Prozessbegleitende Diagnose beim Mathematiklernen

Kompetenzentwicklung von Lehramtsstudierenden im Rahmen von Lehr-Lern-Laboren

Marie Elene Bartel – Ann-Kathrin Beretz – Katja Lengnink – Jürgen Roth

In zunehmend heterogenen Lerngruppen werden prozessbegleitende Diagnosen mit dem Ziel, Lernende auf der Grundlage dieser Diagnosen adaptiv zu fördern, immer wichtiger. Lehramtsstudierende sollten bereits frühzeitig für die Heterogenität der Lernenden sensibilisiert werden und das notwendige diagnostische Handwerkszeug erlernen. Wie ein diagnostischer Prozess in der Unterrichtspraxis aussehen und wie er bereits in praxisnahen Lehrveranstaltungen im Rahmen von Lehr-Lern-Laboren im Studium erlernt werden kann, wird am Beispiel des Mathematikunterrichts verdeutlicht.

1 Einleitung

Diagnostische Kompetenz wird als wesentlich für professionelles Handeln von Lehrpersonen angesehen (Horstkemper, 2006), damit sie den Kenntnisstand und die Lernfortschritte der Schüler/innen, aber auch deren Lernschwierigkeiten angemessen verfolgen und darauf basierend Anknüpfungspunkte für eine Förderung identifizieren können. Daher soll die Entwicklung diagnostischer Kompetenz bereits im Lehramtsstudium angebahnt werden (KMK-Lehrerbildung, 2004). Hierfür ist nach Selter et al. (2017) eine frühe Sensibilisierung für die Heterogenität von Lernenden notwendig, damit Studierende die Angebote zum Erlernen von diagnostischer Kompetenz als relevant empfinden und im Studienverlauf produktiv nutzen. In Praxisphasen mit Schüler/innen wird die so aufgebaute Kompetenz von den Studierenden erprobt, und ihre dabei gesammelten Erfahrungen reflektiert (Selter et al., 2017). Dies soll zu differenzierten und objektivierbaren Diagnosen beitragen.

Lehr-Lern-Labore dienen (1) als außerschulische Lernorte der Schülerförderung, (2) ermöglichen als Forschungslabore fachdidaktische Grundlagen- und Entwicklungsforschung und (3) dienen der Verzahnung von Theorie und Praxis im Rahmen des Hochschulstudiums von Lehramtsstudierenden (Roth & Lengnink, 2015). Der dritte Aspekt kann mit Blick auf die Entwicklung diagnostischer Kompetenz von Lehramtsstudierenden in der Hochschullehre noch einmal ausdifferenziert werden. Lehr-Lern-Laboren kommt hier eine dreifache Rolle zu. Zum einen können Studierende in ihnen die Heterogenität einer Lerngruppe hautnah erleben. Dies kann bei ihnen zur notwendigen Sensibilisierung für Heterogenität beitragen. Lehr-Lern-Labore können darüber hinaus als Materialpool für authentische Lehr-Lern-Situationen dienen, indem z. B. Videoausschnitte oder Transkripte die Bearbeitungsprozesse von Besuchsgruppen im Lehr-Lern-Labor abbilden. Diese können in Großveranstaltungen im Studium für das Erlernen diagnostischer Kompetenz eingesetzt werden. Schließlich können in Lehr-Lern-Laboren im späteren Studienabschnitt lernprozessbegleitende Diagnosen auch in Echtzeit eingeübt und so diagnostische Kompetenz erprobt werden.

Um die Entwicklung von diagnostischer Kompetenz im Lehramtsstudium und die Rolle von Lehr-Lern-Laboren in diesem Prozess darstellen zu können, werden im Folgenden zunächst der Begriff diagnostische Kompetenz sowie die Komponenten des Diagnoseprozesses erläutert (siehe dazu auch den Basisartikel in diesem Heft). Im Anschluss daran wird die Arbeit mit Lernenden und Studierenden in den Lehr-Lern-Laboren Mathematik an den Standorten Gießen und Koblenz-Landau vorgestellt. Dabei gehen wir insbesondere auf die Entwicklung diagnostischer Kompetenz bei Lehramtsstudierenden im Rahmen der Lehr-Lern-Laborarbeit ein und berichten Erfahrungen sowie erste empirische Befunde dazu. In der Online-Ergänzung werden anhand konkreter Materialien Tipps für die praktische Umsetzung von diagnostischen Prozessen im Mathematikunterricht formuliert und anhand eines Beispiels aus dem Mathematik-Labor »Mathe ist mehr« erläutert.

2 Diagnostische Kompetenz entwickeln – Komponenten des Diagnoseprozesses

Unter diagnostischer Kompetenz verstehen wir im Folgenden *»ein Bündel von Fähigkeiten, um den Kenntnisstand, die Lernfortschritte und die Leistungsprobleme der einzelnen Schüler sowie die Schwierigkeiten verschiedener Lernaufgaben im Unterricht fortlaufend beurteilen zu können, sodass das didaktische Handeln auf diagnostischen Einsichten aufgebaut werden kann.«* (Weinert, 2000, S. 14)

Dabei ist besonders wichtig, dass es nicht »um psychologische Tests geht, sondern um die fortlaufende Registrierung der Lern- und Leistungsfortschritte, aber auch der Lernschwierigkeiten« der Schüler/innen (Weinert, 2000, S. 14).

Solche Diagnosen zu Lernprozessen können sehr unterschiedlich aussehen und unterschiedliche Zielsetzungen verfolgen (vgl. für eine Systematisierung von Aufschnaiter et al., 2015). Häufig sind damit Ausgangslagenerhebungen vor einer Lerneinheit oder Lernstandsüberprüfungen als Abschluss einer Lerneinheit gemeint. Solche *Statusdiagnosen* erfassen zwar die Lernergebnisse und Kompetenzen der Schüler/innen zu einem bestimmten Zeitpunkt, geben jedoch in der Regel keinen Aufschluss zu der Frage, wie die Schüler/innen zu ihren Lösungen gelangt sind. Da dies mit Blick auf das Identifizieren von Förderansätzen jedoch zentral ist, werden im Rahmen der Lehrveranstaltungen in Gießen und Landau vor allem *Prozessdiagnosen* vorgenommen. Hierzu wird vor allem auf die Bearbeitung einzelner Aufgaben z. B. in Gruppenarbeitsphasen fokussiert. Solche in der realen Situation oder vermittelt durch ein Video verlaufenden Prozessdiagnosen haben das Ziel, die aktuell vorliegenden Kompetenzen (ggf. in all ihren Facetten) differenzierter zu erfassen (von Aufschnaiter et al., 2015).

Im Gießener Teilprojekt des Entwicklungsverbundes Diagnose und Förderung im heterogenen Unterricht (vgl. Beretz, Lengnink & von Aufschnaiter, 2017) konnten fünf Komponenten eines diagnostischen Prozesses als relevant herausgearbeitet werden (vgl. auch von Aufschnaiter, Münster & Beretz in diesem Heft), die in einem iterativen diagnostischen Zugang mehrfach durchlaufen werden können:

(1) *Geeignete Daten erheben*, die einen Einblick in die diagnostische Frage (z. B. die Vorstellungen der Lernenden zum Gegenstandsbereich, die sprachlichen Fähigkeiten, das Wissen und die Kompetenzen der Lernenden in den mathematischen Grundlagen) ermöglichen. Daten könnten hierbei Tests, Aufgabenlösungen, Lerntagebücher, Unterrichtsprotokolle u. a. sein.

(2) *(Förder)relevante Beobachtungen beschreiben*, um offen für die Vielfalt an möglichen Schülerzugängen und Bedingungsfaktoren für das Lernen zu sein und nicht gleich zu werten.

(3) Eine Diagnose erfordert die *differenzierte kriteriengeleitete Deutung der Beobachtungen*, d. h. die Beantwortung der Frage, wie das Beobachtete vor dem Hintergrund fachdidaktischer Kriterien interpretiert werden kann. Kriterien helfen, die Deutungen transparent und nachvollziehbar zu machen, indem sie es ermöglichen, die Aspekte in der Beobachtung ausfindig zu machen, die für die Förderung relevant sind.

(4) Wichtig für das Identifizieren von Förderansätzen ist es, mögliche Gründe und *Ursachen* für das beobachtete Verhalten plausibel zu erspüren und zu *bestimmen*.

(5) Auf der Basis der vorgenommenen Beobachtungen, Deutungen und Ursachenbestimmungen können *Ansatzpunkte für Fördermaßnahmen* identifiziert und ggf. zu einem Förderangebot ausgebaut werden.

Die Reduktion auf die Diagnose mit Förderabsicht, die aber noch keine ausgewiesene Konzeption von Fördermaßnahmen beinhaltet, ist bewusst vorgenommen worden, um die Studierenden nicht zu überfordern und auch keine künstliche Fördersituation herzustellen, da sich eine echte Fördersituation an der Universität nicht immer ergibt.

3 Lernen in der LernWerkstatt Mathematik – für Heterogenität sensibilisieren und diagnostische Kompetenz entwickeln

In der LernWerkstatt Mathematik (vgl. Kasten 1), einem Lehr-Lern-Labor an der JLU Gießen, herrscht rege Betriebsamkeit. Eine Schulklasse mit 24 Schüler/innen eines siebten Jahrganges einer Realschule ist zu Besuch. Die Klasse erprobt gerade eine Lernumgebung zur elementaren Stochastik, die von vier Lehramtsstudierenden der Sekundarstufen im letzten Studienabschnitt im Rahmen eines Seminars geplant wurde und betreut wird. Die Studierenden sind gespannt, wie den Jugendlichen die Bearbeitung ihrer Aufträge gelingt und welche Kompetenzen diese bei der Bearbeitung aufbauen. Bereits in der Lernsituation selbst wird für die Studierenden intuitiv erlebbar, wie groß die Heterogenität der Lerngruppe ist und wie unterschiedlich der Lernertrag in ihrer Lernumgebung bei den einzelnen Lernenden ausfällt.

In obigem Seminar wurde bereits bei der Konzeption der Lernumgebung ein Schwerpunkt auf den handlungsorientierten Aufbau von *Grundvorstellungen* (vgl. Kasten 2) gelegt. So können die Studierenden didaktische Konzepte, die ihnen im Rahmen der großen Lehrveranstaltungen im Studium bereits begegnet sind, mit einer unterrichtsnahen praktischen Umsetzung in der Lernwerkstatt verbinden. Die Studierenden erlernen dabei die gezielte Planung von Lernanlässen. Darüber hinaus wird im Seminar eine diagnostische Sicht eingenommen, indem die Bearbeitungsprozesse der Schüler/innen im Nachhinein analysiert werden. Hierfür werden die Besuchsvormittage videografiert. Gemeinsam mit den Studierenden werden an ausgewählten Szenen die Grundzüge einer kriteriengeleiteten Diagnostik und deren Bedeutung für eine adaptive Förderung erarbeitet.

Lohnende Schwerpunkte sind insbesondere der Aufbau von Grundvorstellungen, aber auch das Begriffslernen sowie die Sprache der Schüler/innen und des Unterrichts.

LernWerkstatt Mathematik
Lernen, Lehren, Forschen an der Universität Gießen

Die *LernWerkstatt Mathematik* an der JLU Gießen ist ein Ort des Lernens für Schüler/innen, Studierende der Lehrämter Mathematik und Wissenschaftler/innen. In ihr werden Lernumgebungen mit einem Angebot an Materialien zum handlungsorientierten und forschend-entdeckenden Arbeiten mit Schulklassen bereitgestellt.

Die Lernumgebungen werden von Studierenden unter wissenschaftlicher Begleitung konzipiert und durch Schulklassen erprobt. In der videogestützten Auswertung soll die diagnostische Kompetenz der Studierenden gefördert werden. Die Forschungsgruppe Mathematikdidaktik der Universität Gießen begleitet und evaluiert diese Arbeit. Dadurch werden neue Forschungsergebnisse für ein Lehren und Lernen an Schule und Universität gewonnen. Weitere Informationen unter:

http://www.uni-giessen.de/fbz/fb07/fachgebiete/mathematik/idm/projekt/lernwerkstatt

Kasten 1. Die LernWerkstatt Mathematik an der JLU Gießen

Grundvorstellungen (vom Hofe, 2003; Roth & Siller, 2016)

Grundvorstellungen repräsentieren abstrakte Begriffe anschaulich. Sie haben ihre Wurzeln in gegenständlichen Handlungserfahrungen aus dem Unterricht oder dem Alltag, werden anhand von Materialien oder (mathematischen) Darstellungsmitteln (z. B. Zahlenstrahl, geometrische Figur) repräsentiert und durch (gedankliche oder reale) Operationen mit ihnen erworben sowie vertieft. So könnte ein Kind z. B. anhand seiner Geburtstagstorte die Grundvorstellung *Bruchzahl als Teil eines Ganzen* erwerben, indem es die Torte in zwölf gleichgroße Teile teilt und sich zwei davon nimmt. Es hat damit $\frac{2}{12}$ der ganzen Torte auf dem Teller. Neben der genannten Grundvorstellung *Bruchzahl als Teil eines Ganzen* sind noch eine Reihe von weiteren Grundvorstellungen zu Bruchzahlen und Operationen mit Bruchzahlen für einen verständnisorientierten Umgang mit Brüchen zu entwickeln. Zusammenstellungen solcher Grundvorstellungen findet man etwa bei Malle (2004) oder Padberg & Wartha (2017).

Man unterscheidet zwischen *individuellen Vorstellungen* (also solchen, die Schüler/innen jeweils individuell entwickeln) und *(normativen) Grundvorstellungen*, die sich im fachdidaktischen Diskurs als tragfähige inhaltliche Basis für das jeweils zugrundeliegende mathematische Konzept herauskristallisiert haben. Gute Aufgaben und Lernumgebungen sind so gestaltet, dass Schüler/innen daran individuelle Vorstellungen ausbilden können, die konform mit (normativen) Grundvorstellungen sind. Grundvorstellungen sind daher Bezugspunkte für einen auf inhaltliches Verstehen ausgerichteten Unterricht.

Kasten 2. Grundvorstellungen zu mathematischen Inhalten

In der obigen Lernsituation zur elementaren Stochastik stellte sich für einen diagnostischen Zugang ein Vergleich der individuellen Vorstellungen (z. B. zu Wahrscheinlichkeiten beim Würfeln und beim Glücksrad) mit den aus mathematischer Sicht intendierten (normativen) Grundvorstellungen (vgl. Kasten 2) als besonders interessant heraus (vgl. das Beispiel in Kasten 3).

Die Schüler verfolgen beim Bearbeiten der Aufgabe wie in der fachdidaktischen Literatur beschrieben den sogenannten *Bedeutsamkeitsansatz* (Büchter et al., 2005, S. 6). Dabei wird der Fokus auf ein für das Individuum bedeutsames Einzelergebnis (Glückszahl, Trikotnummer, Geburtstag) beim Würfeln gelegt. Eine Aufmerksamkeit auf lange Sicht und ein systematisches Zählen von Möglichkeiten, das eine fachlich tragfähige normative Grundvorstellung von Laplace-Wahrscheinlichkeit anbahnen würde, wird von den Schülern hier nicht aktiviert.

An solchen Szenen wird für die Studierenden insbesondere die Relevanz von Diagnose für eine adaptive Förderung gut sichtbar, indem sie sich für die einzelnen Lernenden jeweils fragen, welche individuellen Vorstellungen diese in der Lernsituation zeigen und wie mathematisch anschlussfähig diese Vorstellungen für das weitere Erarbeiten des Themenfeldes sind. Zum Identifizieren von Förderansätzen werden dann Möglichkeiten angedacht, individuelle Vorstellungen zu bestärken oder Vorstellungswechsel zu initiieren. In dem oben beschriebenen Fall wurden ein Würfelexperiment mit systematischer Notation in einer Strichliste sowie ein systematisches Abzählen aller Kombinationen angeschlossen.

Vorläufige Einblicke in die für die Begleitforschung eingesetzten Interviews und Fragebögen weisen darauf hin, dass die Studierenden die Kurse als sehr relevant für ihre spätere Berufspraxis erleben und auf Basis ihrer Fähigkeitsselbsteinschätzung ein subjektiver Lernzuwachs stattfindet (Beretz, Lengnink & von Aufschnaiter, 2016).

In mehr als der Hälfte der Studierendeninterviews wird daher eine weitere Ausweitung solcher Seminare im Studium (z. B. eine vertiefende Wiederholung) von den Studierenden angeregt, um die gewonnenen Erkenntnisse in einem zweiten Schritt auch praktisch umzusetzen. Insbesondere das Durchlaufen des diagnostischen Prozesses nach dem in Abschnitt 2 angegebenen Schema hat sich aus Sicht der Studierenden beim Erstellen von Diagnosen bewährt, dabei empfinden alle Studierenden die in der Veranstaltung eingeführten Kriterien für die Diagnose als wichtige Haltepunkte, um sich in der Komplexität eines Videos oder Transkriptes auf bestimmte Aspekte fokussieren zu können.

Situationsbeschreibung: Die Schüler (S1–S3) sollen nach der Einarbeitungsphase zum Thema Wahrscheinlichkeit ihr Wissen vertiefen. Sie sollen schätzen, welche Augensumme beim Würfeln mit zwei Würfeln am meisten auftauchen wird.
Die Studentin (B1) fordert die Schüler zu Begründungen auf. Nach einer kurzen Klärungsphase zum Begriff »Augensumme« kommen folgende Schätzungen zustande:

Z1	S1	<<überlegt>> acht!
Z2	S3	Ich sag elf. Nein Spaß, ich sag 10.
Z3	S2	sieben!
Z4	B1	Sieben. ok. Könnt ihr das denn auch begründen?
Z5	S3	Ähhh. <<lacht>> Trikotnummer.
Z6	B1	Ok, joar. Ist ne Begründung. (An S1 gewandt) Bei dir?
Z7	S1	Glückszahl.
Z8	B1	Glückszahl. Ok. <<an S2 gewandt>> Und warum sagst du ne Sieben?
Z9	S2	Auch Trikotnummer.
Z10	B1	Ok.

Kasten 3. Individuelle Vorstellungen zur Wahrscheinlichkeit einer Augensumme beim Würfeln mit zwei Würfeln aus der LernWerkstatt Mathematik

In zwei von zehn Interviews geben die Studierenden darüber hinaus an, dass sie gerade durch den Diagnoseprozess im Seminar die Relevanz der vorher gelernten fachdidaktischen Konzepte aus den didaktischen Grundveranstaltungen viel deutlicher sehen: *»Ja du brauchst halt das, was davor war, so als Kontext, damit du diagnostizieren kannst« (Mathe/Physik-Student im 7. Semester).*
Diese Interviewgruppen schlagen vor, bereits früher im Studium diagnostische Elemente etwa durch die Nutzung von Videos einzubauen, u. a. um auch die theoretischen mathematikdidaktischen Grundlagen, wie etwa die Frage nach mathematischen Grundvorstellungen, nach inhaltsbezogenen Kompetenzen und nach sprachsensiblem Unterricht, in einen bedeutsamen Kontext zu stellen und ihnen so unterrichtspraktische Relevanz zu verleihen.

4 Lernen in und mit Daten aus dem Mathematik-Labor »Mathe ist mehr« der Universität Koblenz-Landau

Die von den Gießener Studierenden erwünschte frühere und mehrfache Einbindung von diagnostischen Elementen im Studium wird an der Universität Koblenz-Landau bereits realisiert.

Im Bachelor-Studium werden innerhalb mathematikdidaktischer Großveranstaltungen ausgewählte Ausschnitte von Lernprozessen von Lernenden in Form von zwei- bis vierminütigen Videosequenzen, sogenannten Videovignetten, die aus dem Lehr-Lern-Labor »Mathe ist mehr« (vgl. Kasten 4) stammen, den Studierenden zusammen mit diagnostischen Fragen zur Verfügung gestellt.

Das *Mathematik-Labor »Mathe ist mehr«* der Universität Koblenz-Landau wird von Schulklassen besucht, die hier an drei Terminen jeweils 90 Minuten an einem Lehrplanthema arbeiten. Die Schüler/innen können hier interessante Phänomene und deren mathematische Grundlagen selbstständig erforschen und durchdringen. Sie arbeiten dabei in Gruppen anhand schriftlicher Arbeitsanleitungen (vgl. Abb. 1) mit gegenständlichen Materialien (vgl. Abb. 2) und Computersimulationen (vgl. Abb. 3). Dieses angeleitete forschende Lernen ermöglicht es den Lernenden, authentisches mathematisches Arbeiten zu erleben, Grundvorstellungen zu mathematischen Inhalten aufzubauen und darüber hinaus ihr mathematisches Grundlagenwissen zu erweitern. Die Vor- und Nachbereitung der Laborarbeit erfolgt im Mathematikunterricht der Schule. Weitere Informationen zu diesem Lehr-Lern-Labor und alle (Arbeits-)Materialien der Laborstationen findet man unter *www.mathe-labor.de*.

Mathematik-Labor "Mathe ist mehr"

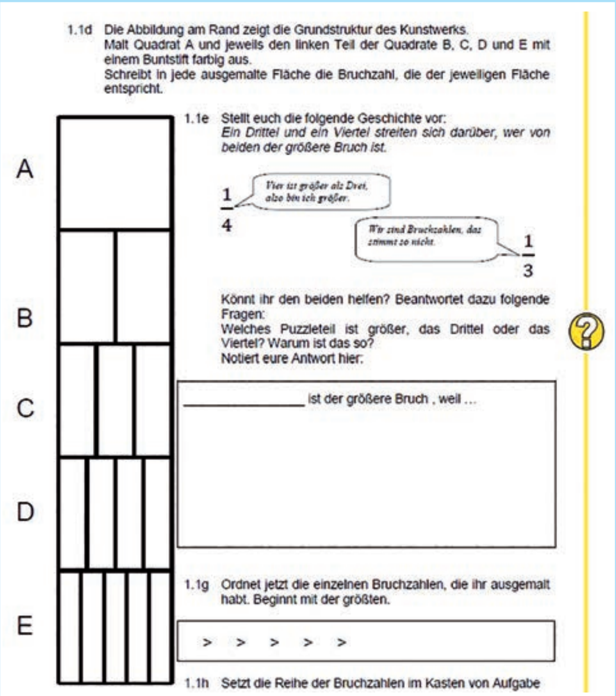

Abb. 1. Schriftlicher Arbeitsauftrag

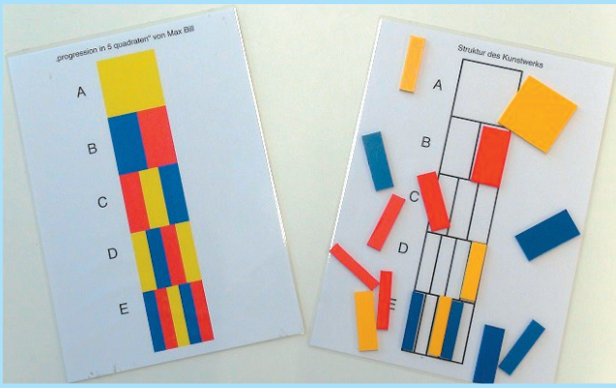

Abb. 2. Gegenständliches Material

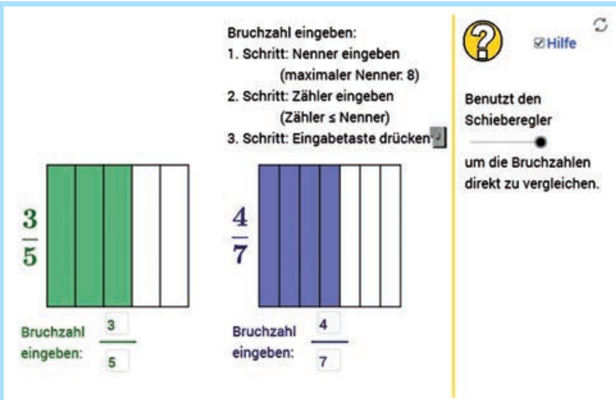

Abb. 3. Simulation

Kasten 4. Das Mathematik-Labor »Mathe ist mehr« der Universität Koblenz-Landau

Unter *Vignetten* werden in sich geschlossene kurze Szenen, etwa in Form von Videos oder Transkripten, verstanden, die einen (Lehr-)Lernprozess von Lernenden (und Lehrenden) zeigen und zu Analysen ausgewählt wurden (siehe auch SCHRATZ, SCHWARZ & WESTFALL-GREITER, 2012). Soll mit diesen Vignetten diagnostische Kompetenz geschult werden, muss man sie um Diagnoseaufgaben ergänzen (VON AUFSCHNAITER, SELTER & MICHAELIS, 2017).

Das Videotool ViviAn zur Entwicklung diagnostischer Kompetenz

Die an der Universität Koblenz-Landau genutzten Vignetten sind in das eigens dafür entwickelte Videotool *ViviAn* »Videovignetten zur Analyse von Unterrichtsprozessen« (vgl. Abb. 4 und *www.vivian.uni-landau.de*) eingebunden. ViviAn enthält neben der Videovignette eines Schülerarbeitsprozesses noch weitere Informationen. Dies sind u. a. (1) der Lerninhalt und die Ziele der Lernumgebung, an der die Schüler/innen arbeiten, (2) die Arbeitsaufträge (vgl. Abb. 1), die von den Lernenden bearbeitet werden, (3) Bilder des Lernmaterials (vgl. Abb. 2) und ggf. die Simulationen (vgl. Abb. 3), mit denen gearbeitet wird, (4) die Schülerdokumente, also die von den Lernenden schriftlich festgehaltenen Vorgehensweisen und Ergebnisse, (5) die Klassenstufe und Schulform der Schüler/innen/gruppe, sowie (6) eine Einordnung der dargestellten Szene in den zeitlichen Verlauf der Schülerlabor-Lernumgebung. Abgerundet wird das ViviAn-Setting durch zur Vignette passgenau erstellte Diagnoseaufträge. Durch dieses Setting verfügen die Studierenden über Informationen, die nahe an denen sind, über die eine Lehrkraft in der entsprechenden Unterrichtssituation verfügen würde (vgl. BARTEL & ROTH, 2017a).

ViviAn wird begleitend zu Didaktik-Veranstaltungen im Bachelor-Studium des Lehramts Mathematik eingesetzt. Die genutzten Videovignetten sind dabei auf Inhalte der jeweiligen Veranstaltung abgestimmt. In der Vorlesung »Didaktik der Zahlbereichserweiterungen« sind es Vignetten, in denen Schüler/innen sich Grundvorstellungen zu Bruchzahlen erarbeiten. Begleitend zur Veranstaltung »Didaktik der Algebra« werden Vignetten genutzt, in denen Schüler/innen sich mit Funktionsgraphen auseinandersetzen. In der Vorlesung »Didaktik der Geometrie« werden Vignetten verwendet, in denen Schüler/innen Strategien zur Flächen- und Rauminhaltsmessung erarbeiten. Die Mathematiklehramtsstudierenden haben somit die Möglichkeit, in drei Lehrveranstaltungen mit der Lernumgebung ViviAn zu arbeiten und können sich auf diese Weise immer besser in diagnostische Prozesse hineinfinden.

Die Vignetten werden jeweils genau dann eingesetzt, wenn die zur Bearbeitung der zugehörigen Diagnoseaufträge nötigen fachdidaktischen Grundlagen und Konzepte (z. B. die Grundvorstellungen zu Bruchzahlen, vgl. Kasten 2) in der Lehrveranstaltung behandelt wurden. Die Studierenden bekommen in ViviAn z. B. zur Aufgabe, die Vorstellungen der Schüler/innen im Vergleich zu den intendierten Grundvorstellungen zu diagnostizieren. Diese direkte Anwendung des theoretischen Wissens über Grundvorstellungen aus der Vorlesung im Rahmen eines solchen praxisnahen diagnostischen Prozesses soll dabei helfen, dem Aufbau von trägem Wissen (RENKL, 1996) entgegenzuwirken. Den Studierenden soll darüber hinaus die Relevanz

Abb. 4. Oberfläche des Videotools ViviAn.

der in der Veranstaltung vermittelten Theorie und deren Notwendigkeit für eine fundierte Praxis bewusst werden (BARTEL & ROTH, 2017a). Um die Komplexität der Diagnosen für die Studierenden zu verringern, erhalten sie Diagnoseaufträge, die ihnen dabei helfen sollen, sich auf einige Aspekte (beispielsweise den Aufbau von Grundvorstellungen) des Lernprozesses zu fokussieren. Diese Diagnoseaufträge bestehen sowohl aus geschlossenen als auch aus offenen, fokussierenden Fragen.

Diagnoseaufträge zu dem im Transkript (vgl. Kasten 5) abgebildeten Lernprozess lauten beispielsweise: »Beschreiben Sie den ablaufenden Lernprozess.«, »Argumentiert S4 auf Basis der Grundvorstellung Bruchzahl als Teil eines Ganzen? Begründen Sie Ihre Antwort.« So erhalten Studierende die Möglichkeit die oben angegebenen Komponenten des Diagnoseprozesses kennenzulernen und in einer komplexitätsreduzierten Situation erstmalig anzuwenden. Die Diagnoseaufträge sollen den Studierenden darüber hinaus helfen, die Heterogenität der Lernenden z. B. in Bezug auf den Aufbau von passenden Grundvorstellungen wahrzunehmen und kriteriengeleitet zu deuten: »Haben alle Schüler/innen denselben Argumentationsansatz gewählt?«. Die Arbeit mit ViviAn dient somit auch der frühen Sensibilisierung für Heterogenität.

Ergebnisse erster Untersuchungen zeigen, dass Studierende das Arbeiten mit ViviAn als relevant für ihre spätere Unterrichtspraxis einschätzen. Beispielsweise nennen sie es gewinnbringend, sich in ViviAn Lernprozesse von Lernenden genauer anzusehen und auf diese Weise deren Gedankengänge nachvollziehen und deuten zu können. Diese Ergebnisse decken sich mit den ersten Resultaten aus Gießen.

Quantitative Untersuchungen in diesem Zusammenhang deuten darauf hin, dass das Arbeiten mit ViviAn die diagnostische Kompetenz von Studierenden – bezogen auf das Diagnostizieren von

Lernprozessen von Bruchzahlen – fördern kann. Diese Aussage fußt auf einer experimentellen Studie, die im Sommersemester 2016 in der Vorlesung »Didaktik der Zahlbereichserweiterungen« durchgeführt wurde. Im Rahmen dieser Studie arbeitete eine Experimentalgruppe mit der oben beschriebenen Version von ViviAn, sprich mit Videovignetten. Die zweite Experimentalgruppe arbeitete hingegen mit Transkriptvignetten derselben Lernsituation (Bartel & Roth, 2017b).

Einbindung von diagnostischen Aufträgen im Studium – Das Landauer Modell der mathematikdidaktischen Lehramtsausbildung

Das Arbeiten mit ViviAn dient über die bereits genannten Aspekte hinaus auch der Vorbereitung auf die im Master-Studium integrierte praktische Arbeit im Mathematik-Labor »Mathe ist mehr«. Das Antizipieren und Diagnostizieren von Lern- sowie Vorstellungsschwierigkeiten von Lernenden auf der Basis fachdidaktischer Theorien und Konzepte kann den Master-Studierenden dabei helfen im Rahmen des »Didaktischen Seminars« Lernumgebungen für Schüler/innen im Mathematik-Labor (vgl. Kasten 4) adressatengerecht sowie in einem gewissen Maße adaptiv zu gestalten. Zudem beobachten sie die Durchführung ihrer selbstgestalteten Lernumgebung durch Schüler/innen und greifen gezielt in deren Lernprozesse ein, was der Schulung einer prozessbegleitenden diagnostischen Kompetenz mit dem Ziel der individuellen Förderung von Lernenden dienen soll. Zusätzlich wird der gesamte Prozess der Bearbeitung einer Schülergruppe jeder Klasse gefilmt, sodass die Studierenden einen Lernprozess im Detail analysieren können. Ausschnitte dieser Videografien werden wiederum in ViviAn eingebunden und wie zuvor beschrieben im Bachelor-Studium eingesetzt, sodass von einem quasi-zyklischen Lernprozess der Studierenden im Verlauf ihres Studiums gesprochen werden kann.

5 Konsequenzen für die Unterrichtspraxis

Das hier beschriebene diagnostische Vorgehen lässt sich auch im regulären Mathematikunterricht für eine unterrichtsbegleitende Diagnose einsetzen, auch wenn es dabei wegen des hohen Handlungsdrucks nicht zu einem langwierigen Abwägen von Deutungsalternativen kommen wird. Deshalb ist wichtig (1) bereits bei der Planung von Unterricht informative Situationen bewusst herzustellen (Selter, o. J.), die Einblicke in das Denken der Lernenden ermöglichen, (2) diese im Unterricht gezielt zu beobachten, (3) die dabei ablaufenden Prozesse bewusst auf der Grundlage von theoretischen Erwartungen und unterrichtlichen Zielvorstellungen zu deuten, (4) die Ursachen für gelingendes und nicht gelingendes Lernen zu ergründen und (5) auf dieser Basis geeignete Fördermaßnahmen zu identifizieren. In der Online-Ergänzung wird anhand der im Transkript in Kasten 5 dargestellten Situation verdeutlicht, welche Einblicke ein Durchlaufen des Diagnoseprozesses in das Denken von Lernenden geben kann und welche Anknüpfungspunkte sich für eine Förderung daraus ziehen lassen. In dem dort dargestellten Beispiel zeigt sich, dass für die kompetente Durchführung eines Diagnoseprozesses ein fundiertes Wissen über typische Vorstellungen, Lernwege und Lernhürden von Lernenden aus der mathematikdidaktischen Literatur wesentlich ist. Dies kann nicht nur im laufenden Unterricht zum besseren Verständnis

Situationsbeschreibung: In der abgebildeten Lernsituation arbeiten zwei Schülerinnen (S2, S4) und zwei Schüler (S1, S3) einer sechsten Klasse in Gruppenarbeit ohne Beteiligung einer Lehrkraft, angeleitet durch einen Arbeitsauftrag, am Bruchzahlbegriff. In Kasten 4 sind der Arbeitsauftrag sowie das gegenständliche Material abgebildet, die den Lernenden zur Verfügung stehen.

Z1	S3	<<liest den Arbeitsauftrag vor>> Stellt euch die folgende Geschichte vor. Ein Drittel und ein Viertel streiten sich darüber, wer von ihnen beiden der größere Bruch ist.
Z2	S3	Was verstehen denn wir unter einem größeren Bruch? Was mehr übrig bleibt, oder?
Z3	S4	<<fällt S3 ins Wort>> Du meinst. Ein Drittel, guck!
Z4	S1	S1: Guck mal <<nimmt ein Drittel und ein Viertel in die Hand und hält beide Teile übereinander>> das ist ja ein Drittel und das ein Viertel. Und da siehst du ja das Teil ist größer.
Z5	S3	Achso, ja. Also.
Z6	S4	Das Drittel ist größer.
Z7	S3	<<beginnt zeitgleich zu S4>> Also, also ist ein Viertel
Z8	S2	Nein, das Viertel ist größer.
Z9	S1	<<beginnt kurz versetzt zu S2>> Das Viertel ist größer. <<nimmt ein Drittel und ein Viertel in die Hand und hält beide Teile übereinander>>. Nein, das Drittel ist größer.
Z10	S2	Warum das Drittel?
Z11	S1	Guck mal, das ist das Viertel <<zeigt auf das Puzzle>>, da braucht man vier um es auszufüllen. Und vom Drittel braucht man nur drei um es auszufüllen. <<nimmt erneut ein Drittel und ein Viertel in die Hand und hält beide Teile übereinander>>. Also muss ja das Drittel größer sein. Guck. Das ist das Drittel und das ist das Viertel <<zeigt S2 wieder die Puzzleteile>>

Kasten 5. Transkript einer Lernsituation aus dem Mathematik-Labor »Mathe ist mehr«

des Schülerhandelns beitragen, sondern Lehrkräften bereits in der Unterrichtsplanung helfen. Viele potentielle Schwierigkeiten können so antizipiert, in der Planung berücksichtigt und im Unterricht explizit thematisiert werden.

Literatur

BARTEL, M.-E., ROTH, J. (2017a). Diagnostische Kompetenz von Lehramtsstudierenden fördern. Das Videotool ViviAn. In J. LEUDERS, T. LEUDERS, S. PREDIGER, S. RUWISCH (Hrsg.), *Mit Heterogenität im Mathematikunterricht umgehen lernen. Konzepte und Perspektiven für eine zentrale Anforderung an die Lehrerbildung* (S. 43–52). Wiesbaden: Springer.

BARTEL, M.-E., ROTH, J. (2017b). Vignetten zur Diagnose und Unterstützung von Begriffsbildungsprozessen. Erscheint in Institut für Mathematik der Universität Potsdam (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2017*. Münster: WTM.

BERETZ, A.-K., LENGNINK, K., VON AUFSCHNAITER, C. (2016). Wie diagnostizieren Lehramtsstudierende das Verstehen und Lernen von Schülerinnen und Schülern? In Institut für Mathematik und Informatik Heidelberg (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2016* (S. 133–136). Münster: WTM.

BERETZ, A.-K., LENGNINK, K., VON AUFSCHNAITER, C. (2017). Diagnostische Kompetenz gezielt fördern – Videoeinsatz im Lehramtsstudium Mathematik und Physik. In C. SELTER, S. HUßMANN, C. HÖßLE, C. KNIPPING & K. LENGNINK (Hrsg.), *Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen – Theorien, Konzepte und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung*. Münster: Waxmann.

BÜCHTER, A., HUßMANN, S., LEUDERS, T., PREDIGER S. (2005). Den Zufall im Griff? – Stochastische Vorstellungen fördern. *Praxis der Mathematik in der Schule, 47* (4), 1–7.

HORSTKEMPER, M. (2006). Fördern heißt Diagnostizieren. Pädagogische Diagnostik als wichtige Voraussetzung für individuellen Lernerfolg. In G. BECKER, M. HORSTKEMPER, E. RISSE, L. STÄUDEL, R. WERNING & F. WINTER (Hrsg.) Diagnostizieren und Fördern. Stärken entdecken – Können entwickeln. *Friedrich-Jahresheft*. (24), 4–7 [Themenheft]. Seelze: Friedrich.

KMK-Lehrerbildung (2004). *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften*, KMK-Beschluss vom 16.12.2004. *https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Standards-Lehrerbildung.pdf* [05.01.2018].

MALLE, G. (2004). Grundvorstellungen zu Bruchzahlen. *Mathematik lehren, 123*, 4–8.

PADBERG, F., WARTHA, S. (2017). *Didaktik der Bruchrechnung* (5. Aufl.). Berlin: Springer.

RENKL, A. (1996). Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. *Psychologische Rundschau, 47*, 78–92.

ROTH, J., LENGNINK, K. (2015). Sektion »Lehr-Lern-Labore Mathematik«. In F. CALUORI, H. LINNEWEBER-LAMMERSKITTEN & C. STREIT (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2015*. Münster: WTM-Verlag, 73–74.

ROTH, J., SILLER, H.-S. (2016). Bestand und Änderung – Grundvorstellungen entwickeln und nutzen. *Mathematik lehren, 199*, 2–9.

RUIZ-PRIMO, M. A., FURTAK, E. M. (2007). Exploring teachers' informal formative assessment practices and students' understanding in the context of scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching, 44* (1), 57–84. *https://doi.org/10.1002/tea.20163*.

SCHRATZ, M., SCHWARZ, J. F., WESTFALL-GREITER, T. (2012). *Lernen als bildende Erfahrung. Vignetten in der Praxisforschung*. Innsbruck: StudienVerlag.

SELTER, C. (o. J.). Unterstützen, nicht überprüfen. *https://pikas.dzlm.de/material-pik/ergiebige-leistungsfeststellung/haus-9-unterrichts-material/informative-aufgaben* [31.8.2017].

SELTER, C., HUßMANN, S., HÖßLE, C., KNIPPING, C., LENGNINK, K., MICHAELIS, J. (2017). Konzeption des Entwicklungsverbundes ›Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen‹. In C. SELTER, S. HUßMANN, C. HÖßLE, C. KNIPPING & K. LENGNINK (Hrsg.), *Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen – Theorien, Konzepte und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung*. Münster: Waxmann.

VOM HOFE, R. (2003). Grundbildung durch Grundvorstellungen. *Mathematik lehren* (118), 4–8.

VON AUFSCHNAITER, C., CAPPELL, J., DÜBBELDE, G., ENNEMOSER, M., MAYER, J., STIENSMEIER-PELSTER, J. et al. (2015). Diagnostische Kompetenz: Theoretische Überlegungen zu einem zentralen Konstrukt der Lehrerbildung. *Zeitschrift für Pädagogik, 61* (6), 738–757.

VON AUFSCHNAITER, C., SELTER, C., MICHAELIS J. (2017). Nutzung von Vignetten zur Entwicklung von Diagnose- und Förderkompetenzen – Konzeptionelle Überlegungen und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung. In C. SELTER, S. HUßMANN, C. HÖßLE, C. KNIPPING & K. LENGNINK (Hrsg.), *Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen – Theorien, Konzepte und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung*. Münster: Waxmann.

WEINERT, F. E. (2000). *Lehren und Lernen für die Zukunft – Ansprüche für das Lernen in der Schule*. Bad Kreuznach: Pädagogisches Institut.

mit online www.mnu.de ergänzung

MARIE-ELENE BARTEL, Didaktik der Mathematik (Sekundarstufen), Institut für Mathematik, Universität Koblenz-Landau, Fortstraße 7, D-76829 Landau, bartel@uni-landau.de, ihr Forschungsschwerpunkt ist die Erfassung und Förderung diagnostischer Kompetenz mit Vignetten.

ANN-KATHRIN BERETZ, Institut für Didaktik der Mathematik und Institut für Didaktik der Physik, Justus-Liebig-Universität Gießen, Karl-Glöckner-Straße 21c, D-35394 Gießen, ann.k.beretz@math.uni-giessen.de. Im von der deutschen Telekomstiftung geförderten Projekt »Diagnose und Förderung von heterogenen Lerngruppen« untersucht sie, wie Studierende des Lehramtes Schülerlernprozesse in Mathematik und Physik diagnostizieren und Förderangebote entwickeln.

Prof. Dr. KATJA LENGNINK, Institut für Didaktik der Mathematik, Justus-Liebig-Universität Gießen, Karl-Glöckner-Straße 21c, D-35394 Gießen, katja.lengnink@math.uni-giessen.de, ihre Arbeitsschwerpunkte sind vorstellungsorientiertes und reflexionsorientiertes Mathematiklernen und Mathematische Mündigkeit.

Prof. Dr. JÜRGEN ROTH, Didaktik der Mathematik (Sekundarstufen), Institut für Mathematik, Universität Koblenz-Landau, Fortstraße 7, D-76829 Landau, roth@uni-landau.de, seine Arbeitsgebiete sind u. a. die mathematische Begriffsbildung, Forschung und Lehre in Lehr-Lern-Laboren Mathematik, Computer- und Materialeinsatz im Mathematikunterricht, das Forschende Lernen und die Entwicklung der Prozessdiagnose-Kompetenz bei Lehramtsstudierenden mit Videovignetten.

MNU Journal – Ausgabe 6.2018 – ISSN 0025-5866 – © Verlag Klaus Seeberger, Neuss

Prozessbegleitende Diagnose beim Mathematiklernen

Kompetenzentwicklung von Lehramtsstudierenden im Rahmen von Lehr-Lern-Laboren

Marie Elene Bartel – Ann-Kathrin Beretz – Katja Lengnink – Jürgen Roth

Online-Ergänzung

5 Konsequenzen für die Unterrichtspraxis

Das im Artikel beschriebene diagnostische Vorgehen lässt sich auch im regulären Mathematikunterricht für eine unterrichtsbegleitende Diagnose einsetzen, auch wenn es dabei wegen des hohen Handlungsdrucks nicht zu einem langwierigen Abwägen von Deutungsalternativen kommen wird. Deshalb ist wichtig (1) bereits bei der Planung von Unterricht informative Situationen bewusst herzustellen (SELTER, o.J.), die Einblicke in das Denken der Lernenden ermöglichen, (2) diese im Unterricht gezielt zu beobachten, (3) die dabei ablaufenden Prozesse bewusst auf der Grundlage von theoretischen Erwartungen und unterrichtlichen Zielvorstellungen zu deuten, (4) die Ursachen für gelingendes und nicht gelingendes Lernen zu ergründen und (5) auf dieser Basis geeignete Fördermaßnahmen zu identifizieren.

Im Folgenden wird anhand der im Transkript in Kasten 5 des Artikels dargestellten Situation verdeutlicht, welche Einblicke ein Durchlaufen des Diagnoseprozesses in das Denken von Schüler/inne/n geben kann und welche Anknüpfungspunkte sich für eine Förderung daraus ziehen lassen. Um die Aussagen besser zuordnen zu können, wurden die einzelnen Sprechbeiträge der Schüler/innen im Transkript von Z1 bis Z11 durchnummeriert.

Situationsbeschreibung: In der abgebildeten Lernsituation arbeiten zwei Schülerinnen (S2, S4) und zwei Schüler (S1, S3) einer sechsten Klasse in Gruppenarbeit ohne Beteiligung einer Lehrkraft, angeleitet durch einen Arbeitsauftrag, am Bruchzahlbegriff. In Kasten 4 sind der Arbeitsauftrag sowie das gegenständliche Material abgebildet, die den Schüler/inne/n zur Verfügung stehen.

Z1	S3	<<liest den Arbeitsauftrag vor>> Stellt euch die folgende Geschichte vor. Ein Drittel und ein Viertel streiten sich darüber, wer von ihnen beiden der größere Bruch ist.
Z2	S3	Was verstehen denn wir unter einem größeren Bruch? Was mehr übrig bleibt, oder?
Z3	S4	<<fällt S3 ins Wort>> Du meinst. Ein Drittel, guck!
Z4	S1	S1: Guck mal <<nimmt ein Drittel und ein Viertel in die Hand und hält beide Teile übereinander>> das ist ja ein Drittel und das ein Viertel. Und da siehst du ja das Teil ist größer.
Z5	S3	Achso, ja. Also.
Z6	S4	Das Drittel ist größer.
Z7	S3	<<beginnt zeitgleich zu S4>> Also, also ist ein Viertel
Z8	S2	Nein, das Viertel ist größer.
Z9	S1	<<beginnt kurz versetzt zu S2>> Das Viertel ist größer. <<nimmt ein Drittel und ein Viertel in die Hand und hält beide Teile übereinander>>. Nein, das Drittel ist größer.
Z10	S2	Warum das Drittel?
Z11	S1	Guck mal, das ist das Viertel <<zeigt auf das Puzzle>>, da braucht man vier um es auszufüllen. Und vom Drittel braucht man nur drei um es auszufüllen. <<nimmt erneut ein Drittel und ein Viertel in die Hand und hält beide Teile übereinander>>. Also muss ja das Drittel größer sein. Guck. Das ist das Drittel und das ist das Viertel <<zeigt S2 wieder die Puzzleteile>>

Kasten 5. Transkript einer Lernsituation aus dem Mathematik-Labor »Mathe ist mehr«

MNU Journal – Ausgabe 6.2018 – ISSN 0025-5866 – © Verlag Klaus Seeberger, Neuss

Geeignete Daten sichten/selbst erheben. Der in Kasten 5 dargestellte Lernprozess stammt aus dem Mathematik-Labor „Mathe ist mehr“ und zeigt Schüler/innen bei der Bearbeitung einer Lernumgebung zum Einstieg in die Bruchrechnung. Ziel der Diagnose ist es, den Prozess des Aufbaus von Grundvorstellungen zu Bruchzahlen für die Schüler/innen individuell zu analysieren. Zudem sollte eruiert werden, inwieweit die Schüler/innen die Grundvorstellungen sinnvoll nutzen, um die vorgegebenen Aufgaben zu lösen und auf welche Schwierigkeiten sie beim Bearbeitungsprozess stoßen.

(Förder-)relevante Beobachtungen beschreiben. Um nicht zu vorschnellen Deutungen zu kommen, sollten zunächst Beobachtungen gesammelt werden, die förderrelevant sein könnten. Die kurze Vignette zeigt eine Gruppe von vier Schüler/inne/n, die versucht die größere der beiden Bruchzahlen $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{3}$ zu identifizieren und ihre Entscheidung inhaltlich zu begründen. Dazu spricht S3 zunächst die grundsätzliche Verständnisfrage an, was es bedeutet, wenn man von einem größeren Bruch spricht (Z2). S4 gibt an, dass das Drittel größer sei (Z3). S1 kommt direkt im Anschluss daran enaktiv mit dem Material zu einer Lösung, indem er ein Drittel- und ein Viertelpuzzleteil übereinanderlegt (Z4). Nach verschiedenen Vorschlägen für den größeren Bruch (S1, S4: ein Drittel; S2: ein Viertel; S3: unklar) und einer Nachfrage von S2 (Z10), versucht S1 seine Lösung erneut zu erklären (Z11): „Guck mal, das ist das Viertel, da braucht man vier um es [das Ganze] auszufüllen.“ Die jeweiligen Redebeiträge der Schüler/innen S2, S3, S4 sind verglichen mit dem Redebeitrag von S1 gering.

Beobachtungen differenziert deuten. Hier wird das Kriterium des Vorhandenseins einer Grundvorstellung zu Bruchzahlen genutzt, d.h. „Welche Schüler/innen verfügen über die Vorstellung Bruchzahl als Teil eines Ganzen? Wie nutzen sie diese zum Lösen der Aufgaben?“. S1 liefert nach kurzen Überlegungen eine adäquate inhaltliche Begründung für die anschauliche Annahme, dass ein Drittel größer als ein Viertel ist. Diese gewinnt er durch einen direkten Vergleich der Plättchengröße (Z4). Später argumentiert er auf Basis der Grundvorstellung Bruchzahl als Teil eines Ganzen, indem er selbstständig von der Anzahl der Teile, die benötigt werden um das Ganze auszufüllen, auf die Größe dieser Teile schließt und darauf basierend die Viertel- und Drittelteile miteinander vergleicht (Z11). Im Gegensatz dazu kann aufgrund der wenigen verbalen Äußerungen von S2, S3 und S4 keine valide Aussage über das Verständnis dieser Schüler/innen am Ende dieser Szene gemacht werden, wobei S2 und S4 alternative Lösungen vorschlagen, also zunächst nicht der Argumentation von S1 folgen.

Ursachen ergründen. Für die Förderung ist es nun wichtig, auch die Ursachen der Lernschwierigkeiten zu begreifen, um daran ansetzen zu können. Wie oben beschrieben, haben die Schüler/innen S2, S3 und S4 nur einen geringen Redeanteil. Ob dies an mangelndem Verständnis, ihrer Schüchternheit oder der Dominanz des Schülers S1 liegt, oder andere Ursachen hat, lässt sich an diesem Transkriptausschnitt nicht klären. Lernschwierigkeiten lassen sich anhand dieser kurzen Szene bisher nicht identifizieren.

Konsequenzen für eine Fördermaßnahme ableiten. Da S1 bis dato einen adäquaten Lösungsansatz gewählt hat, könnten die übrigen Schüler/innen ggf. ermutigt werden, sich zu beteiligen, um die Überlegungen auszuschärfen und identifizieren zu können, ob weiterhin Verständnisschwierigkeiten bei einzelnen Schüler/inne/n vorliegen. Am Ende der im Transkript dargestellten Szene ist ein Eingreifen der Lehrkraft allerdings noch nicht notwendig. Für den weiteren Verlauf des Unterrichts würde sich anbieten, eine erneute diagnostische Beobachtung anzuschließen, mit dem Ziel, die Beteiligung der Schüler/innen in dieser Kleingruppenkonstellation zu erfassen. Sollte sich dabei zeigen, dass S1 fachlich weiterhin so dominant ist und S2, S3 und S4 sich inhaltlich kaum beteiligen, so wäre für die Zukunft eine andere Zusammensetzung der Kleingruppe ratsam. Dieses Beispiel verdeutlicht, dass eine gute Diagnose oft neue Fragen aufwirft, die wieder in einem Diagnoseprozess geklärt werden können.

Für die kompetente Durchführung eines Diagnoseprozesses ist ein fundiertes Wissen über typische Vorstellungen, Lernwege und Lernhürden von Lernenden aus der mathematikdidaktischen Literatur wesentlich. Im vorliegenden Beispiel kann als Grundlage der Diagnose etwa Literatur zu Grundvorstellungen der Bruchrechnung (MALLE, 2004; PADBERG & WARTHA, 2017) genutzt werden. Dies kann nicht nur im laufenden Unterricht zum besseren Verständnis des Schülerhandelns beitragen, sondern Lehrkräften bereits in der Unterrichtsplanung helfen. Viele potentielle Schwierigkeiten können so antizipiert, in der Planung berücksichtigt und im Unterricht explizit thematisiert werden.

Literatur

MALLE, G. (2004). Grundvorstellungen zu Bruchzahlen. *Mathematik lehren, 123*, 4–8.

PADBERG, F., WARTHA, S. (2017). *Didaktik der Bruchrechnung* (5. Aufl.). Berlin: Springer.

SELTER, C. (O.J.). Unterstützen, nicht überprüfen. https://pikas.dzlm.de/material-pik/ergiebige-leistungsfeststellung/haus-9-unterrichts-material/informative-aufgaben [31.8.2017].