

Intelligenz: kein Mythos, sondern Realität

Elsbeth Stern und Aljoscha Neubauer

Zusammenfassung. Das Konzept der psychometrischen Intelligenz ist in der Öffentlichkeit sowie auch in Teilen der wissenschaftlichen Psychologie umstritten. Warum Intelligenz so große Abwehrreaktionen auslöst und wie die Begründungen für diese zum Stand der Intelligenzforschung stehen, wird in diesem Artikel behandelt. Dabei behandeln wir drei weit verbreitete Vorurteile: 1) Das Definitionsproblem: Es gibt viele Intelligenzen, und Psychologen können sich sowieso nicht auf eine einheitliche Definition einigen; 2) Die Abseitigkeitsannahme: Die Leistung in Intelligenztests hat nichts mit Kompetenzen im wahren Leben zu tun; 3) Die Ursachenverwirrung: Wenn Intelligenz ein in den Genen verankertes Merkmal ist, bleiben Umwelteinflüsse unwirksam. Auf Basis der aktuellen Intelligenzforschung entkräften wir alle drei Einwände: 1) Intelligenz wird heute vom Großteil der Intelligenzforscher präzise und einheitlich definiert; das Fehlen einer einheitlichen Definition ist kein aktuelles Problem der Intelligenzforschung mehr. 2) Eine Reihe von jüngeren Meta-Analysen hat überzeugend die hohen und stabilen Validitäten von Intelligenztests demonstriert: Intelligenz ist einer der besten Prädiktoren von Lern- und Berufserfolg. 3) Die moderne Verhaltensgenetik hat verdeutlicht, dass Intelligenz in den Genen verankert ist, diese aber nur in einer geistig anregenden Umwelt ihr Potenzial entfalten können. Mit diesem Artikel möchten wir Psychologen Argumente an die Hand geben, mit denen sie eine skeptische Öffentlichkeit von der Wichtigkeit der psychometrischen Intelligenzforschung überzeugen können.

Schlüsselwörter: Intelligenz, Validität, Erbe-Umwelt

Intelligence: Not a Myth but Reality

Abstract. The concept of psychometric intelligence is heavily debated in the scientific community of psychologists as well as in the general public. In this article we address the question of why intelligence meets with such disapproval, and to what extent the arguments of the opponents of intelligence are justified from a scientific point of view. We deal with three widespread prejudices. (1) The problem of definition: There are many different kinds of intelligence and psychologists are unable to agree on a unified definition. (2) The assumption of irrelevance: Intelligence tests scores are not at all related to competencies necessary for mastering real life problems. (3) The confusion of causes: If differences in intelligence are caused by differences in genes, the environment has no impact. By considering the state of the art in intelligence research, we object to the three arguments as follows: (1) Psychologists have agreed on a widely accepted precise definition of intelligence, therefore the problem has been resolved. (2) A considerable number of meta-analyses have convincingly demonstrated the high validity of intelligence tests: Intelligence is one of the best predictors of educational and occupational success. (3) According to modern behavioral genetics, intelligence is rooted in genes, which, however, can only unfold their potential in a cognitively stimulating environment. The goal of our paper is to equip psychologists with arguments that should convince a skeptical public of the importance of psychometric intelligence.

Keywords: intelligence, validity, nature-nurture

Seitdem sich vor mehr als hundert Jahren die Psychologie als eigenständige Wissenschaft etabliert hat, gehört menschliche Intelligenz zu den zentralen Forschungsfeldern. Das öffentliche Interesse an diesem Gebiet war von Anfang an sehr groß, und in den letzten Jahren macht die Rede von der Intelligenz als dem wichtigstem Rohstoff einer postindustriellen Gesellschaft die Runde. Viel kritischer wird hingegen die Messung der Intelligenz gesehen, also die Erfassung interindividueller Unterschiede mit Hilfe von Intelligenztests. Kaum ein anderes Gebiet der Psychologie spaltet die Gemüter so stark wie die psychometrische Intelligenzforschung und dies nicht nur in der Öffentlichkeit, sondern auch innerhalb der Wissenschaftsgemeinde unseres Fachs. Sogar manche hoch angesehene Kognitionsforscher stehen Intelligenztests sehr

kritisch bis ablehnend gegenüber, wie weiter hinten noch ausgeführt wird, und damit sind sie nicht allein. Bücher, in denen die Bedeutung der kognitiven Intelligenz relativiert wird, in denen Alternativen wie die soziale oder die emotionale Intelligenz angeboten werden, finden großen Absatz. Dazu gehören auch die Werke von Howard Gardner zu seinem Konzept der Multiplen Intelligenz (Gardner, 1983), das unter Lehrerinnen und Lehrern grossen Zuspruch erntet (dazu: Rost, 2008). Die Dominanz kognitiver Kompetenzen bereitet ganz offensichtlich vielen Menschen ein so großes Unbehagen, dass beispielsweise Studien, welche die Bedeutung motivationaler Einflüsse auf die Schulleistung betonen, sehr schnell ihren Weg in die Presse finden. So fasst Holger Dambeck (2013) von Spiegel online beispielsweise die in Child-Development

veröffentlichte Studie von Murayama, Pekrun, Lichtenfeld und vom Hofe (2013) mit dem Titel „Predicting Long-Term Growth in Students' Mathematics Achievement: The Unique Contributions of Motivation and Cognitive Strategies.“ wie folgt zusammen: „Was ist das Geheimnis guter Mathe-Noten? Begabung und Fleiß? Eine Langzeitstudie mit 3500 bayerischen Schülern zeigt nun: Intelligenz spielt nur in jungen Jahren eine Rolle. Letztlich zählt allein die Motivation.“ Aus dem Befund, wonach in Standardgebieten der Sekundarschulmathematik ein Weniger an Intelligenz durch ein Mehr an Fleiß ausgeglichen werden kann, wird dann schon einmal: „Jeder kann Spitzenleistungen in Mathematik erbringen, wenn er sich anstrengt.“ Bruch- und Prozentrechnung zu verstehen heisst jedoch noch nicht, Anwärter für die Fields-Medaille zu sein.

Ähnliche Schlussfolgerungen werden aus den Arbeiten Duckworth und Seligman (2005) gezogen, letzterer ist bekanntlich Proponent der Positiven Psychologie. Die Autoren präsentieren Studien aus Schulen in Philadelphia, die vorwiegend von Kindern der Mittelklasse besucht werden (was mit einer eingeschränkten Varianz in der Intelligenz einhergeht), wonach die Leistung in Mathematik vor allem von Selbst-Disziplin abhängt. In „Die Welt“ vom 04.10.2013 trug eine Kolumne von Jochen Mai den Titel „Disziplin ist wichtiger als IQ. Die preußische Kerntugend bringt den Erfolg“.

Warum wird jede Nachricht, die die Bedeutung der Intelligenz in Frage stellt – ob berechtigt oder nicht – so freudig aufgenommen? Warum reagieren viele Menschen so hämisch auf Intelligenztests wie beispielsweise der Schriftsteller Hans-Magnus Enzensberger in einem 2007 bei Suhrkamp erschienenen Büchlein mit dem Titel „Im Irrgarten der Intelligenz – ein Idiotenführer“, in dem sehr polemisch – aber wie bei dem Autor nicht anders zu erwarten keinesfalls geistlos – alle gängigen Vorurteile zur Intelligenz abgehandelt werden. Wir werden immer wieder Zitate aus dem Buch präsentieren, weil sie gängige Vorbehalte widerspiegeln. Warum gerade Intelligenz und die Tests, mit der sie gemessen wird, als Bedrohung gesehen werden, begründet Enzensberger gleich zu Beginn seines Werkes mit deren Bedeutung für den Erfolg in der heutigen Gesellschaft:

„Wahrscheinlich entwickelt jede menschliche Gesellschaft ihren eigenen Tugendkatalog, in dem sie diejenigen Eigenschaften anführt, die sie für erstrebenswert hält, auch wenn sie nicht jeder erlangen kann. Der Kurswert dieser Tugenden schwankt. Zum Kummer derer, die das beklagen, hat die Moderne von antiken und mittelalterlichen Vortrefflichkeiten wie der Treue, der Tapferkeit, der Weisheit, der Demut und der Ritterlichkeit nie viel gehalten. Ihr gelten eher Flexibilität, Teamfähigkeit und Durchsetzungsvermögen als Kardinaltugenden. Vor allem

aber muss, wer als Zeitgenosse gelten will, unbedingt intelligent sein.“ (Enzensberger, 2007, S. 8).

Wenn Intelligenz diesen Stellenwert einnimmt, wird jedes Ereignis, das einem Mangel an Intelligenz geschuldet sein könnte, zur Bedrohung des personalen Selbst – wie Sozialpsychologen es ausdrücken würden. Dass Psychologen für sich in Anspruch nehmen, die Intelligenz zu messen – ein Begriff, der vor allem physikalischen Größen in Verbindung gebracht wird, macht die Sache nicht weniger bedrohlich. Abwehrreaktionen scheinen die natürliche Konsequenz, von denen nicht nur Enzensbergers Büchlein reiches Zeugnis ablegt.

Die Autoren dieses Artikels – eine pädagogische Psychologin und ein differentieller Psychologe – bemühen sich seit vielen Jahren um eine angemessene Vermittlung des Intelligenzkonzeptes in der Öffentlichkeit. Mit zwei Büchern (Neubauer & Stern, 2007; Stern & Neubauer, 2013) sowie einer grossen Zahl von Zeitungsartikeln, Interviews und Vorträgen versuchen sie, Entscheidungsträger in Bildungs- und Arbeitskontexten vom Nutzen der Intelligenzmessung zu überzeugen, ohne die damit einhergehenden Probleme zu verschleiern. Die Bedenken, auf die die beiden Autoren in diesem Zusammenhang stoßen, sind Thema dieses Artikels. Während manche Vorbehalte als Fehlvorstellungen jenseits der psychologischen Lehrmeinung abgetan werden können, erwecken andere den Anschein von immer noch aktuellen wissenschaftlichen Kontroversen innerhalb unserer Disziplin. Da einer der Autoren (ES) nicht an einem Psychologie-Institut lehrt, sondern Gymnasiallehrer an einer führenden technischen Hochschule ausbildet, kennt sie die Einwände hochkarätiger Naturwissenschaftler gegen Intelligenzmessung aus ihrer täglichen Arbeit. Ursachen für solche Missverständnisse werden diskutiert. Auch wird erörtert, an welchen Punkten die Psychologie ihre Befunde und Theorien besser kommunizieren könnte und sollte. Wir werden uns mit den folgenden drei weit verbreiteten Fehlannahmen über Intelligenz und ihre Messung auseinandersetzen:

1. Das Definitionsproblem: Es gibt viele Intelligenzen, und Psychologen können sich sowieso nicht auf eine einheitliche Definition einigen.
2. Die Abseitigkeitsannahme: Die Leistung in Intelligenztests hat nichts mit Kompetenzen im wahren Leben zu tun.
3. Die Ursachenverwirrung: Wenn Intelligenz ein in den Genen verankertes Merkmal ist, bleiben Umwelteinflüsse unwirksam.

1. Das Definitionsproblem: Es gibt viele Intelligenzen, und Psychologen können sich sowieso nicht auf eine einheitliche Definition einigen

Der Experimentalpsychologe Edwin G. Boring (1886–1968) wurde durch den 1923 – also vor fast 100 Jahren – geäußerten Satz „Intelligenz ist was Intelligenztests messen“ weit über die Psychologie hinaus unsterblich. Für Kritiker wie Enzensberger ist der Satz nichts weiter als ein „Zirkelschluss, der jeden Verfechter solcher Testverfahren verdrießen (muss)“ (S.30). Gern wird das Zitat auch sonst herangezogen, um den vollständigen Mangel an Theorie in der Intelligenzforschung zu dokumentieren. Nicht aus dem Zusammenhang gerissen klingt Boring's Satz allerdings eher als eine Beschreibung der seinerzeitigen Forschungslage: Psychologen war es gelungen, aussagekräftige Tests zur geistigen Leistungsfähigkeit zu entwickeln und im nächsten Schritt – so seine Forderung – sollte es darum gehen, deren genauen Mechanismen zu erforschen: “Intelligence is what the tests test. This is a narrow definition, but it is the only point of departure for a rigorous discussion of the tests. It would be better if the psychologists could have used some other and more technical term, since the ordinary connotation of intelligence is much broader. The damage is done, however, and no harm need result if we but remember that measurable intelligence is simply what the tests of intelligence test, until further scientific observation allows us to extend the definition.” (S. 37).

Wie sieht es nach nahezu 100 weiteren Jahren Intelligenzforschung aus, die zudem in einem Kontext eines sich verändernden Wissenschaftsverständnisses stattfand? In den 1920er Jahren – also zu Zeiten des berühmten Boring Zitates – erlebten die exakten Wissenschaften ihren Höhepunkt. In Mathematik, Physik, Chemie und auch in Teilen der Biologie dominierten Begriffe, welche auf den sehr strengen klassischen Definitionsregeln basierten. Danach erfüllt ein Begriff nur den Anspruch auf Wissenschaftlichkeit, wenn strenge Kriterien wie „genus proximum et differentia specificum“ gegeben sind: Der Bezug zur nächst höheren Begriffsinstanz und das abgrenzende Merkmal müssen genannt werden (z. B. Ein Schimmel ist ein weisses Pferd). Hinzu kommt, dass für das Zutreffen des zu definierenden Begriffs notwendige und hinreichende Voraussetzungen bezüglich der Extension (alle unter den Begriff fallenden Gegenstände oder Ereignisse) und der Intension (alle Merkmale, die den Begriff ausmachen) erfüllt sein müssen. Gibt es einen Gegenstand oder ein Ereignis, das zur Begriffsmenge gehört (Extension), auf das aber ein Merkmal, welches zum

Begriffsinhalt gehört (Intension) nicht zutrifft, ist die Definition nicht im strengen Sinne wissenschaftlich.

Das trifft sicher auf die von Gottfredson (1997) angebotene, vielzitierte Definition von Intelligenz zu: “Intelligence is a very general mental capability that, among other things, involves the ability to reason, plan, solve problems, think abstractly, comprehend complex ideas, learn quickly and learn from experience. It is not merely book learning, a narrow academic skill, or test-taking smarts. Rather, it reflects a broader and deeper capability for comprehending our surroundings – ‘catching on,’ ‘making sense’ of things, or ‘figuring out’ what to do.” (S. 13). Aber auch wenn diese Definition nicht uneindeutig ist und damit nicht den Kriterien der exakten Wissenschaften genügt, ist sie keinesfalls zirkulär. Sie liefert vielmehr eine umfassende Beschreibung von geistigen Anforderungen, die Menschen mehr oder weniger erfolgreich im realen Leben bewältigen können und die sich gleichzeitig in Intelligenzaufgaben abbilden lassen. Deshalb haben führende Intelligenzforscher in einem 2012 verfassten Artikel zum Stand der Forschung sich auf diese Definition geeinigt (Nisbett et al., 2012). Es bleiben aber natürlich Probleme: Lerngeschichte und Intelligenz können im Einzelfall nicht getrennt werden. Hat eine Person eine geistige Anforderung bewältigt, weil sie auf Lernerfahrung zurückgreifen konnte, oder weil sie dank ihrer hohen Intelligenz mit neuen Anforderungen umgehen konnte? Beides ist möglich und kann weder aus der Definition der Intelligenz noch aus der Beobachtung einzelner Ereignisse abgeleitet werden. Dennoch brauchen wir den Begriff der Intelligenz, weil wir ansonsten nicht erklären könnten, warum sich Menschen mit vergleichbarem Erfahrungs- und Lernhintergrund in der Bewältigung geistiger Anforderungen unterscheiden.

Seit Boring vor fast 100 Jahren den häufig aus dem Zusammenhang gerissenen Satz geschrieben hat, hat sich die Intelligenzforschung durchaus in seinem Sinne weiter entwickelt. Dank der auf Korrelationstechniken basierenden statistischen Analysen entstanden belastbare Strukturmodelle der Intelligenz, welche einerseits eine Klassifikation an individuell verfügbaren geistigen Ressourcen abbilden und andererseits eine valide Grundlage zur Beschreibung individueller Unterschiede bieten. Mit dem Standardwerk „Human Cognitive Abilities“ von John Carroll (1993) gelang eine umfassende Zusammenfassung der Resultate zur psychometrischen Intelligenz und eine Integration unterschiedlicher Theorien, wie z. B. Spearman's Generalfaktormodell und Thurstone's Theorie der Primary Mental Abilities. Eine Integration von Carroll's Werk mit der Cattell-Hornschen Taxonomie wurde schließlich von McGrew (2009) vorgestellt und wird heute von den meisten Psychologen in Form des sogenannten Cattell-Horn-Carroll (CHC) Modells als State-of-the-Art Strukturkonzept der Intelligenz gesehen.

Edward Boring hätte vermutlich zugestimmt, dass es der Psychologie in durchaus respektabler Weise gelungen ist, geistige Fähigkeiten zu identifizieren und zu strukturieren. Dass es den Psychologen sehr früh gelungen war, aussagekräftige Tests zu entwickeln, zeigte sich in den letzten Jahrzehnten: Zwischen der Leistung in diesen Tests und Indikatoren kognitiver und kortikaler Informationsverarbeitung gibt es substantielle Zusammenhänge. Tests, welche die Arbeitsgedächtnisfunktionen erfassen, korrelieren signifikant mit dem IQ (Colom, Abad, Quiroga, Shih und Flores-Mendoza, 2008). Ebenso lassen sich aus EEG- und (f)MRI-Studien systematische Zusammenhänge psychometrischer Intelligenz mit funktionellen (neurale Effizienzhypothese; Überblick bei Neubauer & Fink, 2009) und strukturellen Merkmalen des Gehirns (die Parieto-Frontale Integrationstheorie P-FIT; Jung & Haier, 2007) nachweisen (für einen Gesamt-Überblick siehe auch Deary, Penke & Johnson, 2010).

Es ist also an der Zeit, die in der Tat (und mit Absicht) zirkuläre Definition von Boring vor ihrem wissenschaftsgeschichtlichen Hintergrund zu sehen und nicht als ein zeitgemässes Verständnis von Intelligenz. Der Vorwurf, wonach Psychologen selbst nicht wissen, was Intelligenz ist, trägt nicht länger. Dass auch zeitgemässe Definitionen von Intelligenz nicht den strengen Kriterien der exakten Wissenschaften entsprechen, disqualifiziert das Forschungsfeld keineswegs. Seit den 1920er Jahren hat sich das Wissenschaftsfeld radikal geändert und ausgeweitet. Mit dem Wandel von einer Industriegesellschaft in eine Wissens- und Informationsgesellschaft ist eine stärkere Wissenschaftsorientierung in allen Lebensbereichen verbunden. Fragen und Probleme, über die man früher nur spekulieren konnte, werden inzwischen in vielen neu entstandenen Disziplinen empirisch angegangen. Nicht nur Sozial- und Humanwissenschaften, auch Natur- und Ingenieurwissenschaften müssen sich zunehmend komplexeren Fragen aus der realen Welt zuwenden, wie z. B. Umweltproblemen, der Entstehung und Verbreitung von Krankheiten oder der Vorhersage und Erklärung von Klima- und Wetteränderungen. In systemorientierten Naturwissenschaften werden Begriffe wie Biodiversität, Bodenschätze oder Regeneration genutzt, die sich ebenso gut erklären und abgrenzen lassen, wie der Begriff der Intelligenz, die aber nicht den weiter vorn erörterten strengen Kriterien der exakten Naturwissenschaften entsprechen.

Vor dem Hintergrund dieser Entwicklung in der Wissenschaftslandschaft muss sich die Intelligenzforschung nicht vor anderen Disziplinen verstecken – und schon gar nicht innerhalb der Psychologie. Die mehr als hundertjährige Geschichte der Psychologie als wissenschaftliche Disziplin war wohl eher durch Sprunghaftigkeit als durch Kontinuität gekennzeichnet, wenn es um die Ver-

folgung von Fragestellungen und die Verfeinerung von Konzepten ging. Intelligenz ist hier eine Ausnahme: Universelle Grundlagen und interindividuelle Unterschiede in der geistigen Flexibilität und der Lernfähigkeit waren von Anfang an Themen der wissenschaftlichen Psychologie. Mit den ersten Intelligenztests wurde eine Forschungstradition von praktischer Relevanz und theoretischer Tiefe begründet. Die Intelligenzforschung hat die Entwicklung statistischer Methoden angeregt und die kognitive Lernpsychologie geprägt. Die von Boring angeordnete Mission, die kognitiven Ressourcen der Intelligenztestleistung näher zu erforschen, kann zwar nicht als erfüllt, aber doch auf sehr gutem Wege gesehen werden. Der Satz „Intelligenz ist, was Intelligenztests messen“, ist längst Geschichte. Wenn er heute noch angeführt wird, geht es fast immer darum, eine sehr erfolgreiche Forschungstradition zu diskreditieren. Psychologen sollten dem mit größerem Selbstbewusstsein entgegentreten.

Leider geschieht häufig das Gegenteil: Statt sich auf die kognitiven Grundlagen von intelligentem Verhalten und dessen interindividueller Variation zu konzentrieren, wird der Intelligenzbegriff bis zur Unkenntlichkeit diversifiziert. Enzensberger hat ein leichtes Spiel, wenn er schreibt:

„Unser moderner Begriffscontainer hat somit den Vorteil, dass der überaus geräumig ist und eine grosse Artenvielfalt beherbergt. Sollte jemand immer noch ernsthaft glauben, Intelligenz sei gleich Intelligenz, so irrt sich der. Die Experten haben keine Mühe gescheut, um in das Durcheinander, das in unseren Köpfen herrscht, ein wenig Ordnung zu bringen. Sie unterscheiden penibel, wie es ihre Art ist, zwischen biologischer und psychometrischer, motorischer und rationaler, analytischer und kreativer, sprachlicher und visueller, räumlicher und logisch-mathematischer, kinästhetischer und musikalischer, pragmatischer und mechanischer, interpersonaler und intrapersonaler, kristalliner und flüssiger, funktionaler und manipulativer Intelligenz und das sind keineswegs alle Sorten, die es unter eine Haube zu bringen gilt. Den Vogel hat bei dieser Übung ein amerikanischer Psychologe – besser gesagt: Psychometer – namens P. Guilford abgeschossen, der es in seinem Werk ‚The Nature of Human Intelligence‘ auf sage und schreibe einhundertundzwanzig Spielarten gebracht hat. Doch auch seine Liste ist keineswegs vollständig. Es werden nämlich fortwährend neue Arten entdeckt. Als besonders wertvoll haben sich in den letzten Jahrzehnten die soziale und die emotionale Intelligenz erwiesen, während die Führungs- und die Erfolgsintelligenz bisher wenig akademisches Ansehen geniessen und eher in den Management-Ratgebern florieren.“ (S. 10)

Wie in allen Wissenschaften üblich, wurden auch in der Intelligenzforschung Modelle und Theorien entwickelt, die anfangs vielversprechend klangen, aber im Nachhin-

ein als eher fruchtlos betrachtet werden müssen. Dazu gehört das viel zitierte „Structure of Intellect (SOI)“-Modell von Guilford (1967). Guilford hat allerdings mit dem Faktor des ‚divergenten Denkens‘ einen der wichtigsten Beiträge zur Kreativitätsforschung gelegt. Carroll (1993) kommt in seinem Standardwerk zu folgendem Schluss: „Guilford’s SOI model must, therefore, be marked down as a somewhat eccentric aberration in the history of intelligence models; that so much attention has been paid to it is disturbing, to the extent that textbooks and other treatments of it have given the impression that the model is valid and widely accepted, when clearly it is not.” (S. 60).

Ungeachtet dessen kommt das Modell noch immer in Lehrbüchern für die Psychologie und solchen für die breitere Öffentlichkeit vor. Auch die beiden Autoren dieses Artikels müssen sich diesen Vorwurf gefallen lassen. In ihrem 2007 erschienen Buch „Lernen macht intelligent“ wurde der berühmte Würfel noch abgebildet und eher versteckt mit dem Hinweis versehen, dass sich das Modell nicht bewährt habe. In Anbetracht der öffentlichen Rezeption des Konstrukts der Intelligenz wäre es aus heutiger Sicht besser gewesen, es gar nicht zu erwähnen. Für ein zeitgemäßes Verständnis etablierter wissenschaftlicher Konzepte ist es weder sinnvoll noch nötig auf alle Irrwege einzugehen. Geschieht dies doch, besteht immer auch die Gefahr einer Relativierung etablierter Einsichten.

Während man Guilford noch redliches Bemühen um die Klärung des Intelligenzbegriffes unterstellen kann, lässt sich dies von späteren Vertretern von „Multiplen Intelligenztheorien“ nicht sagen. An dieser Stelle soll weder Gardners Theorie der Multiplen Intelligenzen noch Golemans Emotionale Intelligenz vertieft werden. Kritik wurde – wie eingangs bereits dargestellt – ausgiebig geübt (Stern & Grabner, 2013). Als moralisch zweifelhaft kann man den Begründern dieser Theorien zumindest ankreiden, dass sie den Eindruck erwecken möchten, Personenmerkmale wie emotionale oder soziale Kompetenzen, die sehr viel populärer sind als die kognitive Intelligenz, auf gleichem psychometrischem Niveau erfassen zu können. Wissenschaftlich arbeitende Psychologen wissen, dass dies nicht der Fall ist. Auch wenn die Reliabilität von Intelligenztests niemals den Höchstwert erreichen wird und deshalb das Konfidenzintervall und nicht der Punktwert interpretiert werden darf, so lässt sich Intelligenz doch genauer erfassen als jede andere psychologische Eigenschaft.

Fassen wir es wie folgt zusammen: Das hier erörterte Definitionsproblem ist kein genuin wissenschaftliches Problem der Psychologie, sondern teils ein Problem der Selbstdarstellung, teils der unzureichenden Kenntnis(nahme) des modernen Stands der empirisch-psychologischen

Intelligenzforschung. Diese hat in den vergangenen 20–30 Jahren beeindruckend dargelegt, wie einerseits Intelligenz hinsichtlich ihrer elementar-kognitiven und neurobiologischen Grundlagen erklärt werden kann (vgl. Stern & Neubauer, 2013) und andererseits, welche erstaunlich hohen Validitäten Intelligenztests liefern, die auch nicht alternativ (z. B. durch Unterschiede im sozio-ökonomischen Status) erklärt werden können (siehe Abschnitt 2). Intelligenzunterschiede lassen sich tatsächlich nachweisen, auf nicht-zirkuläre Weise beschreiben und Dank der Beiträge von Populationsgenetik und Neurowissenschaft auch immer besser erklären. Der Ursprung und die Quelle dieses Erfolgs waren reliable und valide Intelligenztests. Warum diese in der Öffentlichkeit oft so gnadenloser Kritik ausgesetzt sind, soll der nächste Abschnitt klären.

2. Die Abseitigkeitsannahme: Die Leistung in Intelligenztests hat nichts mit Kompetenzen im wahren Leben zu tun

Lassen wir wieder Hans-Magnus Enzensberger über längere Strecken zu Wort kommen, der sich vor allem Eysencks Bücher zur Intelligenz zu Gemüte geführt hat. Was er dabei über Intelligenztests erfahren hat, fasst er wie folgt zusammen:

„Bei einem ersten Blick auf die acht Tests fallen vor allem die Illustrationen ins Auge. Neben einer Menge von geometrischen Figuren, allerhand Kreisen, Pfeilen, Drei- und Vierecken, Sternchen und Spiralen, wimmelt das Buch von Strichmännchen aller Art. Menschen kommen, gleichgültig in welchem Zusammenhang, nur in dieser Form vor. Sie wirken so, als hatte eine Kindergärtnerin versucht, einen infantilen Fünfjährigen nachzuahmen – ein vergebliches Bemühen, da selbst ein behindertes Kind weit mehr Phantasie und Unterscheidungsvermögen aufbringt als der anonyme Graphiker, der sich dabei wohl an die Anweisungen des Autors halten musste – falls es nicht der Professor selber war, der diese Bilder entworfen hat. ... Sonderbar wirkt überdies der anachronistische Zug der Bildchen; sie zeigen nämlich Modelle, die nur noch in Museen anzutreffen sind- womöglich eine Reminiszenz an die Jahre nach dem Ersten Weltkrieg, als der junge Forscher noch mit seinem Blechauto spielte. Alltagsgegenstände wie Löffel, Schuhe oder Zahnbürsten fehlen völlig.

Die Tests setzen ein gerüttelt Maß an typischen Schulkenntnissen voraus. Wer nicht weiß, was eine Primzahl ist, und wer ein Palimpsest nicht von einem Palindrom

unterscheiden kann, hat keine Chance. Um nicht durchzufallen, sollte der Proband die Namen sämtlicher Planeten kennen und firm im Aufzählen von Hauptstädten sein. Auch Automarken gehören zum Minimum an Bildung, das zum Bestehen der Prüfung erforderlich ist, ebenso wie eine lange Liste von berühmten Dichtern, Komponisten, Malern, Filmstars und Generälen. Was das alles mit Intelligenz zu tun hat, gehört wohl zu jenen Geheimnissen des Verfassers, die sein Werk nicht preisgibt.

Ansonsten werden durchgehend Leistungen abgefragt, wie sie in den Rätselecken vieler Wochenzeitungen trainiert werden. In diesen beliebten Rubriken geht es allerdings nicht um den IQ, sondern um ein harmloses Vergnügen, das als Denksport oder Knebelei firmiert.

Gemeinsam ist allen Rätselfragen, die der Test stellt, dass sie in der Regel nur eine einzige richtige Antwort zulassen. Das ist im Grunde ziemlich seltsam; denn in der wirklichen Welt sind solche Situationen die Ausnahme. Ganz gleich, um was es bei unseren Entscheidungen geht – um eine Bewerbung, einen Wahlkampf, eine Scheidung, einen Mietvertrag –, stets haben wir es mit zahlreichen Variablen zu tun, die noch dazu wechselseitig voneinander abhängen. Sie sind mit einem Wort komplex.“ (S. 21).

Mindestens drei häufig geäußerte Einwände kommen hier zum Ausdruck:

- a) Viele Intelligenztestaufgaben basieren auf artifiziellem Material und stellen weltfremde Anforderungen.
- b) Andererseits gibt es Intelligenztestaufgaben, welche Wissen voraussetzen, das den Besuch institutioneller Lerngelegenheiten voraussetzt. Was hat das mit Effizienz der Informationsverarbeitung zu tun, fragt man sich.
- c) Eingeschränkter Geltungsbereich: Komplexes Problemlösen und das Fällen möglichst rationaler Entscheidungen erfordert andere Fähigkeiten als die in Intelligenztests erfassten Leistungen.

In allen drei Einwänden kommen Zweifel an der Validität von Intelligenztests zum Ausdruck. Hier hat die Psychologie einiges entgegengesetzt.

Die ersten Intelligenztests entstanden aus pragmatischen Gründen. Die Umsetzung der allgemeinen Schulpflicht warf neue Fragen und Probleme auf: Nicht alle Kindern nutzen die ihnen angebotenen schulischen Lerngelegenheiten in gleichem Maße. Kinder, denen das nur sehr schlecht gelang, erregten zunächst die Aufmerksamkeit von Alfred Binet: Er entwickelte einen Test, mit dessen Hilfe Kinder mit Förderbedarf identifiziert werden sollten. Nicht viel später wandte man sich dem oberen Ende der Verteilung zu: In Grossbritannien wurden unter der Leitung von Cyril Burt Tests zum schlussfolgernenden Denken entwickelt, auf deren Basis der Zugang zur so genannten Grammar School (die den Gymnasien ent-

sprachen) geregelt wurde. Mit der Abschaffung des mehrgliedrigen Schulsystems in Grossbritannien in den 1970er Jahren entfiel der Testzweck. In der Zwischenzeit entwickelte sich Kritik an der Intelligenzmessung, die in Folge der 1968er Jahre einen Höhepunkt erreicht, wie generell in den 70er Jahren persönlichkeitspsychologische Ansätze eher diskreditiert wurden. Erst die 1980er und Folgejahrzehnte führten zu einer Renaissance der Persönlichkeits- und damit auch der Intelligenzforschung; in die späten 1970er Jahre fällt auch die Gründung des weltweit wichtigsten einschlägigen Forschungs-Journals ‚Intelligence‘.

Im Rahmen dieser Renaissance wurde das individuelle Merkmal Intelligenz in hunderten Studien näher erkundet. Dazu gehörten zum einen Versuche, die Grundlagen und Ursachen der Intelligenzunterschiede zu ergründen, zum anderen die ‚real world‘-Implikationen zu analysieren (für einen aktuellen Überblick siehe Stern & Neubauer, 2013). Was den letzteren Aspekt betrifft, hat sich durch die Veröffentlichung einer Reihe von Meta-Analysen in den vergangenen 15 Jahren die Befundlage zu einem äußerst homogenen Bild verdichtet: Es kann nun auf Basis hunderter Studien an Stichproben, die in sechsstellige Bereiche gehen, eindeutig geschlossen werden, dass Intelligenz von großer Bedeutung ist für Erfolge in Schule, Ausbildung und Beruf und damit ein sehr valider Maßstab für die Leistungsfähigkeit des Einzelnen (u. a. Süss, 2001; Kuncel, Hezlett, & Ones, 2004; Kuncel & Hezlett, 2007; Kramer, J., 2009; Salgado & Anderson, 2003; Schmidt & Hunter, 2004). Intelligenz ist aber auch eine wichtige Voraussetzung für ein gesundes und glückliches Leben (Deary, 2009; Gottfredson, 1997). Natürlich kommt es vor, dass weniger intelligente Schüler bessere Schulleistungen erbringen als intelligentere. Das zeigt aber vor allem, dass es der Schule nicht gelungen ist, die vorhandenen Intelligenzressourcen zu nutzen. Intelligenz ist natürlich nicht der einzige Erfolgsfaktor und auch kein Erfolgsgarant für jedes Individuum, aber von allen psychometrisch erfassbaren Eigenschaften ist sie statistisch gesehen eindeutig der bedeutendste (vgl. hierzu die bei Stern & Neubauer, 2013, Kap. 6 und 7 angeführte Evidenz).

Es gibt einige andere Faktoren, die Einfluss auf den schulischen und beruflichen Erfolg haben, etwa Fleiß, Motivation, Ausdauer und Disziplin, das Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit sowie Sozialkompetenz. Ihr Einfluss kommt aber erst in Stichproben zu Geltung, die bezüglich Intelligenz eher homogen sind, wie bereits eingangs erwähnt.

Betrachtet man beruflichen Erfolg als Kriterium, so zeigt die vielzitierte Meta-Analyse von Schmidt und Hunter (1998) eine mittlere Validität von 0,5 für Intelligenztests (die Autoren verwenden allerdings den in den

USA gebräuchlicheren Begriff der General Mental Ability (GMA). Hingegen korrelierten Interessenstests im Mittel nur zu $r = 0,1$ mit dem Berufserfolg. Und die Vorhersage des Berufserfolgs lässt sich – wenn man die Begabung bereits erfasst hat – durch die zusätzliche Erhebung von Interessen nicht bedeutsam verbessern. Lediglich drei zusätzliche diagnostische Informationsquellen können nach diesen Autoren inkrementell valide sein: 1. Integrität (Wie zuverlässig ist ein [zukünftiger] Mitarbeiter?); 2. strukturierte (!) Job-Interviews, in der eine standardisierte Folge von Fragen gestellt wird, nicht aber unstrukturierte Interviews; 3. Arbeitsproben, die allerdings naturgemäß nur Verwendung finden können, wenn es bereits Vorwissen oder bereits erworbene Fertigkeiten gibt (z. B. Computerkenntnisse oder handwerkliche Fertigkeiten).

Andere Metaanalysen haben zudem eine Reihe von immer wieder vorgebrachten Einwänden entkräften können. Dazu gehört, Intelligenz spiele vor allem bei Personen mit geringer Berufserfahrung eine Rolle; je länger jemand im Job sei, desto wichtiger sei die Berufserfahrung für den Erfolg, die Intelligenz hingegen werde zunehmend unwichtiger. Wie eine im Jahr 2004 veröffentlichte Meta-Re-Analyse bestehender Daten von den bereits o. a. Schmidt und Hunter jedoch zeigte, ist dies nicht zutreffend – vielmehr gibt es einen gegenläufigen Trend: Während bei Personen mit unter dreijähriger Berufserfahrung Intelligenztestergebnisse mit fremdeingeschätzter beruflicher Leistung (Performance Ratings) als Kriterium nur zu $r = 0,35$ korrelierten, stieg dieser Zusammenhang mit der Länge der Tätigkeit kontinuierlich an und zeigte schließlich für die Personengruppe mit zwölf oder mehr Jahren Berufserfahrung sogar einen Zusammenhang von fast $r = 0,60$! Im Gegensatz dazu nimmt der Zusammenhang zwischen der Dauer der Berufstätigkeit und der beruflichen Leistung als Kriterium praktisch im gleichen Ausmaß ab: Von $r = 0,49$ bei bis zu drei Jahren Jobberfahrung auf nur mehr $r = 0,15$ bei zwölf und mehr Jahren. Entgegen der landläufigen Erwartung wird mit zunehmender Berufserfahrung die Intelligenz also wichtiger für berufliche Leistungen, während der Einfluss der beruflichen Erfahrung abnimmt (vgl. auch Hambrick & Meinz, 2011).

Wie schon bei der Vorhersage der Schulleistung hat man sich auch hier die Frage gestellt, ob nicht der sozioökonomische Status (SES) letztlich die vorhersagekräftigere Variable für den Berufserfolg sei. Der estnische Forscher Tarmo Strenze (2007) hat sich ihr in einer bemerkenswerten Meta-Analyse gewidmet und gefunden, dass wiederum die Variable Intelligenz für die Vorhersage von drei Kriterien des Berufserfolgs (höchste Ausbildung, Berufsstatus, Einkommen) in der Mehrzahl der Fälle den höheren Zusammenhang liefert als der SES (lediglich bei der Vorhersage des Einkommens war für die letztere Va-

riable ein kleiner Vorteil zu beobachten). Aus dieser Meta-Analyse ging allerdings auch hervor, dass Intelligenz zwar den erreichten Bildungsabschluss und den beruflichen Status sehr gut vorhersagen kann (mit substantiellen Korrelationen von $r = 0,56$ und $r = 0,45$), aber der Zusammenhang mit dem erzielten Einkommen war mit $r = 0,23$ deutlich niedriger. Dafür, wie viel jemand verdient, bzw. für den Wohlstand einer Person scheinen auch andere Faktoren ausschlaggebend zu sein. Welche das sind, wird in der genannten Studie allerdings nicht analysiert.

Lange Zeit dachte man in der Begabungsforschung, der IQ spiele nur als Mindestanforderung eine Rolle; ab einem bestimmten Schwellenwert (häufig wurde hier für komplexere Berufe der Wert 120 genannt) sei ein weiteres Mehr an Intelligenz nicht hilfreich. Das lässt sich nicht mehr aufrechterhalten. Studien von Kuncel und Hezlett (2010) an Tausenden von amerikanischen College-Studenten und an Zigtausenden berufstätigen Personen zeigen, dass auch bei einem IQ von über 120 noch bedeutende Zusammenhänge zwischen der Intelligenz und schulischen Leistungen einerseits und beruflichem Erfolg andererseits bestehen (dazu auch Kramer, 2009). Noch beeindruckender ist der Befund aus der Langzeitstudie von David Lubinski und Camilla Benbow von der Vanderbilt University, in der gezeigt werden konnte, dass selbst unter den Höchstintelligenten (oberes 1% entsprechend einem IQ über 135) das untere Viertel etwas weniger erfolgreich war als das obere Viertel: Die Personen mit IQs von 135 hatten 20 Jahre später im Mittel weniger Publikationen veröffentlicht und weniger Patente angemeldet als diejenigen mit IQs von 145 und höher (z. B. Lubinski & Benbow, 2006). Auch bestimmte Profile in Intelligenztests, wie z. B. herausragende räumlich-visuelle Fähigkeiten sind sehr valide Indikatoren für mathematisch-naturwissenschaftliche Höchstleistungen (Wai, Lubinski & Benbow, 2009; Holden, Newcombe & Shipley, 2013). Angesichts dieser Befunde sollten Psychologen klar kommunizieren, dass Menschen mit eher niedriger Intelligenz, die es aufgrund ihrer sozialen Herkunft hohe Positionen geschafft haben, ihren Aufgaben nicht wirklich gerecht werden können.

Ein hartnäckiges Vorurteil ist, dass Menschen, die gut in Intelligenztests abschneiden, mehr soziale oder psychische Probleme haben als andere und zudem nicht selten egoistisch und bösaartig sind. Als Psychologen wissen wir, dass dies wissenschaftlich nicht haltbar ist. Sehr intelligente Menschen finden – von wenigen Ausnahmen abgesehen – deutlich besser ihren Weg durchs Leben als andere. Diese bereits von Lewis Terman in seiner Hochbegabtenstudie gewonnen Erkenntnis wurde später öfters bestätigt – wie beispielsweise von Rost (2009). Auch jenseits der Hochbegabung bringt ein Mehr an Intelli-

genz mit einiger Wahrscheinlichkeit ein Mehr an Gesundheit und Lebensqualität, wie die von Ian Deary geleitete schottische Längsschnittstudie zeigt (Deary et al., 2004; vgl. auch das Special Issue von ‚Intelligence‘ zur kognitiven Epidemiologie; Deary, 2009).

Kommen wir zurück zu den drei am Anfang dieses Abschnittes genannten populären Zweifeln an der Validität von Intelligenztests und ihren Aufgaben, weil diese entweder (a) artifiziell, (b) bildungsabhängig und (c) eingeschränkt in ihrem Geltungsbereich seien.

(a) Artifiziell ist das Material in nicht sprachlichen Intelligenztests zum schlussfolgernden Denken (z.B. Raven-Test) oder den Tests zur Messung räumlich-visueller Kompetenzen in der Tat. Obwohl Testaufgaben in Mathematik und in den Naturwissenschaften nicht das Rotieren von Zylindern oder die mentale Umwandlung von Flächen in dreidimensionale Gebilde verlangen, entsprechen die Anforderungen in Intelligenztestaufgaben den Anforderungen in anspruchsvollen Inhaltsgebieten, aber auch nicht nur diesen. So wird das figurale Material, das in Matrizentests zum Einsatz kommt, ja nur als ‚Vehikel‘ verwendet, um eben die Fähigkeit zum schlussfolgernden Denken (Reasoning) zu erfassen; man muss in diesen Aufgaben die zeilen- und spaltenweisen Gesetzmäßigkeiten deduktiv erschließen. Dass dabei eher simples figurales Material verwendet wird, ist durchaus beabsichtigt, will man die ‚reasoning‘-Fähigkeit doch weitestgehend unabhängig von der Erfahrung im Umgang mit sprachlichem und numerischem Material erfassen. Das Lösen derartiger, komplexer Probleme und das Verstehen abstrakter Zusammenhänge erfordert zudem eine Reihe elementar-kognitiver Prozesse, die auch beim Problemlösen im Alltagsleben wichtig sind. Dazu gehören die Konzentration auf eine einzige Dimension und die damit einhergehende Hemmung der übrigen Information (Inhibition) sowie die Fähigkeit, Ziele zu wechseln (Shifting bzw. Switching). Hinzu kommt das kurzzeitige Speichern von Zwischenlösungen und parallel dazu die Durchführung weiterer kognitiver Prozesse (Updating), also mentale Aktivitäten, die aktuell als Exekutivfunktionen beschrieben werden (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki, Howerter und Wager, 2000). Noch ist allerdings nicht endgültig geklärt, ob tatsächlich alle drei Exekutivfunktionen mit Intelligenz zusammenhängen (vgl. Friedman, Miyake, Corley, Young, DeFries und Hewitt, 2006). Die in anderen figuralen Tests verlangten Prozesse der räumlichen Vorstellung und des mentalen Rotierens sind zudem durchaus in gewissen akademischen naturwissenschaftlichen und medizinischen Disziplinen (z.B. Maschinenbau und Koloskopie) relevant, aber nicht nur: Auch Kfz-Mechaniker, Tischler und andere werden sich in ihrer Berufsausübung schwertun, wenn sie unterdurchschnittliche mentale Rotationsfähigkeit aufweisen.

(b) Was die Bildungsabhängigkeit von Intelligenzaufgaben angeht, wie sie beispielsweise in den Untertests „Allgemeines Wissen“ und „Allgemeines Verständnis“ des Wechsler-Tests zum Ausdruck kommt, ist die Verblüffung Aussenstehender erst einmal nachvollziehbar. Hängt es nicht auch von Zufällen in früheren Lernangeboten und Bildungsentscheidungen ab, ob man beispielsweise den Unterschied zwischen Venen und Arterien kennt? In der Tat haben Menschen aus medizinischen Berufen hier einen Vorteil, und wenn ein grosser Teil der Fragen in diese Richtung ginge, könnte man nicht mehr von Intelligenzmessung sprechen. Aufgaben und Fragen in kristallinen Intelligenztests sind jedoch so ausgewählt, dass sie eine breite Palette von Wissen abdecken, welches in allgemein zugänglichen Lerngelegenheiten erworben werden kann. Ob diese Lerngelegenheiten beiläufig genutzt werden, hängt von der Intelligenz ab. Dass Skalen wie „Allgemeines Wissen“ und „Allgemeines Verständnis“ in den Wechsler Tests nur in einem fest definierten Kulturkreis valide Indikatoren der Intelligenz sein können, müssen Psychologen natürlich in der Öffentlichkeit kommunizieren.

Wie stark der Einfluss der Intelligenz auf den Erwerb von Wissen ist, zeigt sich in den Arbeiten von Philipp Ackermann, der den „Intelligence-as-Knowledge“ Ansatz formuliert hat. In Akademikerstichproben (gekennzeichnet durch eingeschränkte Varianz in der Intelligenz) wurde das Wissen in 20 verschiedenen Bereichen (Literatur, Biologie, Ökonomie, Physik, Chemie, Elektronik, Jura, Geschichte, ...) auf der Basis von Intelligenz, den big five Persönlichkeitsmerkmalen und Interessen vorhergesagt (Ackerman und Rolfhus, 1999; Rolfhus und Ackerman, 1999). Die Ergebnisse sind eindeutig: Für das Wissen in allen Gebieten war Intelligenz der mit Abstand beste Prädiktor (meist Faktor g, in wenigen Ausnahmen der verbale Faktor). Persönlichkeitsmerkmale wie Gewissenhaftigkeit, Offenheit und Extraversion (negative Koeffizienten), sowie Interessen konnten in einigen Gebieten zusätzliche Varianz aufklären, allerdings immer in geringerer Masse als Intelligenz. Die Resultate sind ein schöner Beleg dafür, dass Intelligenzunterschiede sich in einer Wissens- und Informationsgesellschaft in der Breite und Tiefe der Allgemeinbildung niederschlagen – also in der Nutzung von allgemein zugänglichen Lerngelegenheiten. In der Münchener Längsschnittstudie LOGIK zeichnete sich bereits im Grundschulalter eine sehr hohe Validität der Untertests „Allgemeines Wissen“ und „Allgemeines Verständnis“ des Wechsler Tests für Kinder ab (Schneider et al., 1999).

(c) Die Kritik am eingeschränkten Geltungsbereich von Intelligenztests ist auch unter wissenschaftlich arbeitenden Psychologen verbreitet und betrifft vor allem die Fokussierung auf das konvergente Denken. Kognitionsfor-

scher wie Keith Stanovich bringen es wie folgt auf den Punkt: „IQ tests measure only a small set of the thinking abilities that people need“ (Stanovich, 2009, P. 3). Auf diesen Satz verweist auch Diane Halpern (2014) in ihrem Buch zum Thema „Critical Thinking“ an prominenter Stelle. Die beiden wie auch andere Autoren (z. B. Raab & Gigerenzer, 2005) verweisen auf die Tatsache, dass auch Menschen mit hohem IQ häufig irrational handeln, Denkfehler machen und Fehlschlüsse ziehen (z. B. indem sie bei Wahrscheinlichkeitsschätzungen die Basisraten unberücksichtigt lassen). Stanovich (2009) betont, dass rationales Denken keine evolutionär verankerte Kompetenz sei und dass es deshalb allen Menschen Schwierigkeiten bereite. Das Argument klingt zwar plausibel, aber das Konzept der Intelligenz wird damit in keiner Weise in Frage gestellt. Zwar konnten Stanovich und West (1998) nur geringe Zusammenhänge zwischen Intelligenztests und dem Lösen von Aufgaben aus der Literatur zu kognitiven Heuristiken und Verzerrungen (Kahneman, 2011) nachweisen. Aus mindestens zwei Gründen kann aus der Studie aber nicht geschlossen werden, dass IQ und rationales Vorgehen beim Lösen komplexer Probleme zwei völlig unabhängige Größen sind: Einerseits handelte es sich bezüglich der Intelligenz um eine eher homogene Stichprobe (Psychologiestudierende im Anfangssemester), und andererseits hatten viele Teilnehmer aufgrund ihres geringen Alters (18 Jahre) nur wenig Gelegenheit, sich auf systematische Weise mit komplexen Problemen auseinander zu setzen. Logische Argumentation, Mathematik oder der Umgang mit abstrakten, wissenschaftlichen Konzepten sind auch den intelligentesten Menschen nicht in das Gehirn gepflanzt, sondern sie müssen sie – zeitaufwändig und mühsam – lernen. Aber verglichen mit weniger intelligenten Personen bereitet ihnen das Lernen nicht so viel Mühe und es geht schneller.

Gerade diese beiden letztgenannten Aspekte sind es, die Stanovich's Argument, wonach Intelligenz nicht evolutionär begründbar sei, möglicherweise entkräften können. Neuere evolutionärpsychologische Erklärungen der Intelligenz sehen diese als Ausdruck einer allgemeinen neurokognitiven Fitness, die für den Menschen immer schon relevant war (vgl. Penke, Denissen und Miller, 2007), z. B. in Form einer schnellen Informationsverarbeitung, die mutmaßlich schon in Jäger-Sammler-Kulturen einen Überlebensvorteil sicherte (und neurophysiologisch in Form der Myelinisierung im Gehirn nachweislich mit Intelligenz korreliert, z. B. Penke, Muñoz Maniega, Valdés Hernández, Murray, Royle, Starr, Wadlaw und Deary, 2012). Intelligenz wäre demnach zumindest für die Spezies Mensch immer schon relevant gewesen, nur hat sie vor 100.000 Jahren (Überlebens-)Vorteile bei größtenteils ganz anderen Tätigkeiten gesichert, als dies heute der Fall ist.

Dass hohe Intelligenz aber kein Selbstläufer ist, sondern in modernen Gesellschaften nur Vorteile bringt, wenn sie in Wissen umgesetzt wurde, welches zur Bewältigung einer Anforderung benötigt wird, ist allgemein akzeptiert und kommt in der Investment-Theorie der Intelligenz zum Ausdruck (Cattell, 1963). Dass hohe Intelligenz Lernerfolg wahrscheinlicher macht, ihn aber keinesfalls garantiert, zeigt die Forschung zum Underachievement und teilweise auch zur Hochbegabung (Siegle, 2013). Vergleichsweise wenig Forschung gibt es noch zur Frage, wie Lerngelegenheiten beschaffen sein müssen, damit intelligente Personen ihr Potenzial ausschöpfen können. Auch wenn Intelligenz ein stabiles Personenmerkmal ist, hat die Umwelt einen Einfluss auf ihre Entwicklung und Nutzung. Hier sind längst nicht alle Missverständnisse ausgeräumt, wie im nächsten Abschnitt diskutiert wird.

3. Die Ursachenverwirrung: Wenn Intelligenz ein in den Genen verankertes Merkmal ist, bleiben Umwelteinflüsse unwirksam

Neben der diskutierten rigorosen Ablehnung der Intelligenzmessung gibt es auch das Gegenteil: Es wird davon ausgegangen, dass der gemessene IQ in jedem Falle ein Abbild der genetisch determinierten geistigen Kompetenz ist. Gepaart mit der Annahme, dass weniger intelligente Menschen mehr Nachkommen haben, löst dies schon seit langer Zeit die Angst vor einer „kollektiven Verdummung“ aus – wie beispielsweise bei dem britischen Psychologen Cyril Burt in den 1930er Jahren (dazu: Mackintosh, 1995). Damals beschränkte sich das Wissen über Vererbung weitgehend auf die Mendelschen Regeln – was die Unterscheidung von mono- und polygenetischer Vererbung noch nicht implizierte. Zudem war man bezüglich der Messgenauigkeit der Gültigkeit von Intelligenztests in den 1930er Jahren optimistischer als aus heutiger Sicht gerechtfertigt ist. In der Zwischenzeit hat sich das Konzept des Messfehlers etabliert und Intelligenz wird nicht mehr als Punktwert, sondern als Konfidenzintervall interpretiert. Auch ist unbestritten, dass bei der Beurteilung der Intelligenztestleistung die Lern- und Erfahrungsgeschichte von Menschen einbezogen werden muss.

In das sehr populär gewordene Buch „The Bell Curve – Intelligenz and Class Structure in American Life“ des Psychologen Richard Herrnstein und des Soziologen Charles Murray, beide Professoren an der Harvard-Uni-

versität (Herrnstein & Murray, 1994) – sind solche Erkenntnisse jedoch – wenn überhaupt – nur sehr rudimentär eingeflossen. Die Autoren wollten zeigen, dass Menschen mit dunkler Hautfarbe in den USA nicht aufgrund ihrer ungünstigen Lebensumstände wirtschaftlich schlechter gestellt seien, sondern dass sie aufgrund ihrer schlechteren geistigen Veranlagung (IQ) in ungünstigen Verhältnissen lebten. Mit anderen Worten: Sie brächten tatsächlich schlechtere genetische Voraussetzungen für eine Ausbildung mit, die zu einem höheren Einkommen führen kann. Evidenz für ihre Annahme fanden die Autoren mit folgendem Vorgehen: Aus größeren Datensätzen wurden für alle Menschen, die in einen bestimmten IQ-Bereich fallen – z. B. 98 bis 102 – die Einkommen berechnet und zwar getrennt nach ethnischer Herkunft. Die Autoren konnten für die verschiedenen Abschnitte der IQ-Skala zeigen, dass Menschen mit dunkler Hautfarbe in diesem Abschnitt mehr verdienten als Menschen mit heller Hautfarbe. Konkret: Diejenigen dunkelhäutigen Menschen, die beispielsweise einen IQ von 100, 115 oder 120 erreicht hatten, verdienten mehr als die hellhäutigen Menschen mit gleichem IQ. Dass das Durchschnittseinkommen der Afro-Amerikaner dennoch niedriger war als das der Amerikaner mit europäischen Wurzeln, lag nach Herrnstein und Murray schlicht daran, dass im oberen IQ-Bereich nur noch sehr wenige Afro-Amerikaner vertreten waren. Mit anderen Worten, es gibt prozentual weniger dunkel- als hellhäutige Amerikaner mit einem überdurchschnittlichen IQ, und je höher dieser wird, umso stärker wird das Ungleichgewicht. Aus den analysierten Daten leiteten die Autoren ab, dass Menschen mit dunkler Hautfarbe in den USA bei gleichen kognitiven Voraussetzungen bereits beim Gehalt bevorzugt würden. Damit seien weitere Maßnahmen zur Unterstützung dunkelhäutiger Amerikaner nicht zu rechtfertigen, sondern führten zu einer Diskriminierung von Amerikanern europäischer Abstammung.

Zunächst einmal klingt das nach einer seriösen wissenschaftlichen Analyse. Die Sache hat allerdings einen Haken, und der betrifft das Verständnis von Intelligenz und IQ. Hier haben die Autoren – obwohl einer von ihnen einen Abschluss in Psychologie hatte – ein verkürztes beziehungsweise veraltetes Verständnis, das sich im Wesentlichen auf die Vorstellung stützt, wonach sich die genetischen Voraussetzungen direkt in die Intelligenzleistung umsetzen. Dass Gene die optimale Ausbildung eines Merkmals nur unter bestimmten Umweltbedingungen steuern können, wird ignoriert. Damit bleibt unberücksichtigt, dass Menschen unterschiedlicher ethnischer Herkunft nicht die gleichen Chancen haben, ihre Intelligenz zu entwickeln. Menschen mit dunkler Hautfarbe haben in den USA nachweislich ungünstigere familiäre und schulische Entwicklungsbedingungen als

Weisse. Wenn bei letzteren ein IQ von 110 gemessen wird, gibt das mit grösserer Wahrscheinlichkeit sein ausgeschöpftes intellektuelles Potenzial wieder als bei einem dunkelhäutigen Menschen mit gleichem Intelligenztestwert.

Seit dem Erscheinen von „The Bell Curve“ hat sich das Verständnis von Erbe und Umwelt gewandelt. Es gilt: Nicht „Nature versus nurture“ sondern „Nature via nurture“ (Ridley, 2003). Der Autor des mehr als 15 Jahre später erschienenen Buchs „Deutschland schafft sich ab“ (Sarrazin, 2010) hat diese Idee allerdings nicht aufgegriffen, wie ein am 27.8.2010 in DIE ZEIT geführtes Interview mit dem Autor zeigt: „Man muss unterscheiden zwischen dem ererbten und erworbenen Anteil der Intelligenz. Das heißt, wenn die Intelligenz zu 50 bis 80 Prozent erblich ist, dann ist der Rest von 20 Prozent bis 50 Prozent umweltbedingt.“

Dieses Zitat zeigt das häufig außerhalb, gelegentlich aber auch innerhalb der Sozialwissenschaften anzutreffende Problem, wonach aus verhaltensgenetischen Studien gewonnene Prozentangaben über Erbe und Umwelt unzulässiger Weise auf einzelne IQ-Messwerte angewandt werden. Diese Prozentangaben beziehen sich aber immer nur auf die Varianz einer Stichprobe und nicht auf individuelle Ressourcen. Da Statistik und der Umgang mit Daten erst allmählich in das Schulcurriculum aufgenommen wird, ist „Varianzaufklärung“ als Konzept noch nicht in die Allgemeinbildung eingegangen. Ein Verständnis von Varianz wird aber benötigt, um die Interaktion zwischen Genen und Umwelt zu verstehen. Der Zoologe Richard Woltereck (1909) hat bereits vor mehr als hundert Jahren den Begriff der Reaktionsnorm eingeführt (der auch als „norms of reactions“ im angloamerikanischen Kontext gebräuchlich ist), der seinen Weg in die Psychologie gefunden hat. Schon deshalb würde man von keinem Vertreter der wissenschaftlichen Psychologie die Gleichsetzung von „genetisch“ und „nicht veränderbar“ erwarten. Bei Scarr (1992) wird es auf den Punkt gebracht: Umwelteinflüsse können den Mittelwert eines Merkmals erhöhen, während Gene die Streuung um den Mittelwert erklären.

Obgleich wir heute aus einer großen Zahl an Zwillings- und Adoptionsstudien den Einfluss der Gene auf die individuellen Unterschiede in der Intelligenz zumindest für entwickelte westliche Kulturen ziemlich genau abschätzen können (20 % bei Kindern, 40 % bei Adoleszenten, 60 % bei Erwachsenen, 80 % bei älteren Erwachsenen; vgl. Plomin & Deary, 2015), stellt sich nichtsdestoweniger noch immer die Frage, ob man diese Prozentsätze medial öffentlich kommunizieren sollte: Zu leicht werden sie missverstanden und gleichsam als ‚Naturkonstanten‘ interpretiert. Aber wenn man die Entscheidung trifft, sie öffentlich zu kommunizieren, erscheint es unumgänglich,

auf die Abhängigkeit der Befunde von der Umweltvarianz hinzuweisen: In einer extrem egalitären Gesellschaft wären die Menschen noch immer unterschiedlich intelligent und diese Unterschiede wären zu 100% genetisch bedingt. Im gegenteiligen Fall einer Gesellschaft mit sehr großer Inhomogenität der Bildungschancen könnten im Extremfall die genetischen Einflüsse sogar gegen Null tendieren, die Intelligenzunterschiede wären dann rein umweltbedingt.

Schlussbemerkung

In einer in der Frankfurter Allgemeinen Zeitung erschienenen Rezension von Enzensbergers Buch (Geyer, 2007) wird der Vorwurf des Kampfes gegen einen Strohmann gemacht: Intelligenztests seien „altbacken“ so der wörtliche Vorwurf – und deshalb längst obsolet. Diesem Eindruck müssen wir als Psychologen entgegentreten, und mit unseren Ausführungen zum Definitionsproblem, zur Abseitigkeitsannahme und zur Ursachenverwirrung hoffen wir, einige gute Argumente geliefert zu haben. Nach hundert Jahren Anwendung von und Forschung zu Intelligenztests, die zugegebenermaßen auch mit Irrtümern und Missbrauch einhergingen, haben sich theoretisch gut abgesicherte Modelle der menschlichen Intelligenz etabliert. Der guten psychometrischen Qualität von Intelligenztests haben wir profunde Erkenntnisse über das Zusammenwirken von Genen und Umwelt bei psychologischen Merkmalen zu verdanken, die eine einseitige Ursachenzuschreibung (Gene oder Umwelt?) längst obsolet gemacht haben. Dies einer statistisch nicht versierten Öffentlichkeit zu vermitteln, bleibt eine Herausforderung.

Für den praktischen Einsatz von Intelligenztests gilt, dass es – abgesehen von bereichsspezifischem Vorwissen – keine vorhersagekräftigeren Diagnoseinstrumente für die individuelle Lern- und Bildungsfähigkeit gibt. Und die Prognosefähigkeit von Intelligenztests ist durchaus vergleichbar mit den genauesten medizinischen Diagnosen (vgl. Meyer et al., 2001). Mit Hilfe einer individuellen Intelligenzdiagnostik, bei der mehrere Tests einbezogen werden und Konfidenzintervalle statt Punktwerte interpretiert werden, können etwa an der Schwelle zum Gymnasium und an der Schwelle zur Universität unentdeckte Talente gefördert werden. Andererseits können Personen rechtzeitig neue berufliche Wege einschlagen, wenn Intelligenztests ihnen bescheinigen, dass ihre kognitiven Fähigkeiten nicht den Anforderungen akademischer Institutionen genügen. Auf Intelligenztests bei Bildungsentscheidungen und in der Berufsberatung zu verzichten

wäre vergleichbar mit der Idee, in der Medizin z.B. auf Ultraschalldiagnostik zu verzichten.

Was müssen wir als Psychologen tun, damit der Wert von Intelligenzdiagnostik erkannt und die Angst davor genommen wird? Wir sollten unbegründete Ängste nehmen, die allein das Wort „Intelligenz“ auslöst. Diese gehen in zwei Richtungen. Zum einen werden überdurchschnittlich intelligente Menschen manchmal fast als Aliens gesehen, die wenn nicht Böses, so doch Unberechenbares im Schilde führen. Immer wieder darauf hinzuweisen, dass hoch intelligente Menschen zwar schneller lernen und denken, aber ansonsten alle Stärken und Schwächen mit anderen Menschen teilen, ist wichtig. Dass eine Wissens- und Informationsgesellschaft gut daran tut, intelligenten Menschen die Möglichkeiten zur Entfaltung ihres Potenzials zu geben, heisst nicht, ihnen alle Verantwortung zu überlassen. Eine Weltherrschaft der Hochbegabten ist weder durch die Forschung abgedeckt noch ist sie erstrebenswert. Zum anderen führt die persönliche Angst, in einem Intelligenztest ein Mangel an geistigem Potenzial zu offenbaren, zu Abwehrreaktionen. Hier hilft der Hinweis auf die Befunde zur Bedeutung des Wissens für das Können, den Franz Weinert (2001, S. 85) zusammengefasst hat: Unabhängig von den unterschiedlichen Fähigkeiten und Talenten der Schüler muss alles gelernt werden, was später gewusst und gekonnt wird. Lernen ist der mächtigste Mechanismus der kognitiven Entwicklung. Das gilt uneingeschränkt sowohl für hochbegabte Kinder als auch für schwächer begabte Schüler.“

Literatur

- Ackerman, P. L. & Rolfhus, E. L. (1999). The Locus of Adult Intelligence: Knowledge, Abilities, and Nonability Traits. *Psychology and Aging*, 14, 314–330.
- Boring, E. G. (1923). Intelligence as the Tests Test It. *New Republic*, 36, 35–37.
- Carroll, J. B. (1993). *Human Cognitive Abilities: A survey of factor-analytic studies*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cattell, R. B. (1963). Theory of fluid and crystallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, 54, 1–22.
- Colom, R., Abad, F. J., Quiroga, M. A., Shih, P. C. & Flores-Mendoza, C. (2008). Working memory and intelligence are highly related constructs, but why? *Intelligence*, 36, 584–606.
- Dambeck, H. (2013). Erfolg in Mathe: Motivation ist wichtiger als Intelligenz. *SPIEGEL ONLINE*. Zugriff am 20.01.2013, Verfügbar unter <http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/erfolg-in-mathe-motivation-ist-wichtiger-als-intelligenz-a-878609.html>.
- Deary, I. J. (2004). The Impact of Childhood Intelligence on Later Life: Following Up the Scottish Mental Surveys of 1932 and 1947. *Journal of Personality and Social Psychology*, 86, 130–147.
- Deary I. J. (2009). Introduction to the special issue on cognitive epidemiology. *Intelligence*, 37, 517–519.

- Deary, I. J., Penke, L. & Johnson, W. (2010). The neuroscience of human intelligence differences. *Nature Reviews Neuroscience*, 11, 201–211.
- Duckworth, A. & Seligman, M. (2005). Self-Discipline Outdoes IQ in Predicting Academic Performance of Adolescents. *Psychological Science*, 16, 939–944.
- Enzensberger, H. M. (2007). *Im Irrgarten der Intelligenz: Ein Idiotenführer*. Frankfurt; Suhrkamp.
- Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., DeFries, J. & Hewitt, J. K. (2006). Not All Executive Functions Are Related to Intelligence. *Psychological Science*, 17, 172–179.
- Gardner, G. (1983). *Frames of Mind, the theory of multiple intelligences*. New York 1983.
- Gottfredson, L. S. (1997). Why g Matters: The Complexity of Everyday Life. In: *Intelligence*, 24 (1), 79–132.
- Geyer, C. (2007, 29. August). Schnapp! Da geht die Falle zu! *Frankfurter Allgemeine Zeitung*.
- Guilford, J. P. (1967). *The Nature of Human Intelligence*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Halpern, D. F. (2014). *Thought and Knowledge. An introduction to Critical Thinking*. New York: Psychology Press.
- Hambrick, D. Z. & Meinz, E. J. (2011). Limits on the predictive power of domain-specific experience and knowledge in skilled performance. *Current Directions in Psychological Science*, 20, 275–279.
- Herrnstein, R. J. & Murray, C. (1994). *The Bell Curve: Intelligence and Class Structure in American Life*. New York: Free Press.
- Holden, M. P., Newcombe, N.S. & Shipley, T. F. (2013). Location memory in the real world: Category adjustment effects in 3-dimensional space. *Cognition*, 128, 45–55.
- Hong, Y. Y., Chiu, C. Y., Dweck, C. S., Lin, D. & Wan, W. (1999). Implicit theories, attributions, and coping: A meaning system approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 77, 588–599.
- Jung, R. E. & Haier, R. J. (2007). The Parieto-Frontal Integration Theory (P-FIT) of intelligence: Converging neuroimaging evidence. *Behavioral and Brain Sciences*, 30, 135–187.
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, Fast and Slow*. New York: Farrar, Strauss, Giroux.
- Kramer, J. (2009). Allgemeine Intelligenz und beruflicher Erfolg in Deutschland: Vertiefende und weiterführende Metaanalysen. *Psychologische Rundschau*, 60, 82–98.
- Kuncel, N. R., Hezlett, S. A. & Ones, D. S. (2004). Academic performance, career potential, creativity and job performance: Can one construct predict them all? *Journal of Personality and Social Psychology*, 86, 148–161.
- Kuncel, N. R. & Hezlett, S. A. (2007). Standardized Tests Predict Graduate Students' Success. *Science*, 315, 1080–1081.
- Kuncel, N. R. & Hezlett, S. A. (2010). Fact and Fiction in Cognitive Ability Testing for Admissions and Hiring Decisions. *Current Directions in Psychological Science*, 19, 339–345.
- Lubinski, D. & Benbow, C. P. (2006). Study of Mathematically Precocious Youth After 35 Years: Uncovering Antecedents for the Development of Math-Science Expertise. *Perspectives on Psychological Science*, 1, 316–343.
- Mackintosh, N. (1995). *Cyril Burt: Fraud or Framed?* New York: Oxford University Press.
- Mai, J. (2013, 4. Oktober). Disziplin ist wichtiger als IQ. *Die Welt*.
- Meyer, G., Finn, S.E., Eyde, L. D., Kay, G. G., Moreland, K. L., Dies, R. R., et al. (2001). Psychological testing and psychological assessment: A review of evidence and issues. *American Psychologist*, 56, 128–165.
- Murayama, K., Pekrun, R., Lichtenfeld, S. & Hofe, R. vom (2013). Predicting Long-Term Growth in Students' Mathematics Achievement: The Unique Contributions of Motivation and Cognitive Strategies. *Child Development*, 84, 1475–1490.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A. & Wager, T. D. (2000). The Unity and Diversity of Executive Functions and Their Contributions to Complex "Frontal Lobe" Tasks: A Latent Variable Analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49–100.
- Neubauer, A. C. & Fink, A. (2009). Intelligence and Neural efficiency. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33, 1004–1023.
- Neubauer, A. & Stern, E. (2007). *Lernen macht intelligent – Warum Begabung gefördert werden muss*. München: DVA.
- Nisbett, R. E., Aronson, J., Blair, C., Dickens, W., Flynn, J., Halpern, D. F. & Turkheimer, E. (2012). Intelligence. New Findings and Theoretical Developments. *American Psychologist*, 67, 130–159.
- Penke, L., Denissen, J. J. A. & Miller, G. F. (2007). The evolutionary genetics of personality. *European Journal of Personality*, 21, 549–587.
- Penke, L., Muñoz Maniega, S., Bastin, M.E., Valdés Hernández, M. C., Murray, C., Royle, N. A. et al. (2012). Brain white matter tract integrity as a neural foundation for general intelligence. *Molecular Psychiatry*, 17, 1026–1030.
- Plomin, R. & Deary, I. J. (2015). Genetics and intelligence differences: five special findings. *Molecular Psychiatry*, 20, 98–108.
- Raab, M. & Gigerenzer, G. (2005). Intelligence as smart heuristics. In: Robert Sternberg & J. Pretz: *Cognition and intelligence* (pp. 188–207). Boston: Cambridge University Press
- Ridley, M. (2003). *Nature via nurture: Genes, experience, and what makes us human*. New York: HarperCollins Publishers.
- Rost, D. H. (2008). Multiple Intelligenzen, Multiple Irritationen, *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 22, 97–112.
- Rost, D. H. (Hrsg.). (2009). *Hochbegabte und hochleistende Jugendliche. Befunde aus dem Marburger Hochbegabtenprojekt* (2., erw. Aufl.). Münster: Waxmann.
- Rolfhus, E. L. & Ackerman, P. L. (1999). Assessing individual differences in knowledge: Knowledge structures and traits. *Journal of Educational Psychology*, 91, 511–526.
- Salgado, J. F. & Anderson, N. (2003). Validity generalization of GMA tests across countries in the European Community. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 12, 1–17.
- Sarrazin, T. (2010). *Deutschland schafft sich ab: Wie wir unser Land aufs Spiel setzen*. München: Deutsche Verlags-Anstalt.
- Scarr, S. (1992). Developmental theories for the 1990 s: development and individual differences. *Child Development*, 63, 1–19.
- Schmidt, F. L. & Hunter, J. (2004). General Mental Ability in the World of Work: Occupational Attainment and Job Performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, 86, 162–173.
- Schmidt, F. L. & Hunter, J. E. (1998). The validity and utility of selection methods in personnel psychology: Practical and theoretical implications of 85 years of research findings. *Psychological Bulletin*, 124, 262–274.
- Schneider, W., Perner, J., Bullock, M., Stefanek, J. & Ziegler, A. (1999). Development of intelligence and thinking. In F. E. Weinert & W. Schneider (Eds.), *Individual development from 3–12: Findings from the Munich Longitudinal Study* (pp. 9–28). Cambridge: Cambridge University Press.
- Siegle, D. (2013). *The underachieving gifted child: Recognizing, understanding, and reversing underachievement*. Waco, TX: Prufrock Press.
- Stanovich, K. E. (2009). The thinking that IQ tests miss. *Scientific American Mind*, 20 (6), 34–39
- Stanovich, K. E. & West, R. F. (1998). Who uses base rates and P(D~H)? An analysis of individual differences. *Memory & Cognition*, 26, 161–179.
- Stern, E. & Grabner, R. (2013). Die Erforschung menschlicher Intelligenz. In Ahnert, L. (Hrsg.): *Theorien der Entwicklungspsychologie* (S. 174–197). Heidelberg: Spektrum Akademie Verlag.

- Stern, E. & Hofer, S. (2014): Wer gehört aufs Gymnasium? Intelligenzforschung und Schullaufbahnentscheidungen. In E. Wyss (Hrsg.): *Von der Krippe zum Gymnasium. Bildung und Erziehung im 21. Jahrhundert* (S. 41–54). Einheim und Basel: Beltz Juventa.
- Stern, E. & Neubauer, A. C. (2013). *Intelligenz – Große Unterschiede und ihre Folgen*. München: DVA
- Strenze, T. (2007). Intelligence and socioeconomic success: A meta-analytic review of longitudinal research. *Intelligence*, 35, S. 401–426.
- Süss, H.-M. (2001). Prädiktive Validität der Intelligenz im schulischen und außerschulischen Bereich. In E. Stern & J. Guthke (Hrsg.), *Perspektiven der Intelligenzforschung* (S. 109–135). Lengerich: Pabst.
- Wai, J., Lubinski, D. & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over fifty years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101, 817–835.
- Weinert, F. E. (2001). *Leistungsmessung in Schulen*. Weinheim: Beltz
- Woltereck, R. (1909). Weitere experimentelle Untersuchungen über Artveränderung, speziell über das Wesen quantitativer Artunterschiede bei Daphniden. *Verhandlungen der deutschen zoologischen Gesellschaft*, 19, 110–73.

Prof. Dr. Elsbeth Stern

Eidgenössische Technische Universität Zürich
Professur für Lehr- und Lernforschung
Clausiusstrasse 59
8092 Zürich
Schweiz
stern@ifv.gess.ethz.ch

Prof. Dr. Aljoscha Neubauer

Institut für Psychologie
Universität Graz
Universitätsplatz 2
8010 Graz
Österreich