



Die Wege kindlicher Wissbegier

Kinder erkunden mit allen Sinnen ihre Umgebung, ihre Neugier kennt keine Grenzen. Ab einem gewissen Alter löchern sie Erwachsene regelrecht mit ihren Fragen. Diese Art des aktiven Lernens gilt vielen als ideal. Bisher ist jedoch kaum bekannt, welche Strategien Kinder von sich aus dabei anwenden. Am **Max-Planck-Institut für Bildungsforschung** in Berlin entwickelt **Azzurra Ruggeri** mit ihrem Team ausgeklügelte Tests, um dem kindlichen Lernen auf die Spur zu kommen.

TEXT **TINA HEIDBORN**

Ein Freitag im Berliner Naturkundemuseum. In einer abgesperrten ruhigen Ecke im hinteren Museumsbereich steht auf einem Tisch die „Wundermaschine“ – eine offensichtlich selbst gebastelte Papp-Pyramide, schwarz bemalt mit aufgeklebten Silbersternen. Vorne hat sie einen kleinen eckigen Balkon, als Ablage für ein kleines Ei, das rasselt, wenn man es schüttelt. Legt man das Rassel auf den Balkon, fängt auf der Spitze der Pyramide eine bunte Kugel an zu rotieren, leuchtend und mit Geräusch.

Die fünfjährige Marta ist beeindruckt: „Wow“ sagt sie, und, ja, hier möchte sie gerne mitspielen. Was für Marta ein Spiel ist, ist für das Team der Kognitionspsychologin Azzurra Ruggeri am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung ein ausgeklügeltes Experiment ihrer Forschungsgruppe „iSearch – Informationssuche, aktives und ökologisches Lernen bei Kindern“.

„Aktives Lernen“ passe bei Kindern besonders gut, sagt die Forscherin. Denn Kinder bewegen sich oft beim Lernen. Zugleich bedeutet „aktiv“ auch: Selbst entscheiden können, *self-directed learning*, wie es in der Fachsprache heißt. Mit „ökologisch“ bezeichnet Azzurra Ruggeri die Fähigkeit, das eigene Lernverhalten anzupassen, flexibel auf Umstände und Erfordernisse zu reagieren und so möglichst effektiv zu lernen. Schon kleine Kinder, nimmt die Psychologin an, sammeln und werten Informationen „ökologisch“ aus und suchen den Lernweg, der am meisten Erfolg verspricht.

Einzelne Teilaspekte des riesigen Untersuchungsfelds, sagt Azzurra Ruggeri, werden inzwischen intensiv erforscht. Zum Beispiel, wie Kinder durch Fragen lernen, an wen sie sich richten und wie viele Informationen sie durch ihre Art zu fragen gewinnen. Denn Kinder erschließen sich mit Fragen die Welt. Laut einer Studie der University

Bunt, aber schwierig: Beim Monsterspiel am Tablet sollen Zehn- und Elfjährige den Zusammenhang erkennen zwischen den Eigenschaften des Monsters – freundlich, frech, witzig – und der Zahl der gesammelten Früchte, die rechts oben auf jeder Karte notiert ist.



Oben Rasselst beim Rütteln: Das Ei (Mitte) wird in einer der bunten runden Schachteln versteckt, die dann im schwarzen oder im weißen Karton verpackt werden. Vorschulkinder sollen das Rasselst durch Schütteln der Kartons oder durch logische Schlüsse ausfindig machen. Bei richtigen Antworten leuchtet und dreht sich die Kugel auf der Spitze der schwarzen Pyramide (links).

Unten Das rasselnde Ei wird entweder in einer festen Reihenfolge in der grünen, blauen, gelben oder roten Schachtel versteckt oder immer in der gleichen Box. Je älter die Kinder sind, desto öfter nutzen sie die Möglichkeit, das Ei durch Schütteln zu finden.

of California, Merced, stellen zwei- bis fünfjährige Kinder im Durchschnitt 76 bis 95 Fragen in einer Stunde Unterhaltung mit einem Erwachsenen.

Die Fragetests, mit denen Azzurra Ruggeri und ihre Mitarbeiter forschen, kommen spielerisch daher: Warum ist das Monster Toma jeden Morgen zu spät in der Schule? Wer lebt auf dem Planeten Apres? Schon kleine Kinder können beurteilen, welche Antworten informativ sind, und nutzen diese zur Problemlösung. Bietet man ihnen zwei verschiedene Puppen als Antwortgeber an, kann man beobachten, dass sie sich an die zuverlässigere Informantin halten. Aber gerade kleinere Kinder im Vorschulalter zu untersuchen, ist schwierig. Und eine Kernaufgabe für die Forschungsgruppe „iSearch“.

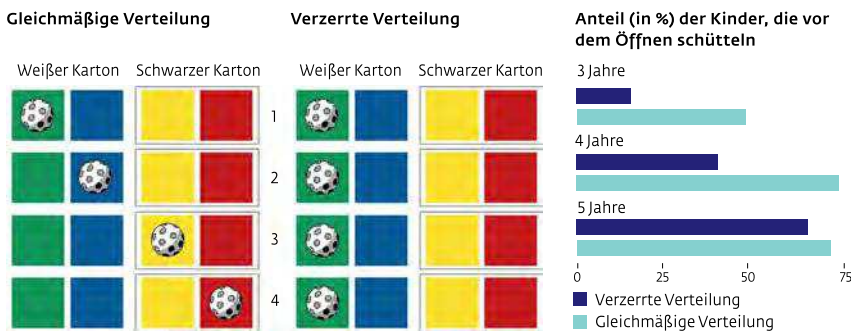
In den Aufgaben, die die Kinder gestellt bekommen, geht es nicht darum,

Leistungen abzurufen, sondern zu sehen, wie sie lernen. Azzurra Ruggeri spricht davon, „das Potenzial des Lernens an sich“ zu untersuchen. So wie Jean Piaget, der Schweizer Biologe und Pionier der kognitiven Entwicklungspsychologie, der die Entwicklung der eigenen Kinder beobachtete und daraus seine grundlegenden Theorien ableitete.

Das Team von „iSearch“ erarbeitet für diese Aufgabe neue Versuchsformen. Eine besondere Herausforderung sind die noch nicht voll entwickelten kognitiven und sprachlichen Fähigkeiten im Vorschulalter. In vielen der üblichen Fragetests schneiden Kinder im Allgemeinen schlechter ab als Erwachsene. Zum Beispiel, wenn es um ihre Effizienz beim Fragenstellen geht.

Dazu werden zwei Arten von Fragen unterschieden: *hypothesis-scanning questions*, also solche, die eine einzelne Annahme überprüfen. Und die sehr viel allgemeineren *constraint-seeking questions*, die eher die Möglichkeiten eingrenzen und damit etwa bestimmte Rahmenbedingungen ermitteln. „Lebt dieser Hund auf dem Planeten Apres?“ Lautet die Antwort darauf „Nein“, ist man nicht viel weiter. Effektiver ist es, mit Fragen wie: „Leben Tiere auf dem Planeten Apres?“ weiterführende Informationen zu sammeln und sich schrittweise anzunähern.

Grundsätzlich fragen Kinder bis sieben Jahre eher konkrete Annahmen ab,





danach schwächt sich diese Tendenz ab, sie verwächst offensichtlich. Erwachsene bevorzugen dagegen eingrenzende Fragen und liefern bessere Ergebnisse in den Tests.

Aber Azzurra Ruggeri und ihre Mitarbeiter konnten zeigen, dass selbst kleine Kinder danach gehen, welche Frage ihnen den größeren Informationsgehalt bringt. Sie haben allerdings Schwierigkeiten, selbstständig eingrenzende Fragen zu entwickeln – je jünger die Kinder sind, desto stärker. Gibt man vier- bis fünfjährigen Kindern aber beide Fragetypen vor, entscheiden sie sich schon in diesem Alter überwiegend für die allgemeinere, eingrenzende Frageart, wenn diese effektiver ist. Offenbar können sie schon den erwarteten Informationsgewinn der unterschiedlichen Arten von Fragen abschätzen.

Kategorisierende Fragen verlangen viel Abstraktionsarbeit im Vorfeld. „Dazu muss man erst einmal Merkmale als Kriterien identifizieren, gewichten, anwenden“, erläutert Azzurra Ruggeri, „das ist superschwierig.“ Wenn kleine Kinder also in bestimmten Fragetests nicht besonders gut abschneiden, dann bedeutet dies keineswegs, dass sie ineffektiv lernen.

Azzurra Ruggeri zitiert an dieser Stelle ihren Doktorvater, den renommierten Psychologen Gerd Gigerenzer: Ein Hammer sei ein gutes Werkzeug, wenn man

einen Nagel in die Wand schlagen will, aber nicht so gut, wenn man eine Schraube vor sich hat. Um Probleme zu untersuchen, braucht man geeignete, fallspezifische Methoden. Deshalb lassen die Doktorandin Nora Swaboda und die Studentin Eva Kell im Berliner Naturkundemuseum die fünfjährige Marta nach dem rasselnden Ei suchen. Und die macht begeistert mit, obwohl sie ja eigentlich nur ins Museum wollte.

SCHON KLEINE KINDER NUTZEN WAHRSCHEINLICHKEITEN

Trainingsphase. Zunächst „versteckt“ Eva Kell das Ei – Marta darf zusehen – in einer von vier kleinen runden Schachteln, von denen jede eine andere Farbe hat. Zwei der Schachteln stecken jeweils in einem größeren eckigen Karton – einem weißen und einem schwarzen. In der sogenannten „skewed condition“ legt Eva Kell das Rassel-Ei immer in die selbe Schachtel, zum Beispiel in die grüne links außen. Im anderen Ablauf („uniform condition“) wird das Ei in jedem Trainingsdurchgang in eine andere Schachtel gelegt, von links nach rechts in die jeweils nächste. In der „skewed condition“ lernt das Kind also, dass das Ei wahrscheinlich in der linken äußersten Schachtel zu finden ist – anders als in der „uniform condition“, in der das Ei jedes Mal woanders ist.

Spielerische Herausforderung: Silvia Martín Lence, studentische Hilfskraft, erklärt einem der jungen Probanden die Regeln des Lernspiels auf dem Tablet.

Für den eigentlichen Test verschließt Eva Kell dann die zwei großen eckigen Kartons. Anhand der beiden Kartons lernt Marta von der Studentin, dass es zwei Suchmethoden gibt: Schütteln oder Öffnen. Öffnen entspricht dem Abfragen einer Annahme, zuerst Schütteln ähnelt dem vorsichtigeren Weg der eingrenzenden Frage. Macht man einen der beiden größeren Kästen auf, hilft das zunächst nicht, denn man guckt wieder auf verschlossene Schachteln. Schüttelt man einen der Kästen, kann man hören, ob das rasselnde Ei enthalten ist. Wenn Lernen bedeutet, Wissen zu sammeln, um Unsicherheit abzubauen und die Vorhersagbarkeit zu erhöhen, kommt man mit Schütteln oft weiter als mit Aufmachen.

Es sei denn, man hat eine starke Vermutung, zum Beispiel dadurch, dass eine Lösung wahrscheinlicher ist als die anderen. „Wenn man nicht weiß, wo das Ei liegt, ist es sinnvoll, den größeren Kasten zu schütteln, damit man nicht riskiert, den falschen Kasten zu öffnen. Wenn man aber ahnt, wo das Ei liegt, weil der Tester ihn immer in derselben Schachtel versteckt, kann man den größeren Kasten gleich auf-



machen und dann die kleinere Schachtel. Man hat eine starke Lösungsvermutung, der man nachgeht, und kann so einen schnellen Erfolg erzielen“, erläutert Azzurra Ruggeri. Schon kleine Kinder, so die Wissenschaftlerin, verstehen Wahrscheinlichkeiten und beziehen sie in ihre Überlegungen ein. Auch das weiß man mittlerweile.

Obwohl Marta in der *skewed condition* gelernt hat, dass das Ei immer in derselben äußeren linken Schachtel liegt, entscheidet sie sich dennoch dafür, den linken großen Kasten zu schütteln. Es rasselt. Nach kurzem Zögern öffnet sie die runde kleine Schachtel ganz links. Marta legt das gefundene Rasselei in die Wundermaschine und guckt stolz, als die Kugel auf der Pyramide leuchtend zu rotieren beginnt.

Danach ist ihr Freund Jonathan an der Reihe, auch er ist fünf Jahre alt. Wieder versteckt Eva Kell das Rasselei in der kleinen Schachtel am linken Rand – *skewed condition*. Jonathan macht zielstrebig den großen Kasten und die richtige runde Schachtel auf. Erneut setzt sich die Wundermaschine in Bewegung.

Ein Ergebnis der Untersuchungen: In der *uniform condition*, also wenn das Ei in verschiedene Schachteln gesteckt wird, entscheiden sich insgesamt mehr Kinder in allen Altersgruppen für das Schütteln als für das Aufmachen der größeren Kästen. Sie reagieren auf die Umstände und beziehen die höhere Unsicherheit als Faktor ein. Nach Azzurra Ruggeri ein Merkmal für ökologisches Lernen.

EINE GEFAHR IST, DIE KINDER UNGEWOLLT ZU BEEINFLUSSEN

Blickt man auf die einzelnen Altersgruppen, so gibt es ein weiteres Ergebnis: Von den Dreijährigen machen zwei Drittel die größeren Kästen sofort auf. Von den Vier- und Fünfjährigen schüttelt dagegen mehr als die Hälfte. Insgesamt tendieren Kinder, je kleiner sie sind, eher zum Aufmachen als zum Schütteln. Das deckt sich mit den Ergebnissen der gängigen Fragetests, in denen Kinder – je kleiner, desto ausgeprägter – die weniger effektiven Fragen nach einer Annahme bevorzugen.

Azzurra Ruggeri erzählt, dass sie besonders das Entwickeln der empirischen

Studien reizt. Das klingt nach logischer Tüftelei: extrem gut durchdacht im Vorfeld und fein nuanciert. Wie muss ich das vermeintliche Spiel aufbauen, um was untersuchen zu können? Wenn ich an dieser Stelle diese Antwort bekomme – welche Entscheidungsmöglichkeiten biete ich dann an, und was bedeutet das? Man braucht eine einfache und saubere Verpackung für hochkomplexe Grundlagenforschung.

Viele von Azzurra Ruggeris Versuchen sind sehr detailliert und werden in mehreren Varianten durchgeführt. Die Ergebnisse wirken bisweilen recht kleinteilig, sind aber unverzichtbar, um ein wissenschaftlich abgesichertes Bild vom kindlichen Lernprozess zu entwickeln. Ruggeri kann sich vorstellen, später auch das Lernen in älteren Lebensphasen zu untersuchen. Demnächst will sie aber erst einmal die ganz Kleinen in den Blick nehmen – indem sie mit einem Eye-Tracking-Verfahren verfolgt, wohin Babys ihre Aufmerksamkeit lenken.

Alle Tests müssen sich in der Studienphase als praxistauglich erweisen: Die Kinder müssen gerne mitmachen, wobei das Spiel nicht zu lange dauern darf. Deshalb sind ausgedehnte Pilotphasen

Altersgerechte Aufbereitung: Wichtig ist, dass Kinder die Tests, in denen ihr Lernverhalten beobachtet wird, gerne mitmachen. Dazu gehören etwa die sympathisch dargestellten Monster, deren besondere Kräfte sie nur durch geschicktes Fragen herausfinden können.

keine Seltenheit, in denen das Team den Versuchsaufbau noch in Details modifiziert und damit verbessert. Denn je kleiner die Kinder, desto größer die Gefahr, sie unbeabsichtigt in ihren Entscheidungen zu beeinflussen. Sie hätten zum Beispiel lange und bis in die kleinsten Kleinigkeiten daran gefeilt, wie sie die Kinder das Rasselei suchen lassen, erzählt die Doktorandin Nora Swaboda.

Nichts von dem, was Eva Kell als Testerin im Berliner Naturkundemuseum macht, ist spontan, jede Handlung genau festgelegt: Selbst die Worte, mit denen die Studentin den Kindern das Spiel erklärt, sind auswendig gelernt – immer dieselben in immer derselben Reihenfolge mit derselben Betonung, aber bitte ohne roboterhaft zu wirken. Ganz am Ende erinnert Eva Kell die Kinder an die beiden Methoden – Schütteln oder Aufmachen. Dabei sagt sie abwechselnd: „Du kannst die Kästen schütteln oder aufmachen“ und im nächsten Testdurchlauf: „Du kannst die Kästen aufmachen oder schütteln“. Denn je nachdem, mit welchem Wort sie endet, entscheiden sich auffällig viele Kinder für diese Methode – vermutlich einfach weil sie zuletzt genannt wurde.

Mangel an mitmachwilligen Kindern und Eltern hat das Team an diesem Freitagvormittag nicht. Die Idee, für die Tests in Museen zu gehen, hat Azzurra Ruggeri aus Amerika mitgebracht, wo sie zwei Jahre an der University of California, Berkeley, forschte. Neben der Wundermaschine liegt im Berliner Naturkundemuseum noch ein Tablet mit einer Art Kartenspiel für Zehn- und Elfjährige bereit. Hier wird untersucht, wie die Kinder Informationen sammeln, um zu lernen: Sie müssen eine Beziehung zwischen verschiedenen Fakten herstellen, um erfolgreich Punkte zu sammeln.

Auf dem Tablet sind 27 Spielkarten zu sehen, jede zeigt ein anderes Monster. Jedes Monster hat drei tabellenartig untereinander aufgeführte Eigenschaften, („freundlich“, „frech“, „lustig“), die jeweils mit ein bis fünf Punkten bewertet sind. Außerdem weist jede Monsterkarte rechts oben in der Kartenecke noch eine weitere zweistellige Zahl auf, die zunächst abgedeckt ist: Das ist die Zahl der Früchte, die das Monster gepflückt hat. Welcher Zusammenhang besteht zwischen den Eigenschaften eines Monsters und der Zahl der Früchte?

Schon ein kurzer Blick auf den mit Monsterkarten gefüllten Tablet-Bildschirm macht klar: schön bunt, aber schwierig. Wer hier mitspielt, ist mit einer ziemlich komplexen Lernumgebung konfrontiert, sehr vielen kleinteiligen Informationen, aus denen man Rückschlüsse ziehen muss – große Unsicherheit. In einem der Tests sollen die Kinder schätzen, wie viele Früchte ein Monster wohl gepflückt hat. Für jede richtige Antwort bekommen sie zehn Cent, denn anders als bei kleineren Kindern funktioniert bei älteren ein Taschengeld am besten als Anreiz zum Mitmachen.

NUR EIN MATHEPROFESSOR ERREICHTE ALLE PUNKTE

Von dem Test gibt es zwei unterschiedliche Varianten: In der „aktiven“ Ausführung darf der Monsterforscher aussuchen, welche Karten er auf dem Tablet anklickt, um sich den verdeckten Früchtewert zeigen zu lassen. In der „passiven“ Variante werden die Monsterkarten, deren Früchtewert man sehen darf, nach dem Zufallsprinzip vorgegeben. Gibt es, je nach Variante, unterschiedliche Lernerfolge? Welche Wege schlagen die Kinder beim Informationssammeln ein?



Die Wissenschaftler beobachten unter anderem, welche Karten die Kinder in der aktiven Variante aussuchen. Bevorzugen sie, um Rückschlüsse darauf zu ziehen, wie viele Früchte ein Monster gepflückt hat, zum Beispiel Karten, bei denen die Monster extrem hohe oder extrem niedrige Eigenschaftswerte haben? Also Karten mit einem sehr hohen oder sehr niedrigen Wert bei einer der drei Monstereigenschaften „freundlich“, „frech“ und „lustig“?

Tatsächlich lässt sich diese Tendenz beobachten, wobei viele Teilnehmer zunächst Karten aussuchen, bei denen der zuoberst aufgeführte Eigenschaftswert „freundlich“ des Monsters extrem hoch oder niedrig ist, dann Karten, bei denen der in der Mitte geschriebene Eigenschaftswert „frech“ extrem ist, zuletzt Karten, die an der untersten Stelle bei „lustig“ einen extremen Wert haben. Aber für allgemeinere Aussagen ist es zu früh, denn die Studie läuft noch, und die Wissenschaftler sind noch in der Phase des Datensammelns.

In einem anderen Projekt hat die Gruppe von Azzurra Ruggeri aber bereits gezeigt, dass Kinder ab sieben Jahren unter aktiven Lernbedingungen bei einem Wiedererkennungsspiel besser



Psychologin mit Hang zu logischer Tüftelei: Max-Planck-Forschungsgruppenleiterin Azzurra Ruggeri entwickelt ausgefeilte Versuche, um das kindliche Lernverhalten zu untersuchen.

abschneiden als in einer passiveren Testvariante – und damit die Vorteile aktiven Lernens belegt.

Bei dem Tablettspiel gehen viele der Zehn- und Elfjährigen mit rund sechs Euro und mehr nach Hause. Nicht viel weniger als die Erwachsenen, mit denen Doktorandin Angela Jones den Test vorher durchgeführt hat. Maximal kann man sieben Euro gewinnen. Bei den kleineren Kindern, die Angela Jones auch schon getestet hat, den Siebenjährigen, waren diejenigen, die bereits in der zweiten Klasse waren, oft deutlich besser als die, die in die erste Klasse gingen. Vermutlich hat den Zweitklässlern ihr besseres Mathewissen geholfen. „Die mathematischen Fähigkeiten spielen eine Rolle“, sagt die Doktorandin Angela Jones, „aber auch das intuitive Lernen.“ Der einzige Proband, der je mit den vollen sieben Euro belohnt wurde, war ein Mathematikprofessor.

Onyun, ein Elfjähriger aus der Schweiz, ist sehr zufrieden mit seinen 5,80 Euro, die er gerade in die Hosentasche steckt. Wie hat er es gemacht? „Geraten und auf Glück gespielt“, das

sagt er zumindest. Die Auswertung der erhobenen Daten wird mehr Einblick ermöglichen.

„Ich wollte etwas machen, worauf man Antworten finden kann“, sagt die Psychologin Azzurra Ruggeri. In Italien hat sie fünf Jahre Philosophie studiert, Schwerpunkt: Logik, Wissenschafts- und Entscheidungstheorie. Bis es ihr zu abstrakt wurde. Sie wollte sich nicht mehr nur aus logisch-philosophischer Sicht mit Entscheidungs-

theorie auseinandersetzen. So wechselte sie zur Psychologie und kam nach Deutschland. Und schon als Leiterin von Pfadfindergruppen hat sie sich gern mit Kindern beschäftigt.

Mit „iSearch“ machen Ruggeri und ihre Mitarbeiter jetzt empirisch gestützte Grundlagenforschung. Dahinter steht die Vision, dass die Erkenntnisse später in der Praxis Anwendung finden – immer dort, wo Kinder lernen. Gerade hat Azzurra Ruggeri zusätzlich eine Professur für Entwicklungs- und Kognitionspsychologie an der Technischen Universität München angenommen, angesiedelt in der Bildungsfakultät, wo Psychologen, Erziehungs- und Neurowissenschaftler die Erkenntnisse aus ihren verschiedenen Disziplinen zusammenbringen.

Dahin, so hofft die Wissenschaftlerin, geht die Entwicklung. Denn obwohl aktives und selbstständiges Lernen gern propagiert wird, sind die wissenschaftlichen Erkenntnisse, wie Kinder lernen, noch sehr begrenzt. „Viele Mythen und Annahmen“, so fasst es Azzurra Ruggeri zusammen. Ihr Ziel ist, die empirische Forschung auszuweiten, mehr Erkenntnisse darüber zu gewinnen, wie der Mensch lernt, und diese dann auch in die Grundlagenforschung, die sie so spielerisch verpackt, später dazu beitragen, Kindern das Lernen, zum Beispiel in der Schule, zu erleichtern. Denn nur wenn man detailliert weiß, wie dieser komplexe Prozess abläuft, kann man ihn gezielt unterstützen. ◀

AUF DEN PUNKT GEBRACHT

- Wie Kinder aktiv vorgehen, um zu lernen, lässt sich nur mithilfe einer Vielzahl von Beobachtungen und Tests ermitteln. Bisher gibt es erst einzelne Erkenntnisse.
- Kinder im Vorschulalter können bereits effektive Fragen von weniger effektiven unterscheiden. Etwa ab sieben Jahren sind sie in der Lage, abstrahierende Fragen selbst zu formulieren.
- Wenn es unterschiedliche Handlungsoptionen gibt, wählen ältere Kinder eher das zweckmäßige Vorgehen als ganz junge. Aber schon ab einem Alter von vier bis fünf Jahren wendet die Mehrzahl der Kinder die Methode an, die mehr Erfolg verspricht.
- Grundschul Kinder schneiden bei Wiedererkennungsspielen besser ab, wenn sie sich die nötigen Informationen aktiv suchen dürfen.
- Ein Ziel der Forschung ist, Kindern das Lernen in der Schule zu erleichtern.