

I Grundlagen

1 Empirische und theoretische Ausgangspunkte

In diesem Kapitel stehen als Ausgangspunkte zunächst empirische Ergebnisse zu Mathematikleistungen sprachlich schwacher Lernender in internationalen Vergleichsstudien und nationalen empirischen Untersuchungen im Vordergrund (Abschnitt 1.1). Dabei wird deutlich, dass es im Mathematikunterricht in Deutschland vielfach nicht gelingt, sprachlich schwache Lernende adäquat zu unterstützen, sodass sie die gleichen Bildungschancen erhalten wie sprachlich starke Lernende.

In Abschnitt 1.2 wird als weiterer Ausgangspunkt die Rolle von Sprache in einem verstehensorientierten Mathematikunterricht genauer in den Blick genommen. Dazu werden zunächst Grundprinzipien eines verstehensorientierten Mathematikunterrichts formuliert, die als mathematikdidaktische Verortung dieser Arbeit dienen (Abschnitt 1.2.1). Im Anschluss daran werden die verschiedenen Funktionen von Sprache beim Mathematiklernen sowie die Register Alltags-, Bildungs- und Fachsprache, die auch die Grundlage des Modells zur fach- und sprachintegrierten Förderung durch Darstellungsvernetzung bilden, diskutiert und kontrastiert (Abschnitt 1.2.2). Abschließend werden auf Basis der empirischen und theoretischen Ausgangspunkte in Abschnitt 1.3 erste Konsequenzen für die weitere Arbeit gezogen.

1.1 Sprachkompetenz als Bedingung für Erfolg im deutschen Mathematikunterricht

Im Bundesland Nordrhein-Westfalen haben laut offizieller Bildungsstatistik 26 % der Schülerinnen und Schüler an allgemeinbildenden Schulen einen Migrationshintergrund, 20 % der Grundschülerinnen und -schüler sprechen zu Hause eine nicht deutsche Sprache (vgl. IT NRW 2012, S. 2; Datenbasis aus dem Schuljahr 2010/11).

Dass es dem deutschen Bildungssystem nicht gelingt, sozial oder sprachlich schwache Lernende adäquat zu unterstützen, um diese Gruppe im Unterricht beim Erreichen curricularer Lernziele nicht zu benachteiligen, haben in den vergangenen Jahren insbesondere Ergebnisse der international vergleichenden Bildungsforschung gezeigt. Diesen Ergebnissen gilt daher ebenso das Interesse dieses Kapitels wie nationalen Studien, in denen die Zusammenhänge zwischen Mathematikleistungen, familiärem Hintergrund der Lernenden und sprachlichen Voraussetzungen rekonstruiert wurden.

Internationale Vergleichsstudien und Perspektiven

International vergleichende Leistungsstudien wie PISA berücksichtigen zunehmend systematisch soziale und sprachliche Hintergrundfaktoren, weil sich diese als sehr bedeutsam für die Mathematikleistung erwiesen haben. Die mit dem Schwerpunkt Mathematik durchgeführte Studie PISA 2003 erhob neben dem Faktor *Migrationshintergrund* (kategorisiert über das Geburtsland der Lernenden und ihrer Eltern) auch den Faktor *Familiensprache* (die zu Hause gesprochene Sprache im Vergleich zur Unterrichtssprache).

Die Ergebnisse von PISA 2003 zeigen im Hinblick auf den Migrationshintergrund, dass in Deutschland (ähnlich wie in vielen der anderen OECD-Staaten) die Gruppe der Lernenden ohne Migrationshintergrund einen deutlichen Leistungsvorsprung sowohl gegenüber Einwandererkindern erster Generation (sowohl Eltern als auch Lernender selbst im Ausland geboren) als auch zweiter Generation (Eltern des Lernenden im Ausland geboren) hat (vgl. OECD 2006, S. 30-32). Der Unterschied bei den Leistungen der in Deutschland geborenen Lernenden zweiter Einwanderergeneration zu Lernenden ohne Migrationshintergrund ist im Vergleich zu den anderen teilnehmenden Staaten sogar am größten (mit einem Unterschied von 93 Punkten, zum Vergleich: Der durchschnittliche Unterschied dieser Gruppen in den OECD Staaten beträgt 40 Punkte, vgl. ebd., S. 183). Dieser Zusammenhang von Migrationshintergrund und Mathematikleistungen konnte für die Situation der Grundschule z.B. im Rahmen von TIMSS 2011 bestätigt werden (Tarelli, Schwippert & Stubbe 2012) (siehe auch Heinze, Herwartz-Emden, Braun & Reiss 2011 für einen Überblick zu Vergleichsstudien bzgl. Zusammenhängen zwischen Mathematiklernen und Kenntnissen in der Unterrichtssprache).

Bezogen auf den Faktor Familiensprache zeigten die Ergebnisse von PISA 2003 auf, dass dieser neben dem Faktor Migrationshintergrund einen großen Einfluss auf die Mathematikleistungen zu haben scheint. So fiel der Leistungsrückstand der Lernenden, die zu Hause eine andere Sprache als die Unterrichtssprache sprechen, besonders hoch aus: „the performance disadvantage is larger for immigrant students (both second-generation and first-generation) who do not speak the language of instruction at home than for immigrant students who speak the language of instruction at home“ (OECD 2006, S. 48). Dieser Zusammenhang legt die Vermutung nahe, dass ganz allgemein die Sprachkompetenzen in der Unterrichtssprache einen Einfluss auf die Mathematikleistungen haben. Auch empirische Studien aus dem amerikanischen Raum legen nahe, dass die Kompetenz in der Unterrichtssprache im Vergleich zu den Faktoren Migrationshintergrund und sozioökonomischer Hintergrund den bedeutenderen Einfluss auf Mathematikleistungen darstellt (Secada 1992, Abedi 2006).

Nationale Studien und Perspektiven

Für das deutsche Schulsystem zeigte das Projekt „Sozialisation und Akkulturation in Erfahrungsräumen von Kindern mit Migrationshintergrund“ (vgl. Heinze et al. 2009) in einer längsschnittlichen Untersuchung den Einfluss der verschiedenen Hintergrundfaktoren auf die Verläufe der Mathematikleistungen von Kindern mit und ohne Migrationshintergrund über drei Grundschuljahre. Die Ergebnisse in Mathematiktests zeigten signifikante Unterschiede zwischen Kindern mit und ohne Migrationshintergrund am Ende der ersten, zweiten und dritten Klasse. Da die Unterschiede bei statistischer Kontrolle des Sprachstands verschwanden, sehen es die Autoren als bestätigt an, „dass die Fähigkeiten in der Unterrichtssprache die zentrale Bedingung auch für das schulische Lernen in Mathematik sind“ (Heinze et al. 2011, S. 26). Die beobachteten Unterschiede zeigten sich insbesondere bei Subskalen, die konzeptuelles Verständnis mathematischer Begriffe und Darstellungen erforderten. Demzufolge deuten die Ergebnisse außerdem daraufhin, dass „die Ausbildung eines umfassenden Verständnisses mathematischer Begriffe und Darstellungen, aber auch mathematischer Hilfsmittel (...), deutlich von sprachlichen Interaktionen im Unterricht abhängt“ (ebd., S. 26).

Mit der Spezifizierung der Zusammenhänge zwischen Mathematikleistungen in der Sekundarstufe und möglichen Einflussfaktoren durch soziale und sprachliche Benachteiligungen beschäftigt sich im Rahmen des Projekts „Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit“ ein interdisziplinäres Forschungsteam aus Mathematikdidaktik und Deutsch als Zweitsprache (Prediger et al. 2013a). Konkret bekräftigt der Vergleich möglicher Erklärungsfaktoren der Leistungen in den Zentralen Prüfungen am Ende von Klasse 10 Mathematik im Jahr 2012 in Nordrhein-Westfalen, dass die sprachlichen Kompetenzen in der Unterrichtssprache einen größeren Einfluss auf die Mathematikleistungen haben als die Faktoren sozioökonomischer Hintergrund, Migrationshintergrund bzw. Zeitpunkt des Deutscherwerbs (vgl. ebd.). Genauer ergeben sich zwar für alle Faktoren in den Vergleichsgruppen Unterschiede in den Mathematikleistungen, für den Faktor der (bildungs-)sprachlichen Kompetenz (gemessen über einen teilweise bildungssprachlich formulierten C-Test, zum Konstrukt des Testverfahrens siehe Kapitel 5) ist die aufgeklärte Varianz jedoch deutlich am größten. Ausgedrückt in notenrelevanten Rohpunkten entspricht die Punktdifferenz zwischen der sprachlich starken und der sprachlich schwachen Gruppe mehr als einer Notenstufe. Statistische Auswertungsverfahren bestätigen die hohe Signifikanz des Hintergrundfaktors Sprachkompetenz in der Unterrichtssprache, sodass insgesamt die Ergebnisse aus dem amerikanischen Raum für die spezifische Situation in Deutschland (mit dem Fokus auf Situationen der Leistungsüberprüfungen) repliziert werden konnten (vgl. ebd.).

Interessanterweise zeigt jedoch die DIF-Analyse, dass die Items, welche die größten DIF-Werte für die sprachlich Schwachen aufweisen, sich nicht allein

durch Lesehürden auszeichnen, sondern vor allem durch konzeptuelle Hürden, an denen die sprachlich Schwachen besonders häufig (d.h. über das statistisch erwartbare Maß hinaus) scheitern. Als Konsequenz fordern die Autorinnen und Autoren sowohl eine sprachsensiblere Gestaltung von Prüfungsaufgaben zur Verringerung der Benachteiligung sprachlich schwächerer Lernender, als auch eine gezielte Förderung dieser Lernendengruppe im Hinblick auf die ebenfalls in der Studie qualitativ rekonstruierten spezifischen sprachlichen und vor allem konzeptuellen Herausforderungen durch fach- und sprachintegrierte Förderansätze (vgl. ebd.).

Insgesamt zeigt die aktuelle nationale und internationale Forschungslage, dass die häufig schwächeren Mathematikleistungen sprachlich schwacher Lernender in Deutschland weniger gut ausgeglichen werden können als in anderen Ländern. Dass gerade die Sprachkompetenz sowohl in Prüfungs- als auch zuvor langfristig in Lernsituationen eine Mediatorfunktion zu spielen scheint (vgl. ebd.), zeigt, dass ein Entgegensteuern gegen diese sozial bedingten, aber sprachlich vermittelten Benachteiligungen, einerseits zur Erhöhung der Chancengleichheit enorm wichtig ist, andererseits aber auch die Hoffnung berechtigt sein könnte, dass die Förderung sprachlicher Kompetenzen zu dieser beitragen könnte.

1.2 Zur Rolle der Sprache in einem verstehensorientierten Mathematikunterricht

Ausgangspunkt zur Diskussion der Rolle von Sprache im Mathematikunterricht stellt die kurze Skizzierung der mathematikdidaktischen Verortung dieser Arbeit durch Grundprinzipien eines verstehensorientierten Mathematikunterrichts in Abschnitt 1.2.1 dar. Hierbei dienen lerntheoretische Grundlagen sowie mathematikdidaktische Positionen und Prinzipien als Anknüpfungspunkte.

Im Hinblick auf das Thema Sprache im Mathematikunterricht bestehen als Systematisierungen die *Funktion* von Sprache (kognitive und kommunikative Funktion) und *Rolle* von Sprache (Sprache als Lernziel, Lernmedium und Lernvoraussetzung). Diese helfen dabei, die aktuelle Diskussion um sprachliche Schwierigkeiten von Lernenden im Fachunterricht einzuordnen und die Forderung nach Sprachförderung in allen Fächern in die wissenschaftliche Literatur einzubetten. Diese Systematisierungen werden in Abschnitt 1.2.2 erörtert, bevor in Abschnitt 1.2.3 die Vielfalt der Register, die für Lernende ebenfalls zur Herausforderung beim Mathematiklernen werden kann, dargestellt wird.

1.2.1 Grundprinzipien eines verstehensorientierten Mathematikunterrichts

Die folgenden drei Prinzipien eines verstehensorientierten Mathematikunterrichts beziehen sich darauf, wie sich Lernen vollzieht und was im heutigen Mathematikunterricht vermittelt und gelernt werden soll. Dieses Kapitel kann daher auch für diese Dissertation und die dargestellte Entwicklungsarbeit als Ausgangsposition und mathematikdidaktische Verortung verstanden werden.

Konstruktivistisches (Mathematik-)Lernen in sozialer Interaktion

Im aktuellen (mathematik-)didaktischen Diskurs zu lerntheoretischen und kognitionspsychologischen Ansätzen wird die in den vergangenen Jahrzehnten vollzogene Verschiebung vom Verständnis von „Lernen als Abbilden“ in der Tradition des Behaviorismus zum „Lernen als Konstruieren“ in der Tradition des Konstruktivismus (vgl. Gerstenmaier & Mandl 1995) mittlerweile als relativ breiter Konsens betrachtet: „Rein rezeptive Konzepte [Lernen als Abbilden] werden in der expliziten Diskussion um Theorien des Mathematiklernens praktisch nicht mehr vertreten (...). In Abgrenzung zu radikal-konstruktivistischen Ansätzen scheinen sich vielerorts Auffassungen zu etablieren, die den konstruktivistischen Gedanken mit der sozial-kulturellen Dimension von Lernen und Wissen zu vereinbaren suchen“ (Prediger 2004, S. 137, Einfügung LW).

Die Auffassung konstruktivistischen Lernens, nach der Lernende ihr Wissen konstruieren, indem sie in Abhängigkeit von ihrem Vorwissen und gegenwärtigen mentalen Strukturen wahrnehmungsbedingte Erfahrungen interpretieren (vgl. Gerstenmaier & Mandl 1995), wird mathematikdidaktisch durch Unterrichtsorganisation nach dem Prinzip des entdeckenden Lernens realisiert, das in den 1980er Jahren von Wittmann (1990) und Winter (1989) geprägt wurde. So handelt es sich nach Winter beim entdeckenden Lernen um „ein theoretisches Konstrukt, die Idee nämlich, dass Wissenserwerb, Erkenntnisfortschritt und die Ertüchtigung in Problemlösefähigkeiten (...) durch eigenes aktives Handeln unter Rekurs auf die schon vorhandene kognitive Struktur [geschieht], allerdings in der Regel angeregt und somit erst ermöglicht durch äußere Impulse“ (Winter 1989, S. 2, Einfügung LW).

Damit macht Winter deutlich, dass ein durch konstruktivistische Perspektiven auf Lernen begründetes Grundverständnis vom Lehren eine gezielte Anregung durch die entsprechende Gestaltung von Unterricht erfordert. Dies liegt wiederum auch in der Verantwortung und Rolle der Lehrperson. Wie sich die Beziehung zwischen Lernenden und Lehrenden dahingehend gestalten muss, macht Winter an charakteristischen Verhaltensweisen zur Rolle der Lehrperson bei der Begleitung von Lernprozessen durch gelenkte Entdeckung versus Belehren deutlich (vgl. ebd., S. 4-5). Piaget (1973) spricht in diesem Zusammenhang von der Lehrperson als Mentorin, die zur Eigeninitiative der Lernenden anregt

(vgl. Piaget 1973, S. 5, zitiert nach Selter 1994) (zum aktiv-entdeckenden Lernen und der Rolle der Lehrperson siehe auch Selter 1994, S. 8ff; Meyer 2007, S. 7ff). Als Voraussetzung dafür, dass Lernende die ihnen so zugewiesene aktive Rolle beim Mathematiklernen durch eigenständiges Auseinandersetzen mit den Lerninhalten wahrnehmen, muss der Blick nicht nur auf die Rolle des Lehrenden, sondern auch auf die Haltungen der Lernenden gelenkt werden, die Verantwortung für den eigenen Lernprozess übernehmen müssen (vgl. Gallin & Ruf 1998, S. 18).

Wie im obigen Zitat von Prediger (2004) bereits angeklungen ist, gibt es verschiedene Positionen innerhalb des Konstruktivismus sowie innerhalb der Ausweitung um die soziale Dimension von Lernen. Durch den Einbezug der sozialen Dimension wird Lernen in sozio-konstruktivistischen Ansätzen als soziale Wissenskonstruktion in Interaktion und Kommunikation mit anderen verstanden (für einen Überblick siehe Gerstenmaier & Mandl 1995, Prediger 2004, S. 128ff, Swan 2006, S. 66ff). Dies scheint für die kognitive Entwicklung der Lernenden von enormer Bedeutung zu sein, sodass die Initiierung von Interaktionsprozessen unter Lernenden sowie zwischen Lernendem und Lehrperson für mathematische Lerngelegenheiten akzentuiert wird (vgl. z.B. Steinbring 2005). Selter (1994) fordert dies in folgender Weise: „Im Unterricht sollte daher stets der Austausch über verschiedene Vorgehensweisen angeregt bzw. förderlich begleitet werden, um die *soziale Dimension* des Lernens zu betonen. Das kognitive Potential wird einerseits dadurch weiterentwickelt, dass die Kinder versuchen, ihre Gedanken anderen verständlich zu machen, und andererseits dadurch, dass sie durch die Lösungsvorschläge der Mitschüler zum Weiterdenken stimuliert werden“ (Selter 1994, S. 26, Hervorh. im Orig.).

Zur Umsetzung dieser Konsequenzen muss neben Lernprozess, Lehrprozess und Lehrerrolle als weitere Ebene die Gestaltung von Lernumgebungen in den Blick genommen werden. Im Zusammenhang mit der konstruktivistisch geprägten Auffassung von Lernen als situativem Prozess wird daher von *situierten Lernumgebungen* gesprochen (vgl. Reinmann-Rothmeier & Mandl 2001, S. 615). Diese sollten sich durch Problemorientierung und einer Balance zwischen Konstruktion und Instruktion auszeichnen. Damit werden das Lehrerhandeln in Lernumgebungen, Unterrichtsmethoden und Sozialformen sowie Materialien genauer in den Blick genommen (vgl. ebd., S. 615ff; siehe auch über nächster Abschnitt).

Fokussierung inhaltlichen Denkens

Neben der Frage *WIE* in einem verstehensorientierten Mathematikunterricht gelernt werden sollte, wird mit diesem Prinzip darauf fokussiert, *WAS* in einem verstehensorientierten Mathematikunterricht gelernt werden sollte. Wie der Begriff *Verstehensorientierung* bereits deutlich macht, soll das Ziel ein verständiger Umgang mit mathematischen Begriffen sein, der sich durch tragfähiges in-

haltliches Denken auszeichnet. Inhaltliches Denken bezieht sich auf die Vorstellungsebene mathematischer Begriffe und Verfahren und folgt damit aus normativer Sicht der Tradition des Grundvorstellungskonstrukts (vgl. Bender 1991, vom Hofe 1995).

Das Konstrukt der Grundvorstellungen zielt auf die zur Vermittlung zwischen realen Situationen und der Welt der Mathematik erforderlichen Übersetzungsscharniere im Modellierungskreislauf, wie in Abbildung 1.1 dargestellt, also zum Mathematisieren von Situationen und Interpretieren mathematischer Objekte und Operationen (vgl. vom Hofe 2003).

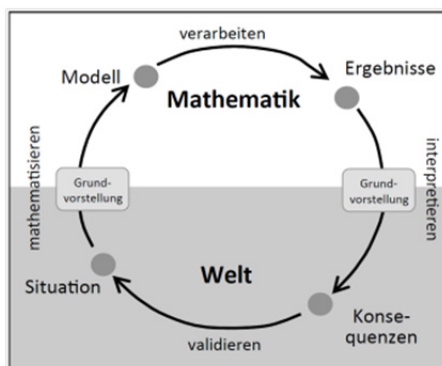


Abbildung 1.1 Grundvorstellungen und ihre Verortung in Übersetzungsprozessen (nach vom Hofe 2003, S. 5)

D.h. Grundvorstellungen sind immer dann erforderlich, wenn außermathematische Probleme gelöst bzw. mathematische Zusammenhänge verstanden werden sollen. Konkret bezogen auf das Thema Anteile und Brüche sind die Grundvorstellungen des mathematischen Objekts „Bruch“ und seiner Operationen z.B. bei Malle (2004) oder Winter (1999) zusammengetragen (siehe auch Schink 2013a, S. 22ff). Den Grundvorstellungen als *normatives* Konstrukt der für ein mathematisches Thema zu lernenden Inhalte steht die Analyse individueller Lernendenvorstellungen auf *deskriptiver* Ebene gegenüber (vgl. vom Hofe 1995, S. 98; sowie weitergehend auch auf abweichende individuelle Vorstellungen als in sich berechnete Perspektiven in Prediger 2008).

Die Frage wie (Grund-)Vorstellungen bei Lernenden mental repräsentiert sind, ist allerdings noch relativ unerforscht. Prediger (2009) geht davon aus, dass Grundvorstellungen und individuelle Vorstellungen auf unterschiedliche Weisen, nämlich in paradigmatischen Mustersituationen (diese sind häufig verbal realisiert), grafischen Darstellungen oder (im fortschreitenden Stadium) in abstrakter Form repräsentiert sein können (vgl. Prediger 2009, S. 220f).

Aufgrund der Realisierung von Vorstellungen in Mustersituationen und Bildern sollte zur Fokussierung inhaltlichen Denkens auf geeignete (Sach-) Situationen, Kontexte und bildliche Darstellungen sowie deren Vernetzung (siehe Abschnitt 2.3) zurückgegriffen werden (vgl. ebd., S. 223, dies entspricht dem sehr alten didaktischen Prinzip des Darstellungswechsels nach Bruner 1966, Lesh 1979 u.v.a.). Ebenso können zur Analyse, ob bzw. welche Vorstellungen bei Lernenden zu einem mathematischen Begriff oder Verfahren entwickelt sind, Übersetzungsaktivitäten zwischen den Realisierungsformen angeregt und die entstehenden Produkte zur Diagnose genutzt werden (vgl. Prediger 2009, S. 227f). D.h. im Zusammenhang mit Vorstellungsaufbau und Diagnose von (Grund-)Vorstellungen gehen der Einsatz und die Vernetzung von Darstellungen und (Sach-)Situationen in Lehr-Lernprozessen mit einer doppelt belegten Funktion einher.

Um bei Lernenden Vorstellungen und inhaltliches Verständnis aufzubauen, sollte in einem verstehensorientierten Mathematikunterricht das mathematikdidaktische Prinzip *Inhaltliches Denken vor Kalkül* (Prediger 2009) berücksichtigt und Lernwege nach diesem Prinzip gestaltet werden. Im Sinne dieses Prinzips hat das inhaltliche Denken auf zwei Weisen Vorrang vor dem Kalkül: „Erstens im Sinne einer Prioritätensetzung, weil ein Kalkül ohne inhaltliche Grundlage für die Anwendung von Mathematik bedeutungslos ist, und zweitens im zeitlich-chronologischen Sinne“ (ebd., S. 223). Auch nach Einführung des Kalküls müssen weiterhin Rückbezüge zum inhaltlichen Denken geschaffen werden, indem Rechnungen mit inhaltlichen Denkweisen vernetzt werden (vgl. ebd., S. 226).

Mathematiklernen in reichhaltigen Situationen und Kontexten

Die vorausgehenden Charakteristika eines verstehensorientierten Mathematikunterrichts legen Konsequenzen für die Gestaltung von Lernumgebungen nahe. Einerseits ergibt sich aus einer konstruktivistischen Auffassung von Lernen folgender Schluss, den Reinmann-Rothmeier & Mandl (2001) prägnant pointieren: „Wenn (...) Lernen ein aktiver, konstruktiver Prozess in einem bestimmten Handlungskontext ist, muss die Lernumgebung den Lernenden Situationen anbieten, in denen eigene Konstruktionsleistungen möglich sind und kontextgebunden gelernt werden kann“ (vgl. Reinmann-Rothmeier & Mandl 2001, S. 615). Andererseits ergibt sich aus der mathematikdidaktischen Verortung zur Fokussierung inhaltlichen Denkens eine Bekräftigung dieser Schlussfolgerung, denn damit Vorstellungorientierung und inhaltliches Denken realisiert werden können, sollte Mathematiklernen in reichhaltigen Lernsituationen mit inner- und außermathematischen Kontextbezügen stattfinden.

Als theoretischer Anknüpfungspunkt dient hierzu die didaktische Konzeption der *Realistic Mathematics Education* (RME). In der Tradition der Realistic Mathematics Education wird Mathematiklernen in für die Lernenden bedeutungsvollen und vorstellungsbezogenen Problemkontexten initiiert. Die Be-

zeichnung mit dem Adjektiv *realistic* zielt diesbezüglich auf den Aspekt der intendierten Vorstellbarkeit der Lernsituationen, die aus der Realität der Lernenden aufgegriffen werden oder ebenso auch innermathematisch sein können (vgl. van den Heuvel-Panhuizen 2003, S. 10).

Ausgangspunkt der RME ist die Auffassung Freudenthals (1973), dass Mathematiklernen nur durch aktives (begleitetes) Nacherfinden der Mathematik, initiiert in geeigneten Lernumgebungen, stattfinden kann. Die Lernenden werden dadurch zu Konstrukteuren ihrer eigenen Mathematik und bringen ihre eigenen Erfahrungen und Vorgehensweisen ein, die dann als Grundlage für mathematische Konzeptentwicklung dienen (vgl. Freudenthal 1991, S. 19f). Die Bedeutung von Kontexten wird von Treffers (1987) in einem von fünf Grundsätzen der RME hervorgehoben und in nachfolgenden Arbeiten aufgegriffen: „a rich and meaningful context or phenomenon, concrete or abstract, should be explored to develop intuitive notions that can be the basis for concept formation“ (Bakker 2004, S. 6).

Im Zusammenhang mit der Konzeption eines Lehr-Lernarrangements zum vorstellungsorientierten Aufbau von Bruchverständnis macht Freudenthal (1991) die doppelte Funktion von Kontexten für die Konzeptentwicklung deutlich. Sie sind gleichzeitig Ausgangspunkt als auch Anwendungsbereich: „Realistic contexts showed themselves to be both the source of concept formation and the area of concept application“ (Freudenthal 1991, S. 127). Konkret bezieht sich Freudenthal hier auf Verteilungssituationen, die eingebettet in einen Restaurantkontext Anlässe für Mathematisierungsprozesse bieten. Weiterhin macht er deutlich, dass die Bedeutung dieser Kontextbezüge und der auf diese Weise erfahrbaren Phänomene „for horizontal as well as vertical mathematization cannot be emphasized enough“ (ebd., S. 127).

Die Implementierung des Mathematiklernens in sinnstiftenden inner- und außermathematischen Kontextproblemen in die Unterrichtspraxis geschieht im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprojekts „Kontexte für sinnstiftendes Mathematiklernen“ (KOSIMA) konsequent durch die Arbeit mit Kernideen (vgl. Barzel et al. 2011, Leuders et al. 2012). Für die Entwicklungsarbeit dieses Dissertationsprojekts dienten einige ausgewählte Kontexte aus dem KOSIMA-Projekt als Anknüpfungspunkt (vgl. Glade, Prediger & Schmidt 2013).

Insgesamt werden drei Grundprinzipien eines verstehensorientierten Mathematikunterrichts, die im Weiteren als mathematikdidaktische Verortung dieser Arbeit und damit der Entwicklung der fach- und sprachintegrierten Förderung zu Grunde gelegt werden, zusammengefasst:

- Konstruktivistisches Mathematiklernen in sozialer Interaktion
- Fokussierung inhaltlichen Denkens nach dem Prinzip Inhaltliches Denken vor Kalkül
- Mathematiklernen in reichhaltigen Situationen und Kontexten

1.2.2 Funktionen und Rollen von Sprache beim Mathematiklernen

Maier & Schweiger (1999) sehen in der Sprache eine doppelte Funktion und unterscheiden die *kognitive* von der *kommunikativen* Funktion. Sie betonen aber gleichzeitig, dass – gerade mit Blick auf die Sprache in der Mathematik – beide Funktionen eng miteinander zusammenhängen (vgl. Maier & Schweiger 1999, S. 17). Neben dieser Systematisierung können der Sprache beim fachlichen Lernen die drei Rollen *Lernziel*, *Lernmedium* und (*mögliches*) *Lernhindernis* zugeschrieben werden (vgl. Prediger 2013a, Schütte 2009, S. 45ff). Inwiefern Beziehungen zwischen den verschiedenen Systematisierungen bestehen und wodurch die jeweilige Funktion bzw. Rolle genau charakterisiert wird, soll im Folgenden erörtert werden.

Kognitive und kommunikative Funktion von Sprache

Die kognitive Funktion von Sprache dient dem Erkenntnisgewinn, der durch „Verdichtung des Informationstransports durch begriffliche Repräsentation [geschichte]“ (Maier & Schweiger 1999, S. 18), da auf diese Weise neues Wissen begrifflich erfasst und so leichter abrufbar und verfügbar gemacht werden kann. Hintergrund der kognitiven Funktion ist die theoretische Annahme, dass Sprache ein kognitives Werkzeug darstellt, das Denk- und Verstehensprozesse unterstützt. Dieses Potenzial wird für fachliches Lernen z.B. in Mathematikdidaktik, aber auch in anderen Fachdidaktiken akzeptiert und genutzt, wenn (mündliche oder schriftliche) Verbalisierungsaktivitäten zur Strukturierung der eigenen Denkweisen als Unterstützung beim Erkenntnisgewinn dienen sollen (vgl. Pimm 1987, Gallin & Ruf 1998; siehe auch Ausführungen zur Sprache als Lernmedium).

In kommunikativer Funktion dient Sprache der Verständigung, da sie ermöglicht, eigene Gedanken und Auffassungen bzw. individuelle Denkweisen mit anderen (mündlich oder schriftlich) zu teilen. Damit hat die kommunikative Funktion nach Maier & Schweiger (1999) einen „Verstärkungseffekt auf die kognitive Funktion“ (Maier & Schweiger 1999, S. 18), unterstützt also Prozesse des Erkenntnisgewinns.

Neben dieser eher zweckgerichteten Unterscheidung im Hinblick auf fachliches Lernen im Allgemeinen, finden sich auch didaktische Konzeptualisierungen bezogen auf die Rolle von Sprache im Fachunterricht als Lernziel, Lernmedium oder Lernhindernis. Bezüglich dieser beiden Systematisierungen *Funktion* und *Rolle* von Sprache sind die Übergänge nicht trennscharf zu sehen, sondern müssen eher als ineinander eingebettet verstanden werden. Denn beide Funktionen (kommunikativ und kognitiv) von Sprache können als Lernmedium fungieren, Lernziel sein oder ein Lernhindernis darstellen.

Fach- und sprachintegrierte Förderung durch
Darstellungsvernetzung und Scaffolding
Ein Entwicklungsforschungsprojekt zum Anteilbegriff
Wessel, L.
2015, XV, 367 S. 88 Abb., Softcover
ISBN: 978-3-658-07062-5