

Elsbeth Stern | Aljoscha Neubauer

Leseprobe

Intelligenz Große Unterschiede und ihre Folgen



DVA

Professor Dr. Elsbeth Stern,
Professor Dr. Aljoscha Neubauer

Intelligenz - Große Unterschiede und ihre Folgen

»Ein fundierter Überblick. [...] Das Kapitel über die Entwicklung der Intelligenz gehört zu den Highlights des Buches.«
DeutschlandRadio Kultur – Radiofeuilleton

Bestellen Sie mit einem Klick für 19,99 €



Seiten: 304

Erscheinungstermin: 25. März 2013

Mehr Informationen zum Buch gibt es auf

www.penguinrandomhouse.de

Inhalte

- Buch lesen
- Mehr zum Autor

Zum Buch

Warum wir nicht alle gleich intelligent sind

Inwieweit Intelligenz erblich ist, wird in der Öffentlichkeit immer wieder heftig diskutiert. Aus wissenschaftlicher Sicht steht jedoch fest, dass es genetisch bedingte Unterschiede gibt. Allerdings wird das Potenzial, das jeder Mensch mitbringt, erst wirksam, wenn es in Familie und Schule nach besten Möglichkeiten gefördert wird. In ihrem neuen Buch erklären die renommierten Intelligenzforscher Elsbeth Stern und Aljoscha Neubauer, wie es zu Intelligenz- und Begabungsunterschieden kommt, wie man Intelligenz messen kann, woran man überdurchschnittlich begabte Menschen erkennt und wie man Intelligenz fördert. Sie stellen klar: Intelligenz ist eine individuelle Ressource, die man nur in der Gemeinschaft entwickeln kann. Und: Wir haben Begabte nötiger denn je, hängt der Erfolg unserer Informations- und Wissensgesellschaft doch maßgeblich von ihnen ab.



Autor

Professor Dr. Elsbeth Stern, Professor Dr. Aljoscha Neubauer

Elsbeth Stern, geboren 1957, ist Professorin für Psychologie und leitet an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich den Arbeitsbereich Lehr- und Lernforschung. Ihre wissenschaftlichen

Intelligenz

Elsbeth Stern | Aljoscha Neubauer

INTELLIGENZ
Große Unterschiede
und ihre Folgen

Deutsche Verlags-Anstalt



Das für dieses Buch verwendete FSC®-zertifizierte Papier
Munken Premium Cream liefert Arctic Paper Munkedals AB, Schweden.

1. Auflage

Copyright © 2013 Deutsche Verlags-Anstalt, München,
in der Verlagsgruppe Random House GmbH

Alle Rechte vorbehalten

Typografie und Satz: DVA/Brigitte Müller

Gesetzt aus der Stone

Druck und Bindung: GGP Media GmbH, Pößneck

Printed in Germany

ISBN 978-3-421-04533-1

www.dva.de

Für Alissa, Ralph und Tatjana

Inhalt

Vorwort	9
1 Wozu brauchen wir Intelligenz?	13
2 Was ist Intelligenz, und wie wird sie gemessen?	45
3 Woher kommen Intelligenz- und Begabungs- unterschiede? Die Frage nach Erbe und Umwelt richtig gestellt	73
4 Nature via Nurture: Was muss die Umwelt dem Kind bieten, damit sich das genetische Potenzial optimal entwickeln kann?	107
5 Der Blick ins Gehirn: Wie das intelligente Gehirn aussieht	143
6 Intelligenz intelligent nutzen: Welche Vorteile haben intelligente Menschen, wenn sie gute Entwicklungsbedingungen haben?	176
7 Kein Ersatz für Intelligenz: Fleiß, Disziplin, Motivation und Kreativität	210
8 Begabungsförderung in der Schule: Was wir besser machen können und müssen	231
Literatur	275
Abbildungsnachweis	292
Register	293

Vorwort

»Es gibt nichts Ungleicheres als die gleiche Behandlung von ungleichen Menschen.«

Thomas Jefferson

Unter Psychologen ist unbestritten, dass die Gauß'sche Glockenkurve die Verteilung der geistigen Begabung am besten abbildet. 70 % der Menschen liegen nicht weit vom Mittelwert entfernt, 15 % zeigen deutlich unterdurchschnittliche und 15 % klar überdurchschnittliche Leistungen in Intelligenztests. Entgegen der immer wieder vorgebrachten Kritik sind Intelligenztests alles andere als Artefakte, die im realen Leben keine Rolle spielen, sondern können Lebenserfolg auf breiter Ebene vorhersagen. Eine hohe Intelligenz ist uneingeschränkt positiv zu bewerten. Unbestritten ist auch, dass überdurchschnittliche Leistungen nicht einfach nur das Ergebnis besserer Umweltbedingungen sind, sondern dass es genetisch bedingte Unterschiede in der geistigen Leistungsfähigkeit gibt. Diese Anlagen können sich aber nur unter förderlichen Umweltbedingungen entfalten. Wer keine entsprechenden Anlagen mitbringt, kann selbst unter optimalen Bedingungen keine Spitzenwerte erreichen.

In der Intelligenzforschung hat man sich sehr ausgiebig mit den Extremen an beiden Enden beschäftigt. Dank umfangreicher Erforschung von geistiger Behinderung wissen wir inzwischen mehr über die Möglichkeiten dieser Menschen und können ihre Lebensbedingungen besser gestalten. Sehr gut untersucht sind auch die sogenannten Hochbegabten, also die 2 % Besten mit einem IQ von 130 oder höher. Wir wissen, dass diese Menschen sehr gute Erfolgchancen in Ausbildung und Beruf haben, und wir wissen auch, dass die angeblich größeren sozialen und lebensweltlichen Probleme dieser Gruppe ein Mythos sind. Hoch-

begabte unterscheiden sich lediglich in der Intelligenz von ihren etwas weniger begabten Zeitgenossen. Allerdings hat sich die Abgrenzung der Hochbegabten als schwierig und fehleranfällig herausgestellt. Psychologische Tests sind im oberen Bereich ungenauer als im mittleren. So ist es möglich, dass ein als hochbegabt klassifizierter Mensch in Wahrheit nur einen Platz im oberen Viertel einnimmt, während eine Spitzenbegabung übersehen wird, weil die Testsituation nicht optimal war. Tatsächlich wäre eine moderne Wissens- und Informationsgesellschaft aber schlecht beraten, wenn sie ihre Bildungsressourcen bevorzugt auf die oberen 2% konzentriert. Denn moderne Gesellschaften brauchen einen großen Pool von Menschen, die geistig flexibel und bereit sind, Verantwortung zu tragen und Risiken der Innovation auf sich zu nehmen. Eine überdurchschnittliche Intelligenz ist dafür eine notwendige, wenn auch nicht hinreichende Voraussetzung. Damit überdurchschnittlich intelligente Menschen zum Wohle der Gesellschaft in die Lage versetzt werden, verantwortungsvolle Positionen zu übernehmen, müssen sie die Gelegenheit bekommen, ihre Intelligenz in inhaltliche Kompetenzen zu investieren.

Ein Merkmal von Intelligenz ist die Flexibilität im Denken. Diese bedeutet aber nicht, dass man sich zu jedem Zeitpunkt seines Lebens neu orientieren kann. Auch für intelligente Menschen ist der Erwerb von Kompetenzen ein aufwendiges Unterfangen, das viel Zeit in Anspruch nimmt. Eine zentrale Frage, die sich jede Gesellschaft deshalb stellen muss, ist, wie sie Menschen mit guten geistigen Voraussetzungen erkennt und so fördert, dass sie ab dem Erwachsenenalter verantwortungsvolle Aufgaben übernehmen können. Nur eine Gesellschaft, die ihre Talente nutzt, kann auf Dauer erfolgreich sein. Intelligenz und Begabung können als ein Startkapital verstanden werden, in das man investieren muss. Sie sind eine individuelle Ressource, die sich nur in der Gemeinschaft entwickeln kann. Die biologischen Voraussetzungen der Intelligenz im Genom und im Gehirn tref-

fen auf Angebote in Elternhaus, Schule und Gesellschaft. Wie dieses Zusammentreffen für alle optimal aussehen könnte und wodurch es beeinträchtigt werden kann, werden wir in diesem Buch zeigen.

Dass wir trotz der üblichen universitären Belastungen die Zeit gefunden haben, dieses Buch zu schreiben, verdanken wir vor allem unserem funktionierenden wissenschaftlichen Umfeld. Wir konnten jederzeit auf die kompetente Hilfe unserer Mitarbeiter zählen. Stellvertretend seien hier Mathias Benedek, Claudia Boschung, Peter Greutmann, Sylvia Opriessnig und Jürgen Pretsch genannt. Ganz besonderen Dank schulden wir Christiane Naumann von der Deutschen Verlags-Anstalt, die das Buchprojekt von Anfang an begleitet hat und dank ihrer kritisch-konstruktiven Rückmeldung Wesentliches zur Lesbarkeit beigetragen hat.

Graz und Zürich

Aljoscha Neubauer und Elsbeth Stern

1 Wozu brauchen wir Intelligenz?

»Psychologen sind sich inzwischen einig darin, dass Intelligenz das Produkt der Schule ist und gleichzeitig deren wichtigstes Rohmaterial.«

Richard Snow, 1982

Stellen wir uns 60 acht- bis neunjährige Kinder vor, die auf drei Grundschulklassen der dritten Jahrgangsstufe derselben Schule verteilt sind. Jeweils 20 Kinder gehen zusammen in eine Klasse. Die Kinder sollen mathematische Textaufgaben lösen, die sie in der Form noch nicht durchgenommen haben, z. B.:

- Beate hat 4 Kekse. Andreas hat 3 Kekse. Wie viele Kekse haben Beate und Andreas zusammen?

Welche Voraussetzungen muss ein Kind mit Deutsch als Muttersprache dafür mitbringen? Es muss offensichtlich lesen können und arithmetische Grundoperationen im kleinen Zahlenbereich beherrschen. Wir gehen davon aus, dass alle Kinder in den ersten Schuljahren dazu genügend Gelegenheiten erhalten haben. Tatsächlich zeigen Untersuchungen, dass so gut wie alle Kinder im dritten Schuljahr die genannte Aufgabe lösen können (Stern, 1997). Sie müssen sich dazu aus dem ersten Satz die Zahl 4 merken, aus dem zweiten die 3, und nachdem sie die Aufgabenstellung gelesen haben, muss den Kindern klar sein, dass man die beiden addieren muss. Wer bis dahin die Zahlen vergessen hat, die es zusammenzuzählen gilt, liest die Aufgabe einfach noch mal von vorn.

Obwohl diese Aufgabe sehr einfach ist, erfordert sie doch eine ganz bestimmte Kompetenz, nämlich die Fähigkeit zum schlussfolgernden Denken, genauer genommen zum deduktiven Denken. Mathematische Textaufgaben gehören zu dem Typ Aufgaben, bei dem es darum geht, aus vorgegebener Informa-

tion neue zu erschließen, ohne dass weiterer Input von außen erforderlich ist. Alle Angaben, die man zur Lösung der Aufgabe braucht, sind im Text enthalten, der Rest muss im Kopf konstruiert werden. Was genau im Gehirn dabei vor sich geht, kann man zwar nicht beobachten, aber man kann sich anhand von wissenschaftlichen Modellen recht genaue Vorstellungen davon machen. So wissen wir beispielsweise, dass Menschen ein abstraktes Teil-Ganzes-Schema in ihrem Gedächtnis repräsentiert haben, aus dem sie ableiten können, dass man durch das Zusammenfügen kleinerer Mengen eine größere Menge herstellen und umgekehrt größere Mengen in kleinere aufteilen kann. Es gibt Belege dafür, dass schon sehr kleine Kinder über ein solches Schema in ihrem Wissensrepertoire verfügen. Wird dieses Wissen mit den in der Schule erworbenen Kompetenzen im Lesen und Rechnen kombiniert, ist ein Kind imstande, die obige Textaufgabe zu lösen. Allerdings ist eine solche Neukombination von verschiedenen Wissenskomponenten keine Selbstverständlichkeit; sie erfordert eine Art von Intelligenz, wie sie, nach allem was wir wissen, dem Menschen vorbehalten ist. Dennoch würden wir ein achtjähriges Kind, das die oben genannte Textaufgabe lösen kann, nicht als besonders intelligent bezeichnen. Den Begriff Intelligenz verwenden wir im Alltag wie in der Wissenschaft, um die Unterschiede in der geistigen Leistungsfähigkeit von Menschen zu betonen. Mit einer Aufgabe, die fast alle Menschen einer Altersgruppe lösen können, lässt sich Intelligenz in diesem Sinne also nicht unter Beweis stellen.

Ganz anders sieht es bei den beiden folgenden Aufgaben aus:

- Maria hat 8 Murmeln. Sie hat 3 Murmeln mehr als Hans. Michael hat 5 Murmeln. Er hat 2 Murmeln weniger als Elisabeth. Wie viele Murmeln haben Hans und Elisabeth zusammen?
- Susanne zieht jeden Tag eine Hose mit einem T-Shirt an. Sie möchte gern jeden Tag anders angezogen sein. Sie hat 3 Hosen und 5 T-Shirts. An wie vielen Tagen kann sie verschieden angezogen sein?

Nicht viele Drittklässler werden diese Aufgaben lösen können, und diejenigen, die es schaffen, kann man mit gutem Grund als intelligent bezeichnen, denn das Lösen der Murmel-Aufgabe etwa erfordert ein höheres Maß an Intelligenz als die eingangs genannte Keks-Aufgabe. Anders als bei der Keks-Aufgabe folgt nach den ersten beiden Sätzen noch keine konkrete Aufgabenstellung, sondern das Kind muss sich selbst erschließen, welche Informationen es aus den bereits gegebenen ableiten kann. Erst nach dem vierten Satz wird klar, dass aus den genannten Besitz- und Differenzmengen zuerst die noch unbekanntes Besitzmengen errechnet und dann zum Teil addiert werden müssen. Man muss also eine ganze Menge an Information im Gedächtnis behalten und gleichzeitig damit arbeiten (Stern, 1993, 1998, 2005).

Eine solche Aufgabe zu lösen, stellt hohe Anforderungen an das sogenannte Arbeitsgedächtnis. Darunter versteht man – grob gesagt – die Fähigkeit des Menschen, eingehende Informationen in das eigene verfügbare Wissen zu integrieren und daraus eine Handlung zu initiieren, die es ermöglicht, die gerade anstehende Anforderung zu bewältigen. Wie wir im Folgenden immer wieder sehen werden, spielen die Funktionen des Arbeitsgedächtnisses bei allen geistigen Leistungen eine ganz besondere Rolle. Menschen unterscheiden sich in der Effizienz ihres Arbeitsgedächtnisses, und – so viel sei an dieser Stelle bereits verraten – Intelligenzunterschiede lassen sich zu einem beachtlichen Teil auf Unterschiede in den Arbeitsgedächtnisfunktionen zurückführen. Im Allgemeinen sind intelligente Menschen weniger intelligenten in folgenden Aspekten überlegen:

- in der Geschwindigkeit, mit der sie benötigtes Wissen aus dem Gedächtnis abrufen,
- in der Menge an Information, die sie in ihrem Arbeitsgedächtnis speichern können,
- in der Fähigkeit, irrelevante Informationen zu hemmen und so dafür zu sorgen, dass das Arbeitsgedächtnis nicht blockiert wird,

- in der Fähigkeit, Ziele zu wechseln, wenn es die übergeordnete Anforderung verlangt,
- in der Geschwindigkeit, mit der Handlungsalternativen gegeneinander abgewogen werden.

Man kann sich sehr gut vorstellen, dass beim Lösen der beiden anspruchsvolleren Textaufgaben Intelligenz in Form eines effizienten Arbeitsgedächtnisses von Vorteil ist. Während es bei der einfachen Textaufgabe darum geht, aus den vier Grundrechenarten die richtige anzuwenden, stellt die Murmel-Aufgabe vor allem beachtliche Anforderungen an die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses: Man muss sich vier Zahlen merken, von denen man erst am Ende des Textes weiß, wie sie miteinander verrechnet werden sollen. Auch für die Hosen/T-Shirt-Aufgabe bedarf es eines effizienten Arbeitsgedächtnisses, um sie richtig zu lösen: Bei einer so komplexen Textaufgabe stellt man sich am besten vor, wie jede Hose mit jedem T-Shirt kombiniert werden kann, gestaltet aber die einzelne Repräsentation eher sparsam. Das heißt, man verzichtet darauf, sich jedes Oberteil und jede Hose zu detailreich vorzustellen, etwa ein T-Shirt mit blauen Streifen und ein anderes mit roten Blumen. Das würde irrelevante Informationen aktivieren, die das Arbeitsgedächtnis unnötig blockieren.

Wie sich die Effizienz des Arbeitsgedächtnisses messen lässt und wie diese mit der Leistung in konventionellen Intelligenztests zusammenhängt, wird weiter unten noch erörtert werden. Hier soll es zunächst um die Frage gehen, welche Kompetenzen man in der Schule erworben haben muss, um obige Aufgaben bewältigen zu können. Denn eines ist klar: Ganz aus eigener Kraft geht es nicht. Stellen wir uns ein achtjähriges Kind vor, das mit einem höchst effizienten Arbeitsgedächtnis ausgestattet ist, aber – aus welchen Gründen auch immer – nur zwölf Monate die Schule besucht hat. Das Kind hat – weil es sehr intelligent ist – in kurzer Zeit Lesen, Schreiben und Rechnen gelernt. Es ist also imstande, Textaufgaben zu lesen und Zahlen zu verrech-

nen, wird aber kaum in der Lage sein, ein sogenanntes mentales Modell der oben genannten Aufgaben zu erstellen. Es wird mit großer Wahrscheinlichkeit bei der Murmel-Aufgabe die 2 subtrahieren, weil das Wort *weniger* dies nahelegt. Bei der Hosen/T-Shirt-Aufgabe wird es die beiden Zahlen vermutlich addieren und als Ergebnis 8 nennen. Ganz offensichtlich hatte ein solches Kind nicht die Möglichkeit, seine Intelligenz in mathematisches Wissen und Verständnis umzusetzen.

Der Beitrag der Schule zur Intelligenzentwicklung

Ob ein Kind bei einer anspruchsvollen Textaufgabe zum richtigen Ergebnis kommt oder nicht, hängt also nicht allein von seiner Intelligenz ab, sondern auch von dem mathematischen Wissen und Verständnis, die im Schulunterricht vermittelt werden. Lernen muss grundsätzlich als das Zusammenspiel von Individuum und Umwelt verstanden werden. Voraussetzung für Lernen ist deshalb einerseits ein in der Architektur des Gehirns verankertes Potenzial und andererseits eine Umwelt, die Anforderungen stellt und Lernen zulässt. Je nach Lernziel variieren die Ansprüche an die Umwelt. Manches lernen Menschen ganz einfach und ohne professionelle Instruktion, weil der Bauplan des menschlichen Gehirns direkt darauf vorbereitet ist. Der Mensch ist sozusagen mit einem Instinkt ausgestattet. Andere Lerninhalte hingegen können ihm nur von professionell ausgebildeten Personen vermittelt werden, die in einem gewachsenen kulturellen Umfeld agieren. Am Beispiel der Arithmetik lässt sich das besonders gut demonstrieren: Wie der bekannte französische Kognitionswissenschaftler Stanislas Dehaene in seinem Buch *Der Zahlensinn* (1999) festgestellt hat, sind wir Menschen mit einem Zahlensinn ausgestattet. Auch aus anderen Forschungsrichtungen gibt es Belege dafür, dass das menschliche Gehirn, dessen genetischer Bauplan nach bisherigem Forschungsstand seit mehr

als 40 000 Jahren weitgehend unverändert ist, alle Voraussetzungen für ein schnelles Lernen von numerischen und sprachlichen Grundkompetenzen mitbringt. Es bedarf keiner professionellen Instruktion, um sich beides anzueignen, man benötigt lediglich sprechende und zählende Menschen in seinem sozialen Umfeld. Etwas salopp ausgedrückt: Das Gehirn von allen kleinen Kindern springt – sofern keine Störungen in der Entwicklung vorliegen – auf jede Lerngelegenheit in diesen Bereichen an. Und das gilt für den Erwerb aller geistigen Kompetenzen, die in der Architektur des Gehirns angelegt sind: Kinder brauchen keine aufwendige Stimulation, keine ausgeklügelte Lernumgebung, wie sie von angeblichen Spezialisten für Frühförderung für teures Geld angeboten werden. Ein soziales Umfeld, in dem gesprochen, emotionale Geborgenheit vermittelt und fürsorgliche Anregung gegeben wird, reicht völlig aus. Insbesondere was das Zählenlernen betrifft, ergeben sich im Alltag unzählige Möglichkeiten: beim Tischdecken, Aufräumen, Einkaufen etc. Umgekehrt spricht es für einen hohen Grad an Vernachlässigung, wenn ein Kind keine spontane Gelegenheit zur Quantifizierung erhält. Aber auch die Reize, die Kinder brauchen, um beispielsweise im ersten Lebensjahr ihre Sehfähigkeit auszubauen, stellt jede Umgebung zur Verfügung, egal ob ein Kind in einer Jurte in der Mongolei oder im Nobelviertel einer Weltstadt aufwächst. Wie Langzeitstudien zeigen, sind selbst rumänische Kinder, die in den 1980er Jahren geboren wurden und ihr erstes Lebensjahr unter schlimmsten Verhältnissen in einem Waisenhaus verbracht haben, was ihre Seh- und Hörfähigkeiten sowie andere geistige Grundkompetenzen angeht, völlig normal entwickelt (siehe Kapitel 4).

Professionelle Unterstützung für die Entwicklung von Kindern wird hingegen benötigt, wenn es um den Erwerb von geistigen Kompetenzen geht, die an die kulturelle Entwicklung gebunden sind. Dazu gehört allem voran der Schriftspracherwerb. Die ersten Spuren von Schrift lassen sich 5000 Jahre zurückdatieren. Angesichts dessen, dass die Menschen im Prinzip seit 40 000

Jahren ein Gehirn mitbringen, welches sie in die Lage versetzt, Lesen und Schreiben zu lernen, erstaunt es, dass sie gerade einmal vor ein paar Tausend Jahren damit begonnen haben, Schriftsymbole zu entwickeln. Die Entstehung der mathematischen Symbole setzte sogar noch später ein: Obwohl jede Kultur, und sei sie auch noch so traditionell und isoliert, Zahlwörter (eins, zwei, drei ...) bis mindestens 20 in ihrem Sprachrepertoire hat und Zählen eine universelle menschliche Kompetenz ist, wurden Zahlsymbole (1, 2, 3, ...) erst vor etwa 2000 Jahren entwickelt. Unser heutiges indisch-arabisches Zahlensystem bildete vor etwa 500 Jahren die Grundlage für die Mathematik, so wie sie in der Schule gelehrt wird. Eine entscheidende Bedeutung kam dabei der Tatsache zu, dass man dem Nichts nicht nur einen Namen gab (Null), sondern auch ein eigenes Symbol (0). Die Erfindung der Null wird von manchen Historikern als die größte Kulturleistung überhaupt gesehen. Die Römer hatten sie noch nicht und verfügten deshalb über ein Zahlensystem (I, II, III, IV, V usw.), das zwar Mengen bezeichnen konnte, sich aber nicht zum Rechnen eignete. So stand einer effizienten Informationsverarbeitung unter anderem im Wege, dass eine größere Zahl wie 99 weniger Zeichen (IC) brauchte als eine kleinere wie 28 (XXVIII). Vor allem aber fehlte dem römischen Zahlensystem eine innere Logik, welche die Anwendung der Grundrechenarten ermöglichte. Multiplikation und Division ließen sich daraus nicht ableiten. Dementsprechend gab es im Römischen Reich weder Primzahlen noch die sogenannten rationalen und reellen Zahlen, denen die Division zugrunde liegt.

Um abstrakte Konzepte der Mathematik zu verstehen, muss man eine überdurchschnittliche Intelligenz mitbringen, aber man muss auch in eine Kultur geboren werden, welche die entsprechenden Konzepte zur Verfügung stellt. Der intelligenteste Römer oder die intelligenteste Römerin wären mit der Aufgabe $LXXXI : IX = ?$ überfordert gewesen, während ein normal begabtes Grundschulkind unserer Tage die Aufgabe $81 : 9 = ?$ ohne

größere Schwierigkeiten lösen kann. Rechenschwäche war allerdings kein Thema im Römischen Reich, da es nur sehr wenig zu rechnen gab.

Halten wir also fest: So wie eine Pflanze Wasser und Nährstoffe braucht, um die in ihren Genen angelegte Form und Größe zu erreichen, brauchen auch Menschen ein kulturelles Umfeld, um ihre Intelligenz zu entwickeln und sie für den Erwerb komplexer geistiger Kompetenzen zu nutzen. Deshalb ist eine zentrale Botschaft dieses Buches: Institutionalisierten Lerngelegenheiten, wie sie die Schule bietet, kommen bei der Ausbildung und der angemessenen Nutzung von Intelligenz eine wesentliche Rolle zu.

Viele der Dinge, die heute auf dem Lehrplan von allgemeinbildenden Schulen stehen, sind erst seit wenigen Jahrhunderten, manchmal sogar erst seit Jahrzehnten Bestandteil der menschlichen Kultur. Dass wir heute innerhalb weniger Jahre lernen können, was die Klügsten der Menschheit mit großer Mühe und Ausdauer an Erkenntnissen gewonnen haben, haben wir unserer Fähigkeit zu verdanken, Informationen in Form von Symbolen zu speichern, zu kommunizieren und diese als Denkinstrumente zu nutzen. Am Beispiel mathematischer Symbolsysteme wurde dies im vorangegangenen Abschnitt erläutert. Mit anderen Worten: Nicht nur in der Schule, sondern auch im Alltag reduzieren wir eine eingehende Information mit Hilfe symbolischer Wissensrepräsentation auf den für die aktuelle Handlung relevanten Aspekt. So kann ich eine Sonnenblume als Tischschmuck, Korbblütler oder Ölpflanze bezeichnen, und mit jedem Ausdruck spreche ich eine andere Funktion und einen anderen Kontext an.

Es ist genau diese Fähigkeit, mit Hilfe von Symbolsystemen abstrakte ziel- und handlungsgerichtete Repräsentationen zu konstruieren, welche uns Menschen die geistige Flexibilität verleiht, die uns von anderen Säugetieren – auch solchen, die in sehr unterschiedlichen Umwelten leben können – unterscheidet. Hingegen können selbst als intelligent geltende Tiere wie

Katzen erstaunlich rigide sein. Sie schauen über lange Stunden auf die Öffnung eines Wasserhahns, die sie für ein Mauseloch halten und deshalb hartnäckig auf Beute warten. Die Katze kann offensichtlich abstrahieren: Ein Loch ist ein Ausschnitt aus der Umwelt, findet es sich auf dem Rasen, im Getreidefeld oder in der Wüste, ist es ein Hinweis darauf, dass hier eine Maus lebt. Dass sich aber nicht hinter jedem Loch eine Maus versteckt, geht über den Horizont einer Katze hinaus.

Im Gegensatz dazu verfügen wir Menschen nicht nur über eine visuelle Abstraktion eines Lochs, sondern haben ihm auch eine sprachliche Bezeichnung gegeben und diese mit anderen Begriffen vernetzt. Es ist diese Vernetzung zwischen unterschiedlichen Sinneseindrücken und Symbolen, die die geistige Flexibilität des Menschen ausmacht. Die Fähigkeit zur symbolischen Repräsentation bildet die Grundlage unserer Kultur und ist verantwortlich für die dauerhafte und systematische Veränderung der Lebenswelt. Nicht jede Generation muss von Grund auf alles neu lernen, schließlich kann durch die Nutzung symbolischer Repräsentationen nicht nur Wissen erhalten und weitergegeben, sondern auch gezielt die Aufmerksamkeit gelenkt werden. Auf diese Besonderheit des menschlichen Geistes, die nicht zuletzt für den Erfolg unserer Spezies verantwortlich ist, werden wir noch mehrfach in unserem Buch zu sprechen kommen. Da sich in kaum einem anderen Gebiet das Zusammenwirken von biologisch vorbereitetem Lernen und kulturellem Fortschritt durch die Nutzung von Symbolsystemen so gut demonstrieren lässt wie in der Mathematik, wenden wir uns jetzt wieder den eingangs beschriebenen drei Klassen und den ihnen vorgelegten mathematischen Textaufgaben zu.

Wie es zu Leistungsunterschieden zwischen Klassen mit vergleichbaren Randbedingungen der Schülerinnen und Schüler kommt

Wir gehen davon aus, dass die 60 bereits erwähnten Drittklässler in ihren ersten Lebensjahren mit Hilfe der Personen ihrer Umgebung gelernt haben, bis 20 zu zählen. Dank dieser beiläufigen Lerngelegenheit protestieren sie auch, wenn ihnen acht Kekse versprochen werden, sie aber nur sieben bekommen. Die Prinzipien des Zusammenfügens und des Aufteilens von Mengen sind ebenfalls sehr einfach zu verstehen; beide können im kleinen Zahlenbereich von allen Kindern durchgeführt werden. Systematisch und durch professionelle Unterstützung gelernt werden muss hingegen die Repräsentation von Quantitäten mit Hilfe des Zehnersystems. Auch wenn wir zehn Finger und zehn Zehen haben, das menschliche Gehirn ist nicht auf den Umgang mit dem Zehnersystem vorbereitet. Der Erwerb von Techniken zur Subtraktion und Addition von Zahlen wird fehleranfällig, sobald die Zahl Zehn überschritten werden, deshalb muss auf diese Kompetenz viel Lernzeit verwendet werden.

Setzen wir weiter voraus, dass die Klassen nach dem Zufallsprinzip zusammengestellt wurden. Die Kinder kommen alle aus derselben Wohngegend, weshalb wir davon ausgehen können, dass sich die Klassen in der Zusammensetzung der Schüler hinsichtlich der sozialen Herkunft und der Persönlichkeitsmerkmale der Kinder nicht unterscheiden. Im Durchschnitt brachten die Kinder der drei Klassen bei Schuleintritt die gleichen Eingangsvoraussetzungen mit. Ab dem ersten Schuljahr hat jede Klasse eine andere Lehrperson in Mathematik, die ihre jeweilige Klasse über die gesamte Grundschulzeit behält. In keiner der drei Klassen wurden die Murrel- und die T-Shirt/Hosen-Aufgabe zuvor behandelt. Die Kinder konnten also nicht einfach Lösungen oder Lösungsstrategien abrufen, als man sie bat, die beiden Textaufgaben zu lösen, sondern mussten diese erst konstruieren.

Dies gelang manchen Kindern besser als anderen:

- Klasse A
3 Kinder lösen beide Aufgaben, 9 Kinder lösen eine Aufgabe,
8 Kinder lösen keine Aufgabe.
- Klasse B
1 Kind löst beide Aufgaben, 8 Kinder lösen eine Aufgabe,
11 Kinder lösen keine Aufgabe.
- Klasse C
Kein Kind löst beide Aufgaben, 7 Kinder lösen eine Aufgabe,
15 Kinder lösen keine Aufgabe.

Wie die Ergebnisse zeigen, sind die Leistungsunterschiede beachtlich, und zwar sowohl zwischen den Klassen – Klasse A hatte das höchste Leistungsniveau, Klasse C das niedrigste und Klasse B lag dazwischen – als auch innerhalb der Klassen. Wir erinnern uns: Die Zusammensetzung der Schülerschaft in den drei Klassen unterscheidet sich nicht in den für den Lernfortschritt wesentlichen Merkmalen. Deshalb gibt es gute Gründe für die Annahme, dass die Unterschiede zwischen den Klassen auf Unterschiede in der Unterrichtsqualität zurückzuführen sind. Offensichtlich schaffte es die Lehrperson in Klasse A am besten, mathematisches Verstehen zu fördern, während es der Lehrperson in Klasse C gar nicht gelang.

Dank vieler Schul- und Unterrichtsstudien in der Grundschule, allen voran der SCHOLASTIK-Studie, die Franz Weinert in den 1980er Jahren am Münchner Max-Planck-Institut für psychologische Forschung geleitet hat (Weinert & Helmke, 1997), wissen wir inzwischen mehr darüber, wann Unterricht lernwirksam ist und wann nicht. Elsbeth Stern hat in diesem Rahmen die Entwicklung der mathematischen Kompetenzen im Grundschulalter untersucht und neben der Leistung der Kinder auch Aktivitäten und Einstellungen der Lehrpersonen erfasst. Dabei konnten die Lehrpersonen wählen, ob sie mit den Kindern das Einmaleins und Aufgaben zur schriftlichen Subtraktion und Addition nach einem festgelegten Schema üben

wollten oder ob sie die Kinder mit anspruchsvollen Aufgaben konfrontierten, bei denen sie Aufgaben wie $3 + 5 - [] = 2$ oder $9 - 4 = [] - 5$ erhielten oder Fragen wie »Warum kann es nicht sein, dass wir beim Subtrahieren eine 2 borgen müssen?« beantworten mussten. Wie Alexander Renkl, inzwischen ein renommierter Professor für Pädagogische Psychologie an der Universität Freiburg, in seiner Dissertation herausfand, gab es einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Häufigkeit, mit der anspruchsvolle Aufgaben gestellt wurden, und der Leistung im Lösen von Textaufgaben (Renkl & Stern, 1994). Erhärtet werden konnte dieser Befund durch eine Fragebogenstudie von Staub und Stern (2002), in der gezeigt wurde, dass sich Lehrpersonen darin unterschieden, ob sie eher das Verstehen von Zusammenhängen oder das Beherrschen von Rechenprozeduren als wichtig ansahen und welche Konsequenzen das hatte: Die Klassen, in denen die Lehrpersonen vor allem Wert auf das Verstehen von Zusammenhängen legten, schnitten im Lösen von Textaufgaben deutlich besser ab, und zwar gerade auch bei solchen, die nicht direkt geübt wurden. Ganz offensichtlich kann man durch guten Mathematikunterricht Schülerinnen und Schüler dazu bringen, ihre Intelligenz beim Lösen komplizierter Aufgaben einzusetzen.

In den Untersuchungen wurde auch geprüft, ob schwächere Kinder einen Nachteil von verständnisorientiertem Unterricht haben. Dies war tatsächlich nie der Fall. Zwar lernten Schülerinnen und Schüler mit guten Eingangsvoraussetzungen (gutes Vorwissen, hohe Intelligenz) mehr dazu als Kinder mit weniger guten Eingangsvoraussetzungen. Letztere profitierten aber stärker von einem verständnisorientierten als von einem eher mechanischen Unterricht, in dem vorwiegend Rechenprozeduren eingeübt wurden. Im Übrigen zeigte sich auch, dass in Klassen mit Lehrpersonen, die ihren Schwerpunkt auf die Vermittlung von mathematischem Verständnis legten, die Rechenleistung der Kinder keineswegs schlechter war als in Klassen von Lehrpersonen, die überwiegend Rechenaufgaben geübt hatten.

Die SCHOLASTIK-Studie liegt mehr als 20 Jahre zurück. In der Zwischenzeit hat man recht intensiv dazu geforscht, wie das Lösen mathematischer Textaufgaben optimiert werden kann. Insbesondere schematische Zeichnungen können sehr lernwirksam sein (Stern, 2005). Ziel des Mathematikunterrichtes in der Grundschule sollte sein, den Kindern zu vermitteln, dass Zahlen nicht nur zum Zählen und zur Abbildung von Mengen da sind, sondern dass man auch Beziehungen zwischen Mengen abbilden kann. Um den Satz »Hans hat 3 Murmeln mehr als Peter« zu verstehen, muss man im Geiste drei Mengen konstruieren: Die beiden Besitzmengen und die Differenzmenge. Ein Zahlenstrahl kann diese Repräsentation unterstützen.

Die zentrale Botschaft dieses Abschnittes lautet: Um das im kulturellen Kontext entwickelte Wissen zu erhalten und weiterzugeben, benötigen wir professionelle schulische Lerngelegenheiten mit Lehrerinnen und Lehrern, die sich ihrer Verantwortung bewusst sind und die hinter den zu vermittelnden Inhalten stehen. Nur so kann die menschliche Intelligenz ihre Wirkung entfalten.

Wie wir gesehen haben, lassen sich die Leistungsunterschiede zwischen den Klassen beim Lösen der schwierigen Textaufgaben mit der Unterrichtsqualität erklären, da wir von gleichen Randbedingungen ausgegangen sind. Aber obwohl Klasse A offensichtlich eine sehr gute Mathematiklehrperson hatte, gab es zahlreiche Kinder, die mit den Aufgaben überfordert waren. Und obwohl die Lehrperson in Klasse B weniger gut war als die der Klasse A, erreichte ein Kind aus dieser Klasse doch die höchste Punktzahl. In Klasse C hat immerhin rund ein Drittel der Kinder eine Aufgabe lösen können, auch wenn die Lehrperson dort offensichtlich einen wenig lernwirksamen Unterricht durchgeführt hat. Die größten Leistungsunterschiede innerhalb einer Klasse fanden sich jedoch in Klasse A. Deshalb sei hier schon ein Aspekt angesprochen, der in unserem Buch eine zentrale Rolle spielen wird: Gute Lernbedingungen vergrößern die

