

aus Elsbeth Stern, Aljoscha Neubauer: „Lernen macht intelligent – Warum Begabung gefördert werden muss“

Intelligenz und Lernen

Lernen ist ein Sammelbegriff für eine Vielzahl von Prozessen, die im zentralen Nervensystem ablaufen und es Lebewesen ermöglichen, die in ihrem jeweiligen Lebensumfeld gestellten Anforderungen zunehmend besser zu bewältigen. Das gilt für die Biene, die durch Konditionierung Reize kennen lernt, die auf Nahrung hinweisen, ebenso wie für den Wissenschaftler, der durch Nachdenken eine neue Theorie in seinem Fachgebiet entwickelt. Der Rahmen, innerhalb dessen ein Individuum lernen kann, wird im Wesentlichen von seiner Spezieszugehörigkeit und der Umwelt bestimmt, in der es lebt. Die Spezieszugehörigkeit legt unter anderem fest, in welcher Form Informationen aufgenommen und welche Verhaltensweisen aufgebaut werden können. So nehmen Bienen nur Vibrationsschall wahr und können nicht auf Reize konditioniert werden, die durch Luftschall übertragen werden. Und eine Kuh wird man mit noch so attraktiven Anreizen nie dazu bringen, auf den Vorderbeinen zu laufen.

Eine bestimmte Sache kann auch nur dann gelernt werden, wenn die Umwelt, in der das Individuum lebt, einerseits entsprechende Anforderungen stellt und andererseits Gelegenheiten zum Lernen bietet. Eine weiße Ratte im Käfig, der nur die eine Sorte Futter an immer der gleichen Stelle angeboten wird, ist nicht imstande zu lernen, an welchen Orten sich besonders leckeres Futter befindet und wie sie dort hinkommt. Ein Mensch, der in einer illiteraten Kultur aufwächst, also in einer Kultur ohne Schrift, kann allerbeste Voraussetzungen für den Schriftspracherwerb mitbringen und bleibt doch Analphabet. Außer von der Spezieszugehörigkeit und den von der Umwelt gebotenen Gelegenheiten wird Art und Ausmaß des Lernens auch von individuellen Voraussetzungen bestimmt. Diese ergeben sich sowohl aus der genetischen Variation innerhalb einer Spezies als auch aus den individuellen Erfahrungen. Ein Hund, der durch Unfall oder Krankheit seine Hörfähigkeit verloren hat, kann im Gegensatz zu seinen Artgenossen nicht auf Glockentöne konditioniert werden.

Jedes Lebewesen, das Sinneseindrücke empfangen und Verhalten zeigen kann, zeigt Reiz-Reaktions-Lernen. Eine Taube wird die Bewegung, die sie unmittelbar vor Erhalt eines Kornes ausgeführt hat, wiederholen, weil sie eine Erwartung aufgebaut hat. Auch bei uns Menschen wird das Verhalten häufiger, als uns bewusst ist, durch einfaches Assoziationslernen gesteuert. Wir erleben, dass eigentlich harmlose Gegenstände unguete Gefühle oder auch starke Ängste in uns auslösen, und der Grund dafür ist, dass diese Gegenstände einmal in einer emotional belastenden Situation wahrgenommen wurden. Durch gezielten Einsatz von Verstärkern gelingt es sowohl bei Menschen als auch bei Tieren, den Aufbau komplexer und überdauernder Verhaltensmuster zu unterstützen.

Alle Lebewesen zeigen über ihre gesamte Lebensspanne hinweg Reiz-Reaktions-Lernen, aber es gibt Formen des Lernens, die weitgehend dem Menschen vorbehalten sind. Tiere können sich zwar in vieler Hinsicht viel effizienter bewegen als Menschen, aber sie erfinden keine Sportarten. Tiere können sich Nahrung beschaffen, aber sie kochen nicht. Tiere können größere und kleinere Mengen unterscheiden, aber sie betreiben keine Mathematik. Tiere kommunizieren über Zeichen miteinander, aber sie nutzen keine Syntax, die es ihnen erlaubt, eine immer reichhaltigere Sprache aufzubauen. Tiere hinterlassen Spuren zur Revierabgrenzung, aber sie überliefern nachfolgenden Generationen keine schriftlichen Werke. Tiere orientieren sich in der physikalischen Welt, aber sie erwerben kein Wissen über Naturgesetze, das für den technischen Fortschritt genutzt werden kann. Menschen haben im Laufe ihrer Kulturgeschichte zweifellos erstaunliche Leistungen erbracht. Zugerfallen sind sie ihnen jedoch nicht. Erst durch den Aufbau und die gemeinsame Nutzung von Wissensnetzwerken war es möglich, Ausschnitte aus der Welt im Geist zu konstruieren und auf der Grundlage dieser Konstruktionen Pläne zu schmieden und die Welt zu verändern. Diese dem

Menschen vorbehaltene Fähigkeit zur gezielten Veränderung der Welt setzt wissensbasiertes Lernen voraus.

Die Repräsentation von Wissen und seine Veränderung durch Lernen

Wer die Zahlen 91119893101990 hört, wird sie sich kaum auf Anhieb merken können. Im Allgemeinen kann der Mensch nur sieben bis neun Einheiten behalten. Bekommt er aber die Information, dass es sich bei den Zahlen um zwei wichtige Daten der jüngsten deutschen Geschichte handelt, nämlich den Tag des Mauerfalls und den Tag der Wiedervereinigung, kann er die Zahlenreihe wahrscheinlich problemlos reproduzieren: 9.11.1989 3.10.1990. Unsere Gedächtniskapazität, also die Fähigkeit, eine bestimmte Menge an Information in einer bestimmten Zeit aufzunehmen, ist durch die Arbeitsgedächtniskapazität begrenzt, wie in Kapitel 5 ausführlich erörtert wurde. Das Arbeitsgedächtnis ist als eine geistige Funktion zu verstehen, die eingehende Information mit bereits bestehendem Wissen in Verbindung bringt: Damit dies möglichst optimal gelingt, ist das Zusammenspiel von Aktivierung und Hemmung entscheidend. Damit eine Anforderung möglichst gut bewältigt werden kann, muss alle nicht benötigte Information ausblendet werden. Gleichzeitig muss darauf geachtet werden, dass das zur Bewältigung der Anforderung bereits im Gedächtnis verfügbare Wissen aktiviert wird. Wie oben dargelegt, gibt es Belege für einen Zusammenhang zwischen Arbeitsgedächtniskapazität und Intelligenz. Allerdings geht es dabei weniger um die reine Menge an zu speichernder Information - also die Kurzzeitgedächtniskapazität - als vielmehr um die effiziente Interaktion zwischen Aktivierung und Hemmung. Tatsächlich wäre es alles andere als funktional, wenn wir eine beliebige Menge an Information aufnehmen könnten. Wir könnten uns nicht auf ein Ziel konzentrieren und würden uns stattdessen in dem Wust von Information verlieren. Wir würden sozusagen den Wald vor lauter Bäumen nicht mehr sehen. Allerdings sind wir Menschen recht häufig mit sehr komplexen Anforderungen konfrontiert und müssen diese in kurzer Zeit bewältigen. So schaffen wir es in wenigen Minuten, einen Zeitungsartikel zu überfliegen und den Inhalt zu verstehen, auch wenn auf einer Zeitungsseite über 1000 Buchstaben stehen. Wir fahren mit dem Auto durch verwinkelte Städte, wo wir von einer Kreuzung zur nächsten gelangen und immer die richtige Entscheidung hinsichtlich der Weiterfahrt treffen - wenn es eine uns bekannte Stadt ist. Ein Schachgroßmeister muss lediglich einen kurzen Blick auf ein Schachbrett werfen, bei dem bereits einige Züge vorgenommen wurden, und weiß sofort, was als Nächstes zu tun ist. Ein geübter Koch überwacht mehrere Töpfe auf dem Herd und bereitet gleichzeitig eine ganze Palette von Tellergerichten vor. Die Liste von Kompetenzen dieser Art ist lang. Allen gemeinsam ist, dass es den Menschen gelingt, in sehr kurzer Zeit sehr viel Information aufzunehmen und diese so effizient zu verarbeiten, dass daraus eine angemessene Handlung folgt. Was aber haben diese Menschen gemeinsam? Eine außergewöhnlich große Kurzzeitgedächtniskapazität? Oder handelt es sich um weit überdurchschnittlich intelligente Menschen mit einer sehr großen Arbeitsgedächtniskapazität, die die effiziente Hemmung und Aktivierung von Information steuert? Tatsächlich muss weder das eine noch das andere zutreffen. Vielmehr haben diese Menschen durch Lernen ihr Wissen so effizient organisiert, dass sie große Mengen an Information bewältigen können.

Eine Möglichkeit der effizienten Wissensorganisation besteht in der Bündelung von bereichsspezifischem Wissen. Die Bildung von Einheiten (der wissenschaftliche Fachausdruck für diese kognitive Leistung ist *chunking*) versetzt uns nämlich in die Lage, Informationen zu komprimieren und so die Kapazität des Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnisses zu vergrößern. Wie sehr unsere Gedächtniskapazität von der Wissensorganisation abhängt, lässt sich an folgendem Beispiel veranschaulichen: Werden wir mit der Anforderung konfrontiert, eine Buchstabenreihe wie »Isiftgvsazbtdk«, die uns für kurze Zeit präsentiert wurde, exakt wiederzugeben, so werden die meisten von uns scheitern. Hingegen werden die meisten Leser die Buchstabenreihe »hamburgberlinfrankfurtmünchenvenedigflorenzrom« auch nach Stunden noch reproduzieren können, selbst wenn sie nur wenige Sekunden dargeboten wurde. Denn spätestens, nachdem

»Hamburg« erkannt wurde, wird im Gedächtnis die Kategorie »Städtenamen« aktiviert. Die einzige Herausforderung besteht nun noch darin, sich die Reihenfolge der Städte zu merken. Dabei reichen durchschnittliche Geografiekenntnisse aus, um zu bemerken, dass wichtige deutsche und italienische Städte in Nord-Süd-Richtung aufgeführt werden. All dieses Wissen wurde aktiviert, ohne dass der Aufgabenstellung selbst ein Hinweis darauf zu entnehmen war. Während sich niemand auf Anhieb die 14 zufällig angeordneten Buchstaben merken kann, weil sich in diesem Fall nicht auf Wissen zurückgreifen lässt, das die Bündelung einzelner Buchstaben zu größeren Einheiten erlaubt, kann man sich die 46 Buchstaben durchaus merken, weil man sie zunächst zu sieben Städtenamen-Einheiten zusammenfasst, für die es bereits Gedächtniseinträge gibt. Weitere Gedächtniseinträge über die geografische Lage der einzelnen Städte erlauben eine zusätzliche Verdichtung der Information.

Im Alltag spricht man zwar häufig von einem guten oder schlechten Gedächtnis wie von einer Persönlichkeitseigenschaft - der eine hat es, der andere nicht. Tatsächlich zeigen sich aber Einschränkungen in der generellen Gedächtnisleistung nur als Folge von kortikalen Störungen. Ansonsten hängt es vor allem von der zur Verfügung stehenden Wissensrepräsentation ab, in welchem Umfang man sich Informationen merken kann.

Auch die Strategien von Gedächtniskünstlern, die sich bis zu 80 Ziffern einprägen können (und nicht nur rund sieben, wie die meisten von uns), sprechen für die Bedeutung der Wissensorganisation für die Gedächtniskapazität. Gedächtniskünstler erweitern ihre Merkfähigkeit nämlich dadurch, dass sie sich ein zahlenintensives Wissensgebiet wie zum Beispiel Geschichtszahlen, Sportdaten oder Telefonnummern auswählen und es systematisch derart organisieren, dass sie jede längere Zahlenkombination auf ein Ereignis abbilden können, beispielsweise die Zahlenfolge »15101844« auf das Geburtsdatum des Philosophen Friedrich Nietzsche.

Ob eine Person über Wissen verfügt, ist nicht direkt beobachtbar, sondern kann nur aus der Bewältigung von Anforderungen erschlossen werden. Der psychologische Wissensbegriff ist daher ein theoretisches Konstrukt, das erst im Rahmen von Modellen zur Beschreibung und Vorhersage von Verhalten an Bedeutung gewinnt. Zudem ergibt sich aus dieser Betrachtungsweise, dass Wissen grundsätzlich auf die Bewältigung von Anforderungen bezogen ist.

In den letzten Jahrzehnten wurden zahlreiche kognitive Architekturen entwickelt, um die Repräsentation von Wissen zu modellieren. Die bekanntesten kommen von John Anderson, einem führenden Kognitionspsychologen an der Carnegie-Mellon-Universität in Pittsburgh, sowie von dem aus Österreich stammenden Psychologen Walter Kintsch, der weltweit als Experte für das Lernen aus Texten gilt. Weiter unten wird das Modell von John Anderson noch näher besprochen. Diese Ansätze gehen davon aus, dass sich die geistige Wissensrepräsentation anhand von Netzwerken beschreiben lässt, die sich aus so genannten »Knoten« zusammensetzen, zwischen denen Verbindungen mit unterschiedlichen Aktivierungsstärken bestehen. Während diese Knoten für verschiedene Wissensinhalte stehen, modellieren die unterschiedlich ausgeprägten Verbindungen zwischen ihnen die verschiedenen Assoziationsstärken zwischen den Inhaltsbereichen. Wer zum Beispiel die Aufforderung »Nenne drei Hauptstädte europäischer Staaten« mit »Berlin, Paris, London« beantwortet, dem wird nach diesem Modell ein Wissensnetzwerk unterstellt, in dem es für »Europa«, »Hauptstadt« sowie für die drei genannten Städte Knoten gibt, die miteinander verbunden sind. Jeder dieser Knoten ist natürlich noch mit weiteren Knoten verbunden. Um die Komplexität zu skizzieren, mit der Wissen repräsentiert ist, stelle man sich den Knoten »Berlin« vor. Dieser wird nicht nur Verbindungen zu jedem der Knoten der an dem Wort beteiligten Buchstaben herstellen, sondern auch zu Knoten, die für »Berliner Philharmoniker«, »Pergamon-Museum« und »Potsdamer Platz« stehen.

Jede Aktivierung hat Einfluss auf die Verbindungsstärke zwischen den Knoten und entsprechend auf die Assoziationsstärke zwischen den einzelnen Inhalten: Je häufiger

eine Verbindung zwischen zwei Knoten aktiviert wird, desto größer wird die Assoziationsstärke zwischen den betreffen Inhalten. Beim Lernen verändern sich demnach die Aktivierungsmuster innerhalb eines kognitiven Netzwerks. Auf diese Weise ist es möglich, Lernen als Veränderung in der Wissensorganisation zu beschreiben. Ist man also mit Anforderungen konfrontiert, die bereits mehrfach bewältigt wurden, dann haben sich zwischen den beteiligten Wissensknoten bereits Verbindungen mit hoher Assoziationsstärke herausgebildet. Diese aktivieren sich gegenseitig, so dass das benötigte Wissen bereitgestellt wird, ohne dass bewusst gesteuerte Entscheidungs- und Auswahlprozesse erforderlich sind. In diesem Fall handelt es sich um Automatisierung.

Automatisierung: Perfektion auf Kosten der Flexibilität

Erinnern wir uns daran, wie wir Autofahren gelernt haben: Kupplung treten Gang raus Fuß auf das Gas, Schlüssel umdrehen Fuß auf die Kupplung, Gang rein. Führt man diese Schritte nicht in der angegebenen Reihenfolge durch, besteht die Gefahr, dass der Motor absäuft bzw. das Auto gegen die Mauer springt. Ein geübter Autofahrer führt diese Schritte in Sekundenschnelle aus und kann dabei seine Aufmerksamkeit problemlos auf etwas anderes - etwa das Gespräch mit dem Beifahrer - lenken. Der Anfänger hingegen muss sich nach jedem ausgeführten Schritt selbst sagen, was als Nächstes kommt, und wird er abgelenkt, treten die genannten Ereignisse ein. Dass wir in Sekundenschnelle das Wort »Mississippidampfschiffahrtsgesellschaftskapitän« lesen können, verdanken wir der hochgradigen Automatisierung des Erkennens von Buchstaben sowie dem Wissen darüber, welche Buchstabengruppen - jedenfalls in einer uns gut bekannten Sprache - welchen Silben zugeordnet sind. Ein im Lesen ungeübter Mensch hingegen muss jeden Buchstaben in einen Laut übertragen und daraus mühsam ein Wort konstruieren. Es wird Arbeitsspeicherkapazität gebunden, die nicht für das Stiften von Sinnzusammenhängen zur Verfügung steht.

Automatisierung wird in allen Bereichen gefordert. Das Beherrschen des Einmaleins gehört ebenso dazu wie das Erkennen von Schaubildern oder das Vokabellernen in der Fremdsprache. Automatisierung ist die Folge von Übung in Teilschritten. Ein kapitaler Fehler der Bildungsreform der 1960er und 1970er Jahre bestand darin, dass man dem Üben nur geringe Bedeutung beigemessen hat. Es galt, die Dinge zu verstehen, nicht auswendig zu lernen. Damit wurden künstliche Widersprüche aufgebaut. Tatsächlich ist automatisiertes Wissen die Voraussetzung für Verstehensprozesse, eben weil man für Verstehensprozesse freie Arbeitsgedächtniskapazitäten braucht. Wenn ich die binomischen Formeln nicht nur rekonstruieren kann, sondern sie auch auswendig weiß, kann dies beim Auflösen einer komplexen Gleichung hilfreich sein, weil ich erkenne, wo ich etwas vereinfachen kann. Wer Vokabeln einer Fremdsprache ordentlich gelernt hat, kann sich bei der Konstruktion eines Satzes auf die Grammatikregeln konzentrieren.

Das teilweise durchaus stupide Üben in Teilschritten mit dem Ziel der Automatisierung hat seine Berechtigung - wenn es nicht dabei bleibt. Automatisiertes Wissen muss immer wieder in sinnstiftendes Lernen eingebettet werden. Und Automatisierung braucht Zeit. Je früher bestimmte Teilschritte automatisiert werden, um so eher kann man sich auf die Sinnstiftung konzentrieren. Bereits in der Vor- und Grundschulzeit kann Wissen in wichtigen Bereichen automatisiert werden. Wir werden darauf anhand einiger Beispiele später noch näher eingehen.

Prozesse der Automatisierung lassen sich in der Kognitionswissenschaft recht gut erklären und können auf dem Computer sehr gut simuliert werden. In der Arbeitsgruppe um den bekannten Pittsburger Kognitionswissenschaftler John Anderson wurde das berühmte ACT-Modell entwickelt. Es bezeichnete den Prozess der Automatisierung als »Prozeduralisierung«: Sprachliches Wissen wird zu Handlungswissen. ACT steht für »Adaptive Control of Thought«.

Wird man hingegen mit einer neuen Anforderung konfrontiert, muss das benötigte Wissen erst zusammengestellt werden. Wie gut dies gelingt, hängt davon ab, ob das

Wissen nach problemlösungsrelevanten Kriterien organisiert ist, so dass zum Beispiel bestimmte Schlüsselwörter in der Beschreibung der Problemstellung die Aktivierung der erforderlichen Wissensknoten steuern. Das Netzwerkmodell des Wissens trägt daher auch dem Umstand Rechnung, dass die Effizienz des Zugriffs mit der Menge des gespeicherten Wissens nicht ab-, sondern zunimmt, wenn der Wissenszuwachs mit einer besseren Organisation nach zugriffsrelevanten Kriterien einhergeht.

Auch wenn der Buchstabe A im ersten Lernschritt nur mit dem Wort »Apfel« vernetzt ist, an dem er gelernt wurde, werden bei entsprechenden Lerngelegenheiten sehr schnell Assoziationen zu anderen Wörtern hergestellt. Der Buchstabe A bekommt dadurch einen eigenen Eintrag im Netzwerk und kann schließlich auch in unbekanntem Wörtern entdeckt werden. Haben die anderen in dem Wort vorkommenden Buchstaben ebenfalls Einträge mit hoher Assoziationsstärke, dann kann dieses Wort gelesen werden. Auf diese Weise wird das Erkennen von Buchstaben und Silben automatisiert. Eine unzureichende Automatisierung hingegen belastet den Arbeitsspeicher und erschwert das Verstehen selbst einfacher Texte. Aus diesem Grund unterstützt die gezielte Übung im Erkennen von Lautfolgen und deren Abbildung in Buchstabenfolgen - und nicht das wahllose Schreiben von Diktaten - die Kinder beim Lesenlernen.

Einsichtsvolles Lernen: Bewusste Steuerung des Wissensnetzwerkes

Einsichtsvolles Lernen entspricht den in der Alltagssprache verwendeten Begriffen »etwas verstehen« und »sich einer Sache bewusst werden«. Die wissenschaftliche Beschäftigung mit Problemlösekompetenzen in Inhaltsbereichen wie Physik oder Mathematik bleibt ohne die Berücksichtigung von Verstehensprozessen unbefriedigend. In Übereinstimmung mit Alltagsvorstellungen, in denen zur Beschreibung von Verstehensvorgängen Redewendungen wie »Der Groschen ist gefallen« verwendet werden, hat einer der Pioniere der Psychologie, Karl Bühler, den Begriff »Aha-Erlebnis« als plötzliche und bewusste Einsicht in Zusammenhänge geprägt. Ein typisches Beispiel für ein Aha-Erlebnis ist Archimedes' »Heureka«-Erlebnis: Archimedes beobachtete, in der Badewanne liegend, wie er Wasser verdrängte, und entwickelte das explizite Konzept des spezifischen Gewichts; nebenbei fand er heraus, wie er die Echtheit einer Goldkrone überprüfen konnte, ohne diese zu zerstören. Für Archimedes hat sich nicht nur die Entwicklung des Konzepts bewusst vollzogen, er war sich auch sofort der Bedeutung seiner Erkenntnis in vollem Umfang bewusst. Allerdings stand er unter nicht unbeträchtlichem Druck: Sein Leben war in Gefahr, denn der Tyrann von Syrakus hatte ihm - der Legende nach - mit der Hinrichtung gedroht, wenn es ihm nicht gelänge, das Problem in kurzer Zeit zu lösen. Ungeklärt bleibt, ob Archimedes die Idee des spezifischen Gewichts nicht auch ohne diesen äußeren Druck, am Schreibtisch sitzend, ausgearbeitet hätte, weil sie ihm als die logische Folge seiner bisherigen Überlegungen erschien.

Die meisten Veränderungen in der Wissensrepräsentation vollziehen sich weitgehend unspektakulär. Das bewusste Aha-Erlebnis dürfte eher die Ausnahme als die Regel sein. Das konnten auch Elsbeth Stern und Robert Siegler in einer Untersuchung mit Grundschulkindern zeigen, denen so genannte Inversionsaufgaben gestellt wurden, wie $16+8-8=?$. Die Frage war: Wie schnell erkennen Kinder, dass man bei dieser Art von Aufgaben nicht rechnen muss, sondern eine Abkürzungsstrategie anwenden kann? In einer mikrogenetischen Studie (es werden in kurzen Abständen über einen längeren Zeitraum wiederholt Aufgaben vorgegeben), in der Kinder jede Woche solche Inversionsaufgaben erhielten, wurde der Prozess der Einsicht in ein Prinzip näher untersucht. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass es recht lange dauerte, bis die Kinder die Regel formulieren konnten, die sie anwenden müssen, um sehr schnell zu erkennen, ob sie rechnen müssen oder nicht. Das Erstaunliche und Faszinierende an diesem Ergebnis war, dass bereits an der Lösungszeit der Kinder zu erkennen war, ob sie das Prinzip, welches den Inversionsaufgaben zugrunde liegt, berücksichtigten. Die Lösung für Aufgaben wie $16+5-5=?$ wurde innerhalb von drei Sekunden gefunden, während

es deutlich länger dauerte, Aufgaben wie $16+5-3=?$ zu lösen. Trotzdem antworteten die Kinder über einen längeren Zeitraum hinweg auf die Frage, wie sie die Aufgabe gelöst hatten: »Ich habe gerechnet.« Erst später kamen Erklärungen wie »Ich habe es gesehen« oder »Weil es null ist«. Bewusste Einsichten waren die Folge und nicht die Voraussetzung der Anwendung der Abkürzungsstrategie. Implizit wurde die ihr zugrunde liegende Regel zwar schon früher berücksichtigt, aber erst mit zunehmender Erfahrung konnte sie in Worte gefasst werden. Eine konsistente Anwendung der Abkürzungsstrategie war erst dann zu beobachten, als die Regel bewusst beherrscht wurde; davor wurde mal die Rechenstrategie, mal die Abkürzungsstrategie angewandt. Fortsetzungsuntersuchungen zeigten, dass sich dieses Muster bei allen Kindern unabhängig von ihrer Intelligenz zeigte. Allerdings kamen intelligente Kinder im Durchschnitt schneller zu der bewussten Einsicht in die Strategie als weniger intelligente Kinder. Dieses Ergebnis ist vereinbar mit der Annahme, dass sich Intelligenz in der Tiefe und der Geschwindigkeit des Lernens niederschlägt. Gleichzeitig machen die Beispiele deutlich dass sich Lernen im Zusammenspiel der Wissensarten zeigt.

Ob ein Konzept oder eine Regel wirklich verstanden wurden, zeigt sich im Umgang mit neuen, ungewohnten Aufgaben. Um diese zu bewältigen, kann man nicht auf bewährte Lösungsstrategien zurückgreifen, sondern muss bestehendes Wissen verändern, indem es auf die neuen Anforderungen zugeschnitten wird. Man spricht in diesem Zusammenhang von Wissenstransfer und unterscheidet dabei zwischen Nah- und Ferntransfer, wie bei Claudia Mähler und Elsbeth Stern genauer diskutiert wird. Nahtransfer liegt vor, wenn sich eine Situation, in der etwas gelernt wurde, nur in ihren Oberflächenmerkmalen von einer Situation unterscheidet, auf die das Lernergebnis übertragen wird. Der Transfereffekt besteht in der Übertragung von etwas Gelerntem, ohne dass es modifiziert werden muss.

Ein Beispiel für Nahtransfer ist die Anwendung einer Rechenstrategie auf neue Aufgaben: die Aufzählstrategie, also das Lösen einer Additionsaufgabe durch Hinzuzählen der kleineren Zahl zur größeren Zahl, wurde bei der Aufgabe $2+5=?$ erworben und anschließend bei der Aufgabe $2+22=?$ angewendet. Beim Ferntransfer hingegen muss eine Kompetenz modifiziert werden, damit sie auf eine neue Situation übertragen werden kann. So liegt der Aufzählstrategie ebenso wie der Abkürzungsstrategie beim Lösen von Inversionsaufgaben eine gemeinsame funktionale Möglichkeit zugrunde: nämlich, dass die Reihenfolge, in der die Zahlen verrechnet werden, selbst bestimmt werden kann und nicht mit der ersten Zahl beginnen muss. Die Aufzählstrategie wird bereits von Kindern im Vorschulalter erworben, während die Abkürzungsstrategie spontan nur von wenigen Kindern unter zehn Jahren angewendet wird. Letztere kann auch als Ferntransfer interpretiert werden: Durch die wiederholte Anwendung der Aufzählstrategie wurde offensichtlich nicht nur diese Strategie gelernt, sondern es wurden auch Einsichten zu mathematischen Prinzipien erworben: nämlich, dass die Reihenfolge, in der die Zahlen verrechnet werden, irrelevant ist.

Beim Ferntransfer spielen Symbolsysteme eine besondere Rolle. Sie dienen nicht nur zur Kommunikation von Wissen, sondern bilden darüber hinaus die Grundlage für die Konstruktion von neuen Inhalten. So ist beispielsweise das physikalische Konzept der Dichte daran gebunden, dass die Beziehung zwischen Masse und Volumen mit Hilfe mathematischer Werkzeuge dargestellt werden kann. Dieselben mathematischen Symbole können genutzt werden, um Geschwindigkeiten oder Stückpreise darzustellen. Diesen Größen ist gemeinsam dass sie sich durch die Steigung des Graphen einer linearen Funktion in einem Koordinatensystem darstellen lassen. Hat man verstanden, dass die Steigung des Graphen einer linearen Funktion als die Rate der Veränderung der auf der y-Achse abgetragenen Variablen in Abhängigkeit von der auf der x-Achse abgetragenen Variablen interpretiert werden kann, dann ist man auch in der Lage, diese Form der grafischvisuellen Veranschaulichung zur Strukturierung neuer Inhalte heranzuziehen. Ein zentrales Lernziel im Mathematikunterricht sollte daher darin bestehen, die Schüler zum flexiblen Umgang mit diesen Repräsentationswerkzeugen zu befähigen. Allerdings werden lineare Funktionen in der Schule meist zu spät, zu ab-

strakt und zu kurz eingeführt, so dass die Schüler deren Potenzial als Denkwerkzeuge nicht wirklich kennen lernen. Werden ihnen hingegen Aufgaben gestellt, bei denen Konzepte wie Dichte oder Geschwindigkeit mit Hilfe von Graphen repräsentiert werden müssen, werden sie fast zwangsläufig zum Nachdenken über bestimmte Aspekte angeregt, etwa über die inhaltliche Bedeutung des Achsenabschnitts eines Graphen. Für »Geschwindigkeit« lassen sich Situationen denken, in denen der Graph nicht im Nullpunkt beginnt, für das Konzept »Dichte« hingegen nicht: Masse und Volumen bedingen einander. In der von Elsbeth Stern am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung geleiteten Arbeitsgruppe »ENTERPRISE« wurde zum Transferpotenzial von Graphen insbesondere von Anja Felbrich geforscht. Zusammenfassungen hierzu können der Literaturliste entnommen werden.

Wissen ist der Schlüssel zum Können: Ergebnisse aus der Expertiseforschung

Stellen wir uns einen Personalchef vor, der zwischen zwei potenziellen Kandidaten für die Besetzung einer Position wählen muss: Einer der beiden verfügt bereits über Erfahrung in dem Tätigkeitsfeld und hat sich bewährt, sein IQ ist aber nur leicht überdurchschnittlich. Der andere Bewerber hingegen verfügt über einen deutlich höheren IQ, bringt aber weniger Vorwissen für den speziellen Tätigkeitsbereich mit. Aus Sicht der Intelligenz- und Expertiseforschung kann es nur eine Empfehlung geben: Der Personalchef wäre mit dem weniger intelligenten, aber erfahreneren Mitarbeiter besser bedient.

Die Bedeutung des Wissens für das Können wurde in den 1980er Jahren herausgearbeitet. Zu den bahnbrechenden Arbeiten in diesem Zusammenhang gehören Studien zum Schachspielen, die beispielsweise von de Groot, einem niederländischen Psychologen, durchgeführt und später in der Arbeitsgruppe des Nobelpreisträgers Herbert Simon weiterentwickelt wurden. Man zeigte Schachexperten und Schachnovizen (also nicht Laien, sondern Personen, die das Schachspiel beherrschen, wenn auch nicht auf professionellem Niveau) für eine begrenzte Zeit Bilder mit Schachbrettern und Schachfiguren. Die Versuchsteilnehmer hatten die Aufgabe, die Schachstellungen zu reproduzieren. Handelte es sich um Schachstellungen, die sich aus einem sinnvollen Spielverlauf ergeben, zeigten die Experten eine sehr viel bessere Gedächtnisleistung als die Novizen. Kein Unterschied hingegen trat auf, wenn die Schachfiguren auf dem Brett zufällig angeordnet waren. Man geht davon aus, dass Schachexperten Tausende von Schachstellungen als Einheiten gespeichert haben. Dieses Wissen, das es ihnen erlaubt, die möglichen Konsequenzen bestimmter Züge über mehrere Züge hinweg abzuschätzen, erleichtert ihnen die Gedächtnisaufgabe unter der Bedingung eines sinnvollen Spielverlaufs. Auf diesen Studien basierte die Redewendung, das Schachspiel sei für die Lernpsychologie das, was die Drosophila für die Genetik war. Dieser Fruchtfliege nämlich haben wir es zu verdanken, dass die Aufmerksamkeit der Biologen auf die Chromosomen gelenkt wurde und damit in den folgenden Jahrzehnten "die Grundlagen für die Entschlüsselung des genetischen Codes geschaffen wurden. Die Studien zum Schachspiel hingegen waren ausschlaggebend dafür, dass die Aufmerksamkeit der Kognitionswissenschaftler auf den Erwerb, die Organisation und, den Abruf von Wissen gelenkt wurde.

Im so genannten Experten-Novizen-Paradigma wurde der Einfluss von Intelligenz und Wissen getrennt betrachtet, indem man von allen Studienteilnehmern den IQ erfasste und sie einen Wissenstest ausführen ließ. In Abhängigkeit von der Leistung wurden die Versuchsteilnehmer vier Gruppen zugeordnet: 1) unterdurchschnittliche Intelligenz, unterdurchschnittliches Wissen (I-, W-), 2) unterdurchschnittliche Intelligenz, überdurchschnittliches Wissen (I-, W+), 3) überdurchschnittliche Intelligenz, unterdurchschnittliches Wissen (I+, W-), 4) überdurchschnittliche Intelligenz, überdurchschnittliches Wissen (I+, W+). Die spannende Frage ist natürlich, wie sich Leistungsunterschiede in den vier Gruppen zeigen. Dass die Gruppe I-, W- schlechter abschneidet als die anderen Gruppen, ist zu erwarten. Wie aber verhalten sich die Grup-

pen I+, W- und I-.W+ zueinander? Sind ihre Leistungen gleich gut, weil fehlendes Wissen durch Intelligenz ersetzt werden kann? Und sind Personen, die diesen beiden Gruppen angehören, Personen aus der Gruppe I+, W+ unterlegen, weil sich Intelligenz und Wissen in ihrer Wirkung aufaddieren? Experten-Novizen-Untersuchungen wurden unter anderem in den Gebieten Schach, Go (einem japanischen Brettspiel), Physik, Röntgentechnologie, Rechnen mit dem Abakus und Musik durchgeführt. Die Ergebnisse waren eindeutig: Eine gut strukturierte Wissensbasis war der Schlüssel zur Leistung. Die Gruppen I-, W+ und I+, W+ erbrachten vergleichbare Leistungen, während die Gruppe I+, W- schlechter abschnitt und häufig nicht einmal der Gruppe I-, W- überlegen war. Allerdings darf dabei nicht unerwähnt bleiben, dass nicht die gesamte Bandbreite an Intelligenz in die Untersuchung einbezogen wurde. Man wird kaum einen Röntgenarzt oder einen Physiker mit einem IQ unter 100 finden. Röntgenärzte und Physiker sind weit überdurchschnittlich intelligent, und natürlich mussten die Novizen auf diesem Niveau vergleichbar sein. In den Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass ein Experte mit einem IQ von 120 einem Novizen mit einem IQ von 130 in dem jeweiligen Inhaltsbereich überlegen ist; Zwar lassen sich im Bereich des Schachspiels auch Experten mit niedrigerem IQ finden, aber der Durchschnitt liegt in diesem Bereich über dem der »Normalbevölkerung«. Man kann deshalb aus solchen Untersuchungen nicht schließen, dass jeder Mensch mit entsprechenden Übungsgelegenheiten Höchstleistungen erzielen kann. Hingegen lässt sich durchaus sagen, dass eine sehr hohe Intelligenz allein weder eine notwendige noch eine hinreichende Voraussetzung für Höchstleistungen ist. Wolfgang Schneider hat in einem viel gelesenen Aufsatz zur Expertise die Idee des Schwellenwerts hervorgehoben. In Abhängigkeit von dem Inhaltsgebiet muss man, um Höchstleistungen erbringen zu können, eine bestimmte Eingangsvoraussetzung an Intelligenz mitbringen - den Schwellenwert.

Dieser liegt für Physik sicher höher als für Schach. Wolfgang Schneider selbst war an einer von dem bereits mehrfach erwähnten Lehr-Lern-Forscher Franz Weinert initiierten Studie beteiligt, in der das Zusammenwirken von Wissen und Intelligenz in einem Bereich erforscht wurde, der keine allzu hohen intellektuellen Anforderungen stellt: dem Wissen über Fußball. Immerhin aber wurde das Lesen von Texten über ein Fußballspiel verlangt. Es zeigte sich, dass weniger intelligente Fußballexperten deutlich mehr Informationen aus dem Text reproduzieren konnten als intelligentere Novizen. Und weniger intelligente Experten und intelligente Experten erreichten das gleiche Leistungsniveau, das heißt, Intelligenz allein hat keinen zusätzlichen Nutzen.

Wie aber wird man zum Experten? Durch Übung. Wobei die richtige Übung entscheidend ist. Der Expertiseforscher Anders Eriksson hat bei Musikern über mehrere Jahre hinweg den Weg zur Höchstleistung verfolgt. Er untersuchte, worin sich Personen mit weniger spektakulären Berufswegen von solchen unterschieden, die eine Karriere als Solisten in einem berühmten Orchester begannen, und fand heraus: Es waren quantitative, aber vor allem auch qualitative Aspekte der Übung. Die erfolgreicherer Musiker hatten einen umfangreichen und durch große Regelmäßigkeit geprägten Übungsplan an den sie sich hielten (dass sie außerdem regelmäßig Mittagsschlaf hielten, sei nur am Rande erwähnt). Bemerkenswert an dieser Studie war, dass sich die Unterschiede zwischen den Erfolgreichen und den weniger Erfolgreichen erst im Laufe der Zeit herausbildeten.

Worin unterscheidet sich Expertenwissen von Novizenwissen? Es sind nicht allein die so genannten Chunks oder Bündel, die die Anbindung eingehender Informationen an bestehendes Wissen steuern. Experten verfügen über hoch automatisierte Routinen, die gut in das übrige Wissen integriert sind. Gleichzeitig ist ihr Begriffswissen flexibel: Definitorische Konzepte, prototypische Situationen und regelhaftes Wissen sind integriert und bewusst zugänglich. Der japanische Expertiseforscher Giyoo Hatano sprach von adaptiver Expertise, wenn Experten nicht nur bei der Bewältigung von Routineaufgaben überlegen sind, sondern gerade auch mit unerwarteten Situationen souverän umgehen können.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es Zusammenhänge zwischen Intelligenz und Lernen gibt, insofern als es intelligenten Menschen besser und effizienter gelingt, Wissen gerade auch in komplexen und abstrakten Gebieten zu erwerben. Umgekehrt können sich weniger intelligente Menschen bei entsprechenden Übungsmöglichkeiten in ein Inhaltsgebiet so einarbeiten, dass sie imstande sind, die gleichen Leistungen zu erbringen wie intelligentere Personen. Der Zusammenhang zwischen Wissen und Lernen lässt sich auf die einfache Formel bringen: Auch intelligente Menschen müssen lernen, und weniger intelligente Menschen können lernen. Die Unterschiede bestehen vor allem im Aufwand, den man betreiben muss, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen. [...]

Holzwege in der Bildung: Lernen lernen und Gehirnjogging statt Wissen aneignen

Menschen lieben schnelle Erfolge. Sie wollen nicht durch harte Arbeit oder eisernes Sparen reich werden, sondern über Nacht an der Börse. Sie wollen mit Crashdiäten, nicht aber einem ausgewogenen Ernährungs- und Fitnessplan eine gute Figur bekommen. Und auch schnell und einfach intelligent zu werden, gehört zu ihren Wunschvorstellungen. Aus diesem Grunde wurde die Forschung zum so genannten Mozarteffekt mit großer Begeisterung aufgenommen. US-amerikanische Forscher wollten Beweise haben, dass, wer Mozart hört, kurzfristig seine räumlich-visuellen Leistungen verbessern kann. Die Ergebnisse wurden in weiten Kreisen fasziniert aufgenommen, so auch vom Herausgeber der Zeitschrift *Nature*, der – sehr untypisch für ein Magazin dieses Niveaus – das Ergebnis sehr unkritisch aufnahm und veröffentlichte. Da die Untersuchungen bei genauerem Hinsehen gravierende Fehler enthielten, wie eine Gegendarstellung mit dem launigen Titel *A requiem for the Mozart effect* betonte, hagelte es Kritik. Solidere Untersuchungen, wie sie von dem kanadischen Psychologen Glenn Schellenberg vorgestellt werden, sprechen zwar tatsächlich dafür, dass aktiver Musikunterricht – wie auch andere Formen von Unterricht – einen IQ-Anstieg um drei bis vier IQ-Punkte bewirken. Aber dafür, dass passiver Musikgenuss oder aktive Musikausübung eine besonders effiziente Möglichkeit zur Steigerung der Intelligenz ist, gibt es keine Anzeichen. Zu diesem Schluss kommt auch eine im Auftrag des deutschen Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter Federführung des Berliner Philosophen Ralph Schumacher erstellte Expertise. Der Wunsch nach einer möglichst effizienten und »kostengünstigen« Steigerung der Intelligenz besteht weiter. Wie wäre es damit, einfach Intelligenztestaufgaben zu üben?

Wir haben immer wieder betont, dass die Leistung, die in Intelligenztests erbracht wird, keineswegs allein eine Funktion der Gene ist, die die Hirnfunktionen steuern, sondern mit dem Schulbesuch in Zusammenhang steht. Nur bei Menschen, die vergleichbare Lerngelegenheiten hatten, lässt sich aus Unterschieden im IQ auch auf Unterschiede in den Genen schließen. Für Leistungen in Intelligenztests gilt dasselbe wie für jede andere Leistung: Sie kann durch Übung gesteigert werden. Die Verbesserung der Leistung in Intelligenztests ist dabei sehr viel weniger von der Instruktion durch einen Lehrer abhängig, als dies in anderen Bereichen der Fall ist. Wer eine komplizierte Aufgabe in Physik oder Mathematik nicht lösen kann oder einen fremdsprachigen Text nicht versteht, wird durch bloßes Wiederholen nicht weiterkommen; er muss versuchen, sein fehlendes Wissen durch Interaktion mit anderen Menschen oder mit Lernmaterial zu erwerben. Intelligenztests hingegen sind gerade dadurch gekennzeichnet, dass sie möglichst wenig Wissensanteile voraussetzen. Vielmehr geht es darum, den effizienten Zugriff auf bestehendes Wissen zu erfassen und es so umzuorganisieren, dass es in neuen Situationen angewendet werden kann. Der Zugriff auf bestehendes Wissen lässt sich durch die einfachste Form der Übung, die repetitive Wiederholung, steigern. Weiter oben wurde von der Automatisierung bzw. Prozeduralisierung des Wissens gesprochen. Gerade geistige Operationen in Tests zur räumlich-visuellen Verarbeitung, bei denen Figuren gedreht, zusammengesetzt oder auseinandergenommen werden müssen, lassen sich durch bloße Wiederholung verbessern. In Tests zum schlussfolgernden Denken, gleichgültig ob mit numerischem, sprachlichem oder figu-

ralem Material, müssen häufig bisher unbeachtete Beziehungen zwischen den Elementen gesehen werden. Beispielsweise müssen sprachliche Begriffe miteinander verglichen werden, um einen Oberbegriff zu finden, der Gemeinsamkeiten hervorhebt, oder aber um sie voneinander abzugrenzen. Das Fortsetzen von Zahlenreihen ist ein zentraler Intelligenztest, bei dem sich die mathematischen Voraussetzungen auf die Grundrechenarten beschränken. Die intelligente Leistung besteht darin, die verschiedenen Grundrechenarten simultan in Erwägung zu ziehen, wenn die Beziehung zwischen den Zahlen einer Reihe analysiert wird. In dem bereits dargestellten Raven-Matrizen-Test geht es darum, sich möglichst viele Operationsmöglichkeiten mit abstrakten Figuren zu vergegenwärtigen: sie in verschiedene Richtungen zu drehen, übereinanderverschieben, auseinanderzunehmen etc. Es gilt, willkürlich vom Testkonstrukteur entwickelte Regeln (etwa: wenn zwei schwarze Teilflächen einer Figur aufeinander liegen, dann wird die Fläche weiß) zu erkennen.

Die Kognitionspsychologen Marcel Just und Patricia Carpenter von der Carnegie-Mellon-Universität Pittsburgh haben schon vor mehr als einem Jahrzehnt ein Computerprogramm geschrieben, das den menschlichen Lernprozess beim Raven-Test simuliert. Um alle Aufgaben dieses Tests zu lösen, muss man einige Dutzend Regeln und Operationen anwenden. Durch wiederholtes Üben lernt man diese kennen und bekommt - etwas salopp ausgedrückt - ein Gefühl dafür, wann man sie einsetzen kann. Mit anderen Worten: Durch wiederholtes Üben lassen sich im Raven-Test bessere Ergebnisse erzielen. Das zeigen Computersimulationen ebenso wie Untersuchungen mit Menschen. Keine Frage also, Intelligenztests - und insbesondere die nicht-sprachlichen - lassen sich üben und können den IQ steigern. Aber wird man auch intelligenter? Kann man dadurch auch besser und schneller lernen und denken? Können jüngere Kinder, mit denen die Bearbeitung von Intelligenztests trainiert wird, schneller und besser lesen, schreiben und rechnen lernen? Das klingt zunächst sehr plausibel.

In den 1950er Jahren machte man sich in Israel Gedanken über die ungleichen Bildungschancen von Einwanderungsgruppen. Die so genannten sephardischen Juden, also Einwanderer aus Nordafrika und Vorderasien, waren sehr viel seltener in höheren beruflichen Positionen und an Universitäten zu finden als die Aschkenasim, die jüdischen Einwanderer aus Europa. Eine Maßnahme, dieses Problem anzugehen, bestand darin, bereits die Kinder dieser Einwanderungsgruppe zu fördern. Der Psychologe und Pädagoge Reuven Feuerstein wurde mit der Entwicklung und Durchführung eines Trainingsprogramms beauftragt. Feuerstein, der an der Bar-Ilan-Universität in Tel Aviv lehrte, wollte den schnellen Weg gehen. Er ließ Kinder Denksportaufgaben üben, die Intelligenztests ähnlich waren, und tatsächlich stieg ihr IQ deutlich an. Leider aber wirkte sich dieses Training nicht wesentlich auf die Schulleistung der Schüler aus, das heißt, die Kinder lernten nicht besser lesen, schreiben und rechnen. John Bransford, der an verschiedenen US-amerikanischen Universitäten Zentren für schulisches Lernen geleitet hat, kommt zu dem klaren Schluss, dass alle Versuche, die Intelligenz allgemein zu steigern, als gescheitert betrachtet werden müssen. In Deutschland hat sich der Aachener Pädagogikprofessor Karl-Josef Klauer um allgemeine Denktrainings verdient gemacht. Er hat sprachliche und nicht-sprachliche Aufgaben zum schlussfolgernden Denken für verschiedene Altersgruppen entwickelt. Tatsächlich zeigten sich positive Effekte beim Transfer auf Intelligenztests. Die Göttinger Psychologen Marcus Hasselhorn und Willi Hager haben jedoch kritisch angemerkt, dass die Trainingseffekte nicht spezifisch auf das Programm zurückgeführt werden können. Möglicherweise haben auch andere Formen der geistigen Betätigung zu einem entsprechenden Anstieg der Intelligenzleistung geführt. Deutliche Effekte von Klauers Programm zeigten sich allerdings bei sehr schwachen Schülern, also solchen im unteren Intelligenzbereich. Inzwischen besteht bei Lehr-Lern-Forschern Konsens über den eingeschränkten Wert von Trainings, in denen Aufgaben geübt werden die jenen von Intelligenztests entsprechen und unter Bezeichnungen wie »Gehirnjogging« oder brain enhancement geführt werden. Normal intelligente und überdurchschnittlich intelligente Schüler können ihre Zeit sinnvoller mit dem Erwerb geistiger Kompetenzen in anspruchsvollen Inhaltsgebieten verbringen, die die sprachliche, mathematische oder räumlich-visuelle Kom-

petenz fördern. Auf diese Weise kann breit einsetzbares Wissen erworben werden welches das weitere Lernen unterstützen kann. Von der Beschäftigung mit inhaltsarmen, aus dem Kontext gerissenen Problemen hingegen ist keine wirkliche Verbesserung der geistigen Kompetenzen zu erwarten. Zwar wird man in Intelligenztests besser abschneiden, aber die Intelligenz wirklich steigern wird man nicht.

Einzigste Ausnahme von dieser Regel: Menschen mit großen Lernschwierigkeiten, deren Probleme im Bereich der Metakognition ja bereits angesprochen wurden und die im Umgang mit schriftlichem Material ganz grundlegende Fehler machen. Beispielsweise wählen sie bei Multiple-Choice-Aufgaben die erstbeste Antwort aus, ohne sich überhaupt auf die Problemstellung einzulassen. Der Umgang mit überschaubaren Aufgaben kann für diese Gruppe hilfreich sein, um überhaupt geistige Grundvoraussetzungen zu erwerben. Positive Effekte von Aufgaben zum Gehirnjogging wurden auch bei älteren Menschen gefunden. Allerdings dürfen solche Effekte keinesfalls auf die Schule übertragen werden. Ältere Menschen, zumal wenn sie bereits im Altersheim leben, profitieren von jeder Form der geistigen Betätigung. Mit anderen Worten, es ist besser für ältere Menschen, die sich nicht mehr auf zukünftige Lebensaufgaben vorbereiten müssen, Bridge zu spielen als Mensch-ärgere-dich-nicht, da Ersteres hohe Anforderungen an das Arbeitsgedächtnis stellt. Stehen ältere Menschen hingegen vor der Wahl zwischen einem Computerkurs oder Gehirnjogging, ist es sicherlich sinnvoller, wenn sie ihre Zeit in einen Computerkurs investieren. Es gibt gute Gründe für die Annahme, dass sich die Möglichkeiten der Weiterbildung durch das Internet stärker auf die geistige Leistungsfähigkeit auswirken werden als das Bearbeiten von Intelligenztests.

Kern-
aussage

Wirklich intelligenter werden wir nicht durch Intelligenztests, sondern nur durch die Auseinandersetzung mit anspruchsvollen Inhalten. Dabei erwerben wir ganz nebenbei, aber sehr effizient, Lern- und Denkstrategien, die sich verselbständigen und zu einem eigenständigen Wissensgebiet werden, das mit Metakognition bezeichnet wird. Auf der Grundlage der auf diese Weise erworbenen Lern- und Denkstrategien kann Wissen auch in unbekanntem Gebieten effizient erworben werden. Wir verbessern also unsere allgemeine Lern- und Denkfähigkeit, indem wir spezifisches Wissen in anspruchsvollen Inhaltsgebieten erwerben. Diese Erkenntnis erklärt auch, warum intelligente Menschen in Inhaltsgebieten, die neu für sie sind, zunächst Probleme haben und ebenso wie weniger intelligente Menschen den mühsamen Weg über den Wissenserwerb gehen müssen.

Der Wunsch nach einer Verbesserung der allgemeinen Lern- und Denkfähigkeit ist ungebrochen und angesichts der vielfältigen Anforderungen einer modernen Wissensgesellschaft nur verständlich. Vor diesem Hintergrund stellt sich natürlich die Frage ob man beim Erwerb von anspruchsvollem Inhaltswissen den Erwerb von breit einsetzbaren Lern- und Denk-Strategien zusätzlich unterstützen kann. Hier gibt es tatsächlich Möglichkeiten, wie aus wissenschaftlichen Untersuchungen an Menschen verschiedenen Alters hervorgeht. So konnte die kalifornische Psychologin Diane Halpern zeigen, wie Studierende von dem Critical Thinking Program profitieren. Bei diesem Programm werden die Lernenden dazu angehalten, beim Lesen von Texten grafisch-visuelle Veranschaulichungen anzufertigen und alternative Interpretationsmöglichkeiten zu bedenken, um voreilige Schlüsse zu vermeiden. Solche unterstützenden Maßnahmen können - natürlich auf die jeweiligen Voraussetzungen abgestimmt - in allen Altersgruppen eingesetzt werden. Lern- und Denkstrategien sind eben lernbar, aber nur sehr bedingt direkt lehrbar. Und für Intelligenz gilt: Sie kann und muss sich in Abhängigkeit von den Lernangeboten entwickeln, aber sie ist nicht direkt trainierbar. Der mehrfach erwähnte Flynn-Effekt kann nicht zuletzt auch darauf zurückgeführt werden, dass Intelligenztestaufgaben immer besser zugänglich sind und deshalb auch geübt werden.