategien zur Förderung von Modellkompetenz ausgeführt und anhand einer Schulbuchdoppelseite illustriert. Dies stellt eine Operationalisierung eines „guten“ modellorientierten Geographieunterrichts dar.

### Wie lässt sich Modellkompetenz modellieren?

Modellkompetenz besteht aus den drei Pfeilern Modellauswertung, Modellbildung und Modellanwendung sowie Modellverständnis (siehe [Teil 1](#)). Da der Einsatz von Modellen als (erkenntnistheoretische) Werkzeuge ein besonderes Potenzial aufweist, das Wissenschaftsverständnis der Lernenden zu fördern und es diesen durch die Anwendung von Modellen gelingen kann, die Welt besser zu erschließen, ist es lohnend die Modellbildung und Modellanwendung sowie das allgemeine Modellverständnis einmal näher in den Blick zu nehmen. Dabei kann sich an Arbeiten v.a. aus der Biologiedidaktik (Upmeyer zu Belzen & Krüger, 2010) gewinnbringend orientiert werden. Modellkompetenz lässt sich Upmeyer zu Belzen & Krüger (2010) folgend verstehen 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“. Konkretisierung findet dies in einem hier vereinfacht dargestellten Kompetenzmodell (Abb. 1).

In jeder Teildimensionen des Kompetenzmodells wird bei der Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler grob zwischen drei Niveaustufen unterschieden. Unter der letzten Perspektive werden Modelle zur Erkenntnisgewinnung genutzt und nicht nur Erkenntnisse aus ihnen herausgearbeitet. In diesem Prozess entwickeln die Lernenden gleichzeitig ein v.a. für die Oberstufe notwendiges elaborierteres Wissenschaftsverständnis (Krell et al., 2016).

**Niveaustufen der Modellkompetenz (u.a. nach Grosslight et al., 1991; Grünkorn, 2014, S. 42ff; Upmeyer zu Belzen & Krüger, 2010)**

#### Niveaustufe I (naiv-realistisches Modellverständnis)

- Ein Modell ist eine Kopie, eine Miniatur der realen Welt.
- Die Aufmerksamkeit der SuS liegt vollständig auf dem Modell („Objektperspektive“).

#### Niveaustufe II (relativistisches Modellverständnis)

- Ein Modell ist keine Kopie, sondern eine idealisierte, meist maßstabsgetreue Repräsentation.
- Die Aufmerksamkeit der SuS liegt auf dem Herstellungsprozess, also dem Vergleich von Modell und Ausgangsphänomen („Herstellungsperspektive“).

#### Niveaustufe III (konstruktivistisches Modellverständnis)

- Ein Modell ist eine von dem Modellierer abhängige, theoretische Rekonstruktion der Wirklichkeit.
- Die Aufmerksamkeit der SuS liegt auf der Gewinnung neuer Informationen, Prognosen, Hypothesen, ... durch die Modellanwendung („Anwendungsperspektive“).

## Wie lässt sich Modellkompetenz fördern?

Um Modellkompetenz adäquat und effektiv zu fördern und damit den Modellansatz im Geographieunterricht umzusetzen, wurden die folgenden didaktisch-methodische Ansätze formuliert. Sie wurden auf Basis empirischer Befunde, theoretisch-konzeptioneller Überlegungen und unter Berücksichtigung der Schulpraxis hergeleitet und können als Entscheidungshilfe bei der Gestaltung von Unterricht dienen (Bette, 2021, S. 277ff, 2023).

### 1. Modelle als Lerngegenstand nutzen:

Beim Einsatz von Modellen sollte genug Zeit zur Förderung der Modellkompetenz vorhanden sein und der geographische Inhalt v.a. bei Modellbildungsprozessen leicht zugänglich sein. Zur Strukturierung bieten sich der Vierschritt der Modellauswertung, der Modellierungszyklus (Teil 1) oder die Aspekte der Modellkritik an. Werden Modelle ausgewertet, ist eine elaborierte Beurteilung notwendig, um Modellkompetenz effektiv zu fördern. Auch eine einführende Orientierung (Abb. 5, Teil 1) dürfte hilfreich sein.

### 2. Eigenständige Modellbildung:

Den wissenschaftlichen Erkenntnisprozess der Modellbildung sollten Schülerinnen und Schüler unmittelbar erfahren, um so auch ein adäquates Wissenschafts- bzw. Geographieverständnis zu entwickeln. Die Modellbildung ist zwar aufwendig, hat aber im Oberstufenunterricht einen festen Platz. So gaben in einer Untersuchung (Bette, 2021) ein Viertel der befragten Geographielehrkräfte an, Modelle im Unterricht zu entwickeln.

### 3. Kognitive Aktivierung bei der Modellbildung:

Zu enge Vorgaben bei der Modellbildung („Kochbuchanleitung“/„hands on“-Aktivitäten) sind nicht dazu geeignet, Modellkompetenz zu entwickeln. Die Schülerinnen und Schüler sollen den Modellierungsprozess oder zumindest zentrale Teile davon gedanklich aktiv mitgestalten bzw. sich mit der Modellierung gedanklich aktiv auseinandersetzen. Dementsprechend muss der Unterricht ein angemessenes Potenzial für die kognitive Aktivierung der Lernenden aufweisen. Dies betrifft insbesondere die Planung, Testung und Reflexion.

### 4. Fokussierung auf Teilkompetenzen und kumulative Kompetenzentwicklung:

Nicht immer müssen der Modellbildungsprozess in Gänze durchlaufen oder alle Aspekte der Modellkompetenz abgedeckt werden. Die Fokussierung auf einzelne Teilkompetenzen vor dem Hintergrund einer kumulativen Kompetenzentwicklung ist aufgrund der Komplexität der Modellkompetenz zielführender.

### 5. Modellbeurteilung (Modellkritik):

Modelle sollten stets einer Prüfung unterzogen werden und nicht unhinterfragt positivistisch gelehrt werden. Dafür können die drei Anforderungen an ein Modell als Testkriterien genutzt werden: (1.) Entsprechung, (2.) Einfachheit und (3.) Fruchtbarkeit. 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.

### 6. Ändern von Modellen:

Dem Testen und Ändern von Modellen kommt eine zentrale Bedeutung für die Entwicklung eines elaborierten Modellverständnisses zu, da dabei auch weitere Kompetenzaspekte berücksichtigt werden müssen, z.B. der Modellzweck oder alternative Modelle. Diese Strategie gilt als besonders effektiv, da Modelle nicht erst aufwendig entwickelt werden müssen, dennoch ihr Charakter als empirisch fundiertes, aber fluides Konstrukt deutlich wird.

### 7. Nachvollziehen historischer Entwicklungen von Modellen:

Die Arbeit mit historischen Modellen und ihrer Modifikation im Laufe der Zeit zeigt sehr gut, wie sich Modelle aufgrund neuer Erkenntnisse und theoretischer Annahmen wandeln (z.B. Modelle der Chicagoer Schule). Dadurch wird u.a. deutlich, dass Modelle nicht Modelle von etwas, sondern auch Modelle für jemanden, für eine bestimmte Zeit und einen Raum sowie für einen bestimmten Zweck sind.

### 8. Alternative Modelle:

Durch einen Vergleich alternativer und unter Umständen kontroverser oder konträrer Modelle zu ähnlichen Gegenständen ist eine Erschließung unterschiedlicher wissenschaftlicher Positionen bzw. Zwecken von Modellen

möglich. Dabei kann auch die (unausgesprochene) subjektive Einfärbung durch den Modellierer thematisiert werden.

## 9. Kontextualisierung:

Da Modelle in der Regel recht abstrakt und daher herausfordernd v.a. für jüngere Schülerinnen und Schüler sind, ist es hilfreich, wenn Modelle mit konkreten Raumbeispielen, wissenschaftshistorischen Zusammenhängen oder Lebenswelten etc. kontextualisiert werden. Dies kann z.B. beim Aufbau der Lernsituation aber auch bei der Erarbeitung und Anwendung erfolgen (z.B. lebendiges Diagramm/lebendige Karte).

## 10. Metareflexion über Modelle:

Neben impliziten Strategien ist es zu empfehlen, über das Wesen von geographischen Modellen explizit zu reflektieren. Über die mediale Perspektive (z.B. Voraussetzungen, Konstruktcharakter, Vereinfachung und Idealisierung, Verhältnis von Theorie und Modell, Repräsentation von Regelmäßigkeiten, Subjektivität) hinaus sollte der Fokus auf dem instrumentellen Charakter liegen (z.B. Modellbildungsprozess, Transfercharakter, Prognose etc.).

## Testkriterien (nach Kattmann, 2008, S. 332)

**Entsprechung:** Entsprechen die Hauptmerkmale des Modells den relevanten Eigenschaften des Originals? Sind die Hauptmerkmale des Modells dem Original ähnlich?

**Einfachheit:** Stellt das Modell die relevanten Eigenschaften des Originals angemessen vereinfacht dar? Stellt das Modell die wesentlichen Eigenschaften anschaulich und verständlich dar?

**Fruchtbarkeit:** Ist das Modell so exakt, dass es gemäß seinem Zweck z.B. Beschreibungen, Erklärungen oder Vorhersagen in Bezug auf das Original ermöglicht? Gibt das Modell neue Denkanstöße?

## Wie lässt sich Modellkompetenz mit dem Schulbuch fördern?

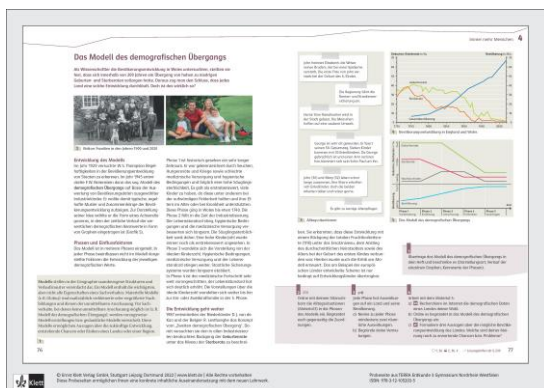


Abb. 2: Beispiel – Testung und Änderung von Modellen im Schulbuch (Terra 3 NRW)

Anhand der dargestellten Seite aus einem Terra-Schulbuch (Klasse 9/10) lässt sich die Nutzung einzelner Strategien gut illustrieren. Im Kern geht es dabei auf der Doppelseite um einen deduktiven Modelleinsatz (Modellauswertung), der jedoch durch die Anwendung einzelner Strategien aufgewertet wird, wodurch Modellkompetenz besser gefördert werden kann.

Strategie IX „**Kontextualisierung**“: Durch den Einstieg (Fotos) erfolgt eine Kontextualisierung, die den Schülerinnen und Schülern dabei hilft, die Komplexität und Abstraktion des Modells besser zu erschließen. Gleiches gilt für die Aufgabe 3, bei der die Schülerinnen und Schüler im Sinne eines „lebendigen Diagramms“ vorgegebene Alltagssituationen im Modell verorten sollen. In gewisser Weise stellt dies auch eine, wenn auch spezielle, Form des Modelltransfers dar.

Strategie V „**Modellbeurteilung (Modellkritik)**“: Die Aufgabe 5 fokussiert auf die Modellbeurteilung in Hinblick auf die Datenangemessenheit und grafische Gestaltung. Hierzu können grundsätzlich die drei Kriterien Einfachheit (Gestaltung), Fruchtbarkeit (Zweck) und Ähnlichkeit (Datenpassung) genutzt werden, die sich aus den Anforderungen an Modelle ableiten lassen (Kattmann, 2008). Dies kann zur Nutzung der folgenden Strategie (Modelle ändern) überleiten. Es böten sich hier aber auch Ansätze zur Metareflexion über Modelle – mithilfe des Infokastens 2. Die Prüfkriterien sind prinzipiell erweiterbar, z.B. in Bezug auf die Grundannahmen und die Übertragbarkeit. In der Unterrichtspraxis wird jedoch v.a. die grafische Gestaltung vernachlässigt. Sie kann jedoch für Lernhindernisse verantwortlich sein, z. B. Fehlinterpretation von Symbolen u.ä. (Bette, 2021, S. 281).

Strategie VI „**Ändern von Modellen**“: Die Entwicklung von Modellen ist in der Unterrichtspraxis und -vorbereitung zumeist mit einem hohen Aufwand verbunden. Einen effektiveren Zugriff, der jedoch in der Unterrichtspraxis selten genutzt wird,

stellt das Testen und Ändern von Modellen dar (Bette, 2021, S. 282). So kann das Modell auf Basis neuer Erkenntnisse erweitert werden. Hierdurch werden mehrere Teilkompetenzen gefördert, da bei der Änderung von Modellen über das Wesen von Modellen allgemein (siehe auch Strategie X „Metareflexion“), aber auch über das konkret vorliegende Modell hinsichtlich seines Zwecks und seiner grafischen Umsetzung reflektiert wird (Krell et al., 2016, S. 94f; Lee & Kim, 2014). Dies führt vor dem Hintergrund der Testung und möglicherweise festgestellten Diskrepanzen zur Änderung des Modells. Wie das Modell konkret geändert wird, ist dann im hohen Maße von dem Modellierer, also den Schülerinnen und Schülern bzw. ihren jeweiligen Intentionen abhängig (siehe auch Strategie VII „Alternative Modelle“). So lässt sich das Modell auf der Schulbuchseite (Aufgabe 6) um die weitere Phase des zweiten demographischen Übergangs auf Basis der Informationen aus dem Text ergänzen. Dabei kann es passieren, dass Schülerinnen und Schüler unterschiedliche Modellgrafiken erstellen, die jedoch alle ihre Berechtigung haben. Damit wird auch ein Beitrag zur Förderung eines allgemeinen Wissenschaftsverständnisses geleistet. Modelle sind immer auch Hypothesen und keine absoluten Wahrheiten und durchaus subjektiv eingefärbt.

Denkbar wäre in diesem Zusammenhang auch die Nutzung der Strategie X „**Nachvollziehen historischer Entwicklungen**“. Dabei würde man jedoch die fertigen Modelle eher kontrastierend gegenüberstellen, vergleichen und Faktoren, die zur Weiterentwicklung geführt haben, diskutieren.

Entscheidend beim Lernprozess sind Aufgaben, die die Blickrichtung der Lernenden und damit ihre geistige Aktivität steuern. Dabei ist es wichtig, dass diese grundsätzlich das Potenzial haben, die Lernenden kognitiv zu fordern, den Schülerinnen und Schülern also eine tiefergehende mentale Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand ermöglichen. Eine solche kognitive Aktivierung stellt einen Schlüssel für erfolgreicherer Lernen dar (Fauth & Leuders, 2022).

Diese Ausführungen zeigen deutlich, dass eine effektive Förderung von Modellkompetenz im Geographieunterricht ohne viel Aufwand und auch bei bewährten Unterrichtsinhalten und einem deduktiven Modelleinsatz effektiv erfolgen kann, wenn die aufgeführten Strategien sinnvoll genutzt und gekoppelt werden.

#### **Quellen:**

Bette, J. (2021): Modelle im Geographieunterricht der gymnasialen Oberstufe: Eine quanti-tative Befragung von Lehrkräften zum Einsatz theoretischer Raummodelle. Books on De-mand.

Bette, J. (2023): Förderung geographischer Modellkompetenz durch Testung und Änderung des Modells der langen Wellen. In: I. Gryl, M. Lehner, T. Fleischhauer, & K. W. Hoffmann (Hrsg.): Geographiedidaktik: Fachwissenschaftliche Grundlagen, fachdidaktische Bezüge, unterrichtspraktische Beispiele—Band 2. Springer Spektrum.

Fauth, B., & Leuders, T. (2022): Kognitive Aktivierung im Unterricht (2. Aufl.). Selbstverlag des Instituts für Bildungsanalysen Baden-Württemberg (IBBW). Unter:

[https://ibbw-bw.de/site/pbs-bw-km-root/get/documents\\_E-219390139/KULTUS.Dachmandant/KULTUS/Dienststellen/ibbw/Empirische%20Bildungsforschung/Programme-und-Projekte/Wirksamer\\_Unterricht/IBBW\\_WU2\\_Fauth\\_Leuders%282022%29\\_KognitiveAktivierung.pdf](https://ibbw-bw.de/site/pbs-bw-km-root/get/documents_E-219390139/KULTUS.Dachmandant/KULTUS/Dienststellen/ibbw/Empirische%20Bildungsforschung/Programme-und-Projekte/Wirksamer_Unterricht/IBBW_WU2_Fauth_Leuders%282022%29_KognitiveAktivierung.pdf)

Fleige, J., Seegers, A., Upmeyer zu Belzen, A., & Krüger, D. (2012): Modellkompetenz im Biologieunterricht Klasse 7-10. Auer. 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. Journal of Research in Science Teaching, 28(9), 799-822. Unter:

<https://doi.org/10.1002/tea.3660280907>

Grünkorn, J. (2014): Modellkompetenz im Biologieunterricht: Empirische Analyse von Modellkompetenz bei Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe I mit Aufgaben im offenen Antwortformat. Unter: <https://doi.org/10.17169/refubium-7906>

Kattmann, U. (2008): Modelle. In: D. Eschenhagen, U. Kattmann, & D. Rodi (Hrsg.): Biologie-didaktik (S. 330-339). Aulis Deubner.

Krell, M., Upmeyer zu Belzen, A., & Krüger, D. (2016): Modellkompetenz im Biologieunterricht. In: A. Sandmann & P. Schmiemann (Hrsg.), Biologiedidaktische Forschung (S. 83-102). Logos Verlag.

Lee, S., & Kim, H.-B. (2014): Exploring Secondary Students' Epistemological Features Depending on the Evaluation Levels of the Group Model on Blood Circulation. Science & Education, 23(5), 1075-1099. Unter:

<https://doi.org/10.1007/s11191-013-9639-9>

Mehren, R. (o.A.): Modelle—Überschwemmungen. Geobox Online. Unter:

<https://www.uni-giessen.de/fbz/fb07/fachgebiete/geographie/arbeitsgruppen/didaktik/dateien/schule/geo-boxen/geobox-ueberschwemmung-studsem>

Upmeyer zu Belzen, A., & Krüger, D. (2010): Modellkompetenz im Biologieunterricht. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 16, 41-57.

#### **Autor/Autorin:**

Dr. Julian Bette

Gymnasiallehrer für Geographie und Biologie in Arnsberg, Autor für Terra

Letzte Änderung: 14.12.2022