



Sieben Sprachen im Sachfachunterricht – Ansätze zum Einbezug nicht-geteilter mehrsprachiger Ressourcen zum Aufbau von Konzeptverständnis

*Susanne Prediger, Ángela Uribe, Jonas Wagner,
Arne Krause & Angelika Redder*

Abstract: Der Einbezug mehrsprachiger Ressourcen im Sachfachunterricht ist in Kontexten geteilter Zweisprachigkeit gut realisierbar und empirisch nachweislich fachlich lernwirksam. Viele Schulklassen haben jedoch Jugendliche mit unterschiedlichen, nicht-geteilten Familiensprachen. Für diesen Sprachenkontext nicht-geteilter Mehrsprachigkeit sind mehrsprachendidaktische Ansätze erforderlich, bei denen nicht-geteilte mehrsprachige Ressourcen für fachbezogene Verstehensprozesse fruchtbar gemacht werden. Der Artikel präsentiert mehrsprachendidaktische Ansätze, die in einem Design-Research-Projekt am Beispiel des Mathematikunterrichts in Klasse 7 in drei Designexperimentzyklen iterativ entwickelt und hinsichtlich der initiierten Kommunikations- und Verstehensprozesse qualitativ beforscht wurden.

Building upon students' multilingual resources in subject matter classrooms has been shown to be well realizable and effective for subject matter learning in contexts of shared bilingualism. However, many classrooms gather students with different, non-shared family languages. For this language context of non-shared multilingualism, instructional approaches are required by which also non-shared multilingual resources can be harnessed for content-related processes of conceptual development. The article presents multilingual-inclusive approaches that were developed for mathematics classrooms in Grade 7, in a design research project with three design experiment cycles and qualitatively investigated with respect to the initiated processes of communication and conceptual development.

Schlagwörter: Mehrsprachigkeit; Mathematikunterricht; epistemische Funktion mehrsprachiger Ressourcen; Multilingualism; mathematics classrooms; epistemic role of multilingual resources.

1 Einleitung

Aufgrund weiter steigender migrationsbedingter Mehrsprachigkeit und dem geringen Erfolg des deutschen Schulsystems, mehrsprachige Kinder und Jugendliche zu vergleichbaren Fachleistungen zu führen (vgl. Henschel et al. 2019), werden zwei Anforderungen an den Unterricht aller Fächer gestellt:

1. Förderung der deutschen Bildungssprache als Querschnittsaufgabe aller Fächer
2. Einbezug mehrsprachiger Ressourcen der Lernenden als weitere Stärkung von 1.

Während die erste Forderung nach Sprachbildung in allen Fächern sukzessiv sprach- und fachdidaktisch konkretisiert (vgl. Ahrenholz 2010; Beese et al. 2014), in Unterrichtskonzepten fachbezogen umgesetzt und implementiert wurde (vgl. z.B. Prediger 2019, 2020), wurde die zweite Forderung bislang kaum konkretisiert und umgesetzt.

Zwar liegen aus anderen Ländern zweisprachige Fachunterrichtskonzepte für Kontexte geteilter Zweisprachigkeit vor (vgl. z.B. englisch-französisch-sprachige Immersionsklassen in Kanada, Barwell 2018; spanisch-englisch-sprachige Schulen in Kalifornien, Moschkovich 2002), diese entsprechen jedoch nur begrenzt den Kontextbedingungen deutscher Schulklassen, in denen nicht nur zwei, sondern bis zu acht Familiensprachen vorhanden sind, die jeweils nicht von allen geteilt werden (vgl. Krüger-Potratz 2013).

Der Beitrag widmet sich daher der didaktischen Frage, wie unter den Kontextbedingungen nicht-geteilter Mehrsprachigkeit, die insbesondere für deutsche Großstädte typisch sind, der Einbezug mehrsprachiger Ressourcen konkret realisiert werden kann. An Beispielen aus Designexperimenten zeigt der Artikel zwei zentrale Gedanken auf:

- Der Einbezug mehrsprachiger Ressourcen im Fachunterricht hat nicht nur kommunikative und soziale Funktion, sondern vor allem epistemische Funktion als Denkwerkzeug für den sukzessiven Aufbau mathematischen Konzeptverständnisses.
- Die epistemische Funktion der mehrsprachigen Ressourcen entfaltet sich am besten, wenn Sprachen und Darstellungen symbolischer, graphischer bzw. verbaler Art konsequent vernetzt werden.

Dazu erläutern wir kurz die Kontextbedingungen nicht-geteilter Mehrsprachigkeit an deutschen Schulen (Kapitel 2) und begründen die didaktische Fokussierung auf den Aufbau von Konzeptverständnis und die bedeutungsbezogene Sprachebene

(Kapitel 3). Kapitel 4 stellt den methodischen Rahmen des Design-Research-Projekts vor, in dem Ansätze für den Einbezug von Mehrsprachigkeit entwickelt und erforscht wurden. Zu diesem werden qualitative Einblicke in die mehrsprachigen Lernprozesse gegeben (Kapitel 5).

2 Superdiverser Sprachkontext in Schulklassen deutscher Großstädte und die Nutzung mehrsprachiger Ressourcen

Migrationsbedingte Mehrsprachigkeit prägt das deutsche Schulsystem in steigendem Maße. Im Jahr 2018 hatten deutschlandweit 33,6 % der Kinder in Klasse 4 einen Migrationshintergrund, darunter 6,4 % mit eigenen Migrationserfahrungen (vgl. Henschel et al. 2019). Durch zunehmende Globalisierung und Variation der Herkunftsländer über die Jahrzehnte (z.B. Italien in den 1960ern, die Türkei in den 1970ern, Russland in den 1990ern, Syrien in den 2010ern) sind insbesondere die deutschen Großstädte durch „Superdiversität“ geprägt (Vertovec 2007), mit aktuell bis zu 200 Sprachen (Krüger-Potratz 2013). Viele Schulen (insbesondere in den Großstädten) haben daher Klassen mit 6–8 Familiensprachen, die von den Lernenden untereinander und mit den Lehrkräften nur teilweise geteilt werden. Der superdiverse Sprachkontext deutscher Großstadtschulen ist also geprägt von vielen Formen der individuellen Mehrsprachigkeit und einer sozial nicht-geteilten Mehrsprachigkeit.

Dem deutschen Schulsystem gelingt es allerdings weniger als denen anderer Länder, mehrsprachige Jugendliche zu vergleichbaren Schulleistungen zu bringen (vgl. OECD 2007); dies gilt auch für das Fach Mathematik (vgl. Henschel et al. 2019).

Da sich die Sprachkompetenz im Deutschen insgesamt als wichtiger Faktor erweist, wurde die Forderung nach Sprachförderung der deutschen Bildungssprache als Querschnittsaufgabe aller Fächer in viele Lehrpläne, Lehrerausbildungsgesetze und Fortbildungsprogramme integriert (vgl. z.B. MSW 1999), lange bevor sprach- und fachdidaktische Konzepte zu ihrer Realisierung existierten. Inzwischen wurde sie sowohl durch verstärkten Deutsch-als-Zweitsprache-Unterricht als auch durch Unterrichtskonzepte für durchgängige Sprachbildung konkretisiert (vgl. Ahrenholz 2010; Apeltauer 2013, Beese et al. 2014). Nach 20 Jahren intensiver Forschung und Entwicklung liegen auch fach- und sprachintegrierte Unterrichtskonzepte vor, wie Sprachbildung so gestaltet werden kann, dass sie tatsächlich auch das fachliche Lernen lernwirksam unterstützt (vgl. Gibbons 2002; Beese et al. 2014; Prediger 2019, 2020). Diese forschungsbasiert entwickelten und praxisbewährten Ansätze sind

auch für den Einbezug der mehrsprachigen Ressourcen eine zentrale Basis, wie im Weiteren zu zeigen sein wird.

Dieser Beitrag fokussiert auf den *Einbezug mehrsprachiger Ressourcen*, der zwar ebenfalls in vielen Policy-Dokumenten gefordert wird (z.B. vom Europarat: Beacco et al. 2015), bislang jedoch in Deutschland vor allem für den Fremdsprachenunterricht fruchtbar gemacht wird (vgl. z.B. Haberzettl 2014). Für einen mehrsprachigkeitseinbeziehenden Sachfachunterricht dagegen gibt es bislang kaum realisierte Ansätze (vgl. Bührig & Duarte 2013) in nicht-bilingualen Schulen.

Ein zentrales Hindernis zur Umsetzung der Forderung scheint in der Kontextbedingung nicht-geteilter Mehrsprachigkeit zu liegen. Mit 6–8 Sprachen in der Klasse können Lehrkräfte nicht mit allen Lernenden in deren Sprachen kommunizieren, und die Bereitstellung mehrsprachiger Unterrichtsmaterialien gestaltet sich schwieriger als in zweisprachigen Kontexten. Drei unterrichtsmethodische Ansätze lassen sich dennoch leicht umsetzen (vgl. Prediger/Uribe 2021):

- die Nutzung der Familiensprache in Kleingruppen mit geteilten Sprachen zulassen (als erster Schritt);
- anderssprachige, externe Ressourcen einbinden (z.B. Elternbefragungen als Hausaufgabe, Internetressourcen wie fachbezogene Erklärvideos in vielen Sprachen);
- sprachenübergreifende Sprachreflexionen anregen.

Im Folgenden wird ausgeführt, wie solche *unterrichtsmethodischen* Ansätze für das fachliche Lernen auch *didaktisch* gewinnbringend ausgeschärft werden können. Als theoretische Grundlage wird dazu zunächst der Forschungsstand zur Rolle der Sprachen für den Aufbau von fachbezogenem Konzeptverständnis berichtet.

3 Epistemische Funktion mehrsprachiger Ressourcen für den Konzeptaufbau

3.1 Funktionen und Bestandteile mehrsprachiger Ressourcen

Aus didaktischer Sicht kann der Einbezug der Mehrsprachigkeit in den Unterricht mehrere Funktionen erfüllen:

- eine *kommunikative Funktion*, indem die Nutzung mehrerer Sprachen die zweckmäßige sprachliche Kommunikation erleichtert, vor allem in (Klein-)Gruppen mit geteilter Mehrsprachigkeit;
- eine *soziale Funktion*, indem der Einbezug der Familiensprachen die soziale Wertschätzung für Sprachen zum Ausdruck bringt und so die mehrsprachige

Identität der Lernenden stärkt, was auch bei nicht-geteilter Mehrsprachigkeit gelingt;

- eine *epistemische Funktion*, indem mehrere Sprachen als Denkwerkzeuge genutzt werden. Sie ist für den Unterricht als wissensprozessierender Lehr-Lern-Diskurs (vgl. Redder 2012) zentral.

Gerade die epistemische Funktion der Sprache ist für den Fachunterricht bei *nicht-geteilter* Mehrsprachigkeit interessant: Die gezielte Vernetzung verschiedener Darstellungen, Sprachen und (später didaktisch zu konkretisierender) Sprachebenen, kann eine wichtige Ressource darstellen, gerade für den Aufbau mathematischer Konzepte (vgl. Leisen 2005; Prediger/Wessel 2013).

Als Darstellungsformen spielen im Mathematikunterricht neben den verbal-sprachlichen die mathematisch-symbolische und graphische Darstellung eine große Rolle, denn der Aufbau von konzeptuellem Verständnis für mathematische Konzepte und Vorgehensweisen erfolgt durch die Verknüpfung dieser Darstellungsformen. Beispielsweise wird ein Verständnis für Multiplikation aufgebaut, indem die *mathematisch-symbolische Darstellung* $6 \cdot 2$ mit *graphischen Darstellungen* wie sechs 2er-Bündeln oder sechs 2er-Schritten auf dem Zahlenstrahl verknüpft werden. Die sogenannte *formalbezogene Sprachebene* wird zur Versprachlichung von Rechenverfahren und Formeln benötigt, um die mathematisch-symbolische Darstellung äußerungsweise zu kommunizieren („Das Produkt mit den Faktoren 6 und 2“). Diese ist den meisten Lehrkräften als Fachsprache im Bewusstsein, allerdings trägt sie zu dem mental bedeutsamen Verknüpfungsprozess wenig bei (vgl. Prediger 2020). Erforderlich für den mentalen Aufbau des Konzeptverständnisses sind stattdessen Sprachmittel, mit denen die Bedeutung der mathematischen Symbole ausgedrückt bzw. erarbeitet werden kann, wie z.B. „sechs 2er-Schritte“. Die in diesem Sinne *bedeutungsbezogenen Phrasen* tangieren eine tiefliegende sprachlich-mentale Dimension und erweisen sich oft als zentrale „Knackstelle“ (Prediger 2020); genau hier brauchen bildungssprachlich schwächere Lernende weitere, tiefergehende Lerngelegenheiten, um sie zu bewältigen. Diese sprachlich-mentale Dimension muss im sprachbildenden Fachunterricht, ausgehend von gestischen, graphischen und alltagssprachlichen Ressourcen der Lernenden, didaktisch angeleitet zu einem gemeinsamen bedeutungsbezogenen, umfassend verständigen Sprachwissen ausgebaut werden, an das dann die formalen Konzepte anknüpfen können (vgl. Prediger 2019). Dieses spezifische Sprachwissen nennen wir *bedeutungsbezogene Sprachebene* (Prediger 2019).

Genau hier kann auch der Einbezug mehrsprachiger Ressourcen für mehrsprachige Lernende einsetzen: Nicht das bloße Formulieren formalbezogener technischer Begriffe in den Familiensprachen (z.B. „Faktor“ und „Produkt“) ist relevant, sondern die Mobilisierung aller mental möglichen individuellen Ressourcen für die

Momente des Aufbaus von mathematischem Konzeptverständnis (vgl. Redder et al. eingereicht; Uribe/Prediger 2021); dies haben auch mathematikdidaktische Studien zur Mehrsprachigkeit immer wieder gezeigt (vgl. Barwell 2018; Planas 2018; Setati 2005). Wie sich der Aufbau von Konzeptverständnis in diesem Sinne konkret vollzieht bzw. vollziehen kann, wird im nächsten Abschnitt erläutert.

Im Vorgängerprojekt *MuM-Multi I* wurde zudem in Fallstudien zum Anteilskonzept auf Deutsch und Türkisch gezeigt, dass es nicht ausreicht, die verschiedenen Darstellungsformen zu mobilisieren und nebeneinanderzustellen, sondern dass sich das sprachlich-mentale Denken mit und über diesem Konzept insbesondere durch ihre gezielte multimodale *Verknüpfung* entfalten kann (vgl. Prediger/Wessel 2013; Wagner et al. 2018; Redder et al. 2018). Dies gilt für zwei Sprachen besonders, wenn diese leicht unterschiedliche Konzeptualisierungen mit sich bringen, deren Verknüpfung ein facettenreicheres Konzeptverständnis ermöglicht (vgl. Prediger et al. 2019).

Die Verknüpfung ist einerseits lerntheoretisch fundierbar, da Verstehen immer ein Anknüpfen an bereits vorhandenen Denkstrukturen bedeutet (vgl. Hiebert/Carpenter 1992), andererseits ist sie aus linguistischer Sicht weiter ausdifferenzierungsbedürftig (vgl. Redder et al. im Druck; Wagner et al. 2021). Die bisherigen Analysen zeigen bereits, dass gerade die bedeutungsbezogene Sprachebene ein zentrales epistemische Werkzeug zum Auffalten und Verdichten bilden kann (vgl. Prediger/Zindel 2017). An derartige bisherige Untersuchungen zu ein- und zweisprachigen *Lernprozessen* wird in dieser Studie angeknüpft, um nun *mehrsprachige Lehr-Lernprozesse* zu betrachten, auch mit Blick auf Lehrkräfte und die Kontexte nicht-geteilter Mehrsprachigkeit. Dazu wird folgende Forschungsfrage bearbeitet:

Wie kann die epistemische Funktion mehrsprachiger Ressourcen unter schulischen Kontextbedingungen nicht-geteilter Mehrsprachigkeit bei Lernenden mobilisiert werden?

3.2 Multimodaler Aufbau von mathematischem Konzeptverständnis am Beispiel des proportionalen Zusammenhangs

Die oben hervorgehobene epistemische Funktion von mehrsprachigen und multimodalen Ressourcen gilt es nun, unter Rückgriff auf unseren funktional reflektierten, prozeduralen Ressourcenbegriff (vgl. Redder et al. im Druck) einerseits und mathematische Bestimmungen andererseits, genauer darzulegen. Dazu dient das mathematische Konzept *proportionaler Zusammenhang* als Beispiel für die Fallanalysen des empirischen Teils.

Proportionale Zusammenhänge sind in der Mathematik funktionale Zusammenhänge zwischen zwei Größen, z.B. Anzahl der Äpfel und Preis der Äpfel. Eine

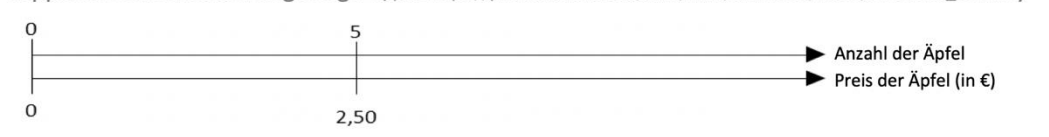
typische Rechenaufgabe für proportionale Zusammenhänge lautet: „5 Äpfel kosten 2,50 €, wie viel kosten 12 Äpfel?“ Ein solches Dreisatzproblem kann mit auswendig gelernten Rechenrezepten bewältigt werden; nachhaltiger und weniger fehleranfällig ist es jedoch, ein Konzeptverständnis für proportionale Zusammenhänge aufzubauen, sodass die Aufgabe auch ohne Rezepte zu lösen ist.

Dazu sind mathematikdidaktisch drei Bedeutungsfacetten des Konzepts relevant: In der *Zuordnungsfacette* für funktionale Zusammenhänge fragt man z.B., welcher Preis einer Apfelanzahl jeweils zugeordnet wird. Mit der Beobachtung, dass in der Aufgabe der Preis jeweils halb so groß ist wie die Apfelanzahl, lässt sich 6 € als ‚Hälfte‘ des Preises von 12 Äpfeln bestimmen. Eine zweite Denkweise nutzt das multiplikative Grundverständnis der *Einheitsbildung*: 2er Einheiten Äpfel kosten immer 1 €, die 12 kann man in sechs 2er Einheiten bündeln, also sind es 6 €.

Für das weitere Arbeiten mit proportionalen Zusammenhängen ist es wichtig, die Beziehung beider Größen auch dynamisch zu betrachten: Bei gleich großen Schritten kommen immer gleich viel Euro hinzu. Diese sogenannte *Kovariationsfacette* lässt sich z.B. auf das Konzept der linearen Funktionen gut übertragen.

Aufgabe zum proportionalen Zusammenhang

(Kontext der Aufgabe zum Äpfelverkauf: Im Applet werden die ersten Werte berechnet und am doppelten Zahlenstrahl angezeigt: Applet https://phet.colorado.edu/sims/html/unit-rates/latest/unit-rates_de.html)



- Wo auf diesem doppelten Zahlenstrahl würden 12 Äpfel stehen?
- Bestimmt den Preis für 12 Äpfel und schreibt auf, warum ihr so rechnet.

Konzeptfacetten für proportionale Zusammenhänge

- *Zuordnungsfacette* für Zusammenhänge: Welcher Wert wird zugeordnet? (Bei proportionalen Zusammenhängen, z.B. durch Multiplizieren mit festem Faktor)
- *Kovariationsfacette*: Wie verändern sich die zwei Größen miteinander? (Bei proportionalen Zusammenhängen z.B. „Immer das gleiche kommt hinzu bei gleich großen Schritten“)
- *Einheitsbildung*: z.B. „2er-Einheiten Äpfel kosten immer 1 €, 4er-Einheiten kosten immer 2 €“

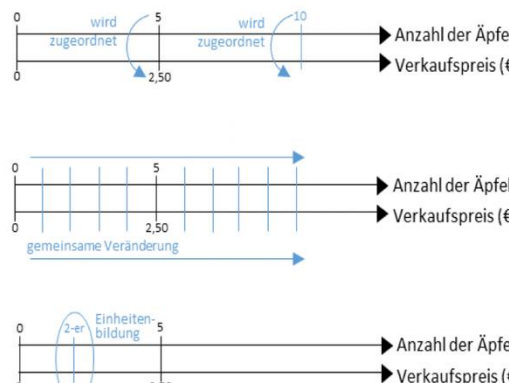


Abb. 1: Aufgabe zum proportionalen Zusammenhang und die relevanten Konzeptfacetten.

Indem diese Konzeptfacetten nicht nur verbal zum Ausdruck kommen können, sondern auch in der graphischen Darstellung (siehe Abbildung 1), lassen sie sich leicht

ter erfassen. Empirische Studien haben gezeigt, dass der doppelte Zahlenstrahl den Aufbau der Kovariationsfacette unterstützt (vgl. Orrill/Brown 2012). In einem frei zugänglichen, mehrsprachigen Applet werden die Äpfel-Preis-Zuordnungen sukzessiv variiert und daraufhin automatisch auf dem doppelten Zahlenstrahl eingetragen, sodass sich Lernende die Konzeptfacetten erschließen können.

Der Aufbau von Konzeptverständnis der Lernenden wird daher in unseren mathematikdidaktischen Zusammenhängen definiert als diskursiv eingebettete, individuelle Prozesse der Wissenskonstituierung der einzelnen Lernenden mit dem Ziel, ihr Vorwissen hin zu den regulären Konzeptfacetten weiter zu entwickeln und verschiedene Konzeptfacetten zu verknüpfen (vgl. Prediger/Zindel 2017).

In der Aufgabe in Abbildung 1 sollen die Lernenden ihre alltäglichen Vorkenntnisse aktivieren, indem sie am doppelten Zahlenstrahl probeweise hoch- und runterrechnen und die Merkmale proportionaler Situationen daran erkunden. Dabei werden oft bereits implizit alle drei Konzeptfacetten (siehe Abbildung 1) aktiviert, die im weiteren Unterrichtsverlauf expliziert, zueinander in Bezug gesetzt und formalisiert werden, sodass konsolidiertes Konzeptverständnis aufgebaut wird. In den empirischen Analysen (Kap. 5) zeigen wir, wie die Aktivierung der multimodalen und multilingualen Ressourcen dazu beitragen kann.

4 Methodischer Rahmen des Design-Research-Projekts

Die Entwicklung und Beforschung möglicher Ansätze zum Einbezug mehrsprachiger Ressourcen für den Aufbau von mathematischem Konzeptverständnis erfolgte im methodologischen Rahmen von Design-Research, da dieses Forschungsformat stets zwei Ziele verfolgt: (a) Prototypen von Lehr-Lern-Arrangements entwickeln und (b) empirische Einsichten in die Lehr-Lern-Prozesse mit ihren typischen Verläufen und Hürden gewinnen, die zur Theoriebildung beitragen können (vgl. Gravemeijer/Cobb 2006). In mehreren Designexperimentzyklen wurden im mathematikdidaktischen und im linguistischen Teilprojekt didaktische Ansätze entwickelt, erprobt, interdisziplinär analysiert und weiterentwickelt (weitere Analysen in Prediger/Uribe 2021; Uribe in Vorbereitung; Redder et al. im Druck).

4.1 Methoden der Datenerhebung

Design-Research nutzt als Methode der Datenerhebung Designexperimente, in denen ein zuvor entwickeltes Lehr-Lern-Arrangement erprobt und videographiert wird. Die Daten dieses Artikels stammen aus einem (sechs Unterrichtsstunden umfassenden) Designexperiment im Klassensetting einer Klasse 7 aus dem ersten

Designexperimentzyklus des mathematikdidaktischen Teilprojekts, in dem die zweite Autorin als Lehrerin agierte. Alle 30 Lernenden der Klasse sprechen Deutsch (und Englisch als unterrichtlich erlernte Fremdsprache); zusätzliche Familiensprachen sind Türkisch (gesprochen von 8 Jugendlichen), Russisch (5x), Polnisch (4x), Arabisch (3x), Italienisch (1x) und Kurdisch (2x). Die in diesem Artikel analysierten Transkripte stammen aus einer sprachhomogenen Kleingruppenphase und der nachfolgenden Klassengesprächsphase zu der Aufgabe in Abbildung 1.

4.2 Methoden der Datenanalyse

Die Transkripte der videographierten mehrsprachigen Lernprozesse werden qualitativ analysiert, und zwar primär mithilfe des Analyseschemas in Abbildung 2 von Uribe/Prediger (2021), das sowohl die inhaltlich relevanten Aspekte (Konzeptfacetten und ihre Konsequenzen) umfasst als auch eine Kategorisierung der Verknüpfungsaktivitäten nach dem Was und Wie:

- das *Was?* erfasst die aktivierten und ggf. verknüpften Bestandteile des mehrsprachigen Repertoires, also die Sprachen Deutsch und Türkisch, die jeweils unterschiedlichen bedeutungs- und formalbezogenen Sprachebenen sowie die multimodalen Darstellungen (vgl. Abschnitt 2.1);
- das *Wie?* erfasst zum einen die Richtung der Verknüpfung (von einem Bestandteil zum nächsten oder im flexiblen Hin und Zurück) sowie zum anderen unterschiedliche Arten der Verknüpfung.

| Kategorien der Verknüpfungsaktivitäten | | Kategorien für inhaltliche Aspekte |
|--|---|------------------------------------|
| Wie? Verknüpfungsart | Was? Aktivierte Bestandteile | |
| → : von ... nach... | bD bedeutungsbezogene deutsche Sprachebene | Konzeptfacetten |
| ↔ : hin und zurück | fD formalbezogene deutsche Sprachebene | Zu: Zuordnung |
| K: Keine Verbindung | bT bedeutungsbezogene türkische Sprachebene | Va: Variation |
| W: Wechseln | fT formalbezogene türkische Sprachebene | Ko: Kovariation |
| E: Exemplifizieren | SD symbolische Darstellung | Eb: Einheitsbildung |
| Ü: Übersetzen | GD graphische Darstellung | Zuordnungseigenschaften |
| P: Präzisieren der Verknüpfung | KD kontextuelle Darstellung | ff: Fester Faktor |
| V: Versprachlichen der Vernetzung | | qg: Quotientengleichheit |
| B: Begründen der Vernetzung | | vg: Verhältnisgleichheit |
| | | Kovariationseigenschaften |
| | | aÄ: Additive Änderung pro Schritt |
| | | Ae: Additionseigenschaft |
| | | vf: Vervielfachungseigenschaft |
| | | eb: Einheitsbildung |

Abb. 2: Analyseschema für Verknüpfungsaktivitäten und inhaltliche Aspekte.

Funktionale Analysen linguistischer Art sind vor allem in die detaillierten Transkriptionen der transkribierten Äußerungen und deren Rekonstruktion auf sprachlich-mentale Prozesse hin integriert.

5 Mobilisieren der epistemischen Funktion mehrsprachiger Ressourcen für Konzeptaufbau – Empirische Einblicke

5.1 Ungesteuerte Mehrsprachennutzung in sprachhomogenen Kleingruppen: Epistemische Chancen und wenige Verknüpfungen von Konzeptfacetten

In Transkript 1 (siehe Abbildung 3) arbeiten die vier Lernenden Ahmet, Esra, Halim und Ömer in einer sprachhomogenen, deutsch-türkisch-sprachigen Kleingruppe an der Aufgabe aus Abbildung 1, bei der am doppelten Zahlenstrahl zu argumentieren ist.

Auch wenn insbesondere Ömer den doppelten Zahlenstrahl nicht als Darstellungsmittel nutzt, werden die von ihm aktivierten Konzeptfacetten in der Analysespalte neben dem Transkript durch Analyseskizzen am Zahlenstrahl expliziert, um zu verdeutlichen, wie mathematisch vielfältig seine Erklärungen sind. Die Verknüpfungstätigkeiten werden dabei gemäß dem Analyseschema aus Abbildung 2 kategorisiert.

Halil liefert eine falsche Lösung vermutlich durch Abschätzen am Zahlenstrahl (Turn 19). Ömer widerspricht und nennt stattdessen den richtigen Preis (Turn 20). Auf Halils verständnislose Nachfrage (Turn 21: „Was für sechs Euro?“) erläutert Ömer einen Teilschritt seines Rechenwegs, „Zwei Äpfel immer ein Euro.“ (Turn 22). Dem liegt konzeptuell eine Einheitenbildung zugrunde (eine ggf. implizit mitgemeinte Kovariations-Facette ist in der Analyseskizze in grau angedeutet). Als Ömer mit Turn 27 ins Türkische wechselt, aktiviert er nicht nur einen Wechsel des sprachlichen Denkens, sondern auch des konzeptuellen, von der Einheitenbildung zur Zuordnungsfacette. Esras wiederholte türkischsprachige Nachfragen (Turn 28, 30) bringen ihn dazu, die (zuvor wegen des abstrakten Formel- bzw. Berechnungsbezuges denkmethodisch unterbestimmte, im mathematikdidaktischen Sinne formalbezogene) Verbalisierung in eine bedeutungsbezogene zu präzisieren. Dazu bindet er auch die aufgabenbezogenen Größen (Anzahl Äpfel und Preis in Euro) explizit ein (Turn 33). Die Verständigung und Verständlichmachung untereinander erfolgt erfolgreich in der geteilten Herkunftssprache.


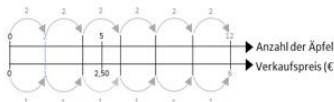
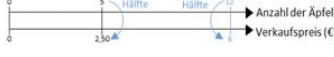



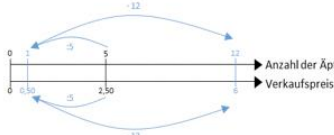
| Transkript 1: KE1-A-AU-181102_T_V3 | Vernetzungsaktivitäten | Rekonstruierte Konzeptfacetten (links in kursiv kodiert) |
|---|---|---|
| <p>19 Halil Okay, das sind fünf Euro fünfzig</p> <p>20 Ömer Nein, das sind sechs Euro</p> <p>21 Halil Was für sechs Euro?</p> <p>22 Ömer Zwei Äpfel immer ein Euro</p> <p>23 Esra Ich weiß, wie wir das rechnen</p> <p>24 Ömer Einfach nur sechs Euro</p> <p>...</p> | <p>bD <i>Zuordnung</i></p> <p>Präzisieren: bD ↔ Strahl <i>Einheitenbildung</i></p> <p>bD <i>Zuordnung</i> (siehe Turn 20)</p> |   |
| <p>27 Ömer Hep yarısını alman lazım (Du musst immer die Hälfte nehmen)</p> <p>28 Esra Ney? (Was?)</p> <p>29 Ömer Yarısını (Die Hälfte)</p> <p>30 Esra Neyin yarısını? (Wovon die Hälfte?)</p> <p>31 Ömer Onikinin yarısı altı (Die Hälfte von 12 ist 6) salak (Dummkopf). ...</p> <p>32 Esra Sensin salak (Du bist ein Dummkopf).</p> <p>33 Ömer Oniki elmanın fiyatı altı euro. (Der Preis von 12 Äpfeln ist 6 Euro.) Ich schwöre. Glaubt nicht</p> | <p>Wechsel: fD → fT <i>Ein. → Zuord.</i></p> <p>Exemplifizieren: fT <i>Zuordnung</i></p> <p>Präzisieren: fT → bT <i>Zuord. mit Größen</i></p> |   |
| <p>36 Ahmet [zu Esra] Guck mal, wenn schon acht Äpfel vier Euro sind, dann zehn Äpfel fünf Euro und dann sind sechs Äpfel, ehm, zwölf Äpfel, sechs Euro [zeigt auf den doppelten Zahlenstrahl]</p> <p>37 Ömer Ehrenmann. Zwölf Äpfel sind sechs Euro</p> <p>43 Ahmet [verweist auf Strahl auf dem Arbeitsblatt] wir sollen das#</p> <p>44 Ömer #guck mal, du musst einfach schreiben pro Apfel fünfzig Cent und so... Du kannst jetzt einfach so machen: Du schreibst einfach fünf Äpfel und danach, wenn du das mathematisch machen willst, teilst du das durch fünf#</p> <p>...</p> | <p>Exemplifizieren: Strahl ↔ bD <i>Kovariation</i></p> <p>Wechsel: bT → bD Übersetzen: bD → fD/SD <i>Zuord.</i></p> |   |
| <p>50 Ahmet Wir müssen das auf dem doppelten Zahlenstrahl machen</p> <p>51 Esra [zu Ömer] was hast du gesagt? Altı (Sechs) ... Hast du sechs Euro gesagt? Soll ich nochmal nachgucken?</p> <p>...</p> <p>56 Ömer Das ist doch so leicht. Einfach fünf Äpfel gleich zwei Euro fünfzig. Dann durch fünf teilen, weil es fünf sind. Dann kommt man auf fünfzig pro Apfel. Dann mal zwölf#</p> <p>57 Ahmet Aber wir müssen das am doppelten Zahlenstrahl machen</p> | <p>Strahl</p> <p>Symbolische Darstellung</p> <p><i>Zuord → Kov</i></p> <p>Strahl</p> |  |

Abb. 3: Transkript 1 und seine Analyse.

Ahmet wechselt in Turn 36 zurück ins Deutsche und erklärt Esra mit Bezug auf die weitere Konzeptfacette der Kovariation, wie die Lösung hier allgemeiner zu gewinnen ist: indem man die Größen miteinander wachsen lässt. Im Unterschied zu Ömer exemplifiziert er gestisch dabei, wie doppelter Zahlenstrahl und bedeutungsbezogene Sprache zusammenhängen.

In Turn 44 wechselt Ömer auch wieder ins Deutsche und führt, ohne auf Ahmet einzugehen, seinerseits eine weitere Konzeptfacette ein, indem der Preis pro Apfel bestimmt wird, was er zunächst bedeutungsbezogen ausdrückt (bD) und dann auch formalbezogen und symbolisch (fD, SD) konkretisiert. Die formalbezogene Sprache im Türkischen ist dabei allerdings auf das Ausdrücken der Zahlen und Operationen beschränkt. Ahmets wiederholte Forderung, den doppelten Zahlenstrahl zu verwenden (Turn 50, 57), nimmt Ömer nicht auf, stattdessen verbleibt er in der symbolischen Darstellung, um zu erklären, wie man mit dem Dreisatz auf 1 Apfel herunter und dann auf 12 Äpfel hochrechnet.

Zusammenfassend zeigt sich an den graphisch rekonstruierten angesprochenen Konzeptfacetten in Abbildung 3, wie Ömer bei seinem Versuch, Esra erst auf Deutsch, dann auf Türkisch und dann wieder auf Deutsch mögliche Vorgehensweisen zu erläutern und partiell auch bedeutungsbezogen zu erklären, auf sechs verschiedene Konzeptfacetten des proportionalen Zusammenhangs zugreift und Ahmet eine weitere ergänzt. Die Sprachwahl der vier Lernenden verläuft – wie in zweisprachigen Gruppen oft üblich – fließend nach Bedarf; die Wechsel werden nicht weiter thematisiert. Die beiden Sprachwechsel (im Transkript durch graue Linien markiert) scheinen dabei jeweils mit einem Wechsel der Konzeptfacetten einherzugehen. Dieses Phänomen haben wir auch an vielen anderen Stellen beobachtet (vgl. Prediger et al. 2019; Redder et al. 2018). In dieser *sprachwechselbedingten Emergenz weiterer Konzeptfacetten* steckt auch eine große verstehensfördernde, *epistemische Chance* für den Aufbau eines facettenreichen Konzeptverständnisses für das Konzept des proportionalen Zusammenhangs.

Gleichzeitig zeigt das Transkript allerdings auch typische Grenzen einer ungesteuerten Mehrsprachigkeitsnutzung in sprachhomogenen Kleingruppen: Nirgends im Transkript werden die *Bezüge* zwischen den Konzeptfacetten explizit verbalisiert, sie bleiben stattdessen unverbunden nebeneinanderstehen. Dies wird im Analyse-schemata deutlich an der häufigen Kodierung von ‚Wechseln‘ und ‚Übersetzen‘, aber nicht ‚Versprachlichen der Verknüpfung‘ oder ‚Präzisieren‘. Es ist zu vermuten, dass Esra dadurch nicht wirklich die Bedeutungen mitkonstruiert. Denn Verstehen von Bedeutungen setzt stets ein Verknüpfen mit bereits vertrauten Gedanken voraus, das Ömer hier zwar mit seinen verschiedenen Äußerungen insgesamt zu gelingen scheint, Esra jedoch noch nicht. Ahmet fordert wiederholt die Bezugnahme

auf bzw. die Verknüpfung mit dem Zahlenstrahl ein, kann sich damit jedoch nicht bei Ömer durchsetzen.

Es zeigt sich auch in anderen Transkripten, dass die explizite Versprachlichung der Verknüpfung oft nur durch die Lehrkraft angeleitet werden kann – oder aber durch Aufgaben, die genau darauf fokussieren. Eine solche explizitere Verknüpfung der Konzeptfacetten kann auch über eine explizitere Verknüpfung der Sprachen erreicht werden, wie die folgenden Transkripte zeigen.

5.2 Gezielte Verknüpfung durch Übersetzung bedeutungsbezogener Ausdrücke

Die Aufgabe in Abbildung 4 regt die explizitere Verknüpfung der Sprachen und Konzeptfacetten an, indem sie zur Kovariation proportionaler Zusammenhänge einen deutschen Satzbaustein anbietet und ihn in weitere Sprachen übersetzen lässt.

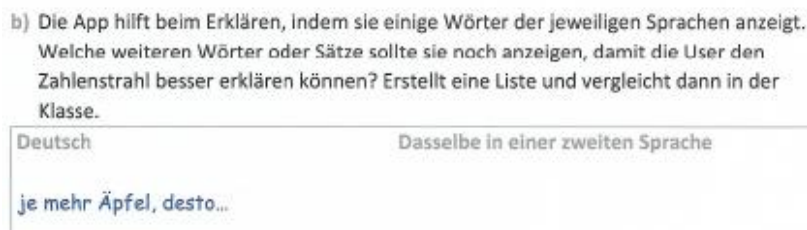


Abb. 4: Aufgabe zum Ergänzen und expliziten Übersetzen eines bedeutungsbezogenen Sprachbausteins – Anregung zur Konzeptreflexion.

Die Transkripte 2a und 2b zeigen, wie diese Aufgabe zum Übersetzen eines bedeutungsbezogenen Satzbausteins vielfältige Verknüpfungen und dadurch reichhaltige Sichtweisen auf den Lerngegenstand anregen kann, in unmoderierter Kleingruppe und moderiertem Klassengespräch.

Transkript 2a in unmoderierter Kleingruppe

Das Transkript 2a wird nur in den relevanten Äußerungen dokumentiert, für die verschiedene Übersetzungen angeboten werden (siehe auch die Legende unter Abbildung 5). Sie zeigt die türkisch-deutsch-sprachige Kleingruppe aus Transkript 1 (in Abbildung 3), die die Ergänzung und das Übersetzen des bedeutungsbezogenen Sprachbausteins „je mehr ... desto ...“ ins Türkische ausführlich diskutiert. Die Analysespalte der Abbildung 5 lässt das intensive Ringen der Lernenden erkennen, das als wiederholtes Präzisieren kodiert ist. Interessant ist in diesem Transkriptausschnitt, wie die Lernenden bei ihren wiederholten Präzisierungsaktivitäten für die beiden Satzbestandteile („je“ für die Bedingung und „desto“ für die Folge) jeweils unterschiedliche Konzeptfacetten aktivieren.

| Transkriptausschnitte aus Transkript 2a mit zerlegten Turns: | | |
|---|---|---|
| TurnBedingung | Folge | Verknüpfungsaktivitäten und Konzeptfacetten |
| 6 <i>Aufgabe:</i> Je mehr Äpfel, ... 9 <i>Ömer:</i> Daha çok elma varsa Daha çok elma var-sa Mehr viel Apfel es geb-KOND (Würde es mehr Äpfel geben) | <i>Ahmet:</i> desto teurer wird der Preis | <i>Kovariation</i> Übersetzen: bD→bT <i>Variation 1. Größe (o. 2. Größe)</i> durch Vergleich zweier x-Werte  |
| 13- <i>Ömer:</i> 14 Daha çok elmalar gelirse Daha çok elma-lar gel-ir-se Mehr viel Apfel-PL komm-AOR-KOND (Würden mehr Äpfel kommen,) | <i>Halil:</i> fiyatı daha çok çıkar fiyat-ı daha çok çık-ar Preis-AKK mehr viel steig-AOR (steigt der Preis mehr) | <i>Ömer:</i> Präzisieren: bT→bT <i>Variation 1. Größe</i> <i>Halil:</i> Präzisieren: bT→bT <i>Kovariation der Kovariation</i>  |
| 13- 15 | <i>Esra:</i> fiyatı çoğalır fiyat-ı çoğal-ır Preis-AKK zunehm-AOR (der Preis nimmt zu) | <i>Esra:</i> Präzisieren: bT→bT <i>Kovariation (für alle Werte)</i>  |
| 19 <i>Ömer:</i> Kaç elma varsa Kaç elma var-sa Wie viel Apfel es geb-KOND (Wie viel Äpfel es geben würde,) | <i>Ömer:</i> fiyatı kaç olur fiyat-i kaç ol-ur Preis-AKK so viel sein-AOR (so viel ist der Preis) | Präzisieren: bT→bT <i>Zuordnung</i>  |
| 22 <i>Esra:</i> Fazla elma alınca Fazla elma al-inca Mehr Apfel kauf-KONV (Sobald mehr Äpfel gekauft sind,) | <i>Esra:</i> fiyatı çoğalır fiyat-ı çoğal-ır Preis-AKK zunehm-AOR (nimmt der Preis zu) | Übersetzen: bT mithilfe kD <i>Kovariation zw. Wertepaaren</i>  |
| 30 <i>Ömer:</i> Daha çok elma alırsan Daha çok elma al-ır-san Mehr viel Apfel kauf-AOR-KOND-2SG (Würdest du mehr Äpfel kaufen,) | <i>Ömer:</i> elmaların fiyatı çıkar elma-lar-ın fiyat-ı çık-ar Apfel-PL-POSS Preis-AKK steig-AOR (der Äpfel Preis steigt) | Präzisieren: bT→bT <i>Kovariation zw. Wertepaaren</i>  |
| 42 <i>Esra:</i> Ne kadar elma varsa Ne kadar elma var-sa Wie viele Äpfel geb-KOND (Wie viele Äpfel es geben würde,) | <i>Esra:</i> fiyatı o kadar fiyat-ı o kadar Preis-AKK so viel (so viel der Preis) | Präzisieren: bT→bT <i>Zuordnung</i>  |
| 57 <i>Esra:</i> Ne kadar elma varsa ne kadar elma var-sa Wie viele Äpfel geb-KOND (Wie viele Äpfel es geben würde,) | <i>Esra:</i> fiyatı o kadar çoğalır fiyat-ı o kadar çoğal-ır Preis-AKK so sehr zunehm-AOR (so viel nimmt der Preis zu) | Präzisieren: bT→bT <i>Kovariation von 0 ab für ein (x/y)</i>  |

Legende der Übersetzung in vier Zeilen:

1. Zeile Lernenden-Äußerung in Türkisch, 2. Zeile Morphologische Struktur der Äußerung,
3. Zeile Interlinearübersetzung: KOND Konditional, AOR Aorist, AKK Akkusativ, KONV Konverb, SG Singular, PL Plural, POSS Possessiv
4. Zeile (Äußerungsbezogene Übersetzung)

Abb. 5: Ausschnitte aus Transkript 2a und ihre Analyse:
Ringieren um Satzbausteine mit variierten Formulierungen.

Die Herausforderung der Übersetzungsaufgabe besteht in der Übertragung der deutschen „je-desto“-Konstruktion ins Türkische. Darauf konzentrieren sich auch die hier beteiligten Lernenden. Dabei scheint es ihnen allerdings weniger darum zu gehen, eine korrekte Übersetzung für die deutsche Formulierung zu finden, sondern vorrangig darum, den gedanklich-konzeptuellen Kern angemessen im Türkischen abzubilden. So begnügen sie sich nicht mit der rasch gefundene Konditionalstruktur (z.B. „Daha çok elma varsa“ [Würde es mehr Äpfel geben]) zur Übertragung des deutschen „je“. Stattdessen probieren sie in einer Batterie von Umformulierungen weitere türkische Verbalsuffixe, um den in der „je-desto“-Konstruktion angelegten Gedanken der strengen Monotonie zu formulieren. Die Lernenden greifen dabei in fast allen Umformulierungsversuchen auf den Aorist zurück. Diese schwierige Kategorie besagt eigentlich Nicht-Zeitlichkeit und ist mit traditionellen temporaldeiktischen Situierungen, wie sie z.B. das Deutsche durch Temporalmorpheme realisiert, kaum verrechenbar. Im Türkischen wird zumeist Habitualität oder generische Verallgemeinerung als Funktion genannt, was jedoch nur ein sehr kleines Spektrum faktischer Vorkommnisse abdecken kann. Offenbar wird eine Entbindung oder Absehung von bestimmten konstellativen Gegebenheiten bewirkt, welche wiederum mit illokutiven Qualitäten in ein modifizierendes Wechselverhältnis eintreten können.¹ Jedenfalls ist die Eignung einer derartigen konstellativen Entbindung für die Verbalisierung des im Deutschen durch „je ... desto“ formulierten mathematischen Zusammenhangs in seiner Systematik durchaus nachvollziehbar.

Es ist hier zudem diskursiv außerordentlich fruchtbar, denn mathematikdidaktisch gesehen emergieren durch die zahlreichen Übersetzungsversuche Formulierungen, die je verschiedene Konzeptfacetten ansprechen. Der Ausgangsbaustein, bezogen auf das streng monotone Wachstum proportionaler Funktionen, gewinnt unterschiedliche Nuancierungen der Facette Kovariation. Dabei wird auch der Zuordnungsaspekt angesprochen.

Transkript 2b: Sammeln und Vergleichen der Übersetzungen bedeutungsbezogener Sätze im Unterrichtsgespräch

Das Transkript 2b dokumentiert das Unterrichtsgespräch, in der die sprachhomogenen Kleingruppen nun die bedeutungsbezogenen Satzbausteine der verschiedenen Sprachen (genauer: in den verschiedenen Satz-zu-Satz Übersetzungen) vergleicht. Die Lernenden melden sich, lesen ihre jeweiligen Satzbausteine vor und erläutern sie kurz. Die Lehrerin geht die Übersetzungsvorschläge mit den Lernenden gemein-

¹ Wir danken Erkan Gürsoy für die weiterführenden Hinweise zur Pragmatik des Aorist im Türkischen.

sam durch und heftet sie dabei an die Tafel (siehe Abbildung 6). In der Abbildung ist ebenfalls ein doppelter Zahlenstrahl zu sehen, wo die Sätze verortet werden.



Abb. 6: Tafelbild zum Vergleich der bedeutungsbezogenen Satzbausteine.

Die Diskussion der Satzbausteine von nicht-geteilten Sprachen in der geteilten Sprache Deutsch ist möglich, da die Lernenden ihre Sätze mitsamt Übersetzungen anbieten.

In Turn 8 wiederholt die Lehrerin die deutschsprachige Übersetzung der arabischsprachigen Äußerung „Bei 5 Äpfeln sind es zwei Euro 50 fünfzig“ und fragt nach weiteren Übersetzungen. Die polnisch-sprachige Gruppe bietet „nim wienzej jabłek, jest ta zena droszej“ (Turn 19). Für die Übersetzung greifen die Lernenden allerdings nicht auf wörtliche Übersetzungen zurück (wörtlich übersetzt hieße es „je mehr Äpfel, ist der Preis teurer“), sondern auf die sinngemäße, d.h. propositional konzentrierte Übersetzung durch den vorgegebenen deutschsprachigen Satzbaustein. Die Lehrerin fragt nicht weiter nach einer verfeinerten Übersetzung, was eine Chance zur weiteren Auffaltung geboten hätte. Sie setzt den Fokus auf den inhaltlichen Vergleich beider gelieferter Übersetzungen (aus dem Arabischen und Polnischen gemäß rephrasiertem Turn 8 und Turn 19), indem sie in Turn 23 eine Erklärung für die mathematische Passung der Satzinhalte und eine Explizierung fordert.

Als Antwort verknüpft Ömer in den Turns 24 und 25 die angesprochenen Konzeptfacetten: Ausgehend von der konkreten Zuordnung zweier Werte (5 Äpfel → 2,50 €) geht er zur Versprachlichung der Kovariation über, indem er weitere Werte beider Größenbereiche in Betracht zieht und das Verhältnis dieser zueinander verallgemeinert. Er nimmt eine implizite Abgrenzung der Zuordnungs- und Kovariationsfacette vor, die nicht weiter expliziert wird.

| Transkript 2b KE1-A-AU-181102_T_V2 | | | Vernetzungsaktivitäten | Rekonstruierte Konzeptfacette |
|------------------------------------|----------|--|--|-------------------------------|
| 7 | Baz | Bei 5 Äpfeln kostet es zwei Euro 50 fünfzig [<i>bezieht sich auf die Übersetzung des arabischsprachigen Satzes, der davor vorgelesen wurde</i>]. | Übersetzen: bA→bD | Zuordnung |
| 8 | Lehrerin | [...] Wer hat noch einen Satz geschrieben, der zu diesem Satz passt? In den anderen Sprachen? | | |
| 9 | Elka | Wir haben noch eins [<i>Lernende geben Lehrerin den polnischen Satz</i>] | | |
| ... | | | | |
| 13 | Lehrerin | Kannst du das lesen? | | |
| 14 | Ömer | Ja | | |
| 15 | Lehrerin | Was steht da? | | |
| 16 | Ömer | Oh nein. Das kann ich nicht lesen, das ist polnisch | | |
| 17 | Alle | [<i>lachen</i>] | | |
| 18 | Schüler | Könnt ihr das vorlesen? | | |
| 19 | Piotrek | Nim wienzej jabtek, jest ta zena droszej [<i>Liest polnisch vor, wörtlich übersetzt „je mehr Äpfel, ist der Preis teurer“</i>] | bP | Kovariation |
| 20 | Lehrerin | Wer kann vermuten, was das bedeuten kann? | | |
| 21 | Sadik | Je mehr Äpfel man kauft, desto teurer es ist | Übersetzen: bP→bD | Kovariation |
| 22 | Lehrerin | Könnten wir das dem 1. Satz [<i>aus Turn 7</i>] zuordnen? | | |
| 23 | Lehrerin | Könnte das zu dem Satz hier passen? Ja, nein, warum? | Aufforderung zum Explizieren der Passung | |
| 24 | Ömer | Da steht im Satz ja, ähm, 5 Äpfel kosten 2,50 € | bA(bD) | Kov.→ Zuord. |
| 25 | Lehrerin | Das ist das hier [<i>zeigt auf den ersten Satz</i>] | | |
| 26 | Ömer | Wenn es mehr sind, dann kostet es mehr | Versprachlichen: bD↔bD | Zuord. ↔ Kov. |
| 27 | Lehrerin | Genau. Was bedeutet das nochmal? [<i>stellt die Frage direkt der polnischsprachigen Gruppe</i>] | Aufforderung zum Übersetzen | |
| 28 | Elka | Je mehr Äpfel, desto teurer ist der Preis. | Übersetzen:bP→bD | Kovariation |
| 29 | Lehrerin | Wer hat weitere Sätze? | | |
| 30 | | [<i>Schüler überreichen einen weiteren Satz</i>] | | |
| 31 | Lehrerin | Welche Sprache ist das? | | |
| 32 | Anna | Russisch | | |
| 33 | Lehrerin | Was steht hier? | | |
| 34 | Anna | [<i>russischer Satz wird vorgelesen</i>] | | |
| 35 | Lehrerin | Und was heißt das? | | |
| 36 | Anna | Dasselbe | Übersetzen: bP↔bR | Kovariation |
| 37 | Lehrerin | Also das steigt. Der Preis wächst, steigt. Wenn ich mehr Äpfel kaufe, dann muss ich einen höheren Preis bezahlen. Das können wir auch auf Russisch so ausdrücken | Präzisieren: bD | |
| 38 | Esra | Wir haben das auch [<i>die Lernenden aus der türkischsprachigen Gruppe melden sich</i>] | Übersetzen: bP-bR↔bT | Kovariation |
| ... | | | | |
| 42 | Ömer | Ne kadar elma varsa, o kadar [<i>türkischer Satz wird vorgelesen</i>] | | |
| 43 | Ömer | Also, je mehr Äpfel, desto... | Übersetzen: bT→bD | Variation |
| 44 | Lehrerin | Je mehr Äpfel, desto...Desto was? Wie könnte man diesen Satz zu Ende bringen | Aufforderung zum Ergänzen | |
| 45 | Esra | Desto teurer | Präzisieren: bD↔bD | Var ↔ Kov |

Abb. 7: Ausschnitte aus Transkript 2b und ihre Analyse:
Verpasste Chancen durch fehlende wörtliche Übersetzungen.

Die Lehrerin holt bei den Lernenden weitere übersetzte Aussagen ein. So kommen in Turn 30 der russische und in Turn 38 der türkische Satz in den gemeinsamen Diskussionsraum. Der russische Satz wird vorgelesen (Turn 34) und die gleiche Bedeutung nur cursorisch konstatiert (Turn 36), ohne eine weitere ausdrucks-

bezogene Aufschlüsselung oder sprachliche Charakterisierung des Äußerungsaktes im Russischen (ggf. im Vergleich zum Polnischen als anderer slawischer Sprache) zu geben.

Da die Lehrerin die russische Sprache mit den Lernenden nicht teilt, kann sie andere Verknüpfungsstellen nicht selbst finden. Sie leitet jedoch in Turn 37 eine Verknüpfung von „wenn-dann“-Konstruktionen mit den bis dahin diskutierten „je-desto“-Konstruktionen an. Dabei werden ebenso die vielfältigen Formulierungsvariationen „der Preis steigt“, „der Preis wächst“, „einen höheren Preis bezahlen“ für „... desto teurer“ miteinander in Beziehung gesetzt.

In Turn 42 liest Ömer den türkischen Satz und übersetzt ihn gleich. Im türkischen Satzbaustein haben die Lernenden die Bedingung aufgeschrieben und die Folge offen gelassen: „ne kadar elma varsa, o kadar...“ (von den Lernenden auch übersetzt mit „Je mehr Äpfel, desto...“). Das nutzt die Lehrerin als Gelegenheit, um weitere Ergänzungen anzufordern.

Würde die Lehrerin die türkische Grammatik kennen, hätte sie die subtile Differenz zwischen der türkischen Konstruktion und der deutschen „je-desto“-Formulierung zur vertieften Sprachreflexion nutzen können: Das Konditional „varsa“ ließe sich durch „Wie viele Äpfel es geben würde, so viel ...“ besser übersetzen; die Übertragung läge dann näher am Zuordnungsaspekt, die Dynamik des Kovariationsaspekts ist verschwunden und nur im Konditional abgebunden. Ohne diese linguistische Kenntnis verpasst sie diese Chance jedoch.

Da die vergleichende Auseinandersetzung mit den einzelnen Sprachen aufgrund der jeweils nur sinngemäßen Übersetzungen und Rückübersetzungen nicht gelingt, initiiert die Lehrerin stattdessen eine Reflexion über die äußere Struktur der Sätze (siehe Transkript 2c und seine Analyse in Abbildung 8).

Transkript 2c: Vergleichen der äußeren Struktur der Sätze im Unterrichtsgespräch

| Transkript 2c KE1-A-AU-181102_T_V2 | | | Vernetzungs- aktivitäten | Rekonstruierte Konzeptfacette |
|------------------------------------|----------|---|-------------------------------|----------------------------------|
| 46 | Lehrerin | Was seht ihr hier? Es sind unterschiedlichen Sprachen, aber guck mal hier in der Struktur. Was ist gemeinsam in diesen vier Sätzen? ... | Verknüpfung explizieren | |
| 47 | Sainab | Sie haben alle die gleiche Bedeutung | bP↔bR↔bT↔bD | |
| ... | | | | |
| 50 | Koray | Sie werden anders geschrieben | | |
| 52 | Alesya | Sie haben ähnliche Buchstaben | | |
| 54 | Kira | Die Anzahl der Wörter | | |
| 55 | Lehrerin | Es gibt noch etwas, was in jedem Satz ist | | |
| 56 | Dima | Ein Komma | | |
| 57 | Lehrerin | Ein Komma, ja. Guck mal, in jedem Satz ist ein Komma | | |
| 58 | Lehrerin | Was bedeutet das? | | |
| 59 | Esra | Dass wir zwei Satzteile haben | | |
| 60 | Lehrerin | Was bedeutet der erste Teil von diesem Satz? | | |
| 61 | Piotrek | Je mehr Äpfel | | |
| 62 | Lehrerin | Genau, wo sehe ich das hier auf dem doppelten Zahlenstrahl? Je mehr Äpfel [<i>wiederholt im langsamen und kontinuierlichen Ton</i>] Wo genau auf dem doppelten Zahlenstrahl kann ich das sehen? | Übersetzen: bD→Strahl | |
| 63 | Ridvan | Oben? | | |
| 64 | Lehrerin | Oben. Oder, je mehr Äpfel [<i>Lehrerin bewegt die Kreide entlang des Zahlenstrahls um das kontinuierliche Wachstum zu verdeutlichen</i>]. Auch mit dieser Bewegung | Strahl↔bD↔ Gesten | |
| 65 | Lehrerin | Und was sagt der zweite Teil? | | |
| 66 | Ahmet | Desto teurer der Preis | Präzisieren: bD→bD | <i>Kovariation</i> |
| 67 | Lehrerin | Desto höherer der Preis [<i>markiert den Teil nach dem Komma bei dem ersten mehrsprachigen Satz farbig</i>] | | |
| 68 | Lehrerin | Wo kann ich das sehen? | Exemplifizieren: bD→Strahl | |
| 69 | Baz | Unten | | |
| 70 | Lehrerin | Warum unten? | | |
| 71 | Halil | Weil unten, schon die Anzahl der Äpfel steht | | |
| 72 | Lehrerin | Was ist die Beschriftung von dem unteren Zahlenstrahl? | | |
| 73 | Berat | Euro | | |
| 74 | Lehrerin | Was ist die Beschriftung von dem oberen Zahlenstrahl? | | |
| 75 | Halil | Äpfel | | |
| 76 | Lehrerin | Das heißt, da ist ein einziger Satz in drei unterschiedlichen Sprachen, der mir ganz wichtige Informationen gibt über den Zusammenhang zwischen zwei... | | |
| 77 | Sainab | Zwischen zwei Werten | | |
| 78 | Lehrerin | Ja, genau. Zwei Werte haben wir. Und wie heißen sie in dieser Situation? | Präzisieren fD→bD | |
| 79 | Ömer | Euro | | |
| 80 | Lehrerin | Euro oder Preis. Und? | | |
| 81 | Ömer | Die Äpfel | | |

Abb. 8: Ausschnitte aus Transkript 2c und ihre Analyse: Komma-Struktur führt zur Kovariation.

Die Umfokussierung auf den Äußerungsakt, genauer: die sprachenübergreifende, schriftliche Struktur des Kommas, ermöglicht der Lehrerin ab Turn 59 eine Abstraktion auf die Kovariation als dynamische Beziehung von zwei Größen allgemein:

In allen ihnen verfügbaren Sprachen haben die Lernenden die zwei Satzteile des Bedingungssatzes durch ein Komma getrennt (z.T. durch regelwidrigen Transfer deutscher Kommaregeln in andere Sprachen). Zwischen Turn 55 und 71 leitet die Lehrerin dadurch eine gezielte Verknüpfung mit der graphischen Darstellung an. Im ersten Satzteil steht die erste Größe, die auf dem doppelten Zahlenstrahl oben steht, im zweiten Satzteil die unten abgetragene zweite Größe. Dabei zeigt sie nicht nur die Beziehung zwischen den Größen oben und unten; sie verdeutlicht mit Gesten auch das gleichmäßige Wachstum, aus dem „je...,desto...“ und schafft so interessante Lerngelegenheiten für das Verknüpfen von Konzeptfacetten in verschiedenen Darstellungen und Sprachen.

Transkript 3: Geteilte Sprachen ermöglichen tiefere Verknüpfungen

Tiefer in die Konzeptfacetten kann die Lehrerin am nächsten Tag in der Wiederholungsphase eindringen, als sie den Textbaustein der ihr vertrauten englischen Sprache aufgreift, den die rein deutschsprachige Gruppe mit ihren Fremdsprachenkenntnissen erzeugt hat.

| Transkript 3 | | | Vernetzungs- aktivitäten | Rekonstruierte Konzeptfacette |
|--------------|----------|--|-------------------------------|----------------------------------|
| 20 | Daniel | [Berichtet, was in der letzten Stunde besprochen wurde] Der Preis steigt, umso mehr Äpfel man kauft | Übersetzen: bD→bD | Kovariation |
| 21 | Lehrerin | Genau der Preis steigt, wenn ich mehr Äpfel kaufe. In dem Fall, wenn sie mehr Äpfel verkaufen, haben sie auch mehr Geld. Es gibt da noch zwei Sätze, die ich gefunden habe, die ich ganz spannend fand. [liest den englischen Satz vor] „All prices have, äh all apples have the same price.“ Was heißt das? | | |
| 22 | Ömer | Alle Äpfel haben denselben Preis? | Übersetzen: bE→bD | Einheitsbildung |
| 23 | Lehrerin | Alle Äpfel haben denselben Preis. Das ist nicht so selbstverständlich. Was denkt ihr, wie hat oder wie ist die Gruppe auf die Idee gekommen, dass alle Äpfel denselben Preis haben? ... Woran erkennt man das am doppelten Zahlenstrahl? | | |
| 24 | Alesya | Dass pro Apfel 50ct dazukommen | Versprachlichen: Strahl↔bD | Additive Änderung |

Abb. 9: Ausschnitte aus Transkript 3 und ihre Analyse: Erarbeitung einer neuen Konzeptfacette.

Den Satz „All apples have the same price“ (Turn 21) hat sie zur weiteren Besprechung ausgewählt, weil er die Einheitenbildung als weitere Konzeptfacette anspricht und damit über die diskutierte Kovariationsfacette hinausgeht (siehe Abbildung 1 und 2). Die Lernenden beziehen sich implizit auf die Existenz eines festen Faktors, zurückzuführen auf den Preis pro Apfel als inhaltlichen Kern der proportionalen Zusammenhänge, und beziehen das bedeutungsbezogene Sprachmittel „pro“ ein. „Dass pro Apfel immer fünfzig Cent dazukommen“ (Turn 24) ist eine Verallgemeinerung, bei der weitere multiplikative Strukturen des Zusammenhangs

sichtbar gemacht werden können. Auf diese Weise wird der englischsprachige Satzbaustein zum Ausgangspunkt für das nächste inhaltliche Lernziel, die dritte Konzeptfacette aus Abbildung 1.

Zwischenfazit

Insgesamt zeigen die Analysen der Transkripte 2a–c und 3, dass das moderierte Unterrichtsgespräch entscheidend ist für die Orchestrierung der Beiträge aus den sprachhomogenen Kleingruppen. Im Klassengespräch werden sieben Sprachen für alle Lernenden thematisiert, auch wenn sie nicht geteilt werden. Die mehrsprachigkeitsbezogenen Unterrichtsgespräche leben von der Zusammenarbeit zwischen den Lernenden mit ihren handlungspraktischen Expertisen für ihre Familiensprachen und der Lehrkraft als fachliche Rahmenseberin. Geeignete graphische Darstellungen sind inhaltliche Vermittler zwischen den Sprachen und können den Aufbau von mathematischem Konzeptverständnis unterstützen.

Allerdings zeugen die Gespräche auch von vielen verpassten Chancen (in Transkript 2a und 2b), durch den genaueren Vergleich von sprachlichen Nuancen eine vertiefte Reflexion anzustoßen. Dies wird nur möglich, wenn einer der Gesprächsbeteiligten (Lehrkraft oder Lernende) die Feinheiten ihrer Satzbausteine explizieren und tatsächlich nicht nur sinngemäße, sondern auch wörtliche Rückübersetzungen anbieten und mit dem mathematischen Wissen in Relation setzen kann (wie in Transkript 3).

6 Rückblick und Ausblick: Didaktisch relevante Ansätze zum Mobilisieren mehrsprachiger Ressourcen für Konzeptaufbau

6.1 Rückblick: Mehrsprachigkeitseinbeziehende Ansätze und (verpasste) epistemische Chancen

Die analytischen Einblicke in die Designexperimente in Kapitel 4 zeigen, welche epistemische, d.h. wissensaktivierende und -befördernde Funktion das Mobilisieren mehrsprachiger und multimodaler Ressourcen für die Aufbau-Prozesse von Konzeptverständnis haben kann: Indem Lernende auf vielfältige Ausdrucksmöglichkeiten in verschiedene Sprachen und Darstellungen zurückgreifen können, steigt die Möglichkeit, auch mehrere Konzeptfacetten zu aktivieren (vgl. Prediger et al. 2019). Je nachvollziehbarer die verschiedenen Ausdrucksmöglichkeiten für alle im Diskurs vernetzt werden, statt sie lediglich zu benennen und nebeneinander zu stellen, desto größer sind die Potentiale, ein facettenreiches Konzeptverständnis zu entwickeln.

Untersucht wurden dazu zwei unterschiedliche Konstellationen:

- unmoderierte Kleingruppen mit geteilter Mehrsprachigkeit (Transkript 1 und 2a)
- moderierte Unterrichtsgespräche bei nicht-geteilter Mehrsprachigkeit (Transkript 2b, 2c und 3)

Unmoderierte Kleingruppen mit geteilter Mehrsprachigkeit können im Unterricht hergestellt werden, indem Lernende mit verwandten Sprachen (z.B. Italienisch und Spanisch zusammen) zur zweisprachigen Zusammenarbeit ermutigt oder aufgefordert werden; einsprachige Lernende nutzen ihre erste Fremdsprache. Das Transkript 1 zeigt exemplarisch mögliche Wirkungen, die sich auch in anderen Kleingruppen mit geteilter Mehrsprachigkeit gezeigt haben (vgl. z.B. Redder et al. 2018; Prediger et al. 2019; Redder et al. im Druck): Sprachhomogene Kleingruppen ermöglichen in den Erarbeitungsphasen eine Bewegung, einen Flow der Gedanken im flexiblen Wechsel zwischen den Sprachen und somit eine erleichterte kommunikative Verständigung über mathematische Aufgaben, allgemeiner: Themenstellungen (*kommunikative Funktion*). Auch für die fremdsprachliche Kommunikation Englisch-Deutsch kann mehrsprachiges Denken die Lernprozesse vertiefen, sodass sich mehrsprachiges Handeln bei gezielter Nutzung als verstehensförderlich erweisen kann (Redder et al. 2018; Prediger et al. 2019).

Manchmal gehen Sprachenwechsel und die mehrsprachigen propositionalen Denkprozesse mit der Emergenz neuer Konzeptfacetten einher. Zwar ist sprachwechselbedingte Emergenz nicht die einzige Möglichkeit – auch andere Darstellungsformen lassen oft weitere Konzeptfacetten emergieren – aber sie ist ein zusätzlicher Katalysator, der zuweilen *epistemische Chancen* mit sich bringt (wie in Transkript 2c und 3). Die hier vorgenommenen mathematikdidaktischen Analysen und linguistischen Erschließungen der sprachlichen Äußerungen bedeuten natürlich nicht, dass sich die Jugendlichen der gewählten sprachlichen Konstruktionen und mathematikdidaktischen Konzeptfacetten bewusst sind; dennoch erweisen sie sich als lernförderlich. Was in Transkript 1 beiläufig erfolgt, kann auch durch den Auftrag „Erkläre in zwei Sprachen“ explizit im Aufgabenmaterial angeregt werden.

Die epistemischen Chancen für den Aufbau facettenreichen Konzeptverständnisses wirklich voll *auszunutzen* erfordert allerdings oft eine explizitere Verbalisierung dazu, wie die Bedeutungen und Darstellungen zusammenhängen. Diese erfolgt in ungesteuerten Kleingruppen selten von allein, sie kann aber angeregt werden durch gezielte Aufgaben mit vor allem zwei Typen von Aufträgen:

- bedeutungsbezogenem Erläutern und Erklären (mit oder ohne Bezug zum Aktanten, aber orientiert an den Konzeptfacetten);
- gedanklich auf das Ganze des Gehaltes orientiertes Übersetzen bedeutungsbezogener Satzbausteine (mit seinen Potentialen für eine Sprachreflexion)

Die Analyse des Transkripts 2a zeigt, dass der gezielte Auftrag zum Übersetzen eines bedeutungsbezogenen Satzbausteines bei Lernenden ein eindrucksvolles, eigenständiges Ringen um Präzisierungen hervorbringen kann. Dieses ist ausgesprochen effektiv, um epistemische Chancen freizulegen, wie die Analyse der vielfältigen Konzeptfacetten in Abbildung 5 zeigt. Die Analyse einer äußerlich ähnlichen Szene mit formalbezogenem Satzbaustein („Die Steigung ist 2“) in einer weiteren Publikation (Wagner et al. 2021) aus demselben Projekt zeigt, dass formalbezogene Satzbausteine dieses Potential nur schwieriger freilegen und meist in eine Wort-für-Wort-Übersetzung münden.

Das Transkript 2a zeigt jedoch auch, dass die Konzeptfacetten expliziert, also nicht nur geäußert, sondern auch mathematisch erklärt und miteinander verknüpft werden sollten, bevor daraus ein konsolidiertes, facettenreiches Konzeptverständnis entsteht und nicht nur oberflächliche Vergleichsprozesse aktiviert werden. In moderierten Kleingruppen mit geteilter Mehrsprachigkeit (bei denen die Lehrkraft die Sprache der Lernenden teilt), konnten wir dies als möglich (vgl. Prediger et al. 2019; Wagner et al. 2018) und quantitativ messbar lernwirksam (vgl. Schüler-Meyer et al. 2019) nachweisen.

In der gängigen Konstellation von sprachlich diversen Regelklassen dagegen muss eine Lehrkraft auch mit *nicht-geteilten Sprachen* umgehen; dies stellt sie vor viele zusätzliche Herausforderungen. Die Situation des moderierten Klassengesprächs aus den Transkripten 2b und 2c lässt erahnen, wie das Zusammenbringen unterschiedlicher Übersetzungen auch dann möglich wird, wenn die Lernenden bzw. die Lehrkräfte die Übersetzungen nicht verstehen; Transkript 3 zeigt, dass es noch tiefgehender funktioniert, wenn die Lehrkraft die Sprache versteht. In den Transkripten 2b und 2c mit nicht-geteilter Mehrsprachigkeit wird die Mehrsprachigkeit aller Lernenden ‚sichtbar‘ gemacht. Dadurch werden unterschiedliche sprachliche Zugänge zu mathematischem Denken offenbart, die, bei entsprechender Erläuterung durch die jeweiligen Sprechenden, auch anderssprachliche Lernende in ihrem Denken stimulieren können. Die so eröffneten Zugänge können positiv gewendet werden, indem sie komparativ mit dem Bekannten konfrontiert und auf die jeweiligen mathematischen Konzepte und Bedeutungen bezogen werden. Dies ist nicht an jeder Stelle im Unterricht relevant, sondern vor allem bei den reichhaltigen fachlichen Konzepten.

Wie gut der Vergleich die Tiefen leicht unterschiedlich nuancierter Konzeptfacetten freilegt, steht und fällt allerdings zum einen mit den Fähigkeiten der Lehrkräfte, diese zu erkennen und fachdidaktisch treffsicher zu nutzen. Dafür sind bislang nur wenige Lehrkräfte angemessen vorbereitet, sodass diesbezügliche Fortbildungsangebote aufzubauen sind. Sie steht und fällt zum anderen mit der Qualität der Rückübersetzungen der Lernenden ins Deutsche: Wenn diese nur sinngemäß erfolgen,

können gerade die für Reflexionen interessanten subtilen Unterschiede verloren gehen. Die fehlende Präzision in den Rückübersetzungen ist eine wichtige Grenze, die nicht außer Acht gelassen werden darf. Diese in Transkript 2b und 2c sichtbare Grenze wurde ebenfalls auch in anderen Analysen gefunden (vgl. Prediger/Uribe 2021; Redder et al. im Druck). In den insgesamt vier Designexperiment-Serien lassen sich *mehr verpasste Chancen als tatsächlich genutzte Momente* finden, in denen die epistemischen Potentiale der Sprachenvernetzung in Unterrichtsgesprächen bei nicht-geteilter Mehrsprachigkeit wirklich ausgenutzt wurden, so wie in Transkript 2c und 3. Die nur sinngemäßen Rückübersetzungen sind teilweise auf geringe Sprachkompetenzen in der einen oder anderen Sprache zurückzuführen, manchmal aber auch nur auf fehlende Sprachbewusstheit trotz vorhandener Kompetenzen; beides gilt es daher auszubauen. Diese Befunde müssen allzu leichtfertige Einschätzungen der Lernpotentiale mehrsprachigen Unterrichts etwas relativieren. Nutzung mehrsprachiger Ressourcen ist Arbeit – für alle.

6.2 Konsequenzen für die Gestaltung eines mehrsprachigkeits-einbeziehenden Unterrichts

In den hier und andernorts analysierten Designexperimenten (vgl. Uribe in Vorbereitung, Wagner et al. 2021) zeigen sich drei Designelemente als besonders vielversprechend für die Gestaltung mehrsprachigkeitseinbeziehenden Fachunterrichts in sprachlich heterogenen Klassen:

- Anregung des Erläuterns und Erklärens von mathematischen Konzept-Bedeutungen in sprachhomogenen Kleingruppen (wie es in Transkript 1 von allein erfolgt), ggf. mit der geteilten Fremdsprache Englisch, um auch für Lernende aus einsprachig deutschen Familien verbindlich zu sein;
- aufgabenintegrierte und thematisch eingebundene Anregung zum Übersetzen von bedeutungsbezogenen Satzbausteinen (wie in Transkript 2a);
- systematischer Vergleich von Konzeptualisierungen in verschiedenen Sprachen (wie in Episode 2b, 2c und 3) und damit Anregung mehrsprachiger Denkprozesse selbst bei einsprachiger Kommunikation (vgl. Redder 2019).

Diese Aufträge können jeweils in sprachhomogenen Kleingruppen bearbeitet werden und dabei vielfältige Anknüpfungspunkte und Konzeptfacetten elizitieren, die im Unterrichtsgespräch aufgegriffen werden. Dies gelingt insbesondere mit folgenden Maximen (Redder et al. im Druck):

- Es sollte ein wirklich diskursiver Raum für mehrsprachliches Handeln etabliert werden, damit sich ein Nachdenken entfalten kann.
- Dieser Raum für mehrsprachliches Handeln ist zu lokalisieren in den kritischen Phasen der angebahnten Lernprozesse und einzubetten in fachliche Wissensanwendung, an die dann wiederum lehrend angeknüpft wird.

- Lehrkräfte sollten dem Handeln der Lernenden vertrauen, auch wenn sie deren Sprachen nicht alle beherrschen.

Die auf diese Weise elizitierten Anknüpfungspunkte jedoch für eine tiefere Verarbeitung vollständig ‚auszuschlachten‘, erfordert die Moderation durch die Lehrkraft (wahlweise in moderierten Kleingruppen oder im Klassengespräch). Damit wegen zu wenig prägnanter Rückübersetzungen nicht zu viele Chancen dabei verpasst werden (wie in Transkript 2b), sind mittelfristig folgende didaktische Ansätze und Implementationsansätze notwendig und weiter auszuarbeiten:

- **Langfristige Etablierung von Praktiken des mehrsprachigen Denkens und Handelns:** Die Reflexion im Sprachenvergleich ist für Lernende der siebten Klasse sowie ihre Mathematiklehrkräfte bislang keine gut etablierte Praxis; dies könnte das Verschenken epistemischer Potentiale erklären. Zu hoffen wäre daher, dass sich bei konsequenter langfristiger Etablierung angemessener Praktiken die Sprachreflexionserfahrungen der Jugendlichen ausbauen lassen. Auf diese Weise könnten sie zunehmend als handlungspraktische (nicht verkappt sprachwissenschaftliche) Expertinnen und Experten ihrer Sprache präzisere Vergleiche anzustellen lernen und so den Umstand bearbeiten, dass die Lehrkräfte die Unterschiede aufgrund begrenzter Sprachkenntnis nicht identifizieren können.
- **Variation der Sprachenverhältnisse:** Während es in bisherigen Designexperimenten jeweils Aufträge gab, vom Deutschen aus in die Familiensprachen zu übersetzen (Weg 1 vom Deutschen in die anderen Sprachen), könnte auch ein ‚Umdrehen‘ der Sprachen-Richtungen (Weg 2 von den Familiensprachen zum Deutschen) die mehrsprachigen Denkprozesse anregen. Zum Beispiel kann dies durch Internetquellen, Elternbefragung oder anderssprachige Erklärvideos medial unterstützt werden. Beide Wege können den Weg 3 ergänzen, auf Deutsch über Sprachvergleiche zu diskutieren.
- **Fokus auf Bedeutungen im mathematikdidaktischen Sinne:** Epistemische Potentiale scheint der Sprachvergleich vorrangig bei konzeptuellen, sachlich breiten, also bedeutungsbezogenen Sprachbausteinen zu entfalten (d.h. solche, die inhaltliches Denken unterstützen); die im mathematischen Kontext rein formalbezogenen lohnen sich aufgrund ihrer stärkeren Normierung sichtbar weniger (vgl. Redder et al. im Druck). Beide müssen Lehrkräfte in Fortbildungen zu unterscheiden lernen.
- **Fortbildungen:** Fortbildungen zu sprachbildendem Fachunterricht können durch Aspekte mehrsprachig einbeziehenden Unterrichts ergänzt werden, die mit Episoden gelungener und teil-gelungener Sprachreflexion die

Lehrkräfte für die Relevanzen der Verknüpfung und feine Unterschiede sensibilisieren. Sie sollten auch zum Einbezug der Schulfremdsprachen (bzw. weiterer, ggf. mehrsprachigen Lehrkräften zugänglichen Sprachen) ermutigen, weil dann der Zugriff auf feine Unterschiede leichter fällt, wie das Beispiel der englischen Formulierung in Transkript 3 zeigt.

- **Materialintegration:** Da es Lehrkräften meist schwerfällt, ad hoc entstehende epistemische Potentiale dann zu nutzen, wenn die Lernenden geeignete Formulierungen anbieten, können entsprechende Reflexionschancen auch in sprachbildende Unterrichtsmaterialien integriert werden (mit Schulbuch-Charakter). Die Erfahrung zur Nutzung von vorbereiteter Vielfalt statt spontaner Vielfalt aus mathematikdidaktischer Perspektive zeigt, dass
 - die Reflexionsgelegenheiten für die Lernenden fast ebenso eindrücklich sind wie die selbst kreierten (nur bzgl. Motivationsförderung dahinter zurückstehen),
 - Lehrkräfte mit vorbereiteter Vielfalt von Ausdrucksmöglichkeiten und Konzeptfacetten oft produktiver umgehen können als mit spontanen,
 - derartige Nutzungen zur oben bereits beschriebenen langfristigen Etablierung von Reflexionspraktiken beitragen können.

Obwohl eine fundierte und durchgehende Nutzung der epistemischen Potentiale mehrsprachiger und multimodaler Ressourcen also keineswegs ein Selbstläufer ist – insbesondere unter Bedingungen nicht-geteilter Mehrsprachigkeit –, bieten diese Ansätze Möglichkeiten, die es in Zukunft weiter sprach- und fachdidaktisch zu explorieren gilt (ausführlicher in Uribe in Vorbereitung, Wagner et al. 2021).

Förderhinweis. Der Artikel ist entstanden im Projekt *MuM-Multi 2 – Sprachenbildung im Mathematikunterricht unter Berücksichtigung der Mehrsprachigkeit*, das 2017–2020 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wurde (Förderkennzeichen 01JM1703A, Projektleitung S. Prediger und A. Redder).

Literatur

- Ahrenholz, Bernt (Hrsg.) (2010): *Fachunterricht und Deutsch als Zweitsprache*. Tübingen: Narr.
- Apeltauer, Ernst (2013): Mehrsprachigkeit in und vor der Schule. In: Ekinci, Yüksel; Hoffmann, Ludger; Leimbrink, Kerstin; Selmani, Lirim (Hrsg.): *Migration, Mehrsprachigkeit, Bildung*. Tübingen: Stauffenburg, 153–167.
- Barwell, Richard (2018): From language as a resource to sources of meaning in multilingual mathematics classrooms. *Journal of Mathematical Behavior* 50, 155–168.
- Beacco, Jean-Claude; Byram, Michael; Cavalli, Marisa; Coste, Daniel; Cuenat, Miriam E.; Goullier, Francis; Panthier, Johanna (2015): *Guide for the development and implementation of curricula for plurilingual and intercultural education*. Strasbourg: Council of Europe.
- Beese, Melanie; Benholz, Claudia; Chlosta, Christoph (2014): *Sprachbildung in allen Fächern*. München: Klett-Langenscheidt.
- Bührig, Kristin; Duarte, Joana (2013): Zur Rolle lebensweltlicher Mehrsprachigkeit für das Lernen im Fachunterricht – ein Beispiel aus einer Videostudie der Sekundarstufe II. *Gruppendynamik und Organisationsberatung* 44: 3, 245–275.
- Gibbons, Pauline (2002): *Scaffolding Language, Scaffolding Learning. Teaching Second Language Learners in the Mainstream Classroom*. Portsmouth: Heinemann.
- Gravemeijer, Koeno; Cobb, Paul (2006): Design Research from a learning design perspective. In: van den Akker, Jan; Gravemeijer, Koeno; McKenney, Susan; Nieveen, Nienke (Eds.): *Educational Design Research: The design, development and evaluation of programs, processes and products*. London: Routledge, 17–51.
- Haberzettl, Stefanie (2014): Zweitspracherwerb und Mehrsprachigkeit bei Kindern und Jugendlichen in der Migrationsgesellschaft. In: Chilla, Solveig; Haberzettl, Stefanie (Hrsg.): *Handbuch für Sprachentwicklung und Sprachentwicklungsstörungen*. München: Elsevier, 3–18.
- Henschel, Sofie; Heppt, Birgit; Weirich, Sebastian; Edele, Aileen; Schipolowski, Stefan; Stanat, Petra (2019): Zuwanderungsbezogene Disparitäten. In: Stanat, Petra; Schipolowski, Stefan; Mahler, Nicole; Weirich, Sebastian; Henschel, Sofie (Hrsg.): *IQB Bildungstrend 2017: Kompetenzen in den Fächern Deutsch und Mathematik am Ende der Sekundarstufe I im zweiten Ländervergleich*. Münster: Waxmann, 295–336.
- Hiebert, James; Carpenter, Thomas P. (1992): Learning and teaching with understanding. In: Grouws, Douglas A. (Ed.): *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York: Macmillan, 65–97.

- Krüger-Potratz, Marianne (2013): Sprachenvielfalt und Bildung: Anmerkungen zum Kern einer historisch belasteten Debatte. *DDS – Die Deutsche Schule* 105: 2, 185–198.
- Leisen, Josef (2005): Wechsel der Darstellungsformen. Ein Unterrichtsprinzip für alle Fächer. *Der Fremdsprachliche Unterricht Englisch* 78, 9–11.
- Moschkovich, Judit (2002): A Situated and sociocultural perspective on bilingual mathematics learners. *Mathematical Thinking and Learning* 4: 2/3, 189–212.
- MSW – Ministerium für Schule und Weiterbildung, Wissenschaft und Forschung des Landes NRW (1999): *Förderung in der deutschen Sprache als Aufgabe des Unterrichts in allen Fächern. Empfehlungen*. Frechen: Ritterbach.
- OECD (2007): *PISA 2006. Science Competencies for Tomorrow's World* (Bd. 2). Paris: OECD.
- Orrill, Chandra H.; Brown, Rachael E. (2012): Making sense of double number lines in professional development: exploring teachers' understandings of proportional relationships. *Journal of Mathematics Teacher Education* 15: 5, 381–403.
- Planas, Nuria (2018): Language as resource: A key notion for understanding the complexity of mathematics learning. *Educational Studies in Mathematics* 98: 3, 215–229.
- Prediger, Susanne (2019): Welche Forschung kann Sprachbildung im Fachunterricht empirisch fundieren? Ein Überblick zu mathematikspezifischen Studien und ihre forschungsstrategische Einordnung. In: Ahrenholz, Bernt; Jeuk, Stefan; Lütke, Beate; Paetsch, Jennifer; Roll, Heike (Hrsg.): *Fachunterricht, Sprachbildung und Sprachkompetenzen*. Berlin: De Gruyter, 19–38.
- Prediger, Susanne (2020): *Sprachbildender Mathematikunterricht in der Sekundarstufe – ein forschungsbasiertes Praxisbuch*. Berlin: Cornelsen.
- Prediger, Susanne; Kuzu, Taha; Schüler-Meyer, Alexander; Wagner, Jonas (2019): One mind, two languages – Separate conceptualizations? *Research in Mathematics Education* 21: 2, 188–207.
- Prediger, Susanne; Uribe, Ángela (2021): Exploiting the epistemic role of multilingual resources in superdiverse mathematics classrooms: Design principles and insights into students' learning processes. In: Fritz, Annemarie; Gürsoy, Erkan; Herzog, Moritz (Eds.): *Diversity dimensions in mathematics and language learning: perspectives on culture, education and multilingualism*. Berlin: De Gruyter/Mouton, 80–97.
- Prediger, Susanne; Wessel, Lena (2013): Fostering German language learners' constructions of meanings for fractions – Design and effects of a language- and mathematics-integrated intervention. *Mathematics Education Research Journal* 25: 3, 435–456.
- Prediger, Susanne; Zindel, Carina (2017): School Academic Language Demands for Understanding Functional Relationships. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education* 13: 7b, 4157–4188.

- Redder, Angelika (2012): Rezeptive Sprachfähigkeit und Bildungssprache – Anforderungen in Unterrichtsmaterialien. In: Doll, Jörg; Frank, Keno; Fickermann, Detlef; Schwippert, Knut (Hrsg.): *Schulbücher im Fokus. Nutzungen, Wirkungen und Evaluation*. Münster: Waxmann, 83–99.
- Redder, Angelika (2019): Komparative und mehrsprachige Wissenschaftsbildung – Befund und Konzept. In: Huemer, Birgt; Deroey, Katrien; Lejot, Eve (Eds.): *Academic Writing Across Languages: Multilingual and Contrastive Approaches in Higher Education*. Wien: Böhlau, 261–280.
- Redder, Angelika; Çelikkol, Meryem; Wagner, Jonas; Rehbein, Jochen (2018): *Mehrsprachiges Handeln im Mathematikunterricht*. Münster: Waxmann.
- Redder, Angelika; Krause, Arne; Prediger, Susanne; Uribe, Ángela; Wagner, Jonas (im Druck): Mehrsprachige Ressourcen im Unterricht nutzen – Worin bestehen die „Ressourcen“? Am Beispiel des Mathematikunterrichts. Im Druck für *DDS - Die Deutsche Schule*.
- Schüler-Meyer, Alexander; Prediger, Susanne; Kuzu, Taha; Wessel, Lena; Redder, Angelika (2019): Is formal language proficiency in the home language required to profit from a bilingual teaching intervention in mathematics? A mixed methods study on fostering multilingual students' conceptual understanding. *International Journal of Science and Mathematics Education* 17: 2, 317–399.
- Setati, Mamogheti (2005): Teaching mathematics in a primary multilingual classroom. *Journal for Research in Mathematics Education* 36: 5, 447–466.
- Uribe, Ángela (in Vorbereitung): *Mehrsprachigkeit im sprachbildenden Mathematikunterricht – Repertoires-in-Use zur Bedeutungskonstruktion in sprachlich heterogenen Klassen*. Dissertation, TU Dortmund.
- Uribe, Ángela; Prediger, Susanne (2021): Students' multilingual repertoires-in-use for meaning-making: Contrasting case studies in three multilingual constellations. *Journal of Mathematical Behavior*, 62(100820), 1–23. doi:10.1016/j.jmathb.2020.100820
- Vertovec, Stephen (2007): Super-diversity and its implications. *Ethnic and Racial Studies* 30: 6, 1024–1054. doi: 10.1080/01419870701599465
- Wagner, Jonas; Krause, Arne; Uribe, Ángela; Prediger, Susanne; Redder, Angelika (2021): *Mehrsprachiges Mathematiklernen: Von sprachhomogenen Kleingruppen zum Regelunterricht in sprachlich heterogenen Klassen*. Münster: Waxmann.
- Wagner, Jonas; Kuzu, Taha; Redder, Angelika; Prediger, Susanne (2018): Vernetzung von Sprachen und Darstellungen in einer mehrsprachigen Matheförderung – linguistische und mathematikdidaktische Fallanalysen. *Fachsprache* 40: 1/2, 2–23.

Kurzbios:

Prof. Dr. Susanne Prediger ist Professorin für Mathematikdidaktik an der Technischen Universität Dortmund mit einem Forschungsschwerpunkt zur Sprachbildung im Mathematikunterricht. Ihre unterrichtspraktischen Konzepte zur Sprachbildung im Mathematikunterricht wurden mit dem Polytechnik-Preis ausgezeichnet.

Ángela Uribe ist wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Mathematikdidaktik an der Technischen Universität Dortmund und Mitglied des MuM-Multi-Projektteams.

Dr. Jonas Wagner ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Linguistik der Universität Hamburg und Mitglied des MuM-Multi-Projektteams.

Dr. Arne Krause ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Linguistik der Universität Hamburg und Mitglied des MuM-Multi-Projektteams.

Prof. Dr. Angelika Redder war (bis zur Rente) Professorin für Germanistische Linguistik an der Universität Hamburg und Direktorin des Zentrums für Sprachwissenschaften. Ihre Forschungsschwerpunkte sind Prozesse der Wissensvermittlung in mehrsprachigen Kontexten.

Kontaktanschrift:

Prof. Dr. Susanne Prediger
Institut für Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts
Technische Universität Dortmund
Vogelpothsweg 87
44227 Dortmund
prediger@math.tu-dortmund.de