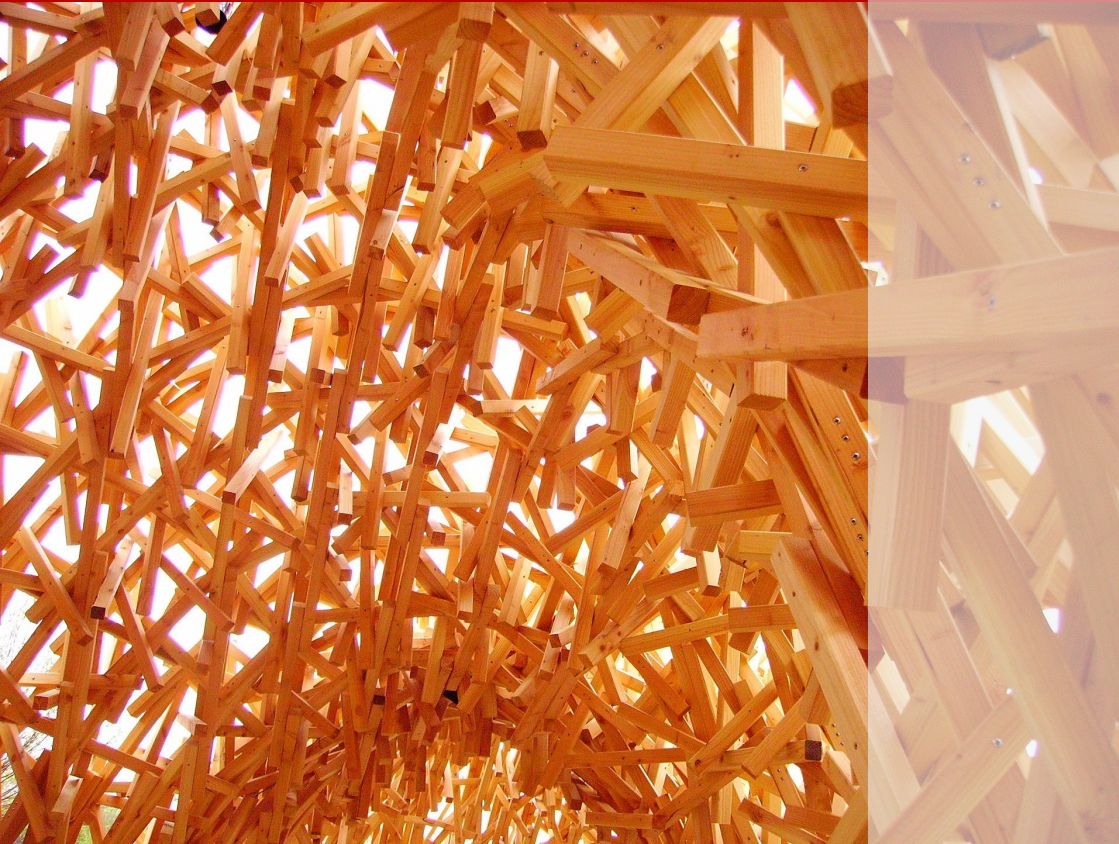


# Didaktische Rekonstruktion

Fachdidaktischer Ansatz  
für aktuelle Bildungsaufgaben



**Kai Bliesmer**  
**Michael Komorek**

Kai Bliesmer und Michael Komorek (Hrsg.)

# Didaktische Rekonstruktion – fachdidaktischer Ansatz für aktuelle Bildungsaufgaben



BIS-Verlag der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

„In Gedenken an Reinders Duit“

Oldenburg, 2023

BIS-Verlag  
der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg  
Postfach 2541  
26015 Oldenburg  
E-Mail: [bisverlag@uni-oldenburg.de](mailto:bisverlag@uni-oldenburg.de)  
Internet: [www.bis-verlag.de](http://www.bis-verlag.de)

Satz/Layout: BIS-Druckzentrum (Dörte Sellmann)

ISBN 978-3-8142-2407-7

## **Inhalt**

*Kai Bliesmer, Michael Komorek*

Vorwort 5

*Ulrich Kattmann*

Entwicklung und Weiterentwicklung des Modells der Didaktischen  
Rekonstruktion 7

*Kai Bliesmer, Michael Komorek*

Mit dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion fachdidaktische  
Denkweisen, Arbeitsweisen und Haltung kommunizieren 25

*Jennifer Bloise*

Das gesellschaftliche Verhältnis zu „Tieren“ rekonstruieren? –  
Eine Politikdidaktische Rekonstruktion des Mensch-Tier-Verhältnisses 43

*Finja Grospietsch*

Mit Konzeptwechselltexten, -videos und -podcasts das Modell der  
Didaktischen Rekonstruktion „an die Lehrkraft bringen“ –  
Ein Mikrofortbildungsbeispiel wirft Fragen zum Thema Transfer  
zwischen Fachdidaktik und Bildungspraxis auf 56

*Leonie Johann*

Cell Membrane Biology Education – An empirical and theoretical-  
based educational reconstruction for upper secondary teaching and  
learning 70

<i>Nils Pancratz, Anatolij Fandrich, Ira Diethelm</i> Didaktische Strukturierung von Unterrichtsmaterialien zum Thema „Künstliche Intelligenz“	84
<i>Jörg Zabel, Jan Wanitschke</i> Wie Lehramtsstudierende nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion Unterricht planen – eine explorative Studie	97
<i>Matthias Probst</i> Mit dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion einen adaptiven Unterricht fördern	111

Kai Bliesmer, Michael Komorek

## **Vorwort**

Liebe Leserinnen und Leser,

nachdem im Sommer 2018 an der Universität Zürich ein Workshop zum Modell der Didaktischen Rekonstruktion (MDR) erfolgreich durchgeführt wurde, wurde beschlossen, den Austausch zwischen den dortigen Akteurinnen und Akteuren fortzusetzen sowie neue Personen einzubinden. Dies mündete in einen zweiten Workshop, der am 15.10.2021 online in Oldenburg stattfand. Der vorliegende Berichtsband stellt einige der Beiträge dar, die während des Workshops in Oldenburg diskutiert wurden. Die Beiträge belegen die starke Verbreitung des Modells der Didaktischen Rekonstruktion in der Fachdidaktik: Sie entstammen der Biologiedidaktik, der Informatikdidaktik, der Geografiedidaktik, der Politikdidaktik und der Physikdidaktik. Als beispielhafte Anwendungen der Didaktischen Rekonstruktion in den unterschiedlichsten Forschungs- und Entwicklungsfeldern unterstreichen sie, dass sich das Modell hervorragend als fachdidaktischer Ansatz für aktuelle Bildungsaufgaben eignet.

Um die sehr unterschiedlichen Beiträge an übergeordneten Fragestellungen auszurichten, sind zwei Leitfragen formuliert worden, die alle Autor:innen in ihren hier vorliegenden Beiträgen aus der Perspektive ihres jeweiligen Projektes beantworten sollten. Die Fragen beziehen sich insbesondere auf die Komponente der didaktischen Strukturierung im Modell, deren Voraussetzung ist, die fachliche Perspektive und die Perspektive der Lernenden wechselseitig aufeinander zu beziehen. Hier stellt sich die Frage, durch welche Ansätze und Verfahrensweisen die Autor:innen dieses Aufeinanderbeziehens leisten. Entsprechend wurde folgende erste Leitfrage formuliert:

1. Wie ist die Aufgabe der didaktischen Strukturierung im Projekt umgesetzt worden? Welche Leitlinien/Verfahrensweisen für die Modellkomponente ‚Didaktische Strukturierung‘ können abgeleitet werden?

Der Einsatz des Modells der Didaktischen Rekonstruktion in den vielgestaltigen Forschungs- und Entwicklungsfeldern macht es u. U. notwendig, das Modell an (bisher noch unbekannt) Bedarfen und Erfordernissen auszurichten/ anzupassen oder gar Weiterentwicklungen vorzunehmen. Solche Anpassungen und Weiterentwicklungsbedarfe sollten von den Autor:innen mit Blick auf ihr jeweiliges Projekt beschrieben und reflektiert werden. Entsprechend ist die zweite Leitfrage formuliert worden:

2. Welchen Bedarf an Anpassung, Öffnung, Weiterentwicklung des MDR insgesamt hat das Projekt aufgezeigt?

Eingeleitet wird der Band durch einen Beitrag von Ulrich Kattmann zur Entwicklung und Weiterentwicklung des Modells der Didaktischen Rekonstruktion aus der Perspektive eines der Mitbegründer des Modells. Im Anschluss folgen die Beiträge zu konkreten Einsätzen der Didaktischen Rekonstruktion und ihre Reflexion durch die Autor:innen entlang der Leitfragen.

Oldenburg, im Januar 2023

Ulrich Kattmann

## **Entwicklung und Weiterentwicklung des Modells der Didaktischen Rekonstruktion**

### **Abstract**

*Der Beitrag schildert die Entwicklung und Weiterentwicklung des Modells der Didaktischen Rekonstruktion aus meiner Perspektive als Mitbegründer des Modells. Dabei fließt manche persönliche Wertung ein, die der Leser für sich überprüfen möge. Ich wünsche mir, dass der Beitrag Impulse und Hinweise für die weitere Anwendung und Weiterentwicklung des Modells gibt, die aus der Potenz des Modells selbst erwachsen und so das bedeutungsvolle Lernen fördern werden.*

### **1 Von der Idee zum Modell<sup>1</sup>**

In den 1970er und 1980er Jahren gab es noch kaum einen wissenschaftlich fundierten Rahmen für fachdidaktische Forschungsarbeiten. Vor dem Hintergrund meiner Kritik an theorieleeren empirischen Arbeiten (Kattmann 1983) machte ich mir Gedanken, welche Teile eine fachdidaktische Arbeit haben müsste, die ihren Namen verdient. Zugrunde lag das Verständnis der Biologiedidaktik als Teil und Gegenüber der Biologie, mit dem eine kritisch-konstruktive Haltung der Biologiedidaktik mit Blick auf ihre Bezugswissenschaft formuliert ist (Kattmann 1980; 1994). Von daher forderte ich, dass eine wissenschaftliche fachdidaktische Arbeit drei Teile enthalten sollte:

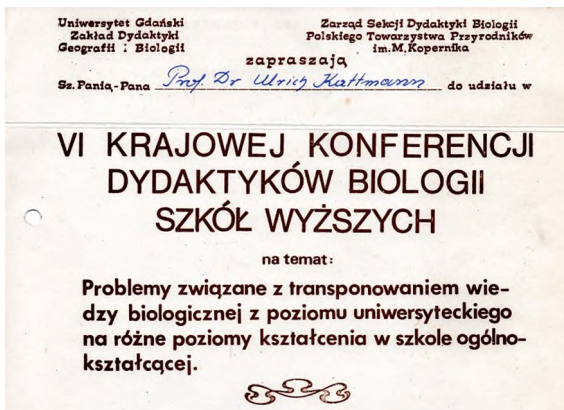
---

<sup>1</sup> Ich übernehme hier einige Passagen aus meinem Buch „Das Feigenblatt oder die Geschlechtlichkeit des Lebendigen. Geschichten aus der Biologiedidaktik. 2017. (Kapitel: „Oh, Rekonstruktion“). Wer weitere Hintergründe und Anekdoten zur Entstehung des Modells und der Einrichtung der Promotionsprogramme erfahren möchte, kann in dem Büchlein nachlesen.



- einen analytischen Teil,
- einen empirischen Teil,
- und einen konstruktiven Teil.

Dabei könnte sich der analytische auf Unterrichtsinhalte, der empirische auf Voraussetzungen und Prozesse des Lernens und der konstruktive auf Unterrichtselemente beziehen. Der *analytische Teil* erschien mir am leichtesten zugänglich und vertraut. Daher begann ich mit ihm. Die erste Entscheidung dazu war, der begrifflichen Analyse Originalquellen zugrunde zu legen. So entstand der erste Beitrag zur Didaktischen Rekonstruktion (Kattmann 1992), der ursprünglich auf einer biologiedidaktischen Tagung in Danzig (Polen) vorgestellt worden war (Abb. 1).



U. Kattmann illustrował swoją tezę o potrzebie wykorzystania oryginalnych sprawozdań z prac naukowych w dydaktycznej rekonstrukcji wiedzy biologicznej (o czym już wcześniej w tym studium nadmieniano) sprawozdaniem z badań nad etologią osy piaskowej (*Sandwespe*).

Abb. 1 Einladung zur Konferenz in Danzig zum Problem der Didaktischen Transformation im Biologieunterricht und Kurzbericht zum Referat der Didaktischen Rekonstruktion am Beispiel „Sandwespe“ (s. Abb. 2)

Als zweiten Schritt versuchte ich, ein biologisches Gebiet begrifflich und terminologisch zu klären, das ich für überschaubar hielt: Die Zellenlehre. Das Gebiet erwies sich hingegen als komplexer als gedacht. Heraus kam eine kleine Studie, wie Termini und Begriffe in der Zellenlehre lernförderlich gewählt werden können (Kattmann 1993).



Den entscheidenden Impuls für die *empirische Aufgabe innerhalb des Modells* gab mir die Erforschung von Schülervorstellungen, deren Bedeutung für das Lernen mir lange Zeit verschlossen geblieben war. Das lag auch daran, dass die bloße Erhebung von Schülervorstellungen bis dato kaum Auswirkungen auf den Unterricht gehabt hatte. Ihre volle Wirksamkeit bekommen die lebensweltlichen Vorstellungen erst innerhalb des Modells der Didaktischen Rekonstruktion.

Es war ein Glücksfall, dass ich *Harald Gropengießer*, den ich als kompetenten und engagierten, darüber hinaus in über zehnjähriger Tätigkeit erfahrenen Lehrer aus Bremen kannte, 1992 als Doktoranden für die Universität Oldenburg gewinnen konnte. In Oldenburg entwickelten wir zusammen das „Modell der Didaktischen Rekonstruktion“. Harald brachte eines Tages das inzwischen berühmte Dreiecksschema aus Bremen mit (Abb. 3):

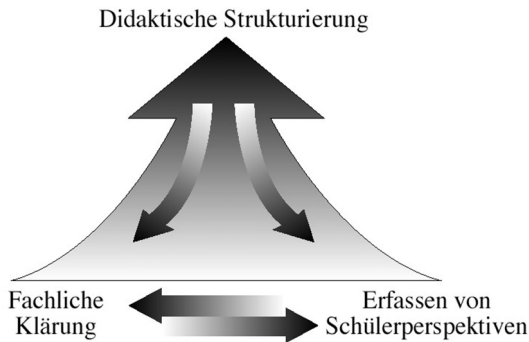


Abb. 3 Diagramm der Didaktischen Rekonstruktion

Ein weiterer glücklicher Umstand war es, dass zu gleicher Zeit am IPN (Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik) die erste Sitzung der ADINA (Arbeitsgemeinschaft Didaktiken der Naturwissenschaften) stattfand, auf der Ideen für Anträge zur Förderung durch die DFG vorgestellt werden sollten.

Nachdem ich die Idee zu einem Antrag zur Didaktischen Rekonstruktion vortragen hatte, sprach mich *Reinders Duit* an, er habe ganz ähnliche Vorstellungen, ob wir nicht gemeinsame Sache machen wollten. Das nahm ich gerne an. Reinders kannte ich als guten, liebenswerten Kollegen, wusste um seine

internationale Wirksamkeit und natürlich rechnete ich auch damit, dass die Kooperation mit dem IPN zur Verbreitung unserer Ideen förderlich sein würde.

Der Titel „Didaktische Rekonstruktion“ gefiel Reinders. Erst später haben wir gemerkt, dass ich, ohne mir bewusst zu sein, einen Ausdruck von *Karl Frey* übernommen hatte. *Frey* hatte ihn wohl einmal in einer Sitzung des IPN erwähnt, als ich dort Mitarbeiter war, und tatsächlich hatte er einen Aufsatz dazu geschrieben, der mir jedoch entfallen war (Frey 1975). Der Aufsatz enthielt nicht unsere Ideen. Wir haben ihn aber selbstverständlich zitiert.

## 2 Vom Modell zur Forschungspraxis

Zwei unserer Anträge bei der DFG wurden genehmigt. Reinders und ich haben dann zusammen mit unseren beiden ehemaligen Doktoranden, *Harald Gropengießer* und *Michael Komorek*, den grundlegenden Aufsatz zur Didaktischen Rekonstruktion in der Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften (ZfDN) publiziert (Kattmann, Duit, Gropengießer & Komorek 1997). Er ist bis heute der meistzitierte Aufsatz der Zeitschrift. (Google Scholar Citations, 24.10.2021: 655).

### *Erste Forschungsarbeiten*

Harald hat die Dissertation zur Didaktischen Rekonstruktion des Sehens – die erste Forschungsarbeit zur Didaktischen Rekonstruktion – verfasst (Gropengießer 1997, s. Abb. 4). Als wesentliche Elemente enthält die Arbeit die:

- Qualitative Inhaltsanalyse fachlicher Quellen,
- Themenzentrierte Interviews mit Schüler/innen,
- Leitlinien zur Didaktischen Strukturierung.

Die Arbeit ist methodisch das Vorbild für die Oldenburger und darüber hinaus für viele weitere Arbeiten, die im Rahmen des Modells angefertigt worden sind. Als erste folgend sind im Oldenburger Projekt die von der DFG geförderten Arbeiten von *Wilfried Baalmann* und *Vera Frerichs* zur Didaktischen Rekonstruktion in den Bereichen Evolution und Genetik entstanden (Baalmann u. a. 2004; Frerichs 1999, vgl. Baalmann, Frerichs & Kattmann 1999). Von der Deutschen Studienstiftung wurde die Arbeit von *Catja Hilge* zur Didaktischen Rekonstruktion im Bereich Mikrobiologie gefördert (Hilge 1999).



Abb. 4 Die erste Forschungsarbeit zur Didaktischen Rekonstruktion. In zweiter Auflage erschienen in der Reihe „Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion“

Zwei weitere Meilensteine theoretischer und praktischer Weiterentwicklung der Didaktischen Rekonstruktion waren die Habilitationsschrift von *Harald Gropengießer* (2001) und die von ihm betreute Dissertation von *Tanja Riemeier* (2005).

*Harald Gropengießer* entwickelte die Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens, indem er die psycholinguistische Theorie von *Lakoff* und *Johnson* fachdidaktisch adaptierte. In Ihrer Dissertation führte *Tanja Riemer* die Methodik der Arbeiten zur Didaktischen Rekonstruktion entscheidend weiter, indem sie in ihr Teaching Experimente anwendete sowie Lernschritte/Lernpfade von lebensweltlichen zu fachlichen Vorstellungen bei der Zelltheorie ermittelte.

Weitere Schritte zur Akzentuierung des Modells für bestimmte Aufgaben bestehen in dem Erstellen einer Lernlandkarte zur Evolution (Zabel & Gropengießer 2010), in der Ausarbeitung von Unterrichtseinheiten innerhalb der Dissertationen bzw. Habilitationsschrift (Komorek 2014; Niebert 2010; Cypionka 2012; Gluhodowod 2012), in der Anwendung des Modells auf außerschulische Lernangebote und digitale Medien (Groß 2007; Stahl 2013), auf Zugangsweisen und Methoden (Ästhetik: Schomaker 2007; Gene und Gesundheit: Schwanewedel (2011); Narration: Zabel 2009; NOS: Reinisch 2019; Tierethik: Tramowsky 2019) sowie zur Entwicklung von Unterrichtskonzeptionen (Englisch in der Hauptschule: Dahnken 2005; Kontextorientierung im Physikunterricht: Nawrath 2010; Genetik in der Sekundarstufe I: Gluhodowod 2012).

### *Oldenburger Promotionsprogramme*

Es war Zeit, die Förderung der Arbeiten zur Didaktischen Rekonstruktion auf eine breite Basis zu stellen. Nach einem Beratungsgespräch im IPN verabredeten *Stefan von Aufschnaiter*, Physikdidaktiker in Bremen, und ich, ein Graduiertenkolleg zu planen. Zusammen mit Kolleginnen und Kollegen der

naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken aus Bremen und Oldenburg stellten wir 1999 einen Antrag an die DFG. Trotz grundsätzlich positiver Begutachtung wurde der Antrag abgelehnt.

Im folgenden Jahr startete die niedersächsische Landesregierung ein neuartiges Programm zur Förderung von Promotionen. Die niedersächsischen Universitäten wurden aufgefordert, zu thematisch eingegrenzten Promotionsprogrammen Anträge einzureichen. Die Programme sollten 10 bis 15 Stipendien sowie eine sächliche Ausstattung erhalten. Aus der Ausschreibung ging hervor, dass in erster Linie moderne naturwissenschaftlich-technische Programme eine Chance hatten, gefördert zu werden. Die Universitätsleitung der Universität Oldenburg hatte jedoch den Ehrgeiz, mindestens auch ein geisteswissenschaftliches Programm einzureichen. Ich machte den Vorschlag, ein Programm zur Lehr-Lernforschung auf der Grundlage des DFG-Antrags zur Didaktischen Rekonstruktion zu erstellen, jetzt aber nicht mehr beschränkt auf die Naturwissenschaftsdidaktiken, sondern unter Beteiligung aller dazu bereiten forschenden fachdidaktischen und erziehungswissenschaftlichen Arbeitsgruppen der Universität. Die Universität Bremen sollte mit der Arbeitsgruppe von *Stefan von Aufschnaiter* als Kooperationspartner dabei sein. Der Antrag wurde mit den dazu bereiten Kolleg/innen ausgearbeitet: Beteiligt haben sich 10 Fachdidaktiken: Biologie, Chemie, Physik, Sachunterricht, Mathematik, Geschichte, Politik, Germanistik und Anglistik. Hinzu kamen drei erziehungswissenschaftliche Arbeitsgruppen: Empirische Lehr- und Lernforschung, Bildungsforschung und Schulpädagogik. Der Titel lautete: „Fachdidaktische Lehr- und Lernforschung – Didaktische Rekonstruktion“.

Von den niedersächsischen Universitäten wurden über 30 Anträge gestellt, von der Universität Oldenburg allein 3, neben unserem je einer zur Informatik und Frauenforschung. 5 Promotionsprogramme sollten in der ersten Runde, weitere 3 in einer zweiten Runde genehmigt werden. Unser Antrag wurde in der 1. Runde genehmigt. Dem Promotionsprogramm wurden 12 Stipendien und die beantragten sächlichen Mittel zugewiesen. Wir nannten unsere „Graduate School“ ProDid und wählten als Kennzeichen ein Dreieckslogo (Abb. 5).



Abb. 5 Logo der ersten Oldenburger Graduate School

Zur Publikation von Forschungsarbeiten, die im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion angefertigt werden, gründeten wir eine Schriftenreihe, die von einem Beirat begleitet wird (vgl. Abb. 4).

Zur feierlichen Eröffnung unserer „Graduate School“ kam Minister *Thomas Oppermann* (Abb. 6). Die Eröffnung hatte eine positive Nachwirkung. Sie war möglich, weil ich das Programm schnell den Terminen des Ministers angepasst hatte. Am Vormittag

sollte eigentlich der Festvortrag eines eingeladenen Professors aus Hannover (Germanistikdidaktik) stattfinden. Als ich hörte, dass der Minister nur bis Mittag bleibt, habe ich das Programm spontan umgestellt: Der Festvortrag wurde auf den Nachmittag verschoben und stattdessen Kurzreferate von zwei Stipendiatinnen, *Anne Janßen* und *Shu-Chiu Liu*, über ihre beabsichtigten Arbeiten vorgezogen.

Der Minister zeigte sich auf der anschließenden Pressekonferenz von den jungen Leuten beeindruckt. Beflügelt von dem Verlauf der Eröffnung und ermutigt durch die Äußerungen des Ministers, schrieb ich ihm gleich am folgenden Tag einen Brief. Ich dankte ihm für seine Mitwirkung an der Eröffnung, informierte ihn, dass es weitere kompetente Bewerber/innen für Stipendien gebe und bat darum, dem Promotionsprogramm künftig noch das eine oder andere Stipendium zuzuweisen. Der zuständige Referent teilte mir daraufhin mit, dass dem Promotionsprogramm drei weitere Stipendien zugeteilt werden. Damit hatten wir die für die Promotionsprogramme vorgesehene größte Anzahl an Stipendien erreicht. Schneller und leichter habe ich nie wieder Drittmittel in dieser beträchtlichen Größe eingeworben.

Neben den 15 Stipendiat/innen nahmen an der Graduate School ProDid ebenso viele weitere Doktorand/innen der beteiligten Arbeitsgruppen teil. Im letzten Halbjahr von ProDid fand ein internationaler Workshop statt. Die Doktorand/innen der Graduate School stellten ihre Studien anhand von Postern und Kurzreferaten vor.



Abb. 6 Mitwirkende während der Eröffnung der Graduate School „Didaktische Rekonstruktion“ (von links): Vizepräsident für Forschung der Universität, Wissenschaftsminister Thomas Oppermann, Ulrich Kattmann, Stipendiatinnen Anne Janßen, Shu-Chiu Liu

Die Arbeitsgruppen hatten internationale Expert/innen ihrer Disziplinen benannt. Auf Vorschlag von *Stefan von Aufschnaiter* war der schwedische Physikdidaktiker *Ference Marton* eingeladen. Als *Reinders Duit* dies hörte, meinte er warnend: „Da habt ihr euch ja einen harten Knochen als Kritiker geholt, Au Weia!“ *Marton* äußerte sich bei der auswertenden Schlussitzung des Workshops: „That’s the best I have ever seen in the world, because this is what subject learning is all about“. Diese Erfahrung zeigt, dass es richtig ist, Personen einzuladen, von denen die schärfste Kritik zu erwarten ist. Solche Personen sind glaubwürdig.

Das Programm hatte eine Laufzeit von drei Jahren. Danach konnte mit einem Bericht ein einmaliger neuer Durchlauf mit neuen Stipendien beantragt werden. Den Bericht und den Antrag konnte ich aufgrund unserer Promotionsergebnisse und damit verbundenen Publikationen leicht schreiben. Unserem Antrag auf Fortsetzung fügten wir Empfehlungsbriefe der ausländischen Expert/innen des internationalen Workshops an. ProDid 2 wurde ohne Weiteres genehmigt.

Das von der DFG geförderte Graduiertenkolleg „Naturwissenschaftlicher Unterricht“ der Universität Duisburg-Essen, das 2003 genehmigt wurde, wurde mit Recht als ein Durchbruch für die Forschung in den Naturwissenschaftsdidaktiken gewertet. Die Oldenburger Promotionsprogramme zeigen den Erfolg eigenständiger fachdidaktischer Forschung in der Kooperation von zahlreichen weiteren Fachdidaktiken. Diese Kooperation hat dabei nicht nur den Promovierenden vielfältige Sichtweisen der verschiedenen Fächer vermittelt. Bemerkenswert ist, dass die Zusammenarbeit auch bei den Lehrenden neue Lernprozesse initiierte.



Manche der beteiligten Professor/innen hatten vorher nur über-, aber nicht miteinander gesprochen. Jetzt lernten sie, ihre Sicht- und Vorgehensweisen gegenseitig wertzuschätzen und für die eigene sowie die Arbeit der von ihnen betreuten Doktorand/innen zu nutzen. Als besonders wirkungsvoll erwies sich das Modell der Didaktischen Rekonstruktion dadurch, dass es konzeptionelles Arbeiten mit empirischem Arbeiten zusammenführte, sodass sich die unterschiedlichen Erfahrungen von Lehrenden in den beiden Bereichen fruchtbar ergänzten.

Beachtenswert ist auch, dass die erziehungswissenschaftlichen Arbeitsgruppen sich an den fachdidaktisch profilierten Programmen beteiligten und so ihre Expertise für die Fachdidaktiken fruchtbar einbrachten. Dies ist besonders der Verdienst von *Barbara Moschner* und *Hilbert Meyer*.

### *Etabliert*

Manche Kolleg/innen hielten „Didaktische Rekonstruktion“ anfänglich nur für ein neues Wort und sahen nicht den Unterschied zur didaktischen Reduktion. Sehr bald wurde die Fruchtbarkeit der Konzeption jedoch anerkannt. Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion ist inzwischen national und international als fachdidaktisches Paradigma etabliert (Reinfried, Mathis & Kattmann 2009; Duit, Gropengießer, Kattmann, Komorek & Parchmann 2012; Woitkowski & Vogelsang 2019; Garcia da Silva & Sivini Ferreira 2020). Außer in der Forschung ist das Modell der Didaktischen Rekonstruktion in Lehrbüchern der Physikdidaktik und der Biologiedidaktik rezipiert worden (Kircher, Girwidz & Häußler 2015; Gropengießer & Harms 2023).

## **3 Von der Forschung zur Unterrichtspraxis und den Lehrenden**

Nach ProDid 2 wurde ein weiterer Promotionsstudiengang erfolgreich beantragt, der sich nun anstelle der Didaktischen Rekonstruktion von Unterricht der Didaktischen Rekonstruktion von Elementen der Lehrerbildung widmete: ProFaS (Prozesse fachdidaktischer Strukturierung). Zuletzt folgte ein weiteres Promotionsprogramm, in dem im Rahmen des Modells der Didaktischen Rekonstruktion gearbeitet wurde: Die Arbeiten in LÜP (Lernprozesse im Übergangsraum – Praxisphasen) untersuchten den Übergang von der ersten zur zweiten Phase anhand der Praxisphasen der Lehramtsstudierenden. An den

Folgeprogrammen beteiligten sich weitere Fachdidaktiken: Textiles Gestalten, Sport, Informatik, Technik, Musik.

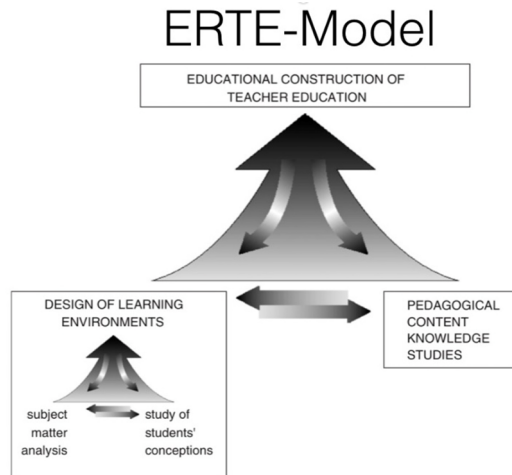


Abb. 7 Modell der Didaktischen Rekonstruktion für die Lehrerbildung (van Dijk & Kattmann 2006; vgl. van Dijk 2009)

Schon vorher hatte *Gert Lohmann* (2006) das Modell der Didaktischen Rekonstruktion für die Hochschuldidaktik weiterentwickelt und *Esther van Dijk* hat zusammen mit mir das ERTE-Modell der Didaktischen Rekonstruktion für die Lehrerbildung erstellt.

Schließlich hat *Finja Grospietsch* die Didaktische Rekonstruktion für ein entsprechendes Modell in der Lehrerbildung am Beispiel Neurodidaktik angewendet und darüber hinaus das Genre „Konzeptwechselltexte“ entwickelt (Grospietsch 2019; Grospietsch & Mayer 2018).

Die Modelle der Didaktischen Rekonstruktion in der Lehrerbildung zeichnen sich dadurch aus, dass das ursprüngliche Modell (orientiert an Schülervorstellungen) als Basis genommen wird, auf der die Orientierung an Lehrervorstellungen und Unterricht bzw. Lehre aufbaut (Abb. 7). Ich habe in diesem Zusammenhang das Modell auf die Unterrichtsreflexion angewendet, indem ich es dazu einfach umgedreht habe (Abb. 8).

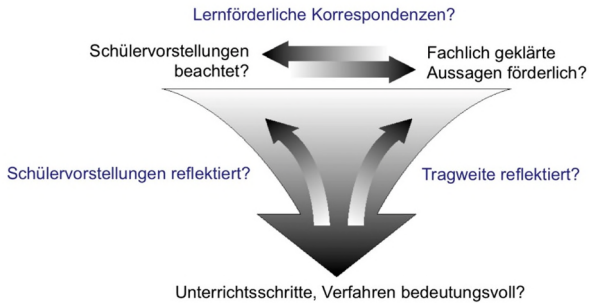


Abb. 8 Diagramm zur Didaktischen Rekonstruktion der Unterrichtsreflexion (Kattmann 2004)

Zur Bewährung der Didaktischen Rekonstruktion in der Lehrerbildung wurde ein Themenheft der betreffenden Fachzeitschrift gestaltet (Dannemann, Heeg & von Roux 2021).

#### 4 Von den Lehrenden zu den Lernenden

Die zahlreichen Untersuchungen zu Vorstellungen der Lernenden im Bereich Biologie habe ich auf der Basis der Didaktischen Rekonstruktion zusammengestellt (Kattmann 2015). Ein letzter konsequenter Schritt in diese Richtung wurde auf dem Workshop in Zürich getan. Die Vortragenden sollten ihre Vorstellung jeweils in einer kurzen These vorstellen. Meine lautete: „Didaktische Rekonstruktion sollte über Forschung und Unterricht hinweg direkt zu den Lernenden fortschreiten“. Dazu stellte ich konkret die Entwicklung von „Lernbüchern“ vor, die sich auf der Grundlage der Didaktischen Konstruktion direkt an die Lernenden wenden. Prinzipien sind dabei: Deutliches Ansprechen der Alltagsvorstellungen und Vermittlung fachlich geklärter wissenschaftlicher Vorstellungen im Sinne der Didaktischen Rekonstruktion: Verstehen anstelle von Reproduktion.

Dazu sollen auch begriffliche und terminologische Klärungen dienen, die in gesonderten Kästen („Ansichten und Einsichten“, „Vom Wort zum Begriff“) hervorgehoben werden. Die Lernbuchreihe wurde unter dem Obertitel „Neue Wege in die Biologie“ mit sechs Titeln verwirklicht (Abb. 9).



Abb. 9 Lernbücher der Reihe „Neue Wege in die Biologie (Kattmann 2019–2021). Die Reihe wurde in etwas abgewandelter Form mit zwei Titeln der Zeitschrift „Unterricht Biologie“ in der Form der Schülerhefte „kompakt“ fortgesetzt: „Veränderung von Arten“ (Kattmann, Locke & Zabel 2022) und „Molekularbiologie besser verstehen“ (Ruppert & Kattmann 2022)

## 5 Fazit

Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion ist ein wirkungsvoller Rahmen gleichermaßen für die fachdidaktische Forschung wie auch für die Planung und Reflexion von Lernen und Lehren. Dabei ist besonders herauszustellen:

- Alltagsvorstellungen sind nicht allein Ausgangspunkt oder methodisches Hilfsmittel, um zu fachlichen Vorstellungen zu gelangen. Alltagsvorstellungen der Lernenden sind vielmehr Voraussetzungen und Mittel, bedeutungsvolles Lernen zu eröffnen und zu fördern.
- Zum Erstellen bedeutungsvoller Lernumgebungen sind die fachlich geklärten Vorstellungen der Wissenschaftler/innen zu nutzen. Die fachliche Klärung der wissenschaftlichen Vorstellungen ist ein Alleinstellungsmerkmal des Modells der Didaktischen Rekonstruktion gegenüber anderen Entwicklungsmodellen von Unterricht.

Fachdidaktisch arbeiten heißt didaktisch zu rekonstruieren.

## Literatur

- Baalmann, W., Frerichs, V. & Kattmann, U. (1999). How the Gorillas became dark – Research in students' conceptions leads to a rearrangement of teaching genetics and evolution. In O. De Jong, K. Kortland, A. J. Waarlo & J. Buddingh (Eds.), *Bridging the gap between theory and practice: What research says to the science teacher. Proceedings of the 1998 International Summer Symposium Utrecht University, The Netherlands* (pp. 171–189). ICASE.
- Baalmann, W., Frerichs, V., Weitzel, H., Gropengießer, H. & Kattmann, U. (2004). Schülervorstellungen zu Prozessen der Anpassung – Ergebnisse einer Interviewstudie im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 7–28.
- Cypionka, R. (2012). Pflanzen als Lebewesen in Evolution und Entwicklung. *Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion*, 39. Didaktisches Zentrum der Universität Oldenburg.
- Dahnken, A. (2005). Englisch in der Hauptschule. *Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion*, 9. Didaktisches Zentrum der Universität Oldenburg.
- Dannemann, S., Heeg, J. & von Roux, Y. (Hrsg.). (2021). Themenheft „Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Rahmen und Impulsgeber für die Entwicklung von Fachdidaktik und Unterricht“. *Herausforderungen Lehrer\*innenbildung. Zeitschrift zur Konzeption, Gestaltung und Diskussion*, 4(2).
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M. & Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction – a framework for improving teaching and learning science. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *Science education research in Europe* (pp. 13–37). Sense Publishers.
- Frerichs, V. (1999). *Schülervorstellungen und wissenschaftliche Vorstellungen zu den Strukturen und Prozessen der Vererbung – ein Beitrag zur Didaktischen Rekonstruktion*. Didaktisches Zentrum der Universität Oldenburg.
- Frey, K. (1975). Rechtfertigung von Bildungsinhalten im elementaren Diskurs: Ein Entwurf für den Bereich der didaktischen Rekonstruktion. In R. Künzli (Hrsg.), *Curriculumentwicklung – Begründung und Legitimation* (S. 103–129). Kösel.

- Garcia da Silva, M. & Sivini Ferreira, H. (2020). Modelo de reconstrução educacional como um aporte teórico e metodológico para o design de ambientes de ensino e aprendizagem da ciência. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(1), 262–281.
- Gluhodedow, M. (2012). Biologie verstehen: Genetikunterricht in der Sekundarstufe I des Gymnasiums. *Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion*, 36. Didaktisches Zentrum der Universität Oldenburg.
- Gropengießer, H. (1997). Didaktische Rekonstruktion des Sehens. Wissenschaftliche Theorien und die Sicht der Schüler in der Perspektive der Vermittlung. *Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion*, 1. Didaktisches Zentrum der Universität Oldenburg (2. Aufl. 2007).
- Gropengießer, H. (2001). Wie man Vorstellungen der Lerner verstehen kann. Lebenswelten, Denkwelten, Sprechwelten. *Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion*, 4. Oldenburg: Didaktisches Zentrum der Universität Oldenburg (2. Aufl. 2006).
- Gropengießer, H. & Harms, U. (Hrsg.). (2023). Fachdidaktik Biologie. Aulis bei Friedrich (14. Auflage).
- Grospietsch, F. (2019). *Berücksichtigung von Studierendenvorstellungen zum Thema Gehirn und Lernen in der Lehrkräfteausbildung Biologie*. Kassel: Kobra. doi: 10.17170/kobra-202107164345 (Verfügbar unter: <https://kobra.uni-kassel.de/handle/123456789/13011>)
- Grospietsch, F. & Mayer, J. (2018). Professioneller Konzeptwechsel zum Thema *Neuromythen* in der universitären Lehramtsausbildung Biologie. In M. Meier, K. Ziepprecht & J. Mayer (Hrsg.), *Lehrerbildung in vernetzten Lernumgebungen* (S. 179–198). Waxmann.
- Groß, J. (2007). Biologie verstehen: Wirkungen außerschulischer Lernangebote. *Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion*, 16. Didaktisches Zentrum der Universität Oldenburg.
- Hilge, C. (1999). *Schülervorstellungen und fachliche Vorstellungen zu Mikroorganismen und mikrobiellen Prozessen – ein Beitrag zur Didaktischen Rekonstruktion*. Didaktisches Zentrum der Universität Oldenburg.
- Kattmann, U. (1980). Biologiedidaktik – angewandte Biologie oder angewandte Didaktik? In D. Rodi & E. W. Bauer (Hrsg.), *Biologiedidaktik als Wissenschaft* (S. 97–111). Aulis.

- Kattmann, U. (1983). Wert und Unwert empirischer Untersuchungen für die Verbesserung des Biologieunterrichts. *Unterricht Biologie*, 7(85), 41–43.
- Kattmann, U. (1992). Originalarbeiten als Quellen didaktischer Rekonstruktion. *Unterricht Biologie*, 16(174), 46–49.
- Kattmann, U. (1993). Das Lernen von Namen, Begriffen und Konzepten – Grundlagen biologischer Terminologie am Beispiel „Zellenlehre“. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 46(4), 275–285.
- Kattmann, U. (1994). Wozu Biologiedidaktik? Möglichkeiten einer praktischen Wissenschaft. In U. Kattmann (Hrsg.), *Biologiedidaktik in der Praxis* (S. 9–23). Zentrum für pädagogische Berufspraxis der Universität/Aulis.
- Kattmann, U. (2004). Unterrichtsreflexion im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion. *Seminar Lehrerbildung und Schule*, 10(3), 40–49.
- Kattmann, U. (2015). *Schüler besser verstehen. Alltagsvorstellungen im Biologieunterricht*. Hallbergmoos: Aulis (2. aktualisierte und erweiterte Auflage 2022. Aulis bei Friedrich).
- Kattmann, U. (2017). *Das Feigenblatt und die Geschlechtlichkeit des Lebendigen. Geschichten aus der Biologiedidaktik*. BoD.
- Kattmann, U., Locke, F. & Zabel, J. (2022). Veränderung von Arten. *Unterricht Biologie kompakt*, 45(478).
- Kattmann, U. (Hrsg.). (2019–2021). *Neue Wege in die Biologie*. Friedrich.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3–18.
- Kircher, E., Girdwidz, R. & Häußler, P. (2015). *Physikdidaktik*. Springer.
- Komorek, M. (2014). Lernen und Lehren nichtlinearer Physik. *Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion*, 13. Didaktisches Zentrum der Universität Oldenburg.
- Lohmann, G. (2006). Didaktische Rekonstruktion in der Hochschuldidaktik. *Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 6(2), 65–73.

- Nawrath, D. (2010). Kontextorientierung. Rekonstruktion einer fachdidaktischen Konzeption für den Physikunterricht. *Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion*, 29. Didaktisches Zentrum der Universität Oldenburg.
- Niebert, K. (2010). Den Klimawandel verstehen. Eine didaktische Rekonstruktion der globalen Erwärmung. *Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion*, 31. Didaktisches Zentrum der Universität Oldenburg.
- Reinfried, S., Mathis, C. & Kattmann, U. (2009). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – eine innovative Methode zur fachdidaktischen Erforschung und Entwicklung von Unterricht. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 27(3), 404–414.
- Reinisch, B. (2019). Die Natur der Naturwissenschaft verstehen. Vorstellungen von Biologie-Lehramtsstudierenden über Theorien und Modelle. *Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion*, 48. Schneider Hohengehren.
- Riemeier, T. (2005). Biologie verstehen: Die Zelltheorie. *Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion*, 7. Didaktisches Zentrum der Universität Oldenburg.
- Ruppert, W. & Kattmann, U. (2022). Molekulargenetik besser verstehen. *Unterricht Biologie kompakt*, 46(480).
- Schomaker, C. (2007). Der Faszination begegnen. Ästhetische Zugangsweisen im Sachunterricht für alle Kinder. *Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion*, 18. Didaktisches Zentrum der Universität Oldenburg.
- Schwanewedel, J. (2011). Gene und Gesundheit. *Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion*, 32. Didaktisches Zentrum der Universität Oldenburg.
- Stahl, D. (2013). Didaktische Rekonstruktion der Artansprache. *Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion*, 42. Didaktisches Zentrum der Universität Oldenburg.
- Tramowsky, N. (2019). Moralvorstellungen zum Umgang mit Tieren. Auer.
- Van Dijk, E. M. (2009). Teaching Evolution. A Study of Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion*, 23. Didaktisches Zentrum der Universität Oldenburg.
- Van Dijk, E. M. & Kattmann, U. (2006). A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 22, 885–897.



- Woitkowski, D. & Vogelsang, C. (2019). Literaturliste: Grundlegende Texte der Didaktik der Chemie und Physik. Conference Paper. Verfügbar unter: [https://www.researchgate.net/publication/331014200\\_Literaturliste\\_Grundlegende\\_Texte\\_der\\_Didaktik\\_der\\_Chemie\\_und\\_Physik-Aktueller\\_Stand\\_der\\_Arbeiten](https://www.researchgate.net/publication/331014200_Literaturliste_Grundlegende_Texte_der_Didaktik_der_Chemie_und_Physik-Aktueller_Stand_der_Arbeiten) [26.11.2021].
- Zabel, J. (2009). Biologie verstehen: Die Rolle der Narration beim Verstehen der Evolutionstheorie. *Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion*, 24.
- Zabel, J. & Gropengießer, H. (2010). Darwins konzeptuelle Landkarte. Lernfortschritt im Evolutionsunterricht. In U. Harms & I. Mackensen-Friedrichs (Hrsg.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik 4* (S. 209–224). Studienverlag.

Kai Bliesmer, Michael Komorek

## **Mit dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion fachdidaktische Denkweisen, Arbeitsweisen und Haltung kommunizieren**

### **Abstract**

*Dieser Beitrag arbeitet heraus, dass die Bedeutung des Modells der Didaktischen Rekonstruktion über eine Schablone für die Entwicklung hochwertiger Lehr-Lern-Situationen in schulischen Situationen hinausgeht. In der Auseinandersetzung mit fachdidaktischen Noviz:innen, z. B. in der Lehrkräfteprofessionalisierung oder an einem außerschulischen Lernort, speist sich die Potenz des Modells viel mehr aus einer grundlegenden Haltung, die es verkörpert: Fachlichen Sachstrukturen und Perspektiven der Lernenden wird der gleiche Wert beigemessen; und es wird folglich mit dem Anspruch gerungen, in Lehr-Lern-Situation beidem gleichermaßen mittels empirisch basierter, rekursiver Adaptionen gerecht zu werden. Der Beitrag stellt in diesem Sinne zwei Einsatzbeispiele vor: Im ersten Teil wird das Modell der Didaktischen Rekonstruktion als Operationalisierung des studentischen Forschenden Lernens in der Lehrerbildung eingesetzt. Im zweiten Teil wird das Modell zur Entwicklung neuer Bildungsangebote an außerschulischen Lernorten herangezogen, wo es als Instrument einer „fachdidaktischen Wissenschaftskommunikation“ für die Mitarbeitenden der Lernorte fungiert.*

### **1 Didaktische Rekonstruktion in der Hand von Studierenden**

*Didaktische Rekonstruktion als Operationalisierung des geforderten Forschenden Lernens*

Forschendes Lernen ist zum Leitbild der Lehrerbildung avanciert (Roters, Schneider, Koch-Priewe, Thiele & Wildt 2009; Komorek, Bliesmer, Richter & Sajons, im Druck). Angehende Lehrkräfte sollen mittels Forschenden Ler-

nens eine fragend-entwickelnde, kritisch-reflexive Haltung (Fichten, 2012; Wyss 2013) einnehmen, die zum Kern ihrer Professionalisierung gehört (Huber 2003). Danach ist die selbstständige und begründete Auswahl von relevanten Forschungsfragen und den dazu passenden Forschungsmethoden zentrales Merkmal Forschenden Lernens. Roters et al. (2009) stellen heraus, dass der eigene Forschungsprozess auch Irrtümer, Zufallsfunde und Umwege umfassen darf, um Anlässe der Reflexion im Professionalisierungsprozess hervorzurufen. Wir argumentieren, dass das Modell der Didaktischen Rekonstruktion in der Hand von Studierenden hervorragend geeignet ist, diese Forderungen zu erfüllen bzw. zu operationalisieren. Beim Forschenden Lernen, hier exemplarisch für das Physik-Lehramtsstudium dargestellt, müssen zwei Aspekte, die dem Wesen der Didaktischen Rekonstruktion entsprechen, besonders betont werden:

- Fachphysikalische Sachstrukturen dürfen nicht unhinterfragt übernommen werden, denn Darstellungen in Fachbüchern verfolgen andere Ziele als der Physikunterricht. Die Studierenden müssen also eine grundlegende Elementarisierung und Neustrukturierung fachlicher Inhalte (vgl. Duit, Gropengießer, Kattmann, Komorek & Parchmann 2012) *für* den Physikunterricht vornehmen.
- Zudem sind Rekursionen im Forschungsprozess zu unterstützen (vgl. Komorek et al., im Druck). Werden zum Beispiel Lernmaterialien für eine Schülerlaboraktivität durch Studierende entwickelt und erprobt, so ist es für die Entwicklung eines forschenden Habitus essenziell, dass die Studierenden die Lernmaterialien auf Basis ihrer selbst erhobenen diagnostischen Daten überarbeiten und erneut erproben.

Die Didaktische Rekonstruktion lässt sich dabei in Forschungsschritte gliedern. Dies erscheint dadurch hilfreich, dass sie die Aufgaben der Didaktischen Rekonstruktion als nacheinander bearbeitbar wahrnehmen und dass sie nicht von einer abstrakten Gleichzeitigkeit aller Aufgaben abgeschreckt werden. Den Studierenden soll ermöglicht werden, alle Schritte mehrfach zu durchlaufen, um gewonnene Erkenntnisse für die Revision ihrer didaktischen Aktivitäten einzusetzen. Dabei soll erreicht werden, dass sie grundsätzlich adaptiv vorgehen, sich also dem Denken, den Möglichkeiten und den Schwierigkeiten der Schüler:innen und damit der Tiefenstruktur des Lernens annähern. Auch sollen sie sich den fachlichen, hier physikalischen, Zusammenhängen ‚annähern‘ (Komorek 2020).

### *Schritt 1: Physikalische Inhalte analysieren und elementarisieren*

Hierbei geht es insbesondere im Fach Physik darum, fachliches Wissen aus Lehrbüchern und aus der Physikvorlesung kritisch zu hinterfragen und auf die fachlichen Kerne hin zu klären. Die Studierenden sollen dabei die fachlichen Grundideen, also die „Elementaria“ schon mit Blick auf den Vermittlungsprozess herausarbeiten (Bleichroth 1991). Als Beispiel sei das Bachelormodul „Experimentalpraktikum mit Berufsbezug“ angeführt. Darin sollen die Studierenden mit schultypischen Geräten praktische Experimentiererfahrungen zu sammeln. Weitergehend sollen sie ein Sachstrukturdiagramm zum Thema des jeweiligen Praktikumstages erstellen. Darin arbeiten sie die zentralen fachlichen Prinzipien im Themenbereich heraus, ergänzen diese Elementaria um qualitative und quantitative Gesetzmäßigkeiten sowie um passende Schülerexperimente. Die Entwicklung des Sachstrukturdiagramms ist ein kreativer Prozess, bei dem die Studierenden bereits eine bestimmte Zielgruppe in den Blick nehmen; das Sachstrukturdiagramm ist die Operationalisierung der fachlichen Klärung der Didaktischen Rekonstruktion.

### *Schritt 2: Physikalische Perspektiven und Lernensicht systematisch aufeinander beziehen, um Lernumgebungen didaktisch zu strukturieren*

In diesem Schritt recherchieren die Studierenden typische fachbezogene Schülervorstellungen zum betreffenden Thema (z. B. in Schecker, Wilhelm, Hopf & Duit 2018) und vergleichen diese mit den Elementaria ihres Sachstrukturdiagramms. In Einzelfällen führen die Studierenden selbst kleine Befragungen mit Schüler:innen zu deren fachlichen Vorstellungen durch, wenn die Literatur dazu nichts hergibt (z. B. zum Thema Raumfahrt). Bei guter Übereinstimmung folgt für die didaktische Strukturierung, zum Beispiel für die Gestaltung eines Schülerlabortags, dass an diese Schülervorstellungen bruchlos angeknüpft werden kann. Bei Unvereinbarkeit der Perspektiven kann die Konfrontation mit physikalischen Versuchen, deren Ergebnisse den Erwartungen der Schüler:innen widersprechen, eine geeignete Methode sein.

Haben die Studierenden eine grundlegende didaktische Strukturierung (ein ‚Design‘, vgl. Komorek, Fischer & Moschner 2013) entwickelt, dann lassen sich davon ausgehend vielfältige unterrichtliche Konkretionen realisieren. Jetzt finden Entscheidungen über die Auswahl von Kontexten und über die didaktische „Dramaturgie“ statt. Es besteht die zentrale Aufgabe für die Studierenden, eine gute Passung zwischen den Vorstellungen der Schüler:innen

und den von ihnen herausgearbeiteten fachlichen Kernideen herzustellen; Ziel ist ein Angebot, das sachgerecht und adressatengerecht zugleich ist und Schüler:innen kognitiv und motivational anregt.

### *Schritt 3: Lernumgebung und Lernprozesse „rückwärts“ planen und Lernmaterialien erstellen*

Es folgt der konkrete Planungsprozess, zum Beispiel eines Tags im universitären Schülerlabor. Das Laborangebot ‚rückwärts zu planen‘ (Richter & Komorek 2017) meint, dass die Studierenden zunächst entscheiden müssen, welche Kognitionen (wahrnehmen, Begriffe bilden, aus Experimenten schließen, Probleme lösen etc.) sie auf Seiten der Schüler:innen anregen wollen. Davon ausgehend, planen sie die Handlungen der Schülerinnen, die mit einiger Wahrscheinlichkeit die angezielten Kognitionen anstoßen. Zu entscheiden ist also, welche Aufgaben die Schüler:innen bearbeiten, welche Experimente sie durchführen und welche Materialien sie nutzen sollen. Auch wie die Inhalte in sinnstiftende Kontexte eingebettet werden, ist hier zu planen. Die Studierenden gehen von den erwartbaren Lernmöglichkeiten und Lernhemmnissen aus. Sie erdenken sich narrative Anker, also rahmende, kontextorientierte Geschichten, um die Experimentierstationen zu verbinden. Ist das fachliche Thema im Schülerlabor etwa die Elektrostatik, so kann die Narration in einer Zaubershow bestehen, zu der jede Experimentierstation beiträgt. Bei der Planung der Stationen im Lehr-Lern-Labor werden die Studierenden angehalten, sich ihrer eigenen Vorstellungen vom Lernen und Lehren bewusst zu werden, etwa der häufig anzutreffenden transmissiven Vorstellung, wonach angebotenes Wissen übernommen werden kann, wenn es nur gut aufbereitet ist (Smoor & Komorek 2019).

Bei der Planung geht es schließlich auch um die Rolle als Lehrperson, z. B. was das geeignete Sprachhandeln gegenüber den Schüler:innen angeht. Auch die multimediale Gestaltung von Lernmaterialien ist Thema der Planung. Überlegungen zur Differenzierung führen dabei ggf. zu verschiedenen Varianten des Lernmaterials. Das fertige Planungsergebnis, z. B. der Labortag im Schülerlabor, hat im Prozess des Forschenden Lernens nun den Status einer begründeten Hypothese: Die Studierenden gehen davon aus, dass ihre didaktische Strukturierung geeignet ist, die angezielten Kognitionen anzustoßen und motivierend zu sein.

#### *Schritt 4: Lernumgebung realisieren und erproben*

Hier geht es um die konkrete Umsetzung der geplanten, fachlich geklärten und didaktisch begründeten Lernumgebung. Die Studierenden müssen in diesem Schritt ihr zuvor aufgebautes Wissen über die Experimente, über die Kommunikation mit Schüler:innen, über das Unterrichten und ihre Rolle als Lehrkraft, über Differenzierungswege und über Erprobungsmethoden anwenden. Der Kern dieses Schritts ist die Umsetzung der geplanten Lehr-Lern-Sequenz in der komplexen Situation mit realen Schüler:innen.

#### *Schritt 5: Denk- und Lernprozesse in der Lernumgebung diagnostizieren*

Bei diesem Schritt gewinnen die Studierenden mit Wissen über Prozessanalysen und über Diagnosemethoden einen Einblick in die Möglichkeiten und die Barrieren beim Lernen ihrer Schüler:innen (vgl. Selter, Michaelis, Lengnink, Knipping, Höble & Hußmann 2017). Die Diagnose beginnt beim kriteriengeleiteten Beobachten und wird durch den Einsatz von Diagnoseinstrumenten unterstützt, wobei Beobachtungstools, Audio- und Videoaufzeichnungen oder Interviews den Studierenden eine datenbasierte Objektivierung erlauben.

Im Modul Experimentalpraktikum mit Berufsbezug leitet einer von zwei Studierenden während des Schülerlabortags das Gespräch mit der Schülergruppe. Er tauscht sich mit den Schüler:innen darüber aus, inwiefern eine bestimmte Station in den Rahmenkontext des Labortages passt, welche Untersuchungsaufgaben für die Schüler:innen bereitstehen und welche Freiheiten sie hierbei haben. Ein zweiter Studierender beobachtet die Handlungen und die Wortwahl der Schüler:innen, um Rückschlüsse auf ihre kognitive Verarbeitung zu ziehen. Er beobachtet auch den anderen Studierenden, wie er mit der Schülergruppe interagiert, welche Anleitungen er gibt, wie er die geplante Segmentierung und Sequenzierung der didaktischen Strukturierung umsetzt und welchen Freiraum er den Schüler:innen lässt.

#### *Schritt 6: Abgelaufene Lern- und Lehrprozesse theoriegeleitet evaluieren und reflektieren*

Aufgrund der Diagnoseergebnisse reflektieren die Studierenden ihren bisherigen Forschungsprozess, um ihre fachliche Klärung, die didaktische Strukturierung, die konkrete Rückwärtsplanung der Lernumgebung sowie die Umsetzung im Feld zu beurteilen. Reflexion stellt eine komplexe Kompetenz als Teil der Profession angehender Lehrkräfte dar (vgl. Wyss 2013). In die

Reflexion werden die gewonnenen Diagnosedaten, die Prozessdokumente der Schüler:innen und auch Wissen über Reflexionsmethoden einbezogen (vgl. Komorek et al., im Druck). Zudem reflektieren die Studierenden ihre eigene Rolle für den Lernprozess der Schüler:innen. Aus den Reflexionsergebnissen entstehen Ableitungen, wie die Sachstruktur und die didaktische Strukturierung des Lernangebots zu überarbeiten sind.

### *Schritt 7: Adaptionenzyklus umsetzen*

Nun besteht die Aufgabe darin, diese didaktische Strukturierung zu überarbeiten. So kann zum Beispiel an den Stationen der Zaubershow zu wenig verdeutlicht worden sein, dass die physikalischen Experimente nicht den Zaubertrick an sich darstellen sollen, sondern die physikalischen Erklärungen für den Trick. Der adaptive Gedanke der Didaktischen Rekonstruktion bringt die Studierenden dazu, ihre bisherigen Schritte zu überdenken. Sie re-analysieren die Sachstruktur und verändern ihr Sachstrukturdiagramm; sie re-strukturieren die Lernumgebung. Wie die Änderungen im Detail vorzunehmen sind, ist nicht determiniert, sondern lässt erneut große Freiheiten. Das überarbeitete Lernangebot wird erneut erprobt. Im Modul Experimentalpraktikum mit Berufsbezug wird zwei Wochen später eine parallele Schulklasse zum gleichen Thema in das Schülerlabor eingeladen. Bis dahin haben die Studierenden ihre Reflexionen und Überarbeitungen durchgeführt, sodass sie ihre veränderte Hypothese (die re-strukturierte Lernumgebung) empirisch prüfen können.

### *Fazit*

Die Studierenden kommen aufgrund der vielschichtigen und aufeinander bezogenen Schritte der Didaktischen Rekonstruktion oft an ihre Grenzen. Denn es stellen sich vielfältige Anforderungen, die wechselseitig miteinander verknüpft sind; es sind begründete Entscheidungen notwendig und es wird ein hoher Grad an Reflexivität abverlangt. Dennoch sind die studentischen Rückmeldungen hinsichtlich der ‚Sinnhaftigkeit‘ des Vorgehens weitgehend positiv. Die Didaktische Rekonstruktion stellt sich den Studierenden als ein Abbild der Komplexität ihres späteren Berufs dar und als ein Weg zu ihrer Professionalisierung. Sie unterstützt eine offene und kritische, aber auch zugewandte *Haltung* gegenüber Schüler:innen und gegenüber fachlichen Sachstrukturen.

## 2 Didaktische Rekonstruktion zur Beratung non-formaler Lernorte

Der Einsatz der Didaktischen Rekonstruktion (Duit et al. 2012) zur Beforschung und Weiterentwicklung außerschulischen Lernens war den Zielen des Promotionsprogramms „GINT“ (<https://uol.de/gint>) geschuldet. Das Programm widmete sich aus der Perspektive unterschiedlicher Fachdidaktiken und der Bildungswissenschaft all jenen Gelegenheitsstrukturen für Lernprozesse an außerschulischen Lernorten (Grunert 2011), die auf dem Ansatz des free-choice learning (Falk & Dierking 2002) beruhen. Ziel des Programms war, Potenziale solcher free-choice learning-Orte für das Lehren und Lernen mittels fachdidaktischer Forschung zu erschließen und ggf. zu heben.

### *Didaktische Rekonstruktion für neue Exponate*

Die Physikdidaktik widmete sich hierbei konkret den Nationalparkhäusern im Wattenmeer, um deren Ausstellungen zu beforschen und mit Blick auf physikalische Inhalte weiterzuentwickeln (DBU-gefördert). Letzteres erschien insofern angezeigt, als eine Interviewstudie (Bliesmer 2016; Roskam 2016) mit den Betreibenden zeigte, dass an den bisher eingesetzten Exponaten meist biologische Inhalte vermittelt werden. Physikalische Perspektiven kommen nur am Rande vor. Das Wattenmeer bietet jedoch aufgrund seiner hohen Dynamik nicht nur der belebten, sondern auch der unbelebten Natur einen idealen Kontext, um physikalische Entstehungsmechanismen von Strömungen und Strukturbildungen sinnstiftend zu thematisieren. Umgekehrt tragen diese Mechanismen zum Verständnis der Dynamik im Wattenmeer und dessen Sensibilität gegenüber Veränderungen (z. B. Klimaveränderungen) bei. Durch die Entscheidung, auf die Nationalparkhäuser zu fokussieren, standen wir somit vor der Aufgabe, Exponate zu Strömungen und Strukturbildungen im Kontext des Wattenmeeres fachdidaktisch zu entwickeln. Hierzu bot sich erneut das Modell der Didaktischen Rekonstruktion an.

### *Fachliche Klärung*

Da die Exponate als ‚Phänomen-Generatoren‘ interpretiert werden können, fokussierte die fachliche Klärung sowohl auf Phänomenologie als auch auf physikalische Erklärungsmechanismen von Strömungen und Strukturbildungen. Hierzu war eine fundierte Analyse fachphysikalischer Literatur notwendig. Die Analysen mussten bis zur mathematischen Modellierung vorstoßen, da nur sie in vollständiger Klarheit auf die dem Phänomen inhärenten physi-



kalischen Grundideen (Elementaria gemäß Bleichroth 1991) weisen. Mit Blick auf Strömungen wurden Werke aus der Fluidodynamik (Wilde 1978; Altenbach 2015) und der Nichtgleichgewichtsthermodynamik (Demirel 2014) analysiert. Bezüglich Strukturbildungen wurden Journals (z. B. Anderson 1990; Smyth & Moum 2012; Fagherazzi 2008; Emanuel 2003; DeAngelis, Post & Travis 1986) zu vielgestaltigen Strukturbildungen vergleichend analysiert, um Erklärungsmuster herauszuarbeiten, die auf physikalische Grundideen weisen (vgl. Bliesmer & Komorek 2021, S. 54f.).

Die so herausgearbeiteten Grundideen, verstanden als Essenzen der fachlichen Klärung, sind bei Bliesmer (2020) aufgeführt, wobei zwei zentrale Ideen im Folgenden kurz dargelegt werden.

*Grundidee Nr. 1: Liegen in einem Fluid Konzentrations-, Temperatur oder Impulsdichteunterschiede vor, dann resultieren daraus Ausgleichsprozesse, die sich phänomenologisch in Strömungen manifestieren.*

Die Bilanzgleichungen zur Energie, Masse und Impuls eines Fluids verfügen alle über dieselbe Form. Dies deutet auf ein physikalisches Grundprinzip hin. Als Beispiele diene folgende Energiebilanzgleichung.

$$\rho \cdot c_p \frac{\partial T}{\partial t} = -\rho \cdot c_p \cdot \left( v_x \cdot \frac{\partial T}{\partial x} + v_y \cdot \frac{\partial T}{\partial y} + v_z \cdot \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \lambda \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) + \frac{\text{Enthalpiequelle}}{\text{Volumen} \cdot \text{Zeit}}$$

Die Gleichung sagt aus, dass räumliche Temperaturunterschiede instabil sind und zu einer zeitlichen Veränderung der Temperatur führen, die auf einen Temperatenausgleich gerichtet ist. Analog gilt dies für Impulsdichte- und Konzentrationsunterschiede. Die Ausgleichsprozesse manifestieren sich phänomenologisch in Strömungen.

*Grundidee Nr. 2: Die durch Ausgleichsprozesse bedingte Dynamik führt statistisch auch auf metastabile Zustände, in denen sich positive und negative Rückkopplungsprozesse die Waage halten und die sich phänomenologisch in Strukturbildungen manifestieren.*

Anhand der Rate der ‚Exzessentropieproduktion‘, die als ein Kriterium für stabile und instabile Zustände fungiert, lässt sich begründen, dass nicht nur stabile Zustände im Sinne des thermodynamischen Gleichgewichts existieren, sondern auch metastabile Zustände fernab vom thermodynamischen Gleich-

gewicht. Die metastabilen Zustände manifestieren sich phänomenologisch in Strukturbildungen.

$$\text{instabil: } \frac{d(\delta^2 S)}{dt} < 0$$

$$\text{stabil: } \frac{d(\delta^2 S)}{dt} > 0$$

In solchen metastabilen Zuständen halten sich Prozesse positiver und negativer Rückkopplung die Waage. Die jeweiligen Prozesse lassen sich für konkrete Strukturbildungsphänomene konkret benennen.

### *Erfassung von Lernendenperspektiven*

Da an den Exponaten ein phänomenorientierter Ansatz verfolgt wurde, musste zum einen empirisch untersucht werden, welche Vorstellungen Laien vom Umfang des Phänomens haben, also welche kritischen Merkmale (Edelmann & Wittmann 2012) sie mit den Phänomenen assoziieren. Und es musste beforscht werden, welche Vorstellungen (Duit 2007) Laien bei ihrem Versuch zeigen, die Phänomene (hier: Strömungen und Strukturbildungen) zu entschlüsseln.

F1) Welche Merkmale assoziieren Laien mit den Phänomenen?

F2) Welche Ideen nutzen sie zur Entschlüsselung der Phänomene?

Zur Beantwortung dieser Forschungsfragen wurden problemzentrierte, leitfadengestützte Interviews (Witzel 1985) geführt. Bzgl. Forschungsfrage F1 wurde mit Bildern von Strukturbildungen und Strömungen gearbeitet und auch solchen, die aus unserer Sicht keine der beiden Phänomene zeigen. Die Befragten sollten die Bilder sortieren und begründen, was gegeben sein muss, damit man von einer Strömung bzw. Strukturbildung sprechen kann. Bzgl. Forschungsfrage F2 wurden zwei Exponat-Prototypen gebaut. Eines ermöglicht die Erzeugung einer Strömung durch Temperaturdifferenz. Mit dem anderen Prototyp lässt sich eine Rippelstruktur erzeugen. Entlang des POE-Ansatzes (Prediction, Observation, Explanation; White & Gunstone 1992; Liew & Treagust 1998) wurden die Versuche durchgeführt und diskutiert, um die Ideen der Befragten zu den Entstehungsmechanismen der Phänomene zu erfassen.

Die Interviewdaten, die mit einer kategoriengenerierenden qualitativen Inhaltsanalyse (Kuckartz 2018) ausgewertet wurden, zeigten interessante Laienperspektiven auf die Phänomenbereiche. Es zeigte sich bspw., dass die Befragten Strömungen mit Gefahr, Kollektivität und Unkontrollierbarkeit assoziieren.

Strukturbildungen wurden widersprüchlich sowohl mit Merkmalen wie Regelmäßigkeit als auch Unregelmäßigkeit charakterisiert. Während ihre Ideen von den Entstehungsmechanismen von Strömungen noch recht nah an der Fachperspektive liegen, ist dies bei Strukturen nicht der Fall. Die Lernenden haben große Schwierigkeit damit, dass sich Strukturen selbstorganisiert bilden können, also ohne äußeren steuernden Einfluss. Für eine Auflistung der erfassten Perspektiven siehe Bliesmer (2020).

### *Didaktische Strukturierung*

Die konstruktive Aufgabe, physikorientierte Exponate für das Ausstellungshaus zu entwickeln, fußt auf dem systematischen Vergleich zwischen zwei Feldern: Zum einen auf den durch die fachliche Klärung herausgearbeiteten Merkmalen und physikalischen Grundideen der Phänomene; und zum anderen auf den Perspektiven der Laien auf Merkmale und Entstehungsmechanismen. Jede Laienperspektive wurde dahingehend geprüft, inwiefern eine Nähe bzw. Ferne zu der fachlichen Perspektiven zu erkennen war. Auf der Grundlage dieses systematischen Vergleichs können im Normalfall konkrete didaktische Strukturierungen (hier: Strömungs- und Strukturbildungsexponate) entwickelt werden. Doch aufgrund der Besonderheit des außerschulischen Lernorts musste anders vorgegangen werden, weil die didaktische Strukturierung eine andere Funktion hatte.

### *Besonderheiten an einem Ausstellungshaus: Die Szenografie*

Bei der Entwicklung neuer Exponate wird sehr viel Wert auf die Robustheit (lange Haltbarkeit) sowie auf das Design (ästhetisch ansprechende Gestaltung) gelegt. Dafür sind Fachdidaktiker:innen zunächst keine Expert:innen. Robuste und ansprechende Exponate zu designen, ist das Spezialgebiet von Szenograf:innen der Ausstellungsagenturen. Sie werden von den Ausstellungshäusern engagiert, entwerfen Gestaltungspläne für Exponate und beauftragen Werkstätten mit der Fertigung. Allerdings verfügen sie nur über geringe fachdidaktische Kompetenzen; vertiefte Überlegungen zu Lernprozessen bei der Planung von Exponaten kommen bei ihnen daher i. d. R. nicht vor. Insofern ist fachdidaktische Beteiligung an der Strukturierung sinnvoll. Sich als Fachdidaktiker:in für die Entwicklung neuer Exponate zu engagieren, bedeutet deshalb stets, sich in einem Kooperations-Dreieck mit der Hausleitung und Ausstellungsagenturen wiederzufinden. Nur alle drei Player zusammen

verfügen im Sinne einer Symbiotischen Implementationsstrategie (Gräsel & Parchmann 2004) über Kompetenzen, Exponate nach den üblichen Qualitätskriterien (Ästhetik, Langlebigkeit) und nach den fachdidaktischen Qualitätskriterien (Lernprozessorientierung, Berücksichtigung von Laienperspektiven) zu planen und zu fertigen.

### *Die didaktische Strukturierung als Kooperationsaufgabe*

Da die Ausgestaltung der Exponate eine gemeinsame Leistung von Fachdidaktik, Hausleitung und Ausstellungsagentur ist, wird die tatsächliche didaktische Strukturierung von der Hausleitung und den Agenturen mitgestaltet, sodass Ästhetik, Langlebigkeit und geplante Lernprozesse Hand in Hand gehen. Natürlich bedarf es für den fachdidaktischen Anteil der Kooperation der vorbereitenden fachlichen Klärung und einer Erfassung von Laienperspektiven. Die ersten zwei Aufgabenbereiche in der Didaktischen Rekonstruktion sind also im Vorfeld von der Fachdidaktik allein zu leisten. Die didaktische Strukturierung kann von der Fachdidaktik insofern angebahnt werden, als Bausteine/Optionen für mögliche didaktische Strukturierungen entwickelt werden. Mit diesen geht man dann in die Kooperation mit der Hausleitung und den Agenturen, um fachdidaktische Beratung hinsichtlich der Ausgestaltung von Exponaten zu betreiben.

Die Didaktische Rekonstruktion ist somit ein ideales Beratungsinstrument für non-formale Lernorte. Sie vermittelt sehr präzise und strukturiert den fachdidaktischen ‚Spirit‘, wonach die fachliche Sicht und die Lernendensicht gleichermaßen relevant sind; und sie verdeutlicht das Ringen um didaktische Strukturierungen, die im Idealfall gleichermaßen fach- und adressatengerecht sind. Da es sich bei den Hausleitungen und den Agenturen i. d. R. um fachdidaktische Noviz:innen handelt, ist auch die Didaktische Rekonstruktion selbst wesentlicher Diskussionsinhalt mit den Kooperationspartner:innen. Denn gegenüber beiden Playern betreiben wir *fachdidaktische Wissenschaftskommunikation*, die ihren Ausdruck in der Thematisierung von Zielen und Verfahrensweisen des Modells der Didaktischen Rekonstruktion findet. Aus der Zusammenarbeit mit einer Agentur und einer Hausleitung ist in Wilhelms- haben ein Ausstellungsbereich zum Thema Gezeiten, eine besondere Art der Strömung, entstanden.

### *Weiterführende Projekte*

Die Didaktische Rekonstruktion hat sich als machtvoll Instrument für die fachdidaktische Beratung von non-formalen Lernorten erwiesen, sowohl hinsichtlich der stärkeren Lernprozessorientierung an dortigen Lehr-Lern-Situationen als auch zur Verdeutlichung fachdidaktischer Denk- und Arbeitsweisen gegenüber Hausleitungen und Agenturen im Sinne einer fachdidaktischen Wissenschaftskommunikation. Dass die beschriebene Zusammenarbeit mit der Agentur ein Erfolg war, an den angeknüpft werden kann, zeigen zwei neue Projekte, die daraus hervorgegangen sind:

- Nach demselben Kooperationsmuster kooperieren wir z. Z. mit einem Science-Center in Süddeutschland, das eine aus vielen Exponaten bestehende Ausstellung zu Naturphänomenen entwickelt.
- Eine Ausstellungsagentur hat aufgrund der Bekanntheit des Projektes in Wilhelmshaven Kontakt mit uns aufgenommen, um gemeinsam ein Ausstellungskonzept für die Neugestaltung eines Wissenschafts- und Technikmuseums in Mitteldeutschland zu entwickeln.

Hier stellt sich also in Form der non-formalen Lernorte (Ausstellungshäuser) ein interessantes fachdidaktisches Forschungs- und Entwicklungsfeld dar, das in kooperativer Weise mit Ausstellungsagenturen auf Basis der Didaktischen Rekonstruktion bestellt werden kann.

### **3 Beantwortung der Leitfragen**

Im Folgenden werden die Erfahrungen aus den beiden geschilderten Einsatzgebieten der Didaktischen Rekonstruktion mit Blick auf zwei Leitfragen reflektiert.

*Leitfrage I: Wie ist die Aufgabe der didaktischen Strukturierung im Projekt umgesetzt worden? Welche Leitlinien/Verfahrensweisen für die Modellkomponente ‚Didaktische Strukturierung‘ können abgeleitet werden?*

Für eine systematische didaktische Strukturierung ist in beiden Einsatzbeispielen wichtig, dass je zwei Aussagen-Sets vorliegen: ein Aussagen-Set, das die fachliche Sicht repräsentiert und ein Aussagen-Set, das für die Lernendenperspektive steht. Da zur fachlichen Klärung das Konzept der Elementarisierung (Bleichroth 1991) eingesetzt wird, resultieren als Ergebnis der Klärung fachliche Aussagen, die physikalische Grundideen repräsentieren;

Beispiel: „Strömungen entstehen durch Temperaturunterschiede und bewirken, dass die Temperaturunterschiede verringert werden“. Im Hinblick auf die Erfassung von Lernendenperspektiven werden Schülervorstellungen aus der Literatur (z. B. aus Schecker, Wilhelm, Hopf & Duit 2018) oder aus eigenen empirischen Untersuchungen herangezogen. Auch hier handelt es sich um Aussagen; Beispiel: „Kälteenergie und Wärmeenergie treffen aufeinander und erzeugen eine Strömung“. Im Zuge der didaktischen Strukturierung werden beide Aussagen-Sets systematisch miteinander verglichen und in drei Kategorien einsortiert: (1) Aussagen, die in Einklang sind, (2) Aussagen, die leicht voneinander abweichen und (3) Aussagen, die konfliktieren.

Die Sortierung ist insofern wichtig, als sie die Basis für die didaktische Strukturierung bildet; denn sie stellt sicher, dass die fachliche Sicht und die Lernendensicht gleichermaßen berücksichtigt werden. Sodann wird die didaktische Strukturierung auf Grundlage des beschriebenen Vergleichs an den Kognitionen ausgerichtet, die bei Lernenden in einer Lehr-Lern-Situation angeregt werden sollen. Das heißt, es wird bspw. entschieden, was die Lernenden wahrnehmen, welche Begriffe sie bilden, was aus sie aus Experimenten schließen oder welche Probleme sie lösen sollen. Davon ausgehend werden die Handlungen der Schülerinnen, die wahrscheinlich die angezielten Kognitionen anstoßen, geplant. Zu entscheiden ist schließlich, welche Aufgaben die Schüler:innen bearbeiten, welche Experimente sie durchführen und welche Materialien sie nutzen sollen. Diese Herangehensweise, die didaktische Strukturierung von den angezielten Kognitionen her zu denken, und jene wiederum mit dem Vergleich von fachlicher Sicht und Lernendensicht zu begründen, wird als Rückwärtsplanung (Richter & Komorek, 2017) bezeichnet. Hierbei handelt es sich um eine grundlegende Verfahrensweise für die didaktische Strukturierung.

*Leitfrage II: Welchen Bedarf an Anpassung, Öffnung, Weiterentwicklung des MDR insgesamt hat das Projekt aufgezeigt?*

An dieser Stelle sollen zwei Herausforderungen beschrieben werden, die während der zwei Einsatzbeispiele durch eine Anpassung unseres Vorgehens im Modell der Didaktischen Rekonstruktion berücksichtigt wurden.

*Herausforderung: Phänomenologie*

In den beschriebenen Einsatzbeispielen wurde das Modell zur Aufbereitung physikalischer Inhaltsbereiche herangezogen, die meist mit der Thematisierung von Naturphänomenen einhergehen. Hierbei ist eine besondere Herausforderung deutlich geworden: Der Umfang eines Phänomens, also welche Merkmale und Teilphänomene ein Phänomen charakterisieren, ist aus Lernendensicht nicht einheitlich und auch aus fachlicher Sicht in einem gewissen Rahmen definierbar. So kann das Phänomen „Regenbogen“ bspw. bei Laien nur mit dem Hauptregenbogen verknüpft sein oder auch weitere Teilphänomene wie den Nebenregenbogen oder ‚Alexanders Dunkles Band‘ umfassen. Je nach Umfang des Phänomens sind weniger oder mehr fachliche Erklärungswerkzeuge notwendig, um das Phänomen samt seiner (wahrgenommenen) Teilphänomene zu entschlüsseln. Das heißt, der Umfang des Phänomens beeinflusst die Didaktische Rekonstruktion insofern, als er einen Einfluss auf die fachliche Klärung und auf die Erfassung von Lernendenperspektiven hat. Demzufolge ist es im Sinne einer Anpassung des Modells notwendig, sich bei der Didaktischen Rekonstruktion von Phänomenen auch mit der Phänomenologie auseinanderzusetzen. Und zwar sowohl aus fachlicher Sicht als auch aus Lernendensicht. Nur so lassen sich fachliche Klärungen ausrichten und didaktische Strukturierungen für Lehr-Lern-Situationen zum Phänomen so entwickeln, dass sie nicht an den Perspektiven und Erklärungsbedarfen der Lernenden vorbeigehen.

*Herausforderung: Perspektiven von Noviz:innen berücksichtigen*

Beim Einsatz der Didaktischen Rekonstruktion hat sich gezeigt, dass die didaktische Strukturierung nicht nur von unseren eigenen Logiken, Zielen und Erwartungen bestimmt wird, sondern auch Perspektiven von Personen einfließen, mit denen wir zusammenarbeiten (z. B. Studierende, Lernortbetreibende etc.). Denn diese verbinden mit Lehr-Lern-Situationen oftmals andere Ziele als Fachdidaktiker:innen, die etwa im Kontext der Lehrkräfteprofessionalisierung sozialisiert wurden. Werden auch die Logiken, Erwartungen und Ziele unserer Kooperationspartner:innen mit berücksichtigt und wertgeschätzt, steigt die Wahrscheinlichkeit, dass die gemeinsam entwickelten Lehr-Lern-Situationen eine positive Resonanz aller erfahren, die an der Entwicklung beteiligt sind, und dann auch tatsächlich wie geplant durchgeführt werden.

Es hat sich in diesem Sinne als wirksam erwiesen, den Vergleich zwischen der fachlichen Sicht und der Lernendensicht schon im Vorfeld vorzunehmen und mögliche Optionen für die didaktische Strukturierung zu skizzieren. Dies kann durch die Studierenden im Falle des Einsatzes in der Hochschullehre geschehen oder durch Fachdidaktiker:innen im Falle des Einsatzes an einem außerschulischen Lernort. Danach gilt es, das Gespräch mit allen Beteiligten zu suchen. Wir kommen also mit Studierenden bzw. mit Lernortbetreibenden zusammen, um gemeinsam zu diskutieren und zu eruieren, wie eine didaktische Strukturierung für die konkret zu entwickelnde Lehr-Lern-Situation ausgestaltet werden könnte. Dabei fließen die Bedürfnisse, Qualitätsmaßstäbe etc. aller Beteiligten ein. Hierbei findet zudem ein Prozess der fachdidaktischen Professionalisierung statt, weil Lehr-Lern-Situationen (auch) auf der Grundlage fachdidaktischer Forschungserkenntnisse geplant werden, die es zu kommunizieren gilt.

Das heißt also, beim Einbezug von Kooperationspartner:innen ist die Öffnung des Modells in der Komponente der didaktischen Strukturierung notwendig und gewinnbringend. Eine Formulierung von Leitlinien aus fachdidaktischer Sicht würde hier schon zu weit führen; vielmehr wird zunächst nur der Vergleich zwischen fachlicher Sicht und Lernendensicht vorgenommen, um dann gemeinsam mit den Partner:innen zu diskutieren, wie auf Basis des Vergleichs zu empirisch begründeten Lehr-Lern-Situationen gelangt werden kann. Das Modell ist für diese Zusammenarbeit exzellent geeignet, weil es eine gute Balance zwischen klarer Strukturierung und Spielräumen für verschiedenartige didaktische Strukturierungen (vgl. Kircher 2015, S. 109) bietet.

## Literatur

- Altenbach, H. (2015). *Kontinuumsmechanik. Einführung in die material-unabhängigen und materialabhängigen Gleichungen*. Springer Vieweg.
- Anderson, R. S. (1990). Eolian ripples as examples of self-organization in geomorphological systems. *Earth-Science Reviews*, 29(1-4), 77–96.
- Bleichroth, W. (1991). Elementarisierung, das Kernstück der Unterrichtsvorbereitung. *Naturwissenschaft im Unterricht. Physik*, 2(6), 4–11.
- Bliesmer, K. (2016). *Fachdidaktische Analyse von Bildungsangeboten norddeutscher Meeresforschungsinstitute*. Masterarbeit: Universität Oldenburg.



- Bliesmer, K. (2020). *Physik der Küste für außerschulische Lernorte. Eine Didaktische Rekonstruktion* (= Studien zum Physik- und Chemielernen, Bd. 306). Logos.
- Bliesmer, K. & Komorek, M. (2021). Physikalische Dynamik der Küste für außerschulische Lernorte didaktisch rekonstruieren. *HLZ – Herausforderung Lehrer\*innenbildung – Zeitschrift zur Konzeption, Gestaltung und Diskussion*, 4(2), 51–66.
- DeAngelis, D., Post, W. M. & Travis, C. C. (1986). *Positive Feedback in Natural Systems*. Springer.
- Demirel, Y. (2014). *Nonequilibrium Thermodynamics. Transport and Rate Processes in Physical, Chemical and Biological Systems*. Elsevier.
- Duit, R. (2007). Alltagsvorstellungen und Physik lernen. In E. Kircher, R. Girwidz & P. Häußler (Hrsg.), *Physikdidaktik. Theorie und Praxis* (S. 581–606). Springer.
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M. & Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction – a Framework for improving Teaching and learning Science. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *Science Education Research and Practice in Europe* (pp. 13–37). Sense Publishers.
- Edelmann, W. & Wittmann, S. (2012). *Lernpsychologie*. Beltz.
- Emanuel, K. (2003). Tropical Cyclones. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 31, 75–104.
- Fagherazzi, S. (2008). Self-organization of tidal deltas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(48), 18692–18695.
- Falk, J. H. & Dierking, L. D. (2002). *Lessons Without Limit. How Free Choice Learning is Transforming Education*. Altamira Press.
- Fichten, W. (2012). *Über die Umsetzung und Gestaltung Forschenden Lernens im Lehramtsstudium*. Verschriftlichung des Vortrags „Modelle Forschenden Lernens“ in der Bielefeld School of Education 2012. DiZ.
- Gräsel, C. & Parchmann, I. (2004). Implementationsforschung – oder: der steinige Weg, Unterricht zu verändern. *Unterrichtswissenschaft*, 32(3), 196–214.

- Grunert, C. (2011). Außerschulische Bildung. In H. Reinders, H. Ditton, C. Gräselm & B. Gniewosz (Hrsg.), *Empirische Bildungsforschung. Gegenstandsbereiche* (S. 137–148). Springer VS.
- Huber, L. (2003). Forschendes Lernen in deutschen Hochschulen. Zum Stand der Diskussion. In A. Obolenski (Ed.), *Forschendes Lernen: Theorie und Praxis einer professionellen LehrerInnenausbildung* (pp. 15–36). Julius Klinkhardt.
- Liew, C.-W. & Treagust, D. F. (1998). *The Effectiveness of Predict-Observe-Explain Tasks in Diagnosing Students' Understanding of Science and in Identifying Their Levels of Achievement*. Meeting of the American Educational Research Association, San Diego, CA: 13.–17. April 1998. Online verfügbar unter: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED420715.pdf> [Zugriff: 11.11.2022].
- Kircher, E. (2015). Elementarisierung und didaktische Rekonstruktion. In E. Kircher, R. Girwitz & P. Häussler (Hrsg.), *Physikdidaktik. Theorie und Praxis* (S. 107–140). Springer.
- Komorek, M. (2020). Forschendes Lernen für außerschulische Lernprozesse. *SEMINAR – Lehrerbildung und Schule*, 26(3), 133–147.
- Komorek, M., Bliesmer, K., Richter, C. & Sajons, C. (im Druck). Modell adaptiv-zyklischen Forschenden Lernens für die Professionalisierung angehender Physiklehrkräfte. In H. Rautenstrauch (Hrsg.): *Forschendes Lernen in der Universität – Ein fach- und fachrichtungsbezogener Blick auf die Lehrkräftebildung*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Komorek, M., Fischer, A. & Moschner, B. (2013). Fachdidaktische Strukturierung als Grundlage für Unterrichtsdesigns. In M. Komorek & S. Prediger (Eds.), *Der lange Weg zum Unterrichtsdesign – Zur Begründung und Umsetzung fachdidaktischer Forschungs- und Entwicklungsprogramme* (pp. 43–62). Waxmann.
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. Beltz Juventa.
- Richter, C. & Komorek, M. (2017): Backbone. Rückgrat bewahren beim Planen. In S. Wernke & K. Zierer (Hrsg.), *Die Unterrichtsplanung. Ein in Vergessenheit geratener Kompetenzbereich?!* (pp. 91–103). Julius Klinkhardt.

- Roskam, A. (2016). *Fachdidaktische Analyse außerschulischer Repräsentationen der (geo-) physikalischen Dynamik im Wattenmeer und an der Küste*. Masterarbeit: Universität Oldenburg.
- Roters, B., Schneider, R., Koch-Priewe, B., Thiele, J. & Wildt, J. (Hrsg.) (2009). *Forschendes Lernen im Lehramtsstudium*. Julius Klinkhardt.
- Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M. & Duit, R. (Hrsg.) (2018). *Schülervorstellungen und Physikunterricht – Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis*. Springer.
- Selter, C., Michaelis, J., Lengnink, K., Knipping, C., Höhle, C. & Hußmann, S. (Hrsg.) (2017). *Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen: Theorien, Konzepte und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung*. Waxmann.
- Smoor, S. & Komorek, M. (2019). Zyklisches Forschendes Lernen im Oldenburger Studienmodul „Physikdidaktische Forschung für die Praxis“. In B. Priemer & J. Roth (Eds.), *Lehr-Lern-Labore – Konzepte und deren Wirksamkeit in der MINT-Lehrpersonenbildung* (pp. 263–281). Springer.
- Smyth, W. D. & Moum, J. N. (2012). Ocean Mixing by Kelvin-Helmholtz Instability. *Oceanography*, 25(2), 140–149.
- White, R. & Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*. Routledge.
- Wilde, K. (1978). *Wärme- und Stoffübergang in Strömungen*. Steinkopff.
- Witzel, A. (1985). Das problemzentrierte Interview. In G. Jüttemann (Hrsg.), *Qualitative Forschung in der Psychologie* (S. 227–255). Beltz.
- Wyss, C. (2013). *Unterricht und Reflexion. Eine mehrperspektivische Untersuchung der Unterrichts- und Reflexionskompetenz von Lehrkräften*. Waxmann.

Jennifer Bloise

## **Das gesellschaftliche Verhältnis zu „Tieren“<sup>1</sup> rekonstruieren? – Eine Politikdidaktische Rekonstruktion des Mensch-Tier-Verhältnisses**

### **Abstract**

*Das Mensch-Tier-Verhältnis ist seit jeher von Ambivalenz und Machtverhältnissen geprägt: Nichtmenschliche Tiere werden der Spezies Mensch untergeordnet, abgewertet, funktional in Haustiere oder Nutztiere kategorisiert und ökonomisch genutzt. Normalisierte Denkmuster, welche ihre Ausbeutung legitimieren, sind tief in alltäglichen Strukturen verankert. Sie werden im gesellschaftlichen Diskurs jedoch kaum reflektiert; dabei ist das Verhältnis zu „Tieren“ mit gesellschaftlich relevanten Problemfeldern verwoben. Deshalb wird hier das gesellschaftliche Mensch-Tier-Verhältnis urteilssensibel und lebensweltlich konturiert, indem Alltagsvorstellungen von Schüler/innen erhoben und im Sinne des Forschungsrahmens der Politikdidaktischen Rekonstruktion für fruchtbares Lernen nutzbar gemacht werden. – Ziel dieses Beitrags ist es aufzuzeigen, warum die Didaktische Rekonstruktion des Mensch-Tier-Verhältnisses lohnenswert ist und für die politische Bildung Relevanz besitzt. Der Beitrag gibt zunächst einen Einblick in die politikdidaktische Modifikation des Modells der Didaktischen Rekonstruktion, erarbeitet das Politische am Untersuchungsgegenstand des Mensch-Tier-Verhältnisses und formuliert erste Überlegungen zur didaktischen Strukturierung sowie zu eigenen Charakteristika des sich im Forschungsprozess befindenden Dissertationsprojekts.*

## 1 Die Politikdidaktische Rekonstruktion

### *Die Didaktische Rekonstruktion von (alltags-)politischen Phänomenen*

In den Didaktiken der Sozial- und Politikwissenschaften hat sich seit einiger Zeit eine qualitative Forschungspraxis etabliert, an die sich auch dieses Dissertationsvorhaben anreihet. Sind die Erforschung und Untersuchung von Alltagsvorstellungen zwar immer noch im naturwissenschaftlichen Kontext verbreiteter, werden immer mehr Vorstellungen auch zu gesellschaftlichen und politischen Phänomenen erforscht: Bereits viele politikdidaktische Untersuchungen zu Alltagsvorstellungen über gesellschaftliche Phänomene haben sich an das interdisziplinär etablierte Modell der Didaktischen Rekonstruktion (vgl. Kattmann et al., 1997) angelehnt (z. B. Klee 2008; Bloemen 2009; Lutter 2011; Fischer 2013; Heldt 2018; Vajen et al. 2021). Bisher handelt es sich bei untersuchten Gegenständen im Rahmen der sog. Politikdidaktischen Rekonstruktion (vgl. Lange 2007a) – als ein auf die Belange der politischen Bildung angepasstes und erweitertes Forschungsmodell – um naheliegende Themen der Politikwissenschaft und der Politikdidaktik wie Demokratie, Bürgerbewusstsein, Menschenrechte oder Migration. Themen, die erst durch ein weites<sup>2</sup> Politikverständnis zum Gegenstand politischer Bildung werden, sind bislang eher unberücksichtigt. Phänomene wie das (politische) Verhältnis von Gesellschaft und „Tieren“, aber auch der Klimawandel und Naturschutz sind im Forschungsrahmen der Politikdidaktischen Rekonstruktion noch nicht untersucht worden. Mit dem Ziel, das Mensch-Tier-Verhältnis politikdidaktisch zu rekonstruieren, reiht sich das hier vorgestellte Vorhaben an diese noch nicht mit dem Modell der Politikdidaktischen Rekonstruktion untersuchten Gegenstände an.

### *Das (angepasste) Modell der Politikdidaktischen Rekonstruktion*

Im Kontext der politischen Bildung wurde das Forschungsmodell der Didaktischen Rekonstruktion auf ihre Belange angepasst und das fachdidaktische Triplet von Kattmann und Kollegen (vgl. 1997) um eine weitere Teilaufgabe ergänzt (vgl. Lange 2007a). Im „politikdidaktische[n] Quartett“, wie Lange (2007a, S. 61) es nennt, ist das Beziehungsgefüge aus fachlicher Klärung, Erhebung von Alltagsvorstellungen und didaktischer Strukturierung um die Teilaufgabe der Zielklärung erweitert worden. Innerhalb dieser Untersuchungsaufgabe soll das zentrale Thema auf die Ziele der politischen Bildung – der gesellschaftlich-politischen Mündigkeit – begründet werden (vgl. Lange

2007a). Es wird der Beitrag herausgearbeitet, den die Rekonstruktion des Untersuchungsgegenstands „zu einer demokratischen Bürgerschaftsbildung“ (Lange 2007a, S. 63) liefert. Die Notwendigkeit der Erweiterung des Forschungsrahmens wird darin gesehen, dass die Gegenstände politischer Bildung eine stärker ausgeprägte normative Dimension innehaben als naturwissenschaftliche Inhalte (vgl. Vajen et al. 2021, S. 113).

Lange (vgl. 2007a, S. 61) setzt die Untersuchungsaufgaben der didaktischen Rekonstruktion so in Beziehung, dass die Zielklärung an die ursprüngliche Stelle der didaktischen Strukturierung rückt. Damit erscheint die Zielklärung als diejenige Untersuchungsaufgabe, die im Zusammendenken der anderen Aufgaben entsteht. Wenn es jedoch gilt, einen Untersuchungsgegenstand didaktisch zu rekonstruieren, kann die Zielklärung meines Erachtens nicht „am Ende“ stehen, sondern die didaktische Strukturierung. Deshalb schlage ich an dieser Stelle vor, das politikdidaktische Quartett nach Lange dahingehend zu verändern, dass die didaktische Strukturierung wieder ihren ursprünglichen Stellenwert zurückerlangt. Dadurch verschiebt sich die Zielklärung und wird zur Untersuchungsaufgabe, die quer zu den anderen liegt, aber nicht das Ziel der didaktischen Rekonstruktion darstellt (siehe Abb. 1).

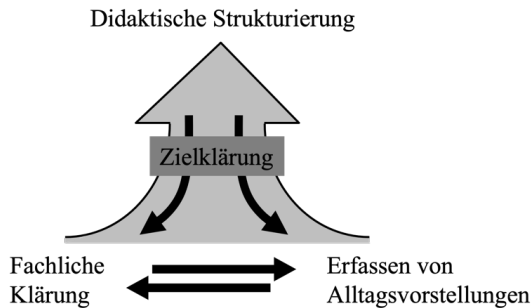


Abb. 1 Modifiziertes politikdidaktisches Quartett (modifiziert nach Lange 2007a, S. 61, verändert)

## 2 Das Politische am Mensch-Tier-Verhältnis und die Relevanz der Rekonstruktion von Vorstellungen zu diesem Verhältnis

### *Das Verhältnis zu anderen Tieren im Anthropozän*

Das heutige Zeitalter des Anthropozäns zeichnet sich durch den Einfluss der Spezies Mensch auf die globalen Ökosysteme aus. Noch nie haben Menschen so stark wie jetzt ihre Umwelt verändert und geprägt (vgl. Crutzen 2002; vgl. Niebert 2019, S. 73ff.). Die Menschen sind Ausgangs- und Mittelpunkt gesellschaftlicher, politischer, ökonomischer und ökologischer Geschehnisse; sie konstruieren Strukturen und Verhältnisse und verändern sie immer wieder aufs Neue. Die menschlichen Eingriffe in die Natur haben seit der Industrialisierung ein derartiges Ausmaß erreicht, dass sie dem Status eines neuen geologischen Zeitalters gerecht werden; dabei stellt der Begriff „Anthropozän“ selbst schon eine Reflexion der gegenwärtigen Weltverhältnisse dar und beleuchtet das Verhältnis von Menschen, Natur, „Tieren“ und Technik (vgl. Gebhardt 2016, S. 29, 38). Wie das Mensch-Natur-Verhältnis zeichnet sich auch das Verhältnis zu anderen Tieren durch Ausbeutung aus. Der Mensch macht sich Natur und nichtmenschliche Tiere zu eigen und grenzt sich von ihnen ab. Stärker als je zuvor ist das Verhältnis zwischen Menschen und anderen Tieren von Machtverhältnissen geprägt, im Rahmen derer „Tiere“ der Spezies Mensch untergeordnet und abgewertet werden (vgl. Chimaira 2011, S. 16ff.; vgl. Kompatscher et al. 2017, S. 31ff.). Der Status quo des asymmetrischen Verhältnisses zwischen Menschen und anderen Tieren – welches sich insbesondere durch Massentierhaltung zeigt und neben ethischen sowie ökologischen auch politische Fragen aufwirft – beruht auf einer anthropozentrischen Sichtweise, die für die westliche Gesellschaft als normal gilt und weitestgehend unreflektiert bleibt (vgl. Kurth 2011, S. 91ff.; vgl. Wild 2019, S. 324).

### *Mensch-Tier-Verhältnis als Untersuchungsgegenstand der Wissenschaft*

Das junge interdisziplinäre Forschungsgebiet „Human-Animal Studies“ hat sich die Aufgabe gestellt, das gesellschaftliche Verhältnis zu nichtmenschlichen Tieren zu untersuchen, es als soziales Konstrukt zu rahmen und aufzudecken. Genuine Herangehensweise der Human-Animal Studies ist „das Erforschen und kritische Hinterfragen unserer Beziehungen mit anderen Tieren, des Zusammenspiels und der Wechselwirkung von Menschen und anderen

Tieren [...] als gesellschaftliche Akteur\_innen und als Individuen“ (Spanning et al. 2015, S. 17). Es geht darum, nicht-menschliche Tiere und ihre Stellung in der Gesellschaft neu zu denken. Diesem Forschungsfeld liegt ein neues Verständnis von „Tieren“ zugrunde: nämlich nicht eines von „Tieren“ als Objekte, sondern eines als eigenständige Individuen mit Subjektcharakter und intrinsischen Werten. Dieses Umdenken wird als „animal turn“ bezeichnet (vgl. Kompatscher et al. 2017, S. 22ff.; vgl. Krebber 2019, S. 311). Mit dieser Erkenntnis geht auch jene einher, „dass die Beziehung der Menschen zu Tieren eng mit dem Verständnis der Welt und der Konstruktion von Identitäten zusammenhängt“ (Kompatscher et al. 2017, S. 19). Damit zeigen die Human-Animal Studies eine Reaktion auf mehrere im Anthropozän zunehmend verankerten Probleme: die Wahrnehmung und Behandlung von nicht-menschlichen Tieren als Objekte, die Entfremdung (oder gar Getrenntheit) von der Natur, sowie das noch verbreitete Unbewusstsein für Umweltprobleme (vgl. Krebber 2019, S. 311).

### *Das Politische am Mensch-Tier-Verhältnis*

Das in den modernen westlich-industrialisierten Gesellschaften verbreitete anthropozentrische Denken (vgl. Mütherich 2005, S. 5), das die Ausbeutung nichtmenschlicher Tiere und damit Strukturen wie die Massentierhaltung legitimiert, ist mit gesellschaftlichen Diskursthemen wie Diskriminierung und Machtverhältnissen verflochten. Das verbreitete reduktionistische Tierbild, das nichtmenschliche Tiere als Objekte ohne moralische Eigenwerte betrachtet, hat zur Folge, dass das Verhältnis zwischen Menschen und anderen Tieren, insbesondere Nutztieren, meist ein gewaltvolles Machtverhältnis ist (vgl. Gamerschlag 2011, S. 166f.). Die Abwertung basiert auf einer sozialkonstruierten Abweichung von der menschlichen Norm (vgl. Kompatscher et al. 2017, S. 31). Aus kritisch-politikdidaktischer Sicht sind die dem Verhältnis zu „Tieren“ zugrundeliegenden Macht- und Herrschaftsverhältnisse von besonderer Bedeutung, da die politische Bildung die Aufdeckung von Machtverhältnissen beabsichtigt (vgl. Meyer-Heidemann 2020, S. 156ff.). Zudem spiegelt sich das Verhältnis in vielen akuten, politisch brisanten Problemfeldern heutiger Zeit. Die Gründe, das gesellschaftliche Verhältnis zu nichtmenschlichen Tieren zu überdenken, sind vielzählig. Das wohl aktuell für die Gesellschaft dringendste Problem liegt in der Verflechtung des Mensch-Tier-Verhältnisses mit dem Klimawandel und sämtlichen Formen der Umweltzerstörung. Daneben ist es auch mit der Frage nach der ethischen



Vertretbarkeit von Tierleid, mit gesundheitlichen Aspekten des Konsums tierlicher Produkte sowie mit Konsequenzen für die (zwischenmenschliche) soziale Gerechtigkeit verwoben (vgl. Ladwig 2019, S.17; vgl. Wild 2019, S. 324). So ist das Mensch-Tier-Verhältnis unumgänglich gesellschaftspolitisch, weil es zutiefst gesellschaftsrelevante Aspekte berührt.

### *Die Relevanz der Politikdidaktischen Rekonstruktion des Mensch-Tier-Verhältnisses*

Die tief in der Gesellschaft verankerten Vorstellungen über andere Tiere sowie über das Verhältnis zu anderen Tieren spiegeln sich in sämtlichen Alltagsbereichen wider – beispielsweise im Gespräch über das Schnitzel zum Mittagessen. Aufgrund der kaum wahrgenommenen gesellschaftspolitischen Brisanz dieses Verhältnisses, ist es notwendig, es kritisch zu beleuchten (vgl. Spannring 2015, S. 34). Das Aufdecken von Vorstellungen in Bezug auf das gesellschaftliche Verhältnis zu anderen Tieren sowie das Hinterfragen dieser erfordert ein neues Problembewusstsein. Denn selbstbestimmtes, mündiges Handeln kann nur gelingen, wenn normalisierte Strukturen und Machtverhältnisse als gesellschaftliche Konstrukte aufgedeckt und kritisch beleuchtet werden (vgl. Meyer-Heidemann 2020, S. 157).

Daher verfolgt dieses Dissertationsvorhaben das Ziel, Alltagsvorstellungen über das gesellschaftliche Verhältnis zu „Tieren“ zu erheben. Die lebensweltlichen Vorstellungen sollen als Ausgangspunkt für Überlegungen zu politischen Lernprozessen dienen. Mit Blick darauf, die Lernenden „ein Stück auf dem Weg von ihren [Alltagsvorstellungen] zu den wissenschaftlichen Vorstellungen voranbringen“ (Kattmann et al. 1997, S. 6), sollen fachliche Sachstrukturen in Bezug auf das gesellschaftliche Verhältnis zu „Tieren“ politikdidaktisch rekonstruiert werden. Das Dissertationsvorhaben verfolgt die konkrete Fragestellung, welche Alltagsvorstellungen Schüler/innen über das Mensch-Tier-Verhältnis und dessen politische Dimension besitzen sowie welche Implikationen sich für die politische Bildung daraus ableiten lassen. Bezüglich der zu erhebenden Alltagsvorstellungen liegt besonderes Erkenntnisinteresse nicht nur in den Tierbildern der Lernenden, sondern auch in den Vorstellungen von den gesellschaftlichen und politischen Verflechtungen des Mensch-Tier-Verhältnisses. Interessant sind in diesem Kontext beispielsweise subjektive Vorstellungen zur Kategorisierung von „Tieren“ oder Vorstellungen vom Verhältnis von Gesellschaft und „Tieren“ – insbesondere mit

Blick auf die dem Verhältnis zugrundeliegenden Machtverhältnisse. Zudem liegt im Forschungsinteresse, ob Schüler/innen beim Mensch-Tier-Verhältnis Parallelen zu anderen Diskriminierungsformen sehen oder inwiefern sie Verflechtungen – beispielsweise mit dem Klimawandel – erkennen.

Im Kontext der Vorstellungsforschung zu tierethischen Aspekten hat Tramowsky (vgl. 2019) im Rahmen einer Interviewstudie – ebenfalls im Forschungsmodell der Didaktischen Rekonstruktion – Vorstellungen von Schüler/innen der Sekundarstufe I zur Tierhaltung und zum Fleischkonsum sowie zur Stellung des Menschen und der Mensch-Tier-Beziehung erhoben. Ihr Schwerpunkt lag dabei auf moralisch-ethischen Vorstellungen (vgl. Tramowsky 2019, S. 131ff., 168ff.). Es gibt also bereits Forschung zu tierethischen Alltagsvorstellungen, die wichtige Erkenntnisse und Hinweise liefern. Sie trifft aber nicht den Kern gesellschaftspolitischer Phänomene, die es aus dem Blickwinkel der politischen Bildung zu fokussieren gilt – nämlich die Frage nach gesellschaftlichen Machtverhältnissen. So kann dieses Dissertationsvorhaben an die aufschlussreiche Forschung zu Vorstellungen von Mensch-Tier-Beziehungen anknüpfen und einen Beitrag leisten, um die Lücke zur Frage des Politischen am Mensch-Tier-Verhältnis aus Sicht der Lernenden zu füllen.

### **3 Das Mensch-Tier-Verhältnis didaktisch strukturieren?**

Da sich das diesem Beitrag zugrundeliegende Dissertationsvorhaben inmitten des Forschungsprozesses befindet, ist die Aufgabe der didaktischen Strukturierung noch nicht abgeschlossen. Sie befindet sich, wie die anderen Aufgaben im Modell der Didaktischen Rekonstruktion, in einem rekursiv-iterativen Prozess und ist inhaltlich von der fachlichen Klärung sowie den Alltagsvorstellungen abhängig (vgl. Kattmann et al. 1997, S. 13; vgl. Kattmann 2007, S. 101).

Bislang wird im Kontext der didaktischen Strukturierung angestrebt, Fach- und Alltagsvorstellungen miteinander zu vergleichen und auf Gemeinsamkeiten und Unterschiede zu untersuchen (vgl. Kattmann et al. 1997, S. 12). Anknüpfend an den Vergleich der beiden Vorstellungswelten sollen zudem Implikationen für die politische Bildung in Form von Leitlinien abgeleitet werden. Mit Blick auf den gesellschafts- und alltagspolitischen Fokus des Dissertationsprojekts und der Rahmung mit der Politikdidaktischen Rekonstruktion prägt auch die normative Zielklärung die didaktische Strukturierung

des Mensch-Tier-Verhältnisses. Diesbezüglich steht die didaktische Strukturierung im besonderen Kontext der Überlegungen zu einer posthumanistischen<sup>3</sup> politischen Bildung. Um Mensch-Tier-Verhältnisse in die Sphäre des Politischen zu rücken und Urteilsfähigkeit in Bezug auf die Tierfrage zu fördern, muss die didaktische Strukturierung zur Aufdeckung der Verwobenheit des Mensch-Tier-Verhältnisses in gesellschaftliche Macht- und Ausbeutungsverhältnisse (vgl. Spannring 2015, S. 46) beitragen. Aus Sicht der politischen Bildung müssen Schüler/innen darin gefördert werden, eigene Urteile zu gesellschaftlichen Phänomenen fällen und selbstbestimmt Entscheidungen treffen zu können. Bei der didaktischen Strukturierung muss also die Frage nach der Förderung von gesellschaftlich-politischer Mündigkeit am Gegenstand des gesellschaftlichen Verhältnisses zu „Tieren“ Beachtung finden.

#### **4 Weiterentwicklung des Modells der didaktischen Rekonstruktion und eigene Charakteristika in der Umsetzung des Modells**

*Leifrage I: Wie ist die Aufgabe der didaktischen Strukturierung im Projekt umgesetzt worden? Welche Leitlinien/Verfahrensweisen für die Modellkomponente ‚Didaktische Strukturierung‘ können abgeleitet werden?*

Mit der Politikdidaktischen Rekonstruktion wird in diesem Dissertationsprojekt bereits eine angepasste Version des ursprünglichen Modells der Didaktischen Rekonstruktion eingesetzt. Mit Blick auf den Stellenwert der Zielklärung weicht hier allerdings das Verständnis von den Beziehungen der Aufgabekomponenten im Modell von dem Verständnis von Lange (vgl. 2007a) ab (siehe Kapitel 1 dieses Beitrags). Fachliche, empirische und normative Untersuchungsaufgabe zusammendenkend soll die didaktische Strukturierung, die sich in dieser Arbeit noch im Prozess befindet, durch einen Vergleich von fachlichen und lebensweltlichen Vorstellungen Gemeinsamkeiten und Verschiedenheiten herausarbeiten (vgl. Kattmann et al. 1997, S. 12f.), die für Implikationen für die politische Bildung fruchtbar gemacht werden können. Hier geht es insbesondere um das Aufdecken von widersprüchlichen und für die gesellschaftlichen Strukturen relevanten Aspekten, die (vielleicht) selbst die politische Bildung bislang nicht wahrgenommen hat. Gesellschaftliche Mündigkeit sowie Reflexions- und Urteilsfähigkeit als Ziele der politischen Bildung mitgedacht, gilt es, bei der politikdidaktischen Strukturierung stets auch das Potential zur Förderung genannter Fähigkeiten herauszuarbeiten. Bei einer explorativen Studie wie dieser, gilt es, zunächst eine Verhältnis-

bestimmung der beteiligten Disziplinen, also hier von politischer Bildung und dem Forschungsbereich der Human-Animal Studies, vorzunehmen und anknüpfend an dem herausgearbeiteten Reflexionspotenzial (bzw. -bedarf) Leitlinien für die politische Bildung zu formulieren.

*Leitfrage II: Welchen Bedarf an Anpassung, Öffnung, Weiterentwicklung des MDR insgesamt hat das Projekt aufgezeigt?*

Da dieses Dissertationsvorhaben mit dem Ziel der politikdidaktischen Rekonstruktion des Mensch-Tier-Verhältnisses noch im Prozess seiner Entwicklung steht, lässt sich die Frage nach einem Bedarf an Anpassung, Öffnung und Weiterentwicklung des Modells der Didaktischen Rekonstruktion noch nicht komplett beantworten. Es lassen sich jedoch Überlegungen und erste Einblicke anführen, die sich im bisherigen Forschungsprozess herauskristallisiert haben. Zunächst soll auf die Bezeichnung für die Vorstellungswelten der Lernenden hingewiesen werden, über welche in den Fachdidaktiken immer noch Unklarheit herrscht. Abgeleitet aus den englischsprachigen Termini „prior conception“ und „prior knowledge“ lassen sich häufig die Bezeichnungen „Schüler/innenvorstellungen“, „Präkonzepten“ oder „vorunterrichtlichen Vorstellungen“ finden. Um Vorstellungen von Lernenden vom unterrichtlichen Geschehen loszulösen, schlägt Heldt (2018) stattdessen die Verwendung der Bezeichnung „Alltagsvorstellungen“ vor. Diese Bezeichnung betont die Bedeutsamkeit des Alltags für die (Re-)Konstruktion von Vorstellungen – im Sinne von Conceptual Reconstruction als Vorstellungserweiterung und -modifizierung und nicht als Konzeptwechsel (vgl. Kattmann 2007, S. 98) – und löst die Vorstellungen der Individuen von Biografien und Altersgrenzen (vgl. Heldt 2018, S. 37f.). Dies scheint auch insofern für die Untersuchungen des hier vorgestellten Dissertationsvorhabens relevant, als sich Strukturen des individuellen und gesellschaftlichen Mensch-Tier-Verhältnisses auch in sämtlichen Alltagsbereichen wiederfinden. Außerdem werden Überlegungen angestrebt, von der Vorgehensweise der fachlichen Klärung, wie sie andere Arbeiten im Bereich der politikdidaktischen Rekonstruktion umsetzen (z. B. Klee 2008; Lutter 2011), abzuweichen. Durch die Beschäftigung mit einschlägiger Literatur aus dem Forschungsbereich der Human-Animal Studies hat sich bisher gezeigt, dass eine Sachstrukturanalyse im Sinne einer umfassenden Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Inhalten (im Diskurs um Mensch-Tier-Verhältnisse) zur Widerspiegelung des wissenschaftlichen Diskurses nützlicher erscheint als eine Fokussierung auf wenige

Quellentexte. Die Literaturlauswahl für die fachliche Klärung ist dennoch so gewählt, „daß bedeutsame historische und gegenwärtig herrschende Anschauungen [...] vertreten sind“ (Kattmann et al. 1997, S. 11). Der aktuelle wissenschaftliche Diskurs um Mensch-Tier-Verhältnisse ist außerdem bereits dahingehend kritisch, da diese Literatur selbst den Status Quo des gesellschaftlichen Verhältnisses zu Tieren in der westlichen Gesellschaft und dessen problematische Konsequenzen und Verflechtungen kritisch hinterfragt. Der wissenschaftliche Korpus in der Disziplin der Human-Animal Studies setzt sich also ohnehin kritisch mit den vorherrschenden Denkmustern der anthropozentrischen Gesellschaft auseinander, welche das aktuelle Mensch-Tier-Verhältnis zu Folge hat und aufrechterhält. Im Sinne der fachlichen Klärung sollen im Anschluss an die Sachstrukturanalyse zum Feld der Mensch-Tier-Verhältnisse durch politikdidaktische Analysen Konzepte der wissenschaftlichen Vorstellungen identifiziert und beschrieben werden. Dieser Schritt ähnelt wieder jenem der „Strukturierung“ in anderen Arbeiten zur politikdidaktischen Rekonstruktion (z. B. Klee 2008; Lutter 2011).

Weitere Charakteristika oder mögliche Anpassungs- und Abweichungstendenzen haben sich bisher nicht herauskristallisiert. Dies bleibt offen zu halten für den weiteren Forschungsprozess.

### Anmerkungen

- 1 Da die Verwendung des Begriffs „Tier“ (oder im Plural „Tiere“) eine Mensch-Tier-Grenze reproduziert, wird der Begriff entweder in Anführungszeichen gesetzt oder es werden stattdessen Formulierungen wie „nichtmenschliche Tiere“ oder „andere Tiere“ verwendet. In Begriffen wie „Mensch-Tier-Verhältnis“ wird zur Einfachheit auf die Anführungszeichen verzichtet.
- 2 Das dieser Arbeit zugrundeliegende Verständnis von Politik ist ein weites Verständnis, welches Alltagshandeln und Konsumententscheidungen in das Spektrum politischen Handelns aufnimmt. Die Sphäre des Politischen geht laut Lange (vgl. 2007b, S. 110) über die politisch-institutionelle Arena hinaus und erstreckt sich über alle gesell. Bereiche.
- 3 Der Posthumanismus lehnt die Abgrenzung des Menschen von den anderen Tieren und der Natur ab und dezentriert die menschliche Spezies. Zu posthumanistischen Überlegungen gehören kritische Auseinandersetzungen mit dem gesellschaftlichen Verhältnis zu Tieren (vgl. Ferrari 2015, S. 295).

## Literatur

- Chimaira – Arbeitskreis für Human-Animal Studies (2011). Eine Einführung in Gesellschaftliche Mensch-Tier Verhältnisse und Human-Animal Studies. In Chimaira – Arbeitskreis für Human-Animal Studies (Hrsg.): *Human-Animal Studies. Über die gesellschaftliche Natur von Mensch-Tier-Verhältnissen* (S. 7–42). transcript.
- Crutzen, P. J. (2002). Geology of mankind. *Nature*, 415, 23.
- Bloemen, A. (2009). *Fachliche Vorstellungen und Schülervorstellungen zum Thema Nachhaltigkeit. Ein Beitrag zur Politikdidaktischen Rekonstruktion*. BIS.
- Ferrari, A. (2015). Posthumanismus. In A. Ferrari & K. Petrus (Hrsg.), *Lexikon der Mensch-Tier-Beziehungen* (S. 294–298). transcript.
- Fischer, S. (2013). *Rechtsextremismus. Was denken Schüler darüber? Untersuchung von Schülervorstellungen als Grundlage einer nachhaltigen Bildung*. Wochenschau.
- Gamerschlag, A. (2011). Intersektionelle Human-Animal Studies. Ein historischer Abriss des Unity-of-Oppression-Gedankens und ein Plädoyer für die intersektionelle Erforschung der Mensch-Tier-Verhältnisse. In Chimaira – Arbeitskreis für Human-Animal Studies (Hrsg.), *Human-Animal Studies. Über die gesellschaftliche Natur von Mensch-Tier-Verhältnissen* (S. 151–189). transcript.
- Gebhardt, H. (2016): Das „Anthropozän“ – zur Konjunktur eines Begriffs. In M. Wink & J. Funke (Hrsg.), *Stabilität im Wandel* (S. 28–42). Heidelberg University Publishing.
- Heldt, I. (2018). *Die subjektive Dimension von Menschenrechten. Zu den Implikationen von Alltagsvorstellungen für die Politische Bildung*. Springer.
- Kattmann, U. (2007). Didaktische Rekonstruktion – eine praktische Theorie. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 93–104). Springer.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Ein Rahmen für naturwissen-

- schaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3–18.
- Klee, A. (2008). *Entzauberung des Politischen Urteils. Eine didaktische Rekonstruktion zum Politikbewusstsein von Politiklehrerinnen und Politiklehrern*. VS.
- Kompatscher, G., Spannring, R. & Schachinger, K. (2017). *Human-Animal Studies*. Waxmann.
- Krebber, A. (2019). Human-Animal Studies. Tiere als Forschungsperspektive. In E. Diehl & J. Tuider (Hrsg.), *Haben Tiere Rechte? Aspekte und Dimensionen der Mensch-Tier-Beziehung* (S. 310–322). bpb.
- Kurth, M. (2011). Von mächtigen Repräsentationen und ungehörten Artikulationen. Die Sprache der Mensch-Tier-Verhältnisse. In Chimaira – Arbeitskreis für Human-Animal Studies (Hrsg.), *Human-Animal Studies. Über die gesellschaftliche Natur von Mensch-Tier-Verhältnissen* (S. 85–120). transcript.
- Ladwig, B. (2019): Rechte für Tiere? In E. Diehl & J. Tuider (Hrsg.), *Haben Tiere Rechte? Aspekte und Dimensionen der Mensch-Tier-Beziehung* (S. 17–21). bpb.
- Lange, D. (2007a): Politikdidaktische Rekonstruktion. In D. Lange & V. Reinhardt (Hrsg.), *Forschung und Bildungsbedingungen* (= Basiswissen Politische Bildung. Handbuch für den sozialwissenschaftlichen Unterricht, Bd. 4) (S. 58–65). Schneider.
- Lange, D. (2007b). Politik im Alltag. In D. Lange & V. Reinhardt (Hrsg.), *Strategien der Politischen Bildung* (= Basiswissen Politische Bildung. Handbuch für den sozialwissenschaftlichen Unterricht, Bd. 2) (S. 108–114). Schneider.
- Lutter, A. (2011). *Integration im Bürgerbewusstsein von SchülerInnen*.
- Meyer-Heidemann, C. (2020). Mündigkeit. In S. Achour, M. Busch, P. Massing & C. Meyer-Heidemann (Hrsg.), *Wörterbuch Politikunterricht* (S. 156–158). Wochenschau.
- Mütherich, B. (2005): *Speziesismus, soziale Hierarchien und Gewalt*. Autonome Tierbefreiungsaktion Hannover.

- Niebert, K. (2019). Leben im Anthropozän, In P. J. Crutzen & M. Müller (Hrsg.), *Das Anthropozän. Schlüsseltexte des Nobelpreisträgers für das neue Erdzeitalter* (S. 73–78). Oekom.
- Spannring, R. (2015). Bildungswissenschaft. Auf dem Weg zu einer post-humanistischen Pädagogik? In R. Spannring, K. Schachinger, G. Kompatscher & A. Boucabeille (Hrsg.), *Disziplinierte Tiere? Perspektiven der Human-Animal Studies für die wissenschaftlichen Disziplinen* (S. 29–52). transcript.
- Spannring, R., Schachinger, K., Kompatscher, G. & Boucabeille, A. (2015). Einleitung. Disziplinierte Tiere? In R. Spannring, K. Schachinger, G. Kompatscher & A. Boucabeille (Hrsg.), *Disziplinierte Tiere? Perspektiven der Human-Animal Studies für die wissenschaftlichen Disziplinen* (S. 13–28). transcript.
- Tramowsky, N. (2019). *Moralvorstellungen zum Umgang mit Tieren. Die Entwicklung didaktisch rekonstruierter Lernangebote unter Anwendung der Metapherntheorie*. Carl-Auer.
- Vajen, B., Kenner, S., Wolf, C. & Lange, D. (2021). Politikdidaktische Rekonstruktion und Bürgerbewusstsein. Eine exemplarische Aufarbeitung demokratiebezogener Vorstellungen. *Herausforderungen Lehrer\*innenbildung*, 4(2), 112–128.
- Wild, M. (2019). Animal Mainstreaming. Motivation und Bedeutung eines neuen Konzepts in der Tierethik. In E. Diehl & J. Tuijer (Hrsg.), *Haben Tiere Rechte? Aspekte und Dimensionen der Mensch-Tier-Beziehung* (S. 323–335). bpb.



Finja Grospietsch

## **Mit Konzeptwechselltexten, -videos und -podcasts das Modell der Didaktischen Rekonstruktion „an die Lehrkraft bringen“**

Ein Mikrofortbildungsbeispiel wirft Fragen zum Thema Transfer zwischen Fachdidaktik und Bildungspraxis auf

### **Abstract**

*Im Beitrag werden Konzeptwechselltexte, -videos und -podcasts als konstruktivistisches Lehr-Lern-Material vorgestellt. Anhand eines Mikrofortbildungsbeispiels wird ausgeführt, wie Lehrkräfte dieses Lehr-Lern-Material didaktisch strukturieren können, und diskutiert, inwiefern eine konkrete Planungs- und Gestaltungshilfe die unterrichtspraktische Nutzung des Modells der Didaktischen Rekonstruktion unterstützen kann. Darüber hinaus wird in einem Erfahrungsbericht der Transfer zwischen Fachdidaktik und Bildungspraxis rund um Schülervorstellungen in den Blick genommen. Im Fokus stehen transferierbares Material, Transferkanäle, Transferforschung und das dahinterstehende Verständnis von Transfer.*

### **1 Einleitung**

Die deutsche Naturwissenschaftsdidaktik zeichnet sich durch einen umfangreichen Wissensschatz zu Alltagsvorstellungen aus, der sich in zahlreichen Buchpublikationen (z. B. Barke 2006; Hammann & Asshoff 2017; Kattmann 2017; Schecker et al. 2018) und Forschungsprojekten niederschlägt (z. B. Dannemann 2015; Schwanewedel 2011). In der Bildungspraxis scheinen Lehrkräfte darauf oft nicht zurückzugreifen und Unterricht eher mithilfe von Schulbüchern und vorhandenen Materialien zu gestalten. In diesem Beitrag werden Konzeptwechselltexte, -videos und -podcasts als Lehr-Lern-Material vorgestellt, das den Wissensschatz zu Alltagsvorstellungen unmittelbar nutzt, und von Lehrkräften selbst didaktisch strukturiert werden kann. Es

wird Einblick in ein Fortbildungsbeispiel zu Konzeptwechseltexten gegeben, das mit ersten Evaluationsergebnissen die Frage aufwirft: Brauchen wir (mehr) transferierbares Material, das „an die Lehrkraft gebracht“ werden kann, und/oder ein anderes Verständnis von Transfer, um den Austausch zwischen Fachdidaktik und Bildungspraxis zu verbessern?

## 2 Konzeptwechseltexte, -videos und -podcasts

Konzeptwechseltexte (Wang & Andre 1991) sowie Konzeptwechselvideos (Beniermann & Grospietsch 2022) und -podcasts (Götzfried et al. 2022) können in Anlehnung an Grospietsch und Mayer (2021a) als konstruktivistisches Lehr-Lern-Material definiert werden, bei dem Lernende gezielt zu einer Erweiterung ihrer bisherigen Vorstellungen angeleitet werden und infolgedessen einen Konzeptwechsel im Sinne einer *conceptual reconstruction* (Kattmann, 2015) durchlaufen (können). Es besteht grundsätzlich aus drei Elementen (vgl. Grospietsch 2021):

1. Einem Arbeitsauftrag, der die Lernenden dazu auffordert, ihre bisherigen Vorstellungen zu verschriftlichen,
2. einem Text-, Video- oder Podcast-Element, das naive Vorstellungen explizit aufgreift und anschließend durch Widerlegungsimpulse (z. B. „Doch das stimmt so nicht!“) und das systematische Hervorheben von Unterschieden zwischen naiver und fachlich angemessener Vorstellung widerlegt,
3. und einem Arbeitsauftrag, durch den die verschriftlichten Vorstellungen mit den Fachinformationen verglichen werden.

Die Arbeitsaufträge (metakonzeptuelle Elemente) unterscheiden das Lehr-Lern-Material von widerlegenden Texten, Videos und Podcasts (*refutational texts, videos, podcasts*) und sorgen dafür, dass es über das reine Präsentieren logischer Argumente für fachlich angemessene Vorstellungen und das Rezipieren/Verstehen von Fachinformationen hinausgeht (vgl. Grospietsch & Mayer 2021a). Damit das Text-, Video- bzw. Podcast-Element des Lehr-Lern-Materials bei den Lernenden einen kognitiven Konflikt initiieren kann, sollte die naive Vorstellung vermeintlich bestätigt und danach überraschend widerlegt und argumentativ ausgehebelt werden. Entsprechende Gestaltungsmittel sowie ein Beispiel für einen Konzeptwechseltext finden sich in Grospietsch (2021). Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die drei Elemente eines Konzeptwechseltextes, -videos bzw. -podcasts.

Tab. 1: Elemente eines Konzeptwechselltextes, -videos bzw. -podcasts

<b>Arbeitsauftrag I...</b>	<b>Text-, Video- bzw. Podcast-Element...</b>	<b>Arbeitsauftrag II...</b>
...leitet die Lernenden zu einer schriftlichen Stellungnahme zu einer präsentierten Alltagsvorstellung an	...greift die naive Vorstellung explizit auf, gibt Widerlegungsimpulse und hebt die Unterschiede zu fachlich angemessenen Vorstellungen systematisch hervor	...leitet die Lernenden zum Vergleichen der verschriftlichten Vorstellungen und der Fachinformationen an

*Forschungsstand zum Lernen mit Konzeptwechselltexten*

Die Ergebnisse zahlreicher internationaler Studien zeigen, dass Konzeptwechselltexte besser als Sachtexte zur fachlich angemessenen Erweiterung von Alltagsvorstellungen beitragen können (Guzzetti et al. 1993). Bei Einbindung von Konzeptwechselltexten in Lernumgebungen, beispielsweise wenn das Lehr-Lern-Material als Hausaufgabe bearbeitet und im Unterricht nachbesprochen wird, ergeben sich besonders positive und nachhaltige Wirkungen (z. B. Baser & Geban 2007). In den Studien von Ozkan und Selcuk (2016), Pinarbaşı et al. (2006), Yürük (2007) sowie Durmuş und Bayraktar (2010) konnten positive Effekte im Vergleich zu kontextbasiertem Unterricht, lehrbuchbasiertem Unterricht bzw. Unterricht mit Experimenten gezeigt werden. Da eine gewisse Lese- und Reflexionskompetenz erforderlich ist, erweisen sich Konzeptwechselltexte bei älteren Lernenden (z. B. Studierende) als am wirkungsvollsten (Armağan et al. 2017). Lernende selbst schätzen die glaubwürdigen Erklärungen, die affektiven Momente („Ich habe durch den Text gespürt, dass ich mit meiner Vorstellung nicht allein falsch lag“, übersetzt nach Hynd und Guzzetti (1998, S. 153–154) und den Lernerfolg durch das Lehr-Lern-Material („Die Konzeptwechselltexte haben mir bei meinem Wissenszuwachs geholfen, ich denke über vieles jetzt anders“, Äußerung im Rahmen der Studie von Grospietsch und Mayer (2018). Konzeptwechselltexte können unterschiedlich gestaltet werden (Grospietsch & Mayer 2021a). Es gibt sachliche, aber auch narrative Text-Elemente (z. B. Çalik et al. 2010). Außerdem wird das Lehr-Lern-Material in diversen Studien digital unterstützt (z. B. Suhandi et al. 2017) oder mit Concept Maps (z. B. Al khawaldeh & Al Olaimat 2010), Diskussionsnetzen (z. B. Yenilmez & Tekkaya 2006), Animationen, Demonstrationen, Simulationen und/oder Videos (z. B. Aslan & Demircioğlu 2014) kombiniert. Durch die genannten Studien und einen Praxisartikel von Grospietsch (2021) existieren inzwischen viele Konzeptwech-

seltene in englischer, türkischer und deutscher Sprache. Der Großteil bezieht sich auf naturwissenschaftliche Themen, seltener sind Konzeptwechseltexte zu mathematischen und sozialwissenschaftlichen Alltagsvorstellungen.

### *Forschungs- und Lehrprojekte zu Konzeptwechselvideos und -podcasts*

Im Unterschied zu Konzeptwechseltexten werden Konzeptwechselvideos und Konzeptwechselformate noch wenig beforscht. Das liegt vor allem daran, dass die Idee zur Gestaltung des konstruktivistischen Lehr-Lern-Materials mit Video- bzw. Podcast-Elementen noch jung ist (Beniermann & Grospietsch 2022; Götzfried et al. 2022). An der Universität Kassel und der Humboldt-Universität zu Berlin wurden 2021 drei Forschungs- bzw. Lehrprojekte initiiert, die Konzeptwechselvideos und -podcasts näher in den Blick nehmen. Im Forschungsprojekt „Von Neuromythen zu Neurowissenschaft mit Konzeptwechselvideos“ (*NEUzuNEU*, Didaktik der Biologie, Kassel) wurden bestehende Konzeptwechseltexte zu Neuromythen<sup>1</sup> (Grospietsch & Mayer 2021b) in das Format von Videos überführt. Im Lehrprojekt „Conceptual ReconstrACTION: Interaktive Konzeptwechsel-Videos“ (Fachdidaktik und Lehr-/Lernforschung Biologie, Berlin) werden angehende Biologielehrkräfte darin geschult, Konzeptwechselvideos zu unterschiedlichen Alltagsvorstellungen von Schüler/innen zu planen und zu gestalten. Beide Projekte arbeiten mit sogenannten H5P-Elementen, um die interaktiven Momente zwischen Lernenden und Konzeptwechselvideos zu erhöhen. Das heißt, dass die metakonzeptuellen Arbeitsaufträge über interaktive Textfelder direkt in den Videos beantwortet werden können. Zwischenprodukte beider Projekte waren Videos, in denen die Rezipient/innen zu einer handschriftlichen Bearbeitung der Arbeitsaufträge angeleitet wurden.

Im Forschungsprojekt „Durch Podcasts mit Mythen aufräumen – Revision des ‚Lerntypen-Mythos‘ bei Lehramtsstudierenden“ (Empirische Schul- und Unterrichtsforschung, Kassel) wurde zunächst auf die Gestaltung des Podcast-Elements und weniger auf die metakonzeptuellen Elemente fokussiert. Eine Interventionsstudie liefert spannende Ergebnisse, die als erstes Indiz für die Überlegenheit von Konzeptwechselformaten gegenüber Fachpodcasts angesehen werden können, und macht auch die sprachliche Gestaltung des Lehr-Lern-Materials zum Untersuchungsgegenstand (Götzfried et al. 2022).

*Konzeptwechselltexte, -videos und -podcasts didaktisch strukturieren*

Von Grospietsch (2021) wurde eine Planungs- und Gestaltungshilfe entwickelt, die beim Erstellen von Konzeptwechselltexten unterstützt. Die oben genannten Projekte belegen, dass sie auch genutzt werden kann, um Konzeptwechsellvideos und -podcasts didaktisch zu strukturieren. Analog zu den Komponenten des Modells der Didaktischen Rekonstruktion (Kattmann et al. 1997) geht es in einzelnen Planungsschritten darum, mit Hilfe von Leitgedanken

1. die Lernendenperspektive zu erfassen („Ich wähle folgende Alltagsvorstellung, weil ...“, „Lernende glauben, dass ...“),
2. den Inhalt für das Text-, Video- oder Podcast-Element fachlich zu klären („Das zentrale Problem aus fachlicher Sicht ist dabei, dass ...“) und
3. das Lehr-Lern-Material auf dieser Basis didaktisch zu strukturieren („Fachliche Inhalte, die Lernenden im Konzeptwechselltext/-video/-podcast neu vermittelt bzw. näher erläutert werden müssen, sind ...“).

Die Gestaltungshilfe umfasst ein Raster, das checklistenartig genutzt werden kann, um kein Element des Lehr-Lern-Materials zu vergessen (Alltagsvorstellung aktivieren, aufgreifen, widerlegen, kontrastieren und erweitern), sowie eine Übersicht über Gestaltungsmittel, die nach Posner et al. (1982) einen Konzeptwechsel im Sinne einer *conceptual reconstruction* (Kattmann 2015) begünstigen können. Tabelle 2 zeigt die nach Grospietsch (2021) möglichen Gestaltungsmittel bezogen auf Text-, Video- und Podcast-Elemente.

Tab. 2: Konzeptwechsel-Bedingungen (Posner et al. 1982) und Gestaltungsmittel für Konzeptwechselltexte, -videos und -podcasts nach Grospietsch (2021)

Bedingung	Gestaltungsmittel
Generierung von Unzufriedenheit mit der bisherigen Vorstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Widersprüche aufzeigen</li> <li>– Kontrastierungen explizit machen</li> <li>– affektive Momente schaffen</li> </ul>
Verständlichkeit der Text-/Video-/Podcastinformationen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– anschauliche Wörter/Beispiele gebrauchen</li> <li>– Informationsdichte moderat halten</li> <li>– einfachen Satzbau verwenden</li> <li>– Zentrales optisch/akustisch hervorheben</li> </ul>
Plausibilität der Argumentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>– sinnvolle Argumentationsstruktur anlegen</li> <li>– stärkste Argumente in den Fokus stellen</li> <li>– Glaubwürdigkeit durch Verweise auf Quellen/Forschungsergebnisse erhöhen</li> </ul>
Fruchtbarkeit der fachlich angemessenen Vorstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>– zu weiterführenden Fragen anregen</li> <li>– alltagsnahe Anwendungsbeispiele geben</li> <li>– Rezipierende direkt ansprechen</li> </ul>

Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion wurde primär als ein Forschungsrahmen entwickelt, der Untersuchungen auf „genuin fachdidaktische Fragestellungen hin orientiert“ (Kattmann 2007, S. 93). Zunehmend wird auch für eine unterrichtspraktische Nutzung des Modells plädiert (Reinfried et al. 2009). Ob und inwiefern sich die vorgestellte Planungs- und Gestaltungshilfe für Konzeptwechselltexte, -videos und -podcasts dazu eignet, das Modell der Didaktischen Rekonstruktion (Kattmann et al. 1997) „an die Lehrkraft zu bringen“, soll nachfolgend anhand eines Fortbildungsbeispiels zu Konzeptwechselltexten diskutiert werden.

### 3 Eine Mikrofortbildungsreihe zu Konzeptwechselltexten

Von September bis November 2021 fand organisiert durch MNU4YOU die digitale Mikrofortbildungsreihe „Konzeptwechselltexte – ein Lehr-Lern-Material zur Berücksichtigung von Schülervorstellungen für den eigenen naturwissenschaftlichen Unterricht“ statt. Wie Abbildung 1 zeigt, bestand diese aus zwei digitalen Mikrofortbildungen (Impuls und Austausch I/II) sowie einer längeren Anwendungsphase im eigenen Unterricht.

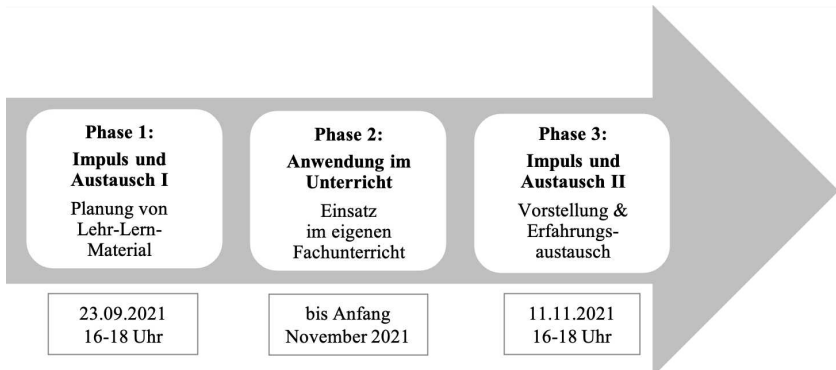


Abb. 1 Übersicht über die Phasen der Mikrofortbildungsreihe (MNU4YOU)

In Phase 1 (Impuls und Austausch I) wurde den ca. 30 teilnehmenden Biologie-, Chemie- und Physiklehrkräften erläutert, was Konzeptwechselltexte sind. Außerdem erhielten sie ein umfassendes Materialpaket, bestehend aus Planungs-, Schreib- und Formatierungshilfe, auf Grundlage dessen sie in Gruppen erste Ideen für eigene Konzeptwechselltexte sammelten. In Phase 2

(Anwendung im Unterricht) wurden asynchron eigene Konzeptwechselltexte erstellt und im Unterricht eingesetzt. In Phase 3 (Impuls und Austausch II) wurden den Lehrkräften Forschungsergebnisse zu Konzeptwechselltexten referiert und Rückmeldungen zu ihren erstellten Produkten bzw. ihrem Ergebnis der didaktischen Strukturierung gegeben.

*Wie haben die Lehrkräfte die didaktische Strukturierung umgesetzt?  
(Leitfrage Ia)*

Beim Erstellen der Konzeptwechselltexte orientierten sich die meisten Lehrkräfte an der Planungs- und Gestaltungshilfe von Grospietsch (2021) und setzten ihre Ideen in der vorbereiteten Formatierungshilfe um. Über die Anwendungsphase der Mikrofortbildungsreihe hinweg wurden Konzeptwechselltexte zu den folgenden Themen didaktisch strukturiert:

- Brown'sche Molekularbewegung (Diffusion)
- Visuelle Wahrnehmung (Lichtreize)
- Photosynthese (Entstehung von Glucose)
- Vererbung (Gene)
- Redoxreaktionen (Oxidation/Reduktion)
- Antriebs-/Reibungs-/Gewichtskraft

Die Lehrkräfte kamen dabei insgesamt sehr gut zurecht. Rückfragen bezogen sich in den meisten Fällen auf konkrete Gestaltungselemente (Textlänge, Absätze, direkte Zitate, Kontraste usw.). Auf die Bedeutung des ersten meta-konzeptuellen Arbeitsauftrags musste noch einmal verstärkt eingegangen werden, da dieser von vielen Lehrkräften vergessen oder ohne Verschriftlichung der individuellen Schülervorstellungen geplant wurde.

*Was lässt sich daraus zur didaktischen Strukturierung an sich ableiten?  
(Leitfrage Ib)*

Die Ergebnisse der Mikrofortbildungsreihe mit MNU4YOU zeigen, dass sich die Planungs- und Gestaltungshilfe von Grospietsch (2021) dazu eignet, die unterrichtspraktische Nutzung des Modells der Didaktischen Rekonstruktion (Kattmann et al. 1997) zu unterstützen. Ermöglicht wird dies durch das umfassende Materialpaket aus Planungs-, Schreib- und Formatierungshilfe, das konkrete Anleitungen bietet und Lehrkräfte produktorientiert und in der Sprache der Bildungspraxis an die Hand nimmt. In einem hochschulischen Lehr-

projekt von Grospietsch und Mayer (2021b) konnten auch angehende Biologielehrkräfte in die Lage versetzt werden, Konzeptwechseltexte zu unterschiedlichen Alltagsvorstellungen aus der Buchpublikation von Hammann und Asshoff (2017) didaktisch zu strukturieren. Im Verbund der Projektergebnisse lässt sich ableiten, dass Hilfestellungen nach dem „IKEA-Prinzip“, d. h. konkrete Materialbausätze und schrittweise Gestaltungsanleitungen, die unterrichtspraktische Nutzung des Modells der Didaktischen Rekonstruktion (Kattmann et al. 1997) und die unmittelbare Arbeit mit dem umfangreichen Wissensschatz zu Schülervorstellungen (z. B. Barke 2006; Kattmann 2017; Schecker et al. 2018) vorantreiben können. Physik- und Chemielehrkräfte meldeten in der Mikrofortbildungsreihe zurück, dass sie seltener als Biologielehrkräfte mit Texten arbeiten, aber solche detaillierten Hilfestellungen zu anderen Lehr-Lern-Materialien und Konzeptwechselinstruktionen gebrauchen könnten.

*Welcher Bedarf an Weiterentwicklung rund um das Modell der Didaktischen Rekonstruktion zeigte sich? (Leitfrage II)*

Die Lehrkräfte in der Mikrofortbildungsreihe mit MNU4YOU waren im Durchschnitt 41 Jahre alt ( $SD = 13,29$ ) und hatten rund zwölf Jahre Berufserfahrung ( $SD = 10,95$ ). In einer kurzen Evaluation zu Beginn der Veranstaltung meldeten 25 Biologie-, Chemie- und Physiklehrkräfte aus neun Bundesländern zurück, dass ihr Interesse an Forschungsergebnissen zu Schülervorstellungen sehr hoch ( $M = 9$  von 10,  $SD = 1,89$ ), ihr entsprechendes Wissen jedoch geringer ist ( $M = 6$  von 10,  $SD = 2,69$ ). Ähnlich wie ihr Wissen schätzen die Lehrkräfte ihre Berücksichtigung von Forschungsergebnissen zu Schülervorstellungen bei der Unterrichtsplanung ein ( $M = 6$  von 10,  $SD = 3,09$ ). Bei Forschungsergebnissen der Naturwissenschaftsdidaktik im Allgemeinen ist die Berücksichtigung bei der Unterrichtsplanung trotz eines niedrigeren Interesses ( $M = 8$  von 10,  $SD = 2,62$ ) mit einem Mittelwert von 7 ( $SD = 2,86$ ) höher ausgeprägt. Eine Lehrkraft äußerte am Ende der ersten Mikrofortbildung: „Ganz ehrlich – niemand in der Praxis hat die Zeit dazu, diese dicken Schülervorstellungsbücher zu lesen!“ (L22). Diese ersten Ergebnisse werfen die Frage auf, ob das Interesse von Lehrkräften an Forschungsergebnissen zu Schülervorstellungen besser genutzt und der Wissenstransfer zwischen fachdidaktischer Forschung und Bildungspraxis verbessert werden kann.



Am Ende der Mikrofortbildungsreihe beteiligten sich zehn Lehrkräfte erneut an einer kurzen Evaluation. Mit einer mittleren Zustimmung von 9 auf einer zehnstufigen Rating-Skala (*trifft überhaupt nicht bis trifft voll und ganz zu*;  $SD = 1$ ) meldeten die Lehrkräfte zurück, dass das erhaltene Material hilfreich, die erworbenen Kenntnisse bereichernd und der Einsatz von Konzeptwechseltexten gewinnbringend war. Auch die Praktikabilität des Einsatzes im Fachunterricht wurde hoch eingeschätzt ( $M = 8$  von 10,  $SD = 1,32$ ). Diverser war das Bild beim zeitlichen Aufwand. Dem Item „Ich kann es mir bei meiner Unterrichtsvorbereitung zeitlich nicht leisten, Konzeptwechseltexte selbst zu erstellen.“ wurde mit einem Mittelwert von 5 zugestimmt ( $SD = 2,5$ ). Mit sehr hoher Zustimmung ( $M = 9$  von 10,  $SD = 1,12$ ) äußern die Lehrkräfte den Wunsch nach mehr einsatzbereiten Konzeptwechseltexten zu verschiedenen Unterrichtsthemen. Fünf Lehrkräfte bestätigen dies im Rahmen ihrer Antworten zu offenen Items und begründen dies mit knappen Zeitfenstern bei der Unterrichtsvorbereitung und dem schlechten Zugang zu Forschungsliteratur. Eine Lehrkraft konkretisiert, man müsse „ganz konkrete, direkt einsetzbare bzw. auch gut abwandelbare Materialien und Beispiele an die Hand bekommen“ und kritisiert: „Oft hat man zwar Zugang zu Artikeln und den Forschungsergebnissen, eingesetztes Material wird aber nicht oder nur auszugsweise vorgestellt“ (L3). Als Bedarf kann auf Basis dieser Antworten festgehalten werden, dass mehr adaptierbares Material entwickelt bzw. der Zugang zu bereits vorhandenem Material verbessert werden könnte.

Insgesamt hat den Lehrkräften die Mikrofortbildungsreihe sehr gut gefallen ( $M = 9$  von 10,  $SD = 1,09$ ). Sechs Lehrkräfte geben zu offenen Fragen an, dass sie gerne mehr solcher Fortbildungsangebote wahrnehmen würden: Kurz, regelmäßig, handlungsorientiert und gemeinsam mit anderen Kolleginnen und Kollegen. Außerdem wird in den Antworten deutlich, dass sich die Lehrkräfte bessere Informationsketten zwischen Fortbildenden und Schulen (z. B. E-Mail-Abo direkt an die Lehrkräfte) sowie mehr Zusammenarbeit mit Forschenden wünschen („Ich empfinde den Austausch mit Expert\*innen als sehr wertvoll. [...] Nur so kann man sich weiterentwickeln.“; L3). Eine Lehrkraft beschreibt Naturwissenschaftsdidaktik als „Elfenbeinturm“ und führt aus: „Diese Vorbehalte gegenüber der Fachdidaktik abzubauen, wäre ein wichtiger Schritt zu einem effizienteren Austausch und einer fruchtbareren Wechselwirkung zwischen Wissenschaft und Bildungspraxis“ (L5). Eine Lehrkraft schlägt vor: „Erstrebenswert wäre: Die Fachdidaktiken entwickeln und erproben in Zusammenarbeit mit Lehrkräften innovative Unterrichtsein-

heiten unter Berücksichtigung der Lehr- und Lernforschung und entwickeln daraus Materialien für den Einsatz im Unterricht und Fortbildungsangebote.“ (L6). Nahezu alle Lehrkräfte sehen Transferprobleme auch im Verhalten von Lehrkräften begründet. Eine Lehrkraft erläutert:

„Die praktische Umsetzung innovativer Unterrichtskonzepte scheitert häufig daran, dass Lehrkräfte:

- das machen, was im Buch steht (was keinen Bezug zu aktueller fachdidaktischer Forschung hat),
- das machen, was sie schon immer gemacht haben,
- mit einer Vielzahl von Ideen überflutet werden und keine Zeit haben, diese zu beurteilen oder zu erproben.“ (L8)

Der hier indirekt erwähnte Transfer zwischen Fachdidaktik und Schulbuchverlagen wird von drei anderen Lehrkräften explizit bemängelt: „Ist-Situation: Jeder Verlag und Lehrbuchschreiber macht, was er/sie will. Der Versuch, erprobte didaktische Konzepte in Lehrbücher zu bringen, scheitert daran, dass es Verlagen zu viel Arbeit ist (eigene Erfahrung)“ (L6). Auf Basis der dargestellten Äußerungen kann implizit ein weiterer Bedarf an Weiterentwicklung rund um das Modell der Didaktischen Rekonstruktion abgeleitet werden: Der Transfer zwischen Fachdidaktik und Bildungspraxis bzw. Fachdidaktik und Schulbuchverlagen könnte rund um Schülervorstellungen stärker untersucht werden und der damit verbundene Forschungsprozess wichtige Implikationen für das Gelingen von Transferprozessen hervorbringen.

#### **4 Zusammenfassung und Fragen zum Nachdenken**

In diesem Beitrag wurden Konzeptwechselltexte, -videos und -podcasts als Lehr-Lern-Material vorgestellt, das Lehrkräfte anhand einer Planungs- und Gestaltungshilfe (vgl. Grospietsch 2021) didaktisch strukturieren können. Anhand eines Fortbildungsbeispiels zu Konzeptwechselltexten und ersten Evaluationsergebnissen wurde verdeutlicht, dass der Wissenschafts-Praxis-Transfer rund um Schülervorstellungen und das Modell der Didaktischen Rekonstruktion verbessert werden könnte und dafür mehr adaptierbares Material, bessere Transferkanäle sowie systematische Transferforschung notwendig erscheinen.

Auf dem zweiten Workshop zur Didaktischen Rekonstruktion (ausgerichtet von der Universität Oldenburg) kam zum Ausdruck, dass das „Transferproblem“ (von den Teilnehmenden beschrieben als zu wenig Übernahme von „an die Lehrkraft gebrachten“ Forschungsergebnissen zu Schülervorstellungen in der Praxis) subjektiv hinreichend bekannt jedoch wenig erforscht ist. Von den Teilnehmenden wurde unter anderem beklagt, dass selten auf den umfangreichen Wissensschatz „zurückgegriffen“ wird und kritisiert, dass die durchaus vorhandenen und „einfach einsetzbaren“ Materialien (z. B. Kattmann 2015; 2017) nicht ausreichend „genutzt“ werden. Vor dem Hintergrund der in diesem Beitrag vorgestellten Ergebnisse möchte ich abschließend zwei Fragen zum Nachdenken aufwerfen:

1. Reichen die vorhandenen Materialien zu Schülervorstellungen aus und entsprechen sie einem „echten Bedarf“ von Lehrkräften?
2. Brauchen wir (nur) mehr transferierbares/leichter zugängliches Material und/oder vielleicht auch ein konstruktivistischeres Verständnis von Transfer („an die Lehrkraft bringen“ vs. „Zusammenarbeit mit Lehrkräften“ und „fruchtbare Wechselwirkung“)?

### **Anmerkungen**

- 1 Hierbei handelt es sich um fachlich nicht angemessene Vorstellungen zum Thema Gehirn und Lernen, denen von Lehrkräften in hohem Maße zugestimmt wird (vgl. Grospietsch & Mayer 2020; Grospietsch & Lins 2021).

### **Literatur**

- Al khawaldeh, S. A. & Al Olaimat, A. M. (2010). The contribution of conceptual change texts accompanied by concept mapping to eleventh-grade students understanding of cellular respiration concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 19(2), 115–125.
- Armağan, F. Ö., Keskin, M. Ö. & Akin, B. S. (2017). Effectiveness of conceptual change texts: A meta analysis. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 5(4), 343–354.
- Aslan, A. & Demircioğlu, G. (2014). The effect of video-assisted conceptual change texts on 12th grade students' alternative conceptions: The gas concept. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 3115–3119.

- Barke, H.-D. (2006). *Chemiedidaktik*. Diagnose und Korrektur von Schüler-  
 vorstellungen. Springer.
- Başer, M. & Geban, Ö. (2007). Effectiveness of conceptual change instruc-  
 tion on understanding of heat and temperature concepts. *Research in  
 Science & Technological Education*, 25(1), 115–133.
- Beniermann, A. & Grospietsch, F. (2022). Alltagsvorstellungen im Rampen-  
 licht. Interaktive Konzeptwechsel-Videos planen und gestalten. *Digital  
 unterrichten BIOLOGIE*, 3, 3.
- Çalik, M., Kolomuç, A. & Karagölge, Z. (2010). The effect of conceptual  
 change pedagogy on students' conceptions of rate of reaction. *Journal  
 of Science Education and Technology*, 19(5), 422–433.
- Dannemann, S. (2015). *Schülervorstellungen zur visuellen Wahrnehmung.  
 Entwicklung und Evaluation eines Diagnoseinstruments* (= BzDR,  
 Bd. 46). Schneider-Verl. Hohengehren.
- Durmuş, J. & Bayraktar, Ş. (2010). Effects of conceptual change texts and  
 laboratory experiments on fourth grade students' understanding of mat-  
 ter and change concepts. *Journal of Science Education and Technology*,  
 19(5), 498–504.
- Götzfried, J., Nemeth, L., Bleck, V. & Lipowsky, F. (2022). Revision des  
 Lerntypenmythos durch Konzeptwechsellpodcasts im Lehramtsstudium.  
*Unterrichtswissenschaft*, 50, 639–659.
- Grospietsch, F. (2021). Konzeptwechselltexte – Lehr-Lern-Material zur Be-  
 rücksichtigung von Schülervorstellungen. *MNU Journal*, 74(1), 46–49.
- Grospietsch, F. & Lins, I. (2021). Review on the prevalence and persistence  
 of neuromyths in education – where we stand and what is still needed.  
*Frontiers in Education*, 6, 665752.
- Grospietsch, F. & Mayer, J. (2021a). Angebot, Nutzung und Ertrag von Kon-  
 zept-wechselltexten zu Neuromythen bei angehenden Biologielehrkräften.  
*Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 27, 83–107.
- Grospietsch, F. & Mayer, J. (2021b). Didaktische Rekonstruktion als Pla-  
 nungs- und Forschungsrahmen nutzen – Fachliche Klärung, Gestaltung  
 und Evaluation einer universitären Lehrveranstaltung zum Thema Gehirn  
 und Lernen. *HLZ – Herausforderung Lehrer\*innenbildung*, 4(2), 165–192.

- Grospietsch, F. & Mayer, J. (2020). Misconceptions about neuroscience – prevalence and persistence of neuromyths in education. *Neuroforum*, 26(2), 63–71.
- Grospietsch, F. & Mayer, J. (2018). Professionalizing pre-service biology teachers' misconceptions about learning and the brain through conceptual change. *Education Sciences*, 8(3), 120.
- Guzzetti, B. J., Snyder, T. E., Glass, G. V. & Gamas, W. S. (1993). Promoting conceptual change in science: A comparative meta-Analysis of instructional interventions from reading education and science education. *Reading Research Quarterly*, 28(2), 116–159.
- Hammann, M. & Asshoff, R. (2017). *Schülervorstellungen im Biologieunterricht. Ursachen für Lernschwierigkeiten*, 3. Aufl. Klett/Kallmeyer.
- Hynd, C. R. & Guzzetti, B. J. (1998). When Knowledge Contradicts Intuition: Conceptual Change. In C. Hynd & National Reading Research Center (U.S.) (Hrsg.), *Learning from text across conceptual domains* (S. 139–163). L. Erlbaum Associates.
- Kattmann, U. (2007). Didaktische Rekonstruktion – eine praktische Theorie. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (S. 93–104). Springer.
- Kattmann, U. (2015). *Schüler besser verstehen. Alltagsvorstellungen im Biologieunterricht*. Aulis Verlag.
- Kattmann, U. (2017). Die Bedeutung der Alltagsvorstellungen für den Biologieunterricht. In U. Kattmann (Hrsg.), *Biologie unterrichten mit Alltagsvorstellungen: Didaktische Rekonstruktion in Unterrichtseinheiten* (S. 6–13). Klett/Kallmeyer.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3–18.
- Ozkan, G. & Selcuk, G. S. (2016). Facilitating conceptual change in students' understanding of concepts related to pressure. *European Journal of Physics*, 37(5), 055702.

- Pinarbaşı, T., Canpolat, N., BayrakÇeken, S. & Geban, Ö. (2006). An investigation of effectiveness of conceptual change text-oriented instruction on students' understanding of solution concepts. *Research in Science Education*, 36(4), 313–335.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227.
- Reinfried, S., Mathis, C. & Kattmann, U. (2009). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – eine innovative Methode zur fachdidaktischen Erforschung und Entwicklung von Unterricht. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 27(3), 404–414.
- Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M. & Duit, R. (Hrsg.). (2018). *Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendarariat und Unterrichtspraxis*. Springer Spektrum.
- Schwanewedel, J. (2011). *Biologie verstehen: Gene und Gesundheit* (= BzDR, Bd. 32). Didaktisches Zentrum der Carl von Ossietzky Universität.
- Suhandi, A., Hermita, N., Samsudin, A., Mafthu, B. & Costu, B. (2017). Effectiveness of visual multimedia supported conceptual change texts on overcoming students' misconception about boiling concept. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, (Special Issue for INTE), 1012–1022.
- Wang, T. & Andre, T. (1991). Conceptual change text versus traditional text and application questions versus no questions in learning about electricity. *Contemporary Educational Psychology*, 16(2), 103–116.
- Yenilmez, A. & Tekkaya, C. (2006). Enhancing students' understanding of photosynthesis and respiration in plant through conceptual change approach. *Journal of Science Education and Technology*, 15(1), 81–87.
- Yürük, N. (2007). The effect of supplementing instruction with conceptual change texts on students' conceptions of electrochemical cells. *Journal of Science Education and Technology*, 16(6), 515–523.

Leonie Johann

## **Cell Membrane Biology Education – An empiricism and theory-based Educational Reconstruction for upper secondary teaching and learning**

### **Abstract**

*This doctoral thesis proposes an empiricism and theory-based Educational Reconstruction of cell membrane biology (CMB) for upper secondary education. Framed by the Model of Educational Reconstruction (MER) scientific literature is qualitatively analysed and linked to the empirical analysis and selection of student conceptions collected in individual interviews (n=9). As a result, a learning environment consisting of content structure, learning goals, teaching strategies and multiple analogies as teaching tools is designed and evaluated in two teaching experiments (n=6). Findings propose the MER as a suitable and powerful practical theory to (in)form contemporary science education research.*

### **1 On approaching an Educational Reconstruction in cell membrane biology for upper secondary education**

Investigating the molecular processes taking place at cell membranes enables scientists to understand underlying mechanisms of multicellular (mal)functioning (Watson 2015). This knowledge can be used to, for example, develop adequate treatments for diseases, such as COVID-19.

Due to the scientific and societal relevance of molecular life science (MLS) science educators worldwide have recognised an increased need to offer suitable education in terms of selecting core concepts and promote students' understanding of these (Mohlhenrich 2021). While, however, subject areas such as genetics have received much educational attention (e.g., Knippels & Waarlo 2018), there are rather few research-based attempts of making CMB

more accessible for upper secondary education. Existing research often focuses on exploring learning and teaching at rather advanced university level (Rundgren & Tibell 2010). Moreover, researchers tend to employ designs where students' conceptions seem little appraised for the purpose of teaching (e.g., Lue et al. 2020).

Addressing the remaining need to systematically approach CMB education within an interdisciplinary and holistic educational framework, this thesis employs the MER (Duit et al. 2012) and combines it with revised conceptual change approaches (Treagust & Duit 2008) and experiential realism (Gropengießer 2007; Lakoff & Johnson 1980) as cognitive-linguist theory for understanding. The following research questions guided the empirical process of educational reconstruction (Johann 2022):

1. Which scientific core ideas are essential for upper secondary CMB education?
2. What are student core ideas of CMB that need to be considered for the purpose of upper secondary education?
3. How can student and scientific core ideas be combined to develop and evaluate content and learning activities for CMB upper secondary education?

Exploring aspects of teaching and learning by linking to each other conceptions, language and experiences, conceptions in this thesis are understood as an umbrella term for individual mental and dynamic constructs which are constrained by affective variables, such as interests (Pintrich et al. 1993) along with the social and cultural discourses people find themselves in. Learning as such, is defined as an active process of becoming aware of and recontextualising existing conceptions (Treagust & Duit 2008).

As this thesis seeks to propose educationally reconstructed CMB content which is meaningful from both scientists' and students' viewpoints, experiential realism (Gropengießer 2007; Lakoff & Johnson 1980) is employed as additional theory for understanding. Experiential realism has previously proven powerful when not the mere identification of conceptions, but rather the interpretation of their genesis is the aim (Riemeier & Gropengießer 2008). Using the realm of metaphor as a means of imagining an abstract concept in terms of a concrete (*love as burning flame*) (Lakoff & Johnson 1980), analysing language has proven itself as an applicable lens to explore the



experiential grounding of conceptions and subsequently deduce potential learning challenges and offer suitable teaching methods for a variety of abstract scientific concepts, such as cell biology (Riemeier & Gropengießer 2008). Accordingly, the application and investigation of metaphors and analogies along with other visualisations as teaching tools have evolved as a new and exciting field of MLS education in order to make abstract MLS content more accessible for students (Tibell & Rundgren 2010).

In regard to the outlined theoretical considerations and research questions, this thesis is “specifically concerned with exploring how the interplay of experiences, conceptions and language contributes to learning and teaching CMB” (Johann 2022, p. 3). Educational reconstruction in this project is thus guided by the theoretical understanding that experiences as concrete references are mutually related to conceptions as areas of thought, and language as a multifaced tool to mutually express and influence our conceptions and experiences (Gropengießer 1998; Johann 2022).

#### *On using process-based methods for data collection and analysis*

To answer the research questions, three sub studies were conducted which employed process-based methods for data collection and analysis. Video-captured semi-structured individual student interviews (n=9) (Kvale & Brinkmann 2009) and two teaching experiments (Komorek & Duit 2004) were conducted to collect and reconstruct student conceptions (Johann et al. 2022a) and their respective development (Johann et al. 2022b) when working with a learning environment specifically designed according to reconstructed and selected scientific core ideas (Johann et al. 2020) and carefully formulated learning goals. Participating students were selected according to their enrolment in biology courses at a Norwegian upper secondary school and their motivation to participate.

In the interviews open and semi-open questions („What do you think is the function of cell membranes?“) along with visual depictions of the fluid mosaic model of cell membranes and material to facilitate students’ drawing of cells were used to stimulate the students to talk about cell membranes in their everyday language. The teaching experiments were organised similar to real classroom situations with the researcher functioning as interviewer and teacher at the same time aiming at facilitating conversations amongst the students and the students and herself (Komorek & Duit, 2004). For this purpose,

analogy-based teaching tools were specifically designed according to the scientific core ideas and learning goals. To promote students' conceptual development, multiple modes of language (visual, spoken and tangible) and additional dimensions were used which have previously proven beneficial for CMB learning (Rundgren & Tibell 2010) and science in general (Prain & Waldrip 2006). For example, two-dimensional depictions of the lipid bilayer (figure 1) were combined with three-dimensional candy material (figure 2) and fat droplets in water for students to visualise and themselves propose models of cell membranes according to the molecular character of their component molecules (with focus on amphiphilic lipids, proteins).

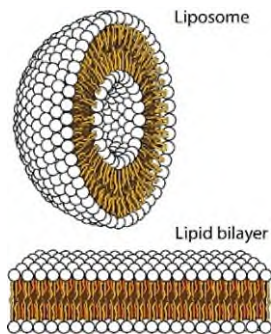


Fig. 1: Two-dimensional depiction of a lipid bilayer structure as sheet and spherical liposome<sup>1</sup>



Fig. 2: Selected candy material to visualise the chemical features of membrane molecules

Qualitative content analysis (QCA) (Gropengießer 2005) combined with metaphor analysis (Lakoff & Johnson 1980; Schmitt et al. 2018) was used throughout the three studies. In a procedure of processing, evaluating, and structuring, the original data (video and text respectively) was transcribed and then transformed into individual statements. In the course of this, individual concepts were inductively and deductively identified and explained based on linguistic expressions such as pre- and postpositions, verbs, cases, body-parts etc. used by scientists and students respectively and subsequently generalised into comparable core ideas across the different data sources (Gropengießer

1 [https://philschatz.com/biology-book/resources/Figure\\_05\\_01\\_03.jpg](https://philschatz.com/biology-book/resources/Figure_05_01_03.jpg)

2005). According to the MER the analytical process was not linear, but student and scientist core ideas were iteratively linked to each other („educational structuring“, see section 2), thus continuously evolving (Duit et al. 2012).

*Cell membranes as one-dimensional lines vs. cell membranes as three-dimensional structures: Central aspects to foster students' learning processes*

In this thesis scientists' and students' conceptions about CMB were not only empirically and qualitatively collected and identified, but an attempt was made to interpret them from the viewpoint of experiential realism (Gropengießer, 2007). Outcomes indicate that there are both similarities and differences in the way students and scientists, often implicitly, imagine CMB according to their respective experiential grounding (Johann et al. 2020). For example, both students and scientists seem to draw on their experiences with container-like objects (Riemeier 2005) (cell membranes as “barriers”) and human features (cell membranes as “controlling gatekeepers”) when thinking of cell membranes. However, it appears that scientists additionally root their understanding in experiences with non-directional processes and part-whole-relationships (Johann et al. 2020), such as when moving or walking on a path (Lakoff & Johnson 1980). Therefore, they seem capable of imagining cell membranes as three-dimensional dynamic *and* separating constructs at the same time, while students only seem to think of cell membranes as one-dimensional separating and static lines (cf. Riemeier & Gropengießer 2008; Tibell & Rundgren 2010) which enclose cells rather than they are a part of them and connect them to the surrounding environment. Linking students' to scientists' core ideas, educational content structure and learning goals emphasising the critical aspects for students to understand were elaborated and deduced: In order for students to understand the critical function of cell membranes to separate and connect the interior of cells dynamically with their environment on the individual organism and evolutionary level (Knippels & Waarlo 2018), it is necessary they can, guided by the concept of evolution, discern between enclosing isolating and separating barriers (Johann 2022) by means of understanding how the formation of cell membranes' lipid bilayers is constrained by chemical features and the presence of aqueous environments (Rundgren & Tibell 2010).

To promote students' learning processes of reconstructed CMB learning goals, cooperative learning environments supporting dialogic conversations

(cf. Knippels & Waarlo 2018) were found to be powerful as overall teaching strategy to inform the design of teacher and student-generated analogies as teaching tools. The findings support the idea of analogies as powerful constructivist learning strategy to highlight comparisons between the implicit and concrete already known and the abstract new (Duit 1991; Johann 2022) as long as they focus on one aspect at a time, have a clear and precise design and are understood by the students in the way they are intended to (Rundgren & Tibell 2010). Offering multiple analogies to visualise the same concepts (e.g., the molecular structure of cell membranes) appears also powerful to enhance students' understanding.

The previous sections provided a brief overview and discussion of the objectives, theoretical and analytical framework, data collection and findings related to the research conducted. Guided by two questions this discussion is deepened in the following:

1. Key question I: How is the “educational structuring” realised in the project and which guidelines and procedures can be deduced from the project?
2. Key question II: Which requirements for adaptation, openings and further developments of the MER in a whole were demonstrated by the project?

## **2 Educational structuring as centerpiece of educational reconstruction (key question I)**

Duit et al. (2012) propose a distinction of science education research into applied and basic approaches where the attention of the latter is suggested to lie in placing emphasis on designing new learning and teaching practices close to the particular science domain. Such an approach seems to tend to neglect students' perspectives through their interests, conceptions and needs. As anticipated in the introduction, it appears that much research within MLS education falls into this category (e.g., Gregers & Suhr Lunde 2021; Lue Leh Ping et al. 2020). On the other hand, it is claimed (Duit et al. 2012) that the “community investigating with basic approaches mainly orients itself towards more general psychological issues of learning and thereby often giving less attention to perspectives regarding science content” (Johann 2022, p.36). It seems that some conceptual change approaches (Vosniadou et al. 2008), as

well as approaches where educators investigate the cognitive skills necessary to understand MLS concepts (Rundgren & Tibell 2010), fall into this category. According to the outcomes of this thesis as discussed above, the research conducted in this thesis is positioned in between the applied and basic approaches because it offers both concrete practical proposals to be employed and further developed in science classrooms and theoretical knowledge useful for the general MLS science education community. This claim is supported by the philosophical ideas of the MER and in particular its emphasis on “educational structuring” (*didaktische Strukturierung*) (Baalmann & Kattmann 2001) as a process of iteratively comparing to each other (especially) identified and explained student and scientific conceptions (Duit et al., 2012) in order to propose a meaningful content structure for education. Following this notion, the approach to selecting content for upper secondary CMB education in this thesis was not guided by “a reduction and simplification of existing content so upper secondary students may understand it; rather, from the outset it involved a critical scrutiny (Klafki 1969) of CMB literature in order to identify essential core ideas worth teaching” (Johann 2022, p. 93). The findings of this thesis support the view that such a scrutiny involves also looking at scientists’ view of the nature of their particular discipline (Kattmann et al. 1997) – such as the various processes finally leading to the first proposal of the fluid mosaic model of cell membrane structure in 1972 which still is the best possible, continuously refined, hypothetical explanation scientists have about molecular processes in cell membranes (Watson 2015).

*Need for more research looking into scientist conceptions from the viewpoint of education*

In line with the considerations above and the rapid development of scientific knowledge (particular in the field of MLS) outcomes of this thesis propose that there is need for more studies that employ the MER to critically identify and describe the ideas of scientists from the viewpoint of education.

Accordingly, experiential realism is suggested as a powerful analytical framework to guide the process of “educational structuring” in terms of guiding researchers’ focus on a few concepts central to scientists’ and students’ understanding, such as in the case of CMB: 1<sup>st</sup> Barrier, 2<sup>nd</sup> Gatekeeper, and 3<sup>rd</sup> Environment (Johann et al. 2022b). Correspondingly, it is proposed to select methods that enable the researcher to collect and analyse data in a pro-

cess-based way (cf. Riemeier & Gropengießer 2008) that allow to go beyond the mere identification of conceptions, and additionally light on their *relevance* and *suitability* for education. Questions which seem useful guiding such a process appear to be for instance: “how do students’ conceptions differ and correspond to scientists’ conceptions or which elements of scientists’ and students’ conceptions should be acknowledged and emphasised in education, and which challenges and opportunities for learning can be deduced?” (cf. Baalmann & Kattmann 2001). Meticulously attempting to formulate and answer these questions seems critical in terms of using the process of “educational structuring” so core ideas for education<sup>2</sup> along with their corresponding learning goals and suitable teaching tools can be elaborated. In line with the discussed idea that conceptions, language, and experiences are ultimately linked to each other, it is argued that selected core ideas are only as suitable as the teaching tools addressing them: If, for instance, the idea is to frame CMB by the concept of evolution, then it falls short to employ the scientific model of cell membranes as sole teaching tool because it does, amongst others, not illustrate the dynamic interplay of membrane molecules.

I would like to conclude this section by stating the need for more publications which, in the service of the MER, make efforts to qualitatively tap into and describe scientists’ conceptions for the purpose of education as well as the choices and processes leading to the design of *innovative* learning environments.

### **3 The MER’s distinction from other design frameworks for lesson design should be emphasised more (key question II)**

The outcomes of this thesis demonstrate the suitability of the MER to guide constructivist-oriented science education research which seeks to inform and improve existing educational practices. The specific service of the MER for modern science education research was found to be its particular emphasis on precisely analysing “the knowledge at stake” (Méheut 2014, p. 610) by means of emphasising the contingency of scientific and student ideas and their mutual influence (Johann 2022). To meet the high demands of modern

---

2 The German MER language usually speaks of “Leitlinien”. In my thesis, I deliberately used the connotation “core idea” rather than, for example, guidelines, to make my viewpoint evident that these are still conceptions, and not directives to be strictly followed.

science education it seems in this regard necessary to ensure that the knowledge produced balances between rapidly developing scientific knowledge, scientific correctness and the responsibility to mainly educate citizens with relevant scientific skills and knowledge to be used in the service of the general public (cf. McComas et al. 2018).

By means of offering guidance for how to qualitatively tap into and explain the nature of conceptions, this thesis proposes the MER as a useful alternative framework compared to either replacing students' misconceptions with scientific conceptions, which can be the impression of some MLS approaches (e.g., Gregers & Suhr Lunde 2021; Howitt et al. 2008), or "give considerable responsibility to students with regard to themselves form teaching based on self-defined problems" (Johann, 2022, p. 107) as, for example, problem-based approaches as proposed as a possibility to learn genetics (Knippels & Waarlo 2018). What was found to distinguish the MER from, for example, such a problem-posing approach or Wagenschein's (1968) proposal of exemplary teaching, is that the "aim, context and relevance of a teaching sequence is primarily guided by the reconstructed scientific content" (Johann, 2022, p. 108) as a means to define the essential core ideas students should understand – in the case of CMB e.g., to discern between separation as isolation and separation as compartmentalisation, while "the societal contextualisation is first elaborated in the course of teaching (e.g., to understand how cell membranes relate to personal and social health issues)" (Johann, 2022, p. 108).

Rather than wanting to claim that one approach of educational reconstruction is best, the suitability of an employed approach depends on the design and questions asked. When, as in this thesis project, the motivation for conducting educational design research, is to empirically illuminate different facets of a rather new and abstract area of science, the MER appears a very applicable framework (cf. Kersting et al. 2018). If the aim is to produce findings ready to be employed in classrooms, it can appear that the MER has shortcomings compared to other design frameworks. Teaching experiments in their original form in line with other design experiments (Cobb et al. 2003) or other design approaches seem more suitable for such research in terms of providing guidance for formulating clearer design hypotheses (cf. Kersting et al. 2018) to be used in iterative rounds of data collection in collaboration with teachers and larger student populations and researcher networks.

### *Need for common MER language in anglophone science education research literature*

While the MER in the last decades has become a well-established framework for lesson planning in Germany and German-speaking countries, it seems that it is still less known and employed in other countries even though in recent years a considerable amount of anglophone MER studies have been published (e.g., Kersting et al. 2018; Messig & Groß 2018). If the MER wants to be of service for the international science education community, it is therefore argued that more research needs to be published in English. In this regard, it might be useful if the anglophone research community could discuss a common MER language suitable for communicating MER research in the same way as already existing for the German community. For example, while the German MER literature appears rather constant in its use and understanding of the terms *Begriff*, *Konzept*, *Denkfigur* and *Theorie* (Gropengießer 2001) as abstractions of *Vorstellungen*, there seems to be less consensus in anglophone literature. In the latter, most MER researchers tend just to employ the general terms concepts and conceptions (Messig & Groß 2018), while others refer to *notions* and *principles* (Baalmann & Kattmann 2001). MLS researchers for their part, not using the MER as framework, speak, for example, of concepts as “relating to clusters of processes” (Tibell & Rundgren 2010, p. 28), “big ideas” at the “heart of expert understanding” (Howitt et al. 2008, p. 15). If, as suggested by the outcomes of this thesis, conceptions continue to play a central role in constructivist-orientated science education research, then it seems necessary to continuously work on identifying and discussing a suitable MER language. This could contribute to make MER research more credible and recognisable amongst the science education community.

### **References**

- Baalmann, W., & Kattmann, U. (2001). Towards a better understanding of genetics and evolution—research in students’ conceptions leads to a re-arrangement of teaching biology. In I. Garcia-Rodeja Gayoso, J. Diaz de Bustamante, U. Harms, & M. Pilar Jiménez Aleixandre (Eds.), *III Conference of European Researchers in Didactic of Biology (ERIDOB)* (pp. 13–25). Universidad de Santiago de Compostela.



- Cobb, P., Confrey, J., DiSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design Experiments in Educational Research. *Educational researcher*, 32(1), 9–13.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75(6), 649–672.
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction – a framework for improving teaching and learning science. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *Science education research and practice in Europe* (pp. 13–37). Sense Publishers.
- Gregers, T. F., & Suhr Lunde, M. L. (2021). Students’ understanding of the cell and cellular structures. *Nordina*, 17(2), 225–241.
- Gropengießer, H. (2001). *Didaktische Rekonstruktion des Sehens [Educational reconstruction of the processes of seeing]*. Didaktisches Zentrum.
- Gropengießer, H. (2005). Qualitative Inhaltsanalyse in der fachdidaktischen Lern-Lehrforschung. In P. Mayring & M. Glaeser-Zikuda (Eds.), *Die Praxis der qualitativen Inhaltsanalyse* (pp. 172–189). Beltz.
- Gropengießer, H. (2007). Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens. In V. H. Krüger D. (Ed.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (pp. 105–116). Springer.
- Howitt, S. M., Costa, M. J., & R. Anderson, T. (2008). A concept inventory for Molecular Life Sciences: How will it help your teaching practice? *Australian biochemist*, 39(3), 14–17.
- Johann, L. (2022). *Facing educational Challenges in Molecular Life Science – A Thesis to reconstruct Cell Membrane Biology for Upper Secondary Teaching and Learning*. Dissertation: Nord University. 10.13140/RG.2.2.27591.98726.
- Johann, L., Groß, J., Messig, D., & Rusk, F. (2020). Content-Based and Cognitive-Linguistic Analysis of Cell Membrane Biology: Educational Reconstruction of Scientific Conceptions. *Education Sciences*, 10(6), 151.
- Johann, L., Groß, J., & Rusk, F. (2022a). Toward Understanding Student Core Ideas of Cell Membrane Biology – An interview study to explore challenges and opportunities for upper secondary learning and teaching. [Manuscript submitted for publication].

- Johann, L., Rusk, F., Reiss, M., & Groß, J. (2022b). Upper secondary students' thinking pathways in cell membrane biology – an evidence-based development and evaluation of learning activities using the Model of Educational Reconstruction. *Journal of Biological Education*, 1–22.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H., & Komorek, M. (1997). Das Modell der didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3–18.
- Kersting, M., Henriksen, E. K., Bøe, M. V., & Angell, C. (2018). General relativity in upper secondary school: Design and evaluation of an online learning environment using the model of educational reconstruction. *Physical Review Physics Education Research*, 14(1).
- Klafki, W. (1969). Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung [Educational analysis as the kernel of planning instruction]. In H. R. A. Blumenthal (Ed.), *Didaktische Analyse* (pp. 5–43). Schrödel.
- Knippels, M., Waarlo, A., & Boersma, K. (2005). Design criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education*, 39(3), 108–112.
- Komorek, M., & Duit, R. (2004). The teaching experiment as a powerful method to develop and evaluate teaching and learning sequences in the domain of non-linear systems. *International Journal of Science Education*, 26(5), 619–633.
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *Interviews: learning the craft of qualitative research interviewing* (2nd ed. ed.). Sage.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. University of Chicago Press.
- Lue, I., Halim, L., & Osman, K. (2020). Rural Students' Conceptual Understanding of Diffusion and Osmosis. *Asia Pacific Journal of Educators and Education*, 35, 93–109.
- McComas, W. F., Reiss, M. J., Dempster, E., Lee, Y. C., Olander, C., Clément, P., Borwinkel, D. J. & Waarlo, A. J. (2018). Considering Grand Challenges in Biology Education: Rationales and Proposals for Future Investigations to Guide Instruction and Enhance Student Understanding in the Life Sciences. *The American Biology Teacher*, 80(7), 483–492.

- Méheut, M. (2004). Designing and validating two teaching–learning sequences about particle models. *International Journal of Science Education*, 26(5), 605–618.
- Messig, D., & Groß, J. (2018). Understanding Plant Nutrition – The Genesis of Students’ Conceptions and the Implications for Teaching Photosynthesis. *Education Sciences*, 8(3), 132.
- Mohlhenrich, E. (2021). Rethinking the High School Biology Curriculum. *American Biology Teacher*, 83(3), 135–135.
- Pintrich, P. R., Marx, R. W., & Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63(2), 167–199.
- Prain, V., & Waldrip, B. (2006). An exploratory study of teachers’ and students’ use of multi-modal representations of concepts in primary science. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1843–1866.
- Riemeier, T. (2005). Schülervorstellungen von Zellen, Teilung und Wachstum. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 11, 41–55.
- Riemeier, T., & Gropengießer, H. (2008). On the Roots of Difficulties in Learning about Cell Division: Process-Based Analysis of Students’ Conceptual Development in Teaching Experiments. *International Journal of Science Education*, 30(7), 923–939.
- Rundgren, C.-J., & Tibell, L. (2010). Critical Features of Visualizations of Transport through the Cell Membrane—an Empirical Study of Upper Secondary and Tertiary Students’ Meaning-Making of a Still Image and an Animation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 223–246.
- Schmitt, R., Schroeder, J., & Pfaller, L. (2018). *Systematische Metaphernanalyse. Eine Einführung*. Springer.
- Tibell, L. A., & Rundgren, C. J. (2010). Educational challenges of molecular life science: Characteristics and implications for education and research. *CBE Life Sciences Education*, 9(1), 25–33.
- Treagust, D., & Duit, R. (2008). Conceptual change: a discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. *Cultural Studies of Science Education*, 3(2), 297–328.

Wagenschein, M. (1999). *Verstehen lehren: Genetisch – Sokratisch – Exemplarisch* [Teaching understanding: Genetic – socratic – exemplary]. Beltz Taschenbuch. (Original work published 1968).

Watson, H. (2015). Biological membranes. *Essays In Biochemistry*, 59, 43–69.

Nils Pancratz, Anatolij Fandrich, Ira Diethelm

## **Didaktische Strukturierung von Unterrichtsmaterialien zum Thema „Künstliche Intelligenz“**

### **Abstract**

*Der Beitrag stellt die Entwicklung eines Unterrichtskonzepts zur Erweiterung eines Bildungsprojekts durch ein Modulcluster zum Themenkomplex „Künstliche Intelligenz“ vor, in dem Schüler/innenvorstellungen nicht nur als Lernvoraussetzungen, sondern auch als Lernmittel begriffen werden. Zur Erarbeitung der didaktischen Strukturierung wurde das Modell der Didaktischen Rekonstruktion genutzt und ein sozial-konstruktivistisches Verständnis von Lehr-Lern-Prozessen berücksichtigt. Entlang von Leitfragen zur Umsetzung der didaktischen Strukturierung und zur Weiterentwicklung des Modells wird das Vorgehen erfahrungsbasiert rekapituliert.*

### **1 Einleitung**

Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion (MDR) hat durch die Adaption von Diethelm u. a. (2011) in den letzten Jahren auch innerhalb der Informatikdidaktik große Aufmerksamkeit erfahren und zu zahlreichen Forschungsarbeiten geführt, die sich meist auf einen Teilaspekt (insbesondere die Erfassung von Schüler/innenperspektiven) konzentrieren und das MDR als Forschungsrahmen-Modell heranziehen. Diethelm u. a. (2011) erweitern das „Fachdidaktische Triplet“ von Kattmann u. a. (1997) um drei Aspekte, denen sie speziell für die Planung und Entwicklung von Informatikunterricht eine besondere Bedeutung zuschreiben.

Im Folgenden wird das Vorgehen bei der didaktischen Strukturierung von Unterrichtsmaterialien zum Thema „Künstliche Intelligenz“ vorgestellt (Kap. 4). Dabei werden die im MDR für den Informatikunterricht explizierten Teilaufgaben als Rahmen zur Entwicklung von Unterricht bzw. Unter-

richtsmaterialien genutzt (Kap. 3) und es wird versucht, einen besonderen Fokus auf eine Berücksichtigung der sozialen und situativen Komponenten bei konzeptuellen Rekonstruktionsprozessen zu legen (vgl. Abs. 2). Unter Bezugnahme auf zwei Leitfragen zur Umsetzung der didaktischen Strukturierung und zur Weiterentwicklung des MDR wird das Vorgehen rekapituliert (Abs. 5).

## **2 Anforderung an die didaktische Strukturierung von (Informatik-) Unterricht aus sozial-konstruktivistischer Sicht**

Nach Feststellung von Kattmann u. a. (vgl. 1997, S. 7) konzentrieren sich klassische Konzeptwechselansätze zu stark auf individuelle Lernprozesse und vernachlässigen Aspekte der sozialen Konstruktion. Eine sozial-konstruktivistische Lehr-Lern-Philosophie versteht Lernen nicht nur als aktiven, selbst-gesteuerten und konstruktiven, sondern auch als situativen und sozialen Prozess, wobei diese Prozessmerkmale nicht unabhängig voneinander sind, sondern sie sich vielmehr überlappen und einander bedingen (vgl. Reinmann-Rothmeier & Mandl 1998, S. 460). Der Sozial-Konstruktivismus wendet sich somit gegen ein „Robinson Crusoe“-Verständnis von Erkenntnis (vgl. bspw. Matthews 2021, S. 51). Kattmann u. a. (1997) verstehen die sozial-konstruktivistische Perspektive als „erweiterte Grundlage [...] der didaktischen Strukturierung, also der Planung von Lernprozessen“ (Kattmann u. a. 1997, S. 8). Die Gestaltung von Unterrichtssituationen, in denen die Lernenden von dem sozialen Raum profitieren, in dem sie sich institutionell bedingt im schulischen Unterricht ohnehin bewegen, ist Aufgabe der Lehrkräfte, den Rahmen hierfür liefert im MDR die „Planungsaufgabe“ (Kattmann u. a. 1997, S. 13) der didaktischen Strukturierung.

Auf die Kollektivität von Lernprozessen wird in der Literatur oft über den Begriff der Ko-Konstruktion Bezug genommen, wengleich dieser dort äußerst heterogen verwendet wird. Nach Fendt (2019) zeichnet den gemeinsamen Kern der meisten theoretischen Konzepte zur Ko-Konstruktion aus, dass es „durch eine Form der kollaborativen Tätigkeit [...] mittels gemeinsam geteilter Vorstellungen zu einer Übereinstimmung von Meinungen (Konvergenz) [kommt], wodurch das gemeinsame Erkennen und Verstehen komplexer Sachverhalte (Intersubjektivität) gefördert wird“ (Fendt 2019, S. 34). Der zentrale Vermittler sei dabei die Sprache, wobei eine „Kommunikation mit anderen [...] das Verstehen anderer Standpunkte und damit die Revision der

eigenen Vorstellungen [fördert]“ (Widodo & Duit 2004, S. 239). Daraus leitet sich für Lehrkräfte somit die Aufgabe ab, Unterrichtssituationen zu schaffen, in denen ein Austausch über Vorstellungen zwischen den Schüler/innen stattfinden kann. Entsprechendes gilt für die Gestaltung von Unterrichtsmaterialien und -konzepten (vgl. Abs. 4).

Ein weiterer Aspekt des Lernens aus sozial-konstruktivistischer Sicht ist die Berücksichtigung von Kontexten: Schließlich erfolgt Wissenskonstruktion immer innerhalb bestimmter Kontexte und ist mit diesen verbunden, „Lernen ist daher situativ“ (Mandl & Krause 2001, S. 5). Mandl & Krause (2001) betonen, dass eine „Loslösung des Wissens vom Kontext (Dekontextualisierung), die die Wissensanwendung in anderen Zusammenhängen ermöglicht, nicht selbstverständlich [sei], sondern [...] gezielt unterstützt werden [müsse]“ (Mandl & Krause 2001, S. 5). Kontextualisierung und Dekontextualisierung müssen durch die Lehrkraft initiiert werden (Reinmann-Rothmeier & Mandl 1998), auch das ist Teilaufgabe der didaktischen Strukturierung des Unterrichts. Diesbezüglich wird in der Fassung des MDR für den Informatikunterricht – anders als in der ursprünglichen Fassung für die Naturwissenschaften – explizit auf die Auswahl geeigneter (informatischer) Phänomene verwiesen (Diethelm u. a. 2011) und so ein Bezug zwischen der Didaktischen Rekonstruktion und kontextorientierter (Informatik-)Didaktik (Diethelm & Dörge 2011) hergestellt. Bei der Entwicklung von Unterrichtsmaterialien und -konzepten ist dies ebenfalls zu berücksichtigen (vgl. Abs. 4).

### **3 Künstliche Intelligenz: Von der Lebenswelt der Schüler/innen zum Gegenstand von Informatikunterricht**

*Was ist KI: Eine (erste oberflächliche) fachliche Klärung*

Der Begriff *Künstliche Intelligenz* (KI) wird sowohl im allgemeinen Sprachgebrauch als auch in der Fachwissenschaft sehr breit gefasst, was maßgeblich durch die grundsätzliche Randunschärfe und Kernprägnanz des Begriffs *Intelligenz* bedingt wird. Eine – mit Blick auf Bildungspläne und Curricula – anschlussfähige Definition liefert Zweig (2019), die KI als „Software, mit deren Hilfe ein Computer eine kognitive Tätigkeit ausführt, die normalerweise Menschen erledigen“ (Zweig 2019, S. 126) definiert. Der Begriff des Computers weckt bei Vielen Assoziationen zu der entsprechenden Klasse von Informatiksystemen; tatsächlich ziehen jedoch zunehmend KI-Systeme

in die Lebenswelt ein, die nicht im Gewand klassischer Tower-PCs stecken. So werden im Rahmen der in diesem Beitrag vorgestellten Unterrichtsmaterialien *Informatiksysteme, die Aufgaben übernehmen, die für gewöhnlich menschliche Intelligenz erfordern*, als KI-Systeme verstanden. Zur fachlichen Klärung von KI und „Maschinellern“ (ML) kann inzwischen auf mehrere informatikdidaktische Arbeiten zurückgegriffen werden (bspw. Seegerer u. a. 2020).

*Auf der Suche nach Phänomenen von KI: Eine Auswahl geeigneter informatischer Phänomene unter Einbezug der Lernendenperspektive*

Innerhalb des Kontextes KI treten verschiedene Phänomene auf, die durch KI-Systeme hervorgerufen werden und sich verschiedenen Kategorien zuordnen lassen (vgl. Diethelm & Dörge 2011, S. 73). Kontextorientierte Ansätze versuchen, Unterricht an diesen vielfältigen, einem Kontext innewohnenden Phänomenen auszurichten. „Die Phänomene, die von der Informatik verursacht werden, ändern sich im Gegensatz zu naturwissenschaftlichen Phänomenen [...] ständig“ (Diethelm u. a. 2011, S. 81), weshalb ihre Auswahl im MDR für den Informatikunterricht explizit als Teilaufgabe auf dem Weg zur didaktischen Strukturierung von Unterricht formuliert wird. Die informatischen Phänomene sind dabei an der Lebenswelt sowie der Perspektive der Lernenden auszurichten. Zur Ermittlung entsprechend geeigneter Phänomene kann auf zahlreiche Studien zurückgegriffen werden: Beispielsweise belegt die JIM-Studie, dass Schüler/innen regelmäßig Augmented Reality Fotofilter in Apps wie Snapchat nutzen, sie mit digitalen Sprachassistenten wie Alexa oder Siri interagieren und sie sich in Videospielen mit computergesteuerten Gegnern messen oder von personalisierten Ergebnissen bei Anfragen an Suchmaschinen leiten lassen (Feierabend u. a. 2020). Aus ihrem Alltag dürften ihnen außerdem Chatbots sowie autonom fahrende Fahrzeuge bekannt sein. All diese KI-Systeme bzw. durch sie verursachte informatische Phänomene stellen den Gegenstand des entwickelten Unterrichtsmaterials dar (vgl. Abs. 4).

*Was Lernende über KI wissen sollten: Klärung gesellschaftlicher Ansprüche*

Um dem Bildungsauftrag von Schule vollumfänglich gerecht zu werden, gilt es, auch die steigende Bedeutung, die von Themen wie KI und ML für die gesamte Breite der Gesellschaft ausgeht, angemessen im Unterricht zu be-



rücksichtigen. Die Aufgabe der didaktischen Aufbereitung fällt dabei per se der Informatikdidaktik zu, da die technologischen Grundlagen entsprechender Themengebiete nur aus informatischer und informatikdidaktischer Perspektive heraus für den Unterricht erschlossen werden können; den Ort des Lernens *über* KI und ML bildet somit insbesondere ein zeitgemäßer Informatikunterricht. Dessen Bildungsstandards bedürfen dabei nach Ansicht von Webb u. a. (2021) regelmäßiger Anpassungen, um den veränderten Schwerpunkten in der Informatik Rechnung zu tragen, die auch durch KI und ML bedingt werden.

Die Frage nach dem allgemeinbildenden Gehalt von – wie in diesem Fall neu didaktisch zu strukturierenden – Unterrichtsinhalten wird in der Fassung des MDR für den Informatikunterricht in der Klärung der gesellschaftlichen Ansprüche ans Fach expliziert: Hierzu kann zwar zunehmend auf Lehrpläne und Bildungsstandards zurückgegriffen werden, doch nach Ansicht von Hellmig & Romeike (2020, S. 34) reichen die „verschiedenen, im bisherigen Kanon der Schulinformatik vertretenen Kompetenzen [...] nicht aus, eine Vorstellung von der Funktionsweise von autonomen Fahrzeugen, Bilderkennungssystemen oder digitalen Sprachassistenten zu erwerben“. Aus der Fachdidaktik heraus wurden zuletzt starke Bemühungen betrieben, um Kompetenzen zu identifizieren und zu konkretisieren, die Schüler/innen im Zusammenhang mit KI und ML im allgemeinbildenden Informatikunterricht erwerben sollten. Zur Klärung der gesellschaftlichen Ansprüche an Informatikunterricht zu den Themen KI und ML lässt sich an diesen Arbeiten anknüpfen. Vielzitiert sind u. a. die Kompetenzen, die Long & Magerko (2020) über eine Literaturrecherche als Fundament einer „KI-Literalität“ (*AI literacy*) herausarbeiten: So ist es ihres Erachtens für einen mündigen Umgang mit KI zunächst wesentlich, KI-Systeme zu *erkennen* und sie von anderen technologischen und informatischen Artefakten *unterscheiden* zu können. In diesem Zusammenhang sei es bedeutend, Eigenschaften zu *analysieren* und zu *diskutieren*, die ein Informatiksystem künstlich intelligent machen. Diese Kompetenzanforderungen werden in den Materialien, deren Entwicklung in Abs. 4 dargestellt wird, adressiert. Die vorgenommene Klärung gesellschaftlicher Ansprüche an das Themengebiet KI hat somit den unmittelbaren Einfluss auf die didaktische Strukturierung des Themas, der ihr in dem MDR für den Informatikunterricht zugeschrieben wird (vgl. Diethelm u. a. 2011, S. 81).

### *Die Rolle der Lehrkräfte: Einbezug der Lehrer/innenperspektive*

Die Lehrer/innenperspektive umfasst im MDR für den Informatikunterricht neben Erklärungsmustern, die Lehrkräfte selbst zu den entsprechenden Phänomenen haben<sup>1</sup>, sowie den Schüler/innenvorstellungen, die sie erwarten, auch Theorien über die zu bildende Unterrichtsstruktur (vgl. Diethelm u. a. 2011, S. 82 f.). In einer vorangegangenen Arbeit konnte für Informatiklehrkräfte bestätigt werden, was Untersuchungen mit Lehrkräften anderer Fächer regelmäßig offenlegen: Sie betonen zwar die Relevanz der Berücksichtigung bestehender Lernendenvorstellungen im Unterricht, können aber kaum Strategien nennen, um vorunterrichtliche Vorstellungen zum Ausgangspunkt des Unterrichts zu machen (vgl. Pancratz & Schlegel 2021, S. 288 f.). Zur Steigerung der Unterrichtskompetenz im Umgang mit Schüler/innenvorstellungen sind demnach in Begleitmaterialien zu entwickelten Unterrichtsmaterialien, neben Hinweisen auf die Relevanz und die fachdidaktischen Hintergründe entsprechender Unterrichtskonzepte, konkrete methodische Handlungsempfehlungen zu integrieren.

## **4 Kurzbeschreibung des entwickelten Modulkonzepts**

*Concept Cartoons* sind ein aus sozial-konstruktivistischer Sicht effektives (Lehr-Lern-)Mittel zur Evokation bestehender Vorstellungen im Unterricht (bspw. Kabapınar 2005). Mit dem Ziel einer Erweiterung verfügbaren Materials zur konstruktiven Konfrontation mit Schüler/innenvorstellungen im Informatikunterricht (vgl. Pancratz 2020) wurden im modulartig strukturierten Bildungsprojekt *IT2School* (Wissensfabrik e. V. 2021) sechs *Concept Cartoons* zu informatischen Phänomenen im Zusammenhang mit den sechs im Rahmen der Didaktischen Rekonstruktion (Abs. 3) identifizierten KI-Systemen aus der Lebenswelt von Schüler/innen entwickelt. Diese enthalten kategorisierende Zusammenfassungen von Vorstellungen, die in einer Online-Fragebogen-Untersuchung mit 275 Teilnehmenden elaboriert werden konnten. Durch diese Vorarbeit fließt neben den in Abs. 3 genannten Teilaufgaben des MDR für den Informatikunterricht auch die bedeutende Komponente der Erfassung der Schüler/innenperspektive direkt in die Entwicklung der Unterrichtsmaterialien ein. Abb. 1 zeigt exemplarisch einen dieser *Concept Cartoons*. Das dem Arbeitsmaterial beiliegende Begleitmaterial für Lehrkräfte leitet sie zur Berücksichtigung der Lernendenperspektive (vgl. Abs. 3) im Unterricht an, wobei die Idee der Ko-Konstruktion verfolgt wird (vgl. Abs. 2). Der Einsatz

sollte zu Beginn der Einheit erfolgen (vgl. Tab. 1, Abs. 5), um bestehende, vorunterrichtliche Schüler/innenvorstellungen eingangs zu evozieren. Nach einer folgenden Erarbeitungsphase, in der die Charakterisierung von KI-Systemen dekontextualisierend eingeführt wird, rekontextualisieren die Schüler/innen dieses Schema kollaborativ (in Kleingruppen) und wenden es auf Situationen an, die in einem *Wimmelbild* dargestellt sind (Abb. 2), welches neben den genannten KI-Systemen bewusst weitere digitale Artefakte enthält, die je nach Funktionsumfang ebenfalls als KI-System verstanden werden können oder nicht.

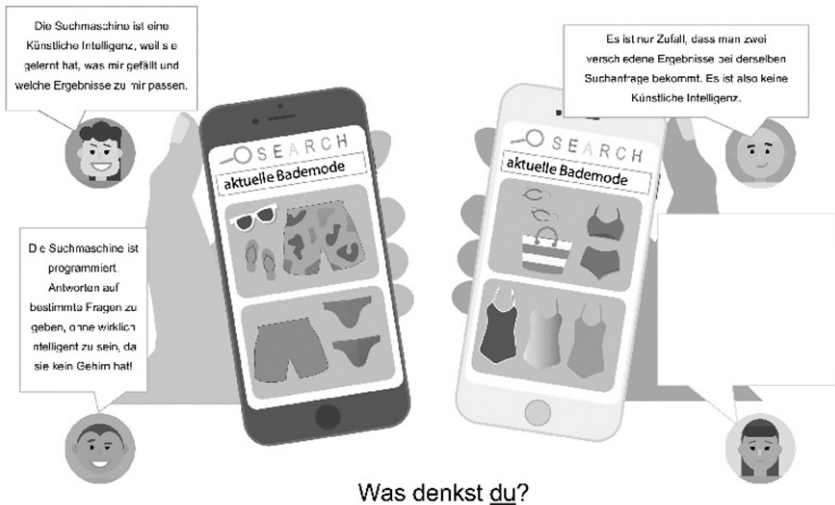


Abb. 1 Concept Cartoon zu personalisierten Ergebnissen bei Anfragen an Suchmaschinen.  
Quelle: Wissensfabrik e. V. (2021)



Abb. 2 Wimmelbild, das verschiedene Situationen im Zusammenhang mit möglichen KI-Systemen illustriert. Quelle: Wissensfabrik e. V. (2021)

## 5 Rekapitulation des Vorgehens und nächste Schritte

Das in diesem Beitrag vorgestellte Vorgehen soll im Folgenden entlang von Leitfragen zur Umsetzung der didaktischen Strukturierung und zur Weiterentwicklung des MDR rekapituliert werden.

*Leitfrage I: Wie ist die Aufgabe der didaktischen Strukturierung im Projekt umgesetzt worden? Welche Leitlinien/Verfahrensweisen für die Modellkomponente ‚Didaktische Strukturierung‘ können abgeleitet werden?*

Fachdidaktische Arbeiten stellen die didaktische Strukturierung im Allgemeinen als „konstruktive Untersuchungsaufgabe“ (Kattmann u. a. 1997, S. 10) dar, deren Ergebnisse neben „grundlegende[n] Leitlinien oder Prinzipien [...] [und] einer Reihe aufeinander bezogener Unterrichtselemente [...] [auch] auf empirische Ergebnisse bezogene Unterrichtskonzepte [sein können]“ (Gropengießer & Kattmann 1999, S. 13). Dementsprechend wurde die didaktische Strukturierung von Informatikunterricht zu dem vergleichsweise jungen und didaktisch neu aufzubereitenden Unterrichtsthema KI im Rahmen des

Vorgehens maßgeblich als Planungsinstrument zur Entwicklung eines Unterrichtskonzepts verstanden, das Lehrkräften über Unterrichts- und Begleitmaterialien einen möglichst niedrigschwelligen Einstieg in die Behandlung des Themas ermöglichen soll und zugleich einem sozial-konstruktivistischen Anspruch (vgl. Abs. 2) gerecht zu werden versucht. Dabei wurden die einzelnen Teilaufgaben des MDR für den Informatikunterricht gezielt in den Blick genommen und bei der Konzeptentwicklung berücksichtigt (vgl. Abs. 3).

Besonders intensiv wurden diesbezüglich Schüler/innenvorstellungen berücksichtigt, indem an die Identifikation lebensweltnaher Phänomene im Zusammenhang mit KI eine empirische Untersuchung der Lernendenperspektive angeschlossen wurde. Dazu wurde ein Online-Fragebogen, in dem die Teilnehmenden zu ihren Vorstellungen zu den sechs identifizierten Phänomenen untersucht wurden, an alle Schüler/innen eines rheinland-pfälzischen Gymnasiums geschickt, was zu insgesamt 276 Antworten (57 vollständige) geführt hat. Die qualitative Inhaltsanalyse der erhobenen Daten hat ein typisches Merkmal von Vorstellungsforschungen aufgewiesen (vgl. Hartinger und Murmann 2018, 58 f.): Einzelne Schüler/innenvorstellungen, die sich aus den Aussagen interpretativ erschließen lassen, lassen eine Verallgemeinerung über mehrere Datensätze hinweg zu. Gemäß der Idee hinter den Concept Cartoons werden diese verallgemeinerten, unterschiedlichen Erklärungen in den Aussagen in den Cartoons aufgegriffen (vgl. bspw. Kabapınar 2005, S. 137, vgl. auch Abb. 1).

Mit Blick auf eine gezielte Berücksichtigung der sozialen und situativen Prozesskomponenten des Lernens gemäß einer sozial-konstruktivistischen Auffassung (vgl. Abs. 2) wurde dazu besonderes Augenmerk auf die Sozialformen des konkretisierten Unterrichtsablaufs, der sich über insgesamt vier 45-minütige Unterrichtsstunden (optimalerweise im Doppelstunden-Modell) erstreckt, sowie eine bewusste Anleitung zur (De- und Re-)Kontextualisierung gelegt. Die Unterrichtsmaterialien, die die Lehrkräfte bei der gezielten Evokation vorunterrichtlicher Vorstellungen zum Themenkomplex KI impulsartig unterstützen sollen, umfassen neben Concept Cartoons auch ein Wimmelbild (vgl. Abs. 4). Der folgenden Tab. 1 ist eine Kurzbeschreibung des entwickelten Unterrichtsablaufs zu entnehmen<sup>2</sup>.

Tab. 1: Kurzbeschreibung des Ablaufs des Unterrichtskonzepts

Stunde:	Kurzbeschreibung:
1	Evokation vorunterrichtlicher Vorstellungen über eine in Kleingruppen stattfindende Diskussion über verschiedene Concept Cartoons (je ein Cartoon pro Gruppe), anschließend Austausch im Plenum
2	Erarbeitung einer möglichen Charakterisierung von KI (Hinführung über vorgegebenes Schema) und Dekontextualisierung der in den Concept Cartoons dargestellten Phänomene
3	Rekontextualisierung über Anwendung des Schemas auf Situationen im Wimmelbild (erneut in Kleingruppen)
4	Sicherung im Plenum

*Leitfrage II: Welchen Bedarf an Anpassung, Öffnung, Weiterentwicklung des MDR insgesamt hat das Projekt aufgezeigt?*

Mit Blick auf ableitbare Leitlinien für die Modellkomponente „Didaktische Strukturierung“ kann aus erfahrungsbasierter Sicht auf die Entwicklung eines nahezu gänzlich neu didaktisch zu strukturierenden Themenkomplexes das Vorgehen entlang der erweiterten Modellkomponenten des MDR für den Informatikunterricht retrospektiv als hilfreich bewertet werden. So wird u. a. die Klärung gesellschaftlicher Ansprüche ans Fach, bei der es „um die Frage [geht], welchen allgemeinbildenden Gehalt der zu Rede stehende Aspekt der Informatik hat“ (Diethelm u. a. 2011, S. 80), als explizite Teilaufgabe hinzugenommen. Darüber hinaus hat sich in der Informatik im Vergleich zu den naturwissenschaftlichen Fächern erst zuletzt der Anspruch herausgebildet, „in Kontexten [...] und ausgehend von der Lebenswelt der Schüler zu unterrichten“ (Diethelm & Dörge 2011, S. 68); im für den Informatikunterricht erweiterten MDR wird somit außerdem „als Fokussierungshilfe noch das Element informatisches Phänomen ins Zentrum hinzu[genommen]“ (Diethelm u. a. 2011, S. 79 f.). Insbesondere diese Orientierung an lebensweltnahen Phänomenen sollte ein abstraktes Thema wie KI und darauf aufbauende Unterrichtsinhalten zu ML greifbarer werden lassen. Daneben gesellt sich im MDR für den Informatikunterricht die Variable der Lehrkraft, die aufgrund der aktuell starken Heterogenität der Personen, die Informatik unterrichten, mit Blick auf ihre Biographien einen weiteren, für den Informatikunterricht besonders zu berücksichtigenden Aspekt darstellt (vgl. Diethelm u. a. 2011, S. 83). Zurückliegende Erfahrungen aus Lehrkräftefortbildungen sowie aus

wissenschaftlichen Untersuchungen offenbaren, dass Lehrkräfte fächerübergreifend zwar die Relevanz der Berücksichtigung bestehender Lernendenvorstellungen betonen, sie dieser aber im Unterricht nur bedingt nachgehen (Pancratz & Schlegel 2021). Mit Blick auf eine Weiterentwicklung des MDR wäre es auf Grundlage dieser Feststellung anzupassen und die Variable der Lehrkraft stärker zu berücksichtigen. Hürden bei der didaktischen Strukturierung des Unterrichts dürften insbesondere bei methodischen Kompetenzen im bewussten Umgang mit Vorstellungen im Unterricht liegen. Auch hier wäre eine Weiterentwicklung des Modells zu überprüfen.

### *Ausblick*

Im Anschluss an die Materialentwicklung wird die wissenschaftliche Begleitung ihres Einsatzes im Unterricht angestrebt. Hierzu bietet es sich insbesondere an, das entwickelte Wimmelbild (Abb. 2) auch als Untersuchungsinstrument einzusetzen. Auch kann in einer folgenden Arbeit die Wirksamkeit des Einsatzes von Concept Cartoons im Informatikunterricht wissenschaftlich untersucht werden. Um dem Materialmangel in der Informatik entgegenzuwirken, sind grundsätzlich weitere Materialentwicklungen zu (curricular) relevanten Themen anzustreben, die einen sozial-konstruktivistischen Ansatz verfolgen (Pancratz 2020). Insbesondere sind bspw. Inhalte zum Programmierereinstieg oft noch nicht an Schüler/innenvorstellungen orientiert.

### **Anmerkungen**

- 1 Erste Ansatzpunkte für Vorstellungen von Lehrkräften über KI liefert bspw. die Untersuchung von Lindner & Berges (2020).
- 2 Das komplette Unterrichtsmaterial inkl. Begleitmaterialien steht frei zur Verfügung und ist online erhältlich (Wissensfabrik e. V. 2021).

### **Literatur**

- Diethelm, I. & Dörge, C. (2011). Zur Diskussion von Kontexten und Phänomenen in der Informatikdidaktik. In M. Thomas (Hrsg.), *Informatik in Bildung und Beruf – INFOS 2011 – 14. GI-Fachtagung Informatik und Schule* (S. 67–76). GI e. V.
- Diethelm, I., Dörge, C., Mesaroş, A.-M. & Dünnebier, M. (2011). *Die Didaktische Rekonstruktion für den Informatikunterricht*. In M. Thomas

- (Hrsg.), *Informatik in Bildung und Beruf – INFOS 2011 – 14. GI-Fachtagung Informatik und Schule* (S. 77–86). GI e. V.
- Feierabend, S., Rathgeb, T., Kheredmand, H. & Glöckler, S. (2020). *JIM 2020 – Jugend, Information, Medien – Basisuntersuchung zum Medienumgang 12- bis 19-Jähriger in Deutschland*. MPFS.
- Fendt, T. (2019). *Schülervorstellungen im Zentrum des Unterrichtsgesprächs: Ko-konstruktive Lernprozesse im Chemieunterricht*. Dissertation. University of Bamberg Press.
- Gropengießer, H. & Kattmann, U. (1999). Didaktische Rekonstruktion kurzgefasst. In H. Günther-Arndt (Hrsg.), *Fachdidaktik als Zentrum professioneller Lehrerbildung: Beiträge einer Tagung zur Fachdidaktischen Forschung an der Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg am 15. Oktober 1998* (= Oldenburger Vor-Drucke 387). Zentrum für Pädagogische Berufspraxis.
- Hartinger, A. & Murmann, L. (2018). Schülervorstellungen erschließen – Methoden, Analyse, Diagnose. In M. Adamina u. a. (Hrsg.), „*Wie ich mir das denke und vorstelle...*“. *Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu Lerngegenständen des Sachunterrichts und des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft* (S. 51–62). Verlag Julius Klinkhardt.
- Kabapınar, F. (2005). Effectiveness of Teaching via Concept Cartoons from the Point of View of Constructivist Approach. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 5(1), 101–46.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *ZfDN*, 3(3), 3–18.
- Lindner, A. & Berges, M. (2020). Can you explain AI to me? Teachers' pre-concepts about Artificial Intelligence. *2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–9. DOI: 10.1109/FIE44824.2020.9274136.
- Long, D. & Magerko, B. (2020). What is AI Literacy? Competencies and Design Considerations. *CHI '20. Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–16.
- Mandl, H. & Krause, U.-M. (2001). *Lernkompetenz für die Wissensgesellschaft* (= Forschungsbericht Nr. 145). LMU.



- Matthews, M. R. (2021). Philosophical Problems with Constructivism. Some considerations for student-centered learning and teaching. In S. Hoidn & M. Klemenčič (Hrsg.), *The Routledge international handbook of student-centred learning and teaching in higher education* (S. 47–64). Routledge.
- Pancratz, N. (2020). Dealing with (Pre-)Conceptions: Introduction of a “First Aid Kit” for “Learning Doctors” in Computer Science Classes. *Proceedings of the 15th Workshop on Primary and Secondary Computing Education*, 1–2. DOI: 10.1145/3421590.3421618.
- Pancratz, N. & Schlegel, A. (2021). Lehrerperspektiven auf die Rekonstruktion von Schülervorstellungen im Informatikunterricht. In L. Humbert (Hrsg.), *INFOS 2021 – 19. GI-Fachtagung Informatik und Schule* (S. 287–290). GI e.V.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (1998). Wissensvermittlung: Ansätze zur Förderung des Wissenserwerbs. In D. Frey u. a. (Hrsg.), *Wissen. Kognition.* (= C/II/6 Enzyklopädie der Psychologie) (S. 457–500). Hogrefe Verlag für Psychologie.
- Hellmig, L. & Romeike, R. (2020). Nachdenken über KI. *LOG IN, Heft Nr. 193/194*, 32–36.
- Seegerer, S., Michaeli, T. & Romeike, R. (2020). So lernen Maschinen. *LOG IN, Heft Nr. 193/194*, 27–31.
- Webb, M. E., Fluck, A., Magenheim, J., Malyn-Smith, J., Deschênes, M. & Zagami, J. (2021). Machine learning for human learners: opportunities, issues, tensions and threats. *Educational Technology Research and Development* 69, 2109–2130.
- Widodo, A. & Duit, R. (2004). Konstruktivistische Sichtweisen vom Lehren und Lernen und die Praxis des Physikunterrichts. *ZfDN*, 10, 233–255.
- Wissensfabrik e. V. (2021). *IT2School – Modul KI-B1: „Finde die KI“*. Frei zum Download verfügbar unter [www.wissensfabrik.de](http://www.wissensfabrik.de) (Stand: 6.12.2021).
- Zweig, K. A. (2019). Ein Algorithmus hat kein Taktgefühl: Wo künstliche Intelligenz sich irrt, warum uns das betrifft und was wir dagegen tun können. Heyne.

Jörg Zabel, Jan Wanitschke

## **Wie Lehramtsstudierende nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion Unterricht planen – eine explorative Studie**

### **Abstract**

*Der Beitrag basiert auf einer empirischen Untersuchung von Jan Wanitschke im Rahmen seiner Promotion, die derzeit noch läuft. Zentrale Fragestellung ist, welche Rolle das Modell der Didaktischen Rekonstruktion (MDR) dabei spielen kann, wenn Lehramtsstudierende der Biologie lernen, Unterricht zu planen, und inwiefern eine enge Verzahnung fachlicher und fachdidaktischer Module ihnen dabei helfen kann. Als fachlicher Kontext der Studie dient ein freiwilliges Zusatz-Lehrangebot, das sogenannte „MDR-Training“, mit dem die Lehramtsstudierenden ein Pflichtpraktikum der Neuro- und Verhaltensphysiologie ergänzen können. Die Interviewdaten und Planungsprodukte legen dabei Schwierigkeiten der Novizen offen, werfen aber auch hochschuldidaktische Fragen in Bezug auf das MDR und das Lehramtscurriculum naturwissenschaftlicher Fächer auf.*

### **1 Vorstellung des Projektes**

#### *Einleitung*

Die fachwissenschaftlichen Module des Lehramtsstudiums Biologie folgen vielerorts derzeit noch ganz überwiegend einer traditionellen, transmissiven Idee der Wissensvermittlung. Fachbiologische Inhalte sollen von den Studierenden rezipiert und später in Form von Prüfungswissen wiedergegeben werden. Dabei bleibt in der Regel keine Zeit für eine vertiefte und konzeptuelle Perspektive, d. h. eine fachliche Klärung der biologischen Themen unter Vermittlungssicht, wie sie das MDR vorsieht. In den fachdidaktischen Lehrveranstaltungen dagegen werden konzeptuelles Lernen und der Umgang mit den Vorstellungen der Lernenden zwar durchaus thematisiert. Aber erstens

machen diese Fachdidaktik-Module nur einen geringen Anteil am gesamten Studium aus, und zweitens sind sie in aller Regel zeitlich oder inhaltlich von den fachwissenschaftlichen Modulen getrennt. Die Lehramtsstudierenden der Biologie und anderer Naturwissenschaften müssen also in dieser Hinsicht derzeit noch mit zwei Welten leben: Einerseits die Masse der fachbiologischen Vorlesungen und Seminare mit ihren vielfältigen fachlichen Inhalten, die ohne eine vertiefte konzeptuelle Perspektive arbeitet und stattdessen dem konventionellen Paradigma der Wissensvermittlung folgt. Dem gegenüber steht eine sehr begrenzte Zahl an fachdidaktischen Modulen, die die Perspektive der Lernenden zwar punktuell herausstreichen können, aber nicht dort ansetzen, wo es vermutlich am effektivsten wäre: Am fachwissenschaftlichen Lernprozess der Studierenden während ihres Biologiestudiums. Das hier vorgestellte Leipziger Projekt versucht deshalb, jeweils direkt im Anschluss an einen physiologischen Praktikumstag über die fachdidaktische Umsetzung des jeweiligen Themas im Biologieunterricht nachzudenken. Dies geschieht im Rahmen eines „MDR-Trainings“, baut also auf das Modell der Didaktischen Rekonstruktion auf, allerdings als eine Art Pilotprojekt zunächst in einer explorativen Weise und auf freiwilliger Basis für die Studierenden. Die Datenerhebung erfasst die Merkmale und Schwierigkeiten der Studierenden bei ihrer Unterrichtsplanung mit dem MDR. Wir erhoffen uns von den Ergebnissen Impulse für die Hochschuldidaktik, sowohl in Bezug auf die Rolle des MDR im Speziellen als auch mit Blick auf das curriculare Zusammenspiel von Fachwissenschaft und Fachdidaktik im Lehramtsstudium.

### *Theoretischer Rahmen*

Im Lehramtsstudium der naturwissenschaftlichen Fächer sollen die Studierenden lernen, wie sie unterschiedliche Lernvoraussetzungen im Unterricht berücksichtigen können (KMK 2004). Das MDR beschreibt dazu ein konkretes Vorgehen, und es dient gleichzeitig der theoretischen Legitimation im Sinne einer fachdidaktischen Theorie (Duit et al. 2012). Tatsächlich fällt es jungen Lehrenden jedoch häufig schwer, die fachwissenschaftliche Perspektive und die Vorstellungswelt der Lernenden gleichermaßen in ihre Unterrichtsplanung mit einzubeziehen (vgl. Dannemann et al. 2014; Gassmann 2012; Richter & Komorek 2017; Westerman 1991). Dieser Befund ist ernüchternd angesichts der intensiven Forschungsbemühungen im Bereich der Schülervorstellungen seit nunmehr vier Jahrzehnten (Labudde & Möller 2012; Schrenk et al. 2019). Vorstellungsforschung basiert auf dem *Conceptual-*

*Change-Ansatz* (z. B. Amin & Levrini 2017), und damit auch auf der erkenntnistheoretischen Sicht des moderaten Konstruktivismus (Gerstenmaier & Mandl 1995; Reich 2008). Das steht allerdings in deutlichem Kontrast zur gängigen Alltagsvorstellung von Lernen als „Aufnahme“ von Wissen. Wissen „hat“ man, oder man hat es eben nicht, dann muss man es „erwerben“, (vgl. Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens, z. B. Gropengießer & Groß 2019; Lakoff et al. 2004).

Inwieweit können also Studierende eines naturwissenschaftlichen Lehramtsfaches schon während des Studiums lernen, Unterricht aus der Perspektive der Lernenden zu planen? Und welche Rolle kann das MDR dabei spielen? Bisher ist das Planungsverhalten junger Lehrkräfte nur auf allgemeindidaktischer Ebene beschrieben (vgl. Richter & Komorek 2017; Seidel et al. 2006; Werner et al. 2017). Ein umfassenderes Verständnis der Schwierigkeiten junger Lehrkräfte bei einer Planung im Sinne des MDR kann dabei helfen, die fachdidaktische Lehramtsausbildung gemäß den KMK-Standards Lehrerbildung (2004) zu verbessern und folglich die Erkenntnisse der Vorstellungsforschung besser für die Unterrichtspraxis nutzbar zu machen. Die Fragestellungen des Projektes lauten: Wie planen die Studierenden Unterricht mit der Lernendenperspektive, gemessen an einer idealen Planung im Sinne des MDR? Welche spezifischen Schwierigkeiten haben die Studierenden bei einer Planung im Sinne des MDR? Welche Implikationen ergeben sich daraus für die Lehrenden(aus)bildung?

### *Methode*

Den Studierenden des Lehramtes Biologie an der Universität Leipzig wurde einmalig im WS 19/20 begleitend zum Pflichtmodul „Tierphysiologie“ (7. Fachsemester) ein zusätzliches Lehrangebot auf freiwilliger Basis gemacht. Dieses sogenannte „MDR-Training“ auf Seminarbasis zielte auf die fachdidaktische Reflexion und unterrichtspraktische Umsetzung der jeweils am selben Kurstag im Physiologiepraktikum behandelten Themen und Laborversuche. Die insgesamt sechs Termine des MDR-Trainings waren dabei auf diejenigen Kurstage konzentriert, an denen es um neurobiologische Inhalte ging. Insbesondere zielte das MDR-Training darauf, Unterricht unter Berücksichtigung der Lernendenperspektive zu planen, jeweils passend zum in der aktuellen Modulwoche behandelten neurobiologischen Fachinhalt (z. B. Sinneswahrnehmung).

Die erste Phase des MDR-Trainings führte Lernendenvorstellungen, Lernchancen und -hürden sowie Didaktische Leitlinien zur Neurobiologie (z. B. Gropengießer 2001; Sundermeier 2009) mittels Vignetten ein. In Phase 2 und 3 erhielten die Novizen die Gelegenheit, ihr themenspezifisches Wissen anzuwenden. Sie planten Lernumgebungen zu verschiedenen neurobiologischen Kontexten. In Phase 3 planten sie eigenverantwortlich und stellten ihre Planungsüberlegungen in einem Sachstrukturdiagramm dar, zudem schloss sich ein individuelles Reflexionsgespräch über die Planung an.

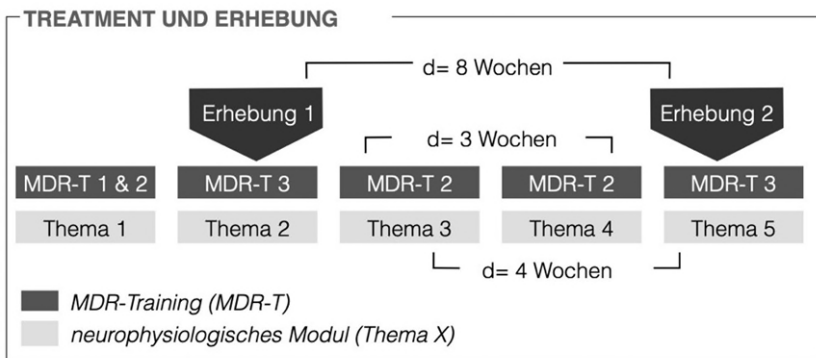


Abb. 1 Untersuchungsdesign. Die insgesamt sechs Termine des fachdidaktischen MDR-Trainings (MDR-T) begleiten jeweils ein eigenes Thema des neurophysiologischen Praktikums. Das MDR-Training selbst teilt sich in drei verschiedene Phasen auf, von der Einführung an Vignetten bis zur Anwendung auf das Praktikum (MDR-T 1 bis MDR-T 3). Zu beiden Erhebungszeitpunkten wurden jeweils Einzelinterviews mit allen 8 Teilnehmenden geführt

Die während dieses Trainings erhobenen Daten umfassen je zwei Einzelinterviews mit jedem bzw. jeder Kursteilnehmer/in (N = 8) sowie deren Planungsprodukte in Form der Sachstrukturdiagramme. Mittels dieser begleitenden qualitativen Studie soll einerseits die neuartige Lehrveranstaltung evaluiert werden. Andererseits sollen die erhobenen Daten aber auch bei der Beantwortung der grundlegenden Frage helfen, inwiefern das Modell der DR Lehramtsstudierenden bei ihrer Unterrichtsplanung hilft und wo eventuelle Schwierigkeiten liegen. Zur Untersuchung dieser Frage entschieden wir uns für eine Interviewstudie, um Planungsphänomene und -schwierigkeiten möglichst offen und explorativ erkunden zu können und bei den Probanden ggf. auch durch vertieftes Nachfragen noch Zusammenhänge zu klären. Zudem

sollte sich die Datenerhebung aber auch auf ein konkretes Planungsprodukt der Studierenden beziehen, sodass bei der Erhebung nicht nur Wissen und Einstellungen zum Planungsprozess deutlich werden, sondern auch deren konkretes Planungshandeln im Kontext des anspruchsvollen Lehrplanthemas Neurobiologie. Datengrundlage der Studie bilden deshalb teilstrukturierte retrospektive Einzelinterviews ( $n=2 \times 8$ ), in denen die Studierenden Prozess und Produkt ihrer Planung reflektieren.

Die zugrundeliegenden Unterrichtskonzeptionen entwickelten die Studierenden selbstständig zu zwei Zeitpunkten ( $d=8$  Wochen) im Rahmen des MDR-Trainings. Das MDR-Training griff in Seminarform die Themen eines physiologischen Pflichtpraktikums auf und ergänzte sie jeweils um die fachdidaktische Perspektive (Lernendenvorstellungen, Lernchancen und -hürden sowie Ideen für den Lehr-Lernprozess im Bereich Neurobiologie). Im Seminar lernten die Studierenden, ausgewählte neurophysiologische Phänomene des Praktikums entsprechend dem MDR didaktisch zu rekonstruieren und konkrete Lehr-Lerngelegenheiten für Lernende zu entwickeln.

Die Auswertung der Daten erfolgte mittels einer inhaltlich strukturierenden Inhaltsanalyse (Kuckartz 2016 & Mayring 2010) in einem mehrschrittigen Prozess. Im ersten Schritt wurden dabei aus Planungsprodukten und Interviewdaten jeweils individuelle Planungsfiguren der Kursteilnehmer/innen identifiziert. Diese Planungsfiguren wurden zu größeren Hauptkategorien gebündelt, die dann expliziert und in ihrer Grundstruktur charakterisiert werden konnten. Das Planungsverhalten der einzelnen Kursteilnehmer/innen konnte somit als eine Kombination aus verschiedenen zuvor rekonstruierten Planungsfiguren beschrieben werden. Im letzten Analyseschritt wurden dann die mit dem jeweiligen Planungsverhalten verbundenen Schwierigkeiten formuliert. Dazu nutzten wir einen Vergleich des individuellen Planungsverhaltens der jeweiligen Proband/innen mit einer theoriekonformen Planung im Sinne des MDR. In diese Rekonstruktion des Unterschieds zwischen Anspruch und Wirklichkeit bei der Planung flossen auch noch weitere Datenquellen ein, nämlich die Erfahrungen des Forschenden im MDR-Training sowie weitere Aussagen der Studierenden im Kontext dieses Seminars (für eine genauere Beschreibung der Analysemethode sowie der Ergebnisse vgl. Wanitschke & Zabel i. V.).

## *Ergebnisse*

Unsere Ergebnisse beleuchten das Planungsverhalten einer speziellen Stichprobe von Lehramtsstudierenden der Biologie bei der fachspezifischen Planung mit Lernendenvorstellungen. Die Analyse der Interview- und Planungsdaten zeigt deutlich, welche Planungsschwierigkeiten die Lehramtsstudierenden der Stichprobe trotz einer zusätzlichen Lehrveranstaltung zur Didaktischen Rekonstruktion mit den neurophysiologischen Inhalten hatten. Eine vollständige Analyse und Veröffentlichung der Ergebnisse steht derzeit noch aus (Wanitschke & Zabel i.V.). An dieser Stelle können aber erste Grundzüge skizziert werden, die für den Workshop und die konzeptuelle Arbeit am MDR von Bedeutung erscheinen.

Ziel unseres „MDR-Trainings“ war es ja, die themenbezogenen Erkenntnisse des MDR in eine leicht nutzbare Form zu überführen. Das gelang sicher nicht in Gänze, aber eine stärkere Alltagsnähe des geplanten Unterrichts konnten wir immerhin beobachten. Eine tiefergehende Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand und dem Lernprozess fand seitens der Studierenden dagegen überwiegend nicht statt. Das Planungsverhalten der Studierenden zeigte, dass diese sich die fachliche Perspektive zum Lerngegenstand eher durch Rezeption fachlicher Details aus Schulbuchtexten erschlossen als durch eine tiefergehende Reflexion des Zusammenhangs. Sie erkannten also bei der Planung bildlich gesprochen „den Wald vor Bäumen nicht“, bzw. genauer ausgedrückt: sie präparierten die zentralen Konzepte zum Lerngegenstand nicht heraus, so wie es im Sinne einer Fachlichen Klärung eigentlich geschehen sollte. Stattdessen verglichen viele der Probanden nur quantitativ, wie viel Wissen über fachliche Details Lernende und Fachleute jeweils besitzen, sie reduzierten also die Lernendenperspektive zu einem bloßen quantitativen Defizit anstelle einer gleichberechtigten Sicht auf die Welt mit ganz eigener Qualität. Zwar versuchten einige der Proband/innen durchaus Alltagsvorstellungen bei ihrer Planung zu berücksichtigen. Allerdings geschah dies meist pauschal und undifferenziert, also ohne didaktische Leitlinie bzw. eine gezielte Abstimmung der Vermittlungsstrategie auf einen konzeptuellen Lernprozess, der zuvor im Rahmen des MDR vorgezeichnet worden wäre. Einige weitere Planungsschwierigkeiten wurden formuliert.

Anstelle einer allgemeinen Diskussion der hier nur grob skizzierten angedeuteten Ergebnisse bietet es sich in diesem Tagungsband an, die Schlussfolgerungen bei der Beantwortung der Leitfragen zu formulieren und damit den

Fokus der Diskussion stärker auf die Rolle des MDR in der Lehramtsausbildung zu lenken.

## 2 Beantwortung der Leitfragen

*Leitfrage I: Wie ist die Aufgabe der didaktischen Strukturierung im Projekt umgesetzt worden? Welche Leitlinien/Verfahrensweisen für die Modellkomponente ‚Didaktische Strukturierung‘ können abgeleitet werden?*

*Umsetzung:* Es erschien uns am effektivsten, mit den Studierenden das Planen von Unterricht unter Berücksichtigung der Lernendenperspektive genau dann zu thematisieren und zu üben, wenn sie im Studium auch die fachlichen Inhalte und den experimentellen Kontext dazu kennenlernen. So entstand das Konzept des praxisnahen und produktorientierten MDR-Trainings als einer stark in den fachlichen Kontext „Neurophysiologie“ eingebetteten fakultativen Lehrveranstaltung. In diesem freiwilligen Seminar führten die Teilnehmenden alle drei Teilschritte des Modells durch, denn vor der Strukturierung mussten sie ja zunächst die wesentlichen Konzepte der im Praktikum neu gelernten fachlichen Inhalte identifizieren und unter Vermittlungsabsicht analysieren. Dazu war es notwendig, auch die Perspektive der Lernenden auf das biologische Thema und die damit verbundenen Alltagsvorstellungen kennenzulernen. Erst im letzten Teilschritt wurde das spezielle Praktikums-thema dann didaktisch strukturiert. In der Regel werden zuvor noch didaktische Leitlinien formuliert.

*Lessons learned:* Bedenkt man, dass die Modellkomponente „Didaktische Strukturierung“ zum allergrößten Teil von den Ergebnissen der beiden vorhergehenden Analyseschritte abhängt, so wird deutlich, dass sich Defizite bei diesen analytischen Schritten notwendigerweise in der Qualität des Endproduktes, also der Planung, niederschlagen müssen. Dies gilt wohl insbesondere für Novizen, die noch wenig Planungs- und Unterrichtserfahrung aufweisen. Ihr Mangel an Erfahrung geht damit einher, dass viele von ihnen ihrer Planung intuitiv ein schwer zu erschütterndes transmissives Verständnis des Lehrens und Lernens zugrunde legen (z. B. Weingarten 2019; Steinwachs & Gresch 2019; Mangiante 2018). Sie können mangels reflektierter Erfahrung mit Lehr-Lernsituationen noch kaum ermessen, wie sehr in vielen Themenfeldern der Biologie ein konzeptuelles Verstehen durch Alltagsvorstellungen der Lernenden limitiert und geleitet wird. Gerade für diese Novizen bedeuten



die ersten beiden Teilschritte des Modells, zum ersten Mal gründlich durchgeführt im Rahmen einer Abschlussarbeit, oft ein einschneidendes Erlebnis. Vor allem das empirische Erkunden der Denkwelt der Lernenden, zum Beispiel durch Interviews oder Lernexperimente, löst mitunter deutliche Überraschung aus. Nach unserer Erfahrung in der Lehramtsausbildung beginnen Studierende die Lernendenperspektive oft erst wirklich als wichtige Bedingung ihrer Planung ernst zu nehmen, wenn sie sie selbst einmal bei Schüler/innen erhoben oder im Klassenraum erlebt haben – manchmal noch nicht einmal dann. Vor diesem Hintergrund erscheint es im Nachhinein durchaus innovativ, aber auch etwas vermessen, mit einer Art „Crashkurs“ im Trainingsformat, mit deutlicher Fokussierung auf einen bestimmten biologischen Kontext sowie ein konkretes Planungsprodukt, den Teilschritt der Didaktischen Strukturierung quasi nebenbei erarbeiten zu wollen. Das im Kurs vermittelte theoretische Wissen über die Lernendenperspektive in einem speziellen Kontext war möglicherweise noch keine hinreichende Bedingung dafür, dass die Studierenden diese Perspektive auch tatsächlich fruchtbar für die Planung nutzten. Erst die genauere Auswertung der Daten wird diese Vermutung überprüfen helfen.

Wir sehen uns noch nicht in der Lage dazu, aus diesem ernüchternden Ergebnis direkt Leitlinien oder Verfahrensweisen für die Modellkomponente ‚Didaktische Strukturierung‘ abzuleiten. Zu begrenzt ist uns dafür die Stichprobe und zu spezifisch das Untersuchungsdesign. Gleichwohl beleuchten und erhärten unsere Daten und Ergebnisse wohl einmal mehr ein Problem, das sich uns in der Lehramtsausbildung mit dem MDR in der Vergangenheit bereits öfter abzeichnete (Lohmann 2006; Labudde & Möller 2012): Das MDR ist keine direkte Planungsanleitung, sondern in seiner ursprünglichen Variante ein aufwändiges, theoriebezogenes Verfahren, oder gar selbst eine „praktische Theorie“ (Kattmann 2007). Seine potentielle Stärke in der Lehramtsausbildung liegt darin, dass es den Novizen im Zuge der beiden Teilschritte „Fachliche Klärung“ und „Lernendenperspektive“ reflektierte und theoriebezogene Erfahrungen ermöglicht, aus denen sie dann für die tägliche Planungspraxis lernen können. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass sie sich auf diesen Lernprozess einlassen, und ihnen der Transfer von der exemplarischen, akademischen Auseinandersetzung mit den Teilkomponenten in einem bestimmten fachlichen Kontext zu ihrer eigenen, alltäglichen Planung in vielfältigen anderen Lehrplanthemen auch wirklich gelingt.

*Leitfrage II: Welchen Bedarf an Anpassung, Öffnung, Weiterentwicklung des Modells der Didaktischen Rekonstruktion insgesamt hat das eigene Projekt aufgezeigt?*

In Fall unseres „MDR-Trainings“ bestand zunächst einmal eine deutliche Spannung zwischen dem umfassenden Anspruch des Modells mit seinen drei Komponenten einerseits und der Wirklichkeit eines freiwilligen Begleitseminars andererseits, das vor allem auf ein schnelles Planungsprodukt zielt. Die Lehramtsstudierenden selbst wünschen sich oft eher eine direkte Anleitung zum Planen, einen praxisnahen Leitfaden. Mit unserem MDR-Training haben wir versucht, hier einen Kompromiss zu finden, indem wir nach einer allgemeinen Einführung in das MDR dann vorwiegend praxis- und produktorientiert vorgehen. Im Ergebnis zeigt sich, dass dieser Kompromiss zumindest unter den gegebenen Begrenzungen von Zeit und dem von uns gewählten Untersuchungsdesign noch nicht überzeugend funktioniert hat. Die Planung der Studierenden scheiterte unserem Eindruck nach noch häufig an einer tradierten Lernauffassung (Wissensparadigma) sowie an der Tatsache, dass das Wissen über die Teilkomponenten des MDR und deren theoretische Hintergründe nicht ausreichend in eine adäquate Planungspraxis umgesetzt werden konnte.

Der Schwerpunkt unseres MDR-Trainings lag eindeutig nicht auf der theoretischen Fundierung und den genauen Aspekten der drei Teilschritte des Modells. Vielmehr wollten wir die Teilnehmenden im Wissen um die knappe Zeit so rasch wie möglich dazu befähigen, Unterricht unter Berücksichtigung der Lernendenperspektive zu planen, und zwar zu einem gerade eben fachlich vertieften und experimentell erkundeten Thema. Die Ergebnisse zeigen, dass eine solche hochschuldidaktische Komprimierung oder „Abkürzung“ ihren Preis hat. Offensichtlich fehlten vielen Teilnehmenden unseres MDR-Trainings noch die Grundlagen für eine vollwertige Didaktische Strukturierung. Anders gesagt, sie waren noch nicht in der Lage dazu, wirklich im Rahmen einer konstruktivistischen Lernauffassung und aus einer rekonstruktiven Synthese zweier unterschiedlicher Perspektiven auf den Lerngegenstand heraus Vermittlungssituationen zu planen bzw. ferner die Relevanz ihnen bekannter Didaktischer Leitlinien zu erkennen.

Vielleicht ist das nicht verwunderlich, denn in der Regel setzt ein gründliches Kennenlernen des MDR mit seinen drei Teilschritten im Lehramtsstudium ja eine beispielhafte Analyse eines bestimmten Themenbereichs voraus, zum

Beispiel im Rahmen einer Master- oder Staatsexamensarbeit. Oft stehen am Ende solcher Abschlussarbeiten dann trotzdem nicht etwa konkrete Unterrichtsstunden für eine bestimmte Lerngruppe, sondern die dreischrittige Analyse mündet zunächst nur in allgemein formulierte didaktische Leitlinien. Im Gegensatz dazu verfolgte das praxisnah ausgelegte „MDR-Training“ das ehrgeizige Ziel, die Studierenden in kurzer Zeit parallel zu einem physiologischen Praktikum dazu zu befähigen, einen Biologieunterricht zu den jeweiligen Praktikumsthemen zu planen, der den Anforderungen des MDR genügt. Die Ergebnisse legen nahe, dass wir hier wohl zu optimistisch waren. Liegt es also am Modell?

*Anpassungsbedarf:* Aus unseren Erfahrungen hier ergibt sich das Desiderat, das MDR für die Lehramtsausbildung quasi erst einmal selbst als „Ausbildungsinhalt“ didaktisch zu rekonstruieren: Eine zentrale Lernhürde für Novizen bei der Anwendung des Modells scheint die tief verwurzelte Alltagsvorstellung zu sein, ihre Rolle als Lehrende liege darin, Wissen an die Lernenden „weiterzugeben“. Alles Bemühen um das genaue Verständnis der drei Komponenten des Modells muss vergeblich bleiben, solange dieses transmissive Verständnis das Fundament bildet (z. B. Dannemann 2018; Heidenreich 2020). Die konzeptuelle Rekonstruktion der Vorstellung vom Lehren und Lernen selbst könnte, unseren Ergebnissen nach zu schließen, einen hochschuldidaktischen Dreh- und Angelpunkt für die Arbeit mit dem MDR bilden (vgl. Gropengießer & Marohn 2018). Vermutlich tragen vor allem praktische Erfahrungen in Vermittlungssituationen dazu bei, dass die Studierenden ihr Bild vom Lernprozess überdenken. Allerdings geschieht dies wohl vor allem dann, wenn diese Erfahrungen auf fruchtbare Weise reflektiert werden. Erst wenn Studierende das Ringen um Verstehensprozesse im naturwissenschaftlichen Unterricht und die Macht der Alltagskonzepte dabei mehrfach erfahren und explizit erkannt haben, könnte der Boden bereitet sein für eine intensivere Beschäftigung mit dem MDR und seinen Komponenten. Als rezepthafte Anleitung für eine schnelle Aufbereitung fachlicher Inhalte jedes Praktikumstages eignet sich das MDR in seiner gegenwärtigen Form jedenfalls nicht, oder zumindest solange nicht, wie bei den Studierenden noch eine im Wesentlichen transmissive Lernauffassung vorherrscht. Diese transmissive Auffassung wiederum kann durch das Lehren des MDR allein nicht überwunden werden (vgl. auch Schnebel & Kreis 2014). Daraus ergibt sich weniger eine Schlussfolgerung für die Weiterentwicklung des Modells an sich, sondern eher für dessen konsequente Einbettung in ein grö-

ßer gedachtes fachdidaktisches Curriculum, das regelmäßig von reflektierten Praxiserfahrungen mit Lehr-Lernsituationen profitiert und dadurch dem Modell selbst den Boden bereitet (z. B. Heidenreich 2020; Unger et al. 2017).

## Literatur

- Amin, T. G., & Levrini, O. (2017). *Converging Perspectives on Conceptual Change: Mapping an Emerging Paradigm in the Learning Sciences*. Taylor & Francis.
- Dannemann, S., Niebert, K., Affeldt, S. & Gropengießer, H. (2014). Fall-sammlung zum Lehren und Lernen der Biologie – Entwicklung von Videovignetten. In I. Baumgardt (Ed.), *Forschen, Lehren und Lernen in der Lehrerausbildung – Fachdidaktische Beiträge aus der universitären Praxis* (S. 41–56). Schneider Hohengehren.
- Dannemann, S. (2018). Rethinking lesson planning – using video vignettes as cases in e-learning scenarios. In O. E. Finlayson, E. McLoughlin, S. Erduran & P. Childs, P. (Eds.), *Electronic Proceedings of the ESERA 2017 Conference. Research, Practice and Collaboration in Science Education, Part 13/208* (S. 1881–1891). Dublin City University.
- Dannemann, S. (2020). Vorstellungen diagnostizieren. In B. Reinisch, K. Helbig, & D. Krüger (Eds.), *Biologiedidaktische Vorstellungsforschung: Zukunftsweisende Praxis* (S. 83–100). Springer.
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M. & Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction – a Framework for Improving Teaching and Learning Science. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *Science Education Research and Practice in Europe: Retrospective and Prospective* (S. 13–37). Sense Publishers.
- Gassmann, C. (2012). *Erlebte Aufgabenschwierigkeit bei der Unterrichtsplanung: Eine qualitativ- inhaltsanalytische Studie zu den Praktikumsphasen der universitären Lehrerbildung*. Springer Fachmedien.
- Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41(6), 867–888.
- Gropengießer, H. (2001). *Didaktische Rekonstruktion des Sehens: wissenschaftliche Theorien und die Sicht der Schüler in der Perspektive der Vermittlung* (= BzDR, Bd. 1). Didaktisches Zentrum.

- Gropengießer, H. & Marohn, A. (2018). Schülervorstellungen und Conceptual Change. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Eds.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 49–67). Springer.
- Gropengießer, H. & Groß, J. (2019). Lernstrategien für das Verstehen biologischer Phänomene: Die Rolle der verkörperten Schemata und Metaphern in der Vermittlung. In J. Groß, M. Hammann, P. Schmiemann & J. Zabel (Eds.), *Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis* (S. 59–76). Springer.
- Heidenreich, T. (2020). *Die Bedeutung der Fachlichen Klärung für die Didaktische Rekonstruktion von Inhalten des Biologieunterrichts*. (Dissertationsschrift). Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover.
- Kattmann, U. (2007). Didaktische Rekonstruktion – eine praktische Theorie. In D. Krüger & H. Vogt (Eds.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung: Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 93–104). Springer.
- Kuckartz, U. (2016). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. Beltz Juventa.
- Kultusministerkonferenz (2004). *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften [Beschluss vom 16.12.2004]*. Luchterhand.
- Labudde, P. & Möller, K. (2012). Stichwort: Naturwissenschaftlicher Unterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 15(1), 11–36.
- Lakoff, G., Johnson, M. & Hildenbrand, A. (2004). *Leben in Metaphern: Konstruktion und Gebrauch von Sprachbildern*. Carl-Auer-Systeme Verlag.
- Lohmann, G. (2006). Didaktische Rekonstruktion in der Hochschuldidaktik. *Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 2, 65–73.
- Mangiante, E. S. (2018). Planning for Reform-Based Science: Case Studies of Two Urban Elementary Teachers. *Research in Science Education*, 48(1), 207–232.
- Mayring, P. (2010). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (11., überarb. Aufl. ed.). Beltz.

- Reich, K. (2008). *Konstruktivistische Didaktik: Lehr- und Studienbuch mit Methodenpool* (4., durchgesehene Auflage ed.). Beltz.
- Richter, C. & Komorek, M. (2017). Backbone – Rückgrat bewahren beim Planen. In S. Wernke & K. Zierer (Eds.), *Die Unterrichtsplanung: Ein in Vergessenheit geratener Kompetenzbereich?! – Status Quo und Perspektiven aus Sicht der empirischen Forschung* (S. 7–16). Klinkhardt.
- Schnebel, S. & Kreis, A. (2014). Kollegiales Unterrichtscoaching zwischen Lehramtsstudierenden. Einschätzungen zur Planungskompetenz. *Journal für LehrerInnenbildung*, 14(4), 41–46.
- Schrenk, M., Gropengießer, H., Groß, J., Hammann, M., Weitzel, H. & Zabel, J. (2019). Schülervorstellungen im Biologieunterricht. In J. Groß, M. Hammann, P. Schmiemann, & J. Zabel (Hrsg.), *Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis* (S. 3–20). Springer Spektrum.
- Seidel, T., Prenzel, M., Rimmel, R., Dalehefte, I. M., Herweg, C., Kobarg, M. & Schwindt, K. (2006). Blicke auf den Physikunterricht. Ergebnisse der IPN Videostudie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 798–821.
- Steinwachs, J. & Gresch, H. (2019). Umgang mit Schülervorstellungen im Evolutionsunterricht – Implizites Wissen von Lehramtsstudierenden bei der Wahrnehmung von Videovignetten. *ZISU – Zeitschrift für interpretative Schul- und Unterrichtsforschung*, 8(1), 24–39.
- Sundermeier, S. (2009). *Der Prozess der Sinneswahrnehmung: Historisch didaktische Rekonstruktion und Entwicklung einer fächerübergreifenden Lernumgebung* (= BzDR, Bd. 22). Didaktisches Zentrum.
- Unger, B., Gropengießer, H. & Papenbrock, J. (2017). *Didaktisch Rekonstruierte Fachwissenschaft: Durch Kooperation zwischen Fachwissenschaft und Fachdidaktik synergetische Effekte in der universitären Lehrerbildung nutzen*. Paper presented at the Jahrestagung der Fachsektion Didaktik der Biologie im VBIO e.V., Halle (Saale).
- Wanitschke & Zabel, i.V. Vorwissen oder Vorstellungen? Eine Analyse des Planungsverhaltens von Lehramtsstudierenden in Bezug auf die Lernendenperspektive (Arbeitstitel).
- Weingarten, J. (2019). *Wie planen angehende Lehrkräfte ihren Unterricht? Empirische Analysen zur kompetenzorientierten Gestaltung von Lernangeboten*. Münster: Waxmann.

- Werner, J., Wernke, S., & Zierer, K. (2017). Der Einfluss didaktischer Modelle auf die allgemeindidaktische Unterrichtsplanungskompetenz von Lehramtsstudierenden. In S. Wernke & K. Zierer (Eds.), *Die Unterrichtsplanung: Ein in Vergessenheit geratener Kompetenzbereich?! – Status Quo und Perspektiven aus Sicht der empirischen Forschung*. (S. 104–120). Klinkhardt.
- Westerman, D. A. (1991). Expert and novice teacher decision making. *Journal of teacher education*, 42(4), 292–305.

Matthias Probst

## **Mit dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion einen adaptiven Unterricht fördern**

### **Abstract**

*Kompetenzorientierung verlangt grundsätzlich vom Fachunterricht, dass Kenntnisse so vermittelt werden, dass diese von den Lernenden bei anderen Sachverhalten angewendet und weiterentwickelt werden können. Dementsprechend sind im Unterricht Lernprozesse lernenden- und fachbezogen zu arrangieren und der Transfer von Gelerntem zu fördern. In der Lehrpersonenausbildung zeigt sich jedoch, dass die Umsetzung eines solchen kompetenzorientierten Unterrichts sehr herausfordernd ist, insbesondere zu komplexen Lerninhalten. Beispielsweise beim fachlich und situativ passenden Aufeinanderbeziehen von Schülervorstellungen- und Fachwissen oder im Umgang mit unterschiedlichen Schülervorstellungen innerhalb der begrenzten Unterrichtszeit.*

*Im vorliegenden Beitrag wird das Konzept eines kompetenzorientierten adaptiven Unterrichts vorgestellt, welches das Modell der Didaktischen Rekonstruktion (MDR) so erweitert, dass Schülervorstellungen und Fachwissen direkt in der Lernsituation flexibel, systematisch und für alle fassbar aufeinander bezogen werden können. Verschiedene Lernmedien setzen das didaktische Modell des adaptiven Unterrichts mit AEL (analytisch-erkenntnisorientierter Lernansatz) um und zeigen damit praxisorientierte Umsetzungen.*

*Eine quantitative und qualitative Studie zum Thema Hochwasser im Fach Geografie zeigt, dass der adaptive Unterricht mit AEL Lehrpersonen und Lernende gleichermaßen im Umgang mit verschiedenen Vorstellungen im Fachunterricht unterstützt, Schülervorstellungen zugänglich werden, ein Conceptual Change unterstützt wird sowie der Wissenszuwachs und die Transferleistung zu komplexen Inhalten hochsignifikant zunehmen und beständig hoch bleiben (Probst 2020a, 2020b). Zudem zeigt sich, dass der adaptive Unterricht mit AEL die Umsetzung zentraler Aspekte des MDR direkt im Unterrichtsgeschehen unter-*



*stützt und so ein hilfreiches Gerüst für die Umsetzung eines kompetenzorientierten Unterrichts zu komplexen Inhalten bietet.*

## **1 Geografiedidaktik und Modell der Didaktischen Rekonstruktion**

Kompetenzorientierung verlangt Lernprozesse im Fachunterricht lernenden- und fachbezogen zu gestalten, so dass das Gelernte bei anderen Sachverhalten angewendet und weiterentwickelt werden kann. Für die Umsetzung eines kompetenzorientierten Unterrichts eignet sich das Modell der Didaktischen Rekonstruktion (MDR) sehr, da die Fach- und Lernendenperspektive explizit den Ausgangspunkt für die didaktische Strukturierung von Lernprozessen bildet. Das MDR von Kattmann, Duit, Gropengießer und Komorek (1997) wird heute in der Geografiedidaktik verbreitet eingesetzt und hat sich in den folgenden drei Bereichen etabliert:

- Unterrichtsplanung und -reflexion (z. B. Reinfried 2021; Reinfried et al. 2009)
- Lernmedienentwicklung (z. B. Probst 2020a; Adamina et al. 2018)
- Fachdidaktische Entwicklungsforschung (z. B. Reinfried et al. 2013; Schubert 2012; Felzmann 2013; Drieling 2015; Belling 2017)

Auch ich setze mich mit dem MDR als Geografielehrperson am Gymnasium, als dozierender und forschender Geografiedidaktiker an der Pädagogischen Hochschule und als Autor von Lernmedien vielfältig auseinander. Erfahrungen in der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen weisen darauf hin, dass angehende und erfahrene Lehrpersonen bei der Umsetzung des kompetenzorientierten Unterrichts nach dem MDR stark herausgefordert sind, insbesondere zu komplexen Lerninhalten (Bietenhard et al. 2022). Die Fragen einer Lehrperson bei einer Weiterbildung zu Präkonzepten und zum MDR verdeutlichen dies:

- „Wie gelangt eine Lehrperson zu relevanten Schülervorstellungen bei verschiedenen Unterrichtsthemen?“
- „Wie kann man den vielen Vorstellungen in einer Klasse innerhalb der begrenzten Unterrichtszeit gerecht werden?“
- „Welche Unterrichtsmethoden eignen sich für den Umgang mit Schülervorstellungen?“
- „Haben Lernende zu allen human- und physisch-geografischen Themen eigene Vorstellungen?“

Diese Fragen geben konkrete Hinweise zu Herausforderungen von Lehrpersonen bei der Umsetzung des MDR und beim Einbezug von Schülervorstellungen direkt im Unterricht.

In einer Forschungsarbeit wurde das MDR so erweitert, dass die Umsetzung eines kompetenzorientierten adaptiven Unterrichts für Lehrpersonen und Lernende gleichermaßen unterstützt wird (Probst 2020a, 2020b). Am Beispiel komplexer Inhalte im Fach Geografie wird das Modell des adaptiven Unterrichts im folgenden Beitrag dargelegt und mit Forschungsergebnissen aus zwei Interventionsstudien eingeordnet.

## 2 Herausforderungen im Fachunterricht zu komplexen Inhalten

Geografielehrpersonen sind bei der Vermittlung von komplexen und kontroversen Inhalten wie Klimawandel und Klimapolitik, Migration und Integration, zukunftsorientierte Stadtentwicklung, geopolitische Spannungsräume und Umgang mit Ressourcen mehrfach herausgefordert (Abb. 1).

Erstens erwartet die *Fachwissenschaft Geografie*, dass Lehrpersonen aktuelle Kenntnisse zu solchen komplexen Inhalten korrekt und verständlich vermitteln. Denn nur mit einem solch anschlussfähigen Fachwissen kann in Gesellschaft, Wirtschaft und Politik ein nachhaltiger Umgang mit den vielfältigen Herausforderungen fundiert diskutiert, zukunftsorientiert verstanden und konsensbezogen umgesetzt werden.

Zweites fordern kompetenzorientierte *Lehrpläne*, dass Kenntnisse so vermittelt werden, dass diese von den Lernenden bei anderen Sachverhalten und in anderen geografischen Räumen angewendet und weiterentwickelt werden (D-EDK 2016, DGfG 2020). Die Kompetenzorientierung verlangt damit vom Geografieunterricht, dass Lernprozesse zu komplexen Inhalten lernenden- und fachbezogen arrangiert werden und dabei auch der Transfer von Gelerntem gefördert wird. Herausforderungen im Unterricht beim Einbezug von Schülervorstellungen zeigen die Ausführungen in Kapitel 1.

Drittens sind Lehrpersonen bei der Planung und Umsetzung des *Fachunterrichts* vielfältig gefordert: beispielsweise im Umgang mit komplexen naturräumlichen und sozioökonomischen Inhalten, vielfältigen Perspektiven, zeitlichen und räumlichen Dimensionen, sichtbaren und unsichtbaren Elementen und Prozessen, forschungsbezogenen Wissenslücken, zukunftsorientierten

Ungewissheiten, vielfältigen Lösungsmöglichkeiten, Werten und Normen und psychologischen Barrieren bei Lernenden (Ohl 2013).

Herausforderungen im Geografieunterricht		
Fachwissenschaft	Bildung (Lehrplan)	Fachunterricht
<ul style="list-style-type: none"> <li>anschlussfähiges Wissen zu komplexen und kontroversen Inhalten in Bildung, Gesellschaft, Wirtschaft und Politik</li> <li>eigenständig Denken, Handlungsfähigkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kompetenzorientierung</li> <li>Anforderungsbereiche (AFB):</li> </ul> <div style="text-align: center;"> <p>AFB I Wissen</p> <p>Transferleistung</p> <p>AFB III Weiterentwicklung      AFB II Anwendung</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Komplexität und Kontroversität</li> <li>Perspektivenwechsel</li> <li>zeitliche und räumliche Dimension</li> <li>sichtbare und unsichtbare Elemente und Prozesse</li> <li>Wissenslücken, Zukunftsorientierung</li> <li>keine eindeutigen Lösungen</li> <li>Werte und Normen</li> <li>psychologische Barrieren</li> </ul>

Abb. 1 Herausforderungen im Fachunterricht Geografie zu komplexen Inhalten

### 3 Adaptiver Unterricht mit AEL und MDR – kurz erklärt

Unter Einbezug von lernpsychologischen und fachdidaktischen Forschungserkenntnissen zu Lernen und Transfer (vgl. Probst 2020a, S. 15ff) sowie der langjährigen Praxiserfahrung als Geografielehrer, Geografiedidaktiker und Lehrmittellautor wurde in einer Forschungsarbeit der „analytisch-erkenntnisorientierte Lernansatz“ (kurz: AEL) entwickelt. Ziel des AEL ist es, die Transferleistung zu komplexen Inhalten im Fachunterricht kompetenzorientiert zu fördern und dabei die in Kapitel 1 und 2 erläuterten Herausforderungen im Unterricht zu berücksichtigen (Probst 2020a).

Der AEL setzt einen *adaptiven Unterricht* um, der ausgehend von einer fokussierenden Lernaufgabe zu einer relevanten Problemsituation die Vorstellungen der Lernenden aktiviert, fassbar macht und im weiteren Unterrichtsverlauf systematisch, flexibel und situativ passend auf das Fachwissen bezieht (vgl. Beispiel in Abb. 3). Der adaptive Unterricht mit AEL unterscheidet sich damit deutlich von verbreiteten Unterrichtsformen, die zuerst Wissen vermitteln und dann zu Übungsaufgaben übergehen.

Der AEL gliedert den Lernprozess in die drei Phasen Fokus, Wissen und Transfer (Abb. 2). In jeder Phase werden analytisch eigenständiges Denken gefördert und ausgehend von Kenntnissen eigene Erkenntnisse entwickelt, vgl. weitere Erläuterungen in Probst (2020a, S. 49ff).

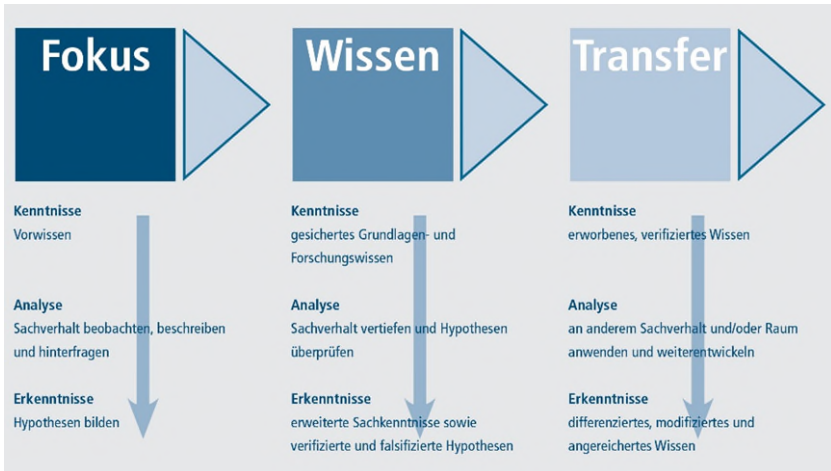


Abb. 2 Analytisch-erkenntnisorientierter Lernansatz, kurz AEL (Probst 2020a)

Fokus

**Fokussierende Lernaufgabe:**

*Hinführung:* Rund 2500 ausgemusterte Wagen der New Yorker U-Bahn wurden von 2001 bis 2017 im Atlantik vor der amerikanischen Ostküste bei New Jersey versenkt (Abb. A).

*Fragestellung:* Welche wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und ökologischen Hintergründe und Auswirkungen erwarten Sie bei der Entsorgung der U-Bahn-Wagen im Atlantik?

*Aufgabenstellung:* Beurteilen Sie anhand des Schnittmengenmodells der nachhaltigen Entwicklung, ob diese Form der Entsorgung nachhaltig ist (Abb. A und B).




Abb. A: Entsorgung ausrangierter U-Bahn-Wagen im Atlantik (www.spiegel.de, 29.1.2012, © Keystone)

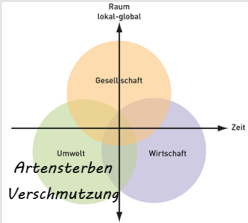


Abb. B: Modell der nachhaltigen Entwicklung mit Hypothesen (blau)

*Plenumsdiskussion:* Mit der Hinführung und den Fotos (Abb. A) werden inhaltsbezogene Vorstellungen aktiviert und in der Diskussion zur Frage- und Aufgabenstellung in Form von Hypothesen fassbar. Die Hypothesen werden direkt im Schnittmengenmodell der nachhaltigen Entwicklung (Erklärungsansatz) strukturierend protokolliert (Abb. B).

## Wissen

**Sicherung:** Die Lernenden vergleichen selbstständig ihre Hypothesen mit bestehendem Fach- und Forschungswissen. Dabei zeigt sich, dass die U-Bahn-Wagen im Meer ein künstliches Riff bilden, welches vielen Lebewesen einen Lebensraum bietet. So hat im künstlichen Riff die lokale Biomasse nach zehn Jahren um das 400-fache zugenommen.

Anschließend werden im Plenum Fragen geklärt sowie die bisherigen Hypothesen explizit bestätigt, korrigiert, differenziert und ergänzt (Abb. C).

Hierbei können fachliche Erkenntnisse (z. B. Artenvielfalt) sowie mentale Haltungen (z. B. voreilig gefühlsbezogene Beurteilung bei normativen Inhalten) diskutiert und differenziert werden, was einen Conceptual Change auf fachlicher und mentaler Ebene unterstützen soll.

## Transfer

**Anwendung des erworbenen Wissens:** Die Schülerinnen und Schüler wenden ihr erworbenes Wissen in anderen Aufgaben und Situationen an und erfahren die Alltagstauglichkeit des Gelernten. Dabei kann das Schnittmengenmodell als Analyseinstrument mit einer möglichst objektiven Haltung (d. h. vernunftbasiert, sachlich, multiperspektivisch, etc.) zu einer anderen Fragestellung im Thema nachhaltige Entwicklung (z. B. zu Intensivierung der Landwirtschaft) angewendet werden.

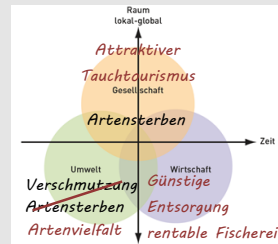


Abb. C: Validierte Hypothesen (rot)

Abb. 3 Beispiel zum adaptiven Unterricht mit AEL beim Thema nachhaltige Entwicklung (vgl. Probst 2020a, S. 78)

## 4 Quantitative und qualitative Studien zum adaptiven Unterricht

Das Modell des adaptiven Unterrichts mit AEL wird im Lernmedium WASSERverstehen als didaktisches Konzept praxisorientiert umgesetzt (Probst 2015, 2017, 2021). Diese Lernmaterialien ermöglichen eine quantitative Wirksamkeitsstudie mit einem Pre-, Post-, Follow-up-Test-Design zum adaptiven Unterricht mit AEL in vier gymnasialen Klassen im Geografie-

unterricht (vgl. Probst 2020a, S. 134ff). Die Unterrichtsintervention von 90 Minuten zum Thema Hochwasser wurde in der Experimentalgruppe (EG1) und Vergleichsgruppe (VG1) mit identischen Lernmaterialien, Texten, Filmen, Bildern und nahezu übereinstimmendem Unterrichtsablauf durchgeführt. Der einzige Unterschied bestand darin, dass bei der EG1 in der Phase *Fokus* während rund 10 Minuten verschiedene Schülervorstellungen (Hypothesen) zur Hochwasserentstehung entwickelt wurden und in der Phase *Wissen* die wissenschaftlichen Kenntnisse explizit auf diese Hypothesen bezogen wurden, entsprechend dem Beispiel in Abbildung 3.

Die Ergebnisse der quantitativen Wirksamkeitsstudie zeigen beim Vergleich der EG1 und der VG1 über die drei Messzeitpunkte (t1, t2 und t3), dass die Transferleistung in der EG1 von t1 zu t3 signifikant und von t2 zu t3 hochsignifikant stärker zunimmt und beständiger bleibt als in der VG1 (Abb. 4). Während den acht Wochen nach der Intervention nimmt in der VG1 die Transferleistung hochsignifikant ab und in der EG1 geringfügig zu. Über alle drei Messzeitpunkte zeigt sich, dass die Transferleistung im adaptiven Unterricht mit AEL signifikant bis hochsignifikant stärker zunimmt und beständiger bleibt als bei einer Intervention ohne AEL.

Bei der anschließenden qualitativen Studie wurde dieselbe Intervention zum adaptiven Unterricht mit AEL mit der EG2 wie in der quantitativen Studie mit EG1 verwendet, um die Ergebnisse beider Studien aufeinander beziehen zu können. In der Folge zeigt sich, dass die Ergebnisse der EG2 über alle drei Messzeitpunkte mit der EG1 übereinstimmen (Abb. 4). Dieser Befund ist bemerkenswert, weil die Transferleistung bei der EG1 und EG2 nach nur 90 Minuten Intervention in den folgenden zwei Monaten ohne weiteren Unterricht zum Thema Hochwasser (inkl. fünf Wochen Sommerferien) sogar noch geringfügig ansteigt. Mit dem Forschungsdesign der qualitativen Studie konnten an vier Zeitpunkten (vor, während, direkt nach dem Unterricht und zwei Monate danach) vielfältige Daten zum Lernweg von 14 Gymnasiastinnen und Gymnasiasten und des Lehrpersonenhandelns kategorisiert gewonnen werden – in Form von videografierten Unterrichtssequenzen, schriftlichen Befragungen, Wissens- und Transfertests sowie Leitfadeninterviews (Probst 2020b).

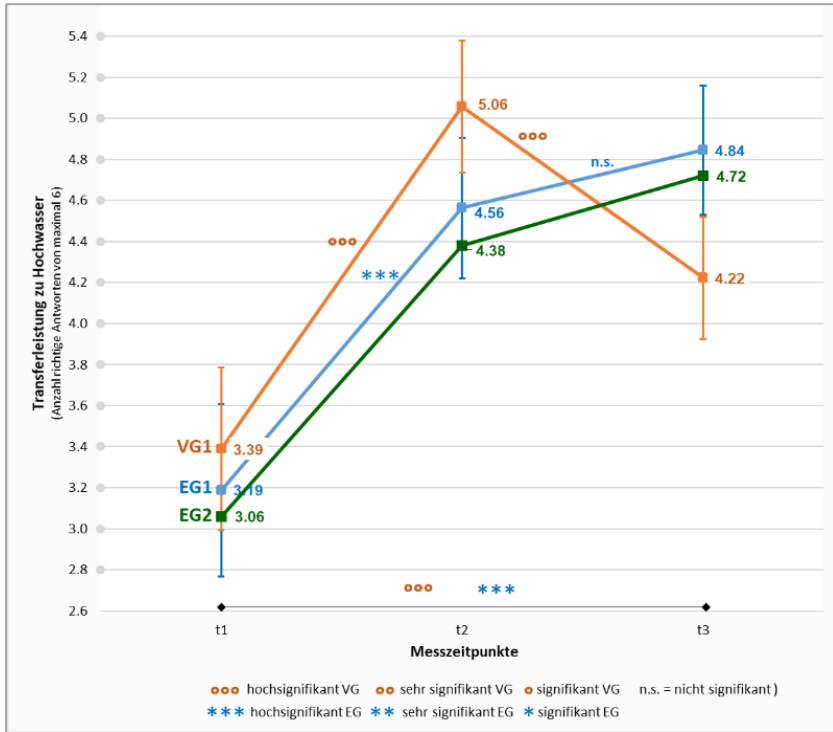


Abb. 4 Veränderung der Transferleistung zum Thema Hochwasser über drei Messzeitpunkte in den Gruppen EG<sub>1</sub> (N=32) und VG<sub>1</sub> (N=36) der quantitativen Studie (vgl. Probst 2020a, S. 197) und in der Gruppe EG<sub>2</sub> (N = 24) der qualitativen Studie im Jahr 2021 (bei EG<sub>2</sub> wurden keine statistischen Verfahren zur Berechnung der Signifikanz durchgeführt)

Bei der qualitativen Analyse zeigen sich bedeutsame Faktoren für die Förderung der Transferleistung im adaptiven Unterricht mit AEL auf der Ebene Lernende, Lehrpersonen und Unterricht:

- Bei den Lernenden ist für die Transferleistung und einen Conceptual Change bedeutend, wenn im Lernprozess inhaltsbezogene Vorstellungen explizit einbezogen und differenziert werden, eigenständiges Denken im Lernprozess verlangt ist, Gelerntes vielfältig angewendet wird und die Lernenden kontinuierlich inhaltsbezogene formative Rückmeldungen zu ihrem Lernen erhalten. Dabei lernen die Schülerinnen und Schüler auch,

wie sie neues Wissen über eigenständig analytisches Denken selbst erzeugen können, d. h. sie lernen eine Vorgehens- und Handlungsweise (prozedurales Wissen) für die Entwicklung von neuen Ideen und neuem Wissen.

- Lehrpersonen können solche Lernprozesse unterstützen, wenn sie Schülervorstellungen und Fachwissen laufend, situativ passend, systematisch und flexibel aufeinander beziehen und so Vorstellungen klären, differenzieren, anreichern und auf einen adäquaten Transfer vorbereiten. Lehrpersonen erhalten zudem in ihrem Unterricht aufschlussreiche Rückmeldungen zu Vorstellungen, eigenständigem Denken, Erkenntnissen und Lerntransfer ihrer Schülerinnen und Schüler.
- Auf der Unterrichtsebene erweisen sich Lernaufgaben, Erklärungsansätze (z. B. Modell, Konzept, Theorie), Unterrichtsklima und Medien als bedeutend für die Umsetzung eines kompetenzorientierten adaptiven Unterrichts und die Förderung der Transferleistung.

Die Ergebnisse der quantitativen und qualitativen Studie sowie die vielen weiteren Unterrichtserprobungen zu verschiedenen geografischen Themen zeigen, dass der adaptive Unterricht mit AEL praxisorientiert einen kompetenzorientierten Unterricht unterstützt, in dem Schülervorstellungen und Fachwissen in der Lernsituation laufend, situativ passend, systematisch und flexibel so aufeinander bezogen werden, dass diese immer wieder abgeglichen, geklärt, differenziert und angereichert werden und dabei ein Conceptual Change sowie ein fachlich anschlussfähiger Lerntransfer unterstützt werden (Probst 2020a, 2020b).

Darüber hinaus zeigte sich auch, dass der adaptive Unterricht mit AEL flexibel und vielfältig einsetzbar ist, Lehrpersonen bei den vielschichtigen Herausforderungen im Geografieunterricht (Abb. 1) zu komplexen Inhalten unterstützt und zwar in unterschiedlich langen Unterrichtssequenzen (10 Minuten bis mehrere Lektionen), mit verschiedenen Medien (z. B. Bild, Film, Ton, originaler Gegenstand, Diagramm, Text) und unterschiedlichen Methoden (z. B. Bildanalyse, Geländepraktikum, Strategiespiel), vgl. hierzu die Fallbeispiele in Probst (2020a, 65ff).



## 5 Adaptiver Unterricht mit AEL und MDR

Dieses Kapitel will konkrete Bezüge zwischen dem adaptiven Unterricht mit AEL und dem MDR aufzeigen. Dabei werden die „Didaktische Strukturierung“ fokussiert und eine Weiterentwicklung des MDR diskutiert, entsprechend den Leitfragen I und II des Tagungsbandes. Das MDR wird bisher für die Unterrichtsplanung und -reflexion, die Lehrmittelentwicklung und die fachdid. Forschung eingesetzt. Das neu entwickelte Modell adaptiver Unterricht mit AEL bezieht sich stark auf das MDR und erweitert es, indem es einen Weg aufzeigt, direkt im Unterrichtsgeschehen Schüler- und Fachwissen systematisch und situativ passend aufeinander zu beziehen.

In der fachdidaktischen Literatur wurde das MDR als leitendes Modell für einen solchen adaptiven Unterricht bisher kaum diskutiert. Vereinzelt wurde darauf verwiesen, dass für das MDR Schülervorstellungen und -perspektiven auch im Unterricht erfasst werden können, beispielsweise mit Lernaufgaben, Reflexionsformen oder dem Auslösen eines kognitiven Konflikts (Möller 2018). Studien und Erprobungen zeigen, dass beim schwierig vorhersehbaren situativen Lernen im adaptiven Unterricht mit AEL folgende drei Aspekte als Grundgerüst den Lehrpersonen und Lernenden helfen:

- Didaktische Strukturierung: Der AEL gliedert den Lernprozess in die Phase Fokus (Vorstellungen inhaltsbezogen aktivieren), die Phase Wissen (Vorstellungen und Fachwissen aufeinanderbeziehen) und die Phase Transfer (Gelerntes anwenden und als alltagstauglich erfahren).
- Fokussierende Lernaufgabe: Die Lernaufgabe soll die Vorstellungen der Lernenden inhaltsbezogen aktivieren, eigenständig analytisches Denken zu einer fachlich relevanten Problemsituation anregen sowie den Lernenden zeigen, wie sie eigenes Wissen bei der Analyse einer Aufgabe anwenden und weiterentwickeln können (Transfer).
- Wissenschaftlicher Erklärungsansatz: Der Erklärungsansatz (Modell, Konzept, Theorie, Begriff) hilft der Lehrperson einerseits die Überlegungen und Vorstellungen der Lernenden im Unterricht flexibel und fachlich korrekt einzuordnen und adäquat auf das Fachwissen zu beziehen. Andererseits dient der wissenschaftliche Erklärungsansatz (z. B. Schnittmengenmodell in Abb. 3) der Lehrperson und den Lernenden als Analyse- und Denkinstrument (z. B. „Sind bei der Entsorgung der U-Bahn-Wagons auch die Dimensionen Wirtschaft und Gesellschaft betroffen?“), um den

komplexen Inhalt strukturiert, multiperspektivisch und tiefgründig zu verstehen und schließlich in der Phase *Transfer* das Gelernte in anderen Situationen anzuwenden.

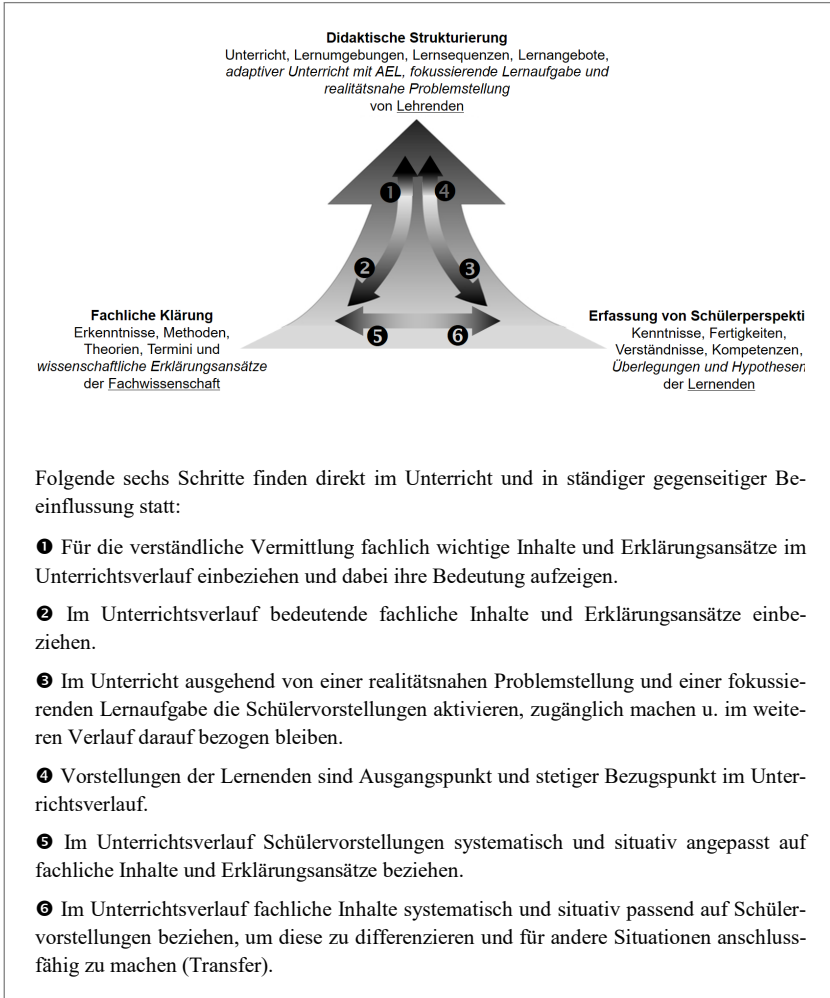


Abb. 5 Modell der Didaktischen Rekonstruktion ergänzt durch den adaptiven Unterricht mit AEL (kursiv) (modifiziert nach Gropengießer, Kattmann 2009)

Unterstützt durch das Grundgerüst mit diesen drei Aspekten, verlangt der adaptive Unterricht mit AEL von einer Lehrperson eine aufmerksame, offene und interessierte Haltung gegenüber den Schülerinnen und Schülern und ihren Vorstellungen sowie gegenüber fachlichen Inhalten, Fragen und wissenschaftlichen Erklärungsansätzen. Diese Haltung ist eine Grundvoraussetzung für das entsprechende Engagement bei der Unterrichtsvorbereitung und -reflexion sowie für die verlangte Präsenz im Unterricht, wo stets Schüler- und Fachwissen aufeinander bezogen werden müssen.

Die Erweiterung des MDR durch den adaptiven Unterricht mit AEL unterstützt den Umgang mit den Herausforderungen im Fachunterricht (vgl. Kapitel 1 und 2):

- Beim adaptiven Unterricht mit AEL muss die Lehrperson bei ihren Vorbereitungen nicht hypothetisch nach möglichen Schülervorstellungen suchen, recherchieren oder aufwendig erfassen. Sie muss jedoch eine relevante Lernaufgabe zu einem komplexen, realitätsnahen Problem entwickeln, bei deren Beantwortung sich Schülervorstellungen zu elementaren Inhalten erschließen lassen.
- Der adaptive Unterricht mit AEL ermöglicht, verschiedene Schülervorstellungen zu einem komplexen, realitätsnahen Problem im Unterricht pragmatisch und wirkungsvoll einzubeziehen. Studien zeigen, dass sich die verschiedenen Vorstellungen in einer Klasse mit dem AEL, einer fokussierenden Lernaufgabe und einem wissenschaftlichen Erklärungsansatz zielorientiert einordnen und fachbezogen gut modifizieren lassen.
- Die Initiierung des Lernprozesses über die Phase *Fokus* beim AEL beansprucht insgesamt nicht mehr Unterrichtszeit als beim Lernen ohne vorangestellte kognitive Aktivierung, weil das Wissen in der anschließenden Phase meist rascher verarbeitet und verstanden wird. Grund hierfür scheint zu sein, dass durch die vorangehend aktivierten Vorstellungen die komplexen Inhalte für die Lernenden bedeutungshaltig und fassbar werden.
- Durchgeführte Studien und Erprobungen zeigen, dass der adaptive Unterricht mit AEL sich zu jedem human- und physisch-geografischen Thema einsetzen lässt und sich insbesondere bei komplexen, realitätsnahen Problemen bewährt, für deren Beantwortung verschiedene Faktoren, komplexe Wechselbeziehungen und vielfältige Perspektiven einzubeziehen

sind und es keine eindeutigen Lösungen gibt (vgl. Abb. 3). Gründe hierfür scheinen zu sein, dass bereits zu Beginn des Lernprozesses verschiedene Perspektiven, Faktoren und Wechselbeziehungen mit Bezug zu eigenen Vorstellungen bewusst werden, so dass der anschließende Vergleich mit wissenschaftlichen Kenntnissen und Überlegungen von betroffenen Personen zu einem bedeutungserzeugenden Lernen führt, auch bei komplexen Inhalten.

## 6 Lernmedien für den adaptiven Unterricht

Folgende Lernmaterialien setzen das Modell des adaptiven Unterrichts mit AEL praxisorientiert um und zeigen so, wie ein Unterricht aussehen kann, der Vorstellungen der Lernenden aktiviert, situativ passend auf Fachwissen bezieht und die Transferleistungen kompetenzorientiert fördert:

- WASSERverstehen (Probst 2015, 2017, 2021), 12 Themenblätter in drei Modulen als Print- und E-Book, online unter: [www.wasserverstehen.ch](http://www.wasserverstehen.ch)
- Lernmodule Hochwasserrisiken. Vom Verstehen zum Handeln (Probst 2022b), online unter: <https://www.hochwasserrisiko.ch/de>
- Geografie. Begleitband. Didaktische Hinweise und Lernaufgaben (Probst et al. 2020)
- Klimawandel und Klimapolitik. Lernmedium für die Sekundarstufe II (Probst & Gubler 2019) online unter: <https://www.education21.ch/de/themendossier/klima#edu21-tab5>
- Aufeinandertreffen von Kulturen. Konzepte und Sichtweisen für den Unterricht (Probst & Piller 2017)
- Bougouni. Ein Strategiespiel zu nachhaltiger Entwicklung (Bachmann, Fankhauser & Probst 2013)

Auf dem E-Portal Kompetenzorientierter Fachunterricht (KfUE) der PHBern sind für das Fach Geografie zudem Filmausschnitte für die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen zusammengestellt, um bedeutsame Aspekte des adaptiven Unterrichts mit Videos praxisnah zu beobachten, zu diskutieren und zu vertiefen (Probst 2022a). Dabei lassen sich das Lehrpersonenhandeln, Lernwege der Schülerinnen und Schüler sowie unterrichtsbezogene Aspekte spezifisch analysieren und daraus entwickelte Erkenntnisse auf Studien beziehen, in denen sich kognitiv aktivierende Lernaufgaben, fachlich strukturierende Erklärungsansätze, differenzierte fach- und lernendenbezogene

Feedbacks sowie konstruktivistische Vorgehensweisen als hilfreich für Lehrpersonen und wichtig für den Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern erweisen (z. B. Mehren & Mehren 2020, Probst 2020a, 2000b).

## 7 Fazit: Kompetenzorientierung mit dem erweiterten MDF fördern

Das MDR eignet sich bestens für die Umsetzung eines kompetenzorientierten Unterrichts, wo lernenden- und fachbezogene Lernprozesse sowie der Transfer des Gelernten gefördert werden. In den vergangenen 25 Jahren wurde das MDR für die Unterrichtsplanung und -reflexion, die Lehrmittelentwicklung und die fachdidaktische Forschung in vielen Fächern breit und vielfältig eingesetzt.

Das Modell des adaptiven Unterrichts mit AEL erweitert das MDR im Kontext der geforderten Kompetenzorientierung, indem es ein flexibles Hilfsgestütz bietet, um direkt im Unterrichtsgeschehen Schülervorstellungen fassbar zu machen und situativ passend, systematisch und explizit auf Fachwissen zu beziehen, um so Vorstellungen zu differenzieren und anzureichern (Abb. 5). Das situative Aktivieren und adaptive Einbeziehen von Schülervorstellungen scheint für das bedeutungshaltige Lernen wichtig, wie die Diskussion auf der Tagung MDR 2021 zu einer Unterrichtssituation zeigte, in der Schülerinnen und Schüler durch ein von der Lehrperson eingebrachtes, wissenschaftlich belegtes Präkonzept eher irritiert wurden.

Die Erweiterung des MDR durch das Modell des adaptiven Unterrichts mit AEL ist für die Umsetzung des kompetenzorientierten Unterrichts bedeutend, da beide Modelle wichtige und mehrfach nachgewiesene, lernpsychologische Erkenntnisse (z. B. zu Präkonzepten, Conceptual Change, Lerntransfer) praxisorientiert in die Unterrichtsumsetzung „transportieren“ und dabei auch auf Herausforderungen von Lehrpersonen (vgl. Kapitel 1 und 2) reagieren.

Mit dem Modell des adaptiven Unterrichts nach AEL, den entwickelten Lernmedien und den durchgeführten Studien liegen im Verbund theoriebasierte, praxisbezogene und empirisch überprüfte Grundlagen zum kompetenzorientierten adaptiven Geografieunterricht und der Transferförderung vor; und zwar für unterrichtende Lehrpersonen, für die Ausbildung von Lehrpersonen, für die geografiedidaktische und lernpsychologische Forschung sowie für die Lernmedienentwicklung. Der Autor erhofft sich, dass diese Grundlagen auch einen Beitrag für die Diskussion zur breiten Umsetzung des kompetenzorien-

tierten Unterrichts leisten und in diesem Kontext zur Erweiterung des MDR – beispielsweise zu folgenden Fragen:

- Wie flexibel und situativ bezogen müssen Schülervorstellungen in den kompetenzorientierten Unterricht einbezogen werden?
- Wie kann oder muss das MDR erweitert werden, damit es die Lehrpersonen direkt im Unterricht unterstützt, situativ, flexibel und systematisch die Schülervorstellungen aktivieren und fachlich korrekt auf Fachwissen beziehen zu können; entsprechend den Forderungen an den kompetenzorientierten Unterricht (zu komplexen Inhalten)?
- Mit welchen „Maßnahmen, Instrumenten und Hilfsgerüsten“ kann man Lehrpersonen und Lernende im Umgang mit den vielfältigen Herausforderungen im kompetenzorientierten Unterricht zu komplexen Inhalten unterstützen? Welche Bedeutung spielen dabei beispielsweise Lernaufgaben, wissenschaftliche Erklärungsansätze und die didaktische Strukturierung (z. B. nach AEL) in anderen Fächern?

Im Sinne dieser Fragen hoffe und freue ich mich auf angeregte und bereichernde Diskussionen, eine breite Erprobung des vorgestellten adaptiven Unterrichts in anderen Kontexten und bedanke mich für Ihr Interesse!

## Literatur

- Adamina, M., Hertig, P., Probst, M., Reinfried, S. & Stucki, P. (2018). *Klimabildung in allen Zyklen der Volksschulbildung und in der Sekundarstufe II*. Summary – Zusammenfassung der CCESO-Projektphase I, 2016/2017. Bundesamt für Umwelt – BAFU.
- Bachmann, F., Fankhauser, U. & Probst, M. (2013). *Bougouni. Ein Strategiespiel zu nachhaltiger Entwicklung*. hep Verlag.
- Belling, D. (2017). *Demographischer Wandel und Schülervorstellungen. Ein Beitrag zur geographiedidaktischen Rekonstruktion* (= Geographiedidaktische Forschungen, Bd. 66). readbox publishing.
- Bietenhard, S., Probst, M., Conk, C., Marti, B., Huber Nievergelt, V., Molinari, V. & Rindlisbacher, F. (2022, in Druck). *Fachdidaktische Forschung und Unterrichtsentwicklung mit videobasierter Fallarbeit – Ergebnisse und Perspektiven aus der fächer- und stufenübergreifenden*

*Entwicklungsforschung*. Symposium 5. Tagung Fachdidaktiken Swiss-universities, 08.–09.04.2022.

DGfG – Deutsche Gesellschaft für Geographie (2020). *Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss – mit Aufgabenbeispielen*. 10. Auflage. DGfG.

Drieling, K. (2015). Schülervorstellungen über Boden und Bodengefährdung. Ein Beitrag zur geographiedidaktischen Rekonstruktion (= Geographiedidaktische Forschungen, Bd. 55). Monsenstein & Vannerdat.

D-EDK – Deutschschweizer Erziehungsdirektoren-Konferenz (2016). *Lehrplan 21*. Gesamtausgabe Kanton Bern.

Felzmann, D. (2013). *Didaktische Rekonstruktion des Themas „Gletscher und Eiszeiten“ für den Geographieunterricht* (= BzDR, Bd. 41). Didaktisches Zentrum.

Gropengießer, H. & Kattmann, U. (2009). Didaktische Rekonstruktion – Schritte auf dem Weg zu gutem Unterricht. In B. Moschner, R. Hinz & V. Wendt (Hrsg.), *Unterrichten professionalisieren. Schulentwicklung in der Praxis* (S. 159–164). Cornelsen Verlag.

Kattmann, U., Duit R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschafts-didaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3–18.

Mehren, M. & Mehren, R. (2020). Über die Tiefenstrukturen des (Geographie-) Unterrichts. *Praxis Geographie*, 4, 4–9.

Möller, K. (2018). Die Bedeutung von Schülervorstellungen für das Lernen im Sachunterricht. In A. Adamina, M. Kübler, K. Kalciscs & E. Engeli (Hrsg.), *„Wie ich mir das denke und vorstelle...“ Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zu Lerngegenständen des Sachunterrichts und des Fachbereichs Natur, Mensch, Gesellschaft* (S. 35–50). Klinkhardt.

Ohl, U. (2013). Komplexität und Kontroversität – Herausforderungen des Geographieunterrichts mit hohem Bildungswert. *Praxis Geographie*, 3, 4–8.

Probst, M. (2015). *WASSERverstehen. Hydrologische Extremereignisse. Lernmedium zur Hydrologie für die Sekundarstufe II*. hep Verlag. Online unter: [www.wasserverstehen.ch](http://www.wasserverstehen.ch) [10.04.2022].

- Probst, M. (2017). *WASSERverstehen. Wallis – Wassernutzung im Wandel. Lernmedium zur Hydrologie für die Sekundarstufe II*. hep Verlag. Online unter: [www.wasserverstehen.ch](http://www.wasserverstehen.ch) [10.04.2022].
- Probst, M. (2020a). *Hydrologie anwendungsorientiert vermitteln. Entwicklung, Umsetzung und Evaluation eines Unterrichtsmodells zur Förderung der Transferleistung* (= Geographiedidaktische Forschungen, Bd. 71). Münster: Monsenstein & Vannerdat. Online unter: [https://geographiedidaktische-forschungen.de/wp-content/uploads/gdf\\_71\\_-\\_probst\\_-\\_hydrologie\\_anwendungsorientiert\\_vermitteln.pdf](https://geographiedidaktische-forschungen.de/wp-content/uploads/gdf_71_-_probst_-_hydrologie_anwendungsorientiert_vermitteln.pdf) [10.4.2022].
- Probst, M. (2020b). Transferleistung mit adaptivem Geografieunterricht fördern. In M. Adamina et al. (Hrsg.), *Kompetenzorientierte fachspezifische Unterrichtsentwicklung. Professionalisierung von Lehrpersonen durch fachdidaktische Fallarbeit* (= Beiträge für die Praxis, Bd. 10) (S. 140–155). hep Verlag.
- Probst, M. (2021). *WASSERverstehen. Wasser und Mensch eng vernetzt. Lernmedium zur Hydrologie für die Sekundarstufe II*. hep Verlag. Online unter: [www.wasserverstehen.ch](http://www.wasserverstehen.ch) [10.04.2022].
- Probst, M. (2022a). *Transferleistung mit adaptivem Geografieunterricht fördern*. E-Portal Kompetenzorientierte fachspezifische Unterrichtsentwicklung Fachdidaktische Fallarbeit in der Lehrpersonenaus- und -weiterbildung. Online unter: <https://www.phbern.ch/e-portal-kompetenzorientierte-fachspezifische-unterrichtsentwicklung/geografie-sekundarstufe-ii> [10.04.2022]
- Probst, M. (2022b). *Lernmodule Hochwasserrisiken. Vom Verstehen zum Handeln*. Oeschger-Zentrum für Klimaforschung der Universität Bern.
- Probst, M., Egli, H., Hasler, M., Berger, P., Bieri, S., Manser, S., Moser, K., Piller, F., Stauffer, E. & Troxler, F. (2020). *Geografie. Begleitband. Didaktische Hinweise und Lernaufgaben (1)*. hep Verlag.
- Probst, M. & Gubler, M. (2019). *Klimawandel und Klimapolitik. Lernmedium für die Sekundarstufe II und Informationen für Lehrpersonen*. Éducation21.
- Probst, M. & Piller, F. (2017). Aufeinandertreffen von Kulturen. Konzepte und Sichtweisen für den Unterricht. *Geographie heute*, 38(335), 40–45.



- Reinfried, S. (2021): Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion in der Ausbildung von Geographielehrkräften – ein Lehr- und Lernangebot zur vertieften Auseinandersetzung mit Unterrichtsplanung und -reflexion. *HLZ – Herausforderung Lehrer\*innenbildung*, 4(2), 28–50.
- Reinfried, S., Mathis, C. & Kattmann, U. (2009). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – eine innovative Methode zur fachdidaktischen Erforschung und Entwicklung von Unterricht. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 27(3), 404–414.
- Reinfried, S., Aeschbacher, U., Kienzler, P. M. & Tempelmann, S. (2013). Mit einer didaktisch rekonstruierten Lernumgebung Lernerfolge erzielen – das Beispiel Wasserquellen und Gebirgshydrologie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 261–288.
- Schubert, J.-C. (2012). *Schülervorstellungen zu Wüsten und Desertifikation – Eine empirische Untersuchung zu einem zentralen Thema des Geographieunterrichts*. Dissertation. Universitätsbibliothek.

