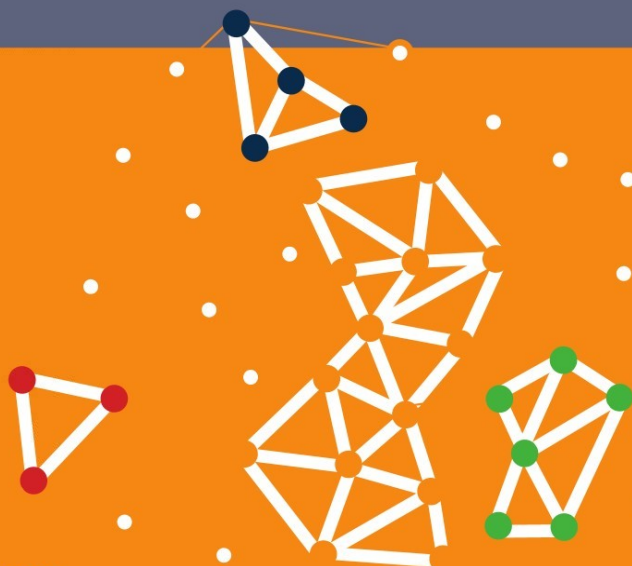


Martin Dresler (Hrsg.)

Kognitive Leistungen

Intelligenz und mentale
Fähigkeiten im Spiegel
der Neurowissenschaften



Spektrum
AKADEMISCHER VERLAG

Kognitive Leistungen

Martin Dresler (Hrsg.)

Kognitive Leistungen

Intelligenz und mentale Fähigkeiten im
Spiegel der Neurowissenschaften

Spektrum
AKADEMISCHER VERLAG

The logo for Spektrum Akademischer Verlag, featuring the word 'Spektrum' in a large, bold, serif font, with 'AKADEMISCHER VERLAG' in a smaller, all-caps, sans-serif font directly beneath it. A thick, solid grey horizontal bar is positioned at the bottom of the logo.

Herausgeber:

Dr. Martin Dresler
Max-Planck-Institut für Psychiatrie, München
dresler@mpipsykl.mpg.de

Wichtiger Hinweis für den Benutzer

Der Verlag und der Herausgeber haben alle Sorgfalt walten lassen, um vollständige und akkurate Informationen in diesem Buch zu publizieren. Der Verlag übernimmt weder Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für die Nutzung dieser Informationen, für deren Wirtschaftlichkeit oder fehlerfreie Funktion für einen bestimmten Zweck. Der Verlag übernimmt keine Gewähr dafür, dass die beschriebenen Verfahren, Programme usw. frei von Schutzrechten Dritter sind. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Der Verlag hat sich bemüht, sämtliche Rechteinhaber von Abbildungen zu ermitteln. Sollte dem Verlag gegenüber dennoch der Nachweis der Rechtsinhaberschaft geführt werden, wird das branchenübliche Honorar gezahlt.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media
springer.de

© Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg 2011
Spektrum Akademischer Verlag ist ein Imprint von Springer

11 12 13 14 15 5 4 3 2 1

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Planung und Lektorat: Katharina Neuser-von Oettingen, Sabine Bartels
Redaktion: Dr. Sonja Bernhart
Herstellung: Crest Premedia Solutions (P) Ltd, Pune, Maharashtra, India
Satz: Autorensatz
Umschlaggestaltung: wsp design Werbeagentur GmbH, Heidelberg,
unter Verwendung einer Grafik von Kirsten Brukamp

ISBN 978-3-8274-2808-0

Vorwort

Kognitive Leistungen zeichnen unser Selbstverständnis als Menschen aus wie keine andere unserer Eigenschaften: Wir grenzen uns von anderen Tieren vor allem durch den Verweis auf unsere außergewöhnlichen kognitiven Fähigkeiten ab; körperliche Einschränkungen durch Alterungsprozesse, Krankheiten oder Unfälle beeinträchtigen unser persönliches Selbstverständnis vergleichsweise wenig, solange wir uns unserer kognitiven Leistungsfähigkeit gewiss sein können. Kognitive Leistungen sind für uns damit buchstäblich selbstverständlich – und doch faszinieren sie uns stets aufs Neue. Persönlichkeiten, die außergewöhnliche kognitive Leistungen erbracht haben, rufen oft noch nach Jahrhunderten Interesse und Bewunderung hervor. Doch auch alltägliche kognitive Leistungen vermögen zu verblüffen, sobald versucht wird, sie wissenschaftlich zu ergründen oder technisch nachzukonstruieren.

Wie entsteht Bewusstsein, was ist Intelligenz, wie unterscheidet das Gedächtnis wichtige von unwichtigen Erfahrungen – und wo liegen die Grenzen dieser Leistungen? Die Erforschung kognitiver Fähigkeiten wurde vor allem durch die „kognitiven Wende“ der Psychologie um die vergangene Jahrhundertmitte vorangetrieben. Neue neurowissenschaftliche Methoden und insbesondere die Verbreitung bildgebender Verfahren gegen Ende des 20. Jahrhunderts haben der

Kognitionsforschung einen zusätzlichen Schub beschert. Neben Psychologie und Neurowissenschaft haben aber auch Nachbardisziplinen wie die Philosophie des Geistes und die Künstliche Intelligenz dazu beigetragen, kognitive Leistungen besser zu verstehen – letztendlich macht die Mannigfaltigkeit und Bedeutung kognitiver Phänomene ihre Erforschung zu einem intrinsisch interdisziplinären Unternehmen.

Der vorliegende Sammelband geht auf ein interdisziplinäres Symposium des Vereins Mensa in Deutschland e. V. zurück, das sich 2009 in München unter dem Titel *Mind Science* kognitiven Leistungen widmete. Einen Schwerpunkt des Buches bilden außergewöhnliche mentale Fertigkeiten und Begabungen. Zunächst gibt Frank Spinath einen Überblick über die historische und aktuelle Intelligenzforschung, die trotz großer Tradition und Erfolge nach wie vor in kontroverser fachinterner, fachfremder und öffentlicher Diskussion steht. Andreas Fink beleuchtet anschließend die neurowissenschaftlichen Grundlagen von Kreativität und Intelligenz als Schlüsselkonzepte menschlicher Begabung. Einen vergleichenden Blick auf die kognitiven Fertigkeiten verschiedener Spezies bietet Onur Güntürkün, der mit manchem in der Neurowissenschaft gepflegtem Vorurteil über die Beschaffenheit und die notwendigen Voraussetzungen nichtmenschlicher Intelligenz bricht.

Zu den verblüffendsten kognitiven Fertigkeiten gehören die außergewöhnlichen mentalen Leistungen von Gedächtniskünstlern, deren Techniken Gunther Karsten vorstellt. Anschließend beleuchtet Anna Seemüller zusammen mit mir die psychologischen und neurobiologischen Grundlagen solcher außergewöhnlicher Gedächtnisleistungen. Analog zur Gedächtniskapazität ist auch die Lesegeschwindigkeit durch entsprechendes Training auf ein Vielfaches der gewöhnli-

chen Leistung zu steigern; Jochen Musch und Peter Rösler geben einen Überblick über die recht unübersichtliche und im Vergleich zu anderen kognitiven Fertigkeiten bislang eher vernachlässigte Studienlage.

In den folgenden Kapiteln werden außergewöhnliche kognitive Phänomene vorgestellt, die weniger antrainiert als angeboren sind. Thorsten Fehr behandelt die komplexen mentalen Prozesse von Savants – also Inselbegabten, die in kognitiven Teilbereichen außergewöhnliche Leistungen vollbringen. Tanja Gabriele Baudson untersucht die psychologischen Grundlagen angeborener und erworbener intermodaler Sinnesverknüpfungen und ihren Zusammenhang zu kreativen Leistungen. Victor Spoormaker beleuchtet anschließend einen Zustand des Gehirns, der zwar einige der ungewöhnlichsten Erfahrungen unsere Lebens beherbergt, jedem Menschen aber doch äußerst vertraut ist: den REM-Schlaf und seine Funktion für kognitive und insbesondere kreative Leistungen.

Die wissenschaftlichen Grundlagen menschlicher Kognition sind stets auch Gegenstand theoretischer und methodologischer Reflexion. Gerhard Roth untersucht in seinem Beitrag die neurobiologischen Grundlagen des Bewusstseins und die philosophischen Implikationen dieser Erkenntnisse, Kirsten Brukamp gibt anschließend einen umfassenden Überblick über die historischen und aktuellen Ansätze der Philosophie des Geistes. Alexander Scivos stellt die Bemühungen der Künstlichen Intelligenz vor, menschliche Kognition durch ihre computationale Modellierung zu verstehen. Eine Einführung in die Funktionsweise, Möglichkeiten und Grenzen aktueller neurowissenschaftlicher Methoden bietet Karsten Hoechstetter, bevor Rüdiger Vaas abschließend einen Blick in die Zukunft der Neurowissenschaft wagt: Welche Metho-

den werden derzeit entwickelt, um das Gehirn und den menschlichen Geist noch tiefergehend zu durchschauen und beeinflussen zu können? Inwieweit lassen sich kognitive Leistungen durch pharmakologische oder technologische Eingriffe weiter steigern – und welche gesellschaftlichen und ethischen Implikationen bergen solche Möglichkeiten? Wenn kognitive Leistungen, wie eingangs beschrieben, wesentlich unser Selbstverständnis als Menschen auszeichnen, werden Manipulationen unserer Kognition stets auch unser Selbst- und Menschenbild verändern. Erkenntnisse über die wissenschaftlichen Grundlagen, Möglichkeiten und potenziellen Grenzen kognitiver Leistungen bedeuten für uns daher stets Selbsterkenntnis im doppelten Sinne. Die folgenden Kapitel sollen dazu einen Beitrag leisten.

Ich danke Michael Fackler, Katharina Neuser-von Oettingen und Sabine Bartels, deren wertvolle Hilfe wesentlich zu diesem Band beigetragen hat.

München, im Herbst 2010

Martin Dresler

Inhaltsverzeichnis

- 1 Psychologische Intelligenzforschung –
Provokation und Potenzial 1**
Frank M. Spinath
- 2 Kreativität und Intelligenz
als Schlüsselkonzepte der Begabung 23**
Andreas Fink
- 3 Wann ist ein Gehirn intelligent? 39**
Onur Güntürkün
- 4 Mnemotechniken – Strategien für
außergewöhnliche Gedächtnisleistungen 57**
Gunther Karsten
- 5 Psychologie und Neurobiologie
außergewöhnlicher Gedächtnisleistungen 77**
Anna Seemüller & Martin Dresler
- 6 Schnell–Lesen: Was ist die Grenze
der menschlichen Lesegeschwindigkeit? 89**
Jochen Musch & Peter Rösler
- 7 Savants – die neuronale Organisation
komplexer mentaler Prozesse 107**
Thorsten Fehr

- 8 Synästhesie, Metapher und Kreativität 125**
Tanja Gabriele Baudson
- 9 Das Gehirn im REM-Schlaf –
der Traum als kreativer Wahnsinn? 149**
Victor I. Spoormaker
- 10 Die Entstehung von
Geist und Bewusstsein im Gehirn 161**
Gerhard Roth
- 11 Philosophie des Geistes – Wiege des Denkens 175**
Kirsten Brukamp
- 12 Geistreiches ohne Geist?
Können wir dank Künstlicher Intelligenz
verstehen, wie wir denken? 199**
Alexander Scivos
- 13 Gedanken sichtbar machen?
Funktionsweise, Möglichkeiten und Grenzen
von EEG und fMRT 233**
Karsten Hoechstetter
- 14 Die Zukunft von Gehirn und Bewusstsein 251**
Rüdiger Vaas
- Literatur 289**
- Autoren 309**
- Index 315**

1 Psychologische Intelligenzforschung – Provokation und Potenzial

Frank M. Spinath

1.1 Einleitung

Zweifelsohne gehört die psychologische Intelligenzforschung zu den Erfolgsthemen der Psychologie. Gekennzeichnet durch eine ausgeprägte Forschungstradition, die im Rahmen der Strukturforschung ins beginnende 20. Jahrhundert zurückreicht, hochreliable Testverfahren, eine breitgefächerte Validität und eine hohe Alltagsrelevanz, stellt die Intelligenz einen allgemein akzeptierten Erfolgsfaktor dar, der mit zahlreichen gesellschaftlich relevanten Kriterien in Beziehung steht. Dessen ungeachtet haben die gesellschaftspolitische Brisanz des Themas, die bisweilen stark ideologische Färbung von Diskussionsbeiträgen sowie falsche Annahmen zur Ätiologie und Beeinflussbarkeit der Intelligenz zu Miss-

verständnis und interdisziplinären Irritationen geführt, die einen fruchtbaren Diskurs über Einflussgrößen auf die Intelligenzentwicklung und die Effekte interindividueller Unterschiede in der Ausprägung kognitiver Fähigkeiten erschwert, wenn nicht verhindert haben. In Kombination mit verhaltensgenetischen Methoden wird aus dem Forschungsthema Intelligenz schnell ein „heißes Eisen“, bezüglich dessen Aussagen sowohl in der wissenschaftlichen als auch jenseits der akademischen Fachöffentlichkeit schnell missverstanden werden. In gewisser Hinsicht ist dieses Problem hausgemacht: Die Verwendung eines innerhalb der Verhaltensgenetik eindeutig definierten Begriffes wie der Erbllichkeit führt in einem populärwissenschaftlichen Kontext schnell zu der Annahme, dass Verhaltens- und Interventionsspielräume gering ausfallen werden. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die (wissenschaftssprachlich völlig korrekte) Aussage lautet: „Die Erbllichkeit der Intelligenz beträgt etwa 70 %“. Hier ist es nicht verwunderlich, wenn Nichtexperten dies in der oben genannten Weise (miss-)verstehen. Gleichwohl bedeutet diese Aussage eigentlich, dass 70 % der interindividuellen Unterschiede in der Intelligenz durch genetische Faktoren erklärbar sind. Doch was wird im vorliegenden Beitrag eigentlich unter Intelligenz verstanden?

1.2 Begriffsbestimmung

Die mit Spearman (1904) begonnene und nahezu ein Jahrhundert andauernde Tradition der Intelligenzstrukturforschung hat sich vornehmlich mit der Frage beschäftigt, wie viele und welche Fähigkeitsbereiche zum Gegenstandsreich der Intelligenz gehören und wie deren struktureller Aufbau zu sehen ist. Einige Strukturmodelle der Intelligenz,

darunter das Primärfaktorenmodell (Thurstone, 1938) oder die Theorie fluider und kristalliner Intelligenz (Horn & Cattell, 1966), haben neben den Pionierarbeiten von Binet und Simon (1905) bis heute einen nachhaltigen Einfluss auf die Operationalisierung der Intelligenz und die Art und Weise ausgeübt, wie Intelligenz operationalisiert und getestet wird. Kritik, dass auch eine über 100 Jahre andauernde Intelligenzforschung nicht in der Lage war, eine einheitliche Definition des Konstrukts hervorzubringen, ist zwar insofern angebracht, als zahlreiche verbale Definitionsangebote existieren. Gleichwohl kann festgehalten werden, dass auf der Grundlage zahlreicher empirischer Arbeiten ein breites, konsensuelles Verständnis dafür gewachsen ist, dass zur Intelligenz ein hierarchisch organisiertes Set spezifischer verbaler und kognitiver Fähigkeiten gezählt werden kann. Dieses Set umfasst beispielsweise die Bereiche Wortschatz, verbale Produktion, numerische Fähigkeiten, räumliche Fähigkeiten, Gedächtnisleistung, Wahrnehmungsgeschwindigkeit und schlussfolgerndes Denken.

Ein Modell, welches von vielen Intelligenzforschern als adäquater Integrationsversuch betrachtet wird, ist das Dreiebenen-Modell der Intelligenz von Carroll (1993), das in Abbildung 1.1 dargestellt ist. An der Spitze der Intelligenzhierarchie steht gemäß dieses Modells, das auf einer Reanalyse einer großen Zahl empirischer Datensätze beruht, ein Faktor allgemeiner Intelligenz oder *g* (für *general intelligence*). Auf der nächsten Ebene findet sich eine Reihe unterschiedlicher Fähigkeitsbereiche, die von links nach rechts abnehmend stark mit dem *g*-Faktor zusammenhängen. Auf der dritten Ebene sind insgesamt 69 enger gefasste, spezifische Fähigkeiten angesiedelt.

Gegenüber empirisch fundierten integrativen Strukturmodellen wie dem Carroll-Modell erweisen sich alternative Strukturmodelle wie etwa Howard Gardners Modell Multipler Intelligenzen (MI; Gardner, 1983, 1999), das sich insbesondere im pädagogischen Bereich großer Beliebtheit erfreut, als weitgehend unhaltbar (vgl. Rost, 2008).

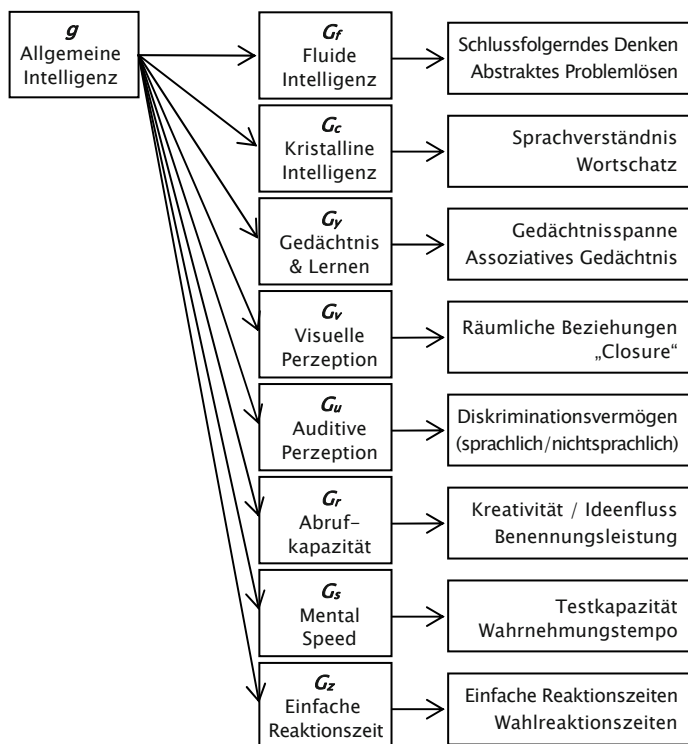


Abbildung 1.1 Drei-Ebenen-Modell der Intelligenz nach Carroll (1993)

1.3 Korrelate der Intelligenz

Kaum ein anderes Konstrukt der Psychologie hat sich als derart mächtig hinsichtlich der Kriteriumsvalidität erwiesen wie die Intelligenz. Mit anderen Worten: Kaum ein anderes Merkmal kann es in der Vielfältigkeit, mit der relevante Außenkriterien vorhergesagt werden können, mit der Intelligenz aufnehmen. Empirisch bestätigte Zusammenhänge der Intelligenz reichen von Berufserfolgskriterien (z. B. beruflicher Status), über soziale Fähigkeiten (z. B. Einfühlsamkeit), Werte und Einstellungen (z. B. geringere Ausprägungen von Dogmatismus), Kreativität, schulische Variablen (z. B. Schulleistung), nichtdeviantes Verhalten (z. B. geringere Kriminalitätsrate) bis hin zu Gesundheitsverhalten (z. B. gesundheitsförderliche Ernährungspräferenzen) und einer geringeren Unfallwahrscheinlichkeit. Darüber hinaus korrelieren Intelligenz und sozioökonomischer Status in substanzieller Größenordnung ($r = .50$; Jencks, 1979). Die Korrelate der Intelligenz sind derart vielfältig und ausgeprägt, dass Brand (1987) die Bedeutung der Intelligenz für die Psychologie mit der Bedeutung des Kohlenstoffs für die Chemie verglich („*g* is to psychology what carbon is to chemistry“; 257).

1.4 Zündstoff in Glockenkurvenform

Im Jahr 1994 erschien mit *The Bell Curve* (Herrnstein & Murray, 1994) ein Bestseller und gleichzeitig eines der meistdiskutierten Bücher des ausgehenden 20. Jahrhunderts, vornehmlich aufgrund der darin formulierten sozialpolitischen „Empfehlungen“. In diesem Buch beschwören die Autoren

den Zerfall der amerikanischen Gesellschaft in eine wohlhabende „kognitive Elite“ und eine zahlenmäßig überlegene „Unterschicht“. Überspitzt wird zudem die Bedeutung eines verringerten IQs als Prädiktor für soziale Probleme (Schulabbruch, Arbeitslosigkeit, Kriminalität). Ferner wird die Erbllichkeit der Intelligenz fälschlicherweise als Ursache für Gruppendifferenzen und eine stark eingeschränkte Möglichkeit zur Förderung kognitiver Fähigkeiten interpretiert. In Reaktion auf *The Bell Curve* erschienen zahlreiche „Gegendarstellungen“ in Buchform mit teils vergleichsweise martialischen Titeln wie *The Bell Curve Wars* (Fraser, 1995). Im Februar 1996 veröffentlichte eine elfköpfige Task Force bestehend aus einer Gruppe von Intelligenzforschern mit sehr unterschiedlichen Forschungshintergründen um Ulric Neisser einen bemerkenswerten wissenschaftlichen Artikel im *American Psychologist*, in dem die empirische Befundlage der Intelligenzforschung und daraus ableitbare Schlussfolgerungen sachlich thematisiert wurden. Wie das folgende Zitat klar zum Ausdruck bringt, hat sich das Fach in großer Geschlossenheit gegen eine politische Instrumentalisierung von Befunden aus der Intelligenzforschung ausgesprochen: „The study of intelligence does not need politicized assertions and recriminations; it needs self-restraint, reflection, and a great deal more research. The questions that remain are socially as well as scientifically important.“ (Neisser et al., 1996, S. 97)

Die Diskussion um *The Bell Curve* und die damit verbundene Diskussion um ethnische Gruppendifferenzen in kognitiven Fähigkeiten und deren gesellschaftliche Implikationen schienen in allererster Linie ein US-amerikanisches Thema zu sein. Umso bemerkenswerter war eine deutsche Publikation in der von der Bundeszentrale für politische Bildung herausgegebenen Zeitschrift *Aus Politik und Zeitgeschichte* im Jahre 2003 mit dem Titel „Verlust von Humankapital in Regionen

mit hoher Arbeitslosigkeit“ (Ebenrett et al., 2003). Die Autoren des Beitrags berichten hier regional gemittelte Intelligenztestleistungen von 248 727 jungen Männern im Alter von 18–22 Jahren, die bundesweit im Rahmen der Eignungsuntersuchung der Bundeswehr getestet worden waren. Es fand sich ein deutliches West-Ost- und Süd-Nord-Gefälle zu Ungunsten des Ostens und des Nordens. Außerdem wurden Korrelationen der durchschnittlichen IQ-Werte mit Indikatoren etwa der Wirtschaftskraft ($r = .31$), Arbeitslosigkeit ($r = -.62$) und Binnenwanderung ($r = .45$) berichtet. Aus dieser Ergebnislage schließen die Autoren, dass hohe Arbeitslosigkeit in wirtschaftsschwachen Regionen eine systematische Abwanderung und ein niedriges Niveau regionaler Intelligenzleistungen bedingen. Wenngleich die Resonanz auf diese Veröffentlichung in keinem Verhältnis zu *The Bell Curve* steht, ist doch festzuhalten, dass derart weitreichende Ursache-Wirkungs-Interpretationen auf der Grundlage der vorliegenden Daten als abenteuerlich bezeichnet werden müssen. Eine umfassende Diskussion der Befunde blieb jedoch aus, obwohl es die „Deutschland-Karte der Intelligenz“ unter der Überschrift „Die Schläuen wandern ab, die Dummen bleiben“ bis auf die Internetseiten von *Spiegel Online* (2003) schaffte.

1.5 Intelligenz und Schulleistungsstudien

Neu entfacht wurde die Diskussion um Ursache und Konsequenzen interindividueller Differenzen in der Intelligenz im Jahre 2006 mit dem Artikel „Was messen internationale Schulleistungsstudien“ in der *Psychologischen Rundschau* (Rin-

dermann, 2006). Der Autor kommt nach einer aufwändigen aufgabenanalytischen Betrachtung von Tests aus internationalen Schulleistungsstudien wie beispielsweise PISA, IGLU oder TIMMS, sowie nach der Untersuchung empirischer Beziehungen zwischen Schulleistungs- und Intelligenztestergebnissen zu dem Schluss, dass alles für die Messung eines g-Faktors kognitiver Fähigkeiten spreche. Dieser Auffassung wurde von Seiten der für die fraglichen Studien Verantwortlichen vehement widersprochen (Baumert et al., 2007; Prenzel et al., 2007). Abseits der titelstiftenden Debatte enthielt der Beitrag von Rindermann (2006) allerdings weiteren Zündstoff in Form einer Abbildung von Korrelaten kognitiver Fähigkeiten auf Staatenebene. Hier waren beispielsweise Zusammenhänge zwischen der durchschnittlichen Intelligenz in unterschiedlichen/verschiedenen Staaten und dem Bildungsniveau Erwachsener ($r = .78$), Bruttosozialprodukt ($r = .65$), Rechtsstaatlichkeit ($r = .65$), Christen-Anteil ($r = .31$), Muslime-Anteil ($r = -.29$), HIV-Infektionsrate ($r = -.42$) und Kinderzahl ($r = -.75$) nachzulesen. Kognitive Fähigkeiten, so der Autor, stellten einen sensiblen Indikator für gesellschaftliche Zustände und Entwicklung dar. Gleichzeitig entsteht beim Lesen des Artikels der Eindruck, dass Intelligenz nicht nur als Indikator, sondern auch als vermittelnder Kausalfaktor gesehen wird. Dies ist vor allem in Verbindung mit impliziten oder expliziten Annahmen über die Bedeutung genetischer Faktoren bei der Erklärung individueller Differenzen in der Intelligenz, im Sinne einer genetischen Vorbestimmung gesellschaftlicher und sozialer Ungleichheiten, problematisch und lädt zu zweifelhaftem ideologisch gefärbtem Gebrauch ein. Uneingeschränkten Zuspruch fanden die Beiträge des Autors zu diesem Thema (z. B. Rindermann, 2007) demzufolge insbesondere von Seiten solcher Forscher, die in ihren eigenen Publikationen

Rassendifferenzen bezüglich Intelligenz und sozialer Stellung propagieren (z. B. Lynn, 2008; Lynn & Vanhanen, 2006; Rushton, 2008).

1.6 Integrative Perspektive

Der in gesellschaftlicher Hinsicht brisanten Lesart von Intelligenzunterschieden zwischen Gruppen steht eine integrative Perspektive entgegen, die die Bedeutung von Bildung in den Mittelpunkt der Argumentation rückt. Darin wird berücksichtigt, dass Schulfähigkeiten das Ergebnis investierter Intelligenz sind und Schulunterricht, so wie Erziehung und Bildungsnähe, ihrerseits Intelligenz und Schulfähigkeiten fördern können. Auf den Punkt bringt diese Auffassung ein Zitat des o. g. Autors: „Wenn Intelligenz wie Schulerfolg von Bildung abhängig ist, dann muss Intelligenz als eine plastische Eigenschaft aufgefasst werden.“ (Rindermann, 2006, S. 84) Eine solche Perspektive ist in der Lage, interindividuelle Differenzen in der Intelligenz, die u. a. genetisch beeinflusst sein können, als eine Wirkgröße im Verbund mit Angeboten durch unmittelbare (Eltern und Familie) und mittelbare (gesellschaftliche) Agenten zu betrachten und Wissen wie Denkfähigkeit als Ergebnis einer vorangegangenen Praxis von Denken und Bildung zu verstehen. Laut Asendorpf ist Intelligenz somit „Fähigkeit zu hoher Bildung“ (Asendorpf, 2004, S. 191). Im Rahmen interdisziplinärer Forschungsbemühungen, etwa im Bereich der Schulleistung, ist folglich neben den individuellen Leistungsvoraussetzungen auch der Kontext von Familie, Schule und Peers (Freunden) bedeutsam. Neben Merkmalen wie Intelligenz und (Vor-) Wissen spielen u. a. Motivations- und Persönlichkeitsmerk-

male eine gewichtige Rolle bei der Vorhersage von Schulleistungen (vgl. z. B. Spinath et al., 2006).

1.7 „Die schönste psychologische Forschervariable“

Zu den Gründen, warum die wissenschaftliche Beschäftigung mit Intelligenz ein erfreuliches und ausgesprochen interessantes Unterfangen ist, zählen ihre zuverlässige Erfassbarkeit mittels standardisierter Testverfahren und ausgezeichnete Verteilungseigenschaften in Stichproben, die nicht varianzeingeschränkt sind. Hinsichtlich der Stabilität der Intelligenz besitzt eine Arbeit der Forschergruppe um Ian Deary (Edinburgh, UK) Meilensteincharakter. Unter Aufsicht des Scottish Council for Research on Education waren am 1. Juni 1932 insgesamt 87 498 elfjährige Schulkinder mittels des Moray-House-Intelligenztests untersucht worden. Forscher der Universität Edinburgh konnten eine große Zahl der im Kindesalter getesteten Personen ausfindig machen und hinsichtlich psychologisch relevanter Variablen (einschließlich des Moray-House-Intelligenztests) im hohen Erwachsenenalter erneut untersuchen. Sie fanden einen Zusammenhang zwischen Intelligenz im Kindesalter und Intelligenz im hohen Erwachsenenalter in Höhe von $r = .66$ (Deary, Whiteman, Starr, Whalley & Fox, 2004). Auch zur Lebensdauer fanden sich Zusammenhänge. So zeigte sich eine mittlere IQ-Differenz von 101,5 vs. 95,9 (Frauen) und von 102,5 vs. 98,9 (Männer) zwischen der Gruppe der Studienteilnehmer, die im Jahre 1997 noch lebten bzw. bereits verstorben waren. Der auf den ersten Blick gering erscheinende Mittelwertunterschied von 5,6 Punkten in der Gruppe

der Frauen hat dabei weitreichende Konsequenzen. Anders ausgedrückt bedeutet er nämlich, dass sieben von zehn Frauen aus dem oberen Intelligenzquartil (obere 25 % zum Zeitpunkt der Testung im Jahre 1932) ein Lebensalter von 75 Jahren erreichten, gegenüber nur fünf von zehn Frauen aus dem unteren Quartil (untere 25 % zum Zeitpunkt der Testung im Jahre 1932). Im Jahr 2009 erschien eine weitere beeindruckende Arbeit aus dem aufstrebenden Bereich der Kognitiven Epidemiologie zum Zusammenhang zwischen Intelligenz und Lebensdauer (Batty et al., 2009). Hier wurde eine Stichprobe von nahezu einer Million schwedischer junger Männer, die im Rahmen der Eignungsuntersuchung des schwedischen Militärs im Alter von 18 Jahren untersucht worden waren, etwa 20 Jahre später erneut kontaktiert. Von insgesamt 994 262 Personen waren in diesem Zeitraum bereits 14 498 Personen verstorben. Wiederum zeigte sich ein Zusammenhang von geringer ausgeprägter Intelligenz und einem erhöhten Mortalitätsrisiko, was die Ergebnisse der englischen Forschergruppe bestätigt.

1.8 Verhaltensgenetik und Intelligenz

Es existieren zahlreiche verhaltensgenetische Arbeiten, die sich mit der Ätiologie der Intelligenz beschäftigen und der Frage nachgegangen sind, welche Bedeutung genetischen und Umwelteinflüssen in der Intelligenzentwicklung zukommt. Für ein besseres Verständnis der Möglichkeiten und der Grenzen solcher Untersuchungen sollen zunächst ausgewählte Grundbegriffe der Verhaltensgenetik eingeführt werden.

1.8.1 Grundbegriffe

Die quantitative Verhaltensgenetik beschäftigt sich mit den Ursachen interindividueller Differenzen in psychologischen Merkmalen. Zu den klassischen methodischen Zugängen dieser Disziplin gehören Zwillings- und Adoptionsstudien. Dabei nutzen Verhaltensgenetiker die Möglichkeit, Daten von Personen zu erheben, deren genetische und Umweltähnlichkeiten bekannt sind. Beispielsweise sind Adoptiveltern und ihre adoptierten Kinder genetisch nicht verwandt, sie teilen jedoch Umwelteinflüsse, die zu ihrer Ähnlichkeit beitragen können. Getrennt aufgewachsene eineiige Zwillinge teilen hingegen keine Umwelteinflüsse, so dass beobachtbare Ähnlichkeiten auf genetische Ursachen zurückgeführt werden können.

Zu den Grundbegriffen der Verhaltensgenetik zählen Erblichkeit (*heritability* oder h^2), Effekte geteilter Umwelt (*common environment* oder c^2) und nichtgeteilter Umwelt (*nonshared environment* oder e^2). Unter Erblichkeit wird das Ausmaß verstanden, in dem genetische Unterschiede zwischen Individuen die beobachtbaren interindividuellen Differenzen im untersuchten Merkmal erklären. Zu Effekten geteilter Umwelt zählen solche Umwelteinflüsse, die zur Ähnlichkeit von Personen beitragen, die gemeinsam aufwachsen (z. B. sozioökonomischer Status, Erziehungsstil der Eltern). Effekte nichtgeteilter Umwelt umfassen Umwelteinflüsse, die zur Unähnlichkeit von Personen beitragen, die gemeinsam aufwachsen (z. B. unterschiedliche Freunde, unterschiedliche berufliche Situation, zufällige Ereignisse).

Werden beispielsweise gemeinsam aufgewachsene ein- und zweieiige Zwillinge untersucht, machen sich verhaltensgenetische Analysen den Umstand zu Nutze, dass eineiige Zwi-

linge (EZ) 100 % der genetischen Effekte teilen, während zweieiige Zwillinge (ZZ) im Durchschnitt eine genetische Ähnlichkeit von 50 % aufweisen. Gilt zudem die Annahme gleicher Umwelteinflüsse (*equal environments assumption*), die besagt, dass die Umwelt im gleichen Ausmaß zur Ähnlichkeit von EZ und ZZ beiträgt, und sind Anlage- und Umwelteffekte unkorreliert, so können aus der vergleichenden Betrachtung von EZ- und ZZ-Ähnlichkeiten in einem Merkmal (z. B. in der Intelligenz) Rückschlüsse auf die relative Bedeutung von Genen und Umwelt gezogen werden.

Sind EZ etwa doppelt so ähnlich wie ZZ, so spricht dies für einen bedeutsamen Einfluss additiv genetischer Effekte (h^2). Weisen EZ und ZZ substantielle, aber vergleichbare Ähnlichkeiten auf, so spricht dies für einen bedeutsamen Einfluss der geteilten Umwelt (c^2). Sehr geringe Ähnlichkeiten in beiden Zwillingungsgruppen sprechen für bedeutsame Effekte der nichtgeteilten Umwelt (e^2). Diese vereinfachte Darstellung soll einen groben Einblick in die grundlegende Herangehensweise verhaltensgenetischer Studien geben. Eine weitergehende Einführung in Methoden und Befunde der Verhaltensgenetik finden sich bei Plomin et al. (2008).

1.8.2 Quantitative verhaltensgenetische Befunde zur Intelligenz

Hinsichtlich der Intelligenz wurden bereits 1981 Überblicksarbeiten auf der Grundlage von Zwillingsdaten sowie weiterer Verwandtschaftsgruppen veröffentlicht (Bouchard & McGue, 1981). Diese Daten legten nahe, dass genetische Einflüsse zwischen 50 % und 60 % der interindividuellen Unterschiede in der Intelligenz erklären. Jüngere Überblicks-

artikel (z. B. Plomin & Spinath, 2004) zeigen zudem einen Zuwachs der Bedeutung genetischer Einflüsse über die Lebensspanne. Während im frühen Kindesalter vor allem Effekte der geteilten Umwelt (c^2) für die Erklärung der Varianz in Intelligenzwerten verantwortlich sind, spielen diese im Erwachsenenalter keine bedeutsame Rolle mehr. Der Abnahme der Bedeutung geteilter Umwelteinflüsse steht die Zunahme der Bedeutung genetischer Einflüsse gegenüber, die von etwas mehr als 20 % der Intelligenzvarianz im frühen Kindesalter über ca. 40–50 % zum Schulanfang bis hin zu 60 % und mehr im höheren Erwachsenenalter erklären. Dies bedeutet, dass für die Antwort auf die Frage, warum Menschen unterschiedliche Intelligenzausprägungen aufweisen, Gene mit dem Alter an Bedeutung gewinnen. Wie ist dies erklärbar? Zum einen kommt hier vermutlich ein wachsendes Zusammenspiel von Anlage- und Umwelt-Wechselwirkung zum Tragen. Während Individuen im frühen Kindesalter noch stark den Vorgaben des Elternhauses unterliegen, nehmen mit zunehmendem Alter die Freiheitsgrade bezüglich der Tagesgestaltung zu. Dies schließt die Beschäftigung mit lern- und leistungsrelevanten Aktivitäten (z. B. die aufgewendete Zeit für die Hausaufgabenbearbeitung) ein. Es ist anzunehmen, dass bei Personen, deren Genotyp sich im Kontext von Lern- und Leistungsverhalten vorteilhaft auswirkt und zu Erfolgserlebnissen beiträgt, dies zu einer verstärkten Zuwendung zu lern- und leistungsförderlichen Umwelten beiträgt. Der Umstand, dass bestimmte Genotypen aktiv Umwelten aufsuchen und gestalten, wird auch als aktive Anlage-Umwelt-Korrelation bezeichnet. Zudem ist zu sagen, dass der Verlauf der Ähnlichkeitsmuster von EZ und ZZ für die Intelligenz über die Lebensspanne von einem charakteristischen Unterschied geprägt ist: Während die Ähnlichkeit von EZ trotz zunehmender Umweltein-

flüsse im Laufe des Lebens auf einem hohen Niveau liegt und sich kaum verändert, sinkt die Ähnlichkeit von ZZ mit zunehmender Lebensdauer kontinuierlich. Da die Erblichkeit auf der Grundlage der Unterschiede zwischen den Ähnlichkeiten von EZ und ZZ berechnet wird, führt diese Entwicklung zu einem Anstieg der Erblichkeit. Aus Umweltsicht ließe sich dieser Befund auch so interpretieren, dass zunehmend unterschiedliche Umwelten bei Personen, die genetisch nur zu 50 % verwandt sind, im Laufe des Lebens bessere „Angriffspunkte“ haben, während die ausgeprägtere genetische Ähnlichkeit der EZ diese Paarlinge viel stärker gegen solche Tendenzen abschirmt.

Die relative Bedeutung von genetischen und Umweltfaktoren ändert sich jedoch nicht nur über die Lebensspanne. Auch bei querschnittlicher Betrachtung finden sich differenzielle Erblichkeiten, beispielsweise entlang des Kontinuums sozioökonomischer Faktoren wie dem familiären Einkommen. So fanden Harden et al. (2007) in einer Stichprobe von 839 17-jährigen Zwillingspaaren (509 EZ, 330 ZZ), dass mit zunehmendem elterlichen Einkommen die Erblichkeit für das Merkmal Intelligenz zunahm, während der Einfluss der geteilten Umwelt kontinuierlich abnahm. Während in der Gruppe der Familien mit dem niedrigsten Jahreseinkommen genetische Faktoren etwa 40 % und geteilte Umwelteffekte etwa 45 % der Varianz in der Intelligenz erklärten, wurden die genetischen Effekte in der Gruppe der Bestverdiener auf ca. 55 % geschätzt, während geteilte Umweltfaktoren nurmehr ca. 35 % der Varianz aufklärten. Diese Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung des komplexen Zusammenwirkens von Anlage und Umweltfaktoren und wenden sich gegen simplifizierende Deutungen genetischer Daten im Sinne einer schicksalhaften Determination komplexer psychologischer Merkmale durch genetische Faktoren.

1.8.3 Genetische Einflüsse versus Unveränderbarkeit

Derartigen Deutungsversuchen von Erblichkeiten eine Absage zu erteilen ist schon allein deswegen erforderlich, weil verhaltensgenetische Daten aus Zwillings- und Adoptionsstudien lediglich Aussagen über Gruppen von Personen erlauben. Die Übertragung auf die Merkmalsausprägung einzelner Personen ist ebenso unzulässig wie die Deutung der Erblichkeit im Sinne einer genetischen Festlegung von Merkmalsniveaus. Abbildung 1.2 veranschaulicht diesen Gedanken.

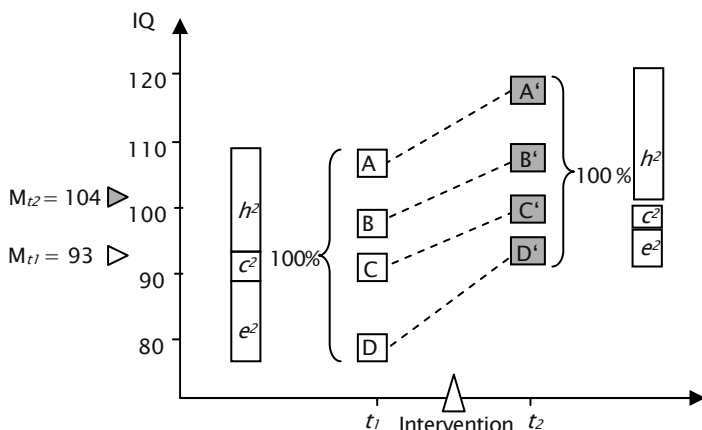


Abbildung 1.2 Rangreihenstabilität, Niveauveränderungen und Erblichkeit. h^2 = Erblichkeit, c^2 = Effekte geteilter Umwelt, e^2 = Effekte nichtgeteilter Umwelt, M_{t1} = Mittelwert zum Zeitpunkt t_1 , M_{t2} = Mittelwert zum Zeitpunkt t_2 , A-D = Intelligenz-Testwerte der fiktiven Individuen A-D, A'-D' = Intelligenz-Testwerte der fiktiven Individuen A-D nach Intervention.

Es sind zu einem Zeitpunkt t_1 die IQ-Werte vier fiktiver Personen (A–D) abgetragen. Der Gruppenmittelwert beträgt bei dieser Messung $M_{t1} = 93$. Nach einer erfolgreichen Intervention zur Förderung der kognitiven Fähigkeiten wird der IQ erneut gemessen. Es zeigt sich ein Gruppenmittelwert von $M_{t2} = 104$. Da die vier Personen zwar allesamt ihr Leistungsniveau gesteigert haben, jedoch die Rangreihe unverändert ist, ergäbe sich eine perfekte Rangkorrelation (Stabilität). Dies verdeutlicht bereits, dass hohe Stabilitätswerte ähnlich denen aus der zuvor beschriebenen schottischen Längsschnittstudie zur Intelligenz über 65 Jahre nicht gleichzusetzen sind mit der Unveränderbarkeit von individuellen Werten oder Gruppenmittelwerten. Die verhaltensgenetische Perspektive setzt zudem an einem völlig anderen Punkt an, nämlich an der Varianz zwischen den Individuen (A–D). Wie die Abbildung andeutet, drückt die Erblichkeit (h^2) zu t_1 aus, wie viel Prozent der Varianz zwischen den Individuen beim ersten Messzeitpunkt auf genetische Unterschiede zwischen den Personen zurückgeht. Analog bildet h^2 zu t_2 ab, wie viel Prozent der Varianz zwischen den Individuen beim zweiten Messzeitpunkt auf genetische Unterschiede zwischen den Personen zurückgeht. Die Erblichkeit erlaubt hingegen keine Schätzung des möglichen Zugewinns durch die Intervention bzw. von M_{t1} zu M_{t2} . Es ist sogar möglich, dass die Erblichkeit zu t_2 (wie in der Abbildung angedeutet) zunimmt, ohne dass davon die Veränderbarkeit betroffen sein muss. Änderungen in der relativen Bedeutung von Anlage und Umweltfaktoren hängen von einer Vielzahl von Einflussgrößen ab, beispielsweise vom Ausmaß der Variation in relevanten Umweltvariablen wie etwa Bildungsangeboten.

Zusammengefasst kann aus verhaltensgenetischer Sicht festgehalten werden, dass interindividuelle Differenzen in der Intelligenz maßgeblich von genetischen Faktoren beeinflusst werden, die im Laufe des Lebens an Bedeutung gewinnen, während Effekte geteilter Umwelteinflüsse in ihrer Bedeutung abnehmen. Nichtgeteilte Umwelteinflüsse (z. B. Peer-Gruppen) werden ab der frühen Kindheit wichtiger und behalten diese Wichtigkeit bei. Sozioökonomische Faktoren moderieren die Bedeutung von Anlage und Umwelt. Ethnische Gruppenunterschiede lassen sich mit diesen Befunden jedoch ebenso wenig erklären wie ein Mangel an Veränderbarkeit bzw. Förderbarkeit.

1.8.4 Molekulargenetische Befunde zur Intelligenz

Im Gegensatz zur quantitativen Verhaltensgenetik beschäftigt sich die Molekulargenetik mit der Suche nach spezifischen Genen und genetischen Mechanismen, die mit komplexen Verhaltensweisen assoziiert sind. Im Jahre 2006 erschien ein Überblicksartikel im *European Journal of Human Genetics* (Deary et al., 2006), der zu dem Ergebnis kommt, dass die vorausgegangene, etwa zehn Jahre umfassende, molekulargenetische Forschung bis zu diesem Zeitpunkt keine robusten und replizierbaren Befunde bezüglich einzelner Kandidatengene für Intelligenz erbracht habe. Zudem sei anzunehmen, dass die Varianzaufklärung der im Zuge genomweiter Assoziationsstudien untersuchten Einzelnukleotid-Polymorphismen (*single nucleotide polymorphism*, *SNP*) unterhalb von 1 % liegt. Als SNPs werden Variationen von einzelnen Basenpaaren in einem DNA-Strang bezeichnet. Sie stellen etwa 90 % aller genetischen Varianten im menschl-

chen Genom dar. Ihre wissenschaftliche Bedeutung liegt im häufigen Auftreten und der hohen Variabilität, außerdem sind sie sehr schnell und einfach zu bestimmen. Deswegen werden sie zum Beispiel bei der Suche nach Chromosomenabschnitten mit Einfluss auf die Ausprägung eines quantitativen Merkmals (*quantitative trait loci*, *QTL*) genutzt.

In einer aufwändigen Studie aus dem Jahre 2008 wurden DNA-Chips verwendet, die eine genomweite autosomale (d. h. unter Ausschluss der Geschlechtschromosomen) Analyse von 500 000 SNPs erlaubten (Butcher et al., 2008). Im Rahmen dieser Studie wurde zunächst die DNA von 7 000 Kindern, die aufgrund ihrer Intelligenztestleistung als hoch- bzw. niedrig intelligent eingestuft wurden, mittels DNA-Pooling gruppenweise untersucht. Insgesamt 47 von den untersuchten 500 000 SNPs kamen zwischen den Gruppen in unterschiedlicher Häufigkeit vor. In einem zweiten Schritt wurden individuelle Genotypisierungen von 3 195 Kindern über das gesamte Fähigkeitsspektrum durchgeführt. Von den vormals 47 SNPs wiesen nunmehr nur noch sechs eine Assoziation mit der Intelligenz auf. Zudem reduzierte die Anwendung einer Korrektur für zufallsbasierte Funde die Zahl der überzufälligen Ergebnisse auf lediglich ein (!) einziges bedeutsames SNP. Keines der ursprünglich gefundenen sechs SNPs erklärte mehr als 0,4 % der Varianz in *g*.

Die Befundlage molekulargenetischer Forschung zur Intelligenz ist derzeit somit als ausgesprochen dürftig einzuschätzen. Inwieweit sich die Hoffnung bestätigt, mit Hilfe leistungsfähigerer DNA-Chips (derzeit sind Varianten erhältlich, die bis zu eine Million SNPs analysieren können) zum Ziel zu kommen, bleibt abzuwarten.

1.9 Der Wunsch nach Förderung

Dass Intelligenz ein positiv bewertetes und wünschenswertes Merkmal ist, wird nach der vorherigen Darstellung ausgewählter Kriteriumskorrelationen niemanden verwundern. Groß ist somit auch das Interesse an Fördermöglichkeiten. In diesem Kontext ließ eine großangelegte Längsschnittstudie aufhorchen, deren Ergebnis nahelegte, dass anhaltendes und ausschließliches Stillen die Intelligenz fördert (Kramer et al., 2008). Die Forscher untersuchten 13 889 Kinder, die zwischen 1996 und 1997 in weißrussischen Krankenhäusern geboren wurden. Die Hälfte der Mütter war dazu ermutigt worden, ihren Nachwuchs ausschließlich zu stillen, die andere Hälfte nicht. Die 7 108 Mütter der Experimentalgruppe unterschieden sich hinsichtlich Alter und Bildungshintergrund nicht von den 6 781 Müttern der Kontrollgruppe. Sechseinhalb Jahre später wurde die Intelligenz der Kinder getestet und es wurden Schulleistungen verglichen. Es zeigte sich, dass die Kinder der Experimentalgruppe, in der nach Angaben der Mütter tatsächlich länger und exklusiver gestillt worden war, höhere Werte in verbaler (+7,5 IQ-Punkte) und nonverbaler Intelligenz (+2,9 IQ-Punkte) aufwiesen. Insgesamt fiel der IQ der Kinder in der Experimentalgruppe um 5,9 Punkte höher aus als in der Kontrollgruppe. Zudem konnten die Kinder der Experimentalgruppe laut dem Urteil ihrer Lehrer sowohl besser lesen als auch schreiben.

Das fehlende, aber vermutlich entscheidende Datum in dieser Studie ist jedoch die Intelligenz der Mütter. Diese hatte sich in einer zwei Jahre zuvor veröffentlichten Metaanalyse als entscheidender Faktor erwiesen (Der et al., 2006). Wurde der mütterliche IQ gemeinsam mit weiteren sozioökonomischen Variablen kontrolliert, sank der einstmalig 4,7 IQ-