

### **Leistungsheterogenität im naturwissenschaftlichen Unterricht – methodische Ansätze und empirische Befunde**

Die Frage, wie man im Unterricht mit Leistungsheterogenität angemessen umgeht, ist kein neues Thema. Im Zuge der internationalen Leistungsstudien mit Blick auf den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht hat dieses Thema jedoch neue Aufmerksamkeit bekommen. Die Veränderungen in der Schullandschaft sowie der inklusive Unterricht schaffen zusätzliche Notwendigkeiten, im Unterricht differenziert zu arbeiten. Dennoch wird Differenzierung aus naturwissenschaftsdidaktischer Perspektive bisher wenig diskutiert. So gibt es z.B. nur zwei fachdidaktische Promotionen (Groß, 2013; Bruggman-Minnig, 2011), die das Thema Differenzierung aus Sicht der Naturwissenschaften explizit in den Blick nehmen.

In den Schulleistungsstudien wurde u.a. deutlich, dass die Leistungen der Schülerinnen und Schüler in den traditionellen Schularten jeweils stark streuen und gleichzeitig große Überlappungsbereiche zwischen den Schularten zu erkennen sind (z.B. Baumert et al., 2001, S. 238). Die Frage nach der Angemessenheit des dreigliedrigen Schulsystems wurde neu diskutiert. Ein angemessener Umgang mit der Heterogenität wurde gefordert, in der Erwartung,

1. die Schulleistungen insgesamt zu steigern,
2. Bildungsungleichheiten zu reduzieren, z.B. durch eine spezielle Förderung der Schülerinnen und Schüler am unteren Ende des Leistungsspektrums, und
3. besonders kluge Köpfe für den wissenschaftlichen Nachwuchs im Bereich der Naturwissenschaften zu gewinnen (Lange, 2003).

In pädagogischen Betrachtungen bezieht sich Heterogenität nicht vorrangig auf Leistungen, sondern schließt die Verschiedenheit der Schülerpersönlichkeiten insgesamt mit ein. Heterogenität muss aus dieser Perspektive auch nicht als Problem wahrgenommen werden, sondern wird als Ausdruck produktiver Vielfalt gesehen (Prenzel, 2006). Ein angemessener Umgang mit Heterogenität hat entsprechend zum Ziel, jedes Kind in seiner Einzigartigkeit zu fördern, indem Lernbedingungen hergestellt werden, die möglichst optimale Entwicklungsmöglichkeiten bieten. Differenzierung ist der Weg zur Realisierung unterschiedlicher Lernbedingungen, wobei die Leistungsentwicklung nur ein Aspekt der Lernentwicklung darstellt. Wichtig zu beachten ist auch, dass für die Herstellung optimaler Lernbedingungen nicht allein die Lehrperson Verantwortung trägt. Auch die Lernenden selbst sollen in die Lage versetzt werden, für sich gute Lernbedingungen zu schaffen. Differenzierung hat so gesehen auch das Ziel, bei Lernenden Fähigkeiten zur Selbststeuerung des Lernens anzubahnen. (In einem Themenheft von Unterricht Physik (Wodzinski et al., 2007) sind diese Ideen weiter ausgeführt und konkretisiert.)

#### **Begriffsklärungen**

Leistungsdifferenzierung lässt sich durch Maßnahmen auf verschiedenen Ebenen umsetzen. Äußerer Differenzierung entsprechen Maßnahmen außerhalb des Klassenverbands. Dazu gehört die Zuweisung von Schülerinnen und Schülern in unterschiedliche Schularten, aber auch die Einrichtung unterschiedlicher Kursniveaus oder das Angebot von Zusatzkursen außerhalb des Unterrichts z.B. für besonders Begabte oder für Kinder mit speziellem Förderbedarf. Auch Schulen, die in hohem Maße individualisiert unterrichten, nutzen Formen der äußeren Differenzierung.

Innere Differenzierung (oder Binnendifferenzierung) betrifft Maßnahmen innerhalb des Klassenverbands. Eine klassische Form der Differenzierung besteht darin, dass Schülerinnen und Schüler je nach Leistungsniveau mit unterschiedlichen Lernumgebungen (Themen, Aufgabenschwierigkeit, Aufgabenmenge, Hilfen) arbeiten. Aber auch die besondere Unterstützung von Lernschwachen im Rahmen einer Gruppenarbeitsphase ist eine typische Form der inneren Differenzierung.

In der Literatur finden sich verschiedene Begriffe, die das Feld der Differenzierungsmöglichkeiten strukturieren, auch wenn die Begriffe insgesamt nicht scharf definiert sind. In der Mathematikdidaktik werden mit dem Begriff „natürliche Differenzierung“ (Wittmann & Müller, 2004) Maßnahmen beschrieben, bei denen allen Schülerinnen und Schüler mit der gleichen Lernumgebung arbeiten, die jedoch individuelle eigene Wege zulässt. Zu dieser Form der Differenzierung kann auch der Einsatz von Aufgaben mit gestuften Lernhilfen gezählt werden. Entsprechendes Material wird als selbstdifferenzierend bezeichnet. Eine weitere brauchbare Unterscheidung ist die in reaktive und proaktive Differenzierung (Weinert, 1997; Tomlinson, 2003). Reaktive Differenzierung liegt dann vor, wenn eine Lehrkraft den Unterricht für ein durchschnittliches Niveau plant, im Unterricht aber darauf reagiert, wenn Schüler unterschiedlich gut mit dem geplanten Konzept zurechtkommen. Proaktive Differenzierung meint im Vergleich dazu die bewusste Planung des Unterrichts mit Berücksichtigung der unterschiedlichen Leistungsniveaus. Häufig wird der Begriff der Individualisierung als Spezialfall der Differenzierung verstanden. Wischer und Trautmann (2012) dagegen grenzen beide Begriffe klar voneinander ab: Differenzierung meint Maßnahmen, die auf eine Unterrichtsstunde oder eine Unterrichtsreihe begrenzt sein können. Individualisierung dagegen ist ein grundlegendes Konzept, das ohne strukturelle Unterstützung nicht umgesetzt werden kann. Individualisierung ist z.-B. verknüpft mit der Arbeit an Kompetenzrastern und Lernportfolios. Individualisierung schließt im Gegensatz zur Differenzierung mit ein, dass differenzierte Lernziele für einzelne Schülerinnen und Schüler formuliert werden. Ein weiterer häufig verwendeter Begriff im Umfeld der Differenzierung ist der adaptive Unterricht. Damit ist Unterricht gemeint, in dem proaktiv differenziert wird. Lehrkräfte müssen dazu über adaptive Lehrkompetenz verfügen (Beck, 2008).

### **Leistungsdifferenzierung in der Praxis**

Zur Frage, in welchem Umfang und auf welche Weise Differenzierung im naturwissenschaftlichen Unterricht umgesetzt wird, ist die Datenlage vergleichsweise unübersichtlich und lückenhaft: Die Dissertation von Martina Bruggmann Minnig (2011) nimmt die Vorstellungen von Lehrkräften zur Differenzierung in den Blick und vergleicht diese mit deren tatsächlichem Unterrichtshandeln. In diesem Zusammenhang wurden Unterrichtsvideos mit Blick auf Differenzierung ausgewertet. Die Anlage der Studie verlangte allerdings eine Beschränkung auf Videos von zehn Lehrkräften. In einer Studie von Sabine Gruehn (2000) wurden umfangreichere Daten zur Differenzierung aus dem Jahr 1991/92 ausgewertet, die angesichts des Alters der Daten aber relativiert werden müssen. Auch in den PISA-Erhebungen spielt Differenzierung eine Rolle. Hier wurde allerdings nicht fächerspezifisch gefragt. Umfangreiche Daten liefert die österreichische Zusatzstudie zu PISA 2009 (Mayr et al., 2010).

Zusammenfassend ergibt sich aus den vorliegenden Erhebungen folgendes Bild:

- Differenzierung findet am Gymnasium seltener statt als an anderen Schularten (Seidel et al., 2007; Gruehn, 2000; Mayr et al., 2010).
- In Mathematik wird häufiger differenziert als in Physik und Biologie (Gruehn, 2000; Krammer et al., 2010).
- Differenzierung mit Aufgaben unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades kommt eher selten vor (Bruggmann Minnig, 2011; Solzbacher, 2009).

- Häufigere Differenzierungsformen sind die Unterstützung von Lernschwachen, die Gewährung von unterschiedlich viel Zeit (Tempodifferenzierung) und die Zuweisung von Zusatzaufgaben für Leistungsstarke (Mayr et al., 2010).

In der IPN-Videostudie (Seidel, 2007) konnte gezeigt werden, dass im deutschen Physikunterricht an Gymnasien im Schnitt 15% der Unterrichtszeit auf Schülerarbeitsphasen entfällt, an Realschulen 28%. Im Mathematikunterricht ist der Anteil etwa doppelt so groß. Dies erklärt den Unterschied in der Umsetzung von Differenzierung in Mathematik und den naturwissenschaftlichen Fächern.

Weiteren Aufschluss über die Umsetzung von Differenzierungsmaßnahmen gibt die deutsche nationale Ergänzungsstudie zu PISA 2006. Hier wurden die Lehrkräfte in einem Lehrerfragebogen zur methodischen Gestaltung des Unterrichts befragt. Dabei wurde zwischen Mathematik und Naturwissenschaften jedoch nicht unterschieden (Frey et al., 2009). Das Ergebnis einiger Items ist in Abbildung 1 dargestellt.

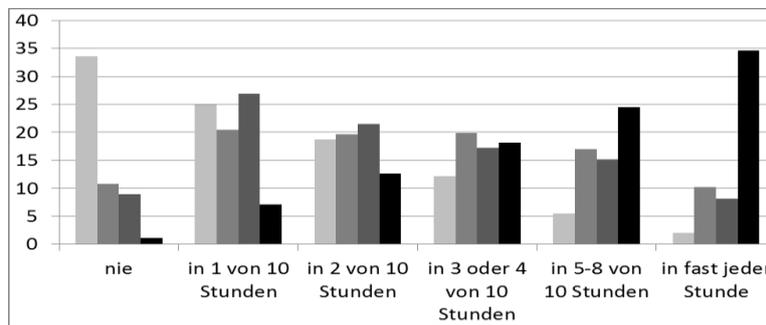


Abb. 1: Häufigkeit von differenzierenden Maßnahmen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Die zugehörigen Items lauteten (von links nach rechts):

1. (hellgrau): Bei Gruppenarbeit unterscheide ich verschiedene Leistungsgruppen, die jeweils gesonderte Aufgaben erhalten.
2. (mittelgrau): Ich lasse schnellere Schülerinnen und Schüler schon zum nächsten übergehen, während ich mit den langsameren noch übe oder wiederhole.
3. (dunkelgrau): Leistungsstarken Schülerinnen und Schülern gebe ich Extraaufgaben, durch die sie wirklich gefordert werden.
4. (schwarz): Ich gebe schwachen Schülerinnen und Schülern zusätzliche Unterstützung im Unterricht. (Daten aus Frey, A., Taskinen, P., Schütte, K. et al. 2009, S. 291)

In der österreichischen nationalen Zusatzstudie zu PISA 2009 wurde die Häufigkeit von Differenzierungsmaßnahmen aus Sicht der Schülerinnen und Schüler erhoben (Mayr et al., 2010). Dabei wurde jedoch nicht nach Fächern unterschieden (siehe Tabelle 1).

Nach Schulformen unterschieden zeigt sich, dass Differenzierung an der allgemeinbildenden höheren Schule (vergleichbar mit dem Gymnasium) etwas weniger häufig vorkommt als an der allgemeinbildenden Pflichtschule (vergleichbar mit der Hauptschule). Dies betrifft am deutlichsten die Wahl von Aufgaben unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades. (Eine ausführliche Ableitung von Konsequenzen aus der österreichischen Studie findet man bei Altrichter et al. (2009).)

Tab. 1: Häufigkeit von Differenzierungsmaßnahmen aus Schülersicht (alle Fächer) (Mayr et al., 2010)

Angaben in % (alle Fächer)	nie oder fast nie	1-2 mal im Monat	1-2 mal pro Woche	fast jeden Tag
Unterstützung durch Mitschüler	14,4	25,4	33,1	27,0
Tempo	22,8	28,3	32,3	16,7
Unterstützung durch Lehrer	20,8	32,7	31,3	15,2
individuelle Lerntipps	24,1	30,8	30,3	14,7
Wahl Lernmethode	36,6	25,4	22,4	15,6
Wahl Sozialform	41,9	31,9	19,4	6,8
Wahl Schwierigkeitsgrad	50,0	27,3	17,5	5,2
Wahl Prüfungsformen	56,9	25,2	12,5	5,8
Wahl Thema	49,4	39,6	9,7	1,3
Hausaufgaben	73,7	12,2	10,2	3,8

### Ergebnisse zur Wirksamkeit von Leistungsdifferenzierung

Zur Beurteilung der Wirkungen von Differenzierungsmaßnahmen werden in der Literatur üblicherweise Studien aus unterschiedlichen Fächern und Schulstufen zusammengefasst (Hattie, 2009; Schneider & Ludwig, 2012). Im Folgenden werden zunächst die so gefundenen fachunspezifischen Befunde zusammen getragen und durch fachspezifische Studien ergänzt. Der Fokus richtet sich jeweils auf Effekte bezogen auf Leistungen.

#### Äußere Differenzierung

Die Effekte äußerer Differenzierung auf Leistung sind insgesamt klein. Von äußerer Differenzierung profitieren am ehesten Hochbegabte. Falls in Kurse differenziert wird, gilt aber für Schülerinnen und Schüler unabhängig vom Leistungsniveau, dass die Zuordnung zu einem höheren Leistungsniveau im Schnitt auch zu vergleichsweise höheren Leistungen führt (Schneider & Ludwig, 2012).

Für die Naturwissenschaften liegt eine Studie von Hoffer (1992) vor, in der die Leistungsentwicklung im Fach Science und in Mathematik in den Klassen 7, 8 und 9 untersucht wurde, und zwar abhängig davon, ob der Unterricht in Niveauebenen (3 Niveaus) erteilt wurde oder nicht. Die Studie zeigte negative Effekte der Differenzierung in Niveauebenen auf die Leistungen in Mathematik und Science. Leistungsstarke profitierten zwar geringfügig von der Differenzierung, die negativen Effekte auf Leistungsschwache waren jedoch größer. Eine weitere Studie von Ireson et al. (2005) untersuchte, inwieweit sich das Ausmaß an Differenzierung in Kurse während der Schulzeit auf den Lernerfolg in der Abschlussprüfung (GCSE) auswirkt. Dazu wurden Schulen nach der Zahl der Fächer und der Zahl der Schuljahre unterschieden, in denen der Unterricht in Kursen erteilt wurde. Die Studie ergab zwar insgesamt positive Effekte der Differenzierung auf Leistung, für das Fach Science waren die Effekte jedoch (im Gegensatz zu Mathematik und Englisch) nicht signifikant. Deutlich zeigte sich auch hier ein Effekt der Kurszuordnung. Wurden die Schülerinnen und Schüler entsprechend ihrer Leistungen in Klasse 9 (das entspricht dem Key Stage Level 3) gruppiert und deren Leistungen im GCSE verglichen, ergab sich, dass die Schülerinnen und Schüler im mittleren Niveau von einer höheren Kurszuordnung in besonderem Maße profitieren (siehe Tabelle 2).

Tab. 2: Bewertung im Science Abschlussexamen (GCE Klasse 12) in Abhängigkeit von der Kurszuordnung (hohes/mittleres/niedriges Niveau) bei gleicher Leistung in Key Stage 3-Test (Klasse 9).

Key Stage 3 Level	Leistung im GCSE			n
	hoch	mittel	niedrig	
2 (schwach)			1,5	21
3	2,8	2,4	2,2	300
4	3,7	3,6	3,0	957
5	5,0	4,5	4,2	1305
6	5,7	5,4	5,3	912
7	6,9	6,7		262
8 (sehr gut)	7,4			19

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es global gesehen wenig Unterschied macht, ob in Kursen differenziert unterrichtet wird. Für Leistungsstarke ist äußere Differenzierung tendenziell positiv, für Leistungsschwache aber eher negativ. Wenn in Kursen differenziert wird, dann macht es individuell für jeden Einzelnen allerdings einen deutlichen Unterschied, welchem Kursniveau er oder sie zugewiesen wurde. Ein Kurs mit höherem Niveau ist für alle Schülerinnen und Schüler die bessere Bedingung.

#### *Innere Differenzierung*

Verschiedene Übersichtsartikel (Kulik & Kulik, 1992; Lou et al., 1996, Lou et al., 2000, Lüders & Rauin, 2004) bescheinigen der inneren Differenzierung fachunspezifisch betrachtet positive Wirkungen auf Leistung. Die Effekte sind jedoch eher klein. Bei leistungsstarken Schülerinnen und Schülern sind die Effekte größer als bei Lernenden mittleren oder niedrigen Niveaus. In der Primarstufe sind die Effekte größer als in der Sekundarstufe. In diesem Kontext ist auch das Ergebnis von Bedeutung, dass geöffneter Unterricht im Vergleich zu direkter Instruktion meist weniger effektiv ist (Bohl et al., 2012). Bezogen auf den naturwissenschaftlichen Unterricht ist die Arbeit von Sabine Gruehn (2000) interessant. Sie hat im Rahmen der BIJU-Studie (Bildungsverläufe und psychosoziale Entwicklung im Jugendalter) die Leistungsentwicklung zu drei Messzeitpunkten innerhalb der 7. Klasse (Schuljahr 91/92) in verschiedenen Schularten für die Fächer Mathematik, Biologie und Physik erhoben und dabei den Einfluss binnendifferenzierender Maßnahmen untersucht. Die Skala binnendifferenzierender Maßnahmen bezieht sich dabei auf „Unterrichtsstrategien im Hinblick auf leistungsrelevante Aufgabenstellungen durch Vergabe unterschiedlicher Lernmaterialien sowie leistungsabhängige Anforderungsniveaus bei Lehrerfragen“ (Gruehn, S. 131). Sie wurde durch Schülerfragebögen erhoben.

Insgesamt zeigten sich signifikant negative Korrelationen zwischen binnendifferenzierenden Maßnahmen und dem Lernzuwachs in allen drei Fächern und zwar unabhängig von der Schulform. Gruehn erklärt diesen unerwarteten Effekt mit der Unterrichtszeit, die für die Organisation von Differenzierung benötigt wird, und der Tatsache, dass Lehrkräfte, die sich vermehrt den Lernschwachen unterstützend widmen, weniger Einfluss auf den Rest der Gruppe nehmen können. Helmke (2003) kommentiert in einer Rezension der Arbeit die Ergebnisse in folgender Weise:

*„Angesichts der dominierenden Rolle, die Fragen der ‚Individualisierung‘ und ‚Leistungsdifferenzierung‘ nach PISA 2000 spielen, sowohl innerhalb der KMK als auch in der wissenschaftlichen Diskussion, sollte diesen Ergebnissen der BIJU-Studie, die auf mögliche Sackgassen der Binnendifferenzierung hinweisen, große Aufmerksamkeit geschenkt werden“* (Helmke, 2003, S. 4).

Insgesamt deuten die Ergebnisse zur inneren Differenzierung darauf hin, dass es weniger darauf ankommt, ob differenziert wird, sondern vielmehr, wie differenziert wird und inwiefern der Unterricht insgesamt Merkmale guten Unterrichts aufweist.

#### *Gruppenbildung heterogen-homogen*

Eine weitere Möglichkeit, der Leistungsheterogenität zu begegnen, ist die Nutzung kooperativer Lernformen. In diesem Zusammenhang ist die Art der Gruppenzusammensetzung vielfach untersucht worden. Dahinter steht die Frage, ob Schülerinnen und Schüler in heterogen zusammengesetzten Gruppen besser lernen als in homogen zusammengesetzten Gruppen bzw. für welche Schülerinnen und Schüler welche Bedingung lernförderlicher ist. Die Metaanalyse von Lou et al. (1996), in die 16 Studien aus dem Bereich Mathematik, Technik und Naturwissenschaften eingegangen sind, ergibt keinen signifikanten Effekt für die Gruppenzusammensetzung auf die Leistung.

Beispielhaft kann eine Studie von Saleh et al. (2005) Einblicke geben. In der Studie wurde Biologieunterricht in einer 4. Klasse in Kuwait untersucht. Fünf vierte Klassen wurden jeweils in Vierergruppen unterteilt, wobei pro Klasse sowohl leistungshomogene als auch heterogene Gruppen gebildet wurden. Leistungshomogene Gruppen wurden in drei Niveaus unterschieden (stark, mittel, schwach). Die leistungsheterogenen Gruppen wurden aus einem leistungsstarken, einem leistungsschwachen Kind und zwei Kindern aus dem Mittelfeld gebildet. Der Unterricht erstreckte sich über 16 Stunden zum Thema Obst und Gemüse. Die Stunden begannen jeweils mit einer Einführung im Klassenverband, an die sich eine kooperative Arbeitsphase anschloss, die sich methodisch an der STAD-Methode nach Slavin (1994) orientierte.

Die Ergebnisse im Leistungstest für Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichem Leistungsniveau abhängig von den verschiedenen Bedingungen zeigt Abbildung 2.

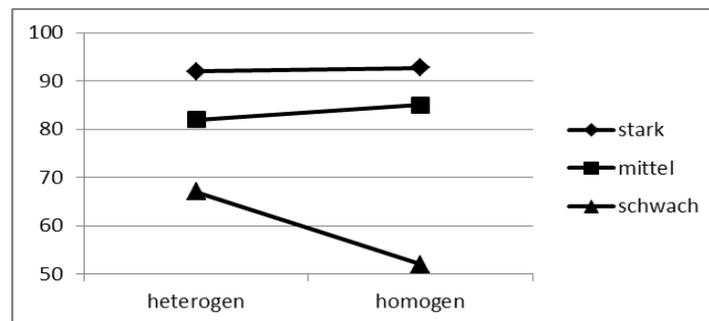


Abb. 2: Leistungen im Abschlusstest in Abhängigkeit von der Gruppenzusammensetzung (heterogen/homogen) und dem Leistungsniveau im Vortest.

Die Abbildung zeigt: Leistungsschwache profitieren in Bezug auf Leistung deutlich von heterogenen Gruppen, Schülerinnen und Schüler im mittleren Leistungsniveau eher von homogenen Gruppen.

Es wurden auch Effekte auf Motivation erfasst, und zwar mit dem Test „How I feel about working in school today“ (siehe Abbildung 3).

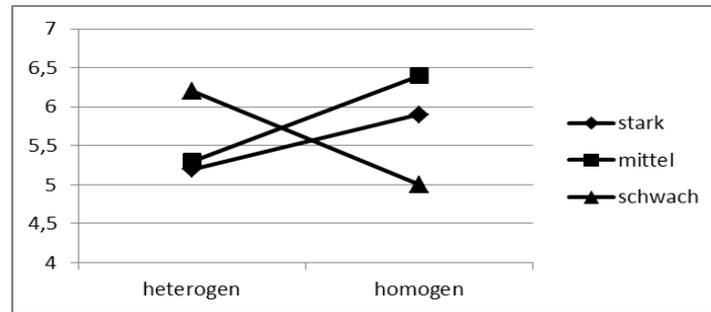


Abb. 3: Motivationale Effekte in Abhängigkeit von der Gruppenzusammensetzung (heterogen/homogen) und dem Leistungsniveau.

Auch hinsichtlich der Motivation profitieren Leistungsschwache von heterogenen Gruppen, während Schülerinnen und Schüler im Mittelfeld und Leistungsstarke eher von homogenen Gruppen profitieren.

Die Untersuchung gibt darüber hinaus auch einen Einblick in die Qualität und Art der Zusammenarbeit in der Gruppe. In jeder Gruppe wurden in drei der 16 Unterrichtsstunden jeweils 10 Minuten der Gruppenarbeit videografiert. In den Transkripten wurden anschließend kommunikative Episoden identifiziert, die in die drei Kategorien Fragen, Konflikte und Begründungen unterschieden wurden. Jede dieser Episoden wurde nochmals danach unterschieden, ob im Wesentlichen eine Einzelperson kognitiv beigetragen hat (individuelle Elaboration) oder ob die Episode eine echte Zusammenarbeit mehrerer Personen darstellt (kollaborative Elaboration). Für jede Gruppe wurden die Episoden entsprechend ausgezählt und die prozentuale Häufigkeit der Episoden innerhalb der Gruppe ausgewertet.

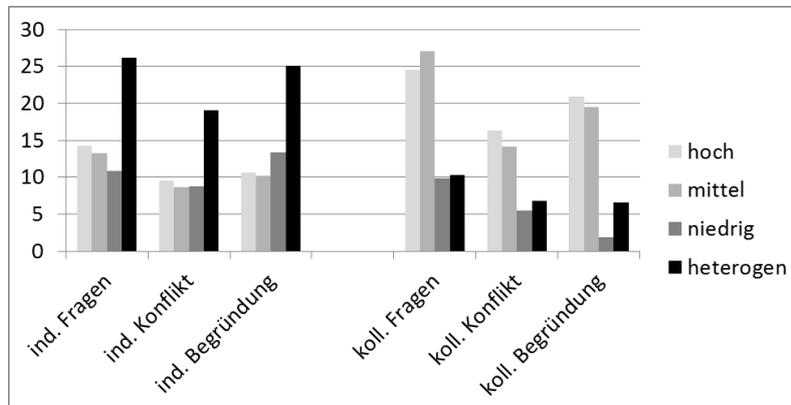


Abb. 3: Kommunikationsmuster abhängig von der Gruppenzusammensetzung (homogen/hohes/mittleres/niedriges Leistungsniveau bzw. heterogen)

Abbildung 3 fasst die Ergebnisse zusammen. Man erkennt, dass in den homogen leistungsschwachen Gruppen und in den heterogenen Gruppen wenig kollaborative Elaborationen zu erkennen sind. Bei genauerer Betrachtung der Kommunikation in den heterogenen Gruppen zeigt sich, dass die Lernschwachen achtmal so viele Fragen stellen wie die Schüler im Mittelfeld. Leistungsstarke stellen keine Fragen, geben aber zu 75% die Antworten bzw. Begründungen.

Zusammenfassend erweisen sich die Effekte der inneren Differenzierung für den naturwissenschaftlichen Unterricht als unklar. Bei Gruppenbildung profitieren Leistungsstarke und Schüler mittleren Niveaus davon, wenn sie unter sich sind. Leistungsschwache dagegen profitieren kognitiv und emotional von der Anwesenheit der Leistungsstärkeren.

### **Brauchen wir mehr Differenzierung und Individualisierung?**

Angesichts der vergleichsweise geringen und auf die Naturwissenschaften bezogen unklaren Befunde zur Wirkung von Differenzierung müssen die Forderungen nach mehr Differenzierung und mehr Individualisierung durchaus kritisch betrachtet werden. Wenn die Forschung zeigt, dass Differenzierung nicht die erwarteten Wirkungen entfaltet, dann ist zu fragen, welche Voraussetzungen gegeben sein müssen, damit differenzierende Maßnahmen ihre Wirkung entfalten können.

Auf Seiten der Lehrkraft setzt Differenzierung voraus, dass Lehrkräfte die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler im Blick haben. In der Studie von Kobarg (2007) zeigte sich, dass dies häufig nicht der Fall ist. Andere Studien zeigen, dass Lehrkräfte Schwierigkeiten von Schülerinnen und Schülern häufig nicht erkennen (z.B. Draude&Wodzinski 2014). Die Wahrnehmungs- und Diagnosekompetenz von Lehrkräften wird aktuell von verschiedenen Arbeitsgruppen beforscht (z.B. Cappell, 2013; Rath & Reinhold, 2013; Meschede, 2014). Neben der Fähigkeit, den Lernstand der Schülerinnen und Schüler und das Anforderungsniveau von Lernumgebungen passend einschätzen zu können, müssen Lehrkräfte über ein Repertoire an Methoden verfügen, um entsprechend auf die Heterogenität der Schülerinnen und Schüler reagieren zu können. Auch müssen sie in der Lage sein, den Lernenden passende und differenzierte Rückmeldungen zu geben.

Auf Seiten der Schülerinnen und Schüler setzt Differenzierung ein gewisses Maß an Lernbereitschaft voraus. Fehlt es an Lernbereitschaft, muss die Lehrkraft auch daran gezielt arbeiten, damit Schülerinnen und Schüler das Lernangebot überhaupt nutzen und nicht möglicherweise andere Schülerinnen und Schüler stören. Mehr Differenzierung bedeutet in jedem Fall ein höheres Maß an selbstständiger Arbeit. Dazu bedarf es auf Seiten der Schülerinnen und Schüler der Fähigkeit zur Selbststeuerung.

Differenzierung ist in verschiedener Hinsicht eine Zeitfrage. Für die Organisation der differenzierenden Maßnahmen wird Unterrichtszeit in Anspruch genommen. Auch die Vorbereitung und Auswertung differenzierten Unterrichts erfordert einen größeren zeitlichen Aufwand. Als weiterer Punkt ist zu bedenken, dass immer dann, wenn die Lehrkraft sich einer Gruppe spezifisch zuwendet, Zuwendungszeit für den Rest der Lerngruppe unweigerlich verloren geht (Wollring, 2012). Die Lehrkraft muss folglich sehr sorgsam abwägen, wie sie mit der ihr zur Verfügung stehenden Zeit umgeht.

Schulen, die das Konzept der Individualisierung verfolgen, reagieren auf diese Beschränkungen, indem sie nicht nur den Betreuungsschlüssel erhöhen, sondern auch durch zeitliche und räumliche Strukturen ein hohes Maß an Flexibilität ermöglichen. (Dies wurde auf der Tagung in der Posterpräsentation der Paula-Modersohn-Schule aus Bremerhaven besonders deutlich.) Fehlender Lernbereitschaft oder dem Aufbau von Selbststeuerung wird nicht im einzelnen Fach begegnet, sondern als Aufgabe der Schule insgesamt verstanden.

Angesichts dieser Sachlage sind kritische Stimmen zur Individualisierung keineswegs selten. Helmke (2010) erwähnt z. B., dass die führende amerikanische Bildungswissenschaftlerin Chall in der Individualisierung eine mögliche Ursache für Vereinsamung der Lernenden und daraus folgend mangelnde Lernbereitschaft sieht (vgl. Wischer & Trautmann, 2012). Auch Bohl (2012) schreibt:

*„Mit Blick auf die Wirksamkeit (von Individualisierung) kann schlicht und pointiert gefragt werden, ob der Zeitaufwand leistbar und angemessen ist oder ob sie (die Schülerinnen und Schüler) sich im Dienste einer hohen aktiven Lernzeit nicht eher mit fachbezogenen Aufgaben beschäftigen sollten statt mit der Verwaltung und Organisation von*

*Kompetenzplänen. Andererseits kann eine sehr genaue Passung den individuellen Fortschritt in hohem Maße unterstützen“ (Bohl et al., 2012; 446).*

Die kritischen Stimmen mahnen, den erforderlichen Aufwand für Differenzierungsmaßnahmen sorgfältig abzuwägen und mit Veränderungen des Unterrichts eher in kleinem Rahmen zu beginnen.

Ein entscheidender Schlüssel für Differenzierung ist, dass Lehrkräfte den Blick auf die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler richten. Selbstdifferenzierendes Material kann vor diesem Hintergrund möglicherweise ein Weg sein, um Schülerinnen und Schülern individuelle Lernwege zu ermöglichen und Lehrkräften die Verschiedenheit der Schülerinnen und Schüler vor Augen zu führen, ohne den erforderlichen zeitlichen und materiellen Aufwand für differenzierende Maßnahmen zu sprengen.

### **Methodische Ansätze zum Umgang mit Leistungsheterogenität über Aufgaben**

Aufgaben bieten in besonderer Weise Ansätze zur Differenzierung nach Leistung. In einem von der DFG geförderten Projekt der Universität Kassel wurde das Aufgabenformat der Aufgaben mit gestuften Hilfen weiterentwickelt und empirisch untersucht (Wodzinski & Stäudel, 2009; Franke-Braun, 2008; Schmidt-Weigand et al., 2009; Hänze et al., 2012). Dieses Aufgabenformat ist der natürlichen Differenzierung zuzuordnen. Das Aufgabenformat besteht aus einer komplexen, problemorientierten Aufgabenstellung, zu deren Bearbeitung die Schülerinnen und Schüler jeweils einen Satz von fünf bis sieben Hilfen erhalten. Die Aufgabenbearbeitung erfolgt in Zweiergruppen. Die Schülerinnen und Schüler können auf die Hilfen eigenständig zugreifen und werden über die Hilfen schrittweise zu einer Musterlösung geführt. Die Hilfen sind dabei zweigeteilt: Der erste Teil enthält jeweils eine Frage oder einen Impuls zum Weiterdenken, während der zweite Teil die zugehörige Antwort bereithält. Die Hilfen sind so konzipiert, dass implizit typische Problemlöseschritte genutzt werden, die jedoch immer mit konkretem Bezug zur Aufgabe formuliert sind. Die Hilfen folgen etwa folgendem Muster:

1. Paraphrasierung (die Aufgabenstellung klären)
2. Fokussierung (den Kern der Aufgabenlösung erfassen)
3. Visualisierung (eine Repräsentation des Problems erstellen, um Ideen zu entwickeln)
4. weiterer Informationsinput (zusätzliche Informationen beschaffen)
5. Verifizierung (den Lösungsweg rekapitulieren)

Dadurch, dass die Schülerinnen und Schüler selbst entscheiden können, in welchem Umfang und zu welchem Zeitpunkt sie die Hilfen nutzen, können sie das Ausmaß der Unterstützung selbst bestimmen. Leistungsstarke Schülerinnen und Schüler können die Aufgabe im Prinzip ohne Hilfen bearbeiten und sich über die Hilfen eine Bestätigung über den korrekten Lösungsweg verschaffen. Leistungsschwache können beim Durcharbeiten der Hilfen dennoch Verständnis aufbauen. Untersuchungen haben gezeigt, dass es mit den Hilfen insbesondere gelingt, Ausstiege aus der Aufgabenbearbeitung zu verhindern. In empirischen Studien konnte darüber hinaus gezeigt werden, dass Aufgaben mit gestuften Lernhilfen das Lernen effektiv anregen, und zwar in Einzel- wie in Partnerarbeit. In der Partnerarbeit wird das Lernerleben positiv beeinflusst und die sachbezogene Kommunikation angeregt. Einschränkend ist allerdings auch zu betonen, dass die Lernwirksamkeit stark von der konkreten Aufgabe und den zugehörigen Hilfen abhängt. In einer Folgestudie wurde die Wirksamkeit des Aufgabenformats auch für die Durchführung von Experimenten untersucht. Hier konnte die positive Wirkung nicht bestätigt werden. Inwieweit die Wirkungen bei vermehrtem Einsatz gesteigert können, ist unklar.

Blütenaufgaben sind ein anderes Aufgabenformat zur Differenzierung, das aus der Mathematik kommt, aber auch im naturwissenschaftlichen Unterricht für die Differenzierung sinnvoll genutzt werden könnte. Die Idee dieses Aufgabenformats beruht darin, dass zu einem Aufgabenkontext vier Teilaufgaben mit unterschiedlichem

Öffnungsgrad präsentiert werden. Die Schülerinnen und Schüler wählen eigenständig aus, welche der Teilaufgaben sie bearbeiten wollen. Es wird erwartet, dass die Motivation durch die Wahlmöglichkeiten gesteigert werden kann. Zusätzlich ist für die Auswahl der Aufgaben erforderlich, dass die Schülerinnen und Schüler den Schwierigkeitsgrad der Aufgaben selbst einschätzen. Dies erfordert ein gewisses Maß an metakognitiven Fähigkeiten, die durch diesen Aufgabentyp angeregt werden. Bei der Besprechung der Aufgabe im Plenum sollte aus Zeitgründen eine Auswahl von zwei der vier Teilaufgaben getroffen werden. Die Kontrolle der restlichen Aufgaben kann über Musterlösungen erfolgen.

Hinweise zur Umgestaltung von bestehenden Aufgaben für Differenzierungszwecke finden sich in Wodzinski (2007).

### **Perspektiven für Forschung und Entwicklung**

Der Blick in die Praxis und der Blick auf den Forschungsstand zur Differenzierung lassen zahlreiche Möglichkeiten der Forschung und Entwicklung erkennen. Ein guter Ansatzpunkt für eine sinnvolle Weiterentwicklung bestehender Praxis sind die bereits häufig eingesetzten Methoden der Differenzierung wie die Unterstützung durch die Lehrkraft oder die Tempodifferenzierung. Darüber, wie angemessen und effektiv diese Differenzierungsformen verwendet werden ist wenig bekannt. Es würde sich deshalb lohnen, die bestehende Praxis differenziert zu untersuchen, um Optimierungen auszuloten und zu erproben. Ein wichtiger Baustein wird darauf aufbauend eine gezielte Sensibilisierung der Lehrkräfte und die Förderung adaptiver Lehrkompetenz bei der Unterstützung von Lerngruppen sein. Methodische Hilfen für Lehrkräfte und/oder Schülerinnen und Schüler können weitere Elemente sein, um Lernzeit in Phasen der traditionellen Aufgabenbearbeitung optimal zu nutzen.

Auch das Angebot an empirisch erprobten selbstdifferenzierenden Unterrichtsmaterialien sollte ausgebaut werden. Die Blütenaufgaben stellen dafür nur ein Beispiel dar. Darüber hinaus fehlt es im Unterricht an praktikablen Methodenwerkzeugen zur Diagnose von Schülerleistungen sowohl für die Hand des Lehrenden als auch der Lernenden. Die Frage, welche Rolle dabei neue Medien einnehmen können, drängt sich in Zeiten rasanter Veränderungen in den Klassenzimmern zunehmend auf (z.B. Kohnen, 2011).

Des Weiteren lohnt der Blick auf das Lernverhalten der Schülerinnen und Schüler im Kontext der Differenzierung. Fragen, die zum Gegenstand pädagogischer Forschung gemacht werden können, sind:

- Wie verändern sich Selbststeuerungskompetenzen des Lernens durch Differenzierung?
- Auf welche Weise lässt sich die Bereitschaft zur Übernahme von Verantwortung für das eigene Lernen gezielt fördern?
- Wie lässt sich das „Voneinander lernen“ unterschiedlich leistungsstarker Schülerinnen und Schüler im Klassenverband unterstützen?

Tomlinson kam bereits vor über 10 Jahren in Bezug auf Differenzierung zu dem Schluss „For researchers with an interest in this area of inquiry, the possibilities are virtually without limits“ (Tomlinson 2003, 145). Es scheint, als habe sich daran bis heute wenig geändert.

### **Literatur**

- Altrichter, H.; Trautmann, W., Wischer, B. et al. (2009). Unterrichten in heterogenen Gruppen. Das Qualitätspotenzial von Individualisierung, Differenzierung und Klassenschülerzahl. In: Specht, Werner (Hrsg.): Nationaler Bildungsbericht Österreich 2009. 2. Fokussierte Analysen bildungspolitischer Schwerpunktthemen. Graz: Leykam, 341-360
- Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M. et al. (Hg.) (2001). PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen: Leske+Budrich.
- Beck, E. et al. (2008). Adaptive Lehrkompetenz. Münster: Waxmann
- Bohl, T., Batzel, A., & Richey, P. (2012). Öffnung-Differenzierung-Individualisierung-Adaptivität. Charakteristika, didaktische Implikationen und Forschungsbefunde verwandter Unterrichtskonzepte zum Umgang mit Heterogenität. In T. Bohl, M. Bönsch, M. Trautmann & B. Wischer (Hrsg.),

- Binnendifferenzierung Teil 1: Didaktische Grundlagen und Forschungsergebnisse zur Binnendifferenzierung im Unterricht. Immenhausen bei Kassel: Prolog, 40-69
- Bruggmann Minnig, M. (2011). Innere Differenzierung im Physikunterricht. Eine multimethodische Analyse von Lehr-Lern-Überzeugungen und unterrichtlichem Handeln. Basel 2011
- Cappell, J. (2013). Fachspezifische Diagnosekompetenz angehender Physiklehrkräfte in der ersten Ausbildungsphase. Berlin: Logos
- Draude, M; Wodzinski, R. (2014) Diagnosekompetenz von Physiklehrkräften bei Schülerexperimenten. In diesem Band.
- Franke-Braun, G. (2008). Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. Ein Aufgabenformat zur Förderung der sachbezogenen Kommunikation und Lernleistung für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Berlin: Logos
- Frey, A., Taskinen, P., Schütte, K. et. al. (2009). PISA 2006 Skalenhandbuch. Münster: Waxmann
- Groß, K. (2013). Experimente alternativ dokumentieren – eine qualitative Studie zur Diagnose- und Differenzierungskompetenz in der Chemielehrerbildung. Studien zum Physik- und Chemielernen Band 154. Berlin: Logos Verlag
- Gruehn, S. (2000). Unterricht und schulisches Lernen: Schüler als Quellen der Unterrichtsbeschreibung. Münster: Waxmann
- Hänze, M, Schmidt-Weigand, Wodzinski, R. (2012). How can self-regulated problem solving be implemented in the school curriculum? Results from a research project on incremental worked examples. In: Edwards, M.; Adams, O. (Hrsg.), Learning strategies, expectations and challenges. Hauppauge, NY: Nova Publishers, S. 45-69
- Hattie (2009). Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement. New York: Routledge
- Helmke, A. (2003). Buchbesprechungen: Sabine Gruehn: Unterricht und schulisches Lernen. Schüler als Quellen der Unterrichtsbeschreibung. Münster: Waxmann. Zeitschrift für Pädagogik, 3 (49), 443-447.
- Helmke, A. (2010). Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts. Seelze: Klett-Kallmeyer.
- Hoffer, Th.B. (1992). Middle School Ability Grouping and Student Achievement in Science and Mathematics. Educational Evaluation and Policy Analysis, 14 (3), 205-227
- Ireson, J., Hallam, S., & Hurley, C. (2005). What are the effects of ability grouping on GCSE attainment? British Educational Research Journal, 31 (4), 443–458
- Kobarg, M. & Seidel, T. (2007). Prozessorientierte Lernbegleitung - Videoanalysen im Physikunterricht der Sekundarstufe I. Unterrichtswissenschaft, 35 (2), 148-168
- Kohnen, M. (2011). Individualisierendes Lehren und Lernen anhand einer multimedialen Lernumgebung zum Thema Sonnenschutz. Dissertation, Universität Duisburg-Essen. urn:nbn:de:hbz:464-20111005-092435-7
- Krammer, K., Reusser, K., & Pauli, C. (2010). Individuelle Unterstützung der Schülerinnen und Schüler durch die Lehrperson während der Schülerarbeitsphasen. In K. Reusser, C. Pauli & M. Waldis (Hrsg.), Unterrichtsgestaltung und Unterrichtsqualität. Ergebnisse einer internationalen und schweizerischen Videostudie zum Mathematikunterricht. Münster: Waxmann, 107-122
- Kulik, C.-L.C. & Kulik, J.A. (1992). Meta-analytic findings on grouping programs. Gifted Child Quarterly, 36 (2), 73-77
- Lange, Herrmann. (2003). Wie heterogen sind deutsche Schulen und was folgt daraus. In: Pädagogik.(9), 32-37
- Lou, Y., Abrami, P.C., Spence, J.C., Poulsen, C., Chambers, B., & d'Apollonia, S. (1996). Within-class grouping: A meta-analysis. Review of Educational Research, 66, 423-458.
- Lou, Y., Abrami, P.C., & Spence, J.C. (2000). Effects of Within-Class Grouping on Student Achievement: An Exploratory Model. The Journal of Educational Research, 94 (2), 101-112.
- Lüders & Rauin (2004). Unterrichts- und Lehr-Lern-Forschung. In: Helsper, W./ Böhme, J. (Hrsg.): Handbuch der Schulforschung. Opladen, S. 691-720.
- Mayr, J., Müller, F.H., & Sturm, T. (2010). Skalenbericht zum Themenbereich Differenzierung und Individualisierung. In: U. Schwantner & C. Schreiner (Hrsg.), PISA 2009. Internationaler Vergleich von Schülerleistungen. Technischer Bericht. Salzburg
- Meschede, N. (2014). Professionelle Wahrnehmung der inhaltlichen Strukturierung im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht. Theoretische Beschreibung und empirische Erfassung. Berlin: Logos
- Prengel, Annedore. (2006). Pädagogik der Vielfalt. (3. Auflage). VS-Verlag für Sozialwissenschaften.
- Rath, V.; Reinhold, P. (2013). Diagnosekompetenz von Physiklehramtsstudierenden. In S. Bernholt, (Hrsg.): Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht, Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in München. Münster: Lit.
- Saleh, M., Ard, W.Z., & De Jong, T. (2005). Effects of within-class ability grouping on social interaction, achievement, and motivation. Instructional Science, 33, 105–119

- Schneider, C. & Ludwig, P.H. (2012). Auswirkungen von Maßnahmen der inneren Differenzierung auf Schulleistung und Fähigkeitsselbstkonzept im Vergleich zu Auswirkungen der äußeren Differenzierung. In T. Bohl, M. Bönsch, M. Trautmann & B. Wischer (Hrsg.), *Binnendifferenzierung Teil 1: Didaktische Grundlagen und Forschungsergebnisse zur Binnendifferenzierung im Unterricht*. Immenhausen bei Kassel: Prolog, 72-106
- Schmidt-Weigand, F; Hänze, M; Wodzinski, R. (2009) Complex Problem Solving and Worked Examples The Role of Prompting Strategic Behavior and Fading-in Solution Steps. *Zeitschrift für pädagogische Psychologie*. 23 (2) 129-138
- Seidel, T., Prenzel, M., Rimmel, R., Herweg, C., Kobarg, M., Schwindt, K., & Dalehefte, I.M. (2007). Science teaching and learning in German physics classrooms. Findings from the IPN Video Study. In M. Prenzel (Ed.), *Studies on the educational quality of schools. The final report on the DFG Priority Programme*. Münster: Waxmann, 79-99
- Slavin, R.E. (1994). Student Teams-Achievement Divisions. In S. Sharan, ed, *Hand book of Cooperative Learning Methods*, pp. 3–19. Westport: Greenwood.
- Solzbacher, C. (2009). Positionen von Lehrerinnen und Lehrern zur individuellen Förderung in der Sekundarstufe I – Ergebnisse einer empirischen Untersuchung. In I. Kunze & C. Solzbacher (Hrsg.), *Individuelle Förderung in der Sekundarstufe I und II*. 2. Auflage. Baltmannsweiler: Schneider-Verlag, 27-42
- Tomlinson, C.A., Brighton, C., Hertberg, H., Callahan, C.M., Moon, T.R., Brimijoin, K., Conover, L.A., & Reynolds, T. (2003). Differentiating Instruction in Response to Student Readiness, Interest, and Learning Profile in Academically Diverse Classrooms: A Review of Literature. *Journal for the Education of the Gifted*, 27 (2-3), 119-145
- Weinert, F.E. (1997). Notwendige Methodenvielfalt: Unterschiedliche Lernfähigkeiten der Schüler erfordern variable Unterrichtsmethoden des Lehrers. In *Friedrich-Jahresheft. Lernmethoden – Lehrmethoden – Wege zur Selbständigkeit*. Seelze: Friedrich-Verlag, 50-52
- Wischer, B. & Trautmann, M. (2012). Innere Differenzierung als reformerischer Hoffnungsträger? Eine einführende Problemskizze zu Leerstellen und ungelösten Fragen. In T. Bohl, M. Bönsch, M. Trautmann & B. Wischer (Hrsg.), *Binnendifferenzierung Teil 1: Didaktische Grundlagen und Forschungsergebnisse zur Binnendifferenzierung im Unterricht*. Immenhausen bei Kassel: Prolog, 24-39
- Wittmann, E.C., Müller, G.N. (2004). *Das Zahlenbuch. Mathematik im 4. Schuljahr. Lehrband Neubearbeitung*. Leipzig: Klett Grundschulverlag
- Wodzinski, R., Wodzinski, C.T., & Hepp, R. (Hrsg.) (2007). Themenheft "Differenzierung im Physikunterricht". *Unterricht Physik Nr. 99/100*. Seelze: Friedrich-Verlag
- Wodzinski, R. (2007). Varianten. Aufgaben für Differenzierung umarbeiten. In: *Unterricht Physik Nr. 99/100*, 16-21.
- Wodzinski, R. & Stäudel, L. (2009). Schritt für Schritt zur Lösung. Aufgaben mit gestuften Hilfen für den Physikunterricht, Friedrich Verlag, Seelze.
- Wollring, B. (2012). Die neue Nähe zwischen Lehrenden und Lernenden. *Pädagogik nach Maß*. In: *Bildung bewegt*, (12), 9-15