Webversion des Beitrags Christine Knipping, Natascha Korff, Susanne Prediger (2017). Mathematikdidaktische Kernbestände für den Umgang mit Heterogenität – Versuch einer curricularen Bestimmung. In Christoph Selter, Stephan Hußmann, Corinna Hößle, Christine Knipping & Katja Lengnink (Hrsg.), Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen – Theorien, Konzepte und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung. Münster: Waxmann, 39-60. Original unter www.waxmann.com/buch3740

Mathematikdidaktische Kernbestände für den Umgang mit Heterogenität – Versuch einer curricularen Bestimmung

Christine Knipping, Natascha Korff, Susanne Prediger

Der Heterogenität von Lerngruppen durch angemessene Differenzierung zu begegnen, bringt für viele künftige und praktizierende Mathematiklehrpersonen eine überfordernde Komplexität mit sich: Die Fähigkeitsprofile der Lernenden unterscheiden sich nicht nur bzgl. ihrer Lernstände oder Leistungsniveaus in einer Bandbreite, die ggf. auch zieldifferentes Lernen notwendig macht, sondern bzgl. vieler Heterogenitätsaspekte wie Arbeitshaltungen, Sprachkompetenz, Selbstkonzepten, sozialen Hintergründen u.v.m. Zu jedem dieser Heterogenitätsaspekte gehören andere pädagogisch-didaktische Orientierungen, zwischen denen Lehrpersonen glauben priorisieren zu müssen. Durchaus verständliche erste Reaktionen zur Reduktion von Komplexität sind z.B., fachdidaktische Denkmuster zunächst zur Seite zu stellen, weil Pädagogisches erst einmal wichtiger ist.

Es ist unsere Ausgangsannahme, dass diese Fliehkräfte auch der derzeitigen Struktur und fehlenden Vernetzung der pädagogischen und fachdidaktischen Ausbildung geschuldet sind, denn diesen kann nur etwas entgegensetzen, wer fachdidaktische Qualität als zentrale Orientierung für den Umgang mit Heterogenität im Blick behält und gelernt hat, fachdidaktische Kernbestände mit dem Umgang mit Heterogenität in Beziehung zu setzen. Für die curriculare Arbeit in der Strukturierung der fachdidaktischen Ausbildung stellt sich daher die Frage, welche fachdidaktischen Prinzipien und Konstrukte dazu Kernbestände bilden und wie sie für die Studierenden systematisch mit Fragen der Heterogenität verbunden werden sollten. Dieser Artikel stellt eine Zwischenbilanz der schwerpunktinternen Diskussionen am Beispiel des Faches Mathematik dar, wie wir sie im Rahmen des Entwicklungsverbunds ‚Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen' in den letzten zwei Jahren diskutiert haben und nun für eine breitere Diskussion öffnen.

Zunächst werden dafür zwei Grundideen der fachdidaktischen Orientierung dargestellt (Abschnitt 3.1), um dann anhand zweier Fallbeispiele die Notwendigkeit ihrer konsequenteren Umsetzung in der fachdidaktischen Ausbildung zu verdeutlichen und dabei beispielhaft die inhaltliche Realisierung zentraler Orientierungen zu diskutie-

ren (Abschnitt 3.2). Abschnitt 3.3 stellt einen ersten, sicherlich weiter diskussionswürdigen Vorschlag eines Gesamtüberblicks zentraler mathematikdidaktischer Kernbestände vor, die (auch) im Umgang mit Heterogenität als zentrale Orientierungen dienen können. Abschließend werden in Abschnitt 3.4 erste Hinweise zu Schlussfolgerungen für das Lehramtsstudium gegeben.

3.1 Orientierungen zum fachdidaktisch fundierten Umgang mit Heterogenität

Unabhängig vom Fokus auf die Heterogenität der Lernenden spielen drei Bereiche für die Planung und Gestaltung von Fachunterricht eine zentrale Rolle (vgl. Abb. 1): Die *Oberflächenstrukturen von Unterricht* (Welche Sozialformen und Aktivitäten werden initiiert?), die *Tiefenstrukturen von Unterricht* (Welche kognitiven Aktivitäten und Wissensfacetten werden wie adressiert und von wem?) und die *Strukturierung der Lerngegenstände* (In welchen Reihenfolgen, Zugangsweisen und Sinnzusammenhängen sollen welche Inhalte angeboten werden?). Alle drei Bereiche sind für die Erfassung und Realisierung von Unterrichtsqualität entscheidend, auch wenn die Details bislang noch nicht konkretisiert sind. So werden z.B. Methodenvielfalt und affektive Lernendenunterstützung als pädagogische Qualitätsansprüche in den *Oberflächenstrukturen* relevant gesetzt, kognitive Aktivierung, Verstehensorientierung und Darstellungsvernetzung als fachdidaktische Prinzipien in den *Tiefenstrukturen* (vgl. Pauli & Reusser, 2003) benannt sowie die Relevanz der Fokussiertheit als Qualitätsanspruch bzgl. der *Strukturierung* der Lerngegenstände aufgezeigt (Renkl, 2014).

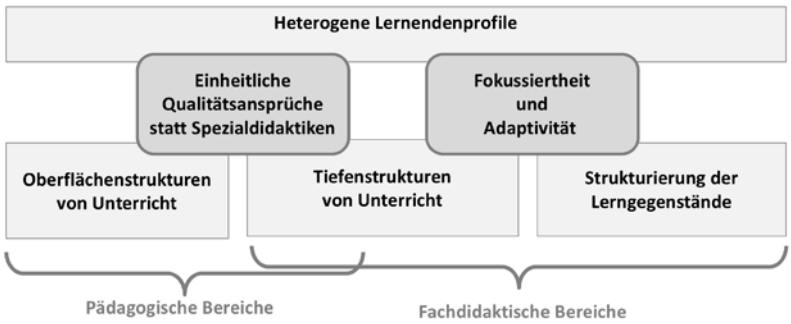


Abb. 1: Pädagogische und fachdidaktische Bereiche von Unterricht und Advance Organizer für Leitideen im Umgang mit Heterogenität

Für den *Umgang mit heterogenen Lernendenprofilen* verfolgt Differenzierung zusätzlich das Ziel, alle Schülerinnen und Schüler gemäß ihren Lernvoraussetzungen und ihrem Lernendenprofil in gemeinsamen und individuellen Phasen möglichst optimal zu fördern (Klafki & Stöcker, 1985; Leuders & Prediger, 2016 u.v.a.), und zwar

durch eine Balance von gemeinsamem und individuellem Lernen (Häsel-Weide & Nührenbörger, 2013). Mit diesem Ziel einher geht das zusätzliche Qualitätskriterium der *Adaptivität*, d.h. der Passung der Lernangebote zu den jeweiligen Lernvoraussetzungen und -bedarfen (vgl. Helmke, 2010, S. 247), zu der die Fokussiertheit in Beziehung gesetzt werden muss. Adaptivität bei gleichzeitiger fachdidaktischer Fokussiertheit ist nur zu erreichen, wenn das Wissen über heterogene Lernendenprofile zur Strukturierung des Lerngegenstands und der Tiefenstruktur des Unterrichts in Beziehung gesetzt wird (vgl. Abb.1).

Für einen erfolgreichen Umgang mit Heterogenität muss demnach sowohl die Oberflächen- und Tiefenstruktur des Unterrichts als auch die Strukturierung der Lerngegenstände jeweils adaptiv an die Lernenden(gruppe) angepasst werden. Dabei dürfen, so die zweite Leitidee dieses Beitrags, weder die notwendigen individuellen Anpassungen noch die Inszenierung gemeinsamen Lernens die allgemeinen Qualitätsansprüche für Unterricht außer Kraft setzen.

Zwar werden alle drei Bereiche in der pädagogischen und fachdidaktischen Lehrerausbildung mit ihren Qualitätsansprüchen thematisiert, doch bislang, so unsere These, zu wenig systematisch miteinander verbunden. Die Fallbeispiele in Abschnitt 3.2 werden zeigen, dass diese Verbindung gerade beim Umgang mit Heterogenität besonders kritisch und wichtig ist. Sie benötigt in der Lehrerbildung explizite Unterstützung, damit nicht einzelne Bereiche in der unübersichtlichen Situation realer Unterrichtspraxis aus dem Blick geraten. Wenn die Thematisierung des Umgangs mit Heterogenität bei einer unbestritten notwendigen Sensibilisierung für typische Ressourcen und Herausforderungen von spezifischen Lernendengruppen stehen bleibt, reicht das für den fachdidaktischen Umgang mit Heterogenität im Mathematikunterricht nicht aus. Studierende sind dann damit allein gelassen, allgemeine und fachdidaktische Ansprüche an Unterrichtsqualität auch in Bezug auf den Umgang mit Heterogenität unterrichtlich zu realisieren. Wir akzentuieren daher für die Lehrerbildung eine explizite Orientierung an zwei Leitideen: *i) Adaptivität und Fokussiertheit* sowie *ii) Beibehaltung einheitlicher Qualitätsansprüche*. In deren Anwendung auf die drei Bereiche Oberflächenstruktur, Tiefenstruktur und Strukturierung der Lerngegenstände müssen die Studierenden durchgängig unterstützt werden.

3.2 Fallbeispiele aus dem Lehramtsstudium zu Herausforderungen und Chancen im Umgang mit Heterogenität

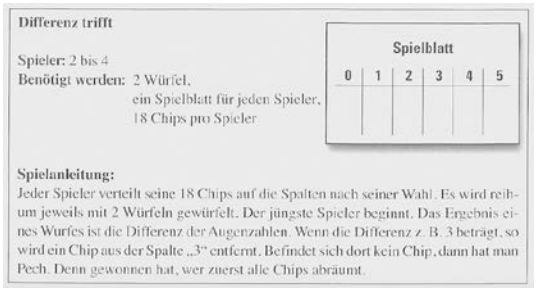
3.2.1 Fallbeispiel 1: Bedeutung unterschiedlicher didaktischer Kategorien

Heterogene Lerngruppen stellen für viele Studierende eine ungewisse Herausforderung dar, die sie zwar annehmen wollen, jedoch gleichzeitig mit vielfältiger Unsicherheit verbinden. Dies zeigt sich in den Unterrichtsentwürfen bereits in der Vorstellung der Lerngruppe, die – wie die Erfahrung zeigt – häufig an Merkmalen ansetzt, die noch we-

nig mit den für fachliche Lernprozesse relevanten Potenzialen, Haltungen, Interessen und Zugängen der Lernenden zu tun haben. Eine Studentin, wir nennen sie Lea, beschreibt etwa ihre Lerngruppe zu Beginn wie folgt:

> „Seit einer Woche begleite ich nun die Klasse 7b einer Oberschule. Unter den 22 Schülerinnen und Schülern der Klasse sind 11 Jungen und 11 Mädchen. Nigel und Eberhard sind zwei L-Schüler [d.h. Lernende mit Förderschwerpunkt Lernen], Aila ist ein schwerhöriges Kind. 10 Kinder haben einen Migrationshintergrund. Der Großteil der Lerngruppe zeigt insgesamt einen freundlichen, respektvollen und kooperativen Umgang miteinander und auch mir gegenüber. Einigen fällt es jedoch schwer, sich an die festgelegten Klassenregeln zu halten. Die Leistungsbereitschaft in Mathematik ist bei einigen Schülern als hoch einzuschätzen. In handlungsorientierten Unterrichtsphasen gilt diese Einschätzung auch für die ganze Klasse. Werden dagegen abstraktere mathematische Inhalte behandelt, zeigt sich, dass viele Schüler eine geringe Frustrationsgrenze besitzen." (Praktikumsbericht der Lehramtsstudentin Lea, 8. Semester, Lehramt an Gymnasien/Oberschulen, S. 4)

Leas durchaus bereits ausdifferenzierte Charakterisierung der Lerngruppe zeigt eine Bewusstheit für heterogene Lernendenprofile, wenn auch zunächst mit globalen Gruppeneinteilungen (Mädchen – Jungen, Förderschwerpunkte, Migrationshintergrund). Noch fehlt ihr zu Beginn der zielgerichtete fachdidaktische Blick auf die Lernenden, z.B. zu ihren inhaltlichen Vorkenntnissen und Vorstellungen, was genau zu Frustrationen führt und welche Rolle dabei ‚abstraktere mathematische Inhalte' spielen. Daher sind aus diesen allgemeinpädagogischen Charakterisierungen noch keine fachdidaktischen Handlungskonsequenzen zu ziehen. Dies ändert sich für Lea durch den Einsatz einer mathematisch reichhaltigen Lernumgebung, die ihr tiefergehende Diagnosen und eine fachlich fokussierte Adaptivität erlaubt.


Differenz trifft

Spieler: 2 bis 4
Benötigt werden: 2 Würfel,
ein Spielblatt für jeden Spieler,
18 Chips pro Spieler

Spielblatt

0	1	2	3	4	5

Spielanleitung:
Jeder Spieler verteilt seine 18 Chips auf die Spalten nach seiner Wahl. Es wird reihum jeweils mit 2 Würfeln gewürfelt. Der jüngste Spieler beginnt. Das Ergebnis eines Wurfes ist die Differenz der Augenzahlen. Wenn die Differenz z. B. 3 beträgt, so wird ein Chip aus der Spalte „3" entfernt. Befindet sich dort kein Chip, dann hat man Pech. Denn gewonnen hat, wer zuerst alle Chips abräumt.

Abb. 2: Mathematisch reichhaltige Lernumgebung (Leuders 2009, S. 3)

Im Themenfeld Stochastik nutzt sie das bewährte Spiel „Differenz trifft" nach Lergenmüller & Schmidt (2001, hier zitiert nach Leuders 2009), um die individuellen Vorstellungen über Gewinnchancen und Kompetenzen zur Bestimmung dieser Chancen zu ermitteln. In der gewählten Variante des Spiels werden Setzentscheidungen für Differenzen von Augenzahlen von zwei Würfeln getroffen. Wer seine 18 Chips strategisch günstig auf 6 Felder verteilt, sodass sie als Differenzen beim Würfeln häufig vorkommen, gewinnt das Spiel.

Um die Aktivitäten der Lernenden bei dieser Art von Spielen einordnen und kanalisieren zu können, schlägt Leuders (2009) fünf Phasen vor, welche zunehmend auf

Spielstrategien und damit stochastische Vorstellungen abzielen. Eine solche Phasenstrukturierung nimmt fachdidaktische Tiefenstrukturen von Unterricht in den Blick und ist hilfreich, um kognitive Aktivitäten zur Reflexion der Spielstrategien adaptiv zu fokussieren. Dies wird auch im Unterricht der Studentin deutlich: Erst eine Ablösung vom einfachen handlungsorientierten Spielen hin zur Reflexion des Spiels und der Spielerfahrungen ermöglicht es den Lernenden, zu begründeten Strategien zu kommen. Wann und inwieweit Zählstrategien und kombinatorische Überlegungen eine Rolle spielen, ist bei den Lernenden verschieden. Sich vom konkreten Kontext zu lösen und eine stochastische Sichtweise einzunehmen, ist in Leas 7. Klasse nur für wenige offensichtlich und gleich zugänglich. Vielfältige Zugangsweisen und Stufungen in den Lernprozessen sind hier nötig, um eine Ablösung vom konkreten Handeln möglich zu machen. André erinnert sich vage: „Da muss man ja so bisschen in diesen Kombinationen denken. Wie viele es gibt“ (Praktikumsbericht Lea, S. 8). Deutlich wird im weiteren Spielverlauf, dass vielen Kindern der Übergang schwerfällt vom unreflektierten Glücksspiel, das vielen Kindern aus ihrem Alltag vertraut ist, hin zum Spiel mit Strategien, die im Mathematikunterricht samt ihrer Rechtfertigung im Fokus stehen.

Die Reflexion dieser Unterrichtsepisode, unterstützt durch fachdidaktische Literatur (Büchter, Hußmann, Leuders & Prediger, 2005), ermöglicht der Studentin Lea in fachdidaktischer Tiefe zu untersuchen, welche Vorstellungen und unterschiedlichen Herangehensweisen ihre Schülerinnen und Schüler aktivieren. Dies wird in Leas rückblickenden Kommentaren deutlich, in denen sie die unterschiedlichen Lernstände und -pfade ihrer Schülerinnen und Schüler festhält:

> „Zu Beginn tippen André, Markus und Simon bei der Wahl der häufigsten Würfelergebnisse nicht auf die wahrscheinlichste Augendifferenz. Dennoch wird deutlich, dass André bereits von Beginn an Kombinationen in den Blick nimmt und so seine Entscheidung auf Nachfrage hin begründen kann. Markus beginnt mit der Auflistung von möglichen Kombinationen erst nach den ersten Spielrunden und verliert dabei noch leicht den Überblick. Simon dagegen hält lange an einer phänomenologischen Sicht fest und schreibt etwa André besonderes Glück beim Würfeln zu. Auch Damla ist die fachliche Perspektive, die Helena durch Abzählen von Möglichkeiten einnimmt, nicht ohne weiteres nachvollziehbar. Helena dagegen vergleicht ihr Vorgehen mit dem im Unterricht behandelten Ansatz bei der Pferderennaufgabe. Sie abstrahiert vom Kontext und fokussiert auf analoge Abzählstrategien in beiden Aufgaben.“ (Praktikumsbericht Lea, S. 10)

Lea wird durch den Fokus auf die fachlichen und kognitiven Aktivitäten ihrer Lernenden bewusst, dass langes Spielen ohne Strategiesuche nicht hinreichend kognitiv aktivierend ist. Sie gewinnt damit einen kritischen Blick auf die Nutzung von Unterrichtszeit und setzt Handlungsorientierung, kognitive Aktivitäten und Berücksichtigung individueller Lernwege zueinander in Beziehung. Ihre zunehmend differenzierte Perspektive auf die Lernenden, deren Vorstellungen, Strategien und Lernwege, hilft ihr zudem bei der Reflexion und weiteren Konzeption ihres Unterrichts im Hinblick auf Fokussiertheit (haben die Kinder wirklich am entscheidenden Thema gearbeitet?) und Adapti-

vität (haben die Lernenden gemäß ihrem eigenen Lernstand gearbeitet?). So wird etwa deutlich, dass die Schülerinnen und Schüler Vergleiche von Spielstrategien nicht mit Blick auf absolute und relative Häufigkeiten anstellen. Die Fokussiertheit auf strukturierte Vergleiche von Spielverläufen könnten aber Lernenden wie Damla und Simon helfen, ihre subjektiven Strategien infrage zu stellen. Die explizite Thematisierung des Konzepts Zufall könnte ihnen, aber auch den anderen in der Klasse, zudem helfen zu verstehen, warum auch die kombinatorisch orientierten Spielstrategien von Helena und André bei geringen Spielrunden keine sicheren Strategien sein können. In der empirischen Überprüfung von Strategien (auch mithilfe des Computers) könnte eine kognitiv und fachlich anregende Vertiefung der Unterrichtsinhalte und zugleich eine fachliche Vernetzung der Lernenden stattfinden. Langfristige Stufungen von Lernprozessen können so in den Blick genommen werden. Durch die *adaptive* Forcierung dieser fachlich relevanten Aktivitäten kann so das zunächst noch nicht konkretisierte Maß an Unterstützung und Strukturierung gelingen, das die Lernenden benötigen, um erste Spielerfahrungen systematisch aufgreifen und Spielstrategien entwickeln und reflektieren zu können.

Im Handlungskontext des Spiels werden für Lea Gemeinsamkeiten der Lernenden (etwa die Motivation durch das Spiel) ebenso sichtbar wie bedeutsame Unterschiede. Nur wenige nehmen zunächst direkt eine mathematische Sichtweise ein und untersuchen Kombinationen, um günstige Setzstrategien zu entwickeln. Den meisten dagegen fällt es anfangs schwer, sich vom konkreten Kontext zu lösen. Viele Schülerinnen und Schüler nehmen eine mathematische Sichtweise nicht ohne äußere Anlässe ein.

Noch nicht vertraut ist Lea mit der Verbindung zum Heterogenitätsaspekt soziales Milieu: Sie kann die Verbindung zu bildungssoziologischen Befunden noch nicht kennen, denen gemäß gerade Jugendliche aus nichtprivilegierten sozialen Milieus immer wieder derartige Schwierigkeiten zeigen, die implizit erwarteten Übergänge von alltäglichen zu mathematikspezifischen Sichtweisen zu erkennen (siehe dazu etwa Leufer & Sertl, 2010). Dass die Schwierigkeit des Übergangs mit sozialen Hintergrundfaktoren der Jugendlichen verbunden sein könnte, wäre ein Beispiel für Wissen über heterogene Lernendenprofile, d.h. Sensibilität für typische Ressourcen und Herausforderungen von spezifischen Lernendengruppen. Diese sind nicht zu verstehen als stereotype Klassifizierungen, sondern gruppenbezogene Annahmen, die diagnostische Blicke auf einzelne erleichtern können (Prengel 2003, S. 33/34).

Obwohl Lea dieses gruppenbezogene Wissen noch nicht hat, wird sie im eigenen Unterricht durch die Aufmerksamkeit für die fachdidaktischen Tiefenstrukturen beim Vergleich verschiedener Lernwege ihrer Schülerinnen und Schüler dafür sensibilisiert. Als ihr die Berücksichtigung dieser möglichen Hürden gelingt, entfalten in Leas Unterricht auch übergreifende Kategorien wie „Verstehensorientierung“ und „Kognitive Aktivität“ vor dem Hintergrund stochastikspezifischer didaktischer Kategorien ihre Bedeutsamkeit, was nicht zuletzt dem Verfolgen von Kooperation und Handlungsorientierung beim Umgang mit Heterogenität im Mathematikunterricht zugutekommt. Dieses

Fallbeispiel illustriert die Bedeutung der Leitidee Adaptivität und Fokussiertheit im Hinblick auf den Umgang mit Heterogenität im Fachunterricht.

3.2.2 Fallbeispiel 2: Spezialmaterial für ‚besondere' Kinder?

Die Frage, inwiefern das Gebot der Adaptivität für bestimmte Lerngruppen zu besonderen Spezialmaßnahmen führen muss, hat im Zuge der Inklusionsdebatte eine Zuspitzung erfahren. Grund hierfür ist der Fokus auf Lernende mit Beeinträchtigungen bzw. die starke Präsenz der (schulorganisatorischen) Kategorie ‚sonderpädagogischer Förderbedarf' (kritisch reflektiert z.B. von Heinrich, Urban & Werning, 2013). Neben der grundsätzlichen Problematik eines solchen engen Inklusionsbegriffs, beispielsweise in Bezug auf Diskriminierungsprozesse (vgl. Hinz, 2009), ergibt sich in der Lehrerbildung ein strukturelles Problem: Die Trennung des Studienangebots (sonderpädagogisches Spezialwissen über einzelne Lernendengruppen unabhängig von fachdidaktischen Überlegungen zur Unterrichtsgestaltung) mutet den Studierenden übergebührlich zu, eigene Wege der Verknüpfung zu finden. So wird im folgenden Fallbeispiel deutlich, dass Studierende nicht nur für das Verständnis von fachdidaktischen Kernbeständen Unterstützung brauchen, sondern vor allem auch für deren Anwendung für heterogene Lernendenprofile und spezifische Lernausgangslagen.

Ein Student, wir nennen ihn Kim, untersucht im Rahmen einer Hausarbeit: „Was muss im Mathematikunterricht beachtet werden, damit Kinder mit Down-Syndrom ein Zahl- und Operationsverständnis erwerben können?" (vgl. Hausarbeit Lehramtsstudent Kim, 6. Semester, Lehrämter Sonderpädagogik und Grundschule, S. 13). Er setzt sich konkret mit Mathematikmaterialien des Projektes ‚Yes we can… calculate' auseinander, welche mit dem Ziel entwickelt wurden, dass Menschen mit Down-Syndrom „die Chance [haben], ein auf ihre Bedürfnisse maßgeschneidertes Konzept zur Entwicklung ihrer numerischen Kompetenzen zu erhalten" (Wieser & Hotter, 2009, S. 3). Im Zentrum steht unter der Maßgabe von handelnden Zugängen eine spezifische Form des Fingerrechnens, bei der jeder Finger eine Zahl repräsentiert – von links ‚in Schreibrichtung beginnend', d.h. der kleine Finger der linken Hand ist die Eins, der Ringfinger der linken Hand die Zwei usw. Das Material greift damit im Kern auf eine Methode zurück, die in der Mathematikdidaktik kritisch analysiert wird (Gaidoschik, 2001), denn durch die ‚festen Plätze' der Zahlen auf den jeweiligen Fingern wird ‚Rechnen' auf ‚Weiterzählen' auf dem die Finger repräsentierenden Zahlenstrahl reduziert. Somit werden die formulierten Prämissen der Handlungsorientierung und Anschaulichkeit auf eine Weise gefüllt, die dem fachdidaktischen Prinzip der Verstehensorientierung entgegensteht und darüber hinaus auch nur bedingt auf spezifische Kenntnisse zum *Mathematik*lernen von Kindern mit Down-Syndrom Bezug nimmt. Mathematische Strukturen wie Zahl- und Aufgabenbeziehungen, die heuristischen Rechenstrategien zugrunde liegen, werden nicht thematisiert. Mehr noch: Deren Grundlagen wie flexible Mengenzerlegungen, die auch einen wichtigen Teil der Entwicklung des Zahlbegriffs ausmachen, werden tenden-

ziell unterbunden (vgl. zur Kritik Ratz & Moser Opitz, 2016; Schnepel, Krähenmann, Moser Opitz, Hepberger & Ratz, 2015).

Kim reflektiert fachdidaktische Anforderungen an Materialien zur Zahlbegriffsentwicklung und Arbeitsmittel im mathematischen Anfangsunterricht zunächst nicht, sondern bereitet die Analyse der ‚Yes We Can'-Methode vor, indem er einige „spezifische Lernvoraussetzungen" von Menschen mit Down-Syndrom beschreibt. Er benennt u.a. „ein gutes visuelles Gedächtnis", „Probleme beim logisch-abstrahierenden Denken" und Schwierigkeiten in der auditiven Verarbeitung (vgl. Hausarbeit Kim, S. 13). Diese allgemeinen Lern- und Entwicklungsbedingungen von Menschen mit Down-Syndrom, die Kim entsprechend der aktuellen Forschungslage adäquat herausarbeitet, sind zunächst nicht mathematikspezifisch und müssten im nächsten Schritt zum mathematischen Lerngegenstand in Beziehung gesetzt werden. Im Studium bisher nicht thematisiert und in der Fachliteratur erst in Ansätzen vorhanden, gelingt Kim dies – nachvollziehbar – nicht sofort eigenständig und er gelangt lediglich zu allgemeinen Anforderungen an Oberflächenstrukturen wie, „[d]er Unterricht sollte so gestaltet sein, dass alle Wahrnehmungskanäle wie Hören, Fühlen, Sehen sowie der Orientierungssinn genutzt werden" (Hausarbeit Kim, S. 59). Dies gibt ihm allerdings wenig (fachdidaktische) Orientierung für die konkrete Unterrichtsgestaltung in ihrer Tiefenstruktur zur Erlangung von ‚Zahl- und Operationsverständnis', welche er sich zum Ziel gesetzt hatte.

Dass Kim keineswegs grundsätzlich spezifische Kenntnisse in diesem mathematikdidaktischen Feld fehlen, zeigt sich in der Hausarbeit an späterer Stelle, wo er die Entwicklung des Zahl- und Operationsverständnisses ausführlich auf Basis mathematikdidaktischer Literatur beschreibt (wie z.B. Häsel-Weide, Nührenbörger, Moser Opitz, Wittich, 2014; Schipper, 2009). Er verweist hier richtig auf die Bedeutung heuristischer / operativer Strategien und deren Grundlagen wie Zahlzerlegungen, Verdopplungsaufgaben, Operationsverständnis und vieles mehr und beurteilt treffend – unabhängig vom ‚Yes We Can'-Material – den Einsatz von Fingern als ‚Arbeitsmittel':

> „Trotz dieser offensichtlichen Vorteile des Fingerrechnens [u.a. Verfügbarkeit, 5er Struktur] gibt es einige gravierende Nachteile. Ein großes Problem ist, dass die Kinder dazu angeleitet werden zählend zu rechnen." (Hausarbeit Kim, S. 53)

Fachdidaktische Kernbestände zur Beurteilung von Arbeitsmitteln und Entwicklung erster Rechenstrategien scheinen Kim also durchaus zur Verfügung zu stehen. Dennoch kehrt er in der Analyse des Materials wieder zu Oberflächenstrukturen ohne Mathematik(didaktik)bezug zurück bzw. legt diese nicht als zentrales Bewertungskriterium an. Entsprechend bezieht er sein später folgendes Fazit zum ‚Yes We Can'-Material lediglich auf diese allgemeinen Anforderungen und betont die Vorteile des Fingerrechnens für die Handlungsorientierung:

> „Beispielsweise werden durch den Gebrauch der Finger und der beiden Hände taktil-kinästhetische, visuelle und akustische Reize verknüpft und so die Abspeicherung im Arbeits- und Langzeitgedächtnis unterstützt." (Hausarbeit Kim, S. 55)

Kim greift hier – entlang der Argumentation in den ‚Yes We Can'-Materialien selbst selektiv auf Aspekte der speziellen Lernausgangslagen zurück, um den Einsatz dieses spezifischen Materials zu begründen. Im konkreten Fall gilt als gut, was visuell dargeboten wird und/oder taktil handhabbar ist – die mathematikdidaktische Qualität der Umsetzung dieser ‚Handlungsorientierung' rückt in den Hintergrund. Bemerkenswert ist insbesondere, dass andere didaktisch geeignetere Arbeitsmittel (Rechenrahmen, Zwanzigerfeld) die anzunehmenden Stärken in der visuellen Wahrnehmung von Menschen mit Down-Syndrom ebenso aufgreifen und dennoch ein direkter Vergleich des Fingerrechnens mit den Vor- und Nachteilen dieser mathematikdidaktischen Materialien in Kims Arbeit nicht stattfindet.

Dieser Transfer müsste in der Ausbildung an der Universität bereits stärker thematisiert werden. Für eine Fokussiertheit in der Adaptivität, die von uns als eine Leitidee vorgeschlagen wurde, wären zudem fachspezifische Aspekte der heterogenen Lernausgangslagen konsequenter zu thematisieren, wie hier etwa der spezifische Unterstützungsbedarf bei der Ablösung von konkret handelnden Zugängen.

Die fachdidaktische Ausbildung für einen inklusiven Mathematikunterricht müsste demnach systematischer die Studierenden befähigen, verschiedene Qualitätsansprüche einzubeziehen, und damit die Trennung der Bereiche zu überwinden. Die Ko-Existenz mathematikdidaktischer und sonder- und inklusionspädagogischer Studienangebote in Kims Doppelstudium scheint hier nicht ausreichend. Die Verknüpfung muss vielmehr gezielt unterstützt werden. Sind Studierende mit dieser Aufgabe allein gelassen, bemerken sie ggf. die Widersprüchlichkeiten, es gelingt ihnen aber nur schwer, die unterschiedlichen Anforderungen konstruktiv aufeinander zu beziehen. So schlussfolgert Kim:

> „Das Rechnen mit den Fingern ist in der Mathematikdidaktik umstritten. […] Als besonderes Problem wird immer wieder die Schwierigkeit bei der Ablösung vom zählenden Rechnen genannt. Der Einsatz der Methode des Fingerrechnens ist innerhalb des Projektes [yes we can] sinnvoll und nachvollziehbar, da das ganze Konzept darauf aufbaut. [...] [D]er Einsatz bei leistungsstarken Kindern [ist] nicht sinnvoll, da diese häufig schon zu Beginn der Klasse 1 diese Art des Zählens bzw. des zählenden Rechnens abgeschlossen haben. Im Rahmen der im Gemeinsamen Unterricht möglichen Einzelförderung lässt sich die Methode des Fingerrechnens aber gut einsetzen." (Hausarbeit Kim, S. 59–60)

Kim verweist hier auf die unterschiedlichen Lernstände und Zugangsweisen, ohne die wichtigen Zusammenhänge der Lernstufen in den Blick zu nehmen. Er wählt zudem einen rein unterrichtsorganisatorischen Ausweg aus der erkannten Diskrepanz des ‚Spezialmaterials' für die einen und der ‚mathematikdidaktischen Materialien' für die anderen Lernenden: Die eigentlich inhaltliche Herausforderung wird durch die Separierung

des Kindes in einer Einzelförderung gelöst. Die fachdidaktische Problematik der ‚Spezialmaterialien' wird so überdeckt und zudem die Chance verspielt, kommunikative Prozesse in der Gruppe als (inklusions-)pädagogischen Kernbestand auf der Oberflächenstruktur des Unterrichts zu realisieren. Die fachdidaktische Ausbildung könnte und müsste Kim und anderen Studierenden mehr Unterstützung dabei bieten, Widersprüche zwischen der referierten mathematikdidaktischen Perspektive auf das Fingerrechnen und der – davon losgelösten – Darbietung ‚speziellen Materials für spezielle Kinder' nicht nur zu bemerken, sondern auch zu bearbeiten.

Neben der fehlenden Vernetzung im Studienangebot spiegelt sich in Kims Beispiel auch ein Desiderat der Fachliteratur wider. Mathematikdidaktische Kernbestände wie Verstehensorientierung und kognitive Aktivierung werden bislang erst in Ansätzen von der Mathematikdidaktik konsequent für alle Lernausgangslagen adaptiert und sie geraten in sonderpädagogisch basierten Materialien insbesondere im Förderschwerpunkt Geistige Entwicklung oftmals in den Hintergrund (vgl. Moser Opitz, Garotte & Ratz 2014, Ratz & Wittmann 2011). In der allgemeindidaktisch orientierten inklusionspädagogischen Literatur werden lernbereichsspezifische Fragen bislang wiederum eher nachrangig behandelt. Insgesamt sind konsequentere Lerngelegenheiten für Lehramtsstudierende notwendig, um Qualitätsansprüche der Oberflächen- und Tiefenstrukturen für alle Lernenden miteinander in Einklang zu bringen. Dies ist besonders relevant für solche Lernenden, die aufgrund ihrer Schwierigkeiten am meisten auf die fachdidaktische Tragfähigkeit angewiesen sind.

3.3 Entwurf mathematikdidaktischer Kernbestände für den Umgang mit Heterogenität

Die Fallbeispiele in Abschnitt 3.2 machen deutlich, dass eine Orientierung in der Komplexität der Anforderungen bzgl. Heterogenität und Inklusion möglich ist, wenn Kernbestände an fachdidaktischen Prinzipien und Konstrukten berücksichtigt werden. Während dieser Grundgedanke relativ eingängig und leicht zu begründen ist, ist die *genauere Spezifizierung dieses Kernbestands* ebenso wie dessen jeweilige konkrete Realisierung für diverse Lernendengruppen keineswegs trivial. Für die fachdidaktische Lehramtsausbildung ist eine solche curriculare Bestimmung jedoch notwendig, um den Lehrenden und Studierenden eine Orientierung im Umgang mit Heterogenität aus fachdidaktischer Perspektive geben zu können.

Lehrbücher wie Krauthausen und Scherer (2003) bieten zwar bereits breit akzeptierte Überblicke zu Kernbeständen fachdidaktischer Prinzipien und Konstrukte, die nicht nur kompatibel mit den Anforderungen an differenzierenden Unterricht in heterogenen Lerngruppen sind, sondern sogar für viele Herausforderungen der Differenzierung einen Lösungsansatz bieten. Gleichwohl dokumentieren die obigen Fallbeispiele, dass die explizite Aufbereitung der Prinzipien und Konstrukte aus dem Blickwinkel des Umgangs mit Heterogenität in der Lehrerbildung noch geleistet werden muss. Studie-

rende sind sonst damit allein gelassen, allgemeine und fachdidaktische Ansprüche an Unterrichtsqualität auch in Bezug auf den Umgang mit Heterogenität unterrichtlich zu realisieren.

Dieses Kapitel stellt daher fachdidaktische Konstrukte und Prinzipien so in Zusammenhänge, dass sie als Orientierung für den Umgang mit heterogenen Lerngruppen relevant sein können. Dies ist als Diskussionsvorschlag für eine erste curriculare Bestimmung zu verstehen, welche in den folgenden Jahren der weiteren wissenschaftlichen Diskussion sowie der theoretischen und empirischen Absicherung bedarf. Als Grundstruktur dienen uns dabei die drei Säulen aus Abbildung 1, die nun in Abbildung 3 mit den relevanten Konstrukten und Prinzipien gefüllt werden. Als übergreifender Bezugspunkt erscheinen uns die in Abschnitt 3.1 bereits erwähnten und in den Fallbeispielen als bedeutsam herausgestellten Leitideen geeignet:

A. *Einheitliche Qualitätsansprüche statt Spezialdidaktiken*: Ein differenzierender und inklusiver Unterricht muss auf spezifische Lernausgangslagen eingehen, indem allgemeine Qualitätsansprüche und fachdidaktische Kernbestände adaptiert und nicht etwa durch ‚Spezialdidaktiken' ersetzt werden.

B. *Adaptivität und Fokussiertheit*: Für differenzierte und individuell förderliche Lernangebote sowie die ihnen vorangehende Diagnostik heterogener Lernendenprofile müssen systematisch fachdidaktische Konstrukte und Prinzipien zur gezielten Strukturierung der Lerngegenstände herangezogen werden.

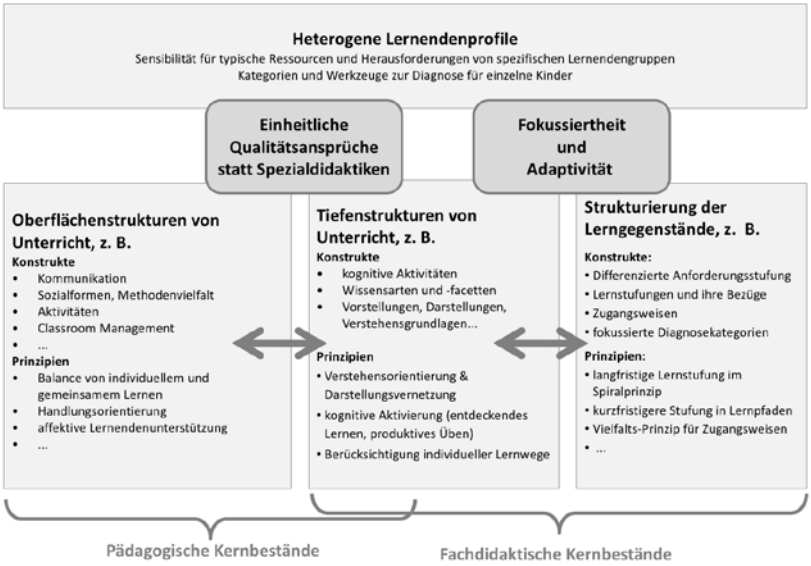


Abb. 3: Mögliche Pädagogische und fachdidaktische Kernbestände – ein Diskussionsvorschlag

Eine in diesem Sinne angemessene Differenzierung bei Beibehaltung fachdidaktischer Orientierungen ermöglicht es, dass alle Schülerinnen und Schüler gemäß ihren – prozessbegleitend zu diagnostizierenden – Lernvoraussetzungen und ihrem Lernendenprofil in gemeinsamen und individuellen Phasen möglichst optimal gefördert werden (Klafki & Stöcker, 1985; Leuders & Prediger, 2016 u.v.a.). Sowohl die allgemeine Didaktik (Bohl, 2014), die Inklusive Didaktik (Korff, 2012) als auch die Fachdidaktiken (Häsel-Weide & Nührenbörger, 2013; Leuders & Prediger, 2016) betonen dabei die notwendige Balance zwischen Individualisierung und Kooperation sowie die Bedeutung von Kommunikation, welche unter anderem durch Methodenvielfalt, die Aktivierung der Lernenden und ein gutes Classroom Management abgesichert werden. Diese Konstrukte und Prinzipien sind zunächst übergreifend auf der Ebene der Oberflächenstruktur verortet (vgl. Säule 1 in Abb. 1). Eine hinreichende Orientierung bzw. Qualität für den Fachunterricht in heterogenen Lerngruppen bieten sie erst dann, wenn sie systematisch auf die *Tiefenstrukturen von Unterricht* und die *Strukturierung der Lerngegenstände* (Säule 2 und 3) bezogen werden.

Die folgende Darstellung geht entsprechend von diesen fachdidaktischen Kernbeständen aus und bezieht die jeweils damit verbundenen *pädagogischen* Kernbestände exemplarisch mit ein. Die Diskussion beginnen wir bei der Strukturierung des Lerngegenstands (Säule 3), weil diese die größte fachdidaktische Tiefenstruktur mit sich bringt.

3.3.1 Konstrukte und Prinzipien zur Strukturierung der Lerngegenstände im differenzierenden Unterricht im Hinblick auf Adaptivität

Die bisherigen Ausführungen haben bereits gezeigt: Das allgemeinpädagogische Gebot der Adaptivität lässt sich fachdidaktisch nur dann adäquat umsetzen, wenn geeignete Konstrukte und Prinzipien zur Strukturierung der Lerngegenstände zur Verfügung stehen.

Anforderungs- und Lernstufungen

Die Passung zu Lernendenprofilen sollte nicht nur im Hinblick auf Anforderungsstufungen durchdacht, sondern auch bezüglich Lernstufungen betrachtet werden, weshalb eine Unterscheidung beider Konstrukte bedeutsam ist (Prediger & von Aufschnaiter, 2017):

Anforderungsstufungen zielen auf die situative Berücksichtigung von Anspruchsniveaus, meist auf unterschiedlichen kognitiven Ebenen; dagegen berücksichtigen *Lernstufungen* unterschiedliche Stadien der Lernentwicklung, indem Aufgaben auf die verschiedenen Lernbedarfe eingehen. *Anforderungsstufungen* entstehen durch gezielte Variation von Anforderungsniveaus entlang unterschiedlicher Katego-

rien, z.B. der Kompliziertheit und sprachlichen Komplexität von Aufgaben oder durch kognitiv anspruchsvolle Aktivitäten (Abschnitt 3.2). Je vielfältiger die Kategorien sind, um Anforderungsstufungen zu adressieren, desto punktgenauer kann das Lernangebot den Lernvoraussetzungen der Lernenden gerecht werden. In offen differenzierenden Aufgabenstellungen, in denen die Lernenden die Anforderungsstufen (und darüber hinaus die Zugangsweisen, siehe unten) selbst wählen, muss die Lehrkraft diese im Prozess diagnostizieren können, um eine adaptive Lernunterstützung geben zu können.

Dem Lernstand der Lernenden gerecht zu werden heißt aber keineswegs nur, die Aufgaben immer leichter oder schwerer zu machen (oder sie für verschiedene Anforderungsniveaus offen zu gestalten). Vielmehr muss durch adaptive Förderung auch der Übergang in die jeweilige Zone der nächsten Entwicklung ermöglicht werden (Vygotsky, 1978). Um diese Zonen zu finden, sind Konstrukte zum Verlauf von fachlichen Wissenskonstruktionsprozessen und der Kompetenzentwicklung, also der *Lernstufung* notwendig. Sie können entwicklungslogische Strukturierungen in intendierten Lernstufungen über mehrere Jahre hinweg (nach dem Spiralprinzip) in den Blick nehmen oder Lernwege unterschiedlicher Lernender innerhalb einer Unterrichtseinheit, sogenannte *Lernpfade* (Simon, 1995), fokussieren. So lag etwa der Phasenstrukturierung in der Spielsituation aus Fallbeispiel 1 eine kurzfristige Lernstufung zugrunde, die in die Aktivitäten ‚unreflektiertes Spielen', ‚Spielstrategie finden' und ‚Spielstrategie durch kombinatorisches Abzählen begründen' verschiedene Lernstufen hineinsieht.

Wer fachdidaktisches Wissen zu notwendigen Lernstufungen ignoriert, wird, wie in Fallbeispiel 2 angedeutet, zum Beispiel Adaptivität leicht als Beschränkung organisieren, sodass etwa Kinder mit sogenanntem sonderpädagogischen Förderbedarf stets eine handlungsbezogene Reduktion des Lerngegenstands bearbeiten oder eine vermeintlich motivierende Methodenvielfalt initiieren, ohne Rechenschaft abzulegen, wie innerhalb dieser Angebote die Zone der nächsten Entwicklung erreicht werden kann. Wird ein handlungsbezogener Zugang wiederum ignoriert oder gut gemeint übersprungen, können auch leistungsstarke Kinder überfordert werden. Oft können sie dann zwar auf hohen Anforderungsstufungen arbeiten, doch fehlen ihnen ggf. Verstehensgrundlagen. Lernstufungen sind also nicht hierarchisch und abtrennend zu verstehen, sondern als Mittel der (langfristigen oder kurzfristigen) Strukturierung, die gerade dazu dienen soll, fruchtbare fachbezogene Bezüge zwischen verschiedenen Lernständen herzustellen.

Das Wissen über themenspezifische Lernstufungen ist weiterhin wichtig zur *fokussierten Diagnose*: Individuelle Lernwege aller Kinder lassen sich durch die grundlegenden Strukturierungen in Lernpfaden einordnen, auch wenn die individuellen Lernwege noch vielfältige Variationen bieten. Gerade die Kenntnisse über typische Lernschritte und -hürden aus der fachdidaktischen Literatur können für die Planung von Lernstufungen und adaptivem Unterricht hilfreich sein, um Hürden zu antizipieren, Lernwege in individuellen Vorgehensweisen wiederzuerkennen und innerhalb einer bekannten Stufung zu verorten. Sie müssten aber für einige Lernende, die bislang in die fachdidaktischen Forschungen nur begrenzt einbezogen wurden, in ihren je spezifischen

Ausprägungen – beispielsweise in anderen Kommunikations- und Ausdrucksformen oder mit langsameren und umfangreicheren Zwischenschritten – konkretisiert werden.

Zugangsweisen als zentrale fachdidaktische Alternative zu Stufungen

Adaptivität sollte sich nicht nur auf die Heterogenitätsaspekte kognitives Anspruchsniveau oder Lernstand der Lernenden beziehen, sondern auch auf einen Heterogenitätsaspekt, der sich auf ein weiteres zentrales fachdidaktisches Konstrukt bezieht, die unterschiedlichen *Zugangsweisen*. Unter Zugangsweisen werden unterschiedliche Strategien, Darstellungsformen, Denkstile und auch unterschiedliche Bearbeitungswege zusammengefasst (Leuders & Prediger, 2016).

Das Vielfalts-Prinzip für Zugangsweisen bezieht sich nicht nur auf Oberflächenmethoden („wir machen immer ICH-DU-WIR"), sondern in seinem fachdidaktischen Kern auf das Ziel der größeren mathematischen Flexibilität und im Hinblick auf Adaptivität auch dazu, den Lernenden in ihren jeweiligen individuellen Präferenzen für unterschiedliche Wege, Strategien, Darstellungsformen oder auch Denkweisen immer wieder entgegenzukommen. Differenzierung sollte sich daher nicht allein am Differenzierungsaspekt des kognitiven Leistungsniveaus orientieren (Leuders & Prediger, 2016), sondern auch vielfältige Zugangsweisen eröffnen. Im Fallbeispiel 1 etwa ist es für die Entwicklung eines Verständnisses von Zufall gerade auch fachlich von Nutzen, wenn Lernende unterschiedliche Zugangsweisen bei der Generierung von Gewinnstrategien entwickeln. Die Beobachtung und Dokumentation von Spielverläufen, d.h. ein empirisch-konkretes Vorgehen, kann im Vergleich mit kombinatorisch begründeten theoretischen Strategien insbesondere auch die Diskussion fachlich tiefergehender Fragestellungen forcieren. Ob und wann sichere Gewinnstrategien formulierbar sind, ist fachlich eine entscheidende Frage.

Auch für selbstdifferenzierende Ansätze der sogenannten offenen oder natürlichen Differenzierung bilden die Zugangsweisen eine wichtige Ergänzung zu Stufungen, wobei im Sinne der Balance von Individualisierung und Kooperation sowohl die individuelle Erarbeitung entsprechend des jeweils eigenen Zugangs als auch die Anregung durch die Zugangsweisen anderer in gemeinsamen Arbeitsphasen von Bedeutung ist. In der Besprechung vielfältiger Zugangsweisen im Anschluss an offene Aufträge liegt ein Kern für gemeinsames Lernen. Wer über dieses Konstrukt verfügt und den Wechsel der Sozialformen als pädagogischen und zugleich auch im Sinne eines fachdidaktischen Kernbestands betrachtet, kann die Heterogenität in der Klasse als Chance für eine mehrperspektivische *fachliche* Betrachtung der Lerngegenstände erleben.

3.3.2 Prinzipien und Konstrukte für die Verknüpfung von Oberflächen- und Tiefenstrukturen für individuelles und gemeinsames Lernen

Kognitive Aktivierung – kognitive Aktivitäten und Wissensarten

Die Balance von individuellem und gemeinsamem Lernen (ein allgemeiner Qualitätsanspruch der Oberflächenstruktur) zu erreichen und dabei adaptiv zu planen (ein Qualitätsanspruch im Zusammenspiel mit Heterogenität) schließt ein, die Strukturierung der Lerngegenstände auf fachdidaktische Konstrukte zur Spezifizierung der Tiefenstruktur zu beziehen und Fragen wie die folgenden zu stellen:

- Welche kognitiven Aktivitäten sollen initiiert werden, und wie lassen sich diese hinsichtlich ihrer Anforderungen stufen? (Anderson, Karthwohl, Airasian, Cruikshank, Mayer, Pintrich, Raths, Wittrock, 2001; Prediger & von Aufschnaiter, 2017)
- Welche Wissenselemente sollen welche Lernenden der Lerngruppe tatsächlich entwickeln? Geht es dabei nur um die prozeduralen Wissensarten oder auch um konzeptuelle? Wie wird dies den Lernenden abverlangt, nur in Beispielen oder auch in expliziten Formulierungen und Vernetzungen? (Anderson et al., 2001; Prediger, Barzel, Leuders & Hußmann, 2011)

Kognitive Aktivierung entlang didaktischer Konstrukte wie kognitive Aktivitäten (z. B. berechnen, vergleichen, beurteilen) und Wissensarten (konzeptuelles, prozedurales, metakognitives Wissen) zu denken, erlaubt eine fokussierte Planung auch im differenzierenden Unterricht, indem z.B. Aufgaben im Hinblick auf die zu initiierenden Aktivitäten ausgeschärft werden. In Bezug auf differenzierenden und inklusiven Unterricht ist das Konstrukt der *kognitiven Aktivitäten* als zentral herauszustellen, da Lernen nur stattfinden kann, wenn bei allen Lernenden gemäß ihren jeweiligen Lernvoraussetzungen adaptiv passende kognitive Aktivitäten angeregt werden.

Das Prinzip der *kognitiven Aktivierung* ist von der Unterrichtsqualitätsforschung als eines der wichtigsten Qualitätskriterien für lernwirksamen Unterricht empirisch herausgearbeitet worden (Ufer, Heinze & Lipowsky, 2015). Unter kognitiver Aktivierung versteht man das Ausmaß, in dem Lernende zur geistig aktiven Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand angeregt werden. Festgemacht wird sie z.B. am (ggf. auch offen differenzierenden) Anspruchsgehalt von Aufgaben, Lernumgebungen oder Unterrichtsgesprächen und der dabei erfolgten Berücksichtigung kognitiv anspruchsvoller Tätigkeiten (Leuders & Holzäpfel, 2011). Voraussetzung ist hier auf der Oberflächenstruktur ein angemessenes Classroom Management, um den Lernenden einen – störungsfreien – Raum zur aktiven Auseinandersetzung in Einzel- ebenso wie Gruppenarbeit aber auch lehrergelenkten Unterrichtsphasen zu ermöglichen.

Für die fachspezifische Umsetzung von kognitiver Aktivierung sind die Prinzipien des *entdeckenden Lernens* (Winter, 1989) und des *produktiven Übens* (Wittmann, 1989) leitend, die ebenfalls für alle Kinder auf ihrem jeweiligen Lernstand wirksam gemacht werden können (Scherer & Moser Opitz, 2010).

Eine Vernachlässigung der kognitiven Aktivierung im differenzierenden Unterricht wirkt sich etwa so aus, dass die Aufgabenstellungen für die schwächeren Lernenden stets auf das Nachahmen von Routinetätigkeiten beschränkt bleiben oder wie in Fallbeispiel 1 die Realisierung handlungs- (bzw. spiel-)orientierter Zugänge die Gefahr birgt, keine höherwertigen kognitiven Aktivitäten mehr zu erlauben (Prediger & von Aufschnaiter, 2017). Letzteres wird in Fallbeispiel 2 noch verschärft deutlich, wenn durch das ‚abzählende Fingerrechnen' die Entwicklung eines flexiblen Mengen- und Zahlverständnisses erschwert wird. Implizite oder explizite ‚Spezialdidaktiken' bergen nicht nur eine Gefahr von ausschließlich Einzelfördersituationen in Vernachlässigung der Balance von individuellem und gemeinsamem Lernen, sondern sprechen inhaltlich den ‚speziellen Lernenden' oft das Recht auf kognitive Aktivierung ab. Sie reduzieren die Aktivität auf Handlungen ohne eine Ausrichtung auf mathematische Entdeckungen, befördern rein kalkülbezogene Routinetätigkeiten, statt beispielsweise strukturbezogene Erkenntnisse in produktiven Übungsformaten anzuregen. Durch solch reduzierte Lernangebote werden eventuelle Lernschwierigkeiten verstärkt zu einer sich selbst erfüllenden Prophezeiung (Moser Opitz, 2007). Um dies zu vermeiden, ist weiterhin das Prinzip der *Verstehensorientierung* zentral.

Verstehensorientierung: Vorstellungen, Darstellungen und Verstehensgrundlagen

Unter Verstehensorientierung wird die durchgängige Orientierung der Lernangebote am konzeptuellen Verständnis der mathematischen Konzepte und Operationen verstanden, d.h., Lernende sollen nicht nur Rechenkalküle beherrschen lernen, sondern auch deren Bedeutungen erfassen (Oehl, 1962; Hiebert & Carpenter, 1992 u.v.m.). Die Relevanz dieser Orientierung gerade auch für schwächere Lernende wird im Bereich der Arithmetik beispielsweise in den Konzepten zur Förderung bei Lernschwierigkeiten in Mathematik aufgegriffen, in denen Verstehensorientierung ein leitendes Prinzip darstellt und die Aufarbeitung der Verstehensgrundlagen im Zentrum steht (siehe Selter, Prediger, Nührenbörger & Hußmann, 2014; Scherer & Moser Opitz, 2010). Das Qualitätskriterium der Verstehensorientierung ist eng bezogen auf die *Wissensarten und -facetten*, die im Unterricht als relevant gesetzt werden. Je breiter das Spektrum an thematisierten Wissensarten und Wissensfacetten ist, desto flexibler und konsolidierter wird das Wissensnetz der Lernenden (Hiebert & Carpenter, 1992). Dabei bewährt sich, zunächst das inhaltliche Denken aufzubauen und dann daraus den Kalkül zu entwickeln (Oehl, 1962).

Die fachdidaktischen Konstrukte, mit denen in der deutschsprachigen Mathematikdidaktik das inhaltliche Denken gefasst wird, sind die der *Grundvorstellungen und indi-*

viduellen inhaltlichen Vorstellungen sowie der *Darstellungsformen*. Als Grundvorstellungen werden die Standardinterpretationen mathematischer Inhalte bezeichnet, die das Scharnier zur Mathematisierung bzw. Interpretation bilden (vom Hofe, 2003). Über eine Grundvorstellung verfügt, wer erfolgreich Darstellungsformen vernetzen und darüber kommunizieren kann. Um individuelle Vorstellungen aufzubauen und zu diagnostizieren, ist die Vernetzung der verschiedenen (enaktiven, verbalen, graphischen, symbolisch-numerischen, symbolisch-algebraischen, ...) Darstellungsformen entscheidend. Daher erweist sich das *Prinzip der flexiblen Darstellungsvernetzung* als lernförderlich (Lesh, 1979), welches wiederum durch die Kommunikation zwischen Lernenden, die unterschiedliche Darstellungsformen bevorzugen, unterstützt werden kann.

In Bezug auf Lernstufungen sind diese generell relevanten Prinzipien und Konstrukte anreichernd um das Konstrukt der *Verstehensgrundlagen* gelegt, die nachhaltig wirken: Gerade im Hinblick auf Lernende mit Schwierigkeiten beim Mathematiklernen wird Verstehensorientierung nicht wertgeschätzt und vor allem auf den Kalkül fokussiert. Doch zeigen empirische Untersuchungen, dass ohne bestimmte Verstehensgrundlagen im Stellenwert- und Operationsverständnis ein Weiterlernen in Richtung Kalkül nicht nachhaltig gelingen kann (Moser Opitz, 2007). Das Konstrukt der *Verstehensgrundlagen* verweist auf die Kumulativität des Aufbaus und zielt auf genau diejenigen Vorstellungen und Darstellungen, ohne die Weiterlernen nicht erfolgen kann (ebd.). Im Fallbeispiel 1 etwa sollte daher eine kombinatorische Betrachtung von Gewinnstrategien nicht zentrale Fragen über die Bedeutung des Zufalls beim Gewinnspiel verdrängen und seine empirische Betrachtung zulassen. Nur so werden alle Lernenden ein umfassendes Verständnis von sicheren und unsicheren Gewinnstrategien entwickeln können.

Für die Primarstufe und die untere Mittelstufe sowie auch später noch basale Lernstufen hat das Prinzip der Darstellungsvernetzung eine spezifische Ausformung im Prinzip der Handlungsorientierung. Dieses könnte einerseits rein auf der Oberflächenstruktur bearbeitet werden, („Hauptsache, die Kinder können was mit Kopf, Herz und Hand tun“), andererseits kann es substantiell mit der Oberflächenstruktur verbunden sein, wenn es am Prinzip der Verstehensorientierung orientiert ist und als fachdidaktischer Kernbestand umgesetzt wird (Sundermann & Selter, 2000). Im zweiten Fallbeispiel findet diese Orientierung zu wenig Beachtung, weil lediglich das ‚Handeln‘ im Fokus steht – ohne eine Verbindung zu den zu verstehenden mathematischen Zusammenhängen. Zudem wird kaum berücksichtigt, dass gerade für langsamer lernende Kinder (wie hier die Lernenden mit Down-Syndrom) die Ablösung vom Material ganz gezielt mit gefördert wird, um eine Tragfähigkeit der mit dem Material angebahnten Vorstellung für weiteres mathematisches Lernen zu erreichen. Die gewählten handlungsorientierten Materialien bzw. der Umgang mit ihnen begrenzen die Lernenden somit auf den Kalkül, konkret das abzählende Rechnen, ohne dass die Handlung zur Entwicklung eines Verständnisses von Zahl-/Mengenbeziehungen beitragen könnte.

Eine solche Handlungsorientierung ohne Verstehensorientierung wie in Fallbeispiel 2 zeigt sich dann, wenn Lernende auf handelnde und visuelle Zugänge angewiesen sind und die entsprechenden Ansätze nicht hinreichend gut durchdacht werden im Hinblick auf die Frage, ob die notwendigen Verstehensgrundlagen damit aufgebaut werden können. Wenn hingegen das methodische Prinzip der Handlungsorientierung, das zunächst zur Oberflächenstruktur von Unterricht gehört, im Zusammenhang mit kognitiver Aktivierung und Verstehensorientierung gebracht ist, wird es zu einem zentralen Element von fachdidaktisch fokussierter Adaptivität.

Die Berücksichtigung heterogener Lernendenprofile muss die Prinzipien der Verstehensorientierung und Darstellungsvernetzung sowie der kognitiven Aktivierung stets für alle Lernenden im Blick behalten und ermöglichen. Dies bietet zugleich Möglichkeiten des gemeinsamen Lernens, wenn die Adressierung der Heterogenität sich nicht auf Anforderungsstufungen oder arbeitsteiligen Umgang mit Darstellungsformen beschränkt („Die Fitten machen es symbolisch, die Schwachen handelnd“), sondern vielmehr die Gleichzeitigkeit der Zugänge als Anlass zur Anregung der Übertragung und des flexiblen Wechsels im Austausch miteinander nutzt. So kann wiederum nicht nur auf der Oberflächenstruktur Kommunikation und gemeinsames Lernen angeregt, sondern zugleich die Darstellungsvernetzung in den Fokus genommen werden.

Diese Tiefenstrukturen gemeinsamen Lernens kommen insbesondere dann zum Tragen, wenn das Prinzip der *Berücksichtigung individueller Lernwege* verfolgt wird (Selter & Spiegel, 1997). So können in Unterrichtsphasen des Erarbeitens offene und selbstdifferenzierende Aufgabenformate den einzelnen Lernenden ermöglichen, auf kognitiv anregende Weise ihr Wissen und Können zu erarbeiten und zu festigen und dabei *unterschiedliche Zugangsweisen* zu wählen und später aufeinander zu beziehen. Individuelle Lernvoraussetzungen und Motivationen, aber auch Zugangsweisen und Strategien können in der Erarbeitung durch den Austausch der Lernenden untereinander für alle (die Lehrkraft eingeschlossen) gewinnbringend genutzt werden.

Auch wenn die Liste der relevanten Konstrukte und Prinzipien sicherlich noch nicht vollständig ist, zeigt die hier geführte Diskussion ihrer Bezüge untereinander und zum Umgang mit Heterogenität, wie eng sie ineinandergreifen müssen.

3.4 Ausblick: Sensibilisieren und Vernetzen lernen

Verknüpfungen zwischen verschiedenen pädagogischen und fachdidaktischen Kernbeständen in Bezug auf heterogene Lernendenprofile herzustellen, diesem Ziel sollte sich die fachdidaktische und pädagogische Ausbildung konsequent verpflichten. Was dafür nötig ist, haben die Fallbeispiele dieses Textes bereits angedeutet: Lehramtsstudierende, die sich den Herausforderungen adaptiven und fokussierten Unterrichts zum ersten Mal stellen, brauchen fachdidaktische Beratung, die sie im ersten Zugriff bei der Orientierung an relevanten Kernideen unterstützen und sie für jeweilige spezifische Ressourcen und Hürden der Lerngegenstände in Bezug auf die jeweiligen Lernenden sensibilisieren.

Insgesamt ist für die Verknüpfung der verschiedenen Bereiche bei Beibehaltung der zentralen Orientierungen notwendig, an konkreten Unterrichts- und sonstigen Transfersituationen zu arbeiten. Sei es in der Planung, der (diagnostischen) Beobachtung von Lernprozessen und Lernergebnissen oder in der Analyse konkreter (Unterrichts-)Materialien: Erst in der Anwendung der Prinzipien und Konstrukte auf vielfältige Lehr-/Lernsituationen und Lernendenprofile zeigen sich die Herausforderungen und bieten sich bei entsprechender Begleitung Chancen zur professionellen Weiterentwicklung.

Doch nicht nur situativ, auch konzeptionell und strukturell müssen Studierende in ihrer Ausbildung bei der Verknüpfung und Anwendung von fachdidaktischen Prinzipien unterstützt werden. Im Sinne eines durchgängigen Studien-Curriculums ermöglichen es kontinuierliche hochschuldidaktische Maßnahmen und unterstützende Veranstaltungsformate sowie vernetzte Lehre, Studierende auch fachdidaktisch für Heterogenität zu sensibilisieren und sie bei Entwicklung fokussierter Adaptivität zu unterstützen. Zum Beispiel durch folgende Ansätze, die in den weiteren Kapiteln dieses Bandes ausführlich vorgestellt werden:

- Durch interdisziplinäre Kooperation kann die Vernetzung pädagogischer und fachdidaktischer Qualitätsansprüche im Co-Teaching von Inklusionspädagogik und Fachdidaktik unterstützt werden (vgl. Bikner-Ahsbahs, Bönig & Korff, 2017, Kap. 6 in diesem Band; Melle, Schlüter, Nienaber & Wember, 2017, Kap. 7 in diesem Band).
- Deutliche und explizite Vernetzungen innerhalb der Fachdidaktik sind ebenfalls angezeigt, z.B. indem ganz bewusst themenspezifische Kategorien (kognitive Aktivitäten zum Problemlösen, themenspezifische Vorstellungen und Darstellungen) zur Diagnose herangezogen werden und für die adaptive Unterrichtsgestaltung genutzt werden (vgl. Prediger, Zindel & Büscher, 2017, Kap. 11 in diesem Band; Knipping, Tolsdorf & Markic 2017, Kap. 10 in diesem Band).
- Unterstützung erfahren die Studierenden auch, wenn sie in differenzierten (diagnostischen) Begegnungen mit dem ‚Denken' verschiedener Kinder in Berührung kommen und dabei stets durch Anregungen auch den Rückbezug auf die grundlegenden Lernpfade etc. erkennen lernen. Der gezielte Einsatz von Video-Vignetten hat sich dafür in besonderer Weise im Lehramtsstudium mit unterschiedlichen fachlichen Schwerpunkten bewährt wie auch gleichermaßen für Studierende der Primar- und der Sekundarstufe (vgl. Beretz, Lengnink & v. Aufschnaiter, 2017, Kap. 8 in diesem Band; Brandt, Ocken & Selter, 2017, Kap. 12 in diesem Band).
- Curriculare Verzahnungen werden in allen Ansätzen der vorliegenden Kapitel dieses Buches deutlich, die jedoch in den verschiedenen Fächern strukturell und auch didaktisch-methodisch unterschiedliche Ausprägungen finden. Forciert werden diese insbesondere durch fächerübergreifende Zusammenschlüsse, in denen etwa Biologie, Chemie, Mathematik und Physik gemeinsam auch mit den Bildungswissenschaften sich dem Aufbau diagnostischer Kompetenzen in der MINT-Didak-

tik verpflichten (vgl. Hößle, Michaelis, Fischer, Komorek, Krause & Niesel, 2017, Kap. 9 in diesem Band).

Die Konzentration auf fachdidaktische Kernbestände für den Umgang mit Heterogenität kann zukünftige Lehrkräfte bereits in der ersten Phase unterstützen, in ihrem Unterricht möglichst alle Schülerinnen und Schüler fachlich durch angemessene Differenzierung zu fördern. Auch wenn die vorgeschlagene Spezifizierung der Kernbestände erst als vorläufig und als Einladung zum Diskurs zu verstehen ist, zeigt unsere durch die gemeinsame Arbeit gesteigerte Sensibilität für ihre Bedeutung in unserer täglichen Arbeit bereits erste Früchte in unserer Hochschullehre und auch bei unseren Studierenden. Diese auch methodisch kontrolliert empirisch aufzuzeigen, ist ein interessantes Ziel für weitere Arbeiten.

Literatur

(Die zitierten Hausarbeiten wurden anonymisiert und sind daher hier nicht aufgeführt.)

Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J., Wittrock, M. C. (Eds.). (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing*. New York: Longman.

Bohl, T. (2014). Fördern im Unterricht: Unterrichtskonzepte setzen den Rahmen – die Qualität steckt im Detail. Friedrich Jahresheft, 39–42.

Büchter, A., Hußmann, S., Leuders, T., Prediger, S. (2005). Den Zufall im Griff? – Stochastische Vorstellungen fördern. *Praxis der Mathematik in der Schule, 51*(4), 1–7.

Gaidoschik, M. (2001). Kein Königsweg – Kritik der Kybernetischen Methode. *Österreichisches Rechenschwächemagazin*, *2*(4), 1 & 4–6.

Häsel-Weide, U., & Nührenbörger, M. (2013). Mathematiklernen im Spiegel von Heterogenität und Inklusion. *Mathematik differenziert, 4*(2), 6–8.

Häsel-Weide, U., Nührenbörger, M., Moser Opitz, E., Wittich, C. (2014). *Ablösung vom zählenden Rechen.* Seelze: Friedrich.

Heinrich, M., Urban, M., Werning, R. (2013). Grundlagen, Handlungsstrategien und Forschungsperspektiven für die Ausbildung und Professionalisierung von Fachkräften für inklusive Schulen. In H. Döbert & H. Weishaupt (Hrsg.), *Inklusive Bildung professionell gestalten. Situationsanalyse und Handlungsempfehlungen* (S. 7–13). Münster: Waxmann.

Helmke, A. (2010). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Seelze: Klett/ Kallmeyer.

Hiebert, J. & Carpenter, T. P. (1992). Learning and teaching with understanding. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 65–97). New York: Macmillan.

Hinz, A. (2009). Inklusive Pädagogik in der Schule – veränderter Orientierungsrahmen für die schulische Sonderpädagogik!? Oder doch deren Ende??. *Zeitschrift für Heilpädagogik, 60*, 171–179.

Klafki, W. & Stöcker, H. (1985). Innere Differenzierung des Unterrichts. In W. Klafki (Hrsg.), *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik* (S. 119–154). Weinheim: Beltz.

Korff, N. (2012). Inklusiver Unterricht – didaktische Modelle und Forschung. In R. Benkmann, S. Chilla, E. Stapf (Hrsg.). *Inklusive Schule. Einblicke und Ausblicke* (S. 138–157). Immenhausen: Prolog.

Krauthausen, G., & Scherer, P. (2003). *Einführung in die Mathematikdidaktik*. Heidelberg: Spektrum.

Lergenmüller, A. & Schmidt, G. (Hrsg.). (2001). *Mathematik Neue Wege 7. Arbeitsbuch für Gymnasien*. Braunschweig: Schroedel.

Lesh, R. (1979). Mathematical learning disabilities. In R. Lesh, D. Mierkiewicz & M. Kantowski (Eds.). *Applied mathematical problem solving* (pp. 111–180). Columbus: Ericismeac.

Leuders, T. (2009). Spielst du noch oder denkst du schon? Produktive Erarbeitungsspiele. *Praxis der Mathematik in der Schule*, *47*(25), 1–8.

Leuders, T. & Holzäpfel, L. (2011). Kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. *Unterrichtswissenschaft, 39*(3), 213–230.

Leuders, T. & Prediger, S. (2016). *Flexibel differenzieren und fokussiert fördern im Mathematikunterricht.* Berlin: Cornelsen.

Leufer, N. & Sertl, M. (2010). Kontextwechsel in realitätsbezogenen Mathematikaufgaben. Zur Problematik der alltagsweltlichen Öffnung fachunterrichtlicher Kontexte. In A. Brake, H. Bremer (Hrsg.), *Alltagswelt Schule. Die soziale Herstellung schulischer Wirklichkeiten* (S. 111–133). Weinheim/München: Juventa.

Moser Opitz, E. (2007). *Rechenschwäche/Dyskalkulie. Theoretische Klärungen und empirische Studien an betroffenen Schülerinnen und Schülern*. Bern: Haupt.

Moser Optiz, E., Garrote, A. & Ratz, C. (2014). Mathematische Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern mit dem Förderschwerpunkt geistige Entwicklung: Erste Ergebnisse einer Pilotstudie. *Sonderpädagogische Förderung heute, 1,* 19–31.

Oehl, W. (1962). *Der Rechenunterricht in der Grundschule*. Hannover: Schroedel.

Pauli, C. & Reusser, K. (2003). Unterrichtsskripts im schweizerischen und im deutschen Mathematikunterricht. *Unterrichtswissenschaft, 3(31),* 238–272.

Prediger, S. & Aufschnaiter, C. v. (2017). Umgang mit heterogenen Lernvoraussetzungen aus fachdidaktischer Perspektive: fachspezifische Anforderungs- und Lernstufungen berücksichtigen. In T. Bohl, J. Budde & M. Rieger-Ladich (Hrsg.), *Umgang mit Heterogenität in Schule und Unterricht* (S. 288–304). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Prediger, S., Barzel, B., Leuders, T. & Hußmann, S. (2011). Systematisieren und Sichern. Nachhaltiges Lernen durch aktives Ordnen. *Mathematik Lehren, 164*, 2–9.

Prengel, A. (2003). Kinder akzeptieren, diagnostizieren, etikettieren? Kulturen- und Leistungsvielfalt im Bildungswesen. In B. Warzecha (Hrsg.), *Heterogenität macht Schule. Beiträge aus sonderpädagogischer und interkultureller Perspektive* (S. 27–40). Münster: Waxmann.

Ratz, C. & Moser Opitz, E. (2016). Mathematische Förderung von Schülerinnen und Schülern mit Down-Syndrom. *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 67, 400–411

Ratz, C. & Wittmann, E. Ch. (2011). Mathematisches Lernen im Förderschwerpunkt geistige Entwicklung. In Ratz, C. (Hrsg.), *Unterricht im Förderschwerpunkt geistige Entwicklung. Fachorientierung und Inklusion als didaktische Herausforderungen* (S. 129–153). Oberhausen: Athena-Verlag.

Renkl, A. (2014). Lernende nicht nur aktivieren, sondern aufs Wesentliche fokussieren. In B. Ralle, S. Prediger, M. Hammann & M. Rothgangel (Hrsg.), *Lernaufgaben entwickeln, bearbeiten und überprüfen* (S. 12–22). Münster: Waxmann.

Scherer, P. & Moser Opitz, E. (2010). *Fördern im Mathematikunterricht der Primarstufe*. Heidelberg: Spektrum.

Schipper, W. (2009). *Handbuch für den Mathematikunterricht an Grundschulen*. Braunschweig: Schroedel Schulbuchverlag.

Schnepel, S., Krähenmann, H., Moser Opitz, E., Hepberger, B. & Ratz, C. (2015). Integrativer Mathematikunterricht – auch für Schülerinnen und Schüler mit intellektueller Beeinträchtigung. *Schweizerische Zeitschrift für Heilpädagogik, 21*(4), 6–12.

Selter, C. & Spiegel, H. (1997). *Wie Kinder rechnen.* Leipzig: Klett.

Selter, C., Prediger, S., Nührenbörger, M. & Hußmann, S. (2014). Mathe sicher können. Handreichungen für ein Diagnose- und Förderkonzept zur Sicherung mathematischer Basiskompetenzen – Natürliche Zahlen. Berlin: Cornelsen.

Simon, M. A. (1995). Reconstructing mathematics pedagogy from a constructivist perspective. *Journal for Research in Mathematics Education, 26*(2), 114–145.

Sundermann, B. & Selter, Ch. (2000). Quattro Stagioni. Nachdenkliches zum Stationenlernen aus mathematikdidaktischer Perspektive. *Friedrich Jahresheft: Üben und Wiederholen*, 110–113.

Ufer, S., Heinze, A., & Lipowsky, F. (2015). Unterrichtsmethoden und Instruktionsstrategien. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 411–434). Berlin / Heidelberg: Springer.

vom Hofe, R. (2003). Grundbildung durch Grundvorstellungen. *Mathematik Lehren,* 118, 4–8.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society.* Cambridge: Harvard University Press.

Wieser, B. & Hotter, A. (2009). *Methodologie. Mathematische Entwicklung bei Menschen mit Down-Syndrom*. Verfügbar unter: http://www.downsyndrom-saarland.de/images/Dokumente/Yeswecan_methodology.pdf [07. 07.2017].

Winter, H. (1989). *Entdeckendes Lernen im Mathematikunterricht.* Braunschweig: Vieweg.

Wittmann, E. C. (1989). Wider die Flut der bunten Hunde und der grauen Päckchen: Die Konzeption des aktiv-entdeckenden Lernens und produktiven Übens. *Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe, 17*(10), 445–446, 455–460.