

# Zahlenstrahl zündet Geistesblitze

*Mathematisch denken – auch das will gelernt sein. ELSBETH STERN vom MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR BILDUNGSFORSCHUNG untersucht, wie Kinder das tun und welche Hindernisse sie dabei überwinden müssen. Die Wissenschaftlerin hat festgestellt: Mit den richtigen Anregungen begreifen auch weniger intelligente Kinder mathematische Konzepte und lernen, sie als Denkwerkzeuge zu gebrauchen.*



Rund 200 Kinder aus den fünften Klassen von Berliner Grundschulen nahmen an Experimenten des Max-Planck-Instituts für Bildungsforschung teil, die ihre Fähigkeit zu mathematischem Denken belegen sollten.

**H**a, ich hab's“, kichert Melanie, als sie auf ihrem Computerbildschirm das kleine Monster gefangen hat. Ihre Aufgabe lautete: „Zeige mit der Maus auf dem Zahlenstrahl die Zahl 0,099. Dort versteckt sich das Monster.“ Melanie hat den Mauszeiger ziemlich weit links auf dem Zahlenstrahl zwischen null und eins positioniert. Das ist eine gute Leistung für die Elfjährige, denn viele Kinder dieses Alters glauben noch, dass man bei Dezimalzahlen die Nullen nach dem Komma einfach ignorieren könne. Solche Kinder würden die Zahl 0,099 eher rechts in der Nähe der Eins suchen, denn die Ziffern 99 stehen für eine große Zahl. Eine Zahl wie 0,13 empfinden sie als deutlich kleiner als 0,099.

Melanie und rund 200 andere Kinder aus den fünften Klassen von Berliner Grundschulen besuchen nun schon zum wiederholten Mal das Lernlabor am Berliner Max-Planck-Institut für Bildungsforschung. Die Kognitionspsychologin Elsbeth Stern und ihre Mitarbeiter untersuchen dort mit sorgfältig geplanten Experimenten, wie Kinder neue Zusammenhänge begreifen und welche Hürden sie dabei zu überwinden haben. Das Zahlenstrahlspiel gehört zur Doktorarbeit von Michael Schneider; er hat zusammen mit Elsbeth Stern eine Versuchsserie entwickelt, mit der er zwischen dem so genannten prozeduralen Wissen und dem konzeptuellen Wissen der Kinder unterscheiden will. Das ist keineswegs trivial, denn beide Wissensarten sind miteinander eng verwoben. Manche Kognitionspsychologen vermuten sogar, dass sie untrennbar sind. „Ich will das nun empirisch überprüfen

und mit den Versuchsreihen auch herausfinden, welche Wechselwirkung es zwischen beiden Wissensarten gibt“, sagt Schneider.

Prozedurales Wissen meint die Beherrschung schneller Routinen, die sich ohne Nachdenken anwenden lassen. Ob Kinder Aufgaben durch prozedurales Wissen lösen, ist leicht zu testen – beispielsweise, indem man Zeitdruck herstellt und für eine gewisse Ablenkung sorgt: Prozedurales Wissen funktioniert auch unter diesen Bedingungen noch einigermaßen. Konzeptuelles Wissen dagegen meint das tiefere Verständnis, erfordert mehr Konzentration und es ist nicht automatisiert. Gerade im Mathematikunterricht lernen viele Schüler jedoch nur die Prozeduren anzuwenden, ohne dass sie einen tieferen Einblick in die Zusammenhänge gewinnen. Und viele Menschen sind davon überzeugt, dass Mathematik nur für Superintelligente verständlich ist, und begnügen sich damit, die Prüfungen durch Anwendung der Kochrezepte irgendwie zu überstehen.

## MATHEMATIK MACHT UNSICHTBARES SICHTBAR

Schade, denn mathematisches Verständnis erweitert den geistigen Horizont enorm. „Mathematik macht das Unsichtbare sichtbar“, zitiert Elsbeth Stern den Titel eines Buchs von Keith Devlin und fügt hinzu, dass mithilfe der Mathematik auch Dinge fassbar werden, die außerhalb jeder Erfahrung liegen. Zum Beispiel die Unendlichkeit mit all ihren faszinierenden Konsequenzen im naturwissenschaftlichen Weltbild. Im Prinzip – das haben Sterns Untersuchungen gezeigt – kann jeder normal begabte Mensch

mathematisch denken lernen. Allerdings nicht ohne Anstrengung und Konzentration, wie die Lehr-Lern-Expertin immer wieder betont.

Lernen macht nicht andauernd Spaß, sondern kann auch mühsam sein. Aber ohne Lernen hilft auch Intelligenz nicht viel weiter. Selbst hohe Intelligenz kann einen Mangel an Faktenwissen und Übung nicht lange kompensieren, während umgekehrt Menschen mit nur durchschnittlicher Intelligenz durchaus sehr gute Leistungen erbringen können, wenn sie motiviert sind. Aus früheren Untersuchungen wissen die Forscher, dass Kinder einfache Additionen – aber auch die Addition von Brüchen – erst lernen, wenn sie verstanden haben, was gefordert ist: Hier kommt das konzeptuelle Wissen zuerst, die Prozedur wird danach erlernt. Bei anderen Aufgaben, beispielsweise der Multiplikation von Brüchen, ist es umgekehrt.

Mit der Versuchsserie wollen Stern und Schneider herausfinden, ob Lerneinheiten, die rein prozedurales Wissen vermitteln, auch zu einem tieferen Verständnis führen, oder ob es mehr bringt, zuerst das konzeptuelle Verständnis zu vertiefen, damit die Routinelösungswege schneller und besser erworben werden. Dafür haben die Wissenschaftler aus den vielen Versuchspersonen vier Gruppen zusammengestellt, in denen die Kinder nach Begabung und Interessen völlig gemischt sind, sodass in keiner Gruppe nur Matheliebhaber sitzen.

Jede dieser Gruppen absolviert eine spezielle Trainingseinheit. Eine Gruppe wird mit einem Programm trainieren, das ihr Verständnis über die Natur der Dezimalzahlen und der

Repräsentation auf dem Zahlenstrahl vertieft (konzeptuelles Programm); eine andere dagegen lernt, wo genau sie Zahlen positionieren soll (prozedurales Modul); wieder eine andere soll eine Mischung aus beidem üben. Und die Kontrollgruppe beschäftigt sich mit einer Lerneinheit, die gar nichts mit dieser Frage zu tun hat.

Was dabei schließlich herauskommt, werden Stern und Schneider demnächst in einem Fachjournal veröffentlichen, noch möchten sie dazu nichts sagen. Aber Elsbeth Stern hat bereits mit früheren Studien nachgewiesen, dass das vertiefende Verständnis am meisten zu einem dauerhaften Lernfortschritt beiträgt. „Nur bei den Intelligenten“, werden jetzt vielleicht manche Leser einwenden – „die Schwächeren dürften doch bei einem anspruchsvolleren Unterricht auf der Strecke bleiben“.

Doch diese Vermutung ist falsch. „Das Gegenteil von gut ist nicht schlecht, sondern gut gemeint“, sagt Elsbeth Stern und verweist auf die Pädagogen, die schwächeren Schülern abstrakte Konzepte ersparen wollen, um sie auf keinen Fall zu überfordern. Von einem konzeptuell anspruchsvollen Unterricht profitieren jedoch nicht nur die besonders

hellen Schüler, sondern gerade auch die Schwächeren, das konnte Stern bereits im Jahr 2002 mit einer Interventionsstudie zeigen, die sie in Kooperation mit dem Mathematikdidaktiker Klaus Hasemann aus Hannover durchgeführt hat.

### MIT ENTERPRISE IN ABSTRAKTE RÄUME

Die Studie begleitete die Lernfortschritte bei neun Klassen des 2. Schuljahrs und untersuchte, welche Arten von Textaufgaben das mathematische Verständnis besonders förderten: Drei dieser Klassen absolvierten ein Programm mit alltagsnahen und handlungsorientierten Aufgaben, drei Klassen erhielten konventionellen Unterricht und drei Klassen wurden mit abstrakt-symbolischen Aktivitäten konfrontiert. Im handlungsorientierten Programm wurden Additionen und Subtraktionen am Beispiel eines Schulbusses geübt, in den Kinder ein- und aussteigen; das ließ sich nachspielen, zeichnen und mit den eigenen Erfahrungen gut verknüpfen. Im abstrakt-symbolischen Programm dagegen arbeiteten die Kinder mit dem Zahlenstrahl und der Hundertertafel – teilweise auch spielerisch, indem sie Spielfiguren auf dem Strahl eine Anzahl Kästchen vorrücken ließen, aber auch in Form von Denkspielen wie: „Ich denke mir

zwei Zahlen, die eine ist um 5 größer als die andere. Welche Zahlen kommen in Frage?“

Das überraschende Ergebnis: Gerade bei den schwächeren Kindern bewirkte das alltagsnahe Programm am wenigsten, während das abstrakte Programm zum größten Lernfortschritt führte. Elsbeth Stern erklärt dies damit, dass leistungsstärkere Kinder von alleine mathematische Strukturen auch in alltagsnahen Aufgaben erkennen, während die Schwächeren dazu gezielte Unterstützung und Anregung benötigen.

„Die Fragestellung am Anfang des Unterrichts kann dabei durchaus einen Bezug zur Lebenswelt der Schüler haben, denn das weckt ihr Interesse. Aber es sollte nicht zu stark an dieses Beispiel gebunden werden, die Schüler sollen verstehen, dass es Strukturen gibt, die sich auch in anderen Problemen wiedererkennen lassen“, sagt Elsbeth Stern.

Seit einigen Jahren experimentieren Kinder auch im Lernlabor ENTERPRISE des Max-Planck-Instituts für Bildungsforschung, einem gelungenen Akronym für ein komplexes Forschungsprogramm: *Enhancing Knowledge Transfer and Efficient Reasoning by Practising Representation in Science Education*. Transfer von Wissen ist ein alter Traum der Pädagogik, aber inzwischen gilt als erwiesen, dass er nur sehr begrenzt gelingt, am ehesten durch Denkwerkzeuge, die Kinder in Experimenten wie im ENTERPRISE-Labor kennen lernen. Sie arbeiten dafür zum Beispiel mit einer einfachen Balkenwaage, die mit Legosteinen beladen werden kann.

Dabei geht es Stern und ihren Mitarbeiterinnen Ilonca Hardy, Susanne Körber und Anja Felbrich nicht in erster Linie um die Hebelgesetze, sondern darum, dass die Kinder mittels der Waage ein Gespür dafür entwickeln, was proportional ist. Denn Grundschulkindern sitzen noch lange einem Missverständnis auf, das als additives Misskonzept bekannt ist: Sie glauben, dass das Verhältnis 1:2 dem Verhältnis 2:3 entspräche – sowohl im Zähler als auch im Nenner

zählen sie einfach eins dazu. Susanne Körber hat eine praktische Aufgabe gefunden, mit der Kinder ausprobieren können, ob ihre Vermutung stimmt: Mit Orangensaft und Zitronensaft sollen die Kinder Mischungen herstellen, die den gleichen Geschmack haben. So merken sie, dass die Mischung von einem Glas Zitronensaft und zwei Gläsern Orangensaft doch ein bisschen süßer schmeckt als ein Saft aus zwei Gläsern Zitronensaft und drei Gläsern Orangensaft. Auf der Balkenwaage sieht dieselbe Aufgabe dann schon etwas abstrakter aus. Wenn auf der Mitte des einen Arms ein Legosteine sitzt, der das Gegengewicht zu zwei Steinen am Ende des anderen Arms bildet, dann genügt es keineswegs, auf jedem Arm jeweils einen Stein dazuzufügen, um das Gleichgewicht zu halten.

### LEHRRICHES SPIEL MIT DEM GLEICHGEWICHT

Erst nach ihren Erfahrungen mit den Saftmischungen und der Balkenwaage lernen die Kinder, auch ein Koordinatenkreuz zu benutzen. Hierin können sie aufzeichnen, wie viele Steine auf jedem Arm nötig waren, um das Gleichgewicht zu halten: Solche zweidimensionalen Grafen sind eigentlich Stoff höherer Klassen, sie wurden jedoch in den ENTERPRISE-Versuchen schließlich von allen Grundschulkindern gut beherrscht. Anja Felbrich trainierte das Abstraktionsvermögen der Kinder weiter, indem sie Aufgaben aus ganz verschiedenen Wissensgebieten stellte und immer wieder die Achsen der Koordinaten tauschte. So stellten die Wissenschaftlerinnen sicher, dass die Kinder wirklich verstanden, was die Achsen bedeuten sollten, und souverän damit umgehen konnten. Dieses Denkwerkzeug half ihnen im weiteren Verlauf der Sitzungen auch zu neuen Einsichten in andere Bereiche.

Ilonca Hardy konnte mit Kindern dieser Altersgruppe sogar relativ abstrakte physikalische Konzepte erarbeiten, so das Konzept der Dichte mithilfe des Themas Schwimmen und Sinken. Glaubten die Kinder zu-

nächst, dass nur leichte Gegenstände schwimmen können, während schwere Dinge sinken, so begriffen sie mit den Versuchen, dass es auf das Verhältnis zwischen Masse und Volumen ankommt – eben die Dichte.

Elsbeth Stern betont, dass in einigen anderen Kulturen Kinder schon viel früher an Grafen herangeführt werden und dass alle Kinder davon profitieren. Kindern solche Werkzeuge vorzuenthalten, sei eine falsche Schonhaltung, die auf die Arbeiten des Kinderpsychologen Jean Piaget (1896 bis 1980) zurückgehe, urteilt die Lernforscherin. Piaget hatte in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts an seinen eigenen Kindern beobachtet, wie sich das kindliche Denken allmählich entfaltet, und diesen Prozess in verschiedene Stufen eingeteilt. Seiner Ansicht nach verharren Grundschulkindern noch in allen Wissensgebieten auf der konkret-operativen Stufe und seien noch nicht in der Lage zur Abstraktion. Viele Studien haben das inzwischen widerlegt, Kinder entwickeln ihr Denken in den unterschiedlichen Wissensgebieten auch verschieden schnell, je nachdem, welche Anregungen angeboten werden.

Trotzdem denken Kinder oft anders als Erwachsene, sagt Stern. Aber nicht, weil sie grundsätzlich noch weniger weit entwickelt wären, son-

dern eher, weil ihnen das bereichsspezifische Wissen fehlt und sie bestimmte Denkwerkzeuge noch nicht beherrschen. So hat sich die Max-Planck-Forscherin in ihrer Habilitationsschrift 1997 ausgiebig damit beschäftigt, warum Textaufgaben mit identischer mathematischer Struktur, die für Erwachsene sofort erkennbar ist, für Kinder so verschiedene Schwierigkeitsgrade haben. Zum Beispiel: Fünf Vögel finden drei Würmer. Wie viele Vögel bekommen keinen Wurm?

Diese Aufgabe finden schon Vorschulkinder einfach und lösen sie korrekt, zeigt Stern. Lautet die Frage dagegen: Wie viele Vögel gibt es mehr als Würmer?, dann stehen die jüngeren Kinder vor einem Rätsel. Und erst die Siebenjährigen finden die Lösung.

Mit ihrem akademischen Mentor, dem renommierten Lehr- und Lernforscher Franz Weinert, arbeitete Stern an einer der beeindruckendsten Längsschnittuntersuchungen zum mathematischen Kompetenzerwerb von Kindern. Die LOGIK-Studie (Longitudinalstudie zur Genese individueller Kompetenzen) begleitete rund 200 Kinder von ihrer Vorschulzeit bis zum Alter von 17 Jahren.

Die Kognitionspsychologin Elsbeth Stern plädiert für einen konzeptuell anspruchsvollen Unterricht, gerade auch im Hinblick auf schwächere Schüler.



Wenn die Methode stimmt, dann kann Lernen auch Spaß machen. Jedenfalls am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung ...



In dieser Studie wurde genau ermittelt, von welchem Alter an Kinder bestimmte Aufgaben lösen und worin die Hürden bestehen.

„Hans hat sieben Murmeln. Peter hat vier Murmeln. Wie viele Murmeln muss Peter noch bekommen, damit er genauso viele wie Hans hat?“ Diese Aufgabe kann von 80 Prozent der fünfjährigen Kindergartenkinder gelöst werden. Aber endet die Aufgabe mit der Frage: „Wie viele Murmeln hat Peter weniger als Hans?“, dann ist sie sogar für 50 Prozent der Drittklässler zu schwer.

Ein eingeschränktes mathematisches Verständnis macht es den Kindern unmöglich, diese letzte Aufgabe zu lösen, auch wenn sie sie verbal durchaus verstehen, meint Elsbeth Stern. Es kommt weniger auf die konkrete Menge an, sondern auf die Beziehung zwischen zwei Mengen. Dies erfordert ein größeres Abstraktionsvermögen, denn die Menge der noch zu beschaffenden Murmeln kann man sich als konkretes Bild vorstellen, die Differenz zwischen zwei Mengen dagegen nicht.

Kinder lernen in der Grundschule nicht nur die Ausführung komplexer Rechenprozeduren, sondern verändern auch ihr Verständnis mathema-

	2. Klasse	3. Klasse	4. Klasse
Drei Kinder feiern Geburtstag. Die Mutter hat zehn Mohrenköpfe gekauft. Jedes Kind isst zwei Mohrenköpfe. Wie viele Mohrenköpfe bleiben übrig?	61 %	70 %	79 %
Claudia hat sieben Kugeln. Sie hat zwei Kugeln mehr als Thomas. Oliver hat drei Kugeln mehr als Thomas. Wie viele Kugeln hat Oliver?	30 %	49 %	63 %

Die Mohrenkopf-Aufgabe handelt von konkreten Mengen, während die Kugel-Aufgabe den abstrakteren Mengenvergleich verlangt. Die Prozentzahlen beziehen sich auf die richtigen Lösungen.

tischer Operationen, erklärt Stern. Wer Addition ausschließlich als Vergrößerung und Subtraktion ausschließlich als Verkleinerung von Mengen versteht, ist spätestens mit den negativen Zahlen überfordert. Auch das intuitive Verständnis von Multiplikation als wiederholter Addition und Division als Aufteilung von Mengen in gleiche Teile reicht nicht aus, um später mit nicht-natürlichen Zahlen zu rechnen (Dezimalzahlen).

**ES GIBT SPÄTZÜNDER UND FRÜHSTARTER**

Ergänzend zur LOGIK-Studie wurde mit Grundschulkindern die Studie SCHOLASTIK durchgeführt. Eine mathematische Begabung zeichnet sich in vielen Fällen bereits in der Kindheit ab, lautet eines der Ergebnisse. Zwischen den Leistungen der 2. Klasse sowie denen der 5. Klasse existiert eine hohe Korrelation. Dennoch – und auch das zeigen die Daten – gibt es genauso Kinder, die sich entweder später noch stark entwickeln oder trotz anfänglicher Entwicklungsvorsprünge wieder zurückfallen. Die Studien zeigen darüber hinaus, dass Intelligenz zwar wichtig ist, aber nicht überschätzt werden sollte. Das Inhaltswissen und die Lerngeschichte spielen eine ebenso große Rolle!

Um diesen Zusammenhang zu untersuchen, entwarf Stern eine Aufgabe neuen Typs, die nur aus einer Frage bestand: „Wie viele Murmeln haben Hans und Peter zusammen?“ Dazu bot sie den Schülern eine Reihe von Sätzen an wie „Hans hat fünf Äpfel“, „Sabine hat sieben Murmeln“, „Hans hat sieben Murmeln“,

„Peter hat vier Murmeln“. Die Kinder mussten nun aussuchen, welche Sätze für diese Art von Frage die notwendigen Informationen liefern – eine Aufgabe, die zuvor nicht geprobt wurde und die darauf abzielt, das Verständnis der Kinder zu überprüfen. Unter den Kindern gab es einige, die sowohl überdurchschnittliche Matheleistungen (M+) als auch überdurchschnittliche Intelligenz (I+) besaßen; es gab solche, die zwar in Mathematik gut waren, aber deren Intelligenz eher unterdurchschnittlich war (M+/I-), solche mit unterdurchschnittlichen Matheleistungen und überdurchschnittlicher Intelligenz (M-/I+) und schließlich auch Kinder, die weder in Mathematik noch bei den Intelligenztests gut abschnitten (M-/I-).

Die neuartige Textaufgabe forderte die Kombinationsgabe der Kinder heraus; man sollte also erwarten, dass die Kinder mit überdurchschnittlicher Intelligenz sie besser lösen würden, unabhängig davon, wie gut bisher ihre Matheleistungen waren. Doch das war nicht der Fall. Etwa 60 Prozent der Kinder aus (M+/I+) und 60 Prozent der Kinder aus (M+/I-) lösten die Aufgabe, während von den Kindern aus den Gruppen (M-/I+) und (M-/I-) nur etwa 30 Prozent die Lösung fanden. Wichtiger als überdurchschnittliche Intelligenz sind demnach offenbar die guten Kenntnisse in Mathematik, die ein Kind mitbringt. Elsbeth Stern formuliert das so: „In einem dichten Wissensnetz bleibt mehr hängen, und je mehr ein Kind weiß, desto besser löst es neue Aufgaben und nimmt auch neues Wissen auf.“

Zu einem ähnlichen Ergebnis kam Stern in einer Studie mit erwachsenen Taxifahrern, die sie gemeinsam mit dem Neurowissenschaftler Aljoscha Neugebauer und Mitarbeitern von der Universität Graz vorgenommen hatte. Die Taxifahrer schnitten in einem Intelligenztest unterschiedlich ab, kannten sich aber alle sehr gut im Straßennetz von Graz aus. Während sie am Computer durch die Straßen einer virtuellen Stadt fuhren, wurde die Aktivität des Gehirns gemessen. In einem unbekanntem Straßennetz zeigte das Gehirn von hoch intelligenten Versuchspersonen weniger Aktivität als das Gehirn der Versuchspersonen mit geringerem Intelligenzquotienten (IQ).

Dies ist eine schon vorher vielfach beschriebene Beobachtung: Personen mit geringem IQ müssen sich mehr anstrengen, um neue Aufgaben zu lösen. Wurden dagegen Navigationsaufgaben im Grazer Straßennetz gefordert, dann waren die Gehirnaktivitäten der Versuchspersonen unabhängig vom IQ sehr ähnlich. Alle Taxifahrer hatten offenbar gelernt, diese Aufgaben mit einem Minimum an geistiger Anstrengung zu lösen.

Die Botschaft, dass Wissen, Motivation und Übung für den Lernerfolg entscheidend sind, sollte sich allmählich herumsprechen, wünscht sich Elsbeth Stern. Denn Lehrerinnen und Lehrer können mit ihrem Unterricht viel bewirken. Im Trend liegen jedoch zurzeit eher die modischen Biologismen, die Bildungschancen allein in den Genen, der neuronalen Vernetzung bestimmter Hirnregionen und der frühen Stimulation im Babyalter verorten. Wenn es aber zuträfe, dass Kinder sich programmiert entfalten, dann wäre Förderung durch anregenden Unterricht überflüssig, die Begabten würden es von selbst lernen, während bei den anderen Hopfen und Malz verloren wäre. Stern findet diese simplifizierten Vorstellungen sehr kontraproduktiv, weil sie den Blick auf die komplexe Wechselwirkung zwischen Genen, Gehirnen und der Kultur versperrt. Und diese Wechselwirkung ist sehr

groß: Selbst ein hoch begabter Römer hätte sicher Schwierigkeiten, mit dem römischen Zahlensystem Divisionen durchzuführen, während das heute Stoff der Grundschulen ist – das arabische Zahlensystem eignet sich eben viel besser für solche Operationen. Jeder fleißige und motivierte Schüler kann heute lernen, was vor 200 Jahren Genies wie Leibniz und Newton erfunden haben, kann mit Differenzialrechnung und Infinitesimalrechnung umgehen und einfache Programme schreiben, die unlösbare Gleichungen wenigstens näherungsweise lösen. Guter, anspruchsvoller Unterricht gibt den Kindern Denkerwerkzeuge in die Hand und lehrt den Umgang damit.

**KINDER BRINGEN VIEL IN DIE SCHULE MIT**

Dabei kommen Kinder natürlich nicht als unbeschriebene Blätter in die Schule, sie bringen eine ganze Menge mit: nicht nur ihre Erfahrungen, sondern auch eine Reihe von intuitiven und teilweise angeborenen Fähigkeiten, mit kleinen Mengen von Zahlen umzugehen. Säuglinge reagieren verärgert, wenn zwei Gegenstände nacheinander hinter einem Schirm verschwinden und nach dem Wegziehen der Blende nur noch ein Objekt zu sehen ist. Auch Primaten schaffen es, bis drei zu zählen und in diesem Zah-

lenraum zu addieren. Allerdings führt dieses intuitive Verständnis der Kinder nicht sehr weit, sondern muss im Lauf der Schulzeit abstrakteren Konzepten weichen, die bis zur höheren Mathematik tragen können.

„Die Mathematik ist eine Sprache, mit der sich Gebiete beschreiben lassen, die man sonst nur wortlos bestaunen müsste“, meinte Francis Bacon zu Anfang des 17. Jahrhunderts: „Viele Bereiche der Natur können wir weder mit ausreichender Schärfe beobachten, noch mit genügender Geschicklichkeit benutzen und auch nicht mit angemessener Subtilität erfinden, wenn wir uns nicht auf die Unterstützung der Mathematik verlassen könnten. Perspektive, Musik, Astronomie, Kosmologie, Architektur, Ingenieurskunst und viele andere Wissenschaften wären ohne Mathematik nicht möglich.“

Und heute könnte man hinzufügen: Auch die Psychologie nutzt Mathematik, um aus den Datenmengen versteckte Zusammenhänge herauszufiltern und manchmal beliebte Meinungen als Vorurteile zu entlarven. Jetzt sollte es sich herumsprechen, dass guter Unterricht allen Kindern neue Welten erschließen kann.

ANTONIA RÖTGER

Das Monster auf dem Zahlenstrahl einzufangen ist eine der elementarsten Übungen auf dem Weg zur Mathematik.



Mit Murmeln lässt sich wunderbar spielen. Oder die Beziehung von zwei Mengen darstellen – vorausgesetzt, die Aufgabe ist richtig formuliert.



Foto: MAURITUS