Sprachbildung im Mathematikunterricht der Grundschule

Der nachfolgende Artikel ist erschienen in:
Christiane Bainski / Marianne Krüger-Potratz (Hg.) (2008): Handbuch Sprachförderung. Essen: Neue Deutsche Schule Verlagsgesellschaft. S. 95 – 112.

Wir danken dem Verlag sehr herzlich für die Genehmigung der Online-Veröffentlichung auf unserer Webseite.

Im Rahmen des Projektes PIK AS der TU Dortmund (www.pikas.tu-dortmund.de) wird unter anderem auch Material zum Aufbau einer fachgebundenen Sprache im Fach Mathematik für die Grundschule erstellt. Unter der URL http://www.pikas.tu-dortmund.de/material-pik/mathematische-bildung/haus-1-unterrichts material/entdeckerpaeckchen/entdeckerpaeckchen.html#Einheit3 können zahlreiche Arbeitsblätter zu den „Entdeckerpäckchen“ (vgl. S. 9 ff) aufgerufen werden.

Einen ausführlichen Überblick mit unterrichtspraktischen Anregungen zur Sprachförderung im Mathematikunterricht der Grundschule findet man in Modul 4.1 unter http://www.pikas.tu-dortmund.de/material-pik/ausgleichende-foerderung/haus-4-fortbildungs-material/haus-4-fortbildungs-material.html.

Weitere Unterrichtsmaterialien werden 2011 auf die Website von PIK AS (Haus 4: Sprachförderung im Mathematikunterricht) eingestellt werden.

Weiterführende Informationen zur Sprachförderung im Mathematikunterricht:

Lilo Verboom: „Es geht rückwärts, wie soll ich das sagen?“. In: Grundschulmagazin 1/10

Lilo Verboom: „Ich weiß gar nicht, wie das heißt“ – Fachbezogene Sprache im Mathematikunterricht. In: Praxis Förderschule Juni 2/2007

Lilo Verboom: Rechenwege beschreiben und nachvollziehen – eine Fördereinheit mit Kindern aus einem anderen Herkunftsland. In: Grundschulmagazin, erscheint Frühjahr 2011

12.

Mit dem Rhombus nach Rom

Aufbau einer fachgebundenen Sprache im Mathematikunterricht der Grundschule

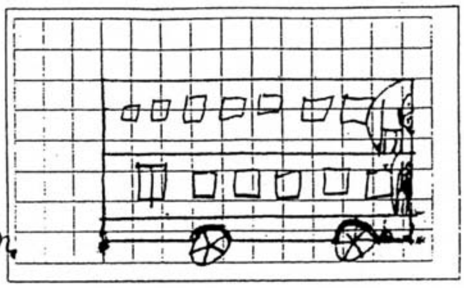
Lilo Verboom

1) Zeichne einen Rhombus
Gib die Merkmale an:

a) Es ist 2 töbich.

b) Es ist hoch und

c) Es pasen fiele leute rein.



(zur Erläuterung siehe S. 97)

Sprachliche Kompetenzerwartungen im Fach Mathematik

Sprachliche Defizite – und damit ist nicht nur die Unkenntnis einzelner Fachbegriffe wie „addieren“, „Produkt“ oder „Quader“ gemeint – können auch im Fach Mathematik zu Einschränkungen führen. Die Abhängigkeit fachlicher Leistungen von den sprachlichen Kompetenzen, insbesondere vom Textverstehen, wurde in den letzten Jahren durch die Diskussionen im Zusammenhang mit den (internationalen) Vergleichsstudien besonders in den Blick der Öffentlichkeit gerückt. Für die Grundschule ist diese Abhängigkeit vorrangig für den Bereich Sachrechnen konstatiert worden. So wiesen z.B. die Vergleichsarbeiten für die Klasse 4 (VERA 2005) bei Kindern, bei denen Deutsch nicht die dominante Sprache im Alltag ist, eine hohe Übereinstimmung zwischen den Leistungen im Lesen und im Bereich Sachrechnen aus. Weit über 50% dieser Kinder gelang es nicht, den schriftlich formulierten Sachaufgaben und Fragestellungen die relevanten Informationen zu entnehmen.

Doch die Sprachproblematik bei Kindern mit Migrationshintergrund im Mathematikunterricht vorrangig an der Texterschließung beim Lösen von Sachaufgaben festzumachen, greift zu kurz. Betrachtet man die Anforderungen in den Lehrplänen und in den bundeseinheitlichen Bildungsstandards, so wird der hohe Anteil des produktiven Sprachgebrauchs in allen Bereichen des Mathematikunterrichts deutlich, ganz besonders auch in der Arithmetik. Unter der Leitidee „Muster und Strukturen“ sind die Kinder gefordert, Gesetzmäßigkeiten zu erkennen und zu beschreiben. Die zu entwickelnden allgemeinen Kompetenzen „Kommunizieren“ und „Argumentieren“ beinhalten per se sprachliche Anteile wie z. B.: „eigene Vorgehensweisen beschreiben“, „mathematische Fachbegriffe sachgerecht verwenden“, „Vermutungen entwickeln“ oder „Begründungen suchen“ (KMK 2005 [2004]).

Auch im Mathematikunterricht werden in Forscherheften oder Lerntagebüchern mathematische „Texte“ als Eigenproduktionen frei formuliert, sei es als Beschreibung und Begründung entdeckter Auffälligkeiten oder erkannter Zusammenhänge, sei es als Darstellung und Reflexion des eigenen Vorgehens oder eigener Lernerfahrungen. Die sprachlichen Anforderungen im Fach Mathematik haben sich in den letzten zwanzig Jahren mit den veränderten Zielvorstellungen, Lernformen und Aufgabenformaten beträchtlich erhöht, vor allem auch bezogen auf die Schreibkompetenzen der Schülerinnen und Schüler. Sie unterstreichen die zentrale Rolle der Sprache beim eigenständigen, aktiven Lernen von Mathematik.

Die Funktion der Sprache im Mathematikunterricht

Mathematikunterricht kommt ohne Sprache nicht aus, auch wenn Kinder mit Migrationshintergrund (und manchmal auch deren Lehrerinnen und Lehrer) sich gerade bei den scheinbar sprachfreien Rechenübungen eine Entlastung von den sprachlichen Anforderungen des Schulalltags erhoffen. Lernen aber ist eng mit Sprache verbunden. Eine Reihe empirischer Untersuchungen zeigt, „wie förderlich die Bereitschaft und Fähigkeit zur sprachlichen Darstellung und zur sprachlichen Beschreibung von Voraussetzungen und Strategien für das Problemlösen allgemein und für das Lösen mathematischer Probleme im Besonderen ist“ (Maier 1999, S. 105). Die Charakterisierung der Sprache als „Mittel des Verstehens“ (Richtlinien und Lehrpläne NRW, Erprobungsfassung 2003) weist auf ihre heuristische, auf Erkenntnisgewinn ausgerichtete Funktion hin.

Schon bei der Grundlegung eines tragfähigen Zahl*begriffs* und eines umfassenden Operations-*Verständnisses* fungiert das Versprachlichen von Handlungen und von arithmetischen und geometrischen Beziehungen als Mittler zwischen der konkreten und der abstrakten Ebene und vermag den Prozess der Verinnerlichung zu unterstützen. Hierbei geht es vor allem um Sicherheit bei der Verwendung relationaler und präpositionaler Ausdrücke. Bereits im vorschulischen Bereich ist ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Sprachkompetenz und der Entwicklung des Zahlenwissens feststellbar: Kinder mit Deutsch als Zweitsprache weisen eine hoch signifikant schwächere Kardinalität auf (vgl. Penner 2006, S. 6). Leider kommt das konsequente Versprachlichen mathematischer Aktivitäten und Erkenntnisse gerade im Rahmen individualisierender Unterrichtsformen häufig zu kurz.

Sprache ist aber zugleich auch Mittel der Verständigung. Der kommunikative Austausch ist notwendiger Bestandteil einer lebendigen Unterrichts- und Lernkultur im Mathematikunterricht. Das individuelle Lernen ist auf das voneinander Lernen angewiesen. Nur durch den intensiven Austausch über mathematische Sachverhalte kann das Repertoire an eigenständig entwickelten Strategien und gewonnenen Einsichten erweitert werden. Die kommunikative Funktion der Sprache kann somit auch einen verstärkenden Effekt auf ihre kognitive Funktion haben. Der Austausch von Ideen, Entdeckungen oder Lösungswegen stellt jedoch nicht nur hohe Anforderungen an den aktiven Sprachgebrauch sondern auch an das Hörverstehen.

Sprachen im Mathematikunterricht

„Die Kommunikation im Mathematikunterricht vollzieht sich in der Umgangssprache. In ihr werden auch die meisten mathematischen Lerninhalte ausgedrückt“ (Richtlinien und Lehrpläne NRW, Erprobungsfassung 2003). *„Die Zahlen hier, die sind verwandt.“* oder *„Die eine Null ist von der drei besetzt.“* oder *„Hier vorne bei der ersten Zahl ist immer 4.“* oder *„In der Mitte, da wo man immer plus rechnet, kommt immer 10 mehr.“* oder *„Die Ergebnisse bleiben gleich, weil es bei den Aufgaben nur vor und zurück geht.“* – Dies sind typische Formulierungen von Kindern, die erkannte Zusammenhänge informell beschreiben. Auch Schulbuchautoren greifen gerne auf Alltagssprache zurück, wenn sie mathematische Termini ‚kindgerecht‘ ausdrücken wollen. So ist von „Aufgabenfamilien“ (operative Aufgaben), „schönen“ oder „starken Päckchen“ (Aufgabenfolgen), „verliebten Zahlen“ oder „Partnerzahlen“ (Zerle-

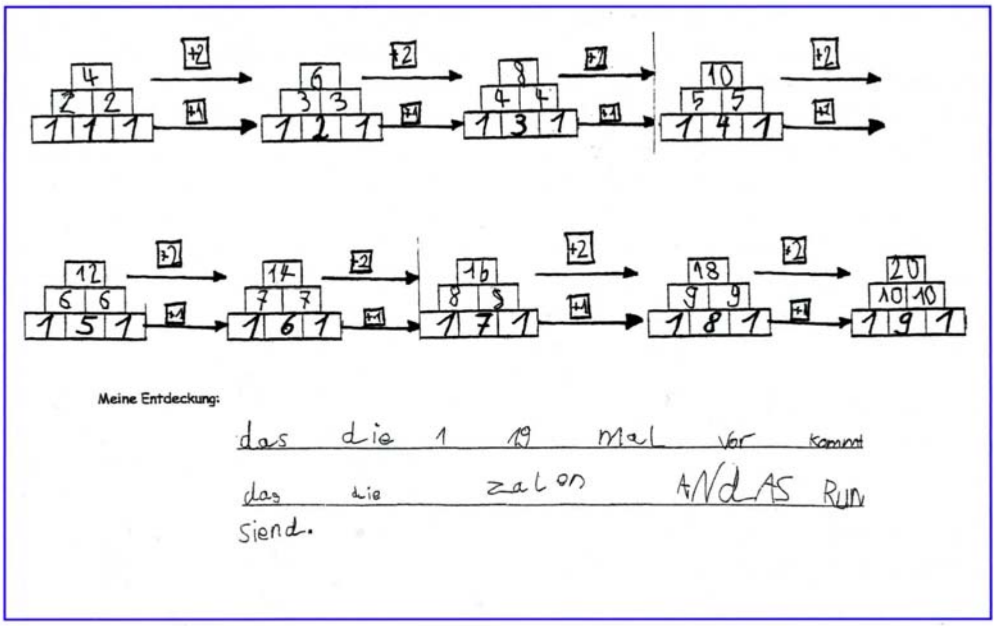


Abb. 2

gung der 10) oder auch von Rechenwegen wie „Autobahn" (Rechenweg „Hilfsaufgabe") die Rede. Gerade an diesen Beispielen wird deutlich, dass Umgangssprache in der Regel lebendiger, bildhafter, handlungsbezogener ist, als die mathematische Fachsprache. Darin liegt allerdings auch ihre Problematik: Alltagssprache kann vielfältige, auch sehr unterschiedliche Assoziationen beinhalten, eine Erschwernis für Kinder nicht deutscher Muttersprache.

Der Mathematikunterricht kommt jedoch ohne Fachsprache nicht aus. Im Laufe der Grundschulzeit werden circa 500 mathematische Begriffe eingeführt. Verfügen Kinder nicht über die benötigten Fachbegriffe, ist es ihnen unter Umständen unmöglich, Gemeintes überhaupt sachgerecht auszudrücken. So schreibt Dilek als Ergebnis ihrer Erforschung der Veränderungen in den Zahlenmauern: *„...dass die Zahlen andersrum sind."* (siehe Abb. 2). Bei den mündlichen Erläuterungen zeigte sie immer wieder auf die mittleren Basissteine und auf die Zielsteine: *„Das da ist 1,2,3,4,5,6,7,8,9 und das da ist auch so: 4,6,8,10,12 aber anders."* Möglicherweise fehlten ihr Begriffe und Ausdrücke wie: „aufeinander folgend", „der Reihe nach", „Zahlenreihe", „gerade Zahlen", „immer um 1 (2) mehr"?

Fachsprache bedient sich jedoch nicht nur ganz bestimmter Fachtermini sondern zeichnet sich auch durch einen besonderen Sprachduktus aus: *„Die Summe zweier gerader Zahlen ist immer gerade."* Kennzeichnend ist eine abstrahierende, generalisierende, unpersönliche Ausdrucksweise mit einem Maximum an Prägnanz und einem Minimum an Redundanz, häufig verbunden mit im Alltag wenig verwendeten grammatikalischen Strukturen. Mathematische Fachsprache ist eine reine „Schulsprache". Da sie im Elternhaus oft nicht verstanden wird, können keine häuslichen Hilfen gegeben werden.

Sprachliche Verständnisschwierigkeiten können auch bei Bedeutungsinterferenzen zwischen Umgangs- und Fachsprache entstehen, also immer dann, wenn im Mathematikunterricht Begriffe vorkommen, deren fachlicher Bedeutungsgehalt nicht mit der alltagssprachlichen Verwendung übereinstimmt. Dann kann es passieren, dass aus einem R(h)ombus ein Bus wird, der nach Rom fährt (siehe Abb. 1).

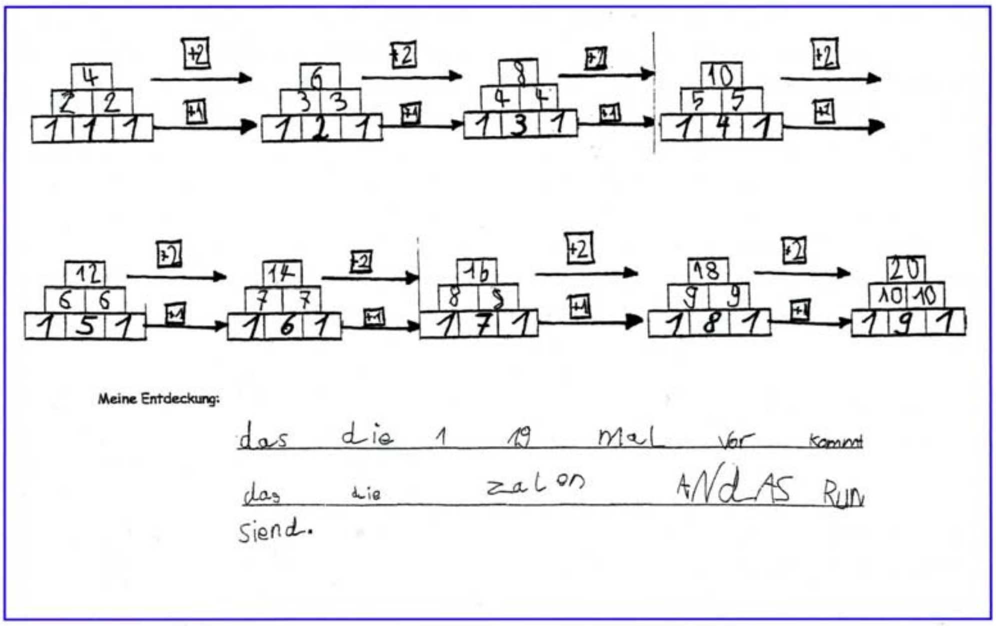


Abb. 2

gung der 10) oder auch von Rechenwegen wie „Autobahn“ (Rechenweg „Hilfsaufgabe“) die Rede. Gerade an diesen Beispielen wird deutlich, dass Umgangssprache in der Regel lebendiger, bildhafter, handlungsbezogener ist, als die mathematische Fachsprache. Darin liegt allerdings auch ihre Problematik: Alltagssprache kann vielfältige, auch sehr unterschiedliche Assoziationen beinhalten, eine Erschwernis für Kinder nicht deutscher Muttersprache.

Der Mathematikunterricht kommt jedoch ohne Fachsprache nicht aus. Im Laufe der Grundschulzeit werden circa 500 mathematische Begriffe eingeführt. Verfügen Kinder nicht über die benötigten Fachbegriffe, ist es ihnen unter Umständen unmöglich, Gemeintes überhaupt sachgerecht auszudrücken. So schreibt Dilek als Ergebnis ihrer Erforschung der Veränderungen in den Zahlenmauern: *„...dass die Zahlen andersrum sind.“* (siehe Abb. 2). Bei den mündlichen Erläuterungen zeigte sie immer wieder auf die mittleren Basissteine und auf die Zielsteine: *„Das da ist 1,2,3,4,5,6,7,8,9 und das da ist auch so: 4,6,8,10,12 aber anders.“* Möglicherweise fehlten ihr Begriffe und Ausdrücke wie: „aufeinander folgend“, „der Reihe nach“, „Zahlenreihe“, „gerade Zahlen“, „immer um 1 (2) mehr“?

Fachsprache bedient sich jedoch nicht nur ganz bestimmter Fachtermini sondern zeichnet sich auch durch einen besonderen Sprachduktus aus: *„Die Summe zweier gerader Zahlen ist immer gerade.“* Kennzeichnend ist eine abstrahierende, generalisierende, unpersönliche Ausdrucksweise mit einem Maximum an Prägnanz und einem Minimum an Redundanz, häufig verbunden mit im Alltag wenig verwendeten grammatikalischen Strukturen. Mathematische Fachsprache ist eine reine „Schulsprache“. Da sie im Elternhaus oft nicht verstanden wird, können keine häuslichen Hilfen gegeben werden.

Sprachliche Verständnisschwierigkeiten können auch bei Bedeutungsinterferenzen zwischen Umgangs- und Fachsprache entstehen, also immer dann, wenn im Mathematikunterricht Begriffe vorkommen, deren fachlicher Bedeutungsgehalt nicht mit der alltagssprachlichen Verwendung übereinstimmt. Dann kann es passieren, dass aus einem R(h)ombus ein Bus wird, der nach Rom fährt (siehe Abb. 1).

Als Beispiele für derartige Interferenzen seien genannt:

Ausdruck	fachsprachliche Bedeutung	alltagssprachliche Interpretation
„Die 4 ist eine *gerade* Zahl"	Zahleigenschaft (ohne Rest durch 2 teilbar)	Gegenteil von „schief"
„Was ist der *Unterschied* zwischen 24 und 9?"	Differenz	Vergleich von Eigenschaften zweier Zahlen: Worin unterscheiden sich die beiden Zahlen? („Eine Zahl ist zweistellig, die andere einstellig.")
„Die 8 ist *größer* als die 3."	bezogen auf die Mengenmächtigkeit	Größenvergleich zwischen Zahlzeichen
„Was ist der *Vorgänger* von 8?"	Die Zahl, die in der Zahlenreihe links von der 8 steht, die beim Aufsagen der Zahlwortreihe vor der 8 genannt wird	Der Vorgänger von der 8 ist eine Zahl, die schon mal weiter nach vorne gelaufen ist („geh schon mal vor"), das muss also eine Zahl sein, die größer als die 8 ist (rechts von der 8 steht)
„Du sollst die 5 von der 25 *abziehen!*"	subtrahieren	Kontexte: Abziehbilder oder: Toilettenspülung betätigen.
„*Rund* 38.000 Zuschauer kamen ins Stadion."	ungefähr (38.000 als gerundete Zahl)	Adjektiv: rund (Gegensatz von eckig)
„Wie viele *Seiten* hat ein Quadrat?"	Teil einer geometrischen Grundform	Seiten eines Buches
„Nenne 3 verschiedene *Körper.*"	geometrische Körper	menschlicher Körper, oft auch nur: Bauchbereich

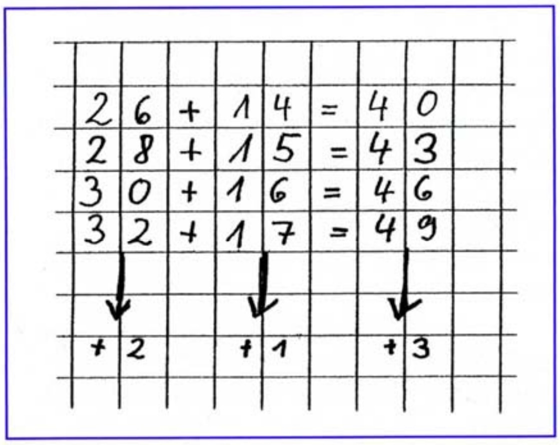


Abb. 3

Ein konstituierendes Merkmal von Mathematik ist die ihr eigene Symbolsprache, mit der mathematische Sachverhalte ausgedrückt werden können. Dazu gehören neben den Zeichen für Zahlen, Operationen und Relationen z.B. auch formalisierte Darstellungen wie Punktmuster, Rechentafeln, Rechenstrich, Pfeildiagramme etc. Auf diese Darstellungen kann zurückgegriffen werden, wenn die sprachlichen Mittel zur Dokumentation erkannter Auffälligkeiten oder Regelmäßigkeiten (noch) nicht ausreichen (siehe Abb. 3).

Förderung der Ausdrucksfähigkeit am Inhaltsbereich „Zahl- und Aufgabenbeziehungen"

Die den Schülern aktiv zur Verfügung stehenden sprachlichen Ausdrucksmittel zur Darstellung mathematischer Sachverhalte sind – nicht nur bei Kindern mit nichtdeutscher Herkunftssprache – sehr begrenzt. Kinder setzen nur einen geringen Teil der im Unterricht verwendeten Sprachmittel (beispielsweise Schulbuch, Lehrersprache) ein. Sprachförderung im Mathematikunterricht darf sich nicht nur auf die korrekte Verwendung von einzelnen Fachtermini beziehen. Wie oben skizziert, bietet der Mathematikunterricht umfassende Sprach- und Schreibanlässe. Diese sollten im fachübergreifenden Sinne dazu genutzt werden, auch die allgemeinen sprachlichen Fähigkeiten der Kinder systematisch weiter zu entwickeln. „Dies gilt besonders für Kinder, deren Muttersprache nicht Deutsch ist. Lese- und Schreiberziehung und der verstehende Umgang mit Texten sind deshalb leitende Prinzipien des gesamten Unterrichts" (Richtlinien und Lehrpläne NRW Erprobungsfassung 2003). Sprachförderung sollte daher in jeder Mathematikstunde stattfinden! Einige Möglichkeiten zur bereichsspezifischen Sprachförderung im Rahmen eines forschenden, aktiv-entdeckenden Mathematikunterrichts sollen im Folgenden aufgezeigt werden.

In den letzten Jahren ist eine Fülle von anregenden Aufgabenstellungen und Aufträgen zur Erforschung von Zahlbeziehungen entwickelt worden. Analysiert man den benötigten Wortschatz und die Satzmuster, so stellt man fest, dass es sich zum großen Teil um feststehende Wendungen handelt. Einige sind am Ende des Artikels in deutscher und türkischer Sprache aufgeführt, für den Fall dass zweisprachiger Unterricht (deutsch-türkisch) stattfindet.[1] Bei der Zusammenstellung handelt sich um Ausdrücke

- zur Beschreibung von Zahleigenschaften
- zur Angabe von Zahlpositionen
- zur Beschreibung von Zahlbeziehungen
- zur Beschreibung von Manipulationen von bzw. mit Zahlen
- zu speziellen Aufgabenformaten

sowie um Satzmuster bei Kausal- und Konditionalsätzen.

Einüben von Satzmustern durch Variation des Zahlenmaterials

Wie Abb. 4 zeigt, verfestigen sich fehlerhafte Sprachverwendungen, wenn sie nicht korrigiert werden. So wurde für Sinem die Chance vertan, einen grundlegenden Sachverhalt korrekt zu formulieren. Statt *„Beim dem 4 aufgaben sind imer 13"* müsste es richtig heißen *„Bei beiden Aufgaben kommt 13 (21, 29, 69) heraus."* Oder: *„Bei beiden Aufgaben kommt dasselbe Ergebnis heraus."* Oder gar generalisierend: *„Bei beiden Aufgaben im Kreuz kommt immer dasselbe Ergebnis heraus."*

Variiert man das Zahlenmaterial bei Aussagen zu arithmetischen Beziehungen, ergibt sich die Möglichkeit, die Verwendung von feststehenden Sprachmustern auf natürliche, sachbezogene Weise einzuüben und dabei zugleich inhaltliche Erkenntnisse zu vertiefen: Bei der Erforschung von Zahlenketten (siehe Abb. 5) haben die Kinder ihre Entdeckung wie folgt formuliert:

„Wenn man die erste Startzahl um 1 erhöht, dann erhöht sich die Zielzahl um 2." Die Aussage wird an der Tafel festgehalten. Die Fragestellung des Forscherauftrags wird nun auf die Erhöhung der Startzahl um 2 übertragen. Die Kinder vermuten: *„Wenn man die erste Startzahl um 2 erhöht, dann erhöht sich die Zielzahl um 4."* So können immer mehr Kinder in die Sprachübung einbezogen werden: *„Wenn man die erste Startzahl um 3 erhöht, dann erhöht sich die Zielzahl um 6." „Wenn man die erste Startzahl um ... erhöht, dann erhöht sich die Zielzahl um ... ."* Die Aussagen werden überprüft. Aus den Vermutungen

[1] Die Übersetzung fiel nicht immer leicht, da zum Teil keine adäquaten Ausdrücke gefunden werden konnten. Auf die diesbezüglichen strukturellen Unterschiede in beiden Sprachen kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden.

Überkreuz - Summen

Sinem

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

1 + 12 = 13   11 + 2 = 13
beim dem 4 aufgaben sind
imer 13
5 + 16 = 21   15 + 6 = 21
beim dem 4 aufgaben
sind imer 21
9 + 20 = 29   10 + 19 = 29
beim dem 4 aufgaben sind
imer 29
29 + 40 = 69   30 + 39 = 69
beim dem 4 aufgaben
sind imer 69

Abb. 4

wird Gewissheit. Am Ende kann auch Dilara eine eigene Zahl wählen und die Beziehung formulieren: *„Wenn man die erste Startzahl um 100 erhöht, erhöht sich die Zielzahl um 200."*

Erstellen von Lernplakaten

Das Festhalten von häufig verwendeten Begriffen und Ausdrücken zu einzelnen Aufgabenformen (z.B.: Zahlenmauern, Zahlenketten, Zauberdreiecke, Aufgaben an Zahlenfeldern oder mit vertauschten Ziffern, figurierte Zahlen etc.) kann den Aufbau einer fachbezogenen Sprache unterstützen. Bei Bedarf können sich die Kinder immer wieder an diesem „Wortspeicher" orientieren (siehe Abb. 6). Die einzelnen Plakate können in Form eines Drehkalenders angeordnet werden. So kann bei der wiederholten Auseinandersetzung mit einem bestimmten Aufgabenformat das Plakat aufgeklappt, der benötigte Wortschatz präsentiert und unter Umständen erweitert werden.

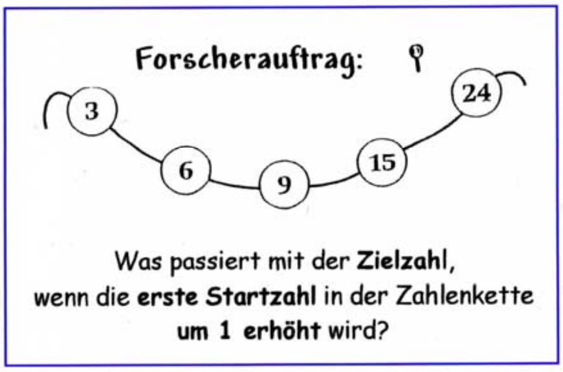


Abb. 5

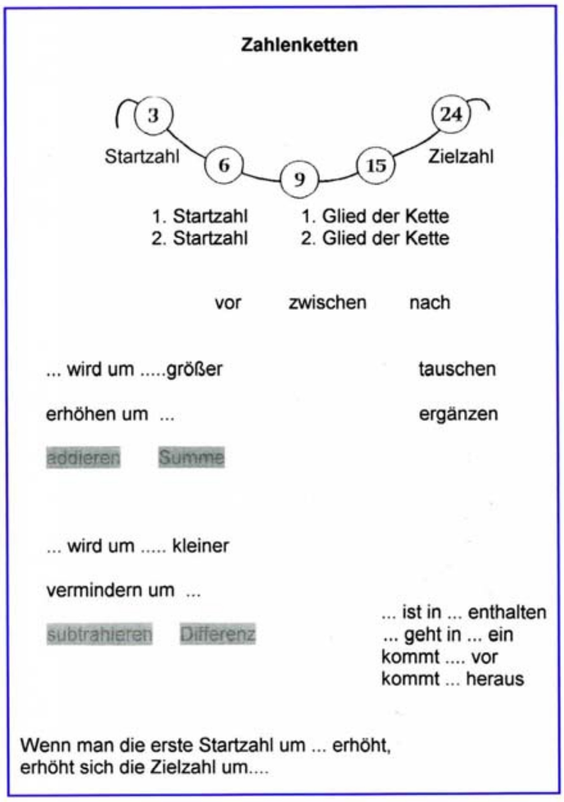


Abb. 6

Sprachliche Hilfen und Übungen

Wie in anderen Fächern können auch im Mathematikunterricht den Kindern für das Verfassen eigener Texte ein Auswahlwortschatz und weitere sprachliche Vorgaben in Form von Auswahlantworten, Lückentexten, Satzanfängen oder Beispieltexten als Formulierungshilfen oder auch als gezielte sprachliche Übungen angeboten werden. Dies sollen zwei, im Folgenden vorgestellte Lernangebote (Übungen) zur Erforschung von Aufgabenbeziehungen verdeutlichen. Dabei ist zu beachten, dass sich diese Übungen immer aus dem Kontext bereits erarbeiteter Unterrichtsinhalte – quasi natürlich – ergeben sollten.

Übung 1 – Entdeckerpäckchen (Arbeitsblätter 1 und 2 im Anhang)

Die Kinder werden aufgefordert, zunächst ein Entdeckerpäckchen – bestehend aus vier beziehungshaltigen Aufgaben – zu erfinden und in das Leerformat einzutragen (Arbeitsblatt 1). In einem zweiten Schritt sollen die Kinder ihre Aufgabenserie mithilfe der Satzanfänge und des vorgegebenen Auswahlwortschatzes beschreiben. Hierbei geht es vor allem um die Verwendung relationaler Ausdrücke. Anschließend schreiben die Kinder die erste Aufgabe ihres Entdeckerpäckchens auf einen Zettel und geben diesen mit der Beschreibung einem Nachbarkind. Dieses setzt nun die erste Aufgabe mithilfe der Beschreibung fort. Anschließend wird kontrolliert, ob die Aufgabenvariationen mit dem ‚Original' übereinstimmen.

Durch die spielerische Einbettung sollen die Kinder – sinnstiftend – zum Schreiben mathematischer Texte motiviert werden. Zugleich wird das Textverstehen geschult. Die Kinder sind gefordert, genau zu lesen, sprachliche Informationen zu verstehen (was ihnen auf der Grundlage der vorangegangenen eigenen Textproduktion nicht allzu schwer fällt) und wieder in die mathematische Symbolsprache zu übersetzen. Eine Alternative wäre, 4 bis 5 Entdeckerpäckchen mit den entsprechenden Beschreibungen gruppenweise auszutauschen und wieder einander zuordnen zu lassen. In diesem Fall wird zusätzlich das sachbezogene Argumentieren innerhalb der Gruppen geschult. Diese Übung kann immer wieder einmal eingesetzt werden. Die Kinder sollten dabei selbst entscheiden, ob sie die vorgegebene Struktur für die Beschreibung nutzen oder ihr Entdeckerpäckchen mit eigenen Worten beschreiben. Als Variation kann die auf dem Arbeitsblatt 2 (siehe Anhang) vorgeschlagene Partnerübung bearbeitet werden. Auch diese ist in einen spielerischen Kontext mit Rätselcharakter eingebunden. An der beispielhaften Beschreibung können sich die Kinder bei Bedarf bei ihrer eigenen Textproduktion orientieren.

Übung 2 – Veränderungen in Aufgabenpaaren (Arbeitsblätter 3 bis 6)

Bei dieser Übung geht es darum, eine Plusaufgabe (64 + 23) entsprechend den Vorgaben zu variieren und die Auswirkungen dieser Veränderungen auf das Ergebnis zu beschreiben. Dabei wird insbesondere das Muster eines Konditionalsatzes (wenn..., dann...) eingeübt. Zunächst müssen die Kinder die Informationen der ersten Satzteile erfassen (Arbeitsblatt 3) und diese der mathematischen Sprache auf der Symbolebene zuordnen, indem sie die passenden Aufgaben finden (Arbeitsblatt 4) und dazukleben. Im zweiten Schritt müssen die Sätze beendet werden. Hierzu können die Kinder auf die vorgegebenen Satzteile zurückgreifen. Wichtig ist, dass die Kinder anschließend Gelegenheit zu eigenständigen Entdeckungen erhalten (Arbeitsblatt 4, Nr. 3 und Arbeitsblatt 5, Nr. 4). Bei der Notation ihrer Entdeckungen können sie das eingeübte Satzmuster anwenden. Das Arbeitsblatt 6 greift eine Aufgabenstellung aus der IGLU-Studie auf (Bos/Lankes/Prenzel u.a. [Hg.] 2003). Im Rahmen des dargestellten Übungsangebots dient es der Sicherung des erworbenen Wortschatzes und der Überprüfung der erkannten mathematischen Zusammenhänge. Den Kindern werden Auswahlantworten zu Verfügung gestellt. Diese sind in eine kausale Satzkonstruktion eingebettet.

Schlussbemerkung

Die dargestellten Lernangebote machen deutlich, dass auch im Mathematikunterricht methodische Arrangements zur Sprachförderung entwickelt und eingesetzt werden können. Die Anregungen lassen sich in ähnlicher Form auch auf andere mathematische Untersuchungen im Kontext der bekannten Aufgabenformate übertragen. Bei aller gezielt geplanten Sprachförderung sollte jedoch vorrangig bedacht werden: Sprachentwicklung kann nur dann erfolgreich und nachhaltig gelingen, wenn im Mathematikunterricht eine lebendige, intensive Kommunikationskultur herrscht. Dabei sollte der Austausch der Kinder untereinander strukturiert gestaltet werden, um den schüchternen Kindern und den Kindern mit Ausdrucksschwierigkeiten Gelegenheit zu geben, sich einzubringen. Soziale Interaktion muss regelmäßig initiiert werden. Sprachfreien Mathematikunterricht darf es nicht geben!

Anhang: Arbeitsblätter 1- 6

AB 1

Denke dir ein Entdeckerpäckchen aus.

Du kannst + oder – rechnen.

Mein Entdeckerpäckchen

____

____

____

____

Schreibe die erste Aufgabe deines Entdeckerpäckchens auf einen Zettel.

Beschreibe dein Entdeckerpäckchen:

Die ersten Zahlen ____________________

____

Die zweiten Zahlen ____________________

____

Die Ergebnisse ____________________

____

Diese Wörter können dir helfen:

werden immer um _____ größer
werden immer um _____ kleiner
bleiben immer gleich
sind alle gleich
verändern sich nicht

AB 2

Zu welchem Päckchen passt die Beschreibung?

A	B	C
57 - 36 = ____	57 - 36 = ____	57 - 36 = ____
59 - 36 = ____	57 - 35 = ____	58 - 37 = ____
61 - 36 = ____	57 - 34 = ____	59 - 38 = ____
63 - 36 = ____	57 - 33 = ____	60 - 39 = ____

D	E	F
57 - 36 = ____	57 - 36 = ____	57 - 36 = ____
55 - 36 = ____	56 - 35 = ____	56 - 38 = ____
53 - 36 = ____	55 - 34 = ____	55 - 40 = ____
51 - 36 = ____	54 - 33 = ____	54 - 42 = ____

Die ersten Zahlen werden immer um 1 kleiner.
Die zweiten Zahlen werden auch immer um 1 kleiner.
Die Ergebnisse bleiben gleich.

- Suche dir ein **anderes Päckchen** aus und **beschreibe** es.

- **Zeige** deine Beschreibung deinem Partner.

Kann er sagen, welches Päckchen du beschrieben hast?

____

____

____

____

AB 3

Forscherauftrag:

Verändere die Zahlen in der **Plus-Aufgabe** **64 + 23 =** ____

Forscherfrage:

Was passiert mit dem Ergebnis,

wenn man die **Zahlen**
in der Aufgabe **verändert**?

65 + 23 = ____

Wenn man die **erste Zahl** um 1 erhöht ,

____

Wenn man die **zweite Zahl** um 3 erhöht ,

____

Wenn man **beide Zahlen** um 1 erhöht ,

____

Wenn man die **erste Zahl** um 1 verringert ,

____

Wenn man die **erste Zahl** um 1 erhöht
und die **zweite Zahl** um 1 verringert ,

____

Wenn man die **beiden Zahlen** tauscht ,

____

Wenn man nur die **beiden Einer** tauscht ,

____

AB 4

1. **Klebe** die Aufgaben in die richtige Kästchen.

65 + **24** = ___	**63** + 23 = ___	**65** + **22** = ___
64 + **26** = ___	63 + 24 = ___	**23** + **64** = ___

2. **Schreibe** die Sätze zu Ende.
   Diese Satzteile können dir dabei helfen:

dann wird das Ergebnis um ____ größer.

dann wird das Ergebnis um ____ kleiner.

dann verändert sich das Ergebnis nicht.

3. Wie kannst du die Plus-Aufgabe noch **verändern**?

Wenn man ______________________________

dann ______________________________

AB 5

4.

Was passiert, wenn du Zahlen in einer **Minus-Aufgabe** veränderst?

87 – 32 = _____

Wenn man ____

____

Wenn man ____

____

____

____

____

____

AB 6

Aufgaben-Paare:

Immer 2 Aufgaben gehören zusammen:

47 + 12 = 59
42 + 17 = 59

32 + 14 = 46
34 + 12 = 46

51 + 36 = ___
56 + 31 = ___

63 + 27 = ___
___ + ___ = ___

Forscherfrage:

Warum kommt immer bei einem Aufgabenpaar dasselbe Ergebnis heraus?

Antwort:

Es kommt immer dasselbe Ergebnis heraus,

- ☐ weil die **beiden Aufgaben gleich** sind.
- ☐ weil in der zweiten Aufgabe **nur die <u>Einer</u> vertauscht** sind
- ☐ weil in den beiden ersten Zahlen **beide <u>Zehner</u> gleich** sind.
- ☐ weil die erste Zahl **um eine bestimmte Zahl erhöht** wurde (z.B. + 5) und die zweite Zahl **um dieselbe Zahl verringert** wurde (- 5)

✘ Kreuze die richtigen Antworten an.

Häufig verwendete Ausdrücke bei der Beschreibung und Begründung von Zahlbeziehungen und Gesetzmäßigkeiten in deutscher und türkischer Sprache[2]:

1. Ausdrücke zu Zahleigenschaften:

gerade Zahl(en)	*çift rakam(lar)*
ungerade Zahl(en)	*tek rakam(lar)*
Quadratzahl(en)	
Primzahl(en)	*asal sayı*
Zehnerzahl(en)	*onluk birimleri*
gleiche Ziffern	*aynı rakamlar*
Einerstelle	*sade birimler bölüğü*
Zehnerstelle	*onluk birimler bölüğü*

die Einer / Zehner / Hunderter / Tausender

bir basamaklı sayı/ onlar basamağı/yüzler basamağı/ binler basamağı

ein-, zwei-, drei-, vierstellig	*bir-, iki-, üç-, dört basamaklı*
Quersumme	*bir sayının basamaklarının toplamı*
benachbarte Zahlen	*komşu rakamlar*
Vorgänger / Nachfolger	*öncel/ ardıl*
alle Zahlen	*tüm rakamlar*
beide Zahlen	*her iki rakam*
kleinste / größte Zahl(en)	*en küçük/ en büyük rakam(lar)*

2. Ausdrücke für die Positionen von Zahlen

an der Einer-, Zehner-, Hunderter-, Tausenderstelle

sade birimler bölüğünde/ onluk birimler bölüğünde/ yüzlük birimler bölüğünde/ binlik birimler bölüğünde

in der oberen / mittleren / unteren Reihe	*üst/ orta/ açağı sıra*
in der linken / mittleren / rechten Spalte	*sol/ orta/ sağ sütunda*
in der Diagonalen	*çaprazda*
auf der linken / rechten / unteren Seite	*sol/ sağ/ alt tarafta*
auf einer Linie	*bir çizgi üstünde*
auf der waagerechten / senkrechten Linie	*yatay çizgide/ dikey çizgide*
im linken / rechten / unteren Feld	*sol/ sağ/ alt alanda*
vorwärts / rückwärts	*ileri/ geri*

[2] *Herzlichen Dank an Ümmü Demirel, die so freundlich war, die deutschen Fachausdrücke ins Türkische zu übersetzen.*

vor / zwischen / nach	*ön/ arasında/ sonra*
übereinander / untereinander	*üst üste/ alt alta*
nebeneinander	*yan yana*
aufeinander folgend	*ard arda gelen*
gegenüber liegend	*karşıdaki*
in den Ecken	*köşelerde*
vor / hinter	*ön/ arka*
innere / mittlere / äußere Zahl(en)	*iç/ orta/ dışrakam(lar)*
Mittelzahl	*orta rakam*
Startzahl	*start rakamı*
Zielzahl	*hedef rakamı*

3. Ausdrücke zur Beschreibung von Zahlbeziehungen:

größer / kleiner als	*daha büyük/ daha küçük*
bleiben gleich	*aynı kalıyorlar*
verändern sich regelmäßig / nicht	*düzenli olarak değişiyor/ değişmiyor*
haben dasselbe Ergebnis	*sonuç aynı*
haben immer den Unterschied ...	*aradaki fark daima......*
haben immer denselben Unterschied	*aradaki fark daima aynı*
haben dieselbe Summe	*tutar aynı*
ergibt	*çıkarmak*
sind doppelt so groß wie	*iki katıdır*
der Unterschied zwischen den Zahlen beträgt 3	*rakamlar arasındaki fark .... (3=üç) dür*
sind vertauscht	*değiştiler*
kommt immer ... heraus	*daima ..... çıkıyor*
passen dazu / gehören zusammen	*buna uyuyorlar/ birbirine ait*
hängt vom Unterschied zwischen den Ziffern ab	*rakamlar arasındaki farka bağlı*
Ergebniszahl(en)	*sonuç rakamı (rakamları)*
Summe(n)	*tutar*
Differenz	*fark*
Produkt	*ürün*

4. Ausdrücke zu bestimmten Zahlmanipulationen:

erhöhe die Zahl um ...	*rakamı artı..... ile yükseltiyorum*
vermindere die Zahl um..	*rakamı eksi ... ile azaltıyorum*
vertausche die Zahlen	*rakamların yerini değiştiriyorum*

5. Satzmuster:

Wenn ... dann	*eger (şayet) ... bunun üzerine*

Wenn ich die eine Zahl um ... erhöhe, dann erhöht sich auch die Ergebniszahl um ...

Rakamın birini artı ... ile yükseltirsem, sonuç rakamı da bunun üzerine artı ... ile yükselir

Wenn ich die eine Zahl um ... erhöhe, vermindert sich die Ergebniszahl um ...

Rakamın biri artı .... ile yükseltirse, bunun üzerine sonuç rakamı ...

Wenn ich die eine Zahl um ... vermindere, vermindert sich die Ergebniszahl um ... .

Eğer rakamın birini eksi ... ile azaltırsam, bunun üzerine sonuç rakamındanda eksi ... azalır

Wenn ich die eine Zahl um ... vermindere, erhöht sich die Ergebniszahl um ... .

Eğer rakamın birini eksi ... ile azaltırsam, bununüzerine sonuç rakamı artı ... ile artar

Wenn ich beide Zahlen um ... erhöhe, erhöht sich die Ergebniszahl um ... .

Eğer her iki rakamıda artı ... ile yükseltirsem, bunun üzerine sonuç rakamıda artı ... ile yükselir

Wenn ich die eine Zahl um 1 erhöhe und die andere Zahl um 1 vermindere, bleibt das Ergebnis gleich.

Rakamın birini artı 1 ile yükseltirsem ve diğer rakamı da bir sayı azaltırsam, sonuç rakamı değişmez.

Wenn ich 2 gerade Zahlen addiere, erhalte ich eine gerade Zahl.

Iki çift rakamı toplarsam, yine bir cift rakam elde ederim.

Wenn ich 2 ungerade Zahlen addiere, erhalte ich eine gerade Zahl.

Iki tek rakamı toplarsam, elde edeceğim sonuç rakamı tekdir

Literatur

Bos, Wilfried/Lankes, Eva-Maria/Prenzel, Manfred/Schwippert, Knut/Walther, Gerd/Valtin, Renate (Hg.) (2003): Erste Ergebnisse aus IGLU. Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich. Münster: Waxmann.

KMK (2005 [2004]): Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich (Jahrgangsstufe 4). Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 15.10.2004. Neuwied: Luchterhand.

Maier, Hermann/Schweiger, Fritz (1999): Mathematik und Sprache: zum Verstehen und Verwenden von Fachsprache im Mathematikunterricht. Wien: ÖBV.

Ministerium für Schule, Jugend und Kinder des Landes Nordrhein-Westfalen (2003): Richtlinien und Lehrpläne zur Erprobung für Grundschulen in Nordrhein-Westfalen. Frechen: Ritterbach.

Penner, Zvi (2006): Begleitblatt zum Vortrag: „Hirnforschung, Sprache, Zahlen, Rechnen und andere Lernfelder" auf der Tagung „Vor- und frühschulische Maßnahmen zur Förderung der mathematischen Fähigkeiten bei sprachlich benachteiligten Kindern" (Köln, 11. Mai 2006). URL: www.kon-lab.com (Stand: 13.12.2006).

VERA (2005): Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes NRW. Ergebnisse der Vergleichsarbeiten (VERA) für das Land Nordrhein-Westfalen im Jahr 2005. (20.12.2005). URL: www.learn-line.nrw.de/angebote/vergleichsarbeiten4 /download/ mat_2005/VERA-Ergebnisgrafiken_2005.pdf

Verboom, Lilo (2004): Zahlen untersuchen. In: Die Grundschulzeitschrift, Heft 177, Materialteil.