

psycho scope

Schluss mit Mittelmass
Hochbegabte Kinder
richtig fördern 10–23

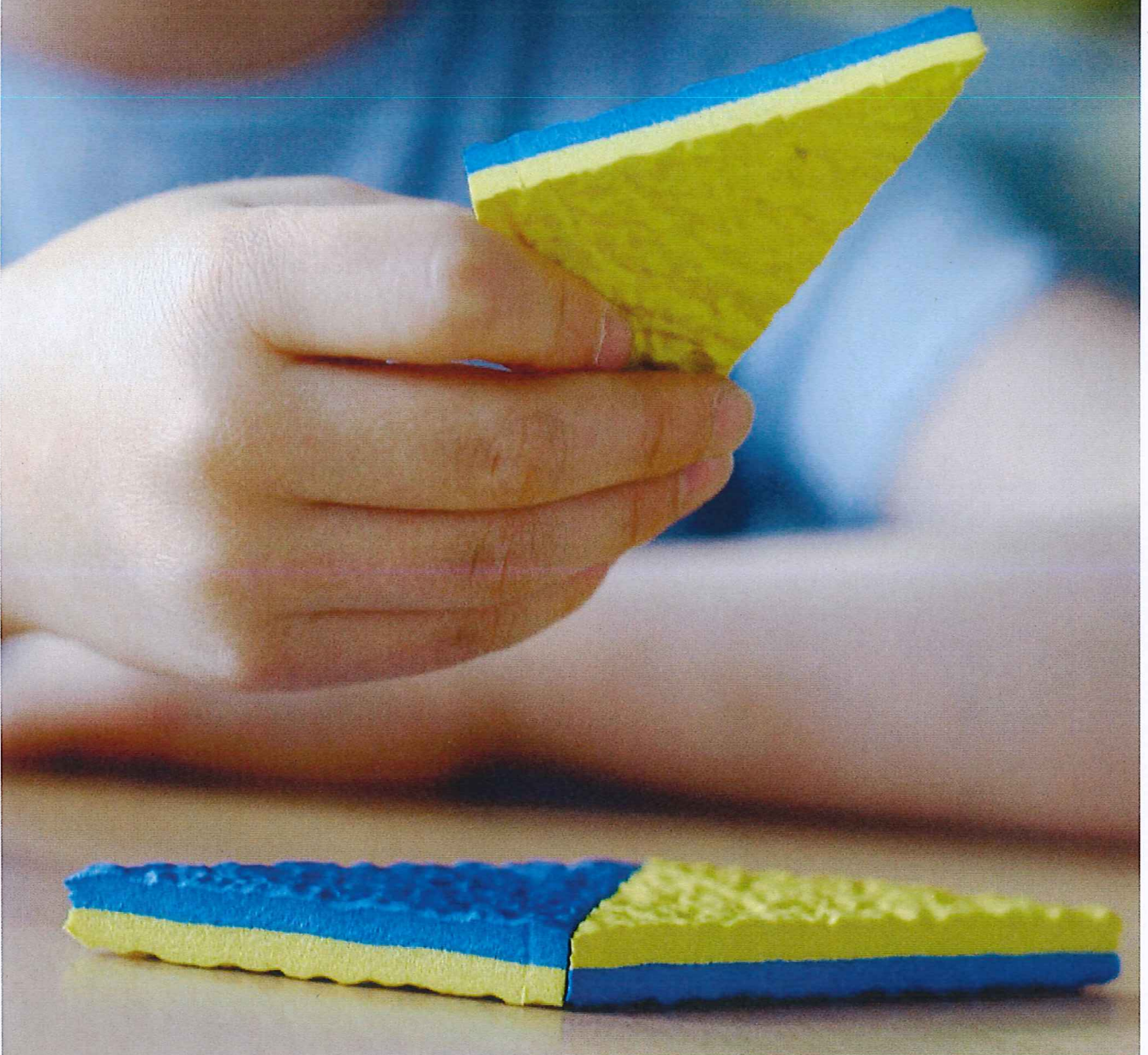
Flüchtlingsprojekte
Psychotherapeutinnen
ermöglichen Zugang zu Therapie

Potenzial erkennen
Eine Arbeitspsychologin findet
kompetente Leader

INTELLIGENZ

Erbe ist viel, aber nicht alles

Ein angeborenes intellektuelles Potenzial kann
durch kulturelles Lernen ausgeschöpft werden



Was genau macht intelligente Menschen aus? Diese Frage wird unter Forschenden kontrovers diskutiert. Unumstritten ist der starke genetische Einfluss auf die Intelligenz.

LENNART SCHALK UND ELSBETH STERN

Warum unterscheiden sich Menschen bezüglich Lernfähigkeit und schlussfolgerndem Denken, obwohl sie unter vergleichbaren Bedingungen aufwachsen und leben? Forschende der Psychologie haben zur Beschreibung dieser Unterschiede die Intelligenz konzeptualisiert und Tests zu ihrer Messung entwickelt. Doch gilt das 1923 ausgesprochene Bonmot des US-amerikanischen Experimentalpsychologen Edwin Boring noch, wonach Intelligenz das sei, «was der Intelligenztest misst»?

Die Forschenden haben sich nicht mit dieser – ironisch gemeinten – Definition der Intelligenz zufriedengegeben. Über die letzten Jahrzehnte haben sie sowohl versucht, der Intelligenz zugrundeliegende neurokognitive Mechanismen zu identifizieren, als auch abzuschätzen, wie stark Intelligenzunterschiede zwischen Individuen vererbt sind. Die Auseinandersetzung mit Intelligenz und Erblichkeit erfordert eine Begriffsklärung. Die wissenschaftliche Verwendung dieser Begriffe ist nämlich nicht deckungsgleich mit der Verwendung im Alltag. Ähnliche konzeptuelle Herausforderungen gibt es auch in anderen Wissenschaften: Die Begriffe Kraft und Arbeit werden in der Physik anders gebraucht als im Alltag. Wir werden hier darstellen, wie moderne Konzeptionen der Intelligenz aussehen und was es mit der Erblichkeit auf sich hat.

Intelligenztests sind etabliert

Manche Aufgaben in Intelligenztests muten spielerisch, oft aber auch praxisfern an. Trotzdem haben Intelligenztests eine wichtige Bedeutung in der psychologischen Wissenschaft und Praxis erlangt. Das lässt sich durch einen statistischen Befund erklären, der schon lange bekannt ist und vielfach repliziert wurde. Es handelt sich um das sogenannte «positive manifold», ein Phänomen, das vom britischen Psychologen Charles Spearman bereits vor mehr als 100 Jahren beschrieben wurde. Er analysierte die Resultate oberflächlich sehr

unterschiedlicher Aufgaben zur Lernfähigkeit und zum schlussfolgernden Denken. Die Leistungen über diese Aufgaben hinweg korrelierten fast immer positiv. Positive Korrelationen finden sich zwischen Aufgaben auf numerischer, sprachlicher oder räumlich-visueller Basis und diese korrelieren mit Aufgaben, in denen die Verarbeitungsgeschwindigkeit auf einfache Stimuli erfasst wird, und mit Tests, welche die Breite von allgemein zugänglichem Wissen erfassen. Diese statistische Gemeinsamkeit oder eben das «positive manifold» bezeichnete Charles Spearman als den g-Faktor – den «Generalfaktor der Intelligenz».

Verlässlicher Prädiktor für beruflichen Erfolg

Doch welche Relevanz weist der Generalfaktor der Intelligenz für unseren Alltag auf? Wie kommt er zustande? Und welche neurokognitiven Mechanismen liegen ihm zugrunde? Der Generalfaktor der Intelligenz ist für unser Leben äusserst relevant. Er ist nämlich nicht nur ein verlässlicher Prädiktor für Schul-, Studiums- und Berufserfolg, sondern korreliert auch positiv mit Gesundheit und negativ mit Risikoverhalten. Neben der Ermittlung dieses Faktors durch Intelligenztests gibt kein anderes psychometrisches Testverfahren, seien es Motivations- oder Persönlichkeitstests, die ähnlich zuverlässige Vorhersagewerte erreichen. Intelligenztests eignen sich daher für die Personalrekrutierung,

Intelligenz korreliert positiv mit Gesundheit und negativ mit Risikoverhalten.

insbesondere wenn die Bewerbenden noch keine Erfahrung in der auszuführenden Tätigkeit aufweisen. Auch im Schulwesen – beispielsweise im Rahmen der Aufnahmeprüfungen ins Gymnasium – können Intelligenztests zusätzliche Information über die in den Fächern gezeigte Leistung hinaus liefern.

Wie Erbe und Umwelt zusammenspielen

Doch wie ist der Nährboden beschaffen, der intelligente Menschen hervorbringt? Die gute Vorhersageleistung von Intelligenztests sagt tatsächlich wenig darüber aus, wie Intelligenz zustande kommt und welche neurokognitiven Mechanismen der Intelligenz zugrunde liegen. Um zu verstehen, wie Intelligenz entsteht, ist zunächst eine Analyse des Zusammenspiels von genetischem

GLOSSAR

Schlüsselbegriffe der Intelligenz

g-Faktor: Im Deutschen «Generalfaktor der Intelligenz». Dieser Faktor ist ein Mass für die gemeinsame Variation in der Testleistung von vielen Personen über verschiedene kognitive Bereiche hinweg. Das «g» steht für die vom Psychologen Charles Spearman gewählte Bezeichnung «general intelligence».

Positive manifold: Bezeichnet zunächst einmal nur den Befund, dass Testleistungen verschiedener kognitiven Tests positiv miteinander korrelieren. Was diese Korrelation verursacht, ist in der Forschung noch ungeklärt.

Netzwerktheorie: Diese Theorie lehnt einen Generalfaktor der Intelligenz ab. Hingegen wird angenommen, dass verschiedene grundlegende kognitive Mechanismen und Faktoren unabhängig voneinander existieren. Gleichzeitig interagieren sie miteinander und beeinflussen sich wechselseitig.

Arbeitsgedächtnis: ein Teil des Gedächtnisses. Hier werden Informationen aus der Umwelt mit im Langzeitgedächtnis abgespeicherten Informationen zusammengebracht.

Erblichkeit: Gibt an, wie stark der Einfluss der Gene bei der phänotypischen Ausbildung von Eigenschaften ist. Der Prozentwert der Erblichkeit besagt, wie viel der Variation zwischen Individuen in einer bestimmten Gruppe auf genetische Faktoren zurückzuführen ist.

Reaktionsnorm: bezeichnet die Variationsbreite des Phänotyps, die sich aus demselben Genotyp bei variierenden Umweltfaktoren entwickelt.

Erbe und Umwelt erforderlich. Betrachten wir hierfür einen Forschungsbefund, der sehr viel schwieriger zu interpretieren ist, als es auf den ersten Blick erscheint. Ein Forschungsteam um den US-amerikanischen Psychologen und Genetiker Robert Plomin konnte 2010 im Fachjournal *Molecular Psychiatry* aufzeigen, wie sich die Erblichkeit des Generalfaktors der Intelligenz über die Entwicklungsspanne von Kindern und Jugendlichen ändert. Gemäss seiner Studie beträgt die Erblichkeit bei 9-Jährigen 41, bei 12-Jährigen 55 und bei 17-Jährigen 61 Prozent. Drei Fragen stellen sich: Was bedeuten diese Prozentangaben? Warum ändert sich die Erblichkeit? Und warum nimmt sie mit dem Heranwachsen zu?

Um die Erblichkeit zu ermitteln, vergleicht man typischerweise die Intelligenztestleistung einer grösseren Gruppe von eineiigen und gleichgeschlechtlichen zweieiigen Zwillingen. Eineiige Zwillinge haben identische Gene und wachsen in einer sehr ähnlichen Umwelt auf. Zweieiige Zwillinge hingegen sind sich genetisch nicht ähnlicher als «normale» Geschwister. Jedoch wachsen sie wie eineiige Zwillinge in einer sehr ähnlichen Umwelt auf. Sind sich nun eineiige Zwillinge in der Leistung ähnlicher als gleichgeschlechtliche zweieiige Zwillinge, deutet dies auf einen genetischen Einfluss hin. Die Stärke des Einflusses lässt sich dann statistisch exakt als Prozentwert ermitteln und ist auf die Gesamtbevölkerung übertragbar.

Gene brauchen passende Bedingungen

Wenn die Erblichkeit von Intelligenz über die Lebensspanne ansteigt, nimmt im Umkehrschluss der Einfluss der Umwelt auf die Intelligenz mit der Zeit ab. Dieses Phänomen scheint zunächst kontraintuitiv, lässt sich aber erklären. In Gesellschaften, die viele Optionen der Lebensgestaltung bieten, können Menschen aktiv eine zu ihren Genen passende Umwelt suchen oder sie werden in eine solche «gedrängt». Sie beschäftigen sich etwa mit selbst gewählten Hobbys oder ein Bekannter in ihrem Umfeld stellt eine besondere Begabung fest und fördert diese gezielt. Die an der Intelligenzentwicklung beteiligten Gene brauchen solche förderlichen Umweltbedingungen, um sich zu entfalten. Die Reaktion auf die Umwelt ist also genetisch angelegt. In der Genetik spricht man daher von der sogenannten «Reaktionsnorm». Zu Beginn des Lebens ist das Potenzial erst teilweise in Lerngelegenheiten investiert, daher ist die Erblichkeit von grundlegenden kognitiven Funktionen und Faktoren bei Kindern geringer als bei Erwachsenen.

Wenn wir die Erblichkeit von Intelligenz erklären möchten, greift es somit zu kurz, wenn wir Natur und Umwelt gegeneinander ausspielen («nature versus

nurture»)). Vielmehr entfalten sich von der Natur angelegte gute genetische Voraussetzungen für Intelligenz durch förderliche Umweltbedingungen («nature via nurture»). Ein angeborenes intellektuelles Potenzial kann durch kulturelles Lernen ausgeschöpft werden: Als Kleinkinder erlernen wir unsere Muttersprache, später in der Schule lösen wir mathematische Problemstellungen. In westeuropäischen Ländern finden wir meistens die dafür notwendigen Umweltbedingungen vor. Entsprechend zeigen Forschungsergebnisse eine deutlich höhere Erblichkeit der Intelligenz in Westeuropa als in Entwicklungsländern, wo sich das intellektuelle genetische Potenzial aufgrund fehlender Unterstützung durch die Umwelt häufig weniger gut entfalten kann.

Das Arbeitsgedächtnis als Schlüsselunterschied

Aber worin genau unterscheiden sich nun Menschen mit hoher von solchen mit niedriger Intelligenz? Den Unterschied ausmachen könnte eine grundlegende neurokognitive Fähigkeit: das Arbeitsgedächtnis. Nicht nur unsere Forschung an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETHZ) zeigt: Intelligenztestleistungen korrelieren relativ stark mit der Leistung in Arbeitsgedächtnisaufgaben. Das Arbeitsgedächtnis bringt eingehende Information und bestehendes Wissen möglichst effizient zusammen. Dazu muss es relevante Informationen aufrechterhalten und umstrukturieren. Ausserdem hemmt das Arbeitsgedächtnis irrelevante Stimuli. Diese Prozesse, die vorwiegend im Frontalhirn gesteuert werden, sind unbestreitbar wichtig für Lernen und schlussfolgerndes Denken.

Wie neuere Forschungsarbeiten zeigen, können allerdings Unterschiede in den Arbeitsgedächtnisfunktionen keinesfalls alle Intelligenzunterschiede erklären. Einerseits ist der Generalfaktor der Intelligenz in der Kindheit deutlich schwächer ausgeprägt als im Jugend- und Erwachsenenalter. Andererseits konnte eine Forschungsgruppe um den niederländischen Psychologieprofessor Han van der Maas 2013 im Fachjournal *Psychological Science* Unterschiede in der Erblichkeit von verschiedenen grundlegenden kognitiven Faktoren nachweisen, die typischerweise im Generalfaktor der Intelligenz zusammengefasst werden.

Kognitive Fähigkeiten interagieren miteinander

Eine Alternative zu der Annahme, dass hinter dem Generalfaktor der Intelligenz eine einheitliche Fähigkeit steht, mit der Menschen von Anfang an ausgestattet sind, ist die so genannte Netzwerktheorie. Menschen unterscheiden sich in einer sehr grossen Zahl von genetisch gesteuerten kognitiven Fähigkeiten, wie etwa ihrem basalen Zahlverständnis oder ihren räum-

lich-visuellen Fähigkeiten. Diese Fähigkeiten sind in der Entwicklung erst einmal relativ unabhängig. Aber sie interagieren auch miteinander. Sie bilden also zunächst ein eher loses Netzwerk, das dann im Lauf der Entwicklung immer enger zusammenwirkt.

Auch wenn Forschende die Frage, was genau Intelligenz ausmacht, noch kontrovers diskutieren, ist ein starker genetischer Einfluss auf die Intelligenz unumstritten. Wir unterscheiden uns in den genetischen Anlagen und entwickeln deshalb bei ähnlichen Umwelt- und Lernbedingungen unterschiedliche Fähigkeiten. Derzeit deutet jedoch nichts darauf hin, dass es in absehbarer Zeit gelingen könnte, gezielt einzelne Gene oder ihr Zusammenspiel zu identifizieren, um damit die Intelligenz des Menschen zu bestimmen. ♦

AUTOR UND AUTORIN

Lennart Schalk forschte von 2007 bis 2018 an der Abteilung für Lehr- und Lernforschung an der ETH Zürich. Der promovierte Psychologe leitet seit 2017 die Forschungsprofessur für MINT-Fachdidaktik an der Pädagogischen Hochschule Schwyz.

Elsbeth Stern ist seit 2006 Professorin für empirische Lehr- und Lernforschung und Vorsteherin des Instituts für Verhaltensforschung der ETH Zürich. Dort ist die kognitive Psychologin verantwortlich für den pädagogischen Teil der Ausbildung angehender Gymnasiallehrerinnen und -lehrer.

KONTAKT

lennart.schalk@phsz.ch
elsbeth.stern@ifv.gess.ethz.ch

LITERATUR

Stern, E., & Neubauer, A. (2013). *Intelligenz. Grosse Unterschiede und ihre Folgen*. München: DVA-Verlag.

Kan, K.-J., Wicherts, J. M., Dolan, C. V., & van der Maas, H. L. J. (2013). On the nature and nurture of intelligence and specific cognitive abilities: The more heritable, the more culture dependent. *Psychological Science*, 24(12), 2420–2428.