Prof. Dr. Klaus-Jürgen Tillmann/ Michael Lenz WS 2001/02
Fakultät für Pädagogik (AG 4) der Universität Bielefeld
Seminar: „Anlage und Umwelt: Der pädagogische Streit seit den 50er-Jahren“

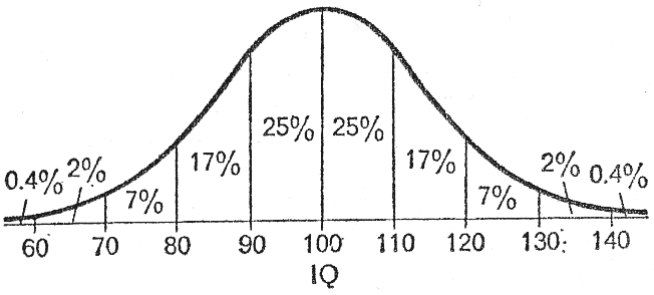
7. Sitzung: Die Erblichkeit der Intelligenz nach Arthur Jensen
(28.11.2001)

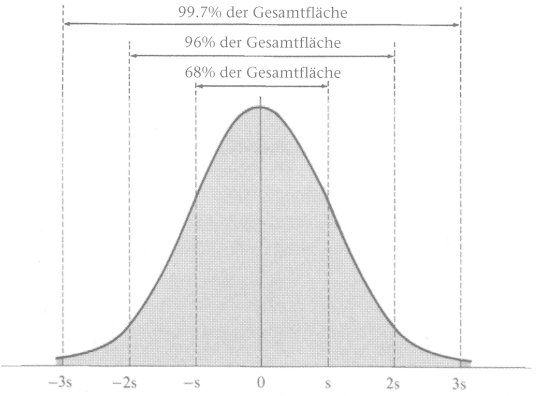
Skript zum Kurz-Referat:

„Einführung in die Zwillingsforschung“

Die Zwillingsforschung wurde in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts intensiv betrieben. Im Folgenden soll versucht werden, eine kurze Einführung in die Methodik der Zwillingsforschung zu geben. Die zu Grunde liegenden mathematischen Modelle der Zwillingsforschung, die ursprünglich von Francis Galton begründet wurde, wurden 1918 durch Fisher verfeinert, wodurch ein einheitlicher Standard geschaffen wurde, auf den sich Zwillingsforscher auch heute noch beziehen. Arthur Jensen legte zu Beginn der 70er-Jahre seinen eigenen Berechnungen ähnliche Modelle zu Grunde, die jedoch noch komplizierter waren als im Folgenden hier dargestellt werden kann.

Zunächst zur Frage, wie nach Jensen Intelligenz in der Bevölkerung verteilt ist:





Eine derartige Verteilung wird auch Normalverteilung genannt und entspricht einer Gaußschen Glockenkurve. Mit dem Begriff Varianz wird die Form dieser Kurve anhand der Streuung der Werte näher beschrieben. Zusätzlich kann zur Beschreibung der Kurve auch die Standardabweichung herangezogen werden (Quadratwurzel aus der Varianz). Sie ist so definiert, dass etwa zwei Drittel aller Werte im Bereich einer Standardabweichung vom Mittelwert (in beide Richtungen) liegen.

Entscheidend für Zwillingsforscher ist nun die Frage, wie die Verteilung der IQ-Werte in einer Population zu Stande gekommen ist. Mit anderen Worten: Wie lässt sich die Varianz der IQ-Verteilung erklären? Welche Rollen spielen dabei Anlage und Umwelt?

Um diese Fragen zu klären, werden Zwillinge und andere Personen unterschiedlichen Verwandtschaftsgrades IQ-Tests unterzogen.

Nehmen wir einmal an, wir führen bei fünf eineiigen und fünf zweieiigen Zwillingspaaren einen Intelligenztest durch. Die Ergebnisse könnten bspw. so ausfallen:

	Eineiige Zwillinge			***Zweieiige Zwillinge***	
	Zwilling 1	Zwilling 2		Zwilling 2	Zwilling 1
1. Paar	115	110		98	115
2. Paar	120	127		138	120
3. Paar	100	106		117	100
4. Paar	122	130		141	122
5. Paar	105	96		85	105
	r = 0.86			***r = 0.62***	

Anhand der einzelnen IQ-Werte der Zwillingspaare und deren Differenz zueinander lässt sich die Korrelation der Zwillinge zueinander berechnen. Der Korrelationskoeffizient ist ein Maß dafür, inwieweit zwei Variablen (hier: IQ von Zwilling 1 und 2) zusammenhängen. Schaut man sich bspw. an, inwieweit Körpergröße und Körpergewicht zusammenhängen, so wird man das Ergebnis erhalten, dass größere Menschen *im Schnitt* auch ein größeres Körpergewicht besitzen. Dies ist ein Beispiel für eine positive Korrelation: Je größer die Körpergröße, desto höher ist auch das Körpergewicht. Natürlich gibt es viele Menschen, die groß und schlank oder klein und dick sind. Daher sollte diese Korrelation nicht sehr hoch ausfallen. Ein Beispiel für eine negative Korrelation wäre hingegen der Zusammenhang zwischen Körpergewicht und Weitsprung: Je höher das Körpergewicht, desto geringer sollte – allein unter Berücksichtigung physikalischer Gesetze – die Leistung im Weitsprung ausfallen. Es gibt aber auch Variablen, die nicht miteinander zusammenhängen. Ein Beispiel für eine derartige Null-Korrelation wären Körpergewicht und Intelligenz. Der Korrelationskoeffizient ist ein Maß für die Stärke eines solchen Zusammenhangs. Er kann Werte zwischen -1.0 und +1.0 annehmen, wobei -1.0 eine vollständige negative Korrelation bedeutet und +1.0 eine 1005ige positive Korrelation. Im oben konstruierten Beispiel hängen die IQ-Werte der eineiigen Zwillinge also stärker miteinander zusammen (r = 0.86) als die IQ-Werte der zweieiigen Zwillinge (r = 0.62).

Zwillingsforscher haben eine ganze Reihe derartiger Zusammenhänge gefunden, wobei Personen unterschiedlichen Verwandtschaftsgrades miteinander verglichen werden. Diese Methodik wird von Zwillingsforschern deshalb genutzt, weil man zwar in der Lage ist, Umwelten einigermaßen zu klassifizieren. Bei Genotypen ist dies aber nicht möglich. Daher wird versucht, den genetischen Einfluss und den Umwelt-Einfluss auf die Verteilung der Intelligenz indirekt abzuschätzen, indem man die Korrelationen von Personen unterschiedlichen Verwandtschaftsgrades betrachtet und systematisch den Verwandtschaftsgrad variiert. Die folgende Tabelle gibt die typischen Korrelationen, die man dabei findet, wieder (Asendorpf) sowie die Ergebnisse, die Jensen am Ende der 60er-Jahre seinen Berechnungen zu Grunde gelegt hat:

Tabelle I: Typische Korrelationen zwischen den IQ-Werten von Familienmitgliedern

Verglichene Personen	**genetische Ähnlichkeit**	geteilte Varianzkomponenten	**typische Korrelation nach Asendorpf (1994)**	*Korrelation nach Jensen (1969)*
Person mit sich selbst (Testwiederholung)	100 %		**.87**	
Eineiige Zwillinge (zusammen aufgewachsen)	100 %	100% geteilte Gene + geteilte Umwelt	**.86**	*.87*
Zweieiige Zwillinge (zusammen aufgewachsen)	50 %	50% geteilte Gene + geteilte Umwelt	**.62**	*.56*
Geschwister unterschiedlichen Alters	50 %	50% geteilte Gene + geteilte Umwelt	**.49**	*.55*
Adoptivgeschwister	0 %	nur geteilte Umwelt	**.25**	*.24*

Auf den ersten Blick wird deutlich, dass die Korrelationen je nach Verwandtschaftsgrad (also dem Grad der genetischen Ähnlichkeit) sehr unterschiedlich ausfallen. Dies lässt bereits darauf schließen, dass eine genetische Komponente an der Varianz der IQ-Werte beteiligt ist. Die Korrelationen entsprechen aber nicht genau den Werten für genetische Ähnlichkeit, woraus sich folgern lässt, dass auch eine Umweltkomponente an der Varianz der IQ-Werte beteiligt ist.

Legt man nun im einfachsten Fall ein additives Modell zu Grunde, in dem sich genetische Anteile und Umweltanteile ergänzen und aufsummiert die Gesamtvarianz des IQ ergeben, so erhält man die folgende Formel, die hier zur Vereinfachung im Verbalstil wieder gegeben wird:

Gesamtvarianz (IQ) = Gene + Umwelt + Messfehler

Gene: geteilt, nicht-geteilt
Umwelt: geteilt, nicht-geteilt

Auf der Grundlage dieser Formel und unter Heranziehung der obigen Korrelationen von Asendorpf lassen sich alle einzelnen Varianzanteile berechnen. Exemplarisch soll im Folgenden nur auf die Ermittlung des Einflusses gemeinsamer Gene eingegangen werden:

<u>Nach der Zwillingsmethode:</u>
Eineiige und zweieiige Zwillinge unterscheiden sich vor allem in Hinblick auf ihre genetische Ähnlichkeit, wobei eineiige Zwillinge 100% der Gene und zweieiige 50% der Gene gemeinsam haben. Zieht man den Korrelationskoeffizienten von zweieiigen Zwillingen vom Koeffizienten der eineiigen ab und berücksichtigt man die unterschiedliche genetische Ähnlichkeit durch einen Multiplikator 2,

so erhält man für den Varianzanteil der geteilten Gene: .86 – .62 = .24 x 2 = .48. Die gemeinsame Umwelt, die Zwillinge auch ähnlicher werden lässt, bleibt hier unberücksichtigt, da man annimmt, dass sie bei eineiigen und zweieiigen Zwillingen ähnlich wirkt.

Nach der Adoptionsmethode:
Leibliche Geschwister und Adoptivgeschwister werden vor allem durch Umwelteinflüsse einander ähnlicher. Der Korrelationskoeffizient für Adoptivgeschwister ist dabei ein Maß für die geteilte Umwelt, da Adoptivgeschwister nicht durch Gene einander ähnlicher werden können, weil sie in der Regel keine Gene gemeinsam haben. Leibliche Geschwister unterscheiden sich von Adoptivgeschwistern durch eine zusätzliche genetische Ähnlichkeit, die sich durch den Vergleich beider Geschwistergruppen errechnen lässt: Dabei wird der Korrelationskoeffizient der Adoptivgeschwister vom Wert der leiblichen Geschwister abgezogen und erneut ein Faktor 2 berücksichtigt. Der Varianzanteil für geteilte Gene ergibt nach der Adoptionsmethode somit: .49 – .25 = .24 x 2 = .48.

Als Ergebnis erhält man damit sowohl nach der Zwillingsmethode als auch nach der Adoptionsmethode einen Wert von .48 für den Anteil geteilter Gene an der Gesamtvarianz des IQ. Da aber noch Messfehler eingerechnet werden müssen (vgl. Testwiederholung → Fehlervarianz = .13), ergibt sich für die Erblichkeit des IQ, die als Anteil der gemeinsamen Gene an der Gesamtvarianz abzüglich Messfehler definiert wird: Erblichkeit (IQ) = .48 / .87 = .55 = 55%.

Nach Asendorpf liegt also die Erblichkeit des IQ bei etwa 55%. Jensen kam im Jahr 1969 zu einem höheren Wert von etwa 80%, da er Korrelationen zu Grunde legt, die einen Anteil von .62 für gemeinsame Gene ergeben (vgl. Tab. 1: .87 – .56 = .31 x 2 = .62; Erblichkeit = .62 / .87 = 71%) und weitere Varianzkomponenten in die obige Gleichung mit einbezog.

Abschließend noch ein kurzer Hinweis, um Missverständnissen vorzubeugen: Eine Erblichkeit von 55% bezüglich der Intelligenz bedeutet, dass sich 55% der Streuung in der Verteilung der Intelligenz in einer Population auf genetische Faktoren zurückführen lassen. Damit wird aber *keine* Aussage darüber gemacht, inwieweit oder zu welchem prozentualen Anteil genetische Faktoren an der Intelligenzentwicklung *eines* Individuums beteiligt sind. Derartige Aussagen sind auch gar nicht möglich, da an der Intelligenzentwicklung eines Individuums in der Ontogenese immer Anlage- und Umweltfaktoren in ihrem jeweiligen Zusammenspiel beteiligt sind.

Die Frage, ob denn bei einem Individuum genetische Faktoren oder Umweltfaktoren eine größere Bedeutung hinsichtlich seiner Intelligenzentwicklung besitzen, ist demnach genauso unsinnig wie die Frage, ob der Flächeninhalt eines Rechtecks eher durch seine Länge oder seine Breite verursacht wird. Dennoch kann man in einer Population von Rechtecken die Frage stellen, ob die Länge oder Breite im Schnitt für den Flächeninhalt entscheidender ist, wie in der folgenden Abbildung verdeutlicht wird:

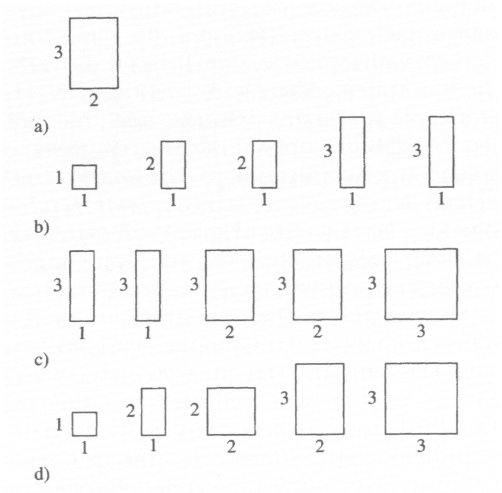


Abbildung 5.12: Individuen und interindividuelle Differenzen. Aussagen über genetische und Umwelteinflüsse auf Verhalten beziehen sich nicht auf einzelne Individuen, wie auch die Fläche eines einzelnen Rechtecks (a) nicht auf getrennte Beiträge von Länge und Breite zurückgeführt werden kann, da die Fläche das Produkt aus Länge und Breite darstellt. In einer Population von Rechtecken kann der relative Beitrag von Länge und Breite an interindividuellen Unterschieden in der Fläche untersucht werden. Es ist denkbar, daß allein Länge (b), allein Breite (c) oder beides (d) für die Flächenunterschiede zwischen Rechtecken verantwortlich ist.