

## **Zur Rolle des Faches Physik beim Lehren und Lernen von Physik**

Das zentrale Thema dieser Tagung lautet: *Authentizität und Lernen – das Fach in der Fachdidaktik*. Ich befasse mich mit den traditionellen Inhalten, den fachlichen Begriffen und Prinzipien, mit Vorstellungen *über* die Natur der Naturwissenschaften (*Nature of Science*) und schließlich mit Sichtweisen zur Rolle naturwissenschaftlichen Wissens im Alltag und im gesellschaftlichen Raum. Es geht mir um die folgenden Aspekte:

### **(1) Sehen sich Physiklehrkräfte vor allem als Anwälte des Faches oder der Schülerinnen und Schüler?**

Man wird einwenden, dass sich Lehrkräfte immer in beiden Rollen sehen, nämlich als Vermittler fachlichen Wissens, das so aufzubereiten ist, dass Schülerinnen und Schüler es verstehen können und ihnen bewusst wird, warum und wozu ein bestimmter Inhalt gelernt werden soll. Folglich sind immer beide Aspekte beteiligt - mit unterschiedlicher Gewichtung allerdings.

### **(2) Fach und Didaktik des Faches – ein (bisweilen) schwieriges Verhältnis**

Hier geht es um ein notorisch schwieriges und häufig konfliktbeladenes Abstimmen von fachlichen Aspekten (vertreten von Fachphysikern) und didaktischen sowie pädagogischen Gesichtspunkten (vertreten von Fachdidaktikern, Allgemeindidaktikern, Pädagogen, Erziehungswissenschaftlern und Psychologen). Diese Abstimmung ist nicht selten ein Kurs, der einer Entscheidung zwischen Pest und Cholera vergleichbar ist oder in einem anderen Bild ausgedrückt, ein Kurs zwischen Skylla und Charybdis. Der Kurs, der zum Beispiel zu einem tragfähigen Begriff der Energie führt, muss, so scheint es, in manchen Fällen „Umwege“ einschließen. Was als physikalisch falsch bezeichnet wird, hat nicht selten mit dem Bemühen zu tun, einen Weg zu finden, der gewissermaßen über „halbrichtige“ Zwischenstufen zum Begriff führt, der aus physikalischer Sicht richtig ist. Die Didaktik (einschließlich der Fachdidaktiken) hat sich intensiv mit diesem Problem befasst – und hat Konzepte wie *Elementarisierung*, *Didaktische Reduktion* oder *Didaktische Rekonstruktion* entwickelt, wie ihm begegnet werden kann.

### **(3) Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Didaktische Analysen zum fachlichen Verständnis naturwissenschaftlicher Begriffe sowie von Denk- und Arbeitsweisen**

Dieses Modell wurde in der *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* (ZfDN) im Jahre 1997 von Ulrich Kattmann (Didaktik der Biologie), Reinders Duit (Didaktik der Physik), Harald Gropengießer (Didaktik der Biologie) und Michael Komorek (Didaktik der Physik) publiziert (Kattmann, Duit, Gropengießer, & Komorek, 1997). Bei späteren Weiterentwicklungen des Modells kam Ilka Parchman (Didaktik der Chemie) als Mitautorin hinzu (Duit, Gropengießer, Kattmann, Komorek, & Parchmann, 2012). Das Modell interpretiert die deutsche Didaktiktradition naturwissenschaftsdidaktisch. Es geht davon aus, dass der fachliche Inhalt (also Begriffe und Prinzipien, aber auch Sichtweisen zur Natur der Naturwissenschaften) nicht „direkt“ vermittelt werden kann, sondern einen Prozess der Didaktischen Rekonstruktion durchlaufen muss, bei dem die Analyse der fachlichen Sachstruktur mit Analysen der Schülerperspektiven eng verbunden ist. Es wird illustriert, wie das Modell als Orientierung für Unterrichtsplanung und empirische fachdidaktische Forschung im Sinne von *Design Based Research* (Cobb et al, 2003) dienen kann.

### **Sehen sich Physiklehrkräfte vor allem als Anwälte des Faches oder der Schülerinnen und Schüler?**

Leider scheint es keine „belastbaren“ empirischen Untersuchungen zu geben, die verlässlich Auskunft darüber geben, wie sich die Physiklehrkräfte sehen und wie sich diese Sicht seit der Geburt der Fachdidaktiken Anfang der 1970er Jahre bis heute verändert hat. Ich muss deshalb in dieser Frage auf „*anekdotische*“ *Evidenz* zurückgreifen.

Anfangs der 1970er Jahre besuchten Walter Westphal (damals Leiter der Abteilung Didaktik der Physik des IPN) und ich eine Tagung der Fachleiter für Physik an Gymnasien. Wir diskutierten, in welcher Rolle sich Physiklehrer sehen bzw. sehen sollten: Vorwiegend als *Lehrer* oder als *Physiker* – pointiert, Lehrer mit Index Physiker oder Physiker mit Index Lehrer. Allein diese Unterscheidung zu machen, wurde empört zurückgewiesen und hat uns als Physikdidaktiker unter den Fachleitern sicher keine Pluspunkte gebracht. Erfahrungen in den *BiQua* Projekten und dem Projekt Physik im Kontext – mehr als 30 Jahre später – zeigen, dass sich die Zeiten inzwischen deutlich gewandelt haben. Die meisten Lehrkräfte sehen sich heute offenbar in beiden Rollen – allerdings mit unterschiedlichen Schwerpunkten.

### **Fach und Didaktik des Faches – ein (bisweilen) schwieriges Verhältnis**

Seit der Geburt der modernen Fachdidaktik Ende der 1960er / Anfang der 1970er Jahre gibt es mehr oder weniger heftige Diskussionen über Bemühungen der Fachdidaktik, schwierige wissenschaftliche Zusammenhänge Schülerinnen und Schülern sowie Studentinnen und Studenten verständlich zu machen. Was aus Sicht der Fachphysik als falsch (oder zumindest bedenklich erscheint), erweist sich häufig als notwendiges bzw. sinnvolles, Zwischenstadium auf dem Wege zu einem vollen Verständnis physikalischer Begriffe und Prinzipien sowie Denk- und Arbeitsweisen dieser Wissenschaft. Physik, wie jede andere Wissenschaft auch, lässt sich nicht „direkt“ vermitteln, sondern es bedarf in der Regel einer schrittweisen Annäherung durch zunehmend „physikalischere“ Rekonstruktionen. Man belegt sie in der Fachdidaktik mit unterschiedlichen Termini, wie *Didaktische Reduktion*, *Elementarisierung* oder *Didaktische Rekonstruktion*. Was auf den ersten Blick als physikalisch falsch erscheint, erweist sich in vielen Fällen bei genauerer Analyse als ein notwendiger Zwischenschritt – auch wenn er zunächst als Umweg erscheint.

Ich erinnere mich noch sehr gut an eine heftige Auseinandersetzung in den 1980er Jahren mit einem einflussreichen Mitglied des Sachverständigenrats des IPN (einem Physiker) zu einem Physikkurs für die Sekundarstufe I, den wir entwickelt hatten. Ihm war nicht verständlich zu machen, dass Schülerinnen und Schülern in vielen Fällen die aktuelle physikalische Sicht nicht *direkt* vermittelt werden kann, sondern dass Zwischenschritte nötig sind, um am Ende eines meist langen Lernwegs zum vollen Verständnis der Physik durchzudringen. Ich erinnere mich weiterhin an eine Sitzung der physikalischen Fakultät der Universität Kiel (anlässlich einer Habilitation), in der ein führender Vertreter der Theorie nicht-linearer Systeme mir vorhielt, dass ich so komplizierte Versuche zur Illustration des chaotischen Verhaltens bestimmter deterministisch chaotischer Systeme entwickelt habe. Es reiche, die zentrale Gleichung anzusehen, dann erkenne man alles Wichtige. Schließlich möchte ich eine anders gelagerte Erinnerung anfügen. Walter Jung hatte mich aufgrund meiner Habilitationsschrift „Der Energiebegriff im Physikunterricht“ (Duit, 1986) zum deutschen „Energiepabst“ ernannt. Anlässlich einer Begutachtung, so wurde mir bekannt, habe ein Gutachter in seiner Stellungnahme geltend gemacht, dass die Arbeit gravierende Mängel habe. Ich vermute, dass bestimmte didaktische Reduktionen bzw. Rekonstruktionen zu diesem Urteil geführt haben.

### **Ein aktueller Konflikt von Fachphysik und Didaktik – Zur Diskussion über den Karlsruher Physikkurs**

Eklatante Unterschiede zwischen Einschätzungen der Fachphysik und Fachdidaktik zeigten sich im Falle des Karlsruher Physikkurses. Am 28. Februar 2013 publizierte die Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG) ein „*Gutachten über den Karlsruher Physikkurs*“ (DPG, 2013), der u.a. die folgende Passage enthält:

*„Der KPK vermittelt kein zutreffendes Weltbild. Zugunsten einer didaktischen Überzeugung führt er fragwürdige neue Konzepte ein, ignoriert oder verbiegt experimentelle Tatsachen und nimmt irreführende Analogien ebenso wie falsche Darstellungen in Kauf. Keine physikalische Ausbildung darf sich so etwas erlauben. Der KPK ist als Grundlage eines physikalischen Unterrichts ebenso ungeeignet wie als Leitlinie zur Formulierung physikalischer Lehr- und Bildungspläne. Wir empfehlen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft mit allem Nachdruck dafür einzutreten, dass der KPK nicht in der physikalischen Ausbildung verwendet wird.“*

Ansprechpartner des Gutachtens war StD Rudolf Lehn, DPG-Vorstandsmitglied für das Ressort Schule. Zu den Mitgliedern der Gutachtergruppe zählten Physiker und Gymnasiallehrer für Physik. Ein Fachdidaktiker, der sich mit empirischen Untersuchungen zum Lehren und Lernen des KPK und dem internationalen Stand der fachdidaktischen Forschung zum Lehren und Lernen der Physik auskennt, fehlt im Gutachterkreis. „Bemerkenswert“ ist z.B. die Auffassung eines der Gutachter, des Dortmunder Physikers Metin Tolan, zur Rolle der empirischen Lehr-Lern-Forschung (Tolan, 2014):

*„In der Physik verzetteln sich die meisten Didaktiker in ‚Lehr-Lern-Forschung‘, die zum Ziel hat, herauszufinden, wie Schüler lernen. Dabei handelt es sich eher um ein Gebiet weit außerhalb der Physik, als um ein Gebiet der Physik, welches sich an den hohen Standards des Faches orientiert. Meistens sind die Ergebnisse dieser Lehr-Lern-Forschung entweder unbrauchbar oder trivial wie die Erkenntnis, dass im Physikunterricht mehr experimentiert werden sollte – wer hätte das gedacht bei einer empirischen Naturwissenschaft.“*

Metin Tolan hat im Jahre 2003 den mit 50.000 € dotierten, von der DFG ausgeschriebenen Kommunikatorpreis gewonnen – für sein Engagement für physikalische Ideen in der Öffentlichkeit. Dabei geht es um seine weit bekannten Versuche, Sport- und Science-Fiction-Filme mit Hilfe der Physik zu erklären. Zweifellos ist dies ein interessantes Vorhaben, für viele Schülerinnen und Schüler sicher auch ein spannendes Unterfangen. Allerdings wäre es interessant zu evaluieren, inwieweit die Schülerinnen und Schüler verstehen, was Metin Tolan zu erreichen beabsichtigt.

Was den KPK angeht, so bin ich mit dem Kurs gut vertraut, habe an verschiedenen Veranstaltungen zum Kurs teilgenommen und habe eine kleine Interviewstudie zum Verständnis des Energiebegriffs im Rahmen des KPK durchgeführt (Kesidou & Duit, 1991). Dabei wurde deutlich, dass die nach dem KPK unterrichteten Schülerinnen und Schüler einen kleinen Vorteil hinsichtlich ihres Verständnisses des Energiebegriffs (verglichen mit traditionell unterrichteten Schülern) hatten. Die von mir betreute Dissertation von Erich Starauschek (Starauschek, 2001) kam zu einem ähnlich differenzierten Ergebnis. Im „Klappentext“ seiner Dissertation heißt es:

*„Vergleichende Tests zeigen, dass die Lernergebnisse der Schüler, die nach dem Karlsruher Physikkurs unterrichtet werden, in der Mechanik und der Elektrizitätslehre den Ergebnissen der traditionell unterrichteten Schüler ähneln. In der Wärmelehre hingegen weisen die Ergebnisse beim Karlsruher Kurs häufiger als im traditionellen Unterricht auf*

*Konzeptwechselprozesse hin. Bei den Mädchen verändern sich auch Einstellungen zum Physikunterricht. In der Regel mögen Mädchen keinen Physikunterricht. Sie glauben, dass sie Physik nicht verstehen können. Mädchen, die nach dem KPK Kurs unterrichtet werden, sagen: Physik ist zwar das Fach, das ich am wenigsten mag. Im Unterricht bin ich aber gar nicht so schlecht, und das Physikbuch lässt sich gut gebrauchen.“*

Um nicht missverstanden zu werden: Es gibt für mich im KPK eine Reihe von problematischen Auffassungen und Konzeptualisierungen – wie zum Beispiel das Konzept des Impulsstroms als Pendant zum herkömmlichen Kraftbegriff. Weiterhin ist z.B. die Gleichsetzung des physikalischen Entropiebegriffs mit dem Alltagsbegriff Wärme nicht sinnvoll – einfach deshalb, weil das Wort *Wärme* im Alltag viele sehr unterschiedliche Bedeutungen hat. Unter ihnen gibt es, das sei zugestanden, auch „Anklänge“ an den Entropiebegriff.

Als Physikdidaktiker, der sich seit den 1970er Jahren mit dem Lernen des Energiebegriffs beschäftigt hat, will ich betonen, dass ich durch die Auseinandersetzung mit dem KPK viel über den Energiebegriff und seine Vermittlung im Unterricht gelernt habe. Dies hat zur Ausschärfung meiner Sicht wesentlich beigetragen. Karsten Rincke und Christoph Strunk haben mit ihren aktuellen Beiträgen aus meiner Sicht wichtige Grundlagen für die weiteren – hoffentlich rationalen – Diskussionen zum KPK gelegt (s. Rincke, 2014; Strunk & Rincke (n.d.).

#### **Elementarisierung – Didaktische Reduktion – Didaktische Rekonstruktion**

Es ist bereits betont worden, dass fachliches Wissen nicht „direkt“ an die Schülerinnen und Schüler weitergegeben werden kann, sondern dass dieses Wissen ausgehend von den „Alltagsvorstellungen“ der Schülerinnen und Schüler in einem normalerweise langfristigen Prozess entwickelt werden muss. Dieser Prozess steht im Zentrum vieler didaktischer Bemühungen – mit durchaus unterschiedlichen Akzenten.

Der Terminus „Elementarisierung“ geht auf Johann Heinrich Pestalozzi (1746 – 1827) zurück. Er meinte, es gäbe eine elementare, „naturgemäße“, Methode, Lehrstoffe in Elemente zu zerlegen – eine Auffassung, der man sich aus heutiger Sicht nicht anschließen kann. Für eine detaillierte Übersicht über das Thema „*Elementarisierung und Didaktische Rekonstruktion*“ sei auf das gleichnamige Kapitel aus der *Physikdidaktik* von Kircher, Girwidz und Häußler (2015; pp. 107 – 139) verwiesen.

Wolfgang Bleichroth (1991) hat sich umfassend mit dem Begriff Elementarisierung auseinandergesetzt und unterscheidet drei Aspekte: Elementarisierung (a) als *Vereinfachung*, (b) als *Bestimmung des Elementaren* und (c) als *Zerlegung in (methodische) Elemente*. Diese Unterscheidung wird im Wesentlichen von Hopf, Schecker, und Wiesner (2011) übernommen.

Walter Jung hat anfangs der 1970er Jahre auf einem IPN Seminar zum Thema „*Sachstrukturen im naturwissenschaftlichen Unterricht*“ (Jung, 1972) die folgenden „*Arten der Vereinfachung*“ vorgeschlagen, die ebenfalls nach wie vor zum Grundkanon fachdidaktischen Wissens zählen:

- Reduktion auf das Qualitative
- Vernachlässigung
- Rückgriff auf frühere historische Entwicklungsstufen
- Generalisierung
- Partikularisierung
- Vereinfachung von Begrifflichen Differenzierungen
- Reduktion auf das Elementare oder Prinzipielle

Der Terminus „*Didaktische Reduktion*“ wird, so scheint es, in der fachdidaktischen Diskussion bisweilen mit einer eher simplen Vereinfachung in Verbindung gebracht. Grüner (1967) verwendet diesen Terminus. Allerdings diskutiert er das enge Zusammenspiel von „*Fachlicher Richtigkeit*“, „*Fachlicher Ausbaufähigkeit*“ und „*Angemessenheit*“ für die Lernenden sehr detailliert.

### Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion (MER)

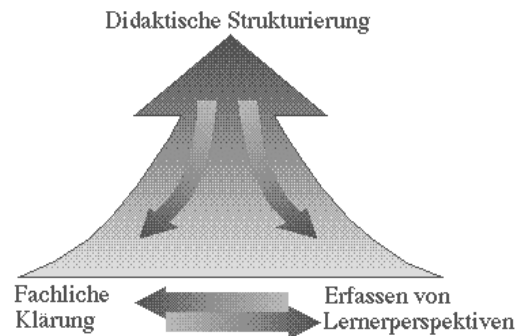


Abb. 1 Kattmann, Duit, Gropengießer, & Komorek (1997,4)

Ulrich Kattmann (Universität Oldenburg) und Reinders Duit (IPN Kiel) haben das Modell Anfang der 1990er Jahre gemeinsam mit ihren damaligen Doktoranden Harald Gropengießer und Michael Komorek entwickelt. Ulrich Kattmann und Reinders Duit trafen sich in Arbeitskreisen zur Entwicklung von Projektanträgen an die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG). Ziel dieser von Jürgen Baumert und Manfred Prenzel auf den Weg gebrachten Initiative war es, eine enge Kooperation von Erziehungswissenschaft und Fachdidaktik zu etablieren. Sie führte einerseits zur Teilnahme von Deutschland an internationalen Vergleichsstudien wie TIMSS und PISA und andererseits zu groß angelegten Studien, wie BiQua (Bildungsqualität) und fachdidaktischen Projekten wie *Chemie im Kontext* und *Physik im Kontext*. Das „Programm“ des Modells der didaktischen Rekonstruktion wird in der Zusammenfassung des vorstehend genannten Artikels aus dem Jahr 1997 wie folgt skizziert:

*Fachliche Klärung ist ein wichtiger Teil fachdidaktischer Arbeit, wenn es gilt, Unterricht über einen bestimmten Inhalt (wie Evolution, Photosynthese oder Energie) zu entwickeln. Nicht selten aber ist dieser Klärungsprozess vorwiegend oder gar vollständig von fachlichen Aspekten bestimmt. Weitere zentrale Bestimmungsstücke des Unterrichts wie seine Ziele oder die Perspektiven der Lernenden (u.a. ihre vorunterrichtlichen Vorstellungen zum in Rede stehenden Inhalt und ihre Einstellungen und Interessen) werden bestenfalls in Betracht gezogen, wenn die fachliche Klärung abgeschlossen ist. Im Modell der Didaktischen Rekonstruktion, das wir hier zur Diskussion stellen, werden alle zentralen Bestimmungsstücke des Unterrichts in eine Balance gebracht. Hermeneutisch-analytische Forschung zur fachlichen Klärung sind eng verbunden mit empirischen Untersuchungen zu Schülerperspektiven (insbesondere zu ihren vorunterrichtlichen Vorstellungen und Lernprozessen) und mit der Konstruktion von Unterricht.*

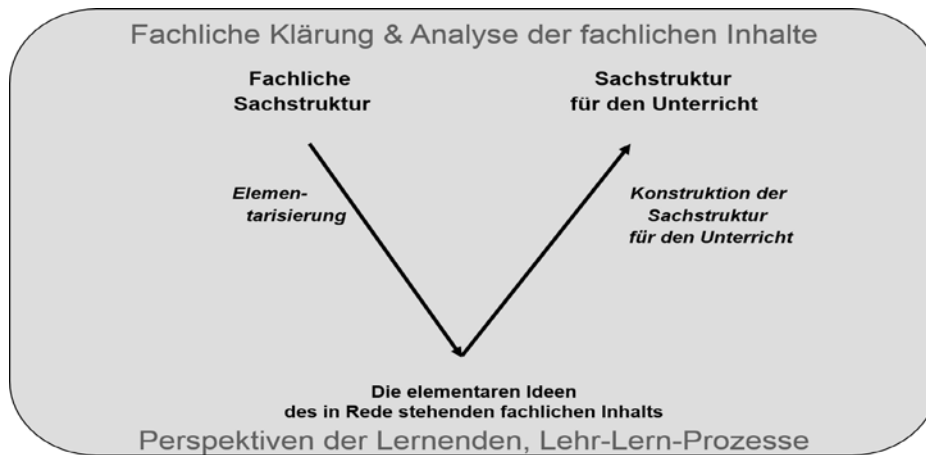


Abb. 2

Zentrale Ideen des MER sind in Abb. 2 zusammengefasst (Duit, Gropengießer, Kattmann, Komorek, & Parchmann, 2012). Es gilt, in einem ersten Schritt die „elementaren Ideen“ des in Rede stehenden Inhalts zu identifizieren und in einem zweiten Schritt zur Konstruktion der Sachstruktur für den Unterricht zu nutzen. Peter Fensham sieht den Clou des MER wie folgt: „... *the necessity to rethink science content and to view it also as problematic – and not only the way content is taught and to reconstruct it from educational perspectives* (Fensham, 1991).

Das MER ist zunächst als Modell zur Unterrichtsplanung entwickelt worden. Es kann aber auch – ganz analog – als Modell zur Planung der Lehrerbildung dienen (van Dijk & Kattmann, 2007). Zu beachten ist, dass es sich beim MER um ein *theoretisches* Modell handelt. Es muss stimmig – auf dem Hintergrund theoretischer Positionen zum Lehren und Lernen – sein. Es lässt sich allerdings empirisch nicht im strengen Sinne bestätigen.

Das Modell basiert auf *moderat konstruktivistischen* Sichtweisen vom Lehren und Lernen, fußt auf der großen Zahl von Studien zu „Schülervorstellungen“ (s. Bibliographie STCSE, 2008 – mit rund 8.000 Einträgen) und es handelt sich um „*Entwicklungsforschung*“ im Sinne von *Design Based Research* (z.B. Cobb et al., 2003). Es kann genutzt werden, um *zentrale Aufgabenfelder fachdidaktischer Forschung* zu kennzeichnen (Duit, 2007):

- Fachliche Klärung: Kritische Analyse des Fachlichen; Elementarisierungen
- Didaktische Analyse: Untersuchungen zu den Zielen des Unterricht
- Lehr-Lern-Forschung
- Forschungsbasierte Entwicklung & Evaluation
- Fachdidaktische Curriculumforschung

Es basiert schließlich auf der deutschen *Didaktiktradition*, d.h. integriert zum Beispiel wesentliche Aspekte von *Klafkis Ansatz der Didaktischen Analyse* (Klafki, 1969) und dem *Strukturmomentenmodell der Berliner Schule* (Heimann, Otto und Schulz, 1969) und damit auf zwei „klassischen“ Ansätzen der deutschen Didaktik. Während sich Klafki's Ansatz im Wesentlichen auf die Ziele von Unterricht und Schule bezieht, geht es beim Strukturmomenten-Modell der Berliner Schule um das Zusammenspiel von Zielen, Inhalten, Methoden und Medien des Unterrichts. Für kritische Anmerkungen und Analysen zur deutschen Didaktiktradition aus internationaler Sicht sei auf die Arbeiten von Wickmann

(2014) sowie Duschl, Maeng & Sezen (2011) verwiesen. Zu beachten ist, dass der in Deutschland gängige Terminus *Sachstruktur* (der *fachlichen* Sachstruktur wie der *Sachstruktur für den Unterricht*) auf der internationalen Ebene häufig auf Verständnisschwierigkeiten stößt und deshalb im internationalen Raum ausführlich erläutert werden muss.

Wie bereits erwähnt, ist das MER in den frühen 1990er Jahren entwickelt worden. Es gab zunächst einige Einwände und Vorbehalte auf Seiten der Erziehungswissenschaft. Die erste Publikation zum Modell in der *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften (ZfDN)* im Jahre 1997 ist mit rund 290 Zitaten bei Google Scholar zur meist zitierten Arbeit dieser Zeitschrift geworden. Englisch-sprachige Publikationen (1996 und 2005) erreichten 94 bzw. 146 Zitationen. Im deutsch-sprachigen Raum ist das Modell zum „Standard“ im Bereich der Naturwissenschaftsdidaktik geworden. Im Promotionsprogramm PRODID der Universität Oldenburg<sup>1</sup> hat es als theoretische Grundlage eines langjährigen Programms mit insgesamt 45 Arbeiten zur Didaktischen Rekonstruktion quer durch alle Schulfächer gedient. Insgesamt betrachtet, ist das MER als theoretische Grundlage für eine Reihe von fachdidaktischen Studien gewählt worden. Einige Beispiele sind: Hahn und Prediger (2008) haben einen Beitrag zur Didaktischen Rekonstruktion der Analysis vorgelegt, Theyßen (1999) und Neumann (2004) haben das MER verwendet, um physikalische Praktika zu analysieren, Reinfried, Mathis & Kattmann (2009) um Unterricht im Bereich der Geografie zu planen. Diethelm, Hubwieser und Klaus (2012) verwendeten das Modell als Grundlage ihres Ansatzes für „Computer Science Education“, Wilhelm (2012) als theoretische Grundlage seines Ansatzes zum kompetenzorientierten Unterricht.

### Transposition Didactique

Wie bereits erwähnt, hat Wickmann (2014) eine umfangreiche Analyse von Varianten europäischer Didaktikansätze diskutiert. Unter ihnen spielt das französische Konzept „*Transposition Didactique*“ (Chevallard, 2007) eine besondere Rolle. Achiam (2014) hat die zentralen Gedanken des Konzepts in der folgenden Grafik zusammengefasst:

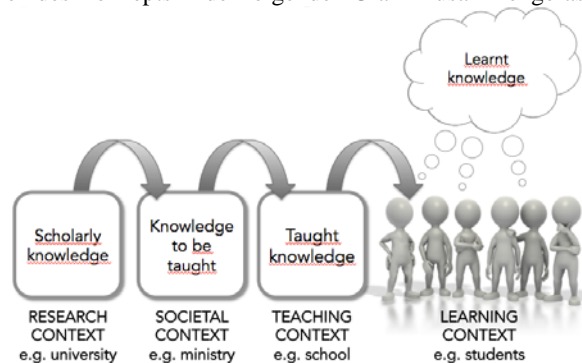


Abb. 3

Der Kerngedanke ist derselbe wie beim Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Fachliches Wissen kann nicht direkt vermittelt werden, sondern muss so an die Adressaten angepasst werden, dass eine Chance zum Verständnis besteht.

<sup>1</sup> <https://www.uni-oldenburg.de/diz/promotionsprogramme/prodid-didaktische-rekonstruktion/>

### Zusammenfassung und Ausblick

Im hier vorliegenden Beitrag geht es um das alte Problem, dass fachliche Begriffe und Prinzipien nicht direkt, quasi Eins-Zu-Eins an Lernende vermittelt werden können, sondern dass in aller Regel didaktische Rekonstruktionen nötig sind, um sie den Lernenden verständlich zu machen. In Kürze: *Lernen bedeutet nicht Übernahme von fachlichem Wissen, sondern Neukonstruktion der Lernenden*. Es liegt eine große Anzahl von Untersuchungen vor, wie mit Hilfe des Modells der Didaktischen Rekonstruktion (MER) zu naturwissenschaftlichen Begriffen und Prinzipien Unterricht entwickelt und evaluiert werden kann. Allerdings gibt es bisher kein Werk, das für die wichtigsten Begriffe, Prinzipien und Sichtweisen zur Natur der Naturwissenschaften und Aspekten des PCK Hinweise und Anregungen für die Schulpraxis gibt, wie der Prozess der Didaktischen Rekonstruktion ablaufen kann und darauf fußende konkrete Anregungen für die Unterrichtspraxis bereitstellt.

Peter Labudde und Kornelia Möller (2012) haben in einem Übersichtsartikel zum „*Naturwissenschaftlichen Unterricht*“ in der *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften* zur Rolle des Modells der Didaktischen Rekonstruktion das folgende Fazit gezogen:

*“Das Modell wurde vielfach aufgegriffen: Der Artikel von Kattmann et al. gehört zu den meist zitierten deutschsprachigen fachdidaktischen Publikationen und dient vielen Forschungsarbeiten als methodische Grundlage. Auch die Professionalisierung von Lehrpersonen im Rahmen der Aus- und Weiterbildung erhielt durch das Modell wichtige Impulse.”*

*“Aus der Forschungsperspektive bestehen folgende Desiderata: Die Ausdifferenzierung des Modells; das Einbeziehen weiterer Perspektiven, z.B. von Zielen, Kompetenzen, Unterrichtsmethoden, Sozialformen und Beurteilungsformen; die Implementation der didaktischen Rekonstruktion in die Curricula der Lehreraus- und Weiterbildung und die Evaluation der Wirkung rekonstruierter Unterrichtsszenarien.”*

Diesem Fazit ist aus meiner Sicht nichts hinzuzufügen. Es wäre sehr zu wünschen, dass sich an der Weiterentwicklung des MER Kolleginnen und Kollegen beteiligen, die nicht zum Kreis der „Erfinder“ des Modells zählen.

### Literatur

- Achiam, M. (2014). Didactic transposition: From theoretical notion to research programme. Paper presented at the biannual ESERA (European Science Education Research Association) Doctoral Summer School. August 25-29, Kappadokya, Turkey.
- Chevellard, Y. (2007). Readjusting didactics to a changing epistemology. *European Educational Research Journal*, Volume 2, 131-134.
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32, 1, 9-13.
- Bleichroth, W. (1991). Elementarisierung, das Kernstück der Unterrichtsvorbereitung. *Unterricht Physik*, März 1991.
- Diethelm, I., Hubwieser, P., & Klaus, R. (2012). *Students, teachers and phenomena: Educational reconstruction for computer science education*. Proceedings of the 12<sup>th</sup> Kolo Calling International Conference on Computing Education Research (pp. 164-173). New York, USA.
- Duit, R. (1986). *Der Energiebegriff im Physikunterricht*. Kiel: IPN.
- Duit, R. (2007). Zum Stand der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung im deutschsprachigen Raum. Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. In D. Höttecke, Hrsg., *Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich* (pp. 81-97). Gesellschaft für die Didaktik der Naturwissenschaften (GDGP), Band 27. Berlin: Lit Verlag.
- 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 Jorde, D. & Dillon, J., Eds.,



- Science Education Research and Practice in Europe: Retrospective and Prospective*, 2012. Rotterdam: Sense Publ., 13-37.
- Duschl, R., Maeng, S., & Sezen, A. (2011). Learning progressions and teaching sequences. A review and analysis. *Studies in Science Education*, 47:2, 123 – 182.
- DPG – Deutsche Physikalische Gesellschaft (2013). *Gutachten über den Karlsruher Physikkurs*. Bad Honnef: DPG.
- Fensham, P. (1991). Science content as problematic – issues for research. In H. Behrend et al., Eds., *Research in science education – past present, and future* (pp. 27-41). Dordrecht, The Netherlands.
- Grüner, G. (1967). Die didaktische Reduktion als Kernstück der Didaktik. *Die Deutsche Schule*.
- Hahn, S. & Prediger, S. (2008). Bestand und Änderung – Ein Beitrag zur Didaktischen Rekonstruktion der Analysis. *Journal für Mathematikdidaktik*, 29, pp. 163-198.
- Heimann, P., Otto, G., & Schulz, W. (1969). *Unterricht – Analyse und Planung* (4. Aufl.), Hannover: Schroedel.
- Hopf, M., Schecker, H., & Wiesner, H. (2011). *Physikdidaktik Kompakt*. Aulis Verlag in der Stark Verlagsgesellschaft.
- Jung, W. (1972). *Fachliche Zulässigkeit aus didaktischer Sicht*. Arbeitspapier. IPN Seminar 2 zum Thema „Sachstrukturen im naturwissenschaftlichen Unterricht“.
- 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, Heft 3, 3-18.
- Kesidou, S., Duit, R. Wärme, Energie, Irreversibilität - Schülervorstellungen im herkömmlichen Unterricht und im Karlsruher Ansatz. *physica didactica* 18, Heft 2/3, 1991, 57-75.
- Klafki, W. (1969). Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung. In H. Roth & A. Blumental, Hrsg., *Auswahl, Didaktische Analyse* (pp. 5-34). Hannover: Schroedel.
- Kircher, E., Girwidz, R., & Häußler, P., Hrsg. (2015). *Physikdidaktik – Theorie und Praxis. Kap. 4 „Elementarisierung und didaktische Rekonstruktion“* (pp. 107 – 140). Berlin-Heidelberg: Springer.
- Labudde, P. & Möller, K. (2012). Stichwort: Naturwissenschaftlicher Unterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften*, 11-36.
- Neumann, K. (2004). *Didaktische Rekonstruktion eines physikalischen Praktikums für Physiker*. Berlin: Logos Verlag.
- 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.
- Rincke, K. (2014). *Die Deutsche Physikalische Gesellschaft und ihr Verhältnis zur Didaktik der Physik. Fünf Thesen und ihre Resonanz*. Arbeitspapier: Institut für Didaktik der Physik der Universität Regensburg (<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:355-epub-310161>).
- Staraschek, E. (2001). *Physikunterricht nach dem Karlsruher Physikkurs: Ergebnisse einer Evaluationsstudie*. Berlin: Logos Verlag (Einband/Rückseite).
- STCSE (2008). *Bibliography: Students' and Teachers' Conceptions and Science Education*. IPN – Institute for Science and Mathematics Education, Kiel.
- Strunk, C. & Rincke, K. (2014). Zum Gutachten der Deutschen Physikalischen Gesellschaft über den Karlsruher Physikkurs. Arbeitspapier: Institut für Didaktik der Physik der Universität Regensburg (<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bvb:355-epub-300368>).
- Theysen, H. (1999). *Ein Physikpraktikum für Studierende der Medizin: Darstellung der Entwicklung und Evaluation eines adressatenspezifischen Praktikums nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion*. Berlin: Logos Verlag.
- Tolan, M. (2014). Das Lehren der Anderen. *Nachrichten aus der Chemie*, 62, Heft 4, April 2014, p. 399.
- Van Dijk, E., & Kattmann, U. (2007). A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 23, 885-897.
- Wickmann, P.O. (2014). Teaching-Learning-Progressions – An international perspective. In Lederman, H. & Abell, S., Eds., *Research on science education*, Vol.II, pp. 145-163. New York: Routledge.
- Wilhelm, M. (2012). Kompetenzorientierten Unterricht konzipieren – am Beispiel der Naturwissenschaften. Pädagogische Hochschule Luzern. <http://www.researchgate.net/publication/259189428>.