



Marc Kleinknecht
Thorsten Bohl
Uwe Maier
Kerstin Metz
(Hrsg.)

Lern- und Leistungs- aufgaben im Unterricht

Fächerübergreifende Kriterien zur Auswahl und Analyse

Kleinknecht / Bohl / Maier / Metz
**Lern- und Leistungsaufgaben
im Unterricht**

Marc Kleinknecht
Thorsten Bohl
Uwe Maier
Kerstin Metz
(Hrsg.)

Lern- und Leistungsaufgaben im Unterricht

Fächerübergreifende Kriterien
zur Auswahl und Analyse

VERLAG JULIUS KLINKHARDT
BAD HEILBRUNN 2013

k

Dieser Titel wurde in das Programm des Verlages mittels eines Peer-Review-Verfahrens aufgenommen. Für weitere Informationen siehe www.klinkhardt.de.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten
sind im Internet abrufbar über <http://dnb.d-nb.de>.

2013.K. © by Julius Klinkhardt.

Das Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Foto Umschlag: © Graffizone / istockphoto.com.

Druck und Bindung: Friedrich Pustet, Regensburg.

Printed in Germany 2013.

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem alterungsbeständigem Papier.

ISBN 978-3-7815-1930-5

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	7
<i>Uwe Maier, Thorsten Bohl, Marc Kleinknecht & Kerstin Metz</i> Allgemeindidaktische Kriterien für die Analyse von Aufgaben	9
<i>Henriette Hoppe & Kerstin Metz</i> Fachdidaktische Analysen von Aufgaben in Deutsch	47
<i>Christina Driike-Noe & Samuel Merk</i> Fachdidaktische Analysen von Aufgaben in Mathematik	75
<i>Claudia Nerdel, Knut Neumann, Lutz Stäudel & Markus Rehm</i> Fachdidaktische Analysen von Aufgaben in den Naturwissenschaften.....	95
<i>Knut Neumann</i> Fachdidaktische Analysen von Aufgaben in Physik	101
<i>Claudia Nerdel</i> Fachdidaktische Analysen von Aufgaben in Biologie.....	115
<i>Lutz Stäudel & Markus Rehm</i> Fachdidaktische Aufgabenanalyse in Chemie.....	127
<i>Monika Waldis</i> Fachdidaktische Analysen von Aufgaben in Geschichte	145
<i>Margarete Diek</i> Fachdidaktische Analysen von Aufgaben in Kunst	163
<i>Michael Pfitzner</i> Fachdidaktische Aufgabenanalysen in Sport.....	176
<i>Holger Arndt</i> Fachdidaktische Analysen von Aufgaben im Wirtschaftsunterricht	193
<i>Marc Kleinknecht, Thorsten Bohl, Uwe Maier & Kerstin Metz</i> Fazit und Ausblick. Aufgaben analysieren: Eine allgemeindidaktische und fachdidaktische Herausforderung	207
Autorenspiegel.....	221

Vorwort

Aufgaben sind in den letzten Jahren verstärkt zum Gegenstand der pädagogischen und psychologischen Forschung sowie der bildungspolitischen Reformbestrebungen geworden. Der wissenschaftliche und unterrichtspraktische Diskurs zu guten Aufgaben und zu einer neuen Aufgabenkultur beschränkt sich dabei nicht mehr ausschließlich auf Mathematik und Naturwissenschaften, sondern hat die meisten Fachdidaktiken und auch die Allgemeine Didaktik erreicht.

Mit diesem Band wollen wir die Rolle der Allgemeinen Didaktik betonen, die die unterrichtliche Bedeutung von Unterrichtsmethoden und -formen aus einer fachübergreifenden Perspektive reflektiert und hierbei Erkenntnisse der pädagogischen Psychologie sowie der Fachdidaktik rezipiert und durch eigene Perspektiven anreichert.

Das Buch präsentiert allgemeindidaktische, fächerübergreifende Kriterien zur Aufgabenanalyse, die von fachdidaktischen Expertinnen und Experten zur Analyse von Aufgaben in unterschiedlichen Fächern verwendet werden. Das allgemeindidaktische Kategoriensystem fokussiert das kognitive Aktivierungspotenzial von Erarbeitungs- und Übungsaufgaben und umfasst die sieben Kategorien *Wissensart*, *kognitiver Prozess*, *Wissenseinheiten*, *Offenheit*, *Lebensweltbezug*, *sprachlogische Komplexität* und *Repräsentationsformen*. Wir begründen und beschreiben diese Kategorien in einem einführenden Beitrag. Anschließend beleuchten fachdidaktische Expertinnen und Experten in den weiteren Kapiteln die Relevanz und Anwendbarkeit der einzelnen Kategorien für die Aufgabenanalyse in den Fächern Deutsch, Mathematik, Physik, Biologie und Chemie sowie Geschichte, Kunst, Sport und Wirtschaft. Das Buch schließt mit einer Zusammenfassung wichtiger Kritikpunkte und einem Ausblick auf die Weiterentwicklung.

Die Einzigartigkeit dieses Buches besteht darin, dass Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus unterschiedlichen Disziplinen sich theoretisch und empirisch-anwendungsorientiert mit denselben *sieben Aufgabenkategorien* beschäftigen. Die Leserinnen und Leser bekommen einen Einblick in die aktuelle allgemein- und fachdidaktische Diskussion zu Aufgabeanalysekriterien. Sie erfahren, welche Kriterien sich für die didaktisch fundierte Analyse von Aufgaben eignen und welche als kritisch einzustufen sind. Den Kern des Buches stellen die exemplarischen Aufgabenanalysen der fachdidaktischen Expertinnen und Experten dar. Diese Analysen von jeweils drei bis fünf Aufgaben dienen als Anregung für die eigenen Analysen von Aufgaben. Sie ermöglichen ebenso, das Thema Aufgabenanalyse anwendungsorientiert in Seminaren der Lehreraus- und -fortbildung zu behandeln. Die Analysen der einzelnen Autorinnen und Autoren verstehen wir als eine theoriebasierte, kriterienorientierte Analyse, die die Leserinnen und Leser ermutigen soll, die allgemeindidaktischen Kategorien selbst auszuprobieren. Bei der Lektüre

der einzelnen Beiträge waren wir selbst überrascht, welche neuen Erkenntnisse diese Auseinandersetzung mit dem kognitiven Analysepotenzial von Aufgaben ermöglicht. Insbesondere zeigte sich, dass sich Aufgaben nach deren Kategorisierung gezielt verändern und einfacher bzw. komplexer gestalten lassen. Wir hoffen, dass dieses Buch zur kritischen Auseinandersetzung mit unserem Kategoriensystem anregt und zu einer Professionalisierung von Lehrkräften bei der Aufgabenplanung und -analyse beiträgt.

Wir bedanken uns herzlich bei allen Kolleginnen und Kollegen, dass Sie sich auf dieses Projekt eingelassen haben und bereit waren, sich mit unserem allgemeindidaktischen Kategoriensystem auseinanderzusetzen sowie dessen Anwendung für die Aufgabenanalyse in „Ihrem“ Fach kritisch zu reflektieren.

Außerdem danken wir Sarah Reinhold und Eva Witting für das sorgfältige Korrekturlesen der einzelnen Beiträge.

München, Tübingen, Schwäbisch Gmünd, Ludwigsburg,

Marc Kleinknecht, Thorsten Bohl, Uwe Maier & Kerstin Metz

*Uwe Maier, Thorsten Bohl,
Marc Kleinknecht & Kerstin Metz*

Allgemeindidaktische Kategorien für die Analyse von Aufgaben

1 Vorklärungen:

Zur Bedeutung eines allgemeindidaktischen Kategoriensystems für die Analyse von Aufgaben

Aufgaben spielen eine herausragende Rolle für die gesamten Lern- und Interaktionsprozesse in der Schule. Aufgaben eröffnen und begrenzen gleichermaßen die Lernmöglichkeiten in allen schulischen Fächern und Fächerverbänden. Lehrkräfte planen täglich Aufgaben, sie führen täglich in Aufgaben ein, begleiten Schülerinnen und Schüler bei der Aufgabenbearbeitung und kontrollieren die Lösungen. Ziele werden über Aufgabenangebote angestrebt, Inhalte werden über Aufgaben segmentiert und strukturiert, Aufgaben sind in Methoden und Verfahren des Unterrichts eingewoben, Leistungskontrollen werden über Aufgabenformate konzipiert. Kaum ein Aspekt der Planung, Gestaltung und Reflexion von Unterricht dürfte im Alltag eine derart dominante Rolle einnehmen. Die Weiterentwicklung schulischer Aufgaben, ihre Erforschung und Konzeptualisierung stellt eine Herausforderung für alle beteiligten wissenschaftlichen Disziplinen dar.

Aufgaben werden traditionell eher aus fachdidaktischer Perspektive erforscht, reflektiert und für die Lehrerbildung fruchtbar gemacht. Aufgrund der inhaltlichen Nähe eines Faches bzw. einer Disziplin zur Entwicklung von Aufgaben wird die Analyse und Diskussion um Aufgaben eher als fachdidaktische Domäne betrachtet. Insbesondere im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich (z.B. Büchter & Leuders, 2005), aber auch im Bereich des Deutschunterrichts (z.B. Ballis & Payer, 2012) und des fremdsprachlichen Lernens (z.B. Finkbeiner & Knieriem, 2008) liegt dazu Literatur vor. Auch die fachdidaktische Erforschung von Aufgaben hat sich seit einigen Jahren im Sog der nationalen und internationalen Schulleistungsvergleichsstudien in einigen Domänen erheblich weiterentwickelt

(Übersichten in Keller & Bender, 2012; Thonhauser, 2008; Kiper, Meints, Peters, Schlump & Schmit, 2010). Insofern mag es für manche Leserinnen und Leser eher verwunderlich sein, dass nun in diesem Band eine Aufgabenanalyse aus allgemeindidaktischer Perspektive vorgestellt wird. Bieten nicht fachdidaktische Systeme zur Aufgabenanalyse wesentlich mehr Tiefgang und inhaltliche Substanz? Das hier vorgestellte Aufgabenkategoriensystem versteht sich nicht alternativ zu den unentbehrlichen fachdidaktischen Analysen von Aufgaben. Ergänzend zu einer fachdidaktischen Perspektive sehen wir in einem überfachlichen Kategoriensystem jedoch noch ungenutzte Chancen und Möglichkeiten für den Professionalisierungsprozess von Lehrkräften. Das Potential eines allgemeindidaktischen Kategoriensystems sehen wir insbesondere in den folgenden vier Bereichen:

(1) In der allgemeindidaktischen Diskussion der vergangenen Jahrzehnte wurde der Bereich der unterrichtlichen Mikroprozesse äußerst vernachlässigt. Wenig verwunderlich ist daher, dass Aufgabenentwicklung und Aufgabenanalyse etwa in allgemeindidaktischen Modellierungen von Unterricht bis vor einigen Jahren kaum eine Rolle spielten und weder systematisch noch empirisch erforscht wurden (Arnold, 2008). Insbesondere in den sogenannten „großen didaktischen Modellen“ (z.B. Bildungstheoretische Didaktik, Lehr-Lerntheoretische Didaktik) wurde dieser Bereich kaum integriert. Anregungen stammen eher aus lernpsychologischer Perspektive, etwa über die bekannte Lernzieltaxonomie von Bloom, Engelhart, Furst, Hill und Kratwohl et al. (1956). Erst in jüngster Zeit wurde das Thema allgemeindidaktischer bearbeitet, häufig aus integrativer allgemeindidaktischer, fachdidaktischer und lernpsychologischer Perspektive (z.B. Thonhauser, 2008; Kleinknecht, 2010). Der in diesem Band entwickelte Vorschlag eines überfachlichen Kategoriensystems versucht daher in theoretisch-konzeptioneller Hinsicht Planungsmodelle anzuregen.

(2) Aus allgemeindidaktischer Perspektive liegt das Desiderat jedoch nicht nur in der theoretisch begründeten Konzeptualisierung von Aufgaben, sondern insbesondere in der Frage, wie Aufgaben für Lehrerbildung und Professionalisierungsprozesse, insbesondere für die Unterrichtsplanung, fruchtbar gemacht werden können. Gefordert ist damit nicht nur ein theoretisch begründeter Entwurf, sondern ein Instrument für die Planungsprozesse, für die Diskussion über Aufgaben und Weiterentwicklung des jeweils individuellen aufgabenbezogenen Handlungsrepertoires. Ein derartiges Instrument muss daher pragmatischen Argumenten folgen und handhabbar sein, etwa zeitsparend eingesetzt werden können. Unser Vorschlag für ein überfachliches Kategoriensystems konnte in dieser Hinsicht bereits vielfältig eingesetzt werden. Das Spannungsfeld zwischen einerseits wissenschaftlich legitimerter „Vollständigkeit“ (es gäbe immer gute Begründungen für weitere Dimensionen) und andererseits „Alltagstauglichkeit“ (das Kategoriensys-

tem darf weder zeitlich noch inhaltlich überfordern) begegnet uns dabei regelmäßig und erfordert ein kontinuierliches Abwägen bei der Weiterentwicklung.

(3) In nahezu allen 16 Bundesländern werden derzeit schulstrukturelle Veränderungen diskutiert, angebahnt oder bereits realisiert, beispielsweise die Einführung der Gemeinschaftsschule in Schleswig Holstein, Baden-Württemberg, Saarland, Thüringen oder Berlin (als Pilotversuch). Im Kern wird vielfach und aktiv auf heterogene Lerngruppen gesetzt. Der Umgang mit Heterogenität im Unterricht erfordert die Bereitstellung differenzierter Lernumgebungen. Unterricht wird weniger von Stunde zu Stunde als vielmehr mittel- bis langfristig geplant, beispielsweise indem Pflichtinhalte der Bildungspläne über anspruchsvolle Materialien zur Verfügung gestellt werden, die sich Schülerinnen und Schüler weitgehend selbst aneignen. Derartiger Unterricht wird häufig über Planarbeit oder Kompetenzpläne organisiert. Hier ist die Analyse der Aufgaben von besonderer Bedeutung. Die Materialien und Aufgaben müssen in ihrer inneren Struktur und Komplexität von der Lehrperson im Vorfeld durchdrungen werden, damit beispielsweise das Anspruchsniveau genau eingeschätzt werden kann, Problembereiche bei der Aufgabenlösung antizipiert werden können oder Unterstützungsmaßnahmen wie Lernhilfen (Stäudel & Wodzinski, 2010) angeboten werden können. Die Zielsetzung derartiger Angebote lautet dann, dass die Komplexität von Aufgaben möglichst hoch sein sollte, gleichzeitig sollen sie (möglichst) auch von domänenspezifisch leistungsschwächeren Lernenden gelöst werden können. Das in diesem Band vorgeschlagene Kategoriensystem zur Analyse von Aufgaben eignet sich sehr gut für derartige Planungsprozesse. Gerade bei wenigen, dafür aber komplexen und durchdachten Aufgabenangeboten lohnt sich die genaue Analyse. Zudem kann das Kategoriensystem für Aufgaben aus Fächerverbänden eingesetzt werden, die noch keine domänenspezifische fachdidaktische Tradition entwickelt haben.

(4) In der Forschung zu Schulentwicklung, Unterrichtsentwicklung und Professionalisierungsprozessen werden Kooperationen zwischen Lehrkräften als bedeutsam erachtet. Zentral ist dabei die Frage, in welcher Weise diese Kooperation stattfindet (Fussangel & Gräsel, 2010) und welche Folgen sie für die Arbeit mit Schülerinnen und Schülern zeitigt. Nicht jede Kooperation ist ein Beitrag zur Professionalisierung (Reh, 2008). Für eine kooperativ angelegte, systematische Unterrichtsentwicklung werden derzeit sowohl Fachkonferenzen (Wacker, 2009) als auch Professionelle Lerngemeinschaften (Bonsen & Hübner, 2010; Bonsen, 2007; Bonsen & Rolff, 2006) vorgeschlagen und erforscht. Im Rahmen Professioneller Lerngemeinschaften kooperieren mehrere Fachlehrkräfte in unterschiedlichen Konstellationen (z.B. Jahrgangsstufe, Lehrkräfte einer Klasse). Der Fokus richtet sich auf gemeinsame Unterrichtsplanung, auf De-Privatisierung von Unterricht und auf Reflexion von Lernprozessen (Bonsen & van der Gathen, 2006).

Im Rahmen derartiger Kooperationen bietet sich ein überfachliches Analyseinstrument zur Reflexion von Aufgaben an. Damit werden eine gemeinsame überfachliche Sprache sowie die Verwendung gemeinsamer Begrifflichkeiten erleichtert. Das hier vorgeschlagene Kategoriensystem kann damit lernbezogene und überfachliche Professionalisierungsbemühungen in Schulentwicklungsprozessen unterstützen.

In diesem Beitrag sollen zentrale Kriterien einer allgemeindidaktischen Aufgabenanalyse dargestellt und begründet werden. Im Kern dieses ersten Kapitels wird dazu ein allgemeindidaktisches Kategoriensystem (Kapitel 4, Tab.2) begründet und vorgestellt. Die einzelnen Kategorien und Subkategorien dieses Kategoriensystems bilden die Basis für die fachdidaktischen Aufgabenanalysen in den nachfolgenden Beiträgen. Im ersten Kapitel wird zunächst auf einige grundlegende Probleme bei der Analyse von schulischen Aufgaben hingewiesen. Anschließend werden im zweiten Kapitel klassische Lernziel- und Aufgabentaxonomien der Allgemeinen Didaktik mit aktuellen Ansätzen zur Klassifikation von Aufgaben in den Fachdidaktiken verglichen. Vor dem Hintergrund dieser Entwicklungen beschreiben und begründen wir unsere sieben Kategorien zur Analyse des kognitiven Aktivierungspotenzials von Aufgaben. Das abschließende Kapitel stellt den Übergang zu den fachdidaktischen Beiträgen dar und präzisiert den Leitgedanken dieses Buches, die Integration allgemeindidaktischer und fachdidaktischer Aufgabenanalysekriterien.

2 Grundlegende Probleme von Aufgabenanalysen

Aufgabenanalysen werden in unterschiedlichen Arbeits- und Forschungszusammenhängen durchgeführt. Immer wieder stellen sich dabei grundlegende Fragen. Ein Problem ist beispielsweise die Differenz zwischen dem inhärenten bzw. objektiven und dem realisierten Potenzial einer Aufgabe. Eine Aufgabe aus dem großen Einmaleins (z.B. $8 \cdot 13 =$) kann auf unterschiedliche Art und Weise gelöst werden. Wurden im Unterricht die großen Einmaleinsreihen auswendig gelernt, verlangt diese Aufgabe von den Schülerinnen und Schülern eine einfache Reproduktionsleistung. Ist dies nicht der Fall bzw. hat eine Schülerin bzw. ein Schüler die Lösung nicht mehr auswendig parat, ist eine Berechnung in zwei Schritten möglich. Dies erfordert dann sowohl die Beherrschung von Einmaleinsaufgaben ($8 \cdot 10$ und $8 \cdot 3$) als auch das Verständnis der Zerlegung in zwei Multiplikationsaufgaben, deren Ergebnisse anschließend addiert werden. Welches Anspruchsniveau bzw. welche Rechenleistung wird nun erwartet? Kann man das kognitive Potenzial einer Aufgabe überhaupt objektiv klassifizieren?

Wie am Beispiel verdeutlicht, hängt das realisierte Aktivierungspotenzial einer Aufgabe vom Vorwissen der Lernenden und dem Unterrichtskontext ab. Hat man aber lediglich schriftlich fixierte Aufgaben zur Verfügung und kann weder auf einen bestimmten Unterrichtskontext oder eine bestimmte Schülergruppe zurückgreifen, muss man von einem „idealtypischen“ Lösungsweg einer Aufgabenstellung ausgehen. Sowohl bei der Analyse von TIMSS-Aufgaben als auch im COACTIV-Projekt wurde so verfahren (z.B. Neubrand, Jordan, 2002; Krauss, Löwen, Blum, Neubrand, Brunner et al., 2006). Im Mittelpunkt der Dokumentenanalyse dieser Studien stand die Betrachtung schriftlich fixierter Aufgabenstellungen (z. B. eingesammelte Klassenarbeiten oder Übungsblätter). Grundlage der Analyse war dann ein von Expertinnen und Experten festgelegter, idealtypischer Lösungsweg einer Aufgabe. Bezogen auf das obige Beispiel müsste man etwa fragen, ob laut Lehrplan die Schülerinnen und Schüler in einer bestimmten Jahrgangsstufe diese große Einmaleinsaufgabe auswendig reproduzieren können sollten. Vor diesem Hintergrund lässt sich dann ein idealtypischer Lösungsweg konstruieren: z.B. Reproduktion der Lösung. Darauf basierend würde man die Aufgabe als Reproduktionsaufgabe bzw. als Abfrage von Faktenwissen einordnen.

Die Differenz zwischen inhärenten Anforderungen einer Aufgabe und deren Realisierung im Unterricht hat auch didaktische Implikationen. Doyle (1992) fasste eine Reihe von Studien zusammen, die immer wieder zeigen, dass Lehrkräfte das höchstmögliche Potenzial von Aufgaben selten ausschöpfen. Vor allem „objektiv komplexere“ Aufgaben werden kleinschrittig behandelt und prozeduralisiert, d.h. nach bekannten Lösungsroutinen bearbeitet. Auch Blömeke et al. (2006) nutzen Unterrichtsvideos und analysieren die instruktionalen Hinweise der Lehrkräfte bei der Aufgabenstellung und Aufgabenbearbeitung in gesonderter Weise. Auch hier zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen dem objektiv möglichen Aktivierungspotenzial während der Instruktion und der tatsächlich eingeforderten Aktivierung während der Bearbeitung bzw. bei der Besprechung der Aufgabenlösung. Für Lehrerfortbildungen und Unterrichtsentwicklung könnte die Diskussion dieser Differenz durchaus produktiv sein. Beispielsweise indem man zunächst mögliche Bearbeitungswege einer Aufgabe analysiert und anschließend mit einer realisierten Aufgabenbearbeitung (z.B. über den Einsatz von Unterrichtsvideos) kontrastiert.

Ein zweites, grundlegendes Problem ist der Zusammenhang zwischen Aufgabenmerkmalen und der Funktion von Aufgaben im Lehr-Lernprozess. In einigen Fachdidaktiken wird versucht, das domänenspezifische Lernen mit Hilfe von Kompetenzentwicklungsmodellen zu modellieren. Beispielsweise werden in den Naturwissenschaftsdidaktiken unter dem Stichwort „conceptual change“ verschiedene Stadien des Erwerbs naturwissenschaftlichen Begriffswissens beschrie-

ben. Schülerinnen und Schüler kommen mit Alltagsvorstellungen in den Physikunterricht. Dort sollen sie Phänomene und Experimente kennenlernen, mit denen diese Alltagsvorstellungen bzw. vorwissenschaftlichen Begriffe (z.B. von Kraft) in Frage gestellt werden. Dann erst besteht die Möglichkeit, physikalische Erklärungen und Begriffe vorzustellen. In weiteren Schritten erfolgt die Verknüpfung dieser Begriffe mit weiteren Phänomenen oder Begriffen aus anderen Bereichen der Naturwissenschaften.

An dieser Lernlogik haben sich Lehr-Lernprozesse und damit auch Aufgabenstellungen zu orientieren. Um mit Schülerinnen und Schülern zu erarbeiten, dass Kräfte nicht nur durch ihren Betrag, sondern auch durch ihre Richtung und den Ansatzpunkt bestimmt sind, könnte man schwere Gegenstände mit Seilen auf unterschiedliche Art ziehen lassen. Will man zu einem späteren Zeitpunkt im Lehr-Lernprozess die Addition von Kräften üben, wird man Experimente mit Federkraftmessern durchführen, diese skizzieren und anschließend Berechnungen vornehmen.

Aufgaben eignen sich deshalb auch nicht automatisch für jede Phase im Lehr-Lernprozess. Diese Diskussion wurde vor allem durch die Entwicklung von Testaufgaben für PISA und VERA im letzten Jahrzehnt angestoßen. Es stellte sich die Frage, inwiefern Testaufgaben auch als Anregung für Unterrichtsaufgaben bzw. einen „kompetenzorientierten“ Unterricht dienen könnten. Wichtig ist in dieser Diskussion zunächst eine klare Differenzierung zwischen verschiedenen Funktionen von Aufgaben (Bromme, Seeger & Steinbring, 1990; Bruder 2010; Büchter & Leuders, 2005; Hieber, Lenz & Stengelin, 2011; Rakoczy, Klieme, Bürgermeister & Harks, 2008; Köster, 2008):

- Lernaufgaben bauen Wissen auf
- Übungsaufgaben festigen und vertiefen das Wissen
- Anwendungsaufgaben haben eine weitere Vertiefung und Vernetzung des Wissens zum Ziel: Transfer auf neue Situationen
- Testaufgaben bzw. diagnostische Aufgaben sollen Wissen sichtbar machen

Die Frage nach der Funktion thematisiert den Bezug zu übergeordneten Zielsetzung der geplanten Unterrichtseinheit und die Kohärenz der Aufgaben mit diesen Zielen. Während etwa für das problemorientierte Erarbeiten von Wissen komplexe Aufgaben eine zentrale Rolle spielen, haben für das Einüben von Routinen komplexitätsreduzierte Übungsaufgaben eine wichtige Bedeutung. Dabei werden in Erarbeitungs-, Übungs- und Anwendungsphasen oftmals mehrere Aufgaben oder eine Aufgabe mit impliziten Teilaufgaben (z.B. Beschreibe und erkläre...) eingesetzt. Bei mehreren Aufgaben richtet sich der Blick auf die Orchestrierung der einzelnen Aufgaben, indem etwa nach einer ansteigenden Komplexität von Aufgaben auf einer Makroanalyseebene gefragt wird (Kiper, Schmitt, Peters & Schlump, 2010). Diese Makroanalyse von mehreren Aufgaben setzt allerdings

eine Mikroanalyse der einzelnen (Teil-)Aufgaben voraus. Um Aufgabenstellungen präzise identifizieren zu können, verwendeten wir für unsere Analysen den Begriff „Operator-Aufgabe“ (Jatzwauk, 2007; Seel, 2003). Als Operator-Aufgabe werden inhaltsbezogene Denk- und Handlungsaufforderung bezeichnet, die einen eigenständigen Operator enthalten. Operatoren sind Handlungsanweisungen bzw. -programme in Form von Verben in der Imperativform (z.B. „Nenne...“, „Beschrifte...“) oder in Form von Substantiven oder Fragewörtern (z.B. „Beobachtung: ...“, „Erklärung: ...“, „Welche...“, „Wie...“ (Jatzwauk, 2007, 82). So enthält zum Beispiel die folgende Mathematikaufgabe

„Zeichne und bezeichne ein beliebiges Dreieck. Miss die Winkel und gib die Winkelsumme an. Berechne den Flächeninhalt des Dreiecks.“

nach dieser Definition insgesamt fünf Teilaufgaben: (1) Zeichne und (2) bezeichne ein beliebiges Dreieck. (3) Miss die Winkel. (4) Gib die Winkelsumme an. (5) Berechne den Flächeninhalt des Dreiecks. Die identifizierten Teilaufgaben sind bei einer Mikroanalyse je gesondert zu analysieren.

Betrachtet man die Gruppe der diagnostischen Aufgaben, muss weiter zwischen Testaufgaben, die psychometrischen Gütekriterien genügen müssen, und Aufgaben mit diagnostischem Potenzial unterschieden werden (z.B. Maier, Hofmann & Zeitler, 2012; Sjuts, 2006, 2007). Testaufgaben (z.B. normierte Tests, Vergleichsarbeiten, etc.) müssen ganz bestimmten psychometrischen Gütekriterien genügen und werden in der Regel in einem geschlossenen Antwortformat (z.B. Single-Choice) gestellt. Dies ist notwendig, um die Ergebnisse auf einer Skalenebene verarbeiten und interpretieren zu können. Wenn Lehrkräfte im laufenden Unterricht den Wissensstand ihrer Schülerinnen und Schüler diagnostizieren möchten und zum Beispiel auch typische Schülerfehler bzw. Fehlvorstellungen frühzeitig erkennen möchten, eignen sich Testaufgaben, die psychometrischen Kriterien genügen müssen, nur selten. Hierfür sind diagnostische Aufgaben bzw. Leistungsaufgaben geeignet, bei denen Schülerinnen und Schüler ihren Lösungsweg darstellen können bzw. zum Argumentieren angeregt werden.

Der Zusammenhang zwischen Lern- und Prüfungsaufgaben wird in den Fachdidaktiken durchaus kontrovers diskutiert. Eine Position betont die Differenz zwischen Lern- und Prüfungsaufgaben und argumentiert, dass Testaufgaben ganz bestimmten Kriterien genügen müssen, um reliable Messungen zu erhalten. Lernaufgaben dagegen könnten wesentlich offener formuliert werden, um verschiedene Schülerlösungen anregen zu können (z.B. Köster, 2008). Es gibt jedoch auch die Argumentation, dass die Differenz zwischen Lern- und Prüfungsaufgaben nicht zu groß sein sollte. Blum, Drüke-Noe, Leiß, Wiegand und Jordan (2005) plädieren beispielsweise für eine weniger strikte Trennung zwischen Lern- und Testaufgaben. Das Spektrum möglicher Testaufgaben ist, dieser Argumentation folgend, viel breiter als die alltäglichen Lernaufgaben im Mathematikunterricht.

Viele Testaufgaben können durch einfache Umgestaltung als Lern- und Unterrichtsaufgaben eingesetzt werden. Ebenso werden bei einer zu großen Differenz Prüfungsaufgaben automatisch wieder zu Lernaufgaben, weil Lehrkräfte ihre Schülerinnen und Schüler gut auf Tests und Klassenarbeiten vorbereiten möchten. Ebenso könnte eine künstliche Trennung zwischen Lern- und Testaufgaben zu unfairen Prüfungen führen, weil Lernende mit unbekanntem Testaufgaben konfrontiert werden (siehe auch den Beitrag von Christina Drücke-Noe und Samuel Merk in diesem Band).

Eine allgemeindidaktische Aufgabenanalyse sollte prinzipiell so angelegt sein, dass Lehrkräfte das kognitiven Potenzials sowohl von Erarbeitungs- oder Übungsaufgaben als auch von Test- oder Leistungsaufgaben einschätzen können. Daraufhin könnte die Frage gestellt werden, ob sich mit dieser Aufgabenanalyse auch bestimmte Aufgabenmerkmale für bestimmte Funktionen im Lehr-Lernprozess beschreiben lassen.

3 Allgemein- und fachdidaktische Lernziel- und Aufgabentaxonomien

Allgemeindidaktische Konzepte:

Zunächst wäre zu fragen, warum die Allgemeine Didaktik für eine Aufgabenanalyse nicht auf ihre Klassiker zurückgreift? Im Zuge der lernzielorientierten Didaktik haben sich eine Reihe von Verfahren und Taxonomien entwickelt, um schulische Lernziele und damit letztendlich auch Aufgabenstellungen als Operationalisierungen von Lernzielen zu kategorisieren. Der bekannteste Klassiker, der sich breit in Wissenschaft und Schulpraxis etablieren konnte und heute noch das Denken über Lernziele und Aufgaben prägt, ist die von Bloom et al. (1956) veröffentlichte *Taxonomy of Educational Objectives (TEO)*. Mittlerweile liegt eine überarbeitete Version der TEO vor (Anderson & Krathwohl, 2001). Aber auch andere, weniger breit rezipierte Autoren liefern heute noch eine interessante Grundlage für die Diskussion über Lernzielstufen und Aufgabenmerkmale. Ein Klassiker der Instructional-Design-Forschung ist beispielsweise die Lernziel- und Aufgabentaxonomie von Robert M. Gagné (1985), die zusammen mit Kollegen immer wieder weiterentwickelt und neuen lernpsychologischen Erkenntnissen angepasst wurde (Gagné, Briggs & Wager, 1992). In der internationalen Literatur gilt die SOLO-Taxonomie mittlerweile auch als Klassiker (Biggs, 1995; Biggs & Collis, 1982), sie wird vor allem im englischsprachigen Raum als praktikable, fächerübergreifende Taxonomie für die Klassifikation von Aufgaben betrachtet (z.B. Chan, Tsui, Chan & Hong 2002; Hattie & Brown, 2004; Holmes, 2005). Analog zur TEO wurde die SOLO-Taxonomie entwickelt, um die Komplexität von Test-

aufgaben einschätzen zu können. Eine zweite Funktion der Taxonomie ist die Unterrichtsplanung (instructional design), d.h. die Abschätzung der Schwierigkeiten von Lernaufgaben und damit die sequenzielle Anordnung der Lernaufgaben bzw. die adaptive Gestaltung von Lernaufgaben. Die hier erwähnten Klassiker einer allgemeindidaktischen Lernziel- und Aufgabenanalyse können im Rahmen dieses Beitrags nicht ausführlich dargestellt werden. Hierfür sei auf die Originalliteratur oder auf zusammenfassende Darstellungen verwiesen (z.B. Maier, 2012).

Für eine allgemeindidaktische Aufgabenanalyse interessiert vor allem die Frage, welche Aspekte der klassischen Lernzieltaxonomien auch heute noch für die Analyse von Aufgabenstellungen sinnvoll sind und wo Lücken bestehen.

Bloom et al.(1956) ordnen Lernziele nach der Komplexität der geforderten Verhaltensweisen im kognitiven Bereich. Die Klassifikation ist eindimensional und hierarchisch, wobei kognitive Prozesse in 6 Stufen angeordnet werden: Wissen, Verstehen, Anwenden, Analysieren, Synthetisieren, Bewerten. Das Modell ist hierarchisch, weil angenommen wird, dass eine bestimmte Stufe sämtliche untergeordneten Stufen mit einschließt. Bloom et al. (1956) verfolgten damit das Ziel, die Lehrkräfte zu einem kognitiv anspruchsvolleren Unterricht anzuregen. Die Schülerinnen und Schüler sollten von einer Stufe zur nächst höheren Lernzielstufe usw. geführt werden. Vor allem die Stufe der Überprüfung von reinem Faktenwissen sollte verlassen werden. Als problematisch erwies sich jedoch die Trennschärfe der Kategorien. Vor allem die oberen drei Stufen sind kaum zu differenzieren. Dies führte überwiegend zur einer Nutzung der unteren drei Stufen: Wissen, Verständnis und Anwendung. Auch die sehr ausgefeilte Feinabstufung innerhalb einer Lernzielstufe wurde kaum genutzt.

Ähnliche Vorteile aber auch Probleme hat die SOLO-Taxonomie (Biggs, 1995; Biggs & Collis, 1982). Auch die SOLO-Taxonomie (Structure of the Observed Learning Outcome) ist wie die TEO ein Hilfsmittel, um die Komplexität von Lernzielen bzw. Lernergebnissen zu klassifizieren. Die Taxonomie soll sich dabei sowohl zur Einordnung der Komplexität von prozeduralem Wissen (skills) als auch deklarativem Wissen (concepts) eignen. Analog zur TEO wird der Versuch unternommen, eine über möglichen Wissenstypen „schwebende“ Systematisierung von Komplexität vorzunehmen. Die Autoren gehen davon aus, dass sich jegliche Art von Wissen in Elemente zerlegen lässt und die Komplexität bzw. das Niveau von Wissen bzw. Aufgaben mit der Zahl der zu kombinierenden Elemente ansteigt. Folgende Stufungen werden vorgeschlagen:

Tab. 1: Die SOLO-Taxonomie nach Biggs (1995) und Biggs & Collis (1982)

SOLO-Stufe	Komplexität des Wissens und Operationalisierung
(0) <i>Pre-structural</i>	Die Aufgabe wurde vom Schüler nicht verstanden, er hat keine geeigneten Fähigkeiten oder Konzepte, um die Aufgabe bewältigen zu können (incompetence).
(1) <i>Unistructural</i>	Ein relevanter Aspekt wird mit einer Aufgabe geprüft: ein Objekt identifizieren und benennen; eine Prozedur ausführen.
(2) <i>Multistructural</i>	Verschiedene, jedoch voneinander unabhängige relevante Aspekte werden geprüft: Beschreiben, nummerieren und mehrere Fertigkeiten ausführen.
(3) <i>Relational</i>	Einzelne Wissensaspekte können in eine Struktur integriert werden. Tätigkeitsverben sind: Analysieren, argumentieren, vergleichen, kritisieren, Ursachen erklären, Zusammenhänge herstellen und urteilen.
(4) <i>Extended-abstract</i>	Fähigkeit, eine Struktur zu abstrahieren und auf eine neue Domäne zu übertragen (transferieren). Tätigkeitsverben: Reflektieren, theoretisieren, entwickeln, etc.

Wie bereits aus den Beschreibungen der Stufen hervorgeht, wird auch bei der SOLO-Taxonomie der Versuch unternommen, mit Tätigkeitsverben die jeweilige Stufe näher einzugrenzen. Damit entsteht die gleiche Problematik wie bei Bloom et al. (1956). Aufgaben bzw. Lernziele können recht gut den unteren Stufen (prestructural, unistructural, multistructural) zugeordnet werden. Auch komplexere Aufgaben können identifiziert werden, indem sich der Blick auf die Wissens-elemente und deren Verknüpfungsmöglichkeiten richtet. Allerdings bleibt die Zuordnung komplexerer Aufgaben unscharf bzw. hängt stark von der Analysetiefe, die der Anwender dieser Taxonomie erreicht, ab.

Der berechtigte Vorwurf von Fachdidaktikern, dass man Lernziele bzw. Aufgaben nicht inhaltsunspezifisch, d.h. unabhängig von der Art des Wissens, analysieren kann, wurde von Anderson und Krathwohl (2001) aufgegriffen und zumindest ansatzweise gelöst. Diese Taxonomie versteht sich als Weiterentwicklung bzw. Revision der Bloom'schen TEO. Im Vergleich zu ihrer Vorgängerversion ist sie allerdings zweidimensional angelegt, um verschiedenen Wissensarten gerecht werden zu können. Analysiert werden deshalb sowohl die kognitiven Prozesse (cognitive process dimension) als auch die mit einem Lernziel verknüpfte Wissensart (knowledge dimension): (1) Faktenwissen (factual knowledge), (2) Konzeptuelles Wissen (conceptual knowledge), (3) Prozedurales Wissen (procedural knowledge) und (4) metakognitives Wissen. Die Subkategorien der Wissensdimension orientieren sich einerseits an grundlegenden Unterscheidungen der Gedächtnispsychologie

(prozedurales vs. deklaratives Wissen). Diese werden allerdings nicht konsequent umgesetzt, weil je nach Inhaltsdomäne Faktenwissen bereits als prozeduralisiertes Wissen (z.B. Einmaleinsaufgaben, Vokabeln) oder als Teil des deklarativen Wissens bezeichnet werden könnte (Einzelaussagen innerhalb eines propositionalen Netzwerks).

Die auf Bloom et al. (1956) zurückgehende Dimensionierung kognitiver Prozesse wird im Vergleich zur Wissensdimension nur ansatzweise kognitionspsychologisch begründet. Anderson und Krathwohl (2001) beginnen zunächst mit einer sehr groben Unterscheidung zwischen Erinnern (remember) und Anwenden (transfer) bzw. Auswendiglernen (rote learning) und Bedeutungen verstehen (meaningful learning). Anschließend wird die 6-stufige Dimension kognitiver Prozesse entwickelt, ohne jedoch die Ausdifferenzierung von Transfer bzw. bedeutungsvollem Lernen in die Stufen 2 bis 6 herzuleiten. Weiter fällt auf, dass die einzelnen Subkategorien mehr oder weniger eine Interpretation des semantischen Gehalts der sog. „Schlüsselverben“ (z.B. Kennen, Erklären) sind. Auf der zweiten Stufe „Verstehen“ werden sieben Subkategorien ausdifferenziert: Interpretieren, exemplifizieren, klassifizieren, zusammenfassen, schlussfolgern, vergleichen und erklären. Diese Schlüsselverben repräsentieren typische Formulierungen in schulischen Aufgabenstellungen und beschreiben eine bestimmte „kognitive Tätigkeit“. Ebenso könnte gefragt werden, warum eine Schlussfolgerung (inferring) auf der Stufe 2 (Verstehen) weniger komplexer sein soll als die Ausführung einer Routineanwendung bei einer bekannten Aufgabenstellung (executing) auf Stufe 3 (Anwenden). Gleiches gilt für die bei Bloom et al. (1956) als wenig trennscharf kritisierten Stufen 4 bis 6. Auch der Tausch der beiden oberen Stufen (create und evaluate) ändert daran wenig. Beispielsweise ist die Unterscheidung zwischen relevanten und irrelevanten Informationen innerhalb einer komplexen Struktur (differentiating) eine kognitive Leistung auf Stufe 4 (Analyse). Anderson und Krathwohl (2001) argumentieren, dass sich dieser kognitive Prozess vom Verstehen (Stufe 2) darin unterscheidet, dass die Differenzierung ein strukturiertes und organisiertes Wissen voraussetzt. Wenn auf Stufe 2 allerdings das Exemplifizieren von Begriffen gefordert wird, dürfte dies nur vor dem Hintergrund eines strukturierten und organisierten Begriffswissens möglich sein.

Ein großer Teil der im vorangehenden Abschnitt skizzierten Aufgaben- und Lernzieltaxonomien eignet sich nicht nur für die Analyse von Lernaufgaben, sondern wurde zudem für die gezielte Entwicklung und Modifikation von Aufgaben bzw. Aufgabensequenzen entwickelt. Ein gutes Beispiel hierfür sind die Arbeiten von Gagné und Kollegen (1992), die als Klassiker von instructional design-Modellen bezeichnet werden können. Über eine gezielte Analyse des zu erlernenden Wissens können Lernzielstufen beschrieben werden. Diese sind wiederum eine notwendige Voraussetzung, um Lernmaterialien und damit auch Aufgabenstellungen

zu konstruieren und an einer definierten Stelle innerhalb des Lehr-Lernprozesses einzusetzen.

Analysekategorien wie Transferweite oder kognitive Komplexität spielen auch bei der Ausgestaltung von Lern- oder Testaufgaben eine entscheidende Rolle.

Richter (2010) schlägt z.B. ein Designmodell zur Gestaltung von Lernaufgaben vor, das sich sehr stark an Prozessen des instructional design bzw. Kognitionstheorien orientiert. Ziel des Modells ist die systematische Entwicklung von Lernaufgaben für bestimmte Fachinhalte. In einem ersten Schritt wird die Struktur des Fachinhalts mittels einer Concept Map dargestellt und genau analysiert. Dieser Schritt ist vergleichbar mit der Sachanalyse in der Unterrichtsplanung. In einem zweiten Schritt werden relevante Lernergebnisse ausgewählt, d.h. Lernziele bestimmt. Danach findet eine Zuordnung von Lernaktivitäten zu den jeweiligen Lernzielen statt. Der vierte Schritt wird als „Bestimmung der semantischen Reichweite“ bezeichnet. Wie eng ist der Bezug der Aufgabe zum Lernmaterial (Transferweite)? Hat man diese ersten vier Analyseschritte durchlaufen, können erste Aufgabenentwürfe entwickelt werden. Dabei sind vier Platzhalter im Sinne einer sog. formalen Struktur von Lernaufgaben zu füllen: Information, Reiz, Reaktion und Rückmeldung. Je nachdem wie explizit die Informationen bzw. Anweisungen innerhalb dieser vier Platzhalter gewählt werden, können verschiedene Stufen der Explizierung unterschieden werden (Offenheit vs. Geschlossenheit einer Aufgabe). In weiteren Feinjustierungen sollen die Aufgabenentwürfe an Motivationsstrategien bzw. kognitive Stildimensionen der Lernenden angepasst werden. Für eine Revision der Aufgabe durchläuft man die Modellierungsschritte noch einmal.

Fachdidaktische Konzepte:

Vor allem in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken entstanden sehr differenzierte Systeme zur Klassifikation von Aufgaben. Ziel dieser Kategoriensysteme ist sowohl die Klassifikation von Testaufgaben als auch die Analyse des kognitiven Potenzials von Unterrichtsaufgaben. Eines der umfangreichsten Klassifikationssysteme hat Neubrand (2002) für die Analyse von Schülerarbeitsphasen in den TIMS-Videostudien entwickelt. Für unsere Arbeit sind vor allem die objektiven Kennzeichen einer Aufgabe relevant, die Neubrand (2002) in die Bereiche Aufgabenkern, Aufgabenperipherie und strukturbildende Aspekte unterteilt. Der Aufgabenkern bezieht sich auf die Arten des Wissens, die zur Lösung einer Aufgabe erforderlich sind: Anzahl der Wissenseinheiten, Aktivierung der Wissenseinheiten, Art des Wissens (algorithmisches vs. konzeptuelles bzw. begriffliches Wissen), Art des Kontextes (außermathematisch oder innermathematisch) und Stoffgebiet. Ähnlich wie bei Anderson und Krathwohl (2001) wird auf kognitionpsychologische Begrifflichkeiten zurückgegriffen und innerhalb der

Domäne Mathematik noch einmal genauer analysiert, um welche Art von Wissen es sich jeweils handelt. Ein weiterer bedeutsamer Aspekt dieses Klassifikationssystems ist der Versuch, die für eine Aufgabenlösung notwendigen Wissensseinheiten zu quantifizieren. Allgemeindidaktische Taxonomien (TEO, SOLO) versuchten bisher immer die Komplexität der Vernetzung grob zu beschreiben. Dabei spielte die reine Anzahl der interagierenden Elemente zwar eine Rolle, sie wurde jedoch nicht gesondert analysiert.

Die Arbeit von Neubrand (2002) war Grundlage für die COACTIV-Studie des MPI (Jordan et al., 2006, 2008), in der Mathematikaufgaben sehr aufwändig analysiert und kategorisiert wurden. Das Ziel der COACTIV-Studie war die Untersuchung von Zusammenhängen zwischen Professionswissen, Unterrichtsmerkmalen und Schülerleistungen. Aufgaben wurden als Indikatoren für die Schaffung kognitiv anregender Lerngelegenheiten verstanden. Analysiert wurden von den beteiligten Lehrkräften ausgewählte Klassenarbeitsaufgaben, Hausaufgaben und Einstiegsaufgaben. Im Zentrum der Entwicklung eines Klassifikationsschemas stand das objektive Potenzial der Mathematikaufgaben, wobei in bestimmten Aufgabenklassen Elemente eines inner- und außermathematischen Modellierungskreislaufs identifiziert wurden. Eine Dimension des Klassifikationsschemas sind beispielsweise verschiedene Typen mathematischen Arbeitens: Technische Aufgaben (Abruf von Faktenwissen oder Fertigkeiten), rechnerische Modellierungsaufgaben (Anwendung einer Rechenprozedur, einfache Textaufgaben) und begriffliche Modellierungsaufgaben (Lösungsansatz selbst entwickeln, begriffliches Wissen notwendig). Das heißt analog zur Konzeption von Neubrand (2002) wird ein idealtypischer Lösungsweg vorausgesetzt und im Hinblick auf die zu Grunde liegenden Wissensseinheiten analysiert. Für eine allgemeindidaktische Aufgabenanalyse von besonderem Interesse sind auch weitere Dimensionen des COACTIV-Klassifikationssystems. Beispielsweise die Frage nach der sprachlogischen Komplexität der Aufgabeninstruktion, der Bearbeitungsrichtung einer Aufgabe (vorwärts, rückwärts) oder nach der Anzahl der eingeforderten Lösungswege (kein, ein Lösungsweg, mehrere Lösungswege). Diese Dimensionen korrespondieren mit allgemeindidaktischen Aspekten von Unterricht wie Offenheit oder problemlösendes Lernen.

Bruder (2010) analysiert Lernaufgaben in Mathematik im Hinblick auf die Komponenten des Problemlöseprozesses: Ausgangssituation (Gegebenes), Transformation (Lösungswege) und Endsituation (Gesuchtes). Spielt man unterschiedliche Belegungsmöglichkeiten dieser drei Aufgabenbearbeitungskomponenten durch, ergeben sich acht zentrale Aufgabentypen: (1) Bei Musteraufgaben sind alle drei Komponenten gegeben. Sie könnten dahingehend modifiziert werden, dass ein Fehler versteckt wird, den die Schülerinnen und Schüler finden müssen.

(2) Einfache Bestimmungsaufgaben oder Grundaufgaben haben eine definierte Ausgangssituation und geben die Transformation an. Beispiele sind Grundrechenaufgaben; Berechne das Volumen von (3) Bei einfachen Umkehraufgaben muss die Ausgangssituation gefunden werden: Radius eines Kreises mit Flächeninhalt x bestimmen. Die Offenheit nimmt zu, wenn zwei Komponenten frei variieren können: z.B. es sind unterschiedliche Lösungswege und auch Lösungen, d.h. Endsituationen denkbar. Oder es wird ein mathematisches Werkzeug gegeben (Strategie, Formel, etc.) zu dem eine Aufgabe (Ausgangssituation) und eine Lösung gefunden werden sollen. Die größtmögliche Öffnung wird bei Bruder (2010) als Problemsituation mit offenem Ausgang beschrieben. Es wird lediglich ein thematischer Rahmen vorgegeben (z.B. eine Befragung bei Mitschülerinnen und Mitschülern durchführen). Alle drei Komponenten der Aufgabenbearbeitung sind dann frei zu bestimmen.

Bruder (2010) schlägt nun auf Basis dieser Aufgabentypisierung eine Konstruktionsheuristik für Lernaufgaben in Mathematik vor. Der Aufgabentyp ist allerdings nur ein erklärender Faktor für das Lernpotenzial bzw. die Schwierigkeit einer Aufgabe. Weitere Aspekte sind schwierigkeitgenerierende Aufgabenmerkmale wie Formalisierungsgrad (muss ein Sachverhalt erst mathematisiert werden), Komplexitätsgrad (Steigerung der Komplexität durch Erhöhung der zu berücksichtigenden Elemente in einer Aufgabe), Bekanntheitsgrad (steht den Schülerinnen und Schülern das zur Bearbeitung der Aufgaben nötige Wissen zur Verfügung?) und Ausführungsaufwand (Anzahl der Bearbeitungsschritte). Damit stehen fünf Analysedimensionen zur Verfügung, die gezielt variiert werden können, um das Anforderungspotenzial einer mathematischen Lernaufgabe zu erhöhen oder zu verringern. Die Konstruktionsheuristik wird bereits zur Entwicklung von Übungsaufgaben in E-Learning Kursen an der Universität Kassel eingesetzt.

Auch in den Naturwissenschaftsdidaktiken wurden in den letzten Jahren einige Anstrengungen unternommen, Aufgabenklassifikationssysteme zu entwickeln. Beispielsweise greift Jatzwauk (2007) bei der Analyse kognitiver Anforderungen von Aufgaben im Biologieunterricht auf das Kategoriensystem von Lowyck (1976) und das Modell der Verarbeitungsprozesse beim Zusammenfassen von Lehrtexten von Schnotz, Ballstaedt und Mandl (1981) zurück. Diese beiden Ansätze berücksichtigen seines Erachtens stärker als die anderen Konzepte (u.a. Anderson & Krathwohl, 2001) den Prozess der selbstständigen Erarbeitung neuer Informationen durch die Schülerinnen und Schüler. Jatzwauk (2007) unterscheidet aufgrund des Niveaus kognitiver Prozesse zwischen folgenden Kategorien:

1. Sensomotorisch: Aufgaben, bei denen eine manuelle Tätigkeit durchgeführt werden soll.
2. Rezipierend: Aufgaben, die eine reine Informationsaufnahme erfordern, ohne dass eine explizite Antwort verlangt wird.