

Herausgegeben von
Wolf D. Oswald, Werner M. Herrmann, Siegfried Kanowski,
Ursula M. Lehr und Hans Thomae

Gerontologie

Medizinische, psychologische und
sozialwissenschaftliche Grundbegriffe

Zweite, überarbeitete und erweiterte Auflage

1991 Verlag W. Kohlhammer
Stuttgart Berlin Köln

K. W. Schaie

23. Intelligenz

Einführung

Man war lange der Auffassung, daß die Intelligenz ihren Entwicklungshöhepunkt im frühen Erwachsenenalter erreicht und dann unerbitlich nachläßt. Diese Auffassung basiert auf gesellschaftlichen Stereotypen über ältere Menschen sowie der unausgesprochenen Annahme, daß eine isomorphe Beziehung zwischen der Abnahme körperlicher und intellektueller Kräfte bestehen sollte. Ältere psychologische Untersuchungen, die vorwiegend auf Querschnittdaten gestützt waren, schienen dieses Auffassungstereotyp zu bestätigen. Dagegen bringt der Volksmund eine andere Auffassung zum Ausdruck, wenn festgestellt wird, daß die Weisheit mit dem Alter kommt und daß die älteren Menschen Hüter jener Werte sind, die zur Lebensqualität und Stabilität einer Gesellschaft beitragen. Neuere Theorien zufolge ist der Isomorphismus zwischen biologischer Struktur und psychologischen Funktionen auf das Kindesalter beschränkt (Flavelle 1970; Schaie 1977/78). Er gilt nicht mehr für die Zeit nach dem Eintritt in das Reifealter. Des weiteren haben Daten aus Längsschnittuntersuchungen und replizierten Querschnittstudien unser vermeintliches Wissen über die Intelligenz im Erwachsenenalter in Frage gestellt. Es verwundert deshalb nicht, daß der »Mythos« des intellektuellen Altersabbaus lebhaft diskutiert wird (Baltes & Schaie 1974, 1976, Horn & Donaldson 1976, 1977, Rotwimick 1977, Schaie & Baltes 1977, Labouvie-Vief 1985, Schaie 1990).

Warum Intelligenzuntersuchungen im Erwachsenenalter?

In den ersten empirischen Untersuchungen zur Intelligenz ging es darum, den Erwerb von Funktionen und Fertigkeiten in frühen Entwicklungsstadien zu analysieren. Theoretiker wie C. Stanley Hall (1922), H.L. Hollingworth (1927) und Sydney Pressey (1939) lenkten aber bald das Interesse auf komplexe Problemstellungen: Fragen nach dem Zeitpunkt und den Bedingungen der Erreichung des höchsten Leistungsniveaus, Fragen der Transformation der Intelligenzstruktur, und der Verminderung der Intelligenz im späteren Erwachsenen- und Seniorenalter. Einer der früheren Befunde, die bei Intelligenzentwicklungsforschern auf Interesse stießen, stammte aus einer Untersuchung von Yerkes (1921), die an Soldaten des 1. Weltkriegs durchgeführt wurde. Yerkes berichtete, daß das Intelligenzniveau junger Erwachsener nur bei 13 Jahren lag. In der ersten Standardisierung des Binet-Intelligenztests für die USA, die von Terman (1916) durchgeführt wurde, wurde ebenfalls angenommen, daß die Intelligenzentwicklung mit 16 Jahren ihren Höhepunkt erreicht und dann konstant bleibt. Solche Annahmen wurden aber bald durch andere empirische Untersuchungen in Frage gestellt. So zeigten z.B. Jones & Conrad (1933) wie auch Wechsler (1939), daß das Intelligenzwachstum nicht im früheren Erwachsenenalter aufhört, daß die höchsten Leistungsniveaus differenter Intelligenzfunktionen nicht mit ein und demselben Lebensalter erreicht werden und daß die bestehenden Altersunterschiede sich nicht in gleicher

Weise über das gesamte Fähigkeitsspektrum verteilen.

Diese Tatsachen wären heute vermutlich nur noch von historischem Interesse, wenn sich nicht Breitbandverfahren der Intelligenzmesung zur Prognose des Schulerfolgs und des Erfolgs in Berufen, die Schulwissen bzw. -fertigkeiten voraussetzen, als ziemlich nützlich erwiesen hätten. Bestimmte Fähigkeitsmaße sind auch zur Leistungsvorhersage in spezifischen Anforderungssituationen eingesetzt worden. Und schließlich haben Klinische Psychologen die Analyse intellektueller Leistungsmuster bei diagnostischen Fragestellungen im Bereich der Psychopathologie nützlich gefunden. Zudem ist offensichtlich die Bestimmung der intellektuellen Kompetenz in der Arbeit mit älteren Menschen erforderlich; das gilt z. B. für die psychologische Beurteilung bei Zwangspensionierungen, die Beurteilung der Umschulbarkeit und der Fähigkeit zur Übernahme neuer Lebensrollen, Fragen der Zumutbarkeit bestimmter Lebensformen (z. B. eigene Haushaltsführung vs. Heimunterbringung) und Fragen der Erhaltung sowie Verfügung über das Eigentum, z. B. bei Entmündigungsanträgen (Matarazzo 1972, Schaie & Willis 1978, Schaie 1988). Wenn wir uns mit den oben angesprochenen Fragestellungen vernünftig auseinandersetzen wollen, dann müssen wir etwas über die Entwicklungsmuster der verschiedenen Fähigkeiten wissen und insbesondere auch die Altersbereiche kennen, in denen die intellektuellen Einzel Fähigkeiten ihr Gipfelniveau erreichen. Mit diesem Wissen können wir zwischen Altersgruppen differenzieren, wir können zwischen mangelnder Anpassung und echtem Altersabbau unterscheiden und können dann auch vielleicht diejenigen Einflußgrößen und ihre Interaktion verstehen, die die Beobachtungen erklären, daß die intellektuellen Fähigkeiten bei einigen Menschen bereits im früheren Erwachsenenalter abnehmen, während andere diese Fähigkeiten bis ins hohe Alter behalten und verbessern.

Empirische Befunde

Im folgenden werden wir uns mit der empirischen Literatur über altersabhängige Veränderungen der Intelligenz befassen. Ich werde dazu von einer kurzen Zusammenfassung der Literatur über den bekannten Wechsler-Intelligenztest ausgehen und anschließend zeigen, daß viele dieser Untersuchungen methodisch unzulänglich und deshalb kaum für weitergehende Schlußfolgerungen geeignet sind. Ich werde dann Arbeiten von mir und meinen Mitarbeitern über den Primary Mental Abilities Test darstellen (vgl. die detailliertere Darstellung bei Schaie 1983, Schaie & Hertzog 1986). Dazu soll kurz darauf eingegangen werden, wie Gesundheitszustand und Umwelteinflüsse mit kognitiven Veränderungen interagieren.

Wechsler-Test-Daten zur altersbedingten Veränderung der Intelligenz

Der Wechsler Adult Intelligence Test (WAIS) besteht aus 11 faktoriell komplexen Untertests. Von diesen beziehen sich 6 primär auf verbales Verhalten und werden - abkürzend - mit dem Begriff Verbalteil bezeichnet. Die restlichen 5 Untertests bestehen aus Aufgaben, die hauptsächlich nonverbaler Natur sind; sie werden auch als Handlungsteil des Wechsler-Tests bezeichnet. Obwohl der Wechsler-Test bereits 1939 erschien, wurden Normdaten für Personen jenseits des 60. Lebensjahres erst 1955 publiziert (Doppelt & Wallace 1955).

Tab. 1 (nach Matarazzo 1972, S. 354) stellt die Altersmittelwerte in den Untertests des WAIS vom frühen Erwachsenenalter bis zum späten mittleren Erwachsenenalter dar. Der Mittelwert dieser Skala beträgt 10, die Standardabweichung 3. Die meisten Mittelwertabweichungen erscheinen unerheblich (nur eine erreicht den Wert einer Standardabweichung), sind aber in ihrer Richtung konsistent. Die größeren Abweichungen findet man bei Untertests mit einer Geschwindigkeitskomponente. Eine fest vorgegebene Bearbeitungszeit erscheint daher zunehmend ungeeignet um die psy-

Tab. 1: Mittelwerte der WAIS Untertests vom frühen bis zum späten mittleren Erwachsenenalter

Subtest	20-24	25-34	35-44	45-54	55-64
Verbalteil					
Allgemeines Wissen	9,8	10,3	10,3	9,9	9,9
Allgemeines Verständnis	10,0	10,2	10,2	9,9	9,6
Rechnerisches Denken	10,0	10,1	10,2	9,8	9,4
Gemeinsamkeitenfinden	10,2	10,1	9,2	9,0	9,0
Zahlennachsprechen	9,9	10,0	9,6	9,0	8,4
Wortschatz	9,6	10,3	10,4	10,1	10,1
Handlungsteil					
Zahlensymboltest	10,1	9,9	8,5	7,5	6,3
Bilderergänzen	10,1	10,0	9,8	8,6	8,0
Mosaiktest	9,9	10,0	9,4	8,5	7,7
Bilderordnen	10,5	9,7	9,1	8,0	7,3
Figurenlegen	10,1	10,0	9,3	8,5	7,8

Hinweis: Die Mittelwerte beruhen auf n = 200.

Entnommen aus Wechsler's Measurement and Appraisal of Adult Intelligence von J. D. Matarazzo. Copyright 1939, 1941, 1944, 1958 by David Wechsler, 1972 by Oxford University Press. Wiedergabe mit Genehmigung des Autors und des Verlages.

chologische Leistungsstruktur bei älteren Menschen in fäkt. Weise zu erfassen. Es ist bemerkenswert, daß sich im Verbalteil bis ins 60. Lebensjahr keine Verminderung der Testwerte feststellen läßt. Dagegen zeigt sich in den Untertests des Handlungsteils eine deutliche Testwertverminderung.

Normen für die WAIS Testwerte von Personen über 65 Jahren wurden von Doppelt & Wallace (1955) ermittelt. Diese Normdaten zeigen einen deutlichen Testwertabfall - auch für die verbalen Untertests - nach dem 70. Lebensjahr. Am deutlichsten ist dieser Abfall wiederum für die Subtests aus dem Handlungsteil, die alle unter Zeitdruck zu bearbeiten sind. Diese Diskrepanz zwischen Verbal- und Handlungsteil ist wiederholt beobachtet worden und gilt für beide Geschlechter, unterschiedliche rassische Gruppen und Personen verschiedener sozioökonomischer Herkunft (Field, Schaie & Leino 1988, Sattler, 1982; Siegler, 1983).

Eisdorfer & Wilkie (1973) untersuchten in einer Längsschnittstudie zu Veränderungen in WAIS Testwerten 70jährige Probanden. Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich bei vier Meßzeitpunkten über zehn Jahre. Einige dieser Versuchspersonen wurden zu-

sätzlich mit drei Testterminen fünf Jahre länger nachuntersucht. Innerhalb des Untersuchungszeitraums von zehn Jahren wiesen die eingangs 60jährigen als 70jährige eine statistisch signifikante Leistungsverschlechterung aus; allerdings belief sich diese Leistungsverschlechterung im Handlungsteil nur auf zwei Wertpunkte und im Verbalteil sogar nur auf 0,6 Wertpunkte. Von den 70j. in die 80j. Lebensjahre war die Leistungsabnahme deutlicher: sie betrug im Mittel 7,3 Wertpunkte und verteilte sich gleichmäßig auf den Handlungs- und Verbalteil.

Im Gegensatz zu diesen Befunden stehen einige Untersuchungen an hochselegierten Gruppen, die selbst in sehr hohem Lebensalter nur geringe oder gar keine Leistungsverluste im Wortschatztest aufweisen (Gilbert 1973, Gren 1969).

Altersbedingte Veränderungen im Primary Mental Abilities Test

Man erhält ein klareres Bild, wenn man die Altersunterschiede im faktoriell weniger komplexen Primary Mental Abilities Test

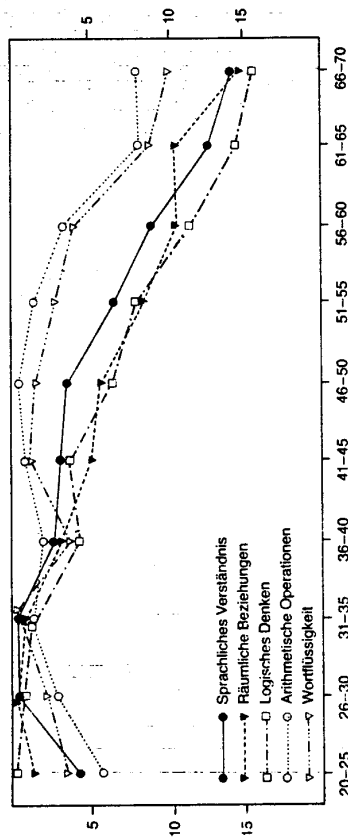


Abb. 1: Minderung der primary mental abilities in T-Werten vom Höchstleistungsalter über 10 sukzessive Alterskohorten nach Schaie (1958). Wiedergabe mit Genehmigung des Verlages.

(Thurstone & Thurstone 1949, Schaie 1985) untersucht.

Die Ergebnisse der ersten parametrischen Untersuchung mit diesem Test werden in Abb. 1 dargestellt; das Lebensalter der untersuchten Probanden reicht vom frühen Erwachsenenalter bis ins frühe Seniorenalter (Schaie 1958). Fünf intellektuelle Fähigkeiten wurden systematisch erhoben: sprachliches Verständnis (V = Verbal Meaning), Erfassen räumlicher Beziehung und Veranschaulichungen (S = Space), logisches Denken (R = Reasoning), Umgehen mit einfachen arithmetischen Operationen (N = Number), Wortflüssigkeit (W = Word Fluency).

Bis zum 50. Lebensjahr findet man nur geringe Minderungen in den Testwerten für sprachliches Verständnis, logisches Denken und räumliche Beziehungen/Veranschaulichung. Wortflüssigkeit und Umgehen mit einfachen arithmetischen Operationen weisen erst bei den 60jährigen einen leichten Abfall auf. Selbst bei den 70jährigen ist der Abfall in den Untertests Umgehen mit einfachen mathematischen Operationen und Wortflüssigkeit geringer als eine Standardabweichung. Der Abb. 1 ist ebenfalls zu entnehmen, daß Erwachsene im Altersbereich 31 bis 35 Jahre das höchste Entwicklungsniveau in allen Untertests erreichen.

Bei den in Abb. 1 dargestellten Ergebnissen handelt es sich um Querschnittsdaten. Die

wesentliche Problematik bei der Interpretierbarkeit von Querschnittsdaten besteht darin, daß altersabhängige Veränderungen mit Generationsunterschieden konfundiert sind. Diese Konfundierung läßt sich aufheben, wenn man an die Querschnittserhebung Längsschnitterhebungen in den einzelnen Alterskohorten anschließt. Zur Kreuzvalidierung und Absicherung gegen Testwiederholungseffekte empfiehlt sich die Einbeziehung von Daten aus unabhängigen Stichproben. Man ergänzt also die Längsschnitterhebung jeder Alterskohorte dadurch, daß man zu jedem Testzeitpunkt eine unabhängige Stichprobe altersgleicher Probanden, die nur einmal untersucht wird, in die Datenerhebung einbezieht.

In unseren Studien gelang es, die Personen der Stichproben aus dem Jahre 1956 nach 7, 14, 21 und 28 Jahren jeweils nachzuuntersuchen. Zudem konnten wir 1963, 1970, 1977 und 1984 unabhängige Stichproben aus derselben Population ziehen. Diese neuen Stichproben wurden bei jedem nachfolgenden Termin erneut untersucht (Schaie 1983, 1989, Schaie & Hertzog 1986).

Ergebnisse aus den Panel Untersuchungen

Die erste Längsschnitterhebung

Unsere Längsschnitterhebung begann 1956. Nach sieben Jahren (1963) wurden

303 Personen aus dieser Stichprobe zum zweiten Mal untersucht. Die Mittelwerte vergleichbarer Altersgruppen waren 1963 in fast allen untersuchten Variablen größer als 1956. Die Ausnahme stellt die Wortflüssigkeit dar: hier lagen die Mittelwerte aus 1963 niedriger als 1956. Im longitudinalen Vergleich fanden wir wiederum bestätigt, daß mit Ausnahme der Wortflüssigkeit – die altersabhängigen Veränderungen in den Leistungsvariablen bis in die 60iger Jahre nur minimal waren. Nach dem 60. Lebensjahr lagen in den Longitudinaldaten – im Gegensatz zu den berichteten Querschnittsergebnissen – die größten Testwertminderungen wiederum im Bereich der Wortflüssigkeit; in den übrigen Untertests (logisches Denken, räumliche Beziehungen und Veranschaulichung, einfache arithmetische Fertigkeiten, sprachliches Verständnis) waren die längsschnittlichen Veränderungen selbst nach dem 60. Lebensjahr ziemlich gering.

Zum Vergleich der Ergebnisse unserer Querschnittstudie mit denen der Längsschnitterhebung konstruierten wir geeignete Veränderungsindizes. Am schlüssigsten erschienen uns ein Vergleich zwischen kurzfristigen Longitudinaldaten und Querschnittsdaten, die man erhält, wenn man die Mittelwerte der Querschnittsdaten über jenes Zeitintervall bildet, das die Longitudinalsegmente einschließt. Abb. 2 gibt die geschätzten durchschnittlichen Querschnittsgradienten sowie die Längsschnittgradienten graphisch wieder. Die Graphiken in Abb. 2 stellen jeweils die Altersgradienten für die Querschnitts- und Längsschnittsdaten über die fünf Tests und über zwei Indikatoren, die aus den Untertests zusammengesetzt sind (Intellectual Ability, Educational Aptitude), Querschnittsdaten wiedergibt, basiert auf den Testergebnissen von Personen differenter Alterskohorten. Die strichlierte Linie veranschaulicht den Leistungsgradienten auf der Grundlage geschätzter Längsschnittsdaten aus einer einzigen Alterskohorte. Die Bedeutung der Beziehung zwischen den dargestellten Längsschnittlichen und querschnittlichen Datenverläufen läßt sich anhand folgender Annahmen verdeutlichen. Nimmt man an, daß die Altersunterschiede ausschließlich

auf reifungsbedingte oder andere alterskorrelierte Faktoren zurückzuführen sind, dann sollten die beiden Gradienten zusammenfallen bzw. – wenn man die Fehlerstreuung berücksichtigt – sehr nahe beieinander liegen. Beruhen aber die Unterschiede im Querschnittsvergleich hauptsächlich auf unterschiedlichen Begabungen und Erfahrungen aufeinanderfolgender Alterskohorten, dann sollten die beiden Gradienten divergieren. Wenn die Generationsunterschiede in eine positive Richtung gehen (d. h. die jeweils jüngere Alterskohorte ist begabter, erfahrener oder geübter im jeweiligen Leistungsmerkmal), dann sollte der Querschnittsgradient, der die Unterschiede zwischen den Generationen widerspiegelt, unterhalb des Längsschnittgradienten verlaufen, der ja die Veränderungen innerhalb einer Generation bzw. Alterskohorte wiedergibt. Bewegungen sich die Altersgruppen- bzw. Generationsunterschiede hingegen in eine negative Richtung, dann sind die Querschnittsgradienten über den Längsschnittgradienten zu erwarten.

An sich sind die Datenverläufe für die Untertests sprachliches Verständnis, räumliche Beziehungen/Veranschaulichung und logisches Denken als Hinweise für eine positive Altersgruppen- bzw. Generationsveränderung zu interpretieren. In geringerem Maße trifft dieselbe Interpretation für den Datenverlauf des Untertests »einfache arithmetische Operationen« zu. Auf negative Generationsunterschiede weist das Verhältnis von Längs- und Querschnittsverlauf im Untertest Wortflüssigkeit hin. Daß in dem zusammengesetzten Maß Index of Intellectual Ability keine Unterschiede zwischen Quer- und Längsschnittgradienten sichtbar werden, ist nicht ganz unerwartet, wenn man berücksichtigt, daß bei der Bildung des Indexwertes durch die Addition positive und negative Generationsunterschiede ausgemittelt worden sind. Im Gegensatz dazu zeigt der Index of Educational Aptitude positive Generationsunterschiede, da er aus zwei Einzelvariablen zusammengesetzt ist, von denen jede einzelne bereits auf positive Generationsunterschiede hinweist.

Die zweite Längsschnittstudie

Aus der Stichprobe von 1963 konnten 1970 162 Personen zum dritten Mal untersucht werden. Zusätzlich sind zum selben Zeitpunkt 418 Personen zum zweiten Mal untersucht worden, die 1963 zum ersten Mal im Rahmen der Längsschnittstudie getestet wurden. Auf der Grundlage dieser Daten waren zwei Fragestellungen prüfbar, die anhand der Daten aus dem ersten Teil der Längsschnittstudie noch nicht zu beantworten waren. Zunächst einmal konnten wir anhand dieses neuen Datensatzes wiederum die individuellen altersabhängigen Veränderungen bei sieben aufeinanderfolgenden 7-Jahres-Kohorten beschreiben und zwar über einen Zeitraum von 14 Jahren (Schaie & Labouvie-Vief 1974). Gleichmaßen interessant ist die Replikation der individuellen Veränderungen über einen Zeitraum von sieben Jahren anhand der in 1963 und 1970 jeweils neu rekrutierten unabhängigen Stichproben. Diese beiden Stichproben erlauben die Anwendung der kohortensequentiellen Methode (Schaie 1977) und gestatten eine Abschätzung der relativen Größe von Alters- und Kohortenvarianz (Schaie & Parham 1977).

Die über den Zeitraum von 14 Jahren erhobenen Daten kann man auch als simultane Längsschnittstudie an sieben Kohorten von 1956 bis 1970 auffassen, wobei das mittlere Lebensalter der Kohorten jeweils um sieben Jahre differiert. Die älteste Kohorte, deren Geburtsalter um das Jahr 1889 liegt, wurde im Mittel vom 67. bis zum 81. Lebensjahr untersucht. Die jüngste Kohorte – Geburtsdatum um 1938 – wurde im Mittel zuerst mit 25 Jahren und zuletzt mit 39 Jahren untersucht usw. Die Ergebnisse dieser Analyse werden in Abb. 3 dargestellt.

Abb. 3 verdeutlicht die erheblichen Unterschiede zwischen den Jahrgangskohorten. Darüber hinaus wird man aber auch bemerken, daß Interaktionen zwischen einzelnen Leistungsmerkmalen und Alterskohorten vorliegen. Betrachtet man zunächst die Merkmale logisches Denken und räumliche Beziehung/Verschauflichung, so entnimmt man der Abbildung, daß hier eine überzufällige Leistungsabnahme ($p < .01$) nur in der

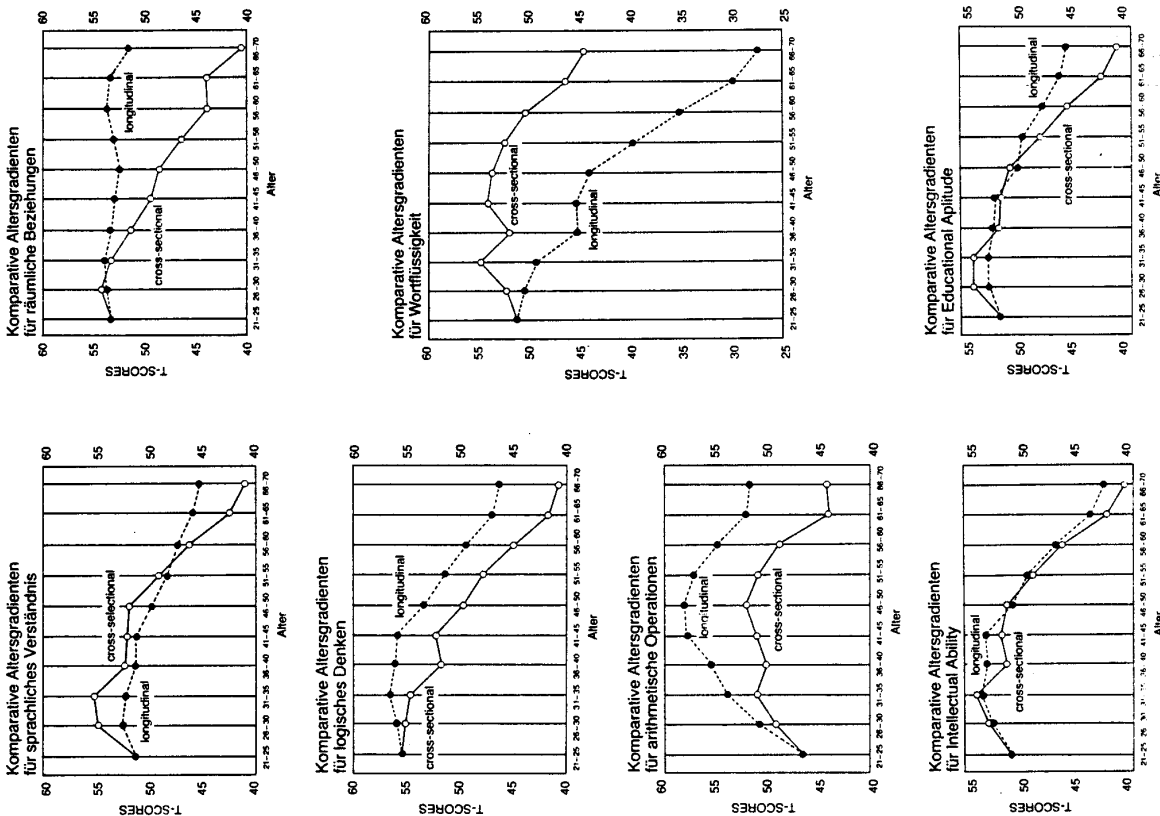


Abb.2: Vergleich querschnittlicher und längsschnittlicher Altersgradienten nach Schaie & Strother (1986b).

ältesten Jahrgangskohorte (67 bis 81 Jahre) vorliegt. Für das Leistungsmerkmal »Umgehen mit einfachen arithmetischen Operationen« findet man im 14jährigen Beobachtungszeitraum keine reliablen Veränderungen. Das sprachliche Verständnis nimmt in den beiden ältesten Jahrgangskohorten deutlich ab; der Abfall beginnt im 60. Lebensjahr und ist noch einmal besonders deutlich in der Zeitspanne vom 74. bis zum 81. Lebensjahr. Für das Merkmal Wortflüssigkeit beobachtet man deutliche Abnahme jenseits des 39. Lebensjahres; nur in den beiden jüngsten Alterskohorten weist dieses Merkmal keine wesentlichen Änderungen auf. Betrachtet man die beiden zusammengesetzten Maße, so beginnt der Abfall des Index of Intellectual Ability mit dem 53. Lebensjahr und die Abnahme des Index of Educational Aptitude mit dem 60. Lebensjahr. Neben den Leistungsabnahmen sind aber auch die Leistungssteigerungen zu beachten: sie sind für den Altersbereich von 25 bis 39 Jahren in den Merkmalen sprachliches Verständnis und Index of Educational Aptitude zu registrieren.

Zusammenfassend stützen die Daten eindeutig unsere These, daß die altersabhängigen Veränderungen der Intelligenz relativ spät einsetzen und nicht gleichzeitig alle Komponenten der Intelligenz in Stichproben gesunder Personen betreffen.

Die Trainingsstudie

Es stellt sich nun die Frage, ob dies ein Vorgang ist, der sich unabhängig davon, wie früh oder spät der Altersabfall der Intelligenz einsetzt, durch entsprechende Interventionen wieder umkehren lassen könnte. Die Untersuchung dieser Frage ist besonders wichtig, weil entsprechende Befunde darüber Aufschluß geben würden, ob der Altersabfall durchweg physiologische Altersverluste widerspiegelt oder aber durch existentielle Phänomene (Ruhestandsetzung, »Verrosteten« nicht geübter Fähigkeiten usw.) bedingt ist. Als Teil unserer fünften (1983/84) Untersuchung wurden 229 Probanden im Alter von über 65 Jahren (Durchschnittsalter = 72 Jahre) in ein Trainings-

programm einbezogen. Alle Probanden bekamen fünf »Nachhilfestunden«, in denen sie von einem Trainer in Strategien zur Problemlösung in zwei Fähigkeiten unterrichtet wurden. Die Probanden wurden entweder im »Logischen Denken« oder in »Räumlichen Beziehungen« trainiert. Zwei Drittel der Probanden profitierten mit statistischer Zuverlässigkeit von diesem Training. Was noch überzeugender scheint, war der Befund, daß von denjenigen Probanden, die über 14 Jahre hin einen signifikanten Abfall aufwiesen, über 40 Prozent wieder den Stand vor dem Abfallbeginn erreichen konnten (Schaie & Willis, 1986; Willis 1987). Wir schließen hieraus, daß der beobachtete Abfall für einen Großteil unserer Probanden durch reversible Umweltphänomene und nicht durch physiologische Verluste verursacht wurde.

Zur Größe der altersabhängigen Intelligenzveränderungen

Als Wissenschaftler interessiert uns der Nachweis des Vorliegens bzw. Nichtvorliegens verlässlicher Unterschiede oder Beziehungen. Häufig wird aber nicht weiter geprüft, ob solche Unterschiede bzw. Zusammenhänge groß genug sind, um fundierte Ratschläge für einen Anwendungsbereich zu begründen. In diesem Abschnitt wollen wir uns deshalb mit der Größe der altersabhängigen Intelligenzveränderungen beschäftigen. Dabei stützen wir uns auf die Veränderungen innerhalb unserer Kohorten vom 25. bis 81. Lebensjahr sowie auf die Unterschiede zwischen den Alterskohorten der Geburtsjahre 1889 bis 1938 (vgl. auch Schaie & Parham 1977, Schaie 1983). Das Problem der Abschätzung der praktischen Bedeutung von Unterschieden haben wir dabei so in Angriff genommen, daß wir die Altersveränderungen kumulativ summiert und auf das Leistungsniveau der mit 25 Jahren getesteten Stichproben bezogen haben. Dazu wurden die Mittelwerte über die zwei 7-Jahres-Intervalle berechnet und anschließend sukzessiv über die Veränderung

innerhalb der Kohorten addiert. Bei Daten mit Meßwertwiederholungen führt dieses Verfahren zu konservativen Schätzungen, die eher auf Abbauschätzungen hinweisen, da die Veränderungen in einer Stichprobe merkmalsspezifischer selektierter Probanden wegen der Selektivität der Ausfälle eher zum Mittelwert regressieren werden (vgl. Baltus, Nesselroade, Schaie & Labouvie 1972). Eine naheliegende Methode zur Abschätzung der praktischen Signifikanz kumulativ altersabhängiger Veränderungen und/oder Kohortenunterschiede stellt der Rückgriff auf die traditionelle Annahme dar, daß bei Normalverteilung die mittleren 50% der Probanden in Leistungstests im Bereich von 2/3 einer Standardabweichung (1 Probable Error) um den Mittelwert liegen (Matarazzo 1972, S. 124 bis 126). Von diesem Kriterium aus gesehen, kann man eine kumulative Leistungsabnahme dann als praktisch bedeutsam betrachten, wenn die Leistungen der älteren Kohorten mehr als 2/3 einer Standardabweichung unter dem Mittelwert der jüngeren Kohorten liegt, d. h. also, wenn sich die Leistungen der älteren Kohorten ins unterste Quartil bewegen (s. auch Schaie 1980).

In Tab. 2 sind die Leistungen der 32-jährigen bis 81-jährigen in Intervallschritten von 7 Jahren im Verhältnis zur Leistung 25-jähriger kalibriert dargestellt. Sehen wir uns zunächst die Testwertverläufe der Probanden aus der längsschnittlichen Panel-Studie an, die eine positive Selektion darstellen, nachdem leistungsschwächere Probanden ihre Teilnahme an der Untersuchung frühzeitig abgebrochen hatten. In der äußersten rechten Spalte der Tab. 2 ist jeweils der Testwert der 25-jährigen angegebener, der den untersten Quartil beschreibt. Gehen wir nun zeilenweise die einzelnen Variablen der Gruppe R durch, so finden wir nur in drei Variablen eine Änderung, die unterhalb des kritischen Grenzwertes liegt: dabei handelt es sich um die Variablen Wortflüssigkeit im 67. Lebensjahr sowie intellektives Denken und Index of Intellectual Aptitude im 81. Lebensjahr. Der Testwertverlauf in den unabhängigen Stichproben, die ja ein höheres Maß an Repräsentativität für die Allgemeinbevölkerung beanspruchen können

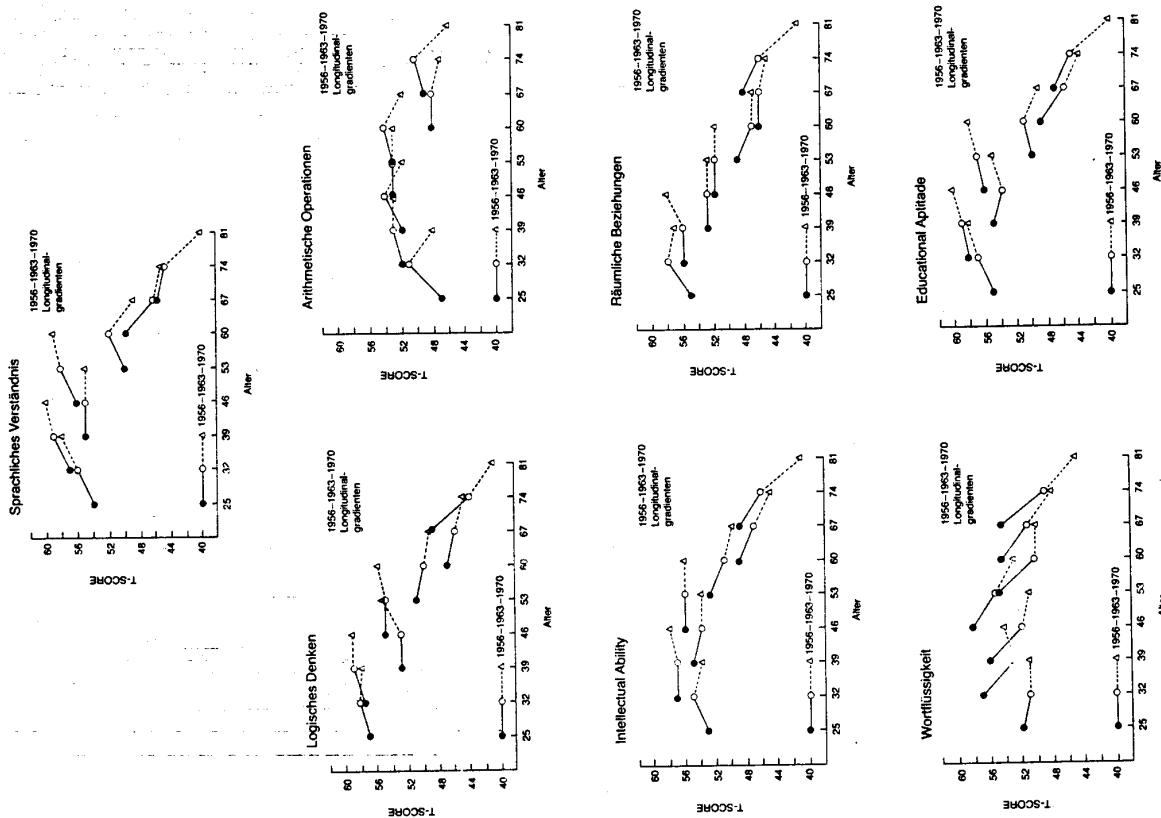


Abb. 3: Mittlere T-Werte der Kohorten aus der 14-jährigen Längsschnittstudie in Merkmalen des Primary Mental Abilities Test nach Schaie & Labouvie-Vief (1974).

Tab. 2: Index der altersabhängigen Veränderungen auf ganze Zahlen gerundet

Variable	Alter in Jahren -1 PE bei									
	32	39	46	53	60	67	74	81	88	25
Sprachliches Verständnis	R	107	112	116	119	120	117	110	103	84
	I	102	102	100	95	89	80	74	83	
Räumliche Beziehungen	R	113	114	117	118	117	110	97	77	71
	I	98	90	89	82	81	68	58	55	71
Induktives Denken	R	94	97	97	95	96	91	82	74	80
	I	97	90	84	76	72	64	58	53	79
Arithmetische Operationen	R	110	114	115	116	120	116	103	89	71
	I	116	119	121	115	115	106	98	85	74
Wortflüssigkeit	R	100	96	95	89	86	74	63	52	83
	I	96	89	85	77	74	60	50	46	82
Intellectual Ability	R	107	106	110	109	109	103	93	81	84
	I	103	99	97	90	88	79	70	63	84
Educational Aptitude	R	107	112	116	117	118	115	108	101	85
	I	101	100	97	92	91	84	76	70	83

Hinweis: Bezugsgröße sind die Testwerte 25-jähriger Personen, die gleich 100 gesetzt wurden. R = Panel mit Meßwiederholungen; I = Unabhängige Stichprobe. Entnommen aus Schaie & Parham (1977).

nen, weist auf frühere und ausgeprägtere Leistungsabfälle hin. So unterschreitet bereits im 53. Lebensjahr den kritischen Grenzwert, die Grenzwertunterschreitungen für Erfassen räumlicher Beziehungen/Veranschaulichung und den Index of Intellectual Ability liegen im 67. Lebensjahr und für Wortflüssigkeit und den Index of Educational Aptitude im 74. Lebensjahr.

Obwohl der Altersabfall in einzelnen Fähigkeiten bis in das sehr hohe Alter im Durchschnitt minimale Ausmaße hat und nur für einen verhältnismäßig kleinen Prozentsatz unserer Probanden signifikante Größen erreicht, ergibt sich schließlich die Frage, ob sich dieser Abfall bei einzelnen Versuchspersonen auf eine oder mehrere Fähigkeiten überträgt. Hierzu berechnen wir die kumulative Wahrscheinlichkeit von einem statistisch zuverlässigen Abfall bei einer, zwei, drei, vier oder mehr der von uns untersuchten Fähigkeiten (siehe Abb. 4). Es muß noch darauf hingewiesen werden, daß die dieser Abbildung zugrundeliegenden Schätzungen die Abfallsquoten überschätzen, da sie nicht die in der Jugend und dem mittleren Lebensalter häufig anzutreffenden natürlichen oder durch Interventionstraining erzielten Steige-

rungen berücksichtigen. Trotzdem zeigt sich, daß das Risiko eines Altersabfalls in nur einer der Fähigkeiten bereits mit 35 Jahren bei ca. 50 Prozent liegt und dieses Niveau für zwei Fähigkeiten mit 60 Jahren erreicht wird. Jedoch fanden wir nur eine Versuchsperson, die einen Altersabfall aller fünf Fähigkeiten aufwies; und die Abfallsquote für drei Fähigkeiten erreichte das 50-Prozent-Niveau erst mit 88 Jahren.

Die Abhängigkeit der Veränderungen von demographischen Faktoren, Gesundheitszustand und sozialer Umgebung

Unsere bisherigen Ausführungen haben gezeigt, daß die Altersabnahme einzelner Intelligenzfunktionen weder so groß noch so einheitlich ist wie laienpsychologische Vorstellungen glauben machen wollen und daß darüber hinaus die Kohorten- bzw. Generationensunterschiede ernstgenommen werden müssen. Wir müssen uns nun fragen, wie diese Kohorten- bzw. Altersunterschiede zustandekommen können. Man kann ohne

MULTIPLE RISK

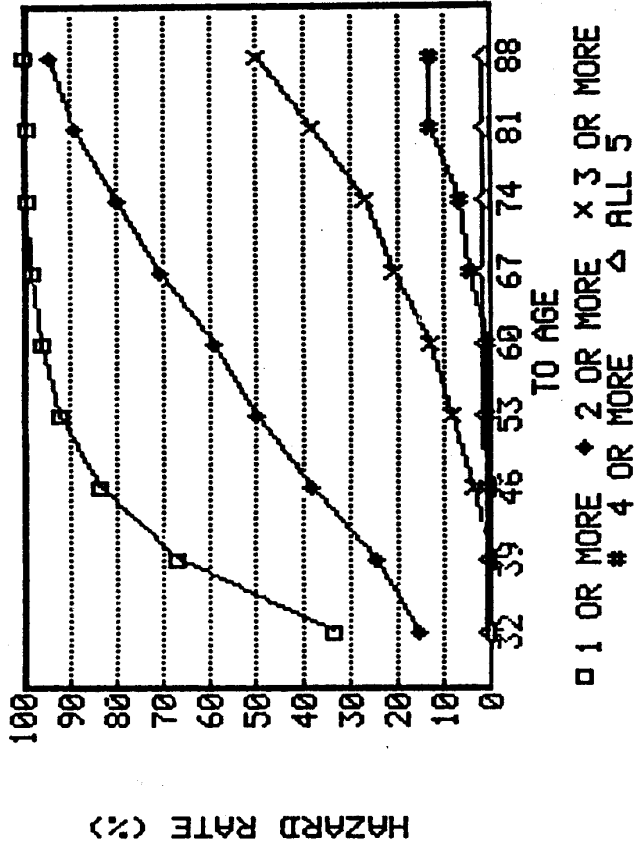


Abb. 4: Kumulatives Risiko für einen Altersabfall bei einer, zwei, drei, vier oder fünf Fähigkeiten (nach Schaie 1989).

Schwierigkeiten eine Vielzahl von endogenen und exogenen Variablen aufzählen, in denen sich Generationen – wie immer man sie definieren mag – unterscheiden. Aus dieser Vielzahl haben wir bisher erst einige globale demographische Indikatoren untersucht, die Krankheitsgeschichte und die soziale Umgebung.

Demographische Faktoren

Wir haben uns den demographischen Faktoren zugewandt, nachdem wir in unserer ersten Querschnittsuntersuchung festgestellt hatten, daß die Unterschiede zwischen Al-

terskohorten in demographischen Variablen wie Einkommen, Bildung und berufliche Stellung überzufällig groß waren. Mit Hilfe von Kovarianzanalysen versuchten wir die Effekte dieser demographischen Variablen auf die Testleistungen auszupartialisieren (Schaie 1959). Erwartungsgemäß wurden danach die altersabhängigen Effekte geringer, sie verschwanden aber nicht. Natürlich sind die demographischen Merkmale über die einzelnen Alterskohorten unterschiedlich verteilt. Daraus folgt m.E. aber, daß die Bedeutung ein und desselben Einkommens- oder Bildungsniveaus in unterschiedlichen Alterskohorten bzw. Generationen unterschiedlich sein kann (siehe auch Willis 1989).

Der Einfluß von Krankheiten

In jüngster Zeit haben wir den Einfluß der Krankengeschichte der Probanden auf die Veränderungen ihrer intellektuellen Funktionen untersucht. Dazu wurden die Krankenhauskontakte von 150 unserer Probanden nach der International Classification of Diseases (ICD) registriert (US Public Health Service 1968). Von den insgesamt über 8000 Klassifikationsstellen des ICD traten in der untersuchten Gruppe etwa 820 auf. Durch Zusammenfassung ähnlicher Kategorien gelangten wir schließlich zu 448 Krankheitsklassen. Diese Krankheitsklassen wurden von 12 Medizinern (6 Internisten und 6 Psychiater) nach der Methode der Q-Sortierung geordnet. Die Q-Sortierung erfolgte auf einer 11-Punkte-Skala, die von »harmlos« bis »äußerst schwer« reicht. Die Ärzte sollten ihre Schwereurteilung am Einfluß der Erkrankung auf das Wohlbefinden und an der Prognose orientieren (Parham, Gribbin, Hertzog & Schaie 1975). Die Ergebnisse dieser Analyse überraschten durch nur geringe Beziehungen zwischen der Krankheitsgeschichte und den intellektuellen Fähigkeiten unserer Probanden. Diese schwachen Zusammenhänge ließen sich v. a. für die Leistungsmerkmale Wortflüssigkeit und sprachliches Verständnis sichern, allerdings nur dann, wenn man die Schwere der einzelnen Krankheitsepisoden berücksichtigte. Gesonderte Untersuchungen wurden für die Probandengruppe durchgeführt, die *kardiovaskuläre Erkrankungen* hatte. Bei einer genaueren Analyse von 155 Probanden unserer 14jährigen Längsschnittstudie ergaben sich mehrere interessante Befunde. Auf den ersten Blick führen kardiovaskuläre Erkrankungen zu einem Abfall in allen untersuchten Leistungsvariablen. Berücksichtigt man aber das Lebensalter, dann sind keine Einflüsse dieser Erkrankung auf die Leistungsmerkmale Wortflüssigkeit und Erfassen räumlicher Beziehungen/Veranschaulichung festzustellen. Berücksichtigt man den sozioökonomischen Status der Probanden, dann beschränkt sich die Wirkung der Erkrankung im Leistungsbereich ausschließlich auf das Merkmal »Umgehen mit einfachen arithmetischen Operationen« und den Index

of Intellectual Ability. Die Ergebnisse dieser Analysen besagen also, daß kardiovaskuläre Erkrankungen eine höhere Prävalenz bei Probanden aus älteren Kohorten und bei Probanden von geringerem sozioökonomischen Status haben, die dann auch im Primary Mental Abilities Test schlechter abschneiden. Wir müssen feststellen, daß kardiovaskuläre Erkrankungen in der Tat zur Abnahme intellektueller Leistungen beitragen, dürfen gleichzeitig aber nicht übersehen, daß der durch die Erkrankung aufgeklärte Varianzanteil ziemlich klein ist und daß die Kausalbeziehungen zwischen Erkrankung und Leistungen vermutlich indirekt und unspezifisch sind. So können z. B. kardiovaskuläre Erkrankungen zu einer Veränderung des Lebensstils führen, der seinerseits unmittelbar die Erhaltung der kognitiven Funktionen beeinflusst (Hertzog, Schaie & Gribbin 1978). Die Umkehrung des oben beschriebenen Zusammenhangs ist natürlich auch vorstellbar: sie könnte darin bestehen, daß Personen mit wenig gesundheitsförderlichen Lebensstilen, mit geringer Intelligenz und Bildung ein höheres Risiko für die Ausbildung kardiovaskulärer Erkrankungen aufweisen.

Einflüsse der sozialen Umgebung

Wir sind auch der Frage nach den Einflüssen der sozialen Umgebung auf Leistungsniveau und Leistungsänderung unserer Probanden eine Mikroanalyse des sozialen Umfelds durchgeführt. Aus unserer 14jährigen Längsschnittstudie wurden 140 Personen mit einem Life-Complexity Inventory (LCI) untersucht. Die Analyse der mit dem Life-Complexity Inventory erhobenen Daten führte zu folgenden acht Clustern:

- (1) Unzufriedenheit mit den eigenen Lebensverhältnissen
- (2) Niveau der gesellschaftlichen Stellung
- (3) unruhige Umgebung
- (4) Auflösung der familiären Bindungen
- (5) sozialer Rückzug
- (6) halbherzige oder passive Teilnahme an den Geschehnissen in der eigenen Umwelt

- (7) Aufrechterhaltung kultureller Interessen
- (8) hausfrauliche Tätigkeiten.

Anschließend wurden die Korrelationen zwischen den LCI Clusterwerten und dem intellektuellen Leistungsniveau zu allen drei Meßzeitpunkten berechnet. Positive Korrelationen bestanden zwischen allen Leistungsvariablen und dem sozialen Status. Ausprägter sozialer Rückzug korrelierte mit allen Fähigkeitsvariablen negativ. Zusätzlich standen höhere kulturelle Interessen in einer positiven Beziehung zu den Merkmalen sprachliches Verständnis, Wortflüssigkeit und dem Index of Educational Aptitude. Verlust der familiären Bindungen korrelierte negativ mit logischem Denken und dem Index of Educational Aptitude. Weibliche Tätigkeiten im Haushalt korrelierten mit geringeren Werten im Leistungsmerkmal Erfassen räumlicher Beziehungen und Veranschaulichung. Unzufriedenheit mit der eigenen Lebenssituation stand in negativem Zusammenhang mit dem Merkmal »Umgehen mit einfachen arithmetischen Operationen« und mit dem Index of Intellectual Ability. Eine unruhige Umgebung korrelierte positiv mit Wortflüssigkeit (vgl. für alle genannten Befunde Gribbin, Schaie & Parham 1980). Eine weitere Analyse dieses Datensatzes ergab, daß ausgeprägter sozialer Rückzug und Auflösung der familiären Beziehungen mit einer Abnahme der kognitiven Fähigkeiten über den 14jährigen Untersuchungszeitraum zusammenhing (Schaie 1984).

Der gegenwärtige Stand der Frage des Intelligenzabbaus im Alter

Berücksichtigt man alle Befunde, die wir in diesem Kapitel dargestellt haben wie auch neuere Reanalysen einiger dieser Daten durch andere Forscher (Botwinick 1977; Horn & Donaldson 1976), so könnte man folgende Schlußfolgerung zum gegenwärtigen Stand unseres Wissens über den Intelligenzabbau ziehen:

- (1) Bis ins sehr hohe Alter (und damit vor den späten 80er Jahre gemeint) ist ein intellektueller Abbau, der für alle

kognitiven Fähigkeiten und alle Personen gleichermaßen gilt, empirisch nicht zu belegen.

- (2) Gleicher Weise ist es ebenso klar, daß für die meisten Personen Abnahmeerscheinungen in jenen Fähigkeiten auftreten, die schnelles Reagieren erfordern bzw. deren Messung in besonders hohem Maße durch relativ geringfügige Beeinträchtigungen des peripheren Nervensystems beeinflusst wird.

- (3) Eine Abnahme in den meisten kognitiven Fähigkeiten ist für solche Personen in besonders hohem Maße wahrscheinlich, die - unabhängig vom Lebensalter - unter gravierenden kardiovaskulären Erkrankungen leiden, und für Menschen, die in ihren späten 50er und frühen 60er Jahren in relativ undifferenzierten oder sozial benachteiligten Umgebungen leben.

- (4) Daten aus unabhängigen Zufallsstichproben (incl. Querschnittstudien) führen tendentiell zu einer Überschätzung des »normalen« Altersabbaus in denjenigen Variablen, in denen es tatsächlich zu Leistungsabfällen kommt, da bei dieser Art der Stichprobengewinnung eher Personen mit einem niedrigen Leistungsniveau erfaßt werden, deren Leistungsverlust aber nicht aufgrund des normalen Alterungsprozesses, sondern durch Erkrankungen bzw. ungünstige Lebensstilzustände kommt. Daten aus Längsschnittstudien und aus sequentiellen Studien mit Meßwiederholungen führen zu einer genaueren Schätzung der altersbedingten Veränderungen bei solchen Personen, die unter relativ günstigen Umweltbedingungen leben und überdurchschnittlich gesund sind: solche Daten überschätzen aber das Leistungsniveau von Menschen, die unter weniger günstigen sozialen Bedingungen und bei schlechterer Gesundheit leben.

- (5) Ich bleibe weiterhin bei der Auffassung, daß der ontogenetisch bedingte Altersabfall der Intelligenz der meisten Fähigkeiten im Verhältnis zu den Unterschieden zwischen den Alterskohorten relativ klein ist. Es soll aber auch darauf hingewiesen werden, daß die Kohortenuntersuchen werden, daß die Kohortenunter-

schiede zwar den Großteil der Varianz der Altersunterschiede in Querschnittstudien bis zur Mitte der 60er Jahre erklären können, daß aber von dieser Altersstufe an eher eine Mischung von Kohorten- und Alterseffekten besteht, wobei die Alterseffekte ab den 80iger Jahren zunehmend abscheidend sind.

Abschließend möchte ich noch einmal darauf hinweisen, daß die ontogenetischen intellektuellen Veränderungen in gesunden, gut ausgebildeten Populationen relativ gering sind, so daß viele Personen im höheren Lebensalter das Leistungsniveau durchschnittlicher junger Erwachsener aufweisen. Generationsunterschiede sind in solchen Stichproben auch nicht so ausgeprägt wie in der Gesamtbevölkerung, aber sie bestehen. Und schließlich sollte man bei allen Aussagen über Entwicklungsverläufe nicht die enorm große individuelle Variabilität vergessen: bei einigen Erwachsenen beginnen intellektuelle Leistungsabnahmen bereits ziemlich früh, andere dagegen erhalten ihr Leistungsniveau aber bis ins hohe Alter.

Literatur

- Baltes, P.B., Nesselroade, J.R., Schaie, K.W. & Labouvie, E.W., On the dilemma of regression effects in examining ability: Level-related differences in ontogenetic patterns of adult intelligence. *Develop. Psychol.* 6, 78-84, 1972 - Baltes, P.B. & Schaie, K.W., The myth of the twilight years. *Psychol. Today*, 35-40, March 1974 - Baltes, P.B. & Schaie, K.W., On the plasticity of intelligence in adulthood and old age: where Horn and Donaldson fail. *Amer. Psychol.* 31, 725-730, 1976 - Botwinick, J., Intellectual abilities. In: Birren, J.E. & Schaie, K.W. (Eds.), *Handbook of the Psychology of Aging*. New York: Van Nostrand Reinhold Co., 1977 - Doppen, J.E. & Wallace, W.L., Standardization of the Wechsler Adult Intelligence Scale for older persons. *J. Abnorm. Soc. Psychol.* 51, 312-330, 1955 - Eisendorfer, C. & Wilkie, F., Intellectual changes with advancing age. In: Jarvik, L.F., Eisendorfer, C. & Blum, J.E. (Eds.), *Intellectual Functioning in Adults*. New York: Springer Publishing Co., Inc., 1973, pp. 21-29 - Field, D., Schaie, K.W., & Leino, E.V., Continuity in intellectual functioning: The role of self-reported health. *Psychology and Aging*, 3, 385-392, 1988 - Flavell, J.H., Cognitive changes in adulthood. In: Coulet, L.R. & Baltes, P.B. (Eds.), *Life-span Developmental Psychology: Research and Theory*. New York: Academic Press, Inc., 1970, pp. 248-257 - Gilbert, J.G., Thirty-five year follow-up study of intellectual functioning. *J. Gerontol.* 28, 68-72, 1973 - Green, R.E., Age-intelligence relationship between ages sixteen and sixty-four: a rising trend. *Develop. Psychol.* 1, 618-627, 1969 - Gribbin, K., Schaie, K.W. & Parham, I.A., Cognitive complexity and maintenance of intellectual abilities. *Journal of Social Issues*, 21, 47-61, 1980 - Hall, G.S., Senescence, the Last Half of Life. New York: Appleton, 1922 - Hertzog, C., Schaie, K.W. & Gribbin, K., Cardiovascular disease and changes in intellectual functioning from middle to old age. *J. Gerontol.* 33, 872-883, 1978 - Hollingsworth, H.L., Mental Growth and Decline: A Survey of Developmental Psychology. New York: D. Appleton & Co., 1927 - Horn, J.L. & Donaldson, G., On the myth of intellectual decline in adulthood. *Amer. Psychol.* 31, 701-719, 1976 - Horn, J.L. & Donaldson, G., Faith is not enough: a response to the Baltes-Schaie claim that intelligence does not wane. *Amer. Psychol.* 32, 369-373, 1977 - Jones, H.E. & Conrad, H.S., The growth and decline of intelligence: a study of a homogeneous group between the ages of ten and sixty. *Genet. Psychol. Monogr.* 13, 223-298, 1933 - Labouvie-Vief, G., Intelligence and cognition. In: J.E. Birren & K.W. Schaie (Eds.), *Handbook of the Psychology of Aging* (2nd ed.), 500-530. New York: Van Nostrand Reinhold, 1985 - Matarazzo, J.D., Wechsler's Measurement and Appraisal of Adult Intelligence. Baltimore: The Williams and Wilkins Co., 1972 - Parham, I.A., Gribbin, K., Hertzog, C. & Schaie, K.W., Health status assessment by age and implications for cognitive change. Paper presented at the 10th Internat. Cong. Gerontol., Jerusalem, Israel, 1975 - Pressley, S.L., Janney, J.E. & Kuhlen, R.G., Life: A Psychological Survey. New York: Hayer, 1939 - Sattler, J.M., Age effects on Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised Tests. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 50, 785-786, 1982 - Schaie, K.W., Rigidity-flexibility and intelligence: a cross-sectional study of the adult lifespan from 20 to 70. *Psychol. Monogr.* 72, No. 462 (whole no. 9), 1958 - Schaie, K.W., Cross-sectional methods in the study of psychological aspects of aging. *J. Gerontol.* 14, 208-215, 1959 - Schaie, K.W., Quasi-experimental designs in the psychology of aging. In: Birren, J.E. & G.V., Generational versus ontogenetic components of change in adult cognitive behavior: a fourteen-year cross-sequential study. *Develop. Psychol.* 10, 305-320, 1974 - Schaie, K.W. & Parham, I.A., Cohort-sequential analyses of adult intellectual development. *Develop. Psychol.* 13, 649-653, 1977 - Schaie, K.W. & Strother, C.R., The effects of time and cohort differences on the interpretation of age changes in cognitive behavior. *Multivar. Behav. Res.* 3, 259-293, 1968 - Schaie, K.W. & Willis, S.L., Life-span development: implications for education. *Rev. Res. Educ.* 6, 120-136, 1978 - Schaie, K.W. & Willis, S.L., Can intellectual decline in the elderly be reserved? *Developmental Psychology*, 22, 223-232, 1986 - Siegler, I.C., Psychological aspects of the Duke Longitudinal Studies. In: K.W. Schaie (Ed.), *Longitudinal studies of adult psychological development*, New York: Guilford, 1986 - Terman, L.M., *The Measurement of Intelligence*. Boston: Houghton Mifflin Co., 1916 - Thurstone, L.L. & Thurstone, T.G., *Examiner Manual for the SRA Primary Mental Abilities Test*. Chicago: Science Research Associates, Inc., 1949 - U.S. Public Health Service, *Eight Revision International Classification of Disease, Adapted for Use in the United States*. USPHS Publ. No. 1693, Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1968 - Wechsler, D., *The Measurement of Adult Intelligence*. Baltimore: The Williams and Wilkins Co., 1939 - Willis, S.L., Cognitive training and everyday competence. In: K.W. Schaie (Ed.), *Annual review of gerontology and geriatrics*, 7, 159-188, 1987 - Willis, S.L., Cohort differences in cognitive aging: a sample case. In: K.W. Schaie & C. Schooler (Eds.), *Social structure and aging: Psychological processes*, Hillsdale, NJ: Erlbaum, 94-112, 1989 - Yerkes, R.M., *Psychological examining in the United States Army*. *Memorial Nat. Acad. Sci.* 15, 1-890, 1921.