

UB Gießen

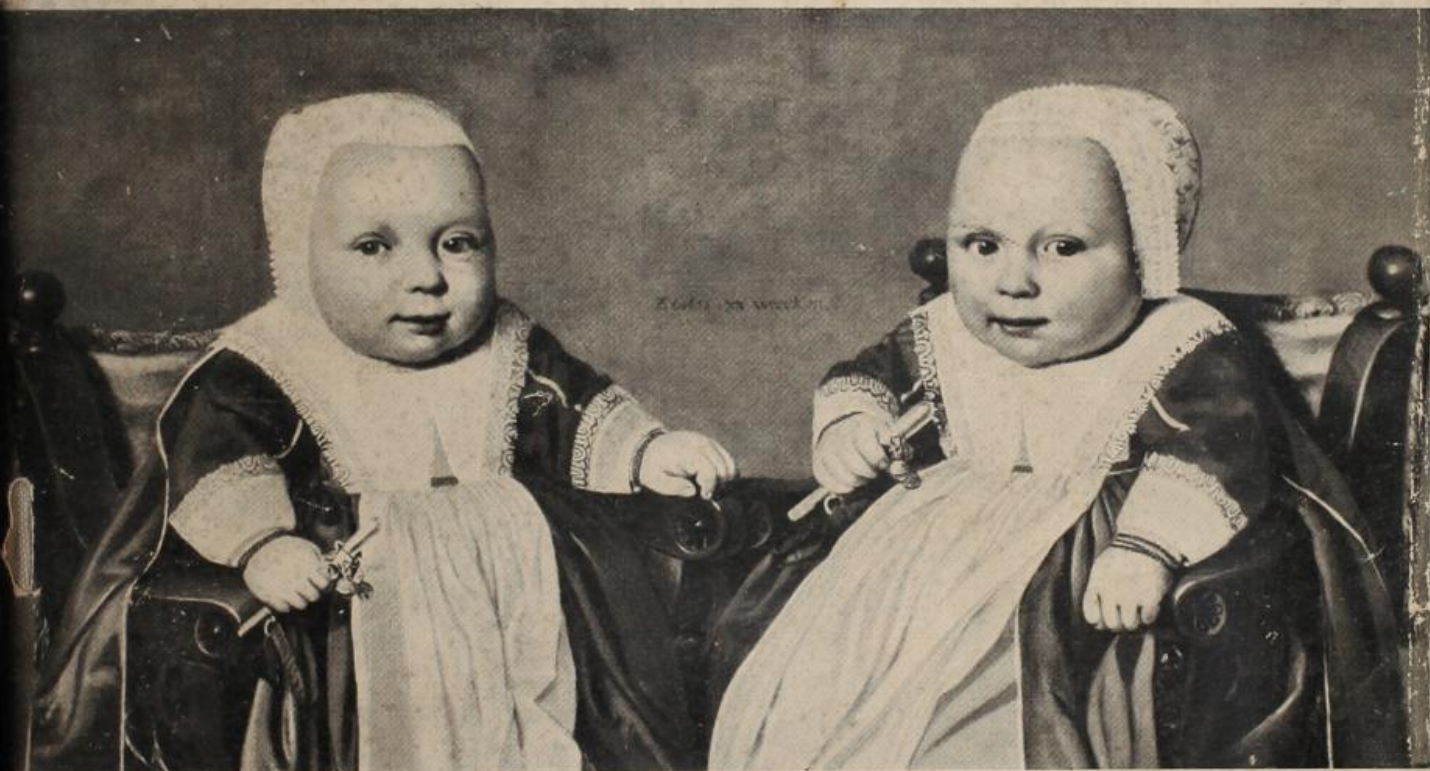
Dr. Reinhold Lohe

OSR

892

Zwillinge

Einführung in die Zwillingsforschung



176 Seiten mit 101 Bildern

hohenlohesche Buchhandlung Ferd. Rau, Öhringen

Dieses Werk ist eine der halbjährlichen Buchbeigaben der naturwissenschaftlichen Monatsschrift des Deutschen Naturkunde-Vereins

„Aus der Heimat“

Jährlich 12 Hefte in bester Ausstattung mit etwa 480 Seiten und über 380 Abbildungen, darunter etwa 100 hervorragende Kunstdrucktafeln. Bezugspreis mit zwei gebundenen wertvollen Buchbeigaben

nur 9,20 RM. jährlich.

Als Buchbeigaben für 1938 sind vorgesehen in gleich schöner Ausstattung und mit ebenso prächtigen Bildern:

Professor Dr. Erwin Litzelmann:
Pflanzenwanderungen
im Klima der Nacheiszeit.

Dr. Friedrich Reinöhl (früher Präsident der Ministerialabteilung für das Volksschulwesen in Württemberg):
Tierzüchtung.

UB GIESSEN



7 017 274

UB Gießen

OSR

892

Reinhold Lohr

Zwillinge

OSR 892

UB GIESSEN



27 017 274

Heike Dull
Marianne Groß
Bridenstein Weg 79
6000 Frankfurt/M. 90
Telefon 069/1893468

Sch

Fort

Ver

Schriften des Deutschen Naturkundevereins / Neue Folge

Fortsetzung der Schriften des Deutschen Lehrervereins für Naturkunde, E.V.
Begründet von † Dr. K. G. Lutz, weitergeführt von Direktor J. Baß

Herausgegeben von Professor Dr. Georg Wagner
Stuttgart-N, Viergiebelweg 17

Band 6

Zwillinge

Einführung in die Zwillingforschung

Von
Dr. Reinhold Lotze
Stuttgart

Mit 101 Bildern

Heike Duill
Marianne Groß
Breidensteiner Weg 74
6000 Frankfurt/M. 90
Telefon 069/7893368

Verlag Hohenlohesche Buchhandlung Ferd. Rau, Oehringen 1937

27.017.274

Univ.-Bibl.
Giessen

Druck: E. Schwendsche Buchdruckerei, Hall am Kocher

Die Druckstöcke wurden hergestellt von der Firma Graphia (Inhaber: Gustav Röble), Stuttgart, Heusteigstr. 57.

Vorwort

Die Erscheinung der Zwillingsbildung ist ein ungemein fesselndes Problem der Biologie des Menschen; sie führt ganz unmittelbar und zwingend anschaulich an grundlegende Fragen des Lebens heran. Die Zwillingsmethode hat sich im letzten Jahrzehnt zur erfolgreichsten und zuverlässigsten Methode menschlicher Erbfor- schung entwickelt. Bei dem großen und weit verbreiteten Interesse, das auf Grund hiervon allen mit dem Zwillingsproblem zusammenhängenden Fragen entgegenge- bracht wird, ist es eigentlich verwunderlich, daß eine für einen breiteren Leserkreis berechnete, allgemein verständliche Darstellung der gesamten Zwillingsforschung, ihrer biologischen Grundlagen, ihrer Methode und ihrer Ergebnisse bisher noch von keiner Seite gegeben worden ist. Das vorliegende Buch will diese Lücke ausfüllen. Es versucht, ohne Vollständigkeit in der Aufzählung der Ergebnisse der Einzel- forschung anzustreben, alle wesentlichen Fragen der Zwillingsforschung darzustellen und auf diese Weise jedem, der sich mit ihr befassen will, insbesondere Ärzten und Erbbiologen, eine erste Einführung in die Fragestellungen und die bisherigen Er- gebnisse dieses so bedeutungsvollen Gebiets menschlicher Erbfor- schung zu ver- mitteln. Allen denen, die Fragen der Erbbiologie lehrend zu behandeln haben, möchte das Buch ein umfangreiches und anschauliches Material zur Darstellung des Gebiets an die Hand geben. Über das Fachwissenschaftliche hinaus möchte es aber die allgemein menschliche Bedeutung des Zwillingsproblems erkennen lassen, und deshalb wendet es sich an jeden, den die hier vorliegenden Fragen fesseln. Zwillinge sind der packendste Beweis für die Macht der Vererbung, und damit werden Grund- fragen alles Menschlichen berührt. Die Darstellung des Buches setzt keinerlei Vor- kenntnisse voraus; auf eine reiche und möglichst vielseitige Ausstattung mit Bildern ist besonderer Wert gelegt worden. So wird auch der nicht biologisch Vorgebildete dem Buch folgen können; Teile von mehr fachwissenschaftlicher Bedeutung können ohne Gefahr für den Zusammenhang überschlagen werden.

Allen, die mich bei der Arbeit mit Material und Bildern unterstützt haben, möchte ich an dieser Stelle warmen Dank sagen, insbesondere Herrn Professor Dr. von Verschuer, der eine Reihe wertvoller Bilder aus der Forschungsarbeit seines Instituts in entgegenkommender Weise zur Verfügung gestellt hat. Mein Dank ge- hört auch Herrn Hauptlehrer Adolf Koch in Fischbach, der die Zeichnungen des Buches gefertigt hat.

Stuttgart, im November 1937.

Dr. Reinhold Lotze.

Inhaltsverzeichnis		Seite
Einleitung		5
I. Die Biologie der Zwillingsbildung		6
1. Die normale Keimesentwicklung		6
2. Die Entstehung von Zwillingen und höheren Mehrlingen		15
3. Menschliche Doppelmißbildungen		25
4. Zwillingsbildung bei Tieren und Pflanzen		36
5. Die Erbgleichheit der EZ		49
II. Die Zwillingsmethode in ihrer Bedeutung für die Erbforschung beim Menschen ..		52
1. Erbgut und Umwelt		52
2. Geschichtliches		54
3. Methodik der Zwillingsforschung		60
4. Zwillingsdiagnose		68
5. Erkenntnistheoretisches zur Zwillingsmethode		73
III. Allgemeine Fragen der Zwillingsforschung		75
1. Die Häufigkeit von Mehrlingen		75
2. Die Frage der Erbllichkeit der Mehrlingsschwangerschaft		82
3. Die Symmetrieverhältnisse bei EZ		84
IV. Ergebnisse der speziellen Zwillingsforschung		87
A. Zwillingsforschung an körperlichen Eigenschaften		87
1. Körpermaße		87
2. Skelett		93
3. Haut und Haare		98
4. Augen, Ohren, Nase		101
5. Innere Organe, ihre Tätigkeit und ihre Erkrankungen		103
6. Infektionskrankheiten		108
B. Zwillingsforschung an seelischen Eigenschaften		113
1. Intelligenz		114
a) Allgemeine Intelligenz, b) Sonderbegabungen		
2. Temperament und Charakter		119
a) Einzeluntersuchungen, b) Handschrift und Charakter		
3. Die Gesamtpersönlichkeit		129
a) Untersuchungen in Zwillingslagern, b) Lebensbewährung,		
c) Veranlagung zum Verbrechen		
4. Die Einwirkungen der Umwelt auf die Persönlichkeit nach Untersuchungen		
an getrennt erzogenen EZ		142
5. Gleichheit und Verschiedenheit bei EZ		155
6. Nervenleiden und Geisteskrankheiten		157
a) Nervenleiden, b) Schizophrenie, c) Manisch-depressives Irresein,		
d) Epilepsie, e) Schwachsinn		
V. Zwillinge in der Dichtung		166
VI. Die allgemeine Bedeutung der Zwillingsforschung		169
Schrifttum		172
Namenverzeichnis		175
Schlagwörterverzeichnis		176

Wer ist wahrer Mensch und wer Erscheinung?

Wer entziffert sie?

Shakespeare.

Das Bewußtsein, daß das Naturgeschehen Regeln und Gesetzen folgt, ist tief im menschlichen Geist verwurzelt. Daß beim Menschen die Frau jeweils nur einem Kind das Leben schenkt, ist die Regel, das Gewohnte. Der primitive Mensch nimmt das hin, ohne sich über die Regel weitere Gedanken zu machen. Die Wissenschaft zeigt, daß die Regel insofern sinnvoll ist, als die Einfrüchtigkeit des Menschen auch im natürlichen Lebenskampf völlig genügt, um die Art zu erhalten; so ist auch der Organismus der Frau für die Einfrüchtigkeit eingerichtet. Nun weicht aber die Natur nicht allzu selten von ihrer Regel ab und läßt immer wieder zwei oder gar mehr Kinder gleichzeitig ins Leben treten. Beim primitiven Menschen erregt dies ein tiefes Sich-Wundern; die Abweichung von einer so klaren Regel, daß eine Menschenfrau nur ein Kind zur Welt bringe, kann er sich nicht anders als mit übernatürlichen Ursachen erklären. Die Völkerkunde zeigt, wie Menschen aller Erdteile in merkwürdiger Übereinstimmung glauben, daß zum mindesten das eine der beiden Zwillingskinder keinen menschlichen Vater habe, sondern göttlich-dämonischen Ursprungs sei. Aus diesem Glauben erwachsen zwei gegensätzlich verschiedene Haltungen zu den Zwillingen. Bei den einen Völkern und Stämmen schreibt man ihnen auf Grund ihres Ursprungs übernatürliche Kräfte zu, hält sie heilig und erweist ihnen und den Eltern höchste Ehren. Bei den anderen gilt eine Zwillingengeburt für ein schweres Unglück und eine tiefe Schmach für die Mutter. Das kann so weit führen, daß die Zwillinge samt ihrer Mutter getötet werden. Beide Haltungen berühren sich nahe, ja können einander übergehen.

Das Staunen über das Wunder der Zwillingengeburt ließ Zwillinge in den Mythus eingehen. Osiris und Isis sind Zwillinge und als solche schon im Mutterleib auch Gatten. Eine ganz besondere Bedeutung haben Zwillingsgötter in den Religionen der indogermanischen Völker. Bei den alten Indiern genossen die Asvins, die himmlischen Reiter, vom Himmel gezeugte Zwillingbrüder, höchste Verehrung. Ormuzd und Ahriman in der Religion der alten Perser, die das Licht und die Finsternis, das Gute und das Böse schlechthin verkörpern und in ewigem Kampf miteinander leben, sind Zwillinge wie in der germanischen Mythologie der lichte, liebliche Baldur und der blinde, häßliche Hödur, der ihm den Tod gibt. Zwillinge sind auch Apollo und Artemis, die Dioskuren Kastor und Pollux, Romulus und Remus, wie Hengist und Horsa.

Und heute? — Die alten Mythen haben ihren Zauber verloren. Unsere Zeit der Naturwissenschaft will zuerst kühl, sachlich und unvoreingenommen die Wirklichkeit sehen. Und eben in dieser Zeit und in diesem Sinn haben Zwillinge von neuem eine ungeahnte Bedeutung gewonnen. Wir wollen in erster Linie sehen, richtig sehen. Was wir nun an Zwillingen sehen können, ist folgendes:

Wir finden Zwillinge — sie sind immer gleichen Geschlechts —, die sich gleichen „wie ein Wassertropfen dem andern“. Sie zeigen eine Ähnlichkeit, die bis zur restlosen Gleichheit, zur völligen Identität gehen kann. Die anderen Zwillinge — sie können gleichen oder verschiedenen Geschlechtes sein — gleichen sich in demselben Maß wie gewöhnliche Geschwister; sie können Familienähnlichkeit zeigen oder so stark voneinander verschieden sein, daß niemand glauben würde, daß sie zur gleichen Zeit von der gleichen Mutter geboren wurden.

Über das wundert sich nun auch der Mensch des neunzehnten Jahrhunderts. Das Sich-Wundern ist aber noch immer der erste Anstoß zu geistigem Fortschritt gewesen. Was ist verwunderlicher? Merkwürdig und das Staunen herausfordernd ist es, daß zwei Kinder, die im Mutterleib vereint waren, später zu schärfsten Gegensätzen sich entwickeln können. Noch stärker wirkt uns aber die andere Art von Zwillingen aus dem Geleise. Tausendfältige Beobachtung am Menschen lehrt uns sonst, daß jeder Mensch etwas Einzigartiges und Unwiederholbares ist, daß alle Menschen ohne Schwierigkeit voneinander unterschieden werden können. Hier führt uns aber das Leben Wesen in den Weg, die oft nicht einmal von den ihnen am nächsten verbundenen Menschen unterschieden werden können. Das erregt zunächst unsere Heiterkeit und gibt zu den drolligsten Verwechslungen Anlaß; Zwillingsswitze sind uralte und unsterbliche. Die restlose, verwirrende Ähnlichkeit zweier solcher Menschen läßt aber auch ein Gefühl des Unheimlichen aufsteigen, weckt ein instinktives, unerklärliches Schauern. Was für eine dunkle Macht hat die beiden so ununterscheidbar gleich geprägt?

Dieser ganz unmittelbar sich einstellende, unerhört starke Eindruck hat nun heute die Wissenschaft auf den Plan gerufen. Die von der Regel abweichenden Fälle sind ihr noch immer die fruchtbarsten gewesen; an ihnen kann sie anpacken und tiefer schürfen. Heute spielen Zwillinge in der Wissenschaft vom Menschen eine ähnlich bedeutungsvolle Rolle wie einst Zwillingsgötter in den mythischen Vorstellungen altindogermanischer Religionen. Die Untersuchung und Vergleichung von Zwillingen ist ein einzigartiger Weg geworden, um mit exakt naturwissenschaftlicher Methode ins innerste Wesen des Menschen einzudringen, die Kräfte bloßzulegen, die sein Werden und Sein bestimmen. Es gibt heute in der Biologie des Menschen kaum ein packenderes und erregenderes Gebiet als die Zwillingforschung. Vorurteilslose Wissenschaft führt hinein in tiefste menschliche Bezirke, nüchterne biologische Forschungsarbeit vermittelt erschütternde Erlebnisse, die weltanschauungsbildend wirken müssen.

I. Die Biologie der Zwillingusbildung

1. Die normale Keimesentwicklung

Jede Beschäftigung mit einer Vielzahl von Zwillingen führt in kurzer Zeit zu der Erkenntnis, daß **zwei Gruppen von Zwillingspaaren** unterschieden werden müssen: Solche, die eine nahezu vollkommene Ähnlichkeit zeigen, und andere, deren Ähnlichkeit nicht größer ist, als sie auch sonst zwischen Geschwistern besteht. Die beiden Gruppen sind klar voneinander geschieden, und es kann von vornherein kaum ein Zweifel bestehen, daß sie verschiedenen biologischen Vorgängen ihre Entstehung verdanken müssen. Auf welche Weise entstehen nun die beiden Arten von Zwillingen?

Um die Entstehung von Zwillingen in ihrem Wesen verstehen zu können, ist es notwendig, zuerst die **normale Keimesentwicklung des Menschen** kennen zu lernen.

Die Entwicklung des Menschen nimmt ihren Ausgang von der Vereinigung einer männlichen Keimzelle, der **Samenzelle** (Spermatozoon, Spermium), mit einer weiblichen Keimzelle, dem menschlichen Ei. Die männlichen Keimzellen bilden sich in der männlichen Geschlechtsdrüse, dem Hoden. Die Samenzellen des Menschen haben eine Länge von etwa $\frac{1}{20}$ mm; sie bestehen aus einem breiten, abgeplatteten Kopf, einem kurzen Halsstück und einem langen Schwanz. Der Kopf enthält nur Kernsubstanz; diese ist die stoffliche Grundlage der Vererbung. Eine Samenzelle ist eigentlich nichts anderes als ein aktiv beweglicher Transportapparat für diese

Vererbungssubstanz; sie hat die Aufgabe, die männliche Keimmasse zum Ei zu bringen.

Im Kern der Geschlechtszellen sind die **Chromosomen die Träger der Erbinheiten**. Die menschlichen Körperzellen haben eine konstante Chromosomenzahl von 48. Von ihnen haben immer je 2 Chromosomen gleiche äußere Form und gleiche Erbfunktion. Die 48 Chromosomen stellen also 24 Paare dar. Von jedem Paar hat der Mensch einen Partner von seinem Vater, den anderen von seiner Mutter erhalten.

Die **Samenzellen** entstehen in der männlichen Keimdrüse, dem Hoden, aus den Samenmutterzellen. Aus jeder solchen Zelle bilden sich durch zwei kurz aufeinanderfolgende Teilungen, die sogenannten Reifeteilungen, je vier Samenzellen. Die erste dieser beiden Teilungen ist von den sonst im Körper vor sich gehenden Zellteilungen grundsätzlich verschieden. Bei einer normalen Zellteilung spaltet sich jedes Chromosom der Länge nach; durch einen ungemein genau und zuverlässig wirkenden Mechanismus wird jede der beiden Tochterzellen mit je einer Spalthälfte aller Chromosomen versorgt. Die Zahl der Chromosomen bleibt damit die gleiche. Bei jener ersten Reifeteilung geht aber etwas völlig anderes vor sich. Vor der Teilung legen sich in der Samenmutterzelle (Samenbildungszelle 1. Ordnung) die Paarlinge aller Chromosomenpaare zusammen; von jedem der 24 Paare wandert dann das eine Chromosom in die eine, das zweite in die andere Tochterzelle, so daß damit jede dieser beiden Zellen (der Samenbildungszellen 2. Ordnung) nur noch 24 Chromosomen besitzt. Durch diese Reduktionsteilung ist somit die Zahl der Chromosomen auf die Hälfte reduziert worden. Während die Körperzellen und auch noch die Samenmutterzellen die volle Chromosomenzahl (48) und damit einen doppelten Satz von Erbanlagen besitzen, haben die Geschlechtszellen mit ihren 24 Chromosomen nur einen einfachen, dabei aber vollständigen Satz von Erbanlagen. An diese Teilung schließt sich bei den Samenbildungszellen 2. Ordnung sofort eine zweite Teilung an, die wieder eine Gleichheitsteilung (*Äquationsteilung*) ist, bei der die Chromosomen längsgespalten werden; ihre Zahl bleibt damit die gleiche. Durch diese zweite Reifeteilung entstehen vier reife, befruchtungsfähige Samenzellen.*

Die Zahlenverhältnisse der Chromosomen bei den Reifeteilungen der männlichen Geschlechtszellen sind damit zunächst allgemein dargestellt worden; bei dem Vorgang ist aber eine wichtige Besonderheit zu beachten. Bei 23 Chromosomenpaaren des Mannes sind die Paarlinge in erblicher Beziehung gleichwertig; sie entsprechen sich auch völlig in Größe und Gestalt. Im Gegensatz dazu ist das 24. Chromosomenpaar nach Größe und Gestalt deutlich ungleich; auch nach ihrem Erbwert sind die beiden Chromosomen verschieden. Das größere der beiden Chromo-

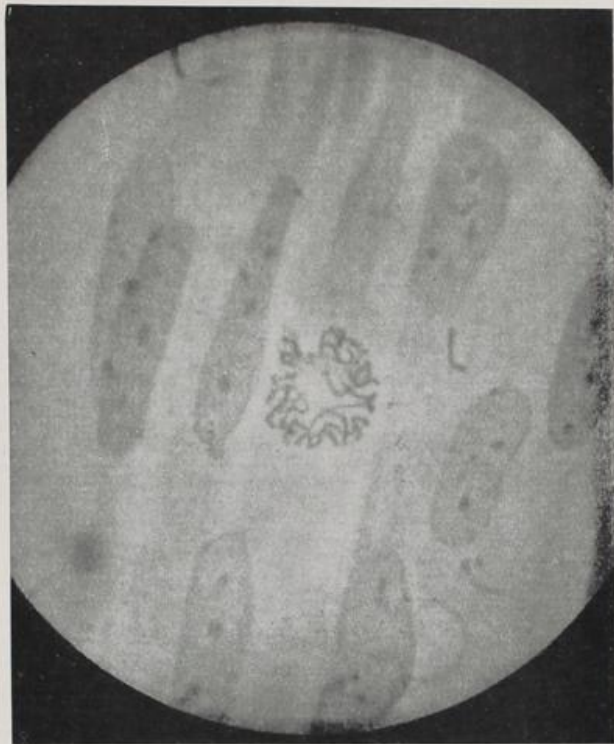


Bild 1. Chromosomen des Menschen. Zellteilung in einer Gewebeskultur (Milzgewebe aus einem Embryo). Vergrößerung 1000fach. (Nach Kemp 1929.)

* Wegen der Frage der Reihenfolge der Reifeteilungen vergleiche Anmerkung Seite 82 und 83.

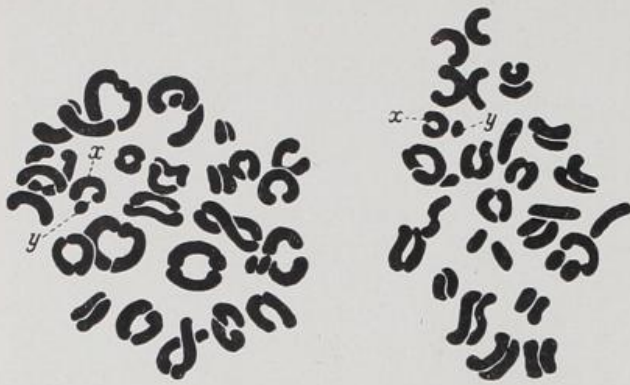


Bild 2. Die Chromosomenpaare des Mannes aus der Reduktionsteilung (1. Reifeteilung). (Nach Shiwago und Andres.)

somen wird als X-Chromosom, das kleinere als Y-Chromosom bezeichnet (Bild 2). Durch die Reduktionsteilung erhält die eine Samenzelle 2. Ordnung das X-Chromosom, die andere das Y-Chromosom. Von den durch die zweite Reifeteilung entstehenden vier Samenzellen haben daher zwei das X-Chromosom, zwei das Y-Chromosom. Mit diesen verschiedenen Samenzellen hängt, wie später noch darzulegen ist, die Bestimmung des Geschlechts zusammen.

Die **weiblichen Geschlechtszellen** werden in der weiblichen Keimdrüse, dem frei in der Bauchhöhle liegenden Eierstock (Ovarium) gebildet. In ihm bilden sich im Laufe der kindlichen Entwicklung bis zum 3. Lebensjahr Zellgruppen heraus, die aus einer Eianlage (Oogonie) und einer Schicht sie umhüllender Zellen besteht. Später wird aus diesen Zellen eine mit einer Flüssigkeit gefüllte Blase, der Follikel; an einer stark verdickten Stelle der Blasenwand liegt die Eimutterzelle (Eibildungszelle 1. Ordnung) eingebettet. Aus dieser Zelle entsteht durch zwei Reifungsteilungen die eigentliche Eizelle.

Die erste dieser Teilungen ist wie bei der Bildung der Samenzellen die Reduktionsteilung, die zweite eine Äquationsteilung. Die Vorgänge bei der Verteilung der Chromosomen sind die gleichen wie bei der Bildung der Samenzellen. In einem Punkt aber besteht ein bezeichnender Unterschied: Schon bei der ersten Reifeteilung erhält die eine der beiden sich bildenden Zellen, die Eibildungszelle 2. Ordnung, fast alles Protoplasma, die zweite Zelle (Polzelle, Richtungskörperchen) ist klein und nicht befruchtungsfähig. Bei der zweiten Reifeteilung geht dasselbe nochmals vor sich; es entsteht das reife Ei und ein weiteres kleines Richtungskörperchen. Da sich das erste abgeschnürte Richtungskörperchen seinerseits auch nochmals teilt, bringen die beiden Reifeteilungen wohl auch vier Zellen hervor, von ihnen ist aber nur eine, das reife Ei, befruchtungsfähig. Dieses Ei hat einen Durchmesser von 0,1 mm und ist damit gerade noch mit bloßem Auge sichtbar; es ist die größte Zelle des menschlichen Körpers.

Diese Reifeteilungen des Eis stehen zeitlich in Beziehung zu einem anderen Vorgang, dem Platzen des Follikels. Einmal in der Menstruationsperiode der Frau (um den 12. Tag dieser Periode) platzt ein reifer, an der Außenfläche des Eierstocks gelegener Follikel. Das Ei tritt damit aus der Blase, in die es bisher eingeschlossen war, in die Bauchhöhle aus. Zur Zeit des Austretens ist die erste Reifeteilung abgeschlossen. Das Ei wird dann von dem Flimmertrichter des Eileiters aufgefangen und in den Eileiter hineingestrudelt; erst hier findet die zweite Reifeteilung statt. Auf Grund von Untersuchungen an einer Reihe von Säugetieren scheint es sogar so zu sein, daß die zweite Reifeteilung erst unmittelbar nach der Befruchtung des Eis zu Ende geführt wird. Ein Ei, das nicht befruchtet wird, stirbt nach einiger Zeit ab.

Wenn das Ei aus dem Follikel ausgetreten ist, so ist damit dessen Funktion noch nicht abgeschlossen. Der geplatzte Follikel wandelt sich zu einer Gruppe gelb gefärbter Zellen, dem Gelbkörper (Corpus luteum) um. Wenn keine Befruchtung des Eis erfolgt, so bildet sich der Gelbkörper bald wieder zurück und die Periode

der Frau beginnt von neuem. Wenn aber Schwangerschaft eintritt, so wächst der Gelbkörper sehr stark an. Er bildet ein Hormon, das im Organismus der schwangeren Frau eine sehr wichtige Rolle spielt und vor allem während der ganzen Zeit der Schwangerschaft und der Ernährung des Säuglings durch die Muttermilch das Platzen anderer Follikel und damit das Austreten weiterer befruchtungsfähiger Eier verhindert. Der Gelbkörper erhält sich in diesem Fall recht lange; es bleibt von ihm an der Oberfläche des Eierstocks eine Narbe zurück, aus der ersehen werden kann, aus welchem Eierstock und von welcher Stelle desselben das Ei, das zur Schwangerschaft geführt hat, ausgetreten ist.

Notwendig ist es noch, auf die Chromosomenverhältnisse bei den Reifeteilungen des Eies einzugehen. Jede Körperzelle der Frau und ebenso jede Eimutterzelle hat außer den auch beim Mann gleichwertigen 23 Chromosomenpaaren noch ein 24. Paar, das im Gegensatz zum männlichen Geschlecht aus zwei gleichen Chromosomen, nämlich 2 X-Chromosomen, besteht. Durch die Reifeteilungen erhält deshalb jede Eizelle ein X-Chromosom. Im Gegensatz zu den zwei Arten von Samenzellen gibt es also nur Eizellen von einer Art. Aus diesen Gegebenheiten folgt bei der Befruchtung die Bestimmung des Geschlechts.

Die **Befruchtung** des Eies erfolgt im Eileiter. Die Samenzellen dringen auf Grund ihrer kräftigen Eigenbewegung durch die Öffnung der Gebärmutter ein und bewegen sich in ihr und in den Eileitern entgegen dem Flimmerstrom dieser Organe vorwärts. In der Nähe des befruchtungsbereiten Eis werden sie von chemischen Reizen beeinflusst, die von diesem ausgehen. Der Kopf der Samenzelle dringt in die Eizelle ein. Sofort nach diesem Eindringen stößt die Eihülle weitere Samenzellen ab; eine Doppelbefruchtung wird dadurch verhindert. Das Wesen der Befruchtung besteht in der Ver-

einigung der Kerne beider Geschlechtszellen; damit ist die Erbmasse des neuen Wesens festgelegt. Die Kerne von Ei- und von Samenzelle legen sich nebeneinander und verschmelzen miteinander zu einem größeren Kern, dem Kern der befruchteten Eizelle, der Zygote. Mit der Verschmelzung der beiden Kerne ist die volle Chromosomenzahl von 48 wiederhergestellt. Im Augenblick der Befruchtung ist auch die **Bestimmung des Geschlechts** des neuen Menschen vollzogen. Wenn ein X-Spermium eine Eizelle befruchtet, so entsteht eine Zygote mit dem Chromosomenbestand $46 + 2X$, d. h. ein weibliches Wesen. Durch die Befruch-

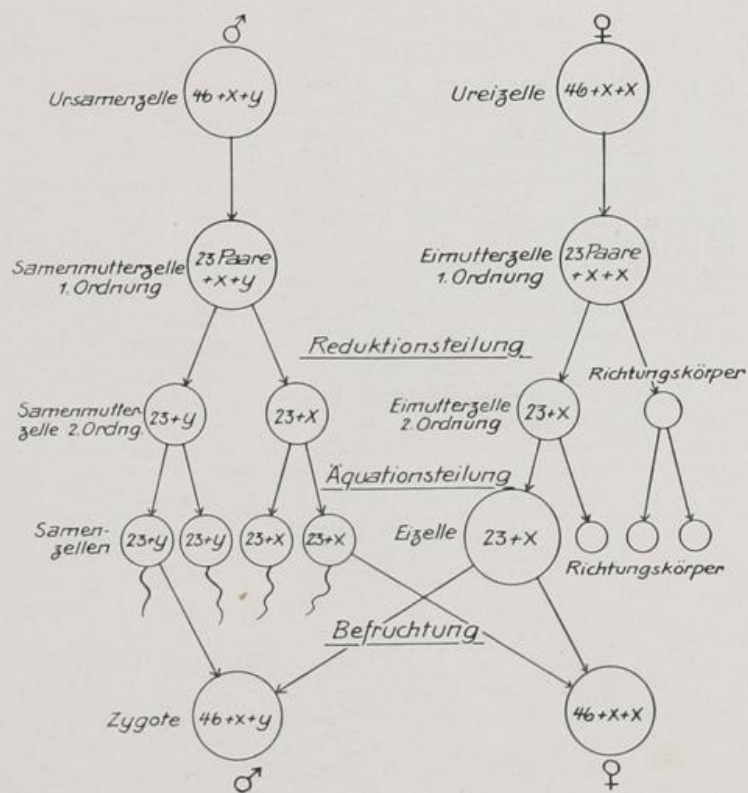
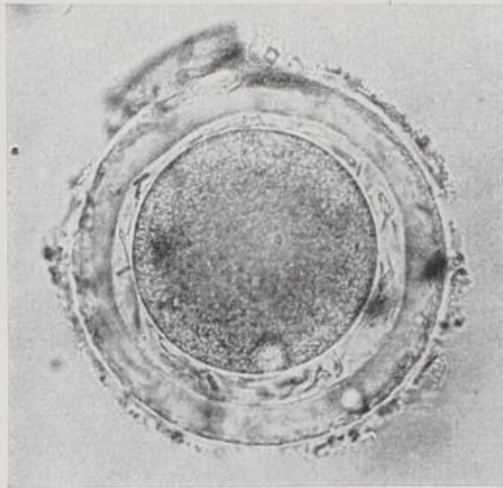
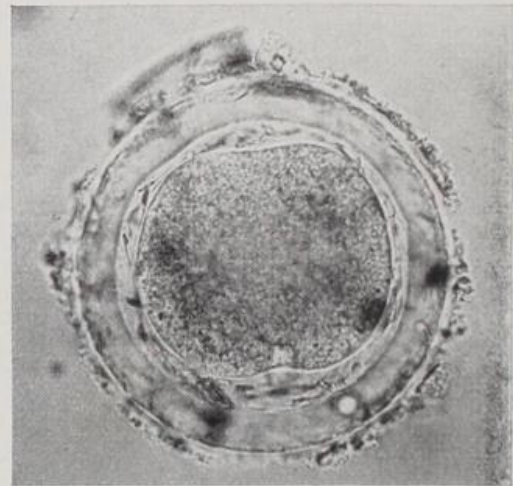


Bild 3. Die Chromosomenverhältnisse bei der Reifung der Geschlechtszellen und bei der Befruchtung. Bestimmung des Geschlechts.

tung der Eizelle mit einem Y-Spermium entsteht ein männliches Wesen mit dem Chromosomenbestand $46 + X + Y$. (Vgl. Bild 3.) Das Geschlecht wird also durch die beiden verschiedenen Arten von Samenzellen bestimmt. Da bei der Bildung der Samenzellen X-Spermien und Y-Spermien in gleicher Zahl gebildet werden, so wäre an und für sich zu erwarten, daß gleichviele Knaben und Mädchen geboren werden; in Wirklichkeit kommen auf 100 Mädchengeburten ungefähr 106 Knabengeburten. Dies rührt wahrscheinlich davon her, daß die Y-Spermien etwas leichter beweglich sind als die X-Spermien und deshalb größere Aussicht haben, zuerst zur Eizelle zu gelangen und die Befruchtung durchzuführen.



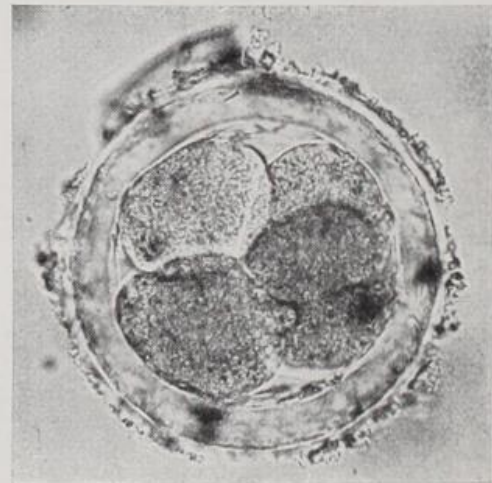
a



b



c



d

Bild 4. Die beiden ersten Furchungsteilungen des Kanincheneies.

- a) Das Ei, etwa 20 Stunden nach der Befruchtung. Die Eizelle hat sich etwas zusammengezogen; zwischen Eihülle und Eizelle hat sich ein Zwischenraum gebildet, in dem abgestorbene Samenzellen liegen.
- b) Der Beginn der ersten Teilung deutet sich durch eine leichte Einschnürung an.
- c) Die erste Teilung ist beendet. Zweizellenstadium.
- d) Die zweite Teilung ist beendet. Vierzellenstadium.

(Aus dem Film der Reichsstelle für den Unterrichtsfilm „Befruchtung und erste Teilungen des Kanincheneies“. Wissenschaftliche Leitung Professor Dr. Frommolt, Halle.)

Nach der Befruchtung setzt eine Teilung der befruchteten Eizelle ein, ein Vorgang, der als **Furchung** bezeichnet wird. Über den Verlauf dieses Vorgangs beim Menschen liegen zwar keine Beobachtungen vor; er erfolgt aber wohl in ähnlicher Weise wie bei anderen Säugetieren, bei denen er genau untersucht worden ist. Bei der ersten Zellteilung ordnen sich die Chromosomen des Zellkerns wie bei jeder normalen Zellteilung in der künftigen Teilungsebene an; sie spalten sich der Länge nach; daraufhin wird durch einen außerordentlich genau und sicher wirkenden Verteilungsapparat von jedem Chromosom die eine Spalthälfte zum einen Pol, die andere zum anderen Pol hingezogen. Gleichzeitig bildet sich in der kugelförmigen Zelle eine äquatoriale Furche aus; nach dieser Furche schnürt sich die Zelle durch, so daß damit aus der einen Zelle zwei Zellen entstehen. Die Richtung, in der die Anordnung des Chromosomensterns und später die Durchschnürung erfolgt, wird durch das bei der zweiten Reifeteilung abgetrennte Richtungskörperchen bestimmt, das eben daher den Namen erhalten hat. Aus der befruchteten Eizelle entstehen durch die erste Teilung zwei Furchungszellen; durch weitere Teilungen erhöht sich die Zahl der Zellen auf 4, 8 und mehr. (Bild 4 und 5.)

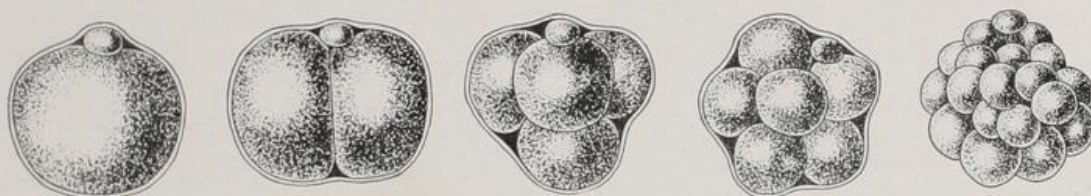


Bild 5. Furchung des Eies der Maus.

Von der befruchteten Eizelle (mit Richtungskörperchen) bis zur Morula. (Nach Broman.)

Bei niederen Wirbeltieren, insbesondere den Amphibien, bei denen die Verhältnisse am besten erforscht sind, bildet sich durch die wiederholten Furchungsteilungen schließlich ein kugeliges Zellhaufen, die *Morula*, aus dieser eine hohle Zellkugel, die *Blastula*, und aus ihr weiterhin durch Einstülpung die *Gastrula*. Bei den Säugetieren sind infolge der besonderen Verhältnisse der Ernährung des Keims im mütterlichen Körper die Vorgänge der Entwicklung stark abgewandelt. Zuerst bildet sich allerdings auch hier eine *Morula* aus. Durch die Zellteilungen des Furchungsprozesses wird zunächst nur die Zahl der Zellen vermehrt; die Größe der Einzelzellen verringert sich mit jeder weiteren Teilung, so daß die Morula kaum größer ist als das Ei selbst. Während der Furchung durchwandert der menschliche Keim im Zeitraum von einigen Tagen den Eileiter, bewegt von dessen Flimmerzellen, und gelangt auf diese Weise in die Höhle der Gebärmutter, des Uterus. Hier setzt er sich in der Schleimhaut fest, welche die Höhle innen auskleidet, ja er frißt sich richtig in sie ein. Aus der Schleimhaut heraus erhält er reichliche Nahrung, so daß er nunmehr wesentlich schneller zu wachsen vermag. Die Morula bildet sich dabei zu einem Gebilde um, das zwar keine eigentliche Blastula darstellt, aber ihr doch ungefähr entspricht und als Keimblase (*Blastocyste*) bezeichnet wird (Bild 6 b). Außen bildet sich eine aus einer einschichtigen Zellenlage bestehende Wand, der *Trophoblast*, aus; die Trophoblastzellen dienen ausschließlich der Ernährung des Keims. Im Keim entstehen kleine Höhlungen; an der einen Seite bildet sich ein kompakter Zellhaufen, der **Embryonalknoten**, aus, der ins Innere des Keimes vorspringt (Bild 6 c). Aus ihm entsteht später der Embryo. Der Embryonalknoten zerlegt sich im Laufe der weiteren Entwicklung in zwei Zellgruppen, ein *Ektoderm* und ein *Entoderm* (Bild 6 d). Aus der tiefsten Schicht des Embryonalknotens wächst das Dotterentoderm in der in Bild 6 d und e dargestellten Weise aus; die Zellen schließen sich zusammen und bilden einen Hohlraum, den **Dottersack** (Bild 6 f); er ist beim Menschen von vornherein nicht besonders groß und bildet sich

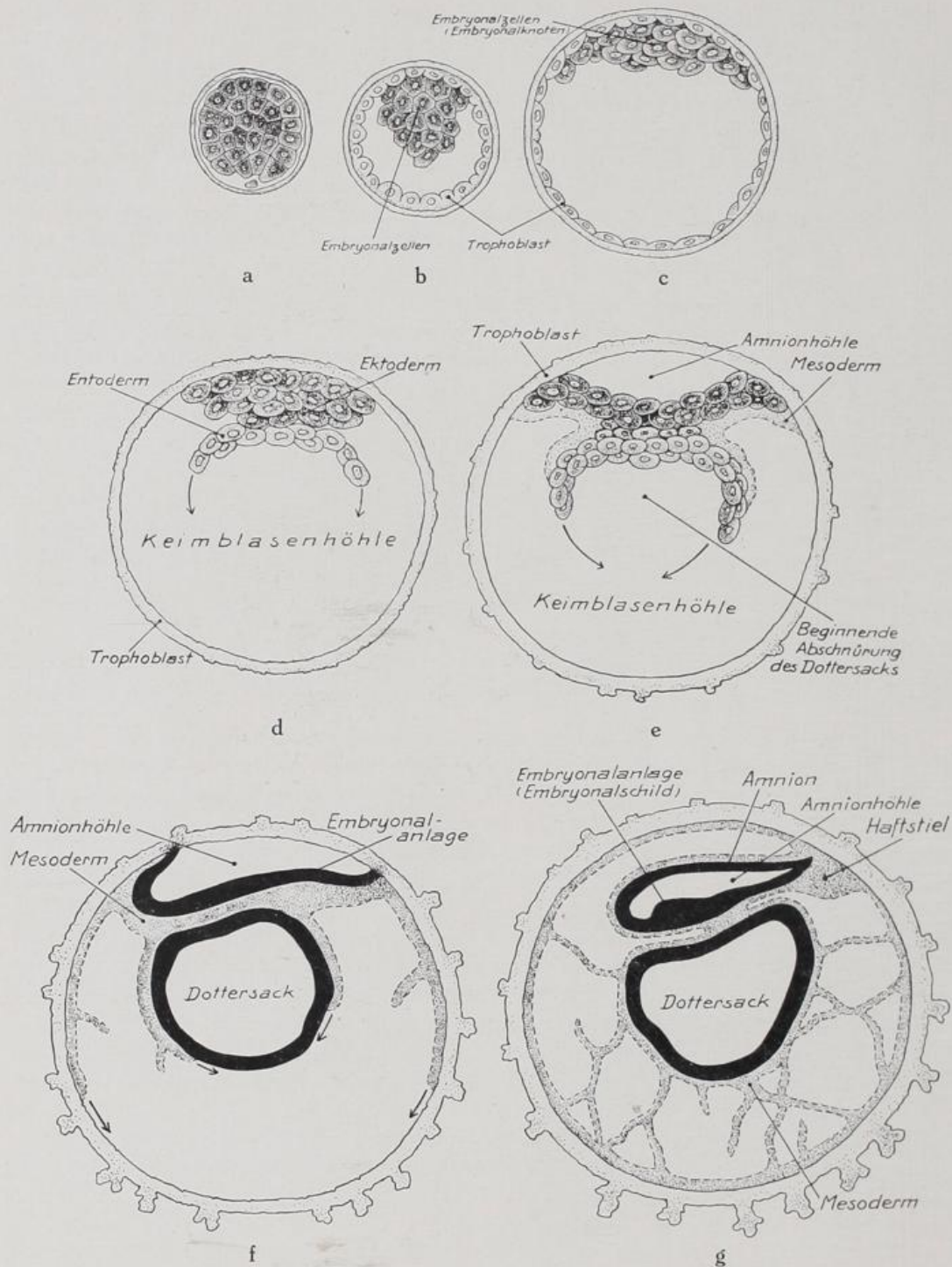


Bild 6. Die frühe Keimesentwicklung des Menschen.
(Gezeichnet unter Benützung von schematischen Bildern von Corning.)

später zurück. Zwischen den Dottersack und den ektodermalen Teil des Embryonalknotens schiebt sich Mesoderm ein, das auch den Zwischenraum zwischen Dottersack und Trophoblast mit einzelnen Strängen ausfüllt. Im ektodermalen Embryonalknoten entsteht gleichzeitig durch Auseinanderweichen der Zellen eine Höhle, die Amnionhöhle (Bild 6 e und f). Die Wand dieser Höhle wird zur inneren Ei-

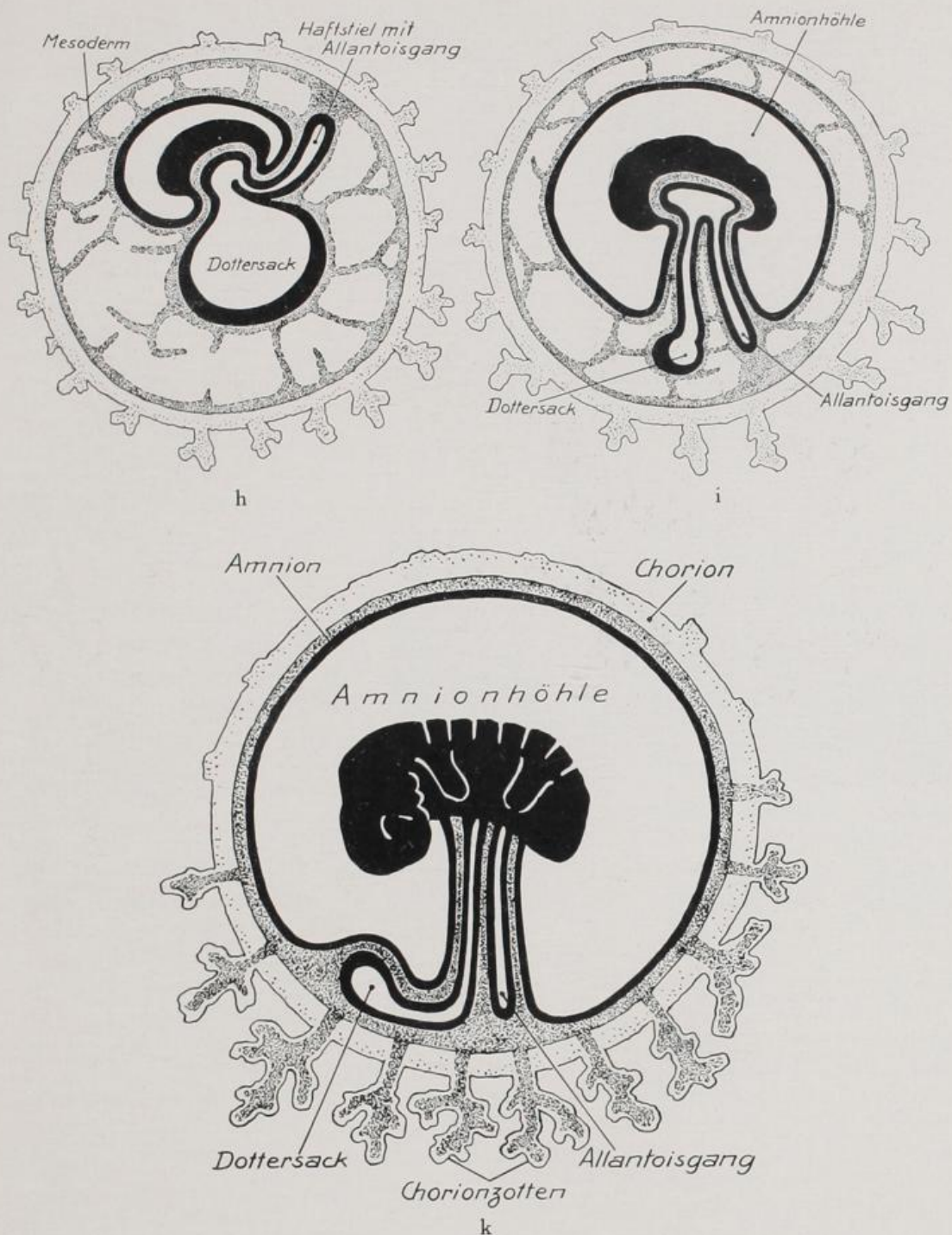


Bild 7. Die frühe Keimesentwicklung des Menschen (Fortsetzung von Bild 6).
(Gezeichnet unter Benützung von schematischen Bildern von Corning.)

haut, dem **Amnion** oder der Schafhaut, so genannt, weil sie beim Schaf zuerst beobachtet wurde. Die Art der Bildung des Amnions, wie sie in Bild 6 f und g dargestellt ist, wurde zwar noch nicht unmittelbar beobachtet; es kann aber nach Untersuchungen bei anderen Säugetieren angenommen werden, daß sie in dieser Weise vor sich geht.

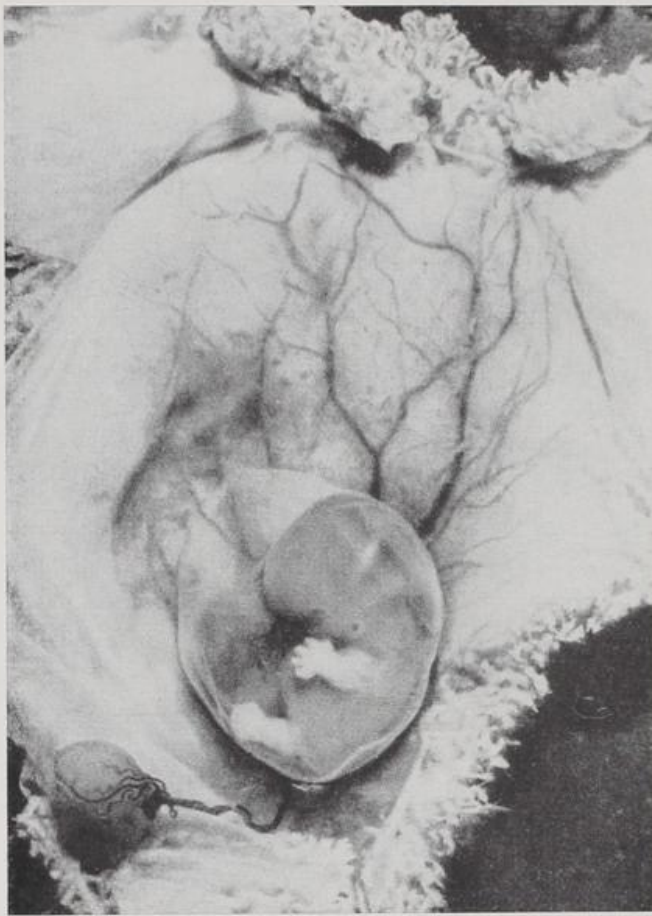


Bild 8. Menschlicher Embryo, 19,5 mm lang, Vergrößerung $1\frac{3}{4}$ fach. Alter etwa 45 Tage. (Nach Grosser.)

Das Chorion ist geöffnet; die außen sitzenden Chorionzotten sind am Rand zu sehen. Der Embryo ist vom Amnion umhüllt; er schwimmt in der Amnionflüssigkeit. Neben dem Amnion liegt frei der Dottersack.

her. Die Amnionhöhle wird schließlich so groß, daß sich das Amnion der Innenseite des Chorions anlegt (Bild 7 k). In der Amnionhöhle wird eine Flüssigkeit abgesondert, in der der heranwachsende Embryo schwimmt; ihre Bedeutung ist die, den Embryo vor jedem harten Druck zu schützen. Mit der Vergrößerung der Amnionhöhle wird der Dottersack immer kleiner. Der größer werdende Embryo hängt mit dem Bauchstiel an der äußeren Wand der Fruchtblase; in diesem Stiel verlaufen der zum Dottersack führende Gang, der rudimentäre Allantoisgang sowie die Blutgefäße, die den Embryo von der Anheftungsstelle her ernähren. (Bild 7 k und Bild 8, das einen Embryo in seinen Eihäuten zeigt.)

An der Einpflanzungsstelle des Keims wachsen das Chorion und die Schleimhaut des Uterus (Membrana decidua) immer inniger zusammen; sie bilden schließlich den Mutterkuchen, die **Plazenta**. Über den ursprünglich ganz in die Schleimhaut des Uterus eingesenkten Keim geht zunächst sogar noch eine Schicht dieser Schleimhaut, die *Decidua capsularis*, hinweg. Der Keim ist damit eingehüllt von zwei Häuten, die von ihm selbst gebildet sind (dem Amnion und dem Chorion), und einer von der mütterlichen Seite her gebildeten Haut (Bild 11 a). Diese plattet sich dann mit zunehmendem Wachstum des Keimes immer mehr ab, wird

* Die *Allantois* ist ein embryonaler Harnsack, der bei niederen Wirbeltieren stark entwickelt ist, bei Säugern nur noch eine geringe Rolle spielt.

Die zwischen der Amnionhöhle und dem Dottersack liegende mehrschichtige Zellmasse, der **Embryonalschild**, stellt die eigentliche Embryonalanlage dar. Im Embryonalschild bildet sich der sogenannte **Primitivstreifen** aus, in dem sich bald auch eine Segmentierung zeigt und aus dem sich dann allmählich der Körper des Embryos herausbildet (Bild 7 h bis k). Der aus Mesoderm bestehende **Haftstiel** stellt die Verbindung des Steißteils des Embryos mit dem Trophoblasten her (Bild 6 g und 7 h bis k); in ihn wächst auch der später sich wieder rückbildende **Allantoisgang*** hinein; eine eigentliche **Allantois** wird beim Menschen nicht gebildet.

Allmählich vergrößert sich die Amnionhöhle immer mehr, während sich gleichzeitig der Trophoblast zur äußeren Eihaut, dem **Chorion** (Zottenhaut), umwandelt. Vom Chorion wachsen Zotten in die Schleimhaut des Uterus hinein und stellen damit eine ungemein innige Verbindung der beiden Häute

schließlich lückenhaft und geht gegen Ende des dritten Monats der Embryonalentwicklung zugrunde; sie ist dann nur noch auf der Außenseite des Chorions in einzelnen Resten nachzuweisen.

Bei der Geburt reißen die Eihäute ein, das Fruchtwasser entleert sich und das Kind wird ausgetrieben. Der aus dem früheren Haftstiel hervorgegangene Nabelstrang, mit dem es nach seinem Austritt noch mit der Plazenta zusammenhängt, muß abgebunden und durchgeschnitten werden. Einige Zeit nach der Geburt des Kindes löst sich die Plazenta samt den Eihäuten als Nachgeburt los.

Was damit als Keimesgeschichte des Menschen in großen Zügen dargestellt wurde, ist das Ergebnis einer langen Forschungsarbeit, die zu ganz verschiedenen Zeiten an ganz verschiedenen Stellen des Entwicklungsgangs eingesetzt hat, bis sich schließlich die Lücken in der Hauptsache geschlossen haben. Es ist begreiflich, daß über die spätere Keimesentwicklung und die Anatomie der Eihäute von geburtshilflicher Seite her zuerst Klarheit geschaffen wurde. Erst eine viel spätere Zeit hat dann die Entwicklung in ihren Einzelheiten aufgeklärt. KARL VON BAER hat 1827 als erster das menschliche Ei gesehen. Seit der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts haben wir dann Einblick in die frühen Stadien der Entwicklung gewonnen. Die Entwicklung des Eis von der Befruchtung bis zur Einpflanzung im Uterus ist bis heute noch nicht beim Menschen selbst beobachtet worden. Ähnliches gilt für die Stadien der Entwicklung bis zur Bildung des Amnions und Embryonschields. Untersuchungen bei Säugetieren müssen und können hier die Lücken schließen. Die Jahre nach 1875, in dem OSKAR HERTWIG als erster am Seeigelei den Vorgang der Befruchtung beobachten konnte, haben dann weiterhin das Wesen dieses für das Leben grundlegenden Vorgangs aufgeklärt, und nicht lange darauf ist die Forschung auch auf die besondere Bedeutung des Zellkerns und der in ihm zu beobachtenden Gebilde aufmerksam geworden. Im 20. Jahrhundert hat dann die Einsicht in die Tatsachen der Vererbung, die zusammen mit den Beobachtungen über den Feinbau des Kerns zur Chromosomentheorie der Vererbung geführt haben, weitere Klarheit geschaffen, und erst die letzten Jahre haben uns in die besonderen Chromosomenverhältnisse des Menschen tieferen Einblick gewährt.

So haben sich im Verlauf der Forschung die Erkenntnisse aneinandergefügt; heute kann die Keimesgeschichte des Menschen in der Hauptsache als geklärt gelten.

2. Die Entstehung von Zwillingen und höheren Mehrlingen

Auf Grund der Kenntnis der normalen Keimesentwicklung ist nun auch ein zureichender Einblick in die Entstehung von Zwillingen möglich. Der Mensch ist ein Lebewesen, bei dem die Einfrüchtigkeit die Regel ist. Schon die Form des einheitlichen, nahezu kugelförmigen Uterus weist darauf hin. In regelmäßigen Abständen von 28 Tagen löst sich im Ovarium der Frau jeweils ein befruchtungsfähiges Ei los. Es ist aber im Ausnahmefall auch möglich, daß sich gleichzeitig zwei Eier loslösen und zur Befruchtung gelangen. Nach ihrem Eintritt in den Uterus können sich die beiden Keime mehr oder weniger weit voneinander entfernt in die Schleimhaut einpflanzen. Falls die Einpflanzungsstellen erheblich auseinander liegen, so bildet sich für jeden der beiden Keime, die je für sich völlig unabhängig voneinander ihre Entwicklung durchmachen, eine besondere Plazenta aus (Bild 9a). Falls die Einpflanzungsstellen nahe beieinander liegen, so entwickelt zwar auch dann jeder Keim seine besonderen eigenen Hüllen; die von der mütterlichen Seite her gebildeten Plazenten können aber weithin miteinander verschmelzen und zu einer einheitlichen Bildung zusammenwachsen; beide Keime werden dann auch von einer einheitlichen Decidua capsularis umhüllt (Bild 9b). Die Ursache der

Entstehung solcher Zwillinge liegt also in der Befruchtung zweier Eier. Diese können entweder aus zwei Follikeln eines Ovariums oder aus dem rechten und linken Ovarium stammen. Es ist auch möglich, daß die beiden Eier aus einem Follikel stammen; Follikel mit zwei Eiern sind schon hie und da beobachtet worden. Auf welche Weise zwei Eier gleichzeitig ausgestoßen werden, bleibt grundsätzlich gleichgültig; wesentlich bei der Bildung solcher Zwillinge ist es, daß zwei verschiedene Eier von zwei verschiedenen Samenzellen befruchtet werden. Auf diese Art entstehen **zweieiige Zwillinge**. Mit der Loslösung zweier oder mehrerer Eier aus den Eierstöcken (Polyovulation) geht beim Menschen in Ausnahmefällen das vor, was bei vielen, ja den meisten Säugetieren die Regel ist. Da jedes der beiden Eier für sich befruchtet wird, so wird damit auch das Geschlecht jedes Keimes unabhängig vom andern für sich bestimmt; es können also

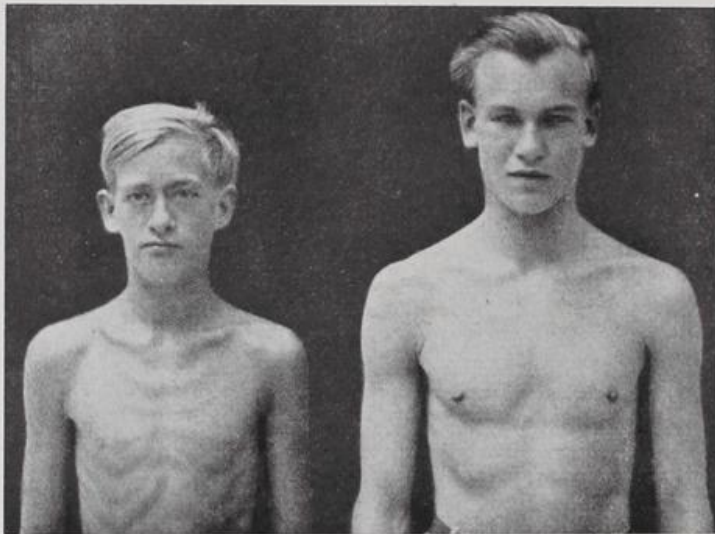


Bild 9. Zweieiige Zwillinge. (Nach Lottig.)

nach der Art ihrer Entstehung unschwer zu verstehen. Die Geschlechtszellen eines Menschen sind unter sich in ihrem Genbestand verschieden. Bei der Befruchtung zweier gleichzeitig ausgestoßener, aber erbverschiedener Eizellen einer Frau durch zwei erbverschiedene Samenzellen eines Mannes entstehen Zwillinge, die in ihrem Erbgut genau so ähnlich oder so verschieden sind, als es sonst Geschwister sein können (Bild 9). Es handelt sich bei ihnen einfach um Geschwister, die nicht wie sonst in zeitlichem Abstand gezeugt worden sind und sich entwickelt haben, sondern die infolge der gleichzeitigen Loslösung zweier Eier auch zu gleicher Zeit ihre Entwicklung im mütterlichen Körper durchgemacht haben. Sie sind Geschwisterzwillinge.

Zwei Sonderfälle der Entstehung von zweieiigen Zwillingen werden schon seit langem immer wieder diskutiert und sollen deshalb auch hier Erwähnung finden. Es ist denkbar, daß die Befruchtung der beiden gleichzeitig ausgestoßenen Eier nicht gleichzeitig, sondern in einem gewissen Zeitabstand erfolgt, unter Umständen auch durch Samenzellen zweier verschiedener Männer, so daß dann die beiden Zwillinge in Wirklichkeit nur Halbgeschwister wären. Ein solcher Vorgang wird als **Überschwängerung** (Superfoecundatio) bezeichnet. Bei Tieren ist das Vorkommen einer solchen Überschwängerung mit Sicherheit erwiesen. Es kommt häufig vor, daß Hündinnen, die während der Brunstzeit Hunde verschiedener Rassen zugelassen haben, gleichzeitig Junge verschiedener Bastardformen zur Welt bringen. Es ist auch schon beobachtet worden, daß eine Stute, die von einem Hengst und einem Esel belegt wurde, gleichzeitig ein Pferde- und ein Maultierföllen warf. Zweifellos ist der entsprechende Vorgang auch beim Menschen möglich, wenn auch

auf diese Weise sowohl Pärchenzwillinge als auch gleichgeschlechtliche Zwillinge entstehen. Nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit werden bei dieser Art der Entstehung von Zwillingen ebensoviel gleichgeschlechtliche als ungleichgeschlechtliche Zwillingspaare gebildet werden. Derartige Zwillinge zeigen eine Ähnlichkeit, wie sie auch sonst Geschwister aufweisen; sie können sich mehr oder weniger gleichen, unter Umständen aber auch ganz unähnlich sein. Das ist



Bild 10. Eineiige Zwillingspaare verschiedener Rassentypen von einem Wettbewerb der ähnlichsten Zwillinge in Long Beach.

der Beweis für sein Vorkommen natürlich nur sehr schwer erbracht werden kann. Es wird von einem Fall berichtet, bei dem eine weiße Mutter, die mit zwei Männern verschiedener Rasse verkehrt hatte, Zwillinge zur Welt brachte, von denen der eine rein weiß, der andere ein Negermischling war.

Eine andere, an und für sich denkmögliche Art der Zwillingsbildung ist stark umstritten. Es könnte sein, daß trotz der Befruchtung eines Eies und der damit beginnenden Schwangerschaft infolge Versagens der vom Gelbkörper ausgehenden hormonalen Hemmungsvorgänge nochmals eine Menstruation eintreten würde, so daß in der folgenden Periode oder vielleicht sogar noch später nochmals ein Ei ausgestoßen würde, das damit erst lange nach dem ersten Ei zur Befruchtung käme. Daß ein solcher Vorgang, der als **Überfruchtung** (*Superfoetatio*) bezeichnet wurde, tatsächlich vorkomme, wurde deshalb vermutet, weil Zwillingsfrüchte oft sehr starke Größenunterschiede aufweisen und deshalb verschiedenes Alter zu haben scheinen. Es ist aber durchaus möglich, daß ein solcher Unterschied von der ungünstigen Ernährung und Lage eines der Zwillinge herrührt; starke Entwicklungsunterschiede kommen sogar bei eineiigen Zwillingen, die ja sicher gleichalterig sind, häufiger vor als bei zweieiigen Zwillingen. Im übrigen ist die Ausstoßung eines Eis nach Eintritt einer Schwangerschaft tatsächlich noch in keinem Fall einwandfrei beobachtet worden; das Gelbkörperhormon scheint mit völliger Zuverlässigkeit zu wirken. Nach WEBER läßt sich zwar „die Superfoetation als Möglichkeit nicht leugnen; sie ist aber im höchsten Grade unwahrscheinlich und bisher noch nicht bewiesen“.

Wie steht es nun aber mit jenen anderen, unerhört ähnlichen Zwillingen? Ihre Übereinstimmung, wie sie Bild 10 für 6 Paare zeigt, ist so auffallend und erregend, daß ganz von selbst die Vermutung herausgefordert wird, sie müßten ihre Entstehung einem Vorgang besonderer Art verdanken. Eine Beobachtung von geburtshilflicher Seite fügte sich hier ein. In der Mehrzahl der Fälle entwickeln sich Zwillinge in getrennten Eihäuten; die Nachgeburt läßt dann die getrennten Chorion und Amnien ohne weiteres erkennen. Daneben kommen aber auch **Zwillinge mit gemeinsamen Eihäuten** zur Welt. Die Zwillinge haben zusammen nur ein Chorion; innerhalb des Chorions kann aber jeder Zwilling ein besonderes Amnion haben, in selteneren Fällen haben sie auch ein gemeinsames Amnion. Nun fand man schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts, daß die in einem gemeinsamen Chorion gebildeten Zwillinge immer gleichgeschlechtig sind, und später zeigte es sich, daß sich solche Zwillinge immer auch durch die erwähnte außerordentliche Ähnlichkeit auszeichnen. Auf Grund dieser Tatsachen erwuchs die Ansicht, daß sich derartige Zwillinge aus einem einzigen Ei entwickelt hätten. Die Keimesgeschichte zeigt, daß ein einheitliches Chorion, das ja aus dem Trophoblasten entstanden ist, nur aus einem Ei hervorgegangen sein kann. Für die Bildung der ähnlichen Zwillinge konnte angenommen werden, daß sich ein bis dahin einheitlicher Keim in einem frühen Stadium der Embryonalentwicklung, aber nach der Bildung des Trophoblasten, in zwei gleiche Hälften gespalten hat; jede Hälfte hätte sich dann zu einem selbständigen Wesen entwickelt. Es würde sich demnach um Zwillinge handeln, die auf dem Wege der Spaltung aus einem befruchteten Ei entstanden sind, also um **eineiige Zwillinge**.*

Diese Ansicht bildete sich schon zu einer Zeit, als über Befruchtung und Vererbung erst recht ungenaue und dunkle Vorstellungen bestanden. Die Erklärung ging von geburtshilflich tätigen Ärzten aus; der entscheidende und wesentliche Tat-

* In der Fachliteratur haben sich die **Abkürzungen EZ** für eineiige Zwillinge, **ZZ** für gleichgeschlechtige zweieiige Zwillinge und **PZ** für ungleichgeschlechtige zweieiige Zwillinge (Pärchenzwillinge) allgemein eingebürgert. Eine Abkürzung für zweieiige Zwillinge schlechthin fehlt hierbei; recht häufig wird fälschlicherweise auch hierfür die Abkürzung ZZ verwendet. In der vorliegenden Arbeit wird für zweieiige Zwillinge die Abkürzung **zZ** benützt; die schon allgemein anerkannten Abkürzungen werden auf diese Weise nicht gestört. Die zweieiigen Zwillinge (zZ) gliedern sich in gleichgeschlechtige zweieiige Zwillinge (ZZ) und Pärchenzwillinge (PZ). Es gilt also: **zZ = ZZ + PZ**.

bestand für die Ansicht von der Bildung solcher Zwillinge war das Vorhandensein des gemeinsamen Chorions. Als dann das 20. Jahrhundert klare Einsichten in den Vorgang der Vererbung brachte, wurde die Tatsache der außerordentlichen Ähnlichkeit solcher Zwillinge die stärkste Stütze der Anschauung von ihrer Bildung aus einem einzigen Ei. Die Erbmasse eines Lebewesens ist im Augenblick der Befruchtung durch die Verschmelzung der Kerne der väterlichen und der mütterlichen Zelle festgelegt; in diesem Augenblick ist auch das Geschlecht bestimmt. Durch eine spätere Teilung des Keimes erhalten somit die beiden Hälften einen völlig gleichen Chromosomenbestand. Damit müssen derartige Zwillinge völlig **erbgleich** sein.

So bildete sich durch die Verarbeitung der verschiedenen Gruppen von Beobachtungstatsachen allmählich die folgende Anschauung heraus: Es gibt zwei Arten von Zwillingen. Die eine Art, die **zweieiigen Zwillinge** (zZ), entsteht durch Befruchtung zweier Eizellen durch zwei Samenzellen; sie werden immer in getrennten Eihüllen geboren und können gleiches Geschlecht haben (ZZ) oder Pärchenzwillinge (PZ) sein. Die andere Art von Zwillingen entsteht auf der Grundlage eines einzigen befruchteten Eis durch eine spätere vollständige Spaltung des Keims; es sind **eineiige Zwillinge** (EZ). Die beiden Paarlinge sind völlig erbgleich und damit auch immer gleichgeschlechtig; sie werden immer in einem gemeinsamen Chorion geboren. Ob es sich um eineiige oder zweieiige Zwillinge handelt, kann zwar nach dem Grad ihrer Ähnlichkeit vermutet, mit völliger Sicherheit aber nur nach dem Eihautbefund entschieden werden.

Als seit einem starken Jahrzehnt das Interesse für Zwillinge immer stärker wurde und eine große Zahl von Zwillingspaaren zu Zwecken der Erbforschung untersucht werden sollte, entstand das dringende Bedürfnis nach einem einfachen und sicheren Kriterium, ob es sich im einzelnen Fall um EZ oder ZZ handle. Die Diagnose nach den Eihäuten konnte dabei unmöglich mehr genügen. Bei den meisten Zwillingspaaren, die zur Untersuchung zur Verfügung standen, war der Eihautbefund überhaupt nicht mehr bekannt. Weiterhin zeigte es sich, daß es bei der Geburt recht schwierig ist, die Eihautverhältnisse mit völliger Sicherheit festzustellen; bei einer nicht ganz gründlichen Untersuchung können leicht Irrtümer vorkommen. Die Beschäftigung mit den Zwillingen war fast ausschließlich auf die Erbbiologen übergegangen, und damit bildeten sich die Erbforscher auch ihre eigene Methode zur Erkennung eineiiger Zwillinge aus: Sie stellten die **Diagnose nach der Ähnlichkeit**. Die völlige Gleichheit zweier Zwillinge in einer Reihe sonst erblich stark differierender Merkmale gab ihnen die Entscheidung. Zur Vergleichung und Sicherstellung dieser Diagnose mußte natürlich die Vergleichung mit dem Eihautbefund nebenhergehen. Hierbei ergaben sich aber bedeutungsvolle neue Erkenntnisse.

Schon 1924 hatte LENZ darauf hingewiesen, daß es nicht ohne weiteres selbstverständlich sei, daß sich die aus einem befruchteten Ei entstandenen Zwillinge in jedem Fall in einem gemeinsamen Chorion entwickeln müßten. SIEMENS und VON VERSCHUER verfolgten später gleichfalls diesen Gedanken. Durch fortlaufende eingehende Untersuchungen, welche im Kaiser-Wilhelm-Institut für Anthropologie, menschliche Erblehre und Rassenhygiene in Berlin seit 1929 durch KIFFNER, CURTIUS, LASSEN und STEINER durchgeführt wurden, ist nunmehr in der strittigen Frage Klarheit geschaffen worden.

Einige Beobachtungen deuteten darauf hin, daß Zwillinge, die offenbar völlig erbgleich waren, auch in völlig getrennten Eihäuten zur Entwicklung gelangen können. Daraufhin wurden systematisch bei einer größeren Zahl von Zwillingspaaren, die in Berliner Entbindungsanstalten zur Welt gekommen waren, sowohl die Eihäute untersucht als auch die Ähnlichkeitsdiagnose gestellt. Die Eihautdiagnose

erfolgte nicht bloß makroskopisch, sondern in zweifelhaften Fällen, wo eine Verwachsung verschiedener Häute vermutet werden konnte, auch mikroskopisch. Außerdem wurden durch Injektion der Blutgefäße die Gefäßverbindungen in den Zwillingssplazenten untersucht. Die Ähnlichkeitsdiagnose kann bei neugeborenen Zwillingen noch nicht mit voller Sicherheit durchgeführt werden; die für die Untersuchung geeigneten Merkmale sind erst etwa im 4. Monat so weit ausgebildet, daß sie eine Entscheidung ermöglichen. Nachuntersuchung in späterer Zeit, bei vielen Paaren über Jahre hinweg, suchten die Ähnlichkeitsdiagnose zu festigen. Die Ergebnisse aller dieser Untersuchungen, die sich über die Jahre von 1928 bis 1935 erstreckten, sind in der nachstehenden Zusammenstellung aufgeführt (nach STEINER).

Eihautbefund	Zahl der untersuchten gleichgeschlechtigen Zwillingspaare	Davon waren nach der Ähnlichkeitsuntersuchung	
		erbgleich	nicht erbgleich
2 Chorien	100	24	76
1 Chorion, 2 Amnien	32 {	29	—
1 Chorion, 1 Amnion		3	—

Aus den Zahlen geht also hervor, daß zwar alle erbungleichen Zwillinge in getrennten Eihäuten zur Welt kommen, daß aber nicht alle dichorischen Zwillinge erbungleich sind; unter ihnen findet sich vielmehr ein recht erheblicher Bruchteil erbgleicher Zwillinge. Auf der anderen Seite sind alle monochorischen Zwillinge auch erbgleich. Wenn die Erbgleichheit der eineiigen, die Erbverschiedenheit der zweieiigen Entstehung entspricht, so wäre wohl die Monochorie ein sicheres Kennzeichen für Eineiigkeit, dagegen nicht Dichorie ein solches für Zweieiigkeit.

Damit wäre die frühere sogenannte „klassische“ Ansicht von dem strengen Zusammenhang zwischen Eiigkeit und Eihautbefund klar widerlegt. Zweieiige Zwillinge haben auf alle Fälle zwei Chorien; ob sie von einer gemeinsamen Decidua capsularis eingeschlossen sind und scheinbar eine einheitliche Plazenta haben, oder ob ihre Plazenten völlig getrennt sind, hängt nur von dem Ort der Einpflanzung des Keimes ab und ist von nebensächlicher Bedeutung. Dagegen sind **drei Arten von EZ** möglich: Solche mit zwei Chorien, in derselben doppelten Möglichkeit wie bei den zweieiigen Zwillingen, eine zweite Gruppe mit einem Chorion und zwei Amnien, und eine dritte Gruppe mit einem Chorion und einem Amnion. Bisher sind 24 Fälle der ersten, 28 der zweiten und 3 der dritten Art einwandfrei festgestellt worden. Dieses Zahlenverhältnis der verschiedenen Gruppen von EZ kann sich natürlich mit wachsendem Material noch etwas ändern. Die verschiedenen Arten der Zwillinge sind in Bild 11 dargestellt.

Im übrigen ist es unschwer möglich, die neuen Erkenntnisse über die Eihautverhältnisse bei EZ mit der Keimesentwicklung in Zusammenhang zu bringen. Wenn EZ immer nur ein Chorion hätten, so müßte dies so erklärt werden, daß eine Spaltung des Keims nie vor der Bildung des Trophoblasten eintritt. Es ist aber ebenso gut denkbar, daß die Spaltung bereits viel früher erfolgt. Daß dies tatsächlich der Fall sein kann, beweisen die neuen Eihautbefunde. Auf Grund hiervon ist die **Entstehung der drei Arten von EZ** (nach VON VERSCHUER) folgendermaßen zu erklären: Die Teilung des Keims kann schon im Stadium der ersten Furchungen, also vor seiner Einpflanzung in die Uterusschleimhaut, erfolgen. Ob die Trennung schon im Zweizellenstadium oder erst später eintritt, läßt sich nicht sagen; auf alle

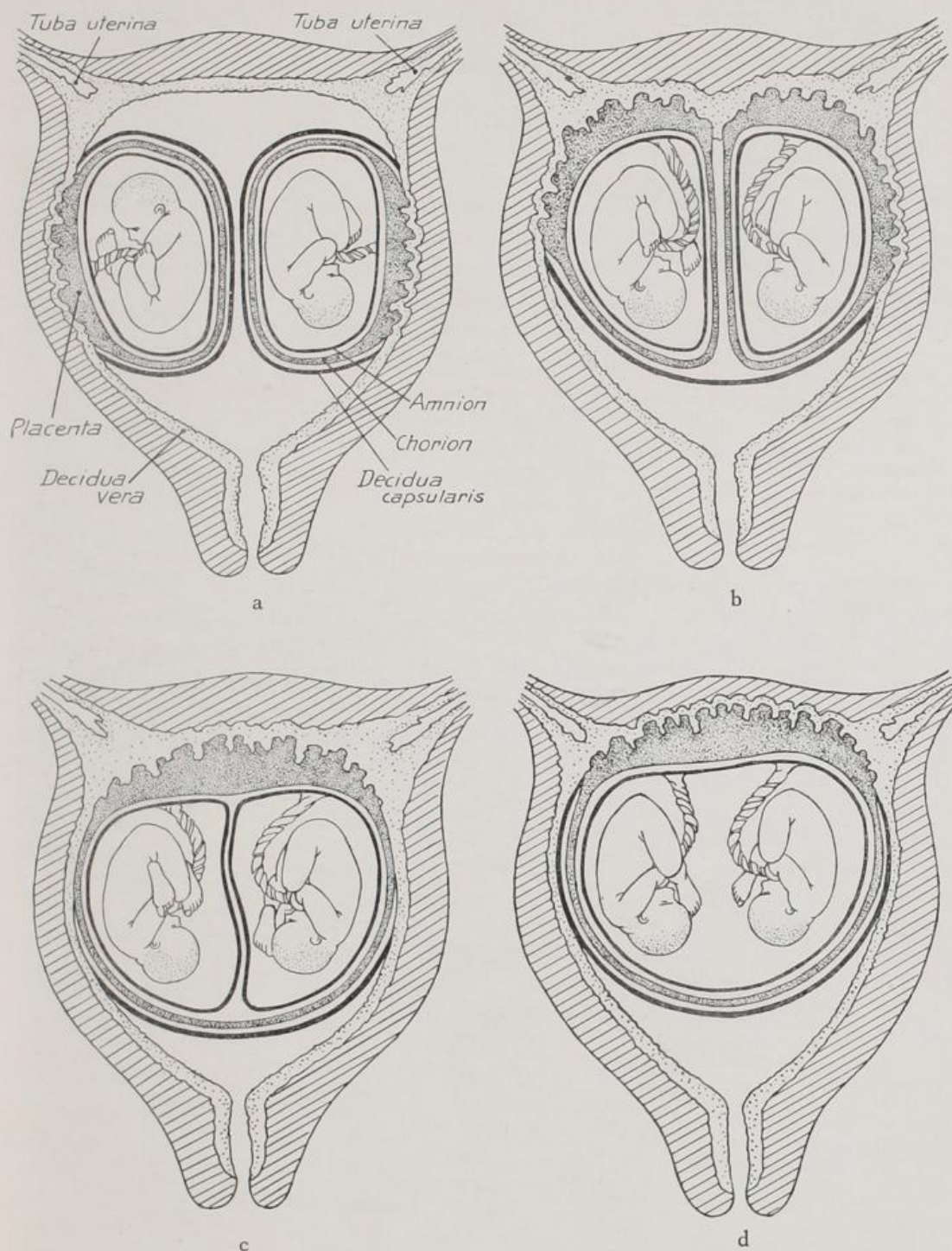


Bild 11. Plazentation und Eihautbildung bei Zwillingen.

- a) Placenta, Decidua capsularis, Chorion und Amnion getrennt.
- b) Placenta getrennt oder scheinbar einfach, Decidua capsularis gemeinsam, Chorion und Amnion getrennt.
- c) Placenta und Chorion gemeinsam, Amnion getrennt.
- d) Placenta, Chorion und Amnion gemeinsam.

a und b können zZ oder EZ sein; c und d können nur EZ sein.



Bild 12. Dreieiße Drillinge. (Nach Buschke.)

Fälle können sich aber die beiden völlig getrennten Hälften des Keims an verschiedenen Stellen des Uterus einpflanzen und ihre Entwicklung beginnen. Jeder Keim macht völlig getrennt für sich seine Entwicklung durch, hat also sein eigenes Chorion.

Es ist aber auch möglich, daß die Spaltung des befruchteten Keims erst später, im Stadium des Embryonalknotens (Bild 6b oder 6c), erfolgt. Das Ei ist zu dieser Zeit schon in die Schleimhaut eingewachsen; der Trophoblast, der später zum Chorion wird, ist bereits ausgebildet. Dagegen ist im Embryonal-

knoten noch keine Differenzierung eingetreten, ein Amnion noch nicht angelegt worden. Jede Spalthälfte innerhalb des gemeinsamen Chorions bildet daher ihr eigenes Amnion aus; auf diese Weise entstehen EZ mit einem Chorion und zwei Amnien. Es scheint, daß dieser Fall etwas häufiger vorkommt als der erste.

Schließlich ist es auch möglich, daß die Spaltung des Keims erst im Stadium des Embryonalschilds erfolgt (Bild 6g oder 7h, Längsspaltung in Richtung der Zeichenebene). Zu diesem Zeitpunkt der Entwicklung ist die Amnionhöhle bereits angelegt; die beiden durch die Längsspaltung des Embryonalschilds entstehenden Keimhälften ent-



Bild 13. Zweieiße Drillinge.

(Universitätsinstitut für Erbbiologie und Rassenhygiene, Frankfurt a. M.)

wickeln sich daher in dem schon bestehenden Amnion; es entstehen auf diese Weise EZ, die Chorion und Amnion gemeinsam haben. Dieser Fall der Entstehung von EZ ist der wenigst häufige.

Damit wäre der verschiedene Eihautbefund bei EZ in sehr überzeugender Weise erklärt; die Entwicklung des menschlichen Keims vermittelt das Verständnis für die verschiedenen Möglichkeiten der Bildung von Zwillingen aus einer Keimanlage. Die frühere Anschauung, daß EZ immer in einem gemeinsamen Chorion gebildet würden, ist überholt und als zu eng erklärt. Ob Zwillinge aus einem Ei entstanden sind, kann nur aus der Tatsache der Erbgleichheit erschlossen werden, nicht aus dem Eihautbefund.

Auf Grund der Einsicht in das Wesen der Entstehung eineiiger und zweieiiger Zwillinge ist die **Entstehung höherer Mehrlingsgeburten** unschwer zu verstehen. **Drillinge** können auf dreierlei Weise entstehen. Die erste Möglichkeit ist die der Bildung aus drei befruchteten Eiern; sie sind dann erbverschieden. Die Wahrscheinlichkeit, daß dabei 3 Kinder gleichen Geschlechts entstehen, ist für Knaben und Mädchen je $\frac{1}{8}$. Die Wahrscheinlichkeit, daß die Kinder verschiedenen Geschlechts (2 Knaben und 1 Mädchen oder 1 Knabe und 2 Mädchen) ist je $\frac{3}{8}$. Drillinge können aber auch aus einem Ei entstehen; hierbei teilt sich die eine der beiden durch Spaltung entstandenen Keimhälften noch ein weiteres Mal.

Solche Drillinge können sich nach dem Vorausgegangenen je nach dem Zeitpunkt der Spaltung in einfachem, doppeltem oder in dreifachem Chorion entwickeln. Schließlich ist es aber auch möglich, daß sich bei der Bildung von Drillingen die beiden Arten der Zwillingsbildung kombinieren. Die Drillinge entstehen in diesem Falle aus zwei Eiern; bei dem einen Ei setzt Zwillingsbildung durch Spaltung des Keims ein. Solche Drillinge wären zweieiig; zwei der Drillinge sind unter sich erbgleich. Es gibt also dreieiige, zweieiige und eineiige Drillinge. (Siehe zum Vergleich die Bilder 12, 13 und 14.)

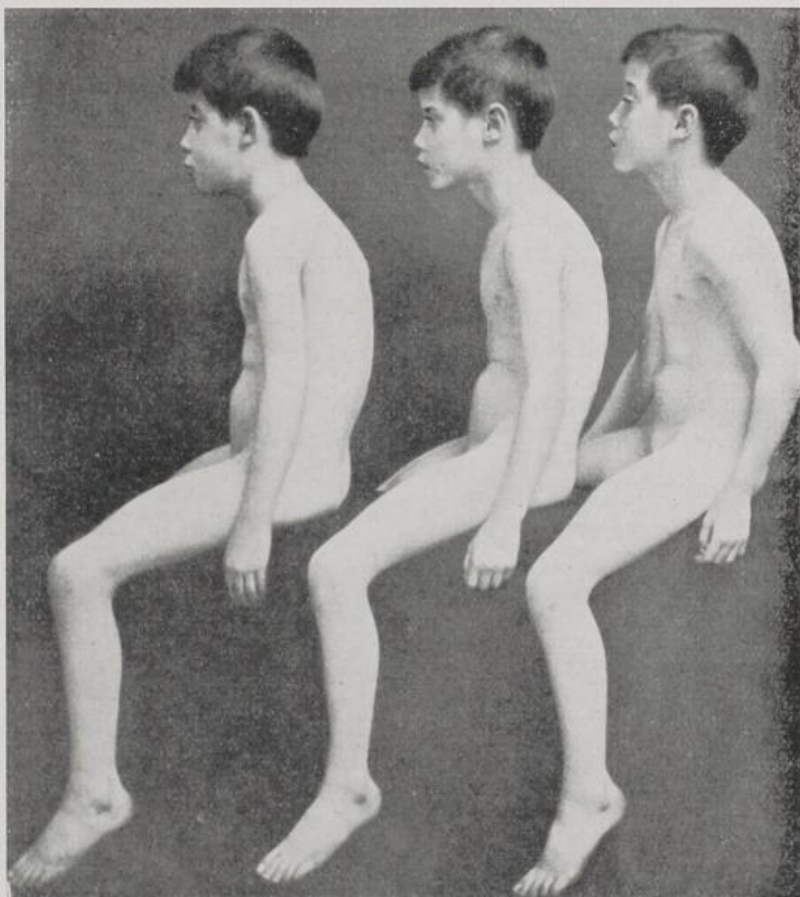


Bild 14. Eineiige weibliche Drillinge im Alter von 9 Jahren.
(Nach Sanders.)

Die Drillinge sind in Rotterdam geboren; sie sind schwachbegabt.
Der Körperbau zeigt vollkommene Gleichheit.

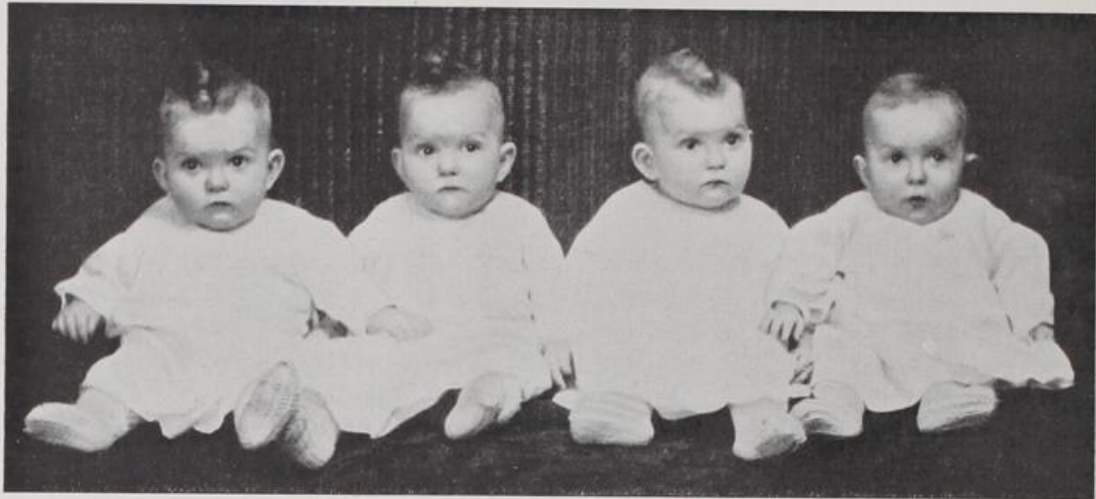


Bild 15. Eineiige weibliche Vierlinge. (Nach Clarke.)

Die amerikanischen Morlok-Vierlinge wurden 1930 in einem Chorion geboren. Das vierte Kind war bei der Geburt wesentlich kleiner und leichter. Sein Haar war kürzer; deshalb erscheint es auf dem Bild weniger lockig; später wurde es ebenso lockig wie bei den drei anderen.

Ähnliches gilt mit entsprechenden weiteren Möglichkeiten für die Entstehung von **Vierlingen**. Durch wiederholte Spaltungen eines Eies können eineiige Vierlinge entstehen (Bild 15). Daneben sind zwei Arten von zweieiigen Vierlingen möglich: entweder spaltet sich jedes der beiden Eier, so daß damit zwei Paare von eineiigen Zwillingen entstehen (Bild 16), oder spaltet sich das eine der beiden Eier in drei Teile, so daß ein solches Quartett gewissermaßen aus einem Einling und drei eineiigen Drillingen besteht. Dreieiige Vierlinge entstehen dadurch, daß sich von drei gleichzeitig zur Entwicklung kommenden Eiern eines noch spaltet. Schließlich kommen noch viereiige Vierlinge vor. Soweit Vierlinge bekannt sind, scheinen tatsächlich alle genannten Möglichkeiten vorzukommen.

Es ist unschwer auszudenken, welche Möglichkeiten bei **Fünflingen** vorhanden wären. Fünflinge sind aber so selten, daß diese verschiedenen Möglichkeiten noch



Bild 16. Zweieiige weibliche Vierlinge. (Phot. Ebert-Berlin.)

Die Derner-Vierlinge aus Beuthen im Alter von $3\frac{1}{2}$ Jahren; das erste und dritte sowie das zweite und vierte Kind sind unter sich erbgleich.

gar nicht zur Beobachtung gelangt sind. Die einzigen bisher überhaupt am Leben gebliebenen Fünflinge sind die 1934 geborenen fünf Mädchen der Familie Dionne in Canada (Bild 17). Sie sind zweifellos alle erbgleich; es handelt sich also bei ihnen um eineiige Fünflinge. **Sechslinge** sind nur in ganz wenigen Fällen, **Siebenlinge** überhaupt erst einmal (in Hameln im Jahr 1600) beobachtet worden. (Vgl. S. 77.)

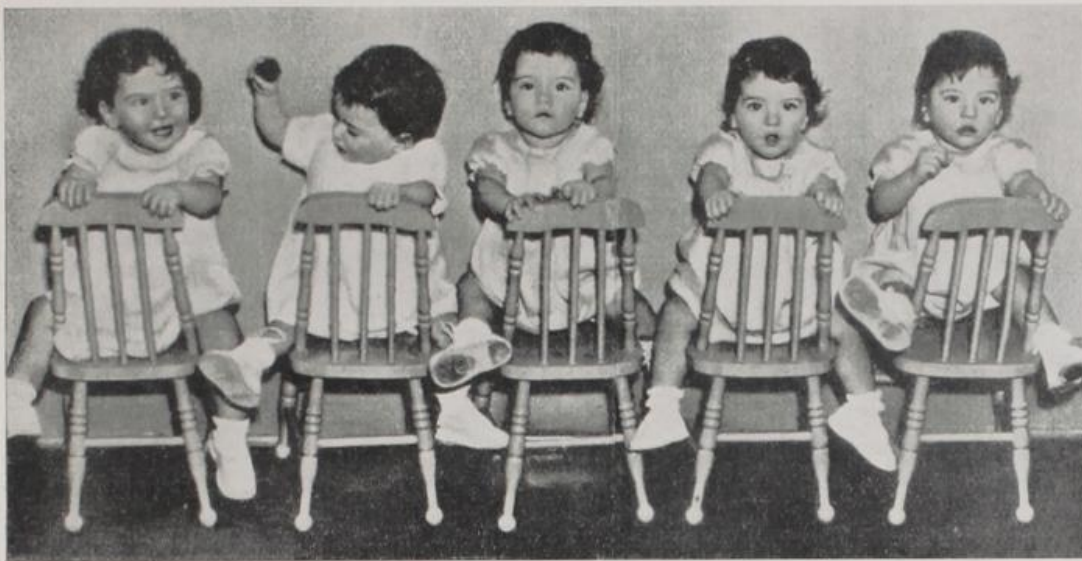


Bild 17. Eineiige Fünflinge.

Die canadischen Fünflinge Emilie, Annette, Marie, Cecilie und Yvonne Dionne, geboren im Februar 1934.

3. Menschliche Doppelmißbildungen

Die Erklärung, daß eineiige Zwillinge durch die vollständige Spaltung eines einheitlichen Keims entstehen, ist durchaus einleuchtend. Dieser Vorgang ist aber offenbar kein normaler; er stellt eine merkwürdige Abweichung der Natur von ihrer eigenen Regel dar. Die Erklärung läßt damit aber sofort eine neue Frage aufsteigen: Kommt es nicht auch vor, daß die Spaltung unvollständig bleibt? Nun gibt es tatsächlich Bildungen, die auf einen solchen Vorgang zurückgeführt werden müssen und die sich damit eng an die EZ anschließen. Es ist das ganze große Heer der **Doppelmißbildungen**. Diese entstehen dadurch, daß die Hauptlängsachse des Körpers ganz oder zum Teil eine Verdoppelung erfährt, ohne daß eine vollständige Trennung eintritt. Die beiden Teilhälften können fast selbständig ausgebildet und nur noch schwach miteinander verbunden sein. Die beiden Wesen bestehen dann trotz ihrer Verwachsung je für sich, und ein solches Paar ist je nachdem sogar voll lebensfähig. Das sind die sogenannten „siamesischen Zwillinge“. Dann kommen aber immer wieder auch Mißbildungen zur Welt, die nicht lebensfähig sind, deren Auftreten die Menschen von jeher mit Grauen und Entsetzen erfüllte und deren Ursprung das Mittelalter auf eine buhlerische Verbindung mit dem Teufel zurückführte. Das sind die Wesen mit zwei Köpfen oder einem Kopf und doppeltem Rumpf, Verwachsungen zweier Wesen übers Kreuz, Gebilde schauerlichster Art, die die tollste Phantasie weit hinter sich lassen und deren Geburt früher mancher unglücklichen Mutter den Tod auf dem Scheiterhaufen gebracht hat. Die ganze Formenmannigfaltigkeit dieser Gebilde läßt sich auf denselben Vorgang zurückführen, dem auch die eineiigen Zwillinge ihre Entstehung verdanken: die Spaltung eines Keims.

Den unmittelbaren Anschluß an die eineiigen Zwillinge bilden die „siamesischen Zwillinge“. Der Name geht zurück auf das im vergangenen Jahrhundert berühmt gewordene Brüderpaar Ch a n g und E n g. Die beiden sind 1811 in Siam als Kinder eines Chinesen und einer Siamesin geboren. Sie waren an der Brust vom Nabel bis zum Brustbein miteinander verbunden, so daß sie sich von Gesicht zu Gesicht gegenüberstanden. Sie brachten es aber später durch eigene Anstrengung so weit, daß sie seitlich aneinander stehen konnten. Bis zum 17. Jahr lebten sie in Siam und wurden



Bild 18. Die siamesischen Zwillinge Chang und Eng im Alter von 18 Jahren. (Aus Holländer.)

dann zur Schaustellung nach Amerika und Europa gebracht. Von da kehrten sie nach Amerika zurück, setzten sich mit dem erworbenen Geld zur Ruhe und verheirateten sich dann mit zwei Schwestern. Jeder der beiden Zwillinge wurde Vater von 9 Kindern. Beide hatten für ihre Familie ein eigenes Haus; in der Bewohnung ihrer Häuser wechselten sie nach festgelegtem Plan ab, so daß jeweils immer der eine beim andern zu Gaste war. Ihr Verhältnis war durchaus nicht immer gut; einmal gingen sie sogar gegeneinander vor Gericht. Im Charakter wiesen sie trotz der Grundtatsache starker Ähnlichkeit doch auch Verschiedenheiten auf. Eng war der geistig Interessiertere, Chang hatte später einen starken Hang zum Alkohol. Vermögensverluste zwangen sie 1869 nochmals auf Reisen zu gehen. Aus jener Zeit wird folgendes über sie berichtet: „Sie waren von untersetzter Statur und etwas schwächlich. Ihre einander

zugekehrten Arme legten sie meist auf den Rücken. Die inneren Augen waren schärfer als die äußeren; Chang war beiderseits schwerhörig, Eng nur auf einem Ohr. Sie konnten gut gehen, laufen und schwimmen; ihre Bewegungen erschienen dabei so harmonisch, als seien sie von einem Willen beseelt.“

Das Verbindungsband der Brüder erstreckte sich vom unteren Ende des Brustbeins bis zum Nabel; dieser war einfach. Nur in der Mitte des Strangs in recht geringer Breite war das Gefühl für beide Brüder gemeinsam. 1870 zeigten sich die siamesischen Zwillinge in Berlin und wurden hier von VIRCHOW genau untersucht. In dem Bericht, den er über seine Untersuchung gegeben hat, setzt er sich mit der damals lebhaft aufgeworfenen Frage auseinander, ob eine vollkommene Einheit des Lebens und des Geistes in diesen beiden Individuen vorhanden sei. Er gibt darauf die für ihn selbstverständliche Antwort, daß es sich um zwei geistig völlig unabhängige Wesen handle, von denen jedes sein eigenes Leben führe. Dabei fiel ihm allerdings aufs stärkste auf, wie gleichartig die Lebensäußerungen der beiden waren. Er sagte von ihnen:

„Alles an ihnen ist harmonisch, nicht nur im Aussehen und Bau, sondern auch in den Verrichtungen. Die Respiration, die Herzbewegung, die Bewegungen des Körpers überhaupt gehen für gewöhnlich so übereinstimmend vor sich, daß es scheint, als ob sie nur durch einen Willen bestimmt würden. Am meisten tritt dieser Eindruck bei schnellen und unerwarteten

Bewegungen ein. So erzählten sie mir, daß sie auch auf die Jagd gingen, und als ich sie fragte, was sie da machten, erhoben sie beide zugleich ihre Arme in Schußstellung, so plötzlich, als wenn eine elektrische Bewegung in sie gefahren wäre. In derselben Weise erfüllt sie gleichzeitig Freude, Aufregung, Zorn. Nichtsdestoweniger werden wir uns begnügen müssen, diese Übereinstimmung, welche in der letzten Zeit nur dadurch etwas gestört wird, daß beide anfangen, taub zu werden, und zwar der eine schneller als der andere, auf eine Gemeinsamkeit der Keimanlage und auf lange, gemeinsame Übung und gegenseitige Erziehung zurückzuführen. . . . Wir müssen ihre zum Teil gewiß nur gewohnheitsmäßige Harmonie daraus erklären, daß auch ihre geistigen Apparate auf einer einzigen Keimanlage beruhen, wie das für den ganzen Körper der Fall ist. Da sie von einem Keim stammen, mithin auch ihre Gehirne aus einer ursprünglich einheitlichen Anlage hervorgegangen sind, so begreift es sich, daß auch sie, wie die übrigen Körperteile, gleichartig beschaffen sind."

Die frühere Ansicht über die Entstehung von Mißbildungen war, daß sie durch die Verwachsung zweier verschiedener Keime zustande kämen. Demgegenüber trat VIRCHOW mit Entschiedenheit und Klarheit für die Ansicht ein, daß sie durch die Spaltung einer einheitlichen Keimanlage entstanden seien. Die Gründe, die er gegen die Verwachsungstheorie anführt, sind folgende: Der Eihautbefund stimmt mit der Vorstellung einer Verwachsung verschiedener Keime nicht zusammen. Mißbildungen werden immer in einheitlichem Chorion und Amnion geboren; verschiedene Keime müßten ihre eigenen Eihäute haben. Es ist nicht vorstellbar, wie diese bei einer Berührung der Keime verschwinden könnten. Die Tatsache, daß Doppelmißbildungen immer gleichgeschlechtlich sind, spricht gleichfalls für die Entstehung aus einem Keim, ebenso die vollkommene Gleichheit im Körperlichen wie im Geistigen. Auch der Umstand, daß immer homologe Teile der beiden Partner verwachsen sind, läßt sich nur aus der Spaltung eines Keimes erklären. Schließlich weist er darauf hin, daß derartige Spaltungen bei Tieren auch schon experimentell erzeugt worden seien, und daß sich durch die Theorie der Teilung die Verdoppelung in jedem Fall erklären lasse, ein doppelter Finger ebenso wie ein doppeltes Wesen.

VIRCHOW hat damit durchaus entscheidende Gründe angegeben; es ist beachtenswert, daß er den Gesichtspunkt der Erbgleichheit viel schärfer und viel klarer erkannt hat, als seine Zeit dies sonst tat.

Die Frage, ob eine operative Trennung der beiden siamesischen Zwillinge möglich sei, ist damals lebhaft erörtert worden. Auch VIRCHOW hat sich mit ihr auseinandergesetzt und kam zu dem Ergebnis, daß eine solche höchstwahrscheinlich tödlich verlaufen würde, da die Bauchhöhle geöffnet werden müßte; das bedeutete aber bei dem damaligen



Bild 19. Chang und Eng im Alter von 59 Jahren.

Stand der Operationstechnik, die Antisepsis und Asepsis noch nicht kannte, in den meisten Fällen den Tod an eitriger Bauchfellentzündung. — Ihre letzte Schaustellungsreise überlebten die Zwillinge nicht lange. Eine starke Erkältung Changs führte zu einer Lungenentzündung; etwa zwei Stunden nach Changs Tod starb auch Eng. Die Sektion ergab, daß sich im Verbindungsstrang zwei Ausstülpungen der Bauchhöhle befanden, außerdem ein Blutgefäß, welches die beiden Lebern miteinander verband, und zwei Arterien. Dieser Befund bestätigte die Ansicht VIRCHOWS von der Unmöglichkeit einer trennenden Operation.

Die siamesischen Zwillinge waren durch den Schwertfortsatz (Processus xiphoideus) des Brustbeins miteinander verbunden. Die Wissenschaft, die ein System der Doppelmißbildungen aufgestellt hat, bezeichnet sie damit als **Xiphopagen**. Gleichfalls an der Vorderseite des Körpers miteinander verbunden sind die **Sternopagen**, bei welchen das ganze Brustbein (Sternum) gemeinsam ist, und die **Thoracopagen**, bei denen Teile des Brustkorbs (Thoracicus) der beiden Zwillinge miteinander verwachsen sind. Einige Mißbildungen sind schon durch eine Operation getrennt worden; die erste erfolgreiche Trennung bei einer allerdings nur geringen Verwachsung wurde sogar schon im Jahre 1689 durchgeführt. 1902 wurde in Paris das Xiphopagenpaar Radica-Doodica getrennt, weil das eine der 13jährigen Zwillingmädchen tuberkulös erkrankt war; es starb kurz nach der Operation an jener Erkrankung. Ähnlich war 1900 die Operation bei dem brasilianischen Sternopagenpaar Rosalina-Maria verlaufen; eines der Kinder starb an den Folgen der Operation.



Bild 20. Die verwachsenen ungarischen Schwestern Helena und Judith, das „monstrum hungaricum“. Nach der Dissertatio von Wilhelm Hulderich Waldschmidt, Kiel 1709.

Eine zweite Gruppe von verwachsenen Zwillingen sind die **Pygopagen** (griechisch pygos = das Gesäß). Die Verwachsungen sind bei ihnen, die meistens den unteren Teil der Wirbelsäule gemeinsam haben, noch inniger und weitergehend als bei der ersten Gruppe, die anatomischen Verhältnisse in der Verwachsungsgegend zum Teil überaus eigenartig. Eine operative Trennung ist bei Pygopagen noch nicht durchgeführt worden. Der Wissenschaft ist eine Reihe solcher Doppelmißbildungen bekannt, die zum Teil ein erhebliches Alter erreicht haben. Aus dem Mittelalter wird von den *Biddenden Maids* berichtet, die im 12. Jahrhundert in England gelebt haben und 34 Jahre alt wurden; sie starben im Abstand von 6 Stunden.

Außerordentliches Aufsehen erregten die Schwestern Helena und Judith, die 1701 in Ungarn geboren wurden, das „monstrum hungaricum“. Sie waren im unteren Teil der Wirbelsäule sehr weitgehend verwachsen und scheinen auch eine Verbindung im Gefäßapparat der benachbarten Beine gehabt zu haben. In ihrem 12. Jahr wurden sie auf bischöfliche Anordnung in ein Kloster gebracht, wo

sie im Alter von 21 Jahren fast in der gleichen Minute starben. In einer „Disputation“, die über den merkwürdigen Fall veröffentlicht wurde, wird mit Ernst die Frage erörtert, ob die Seelen der beiden Schwestern wie ihre Körper eine Monstrosität darstellten, ob es eine oder zwei Persönlichkeiten wären und ob deshalb beide zu taufen seien, ferner wie die göttliche Gnade sich auswirken würde, wenn etwa eine von ihnen ein Verbrechen begangen hätte und zur Höllenstrafe verurteilt würde. In einer anderen Abhandlung wurde die Frage gestellt, ob die beiden Schwestern einst vereint oder getrennt auferstehen würden, und diese dahin entschieden, daß ein Wiederaufleben mit vereinten Körpern nicht notwendig sei. Das Zusammengewachsenensein sei nebensächlich und noch kein Zustand der höchsten Vollkommenheit; diesen Zustand der Unvollkommenheit werde daher Gott bei der Auferstehung auflösen.

Die Schwestern Millie und Chrissie, die sogenannte „zweiköpfige Nachtigall“, waren ein Pygopagenpaar, das 1851 in Nordkarolina geboren worden war. Der Vater war ein Neger, die Mutter hatte Neger- und Indianerblut. Nach den Worten VIRCHOWS, der sie 1873 untersuchte, kam dem Fall noch viel größere Aufmerksamkeit zu als den beiden Siamesen Chang und Eng. Die beiden Zwillinge waren bei der Geburt in der Größe sehr verschieden; von dem Gesamtgewicht von 15 Pfund wurden für die schwächere Schwester nur 3 Pfund geschätzt. Ein kleiner Unterschied blieb zurück; im übrigen zeigte sich bei den Schwestern eine geradezu vollkommene Übereinstimmung der Gesichtszüge. Der ganze untere Teil

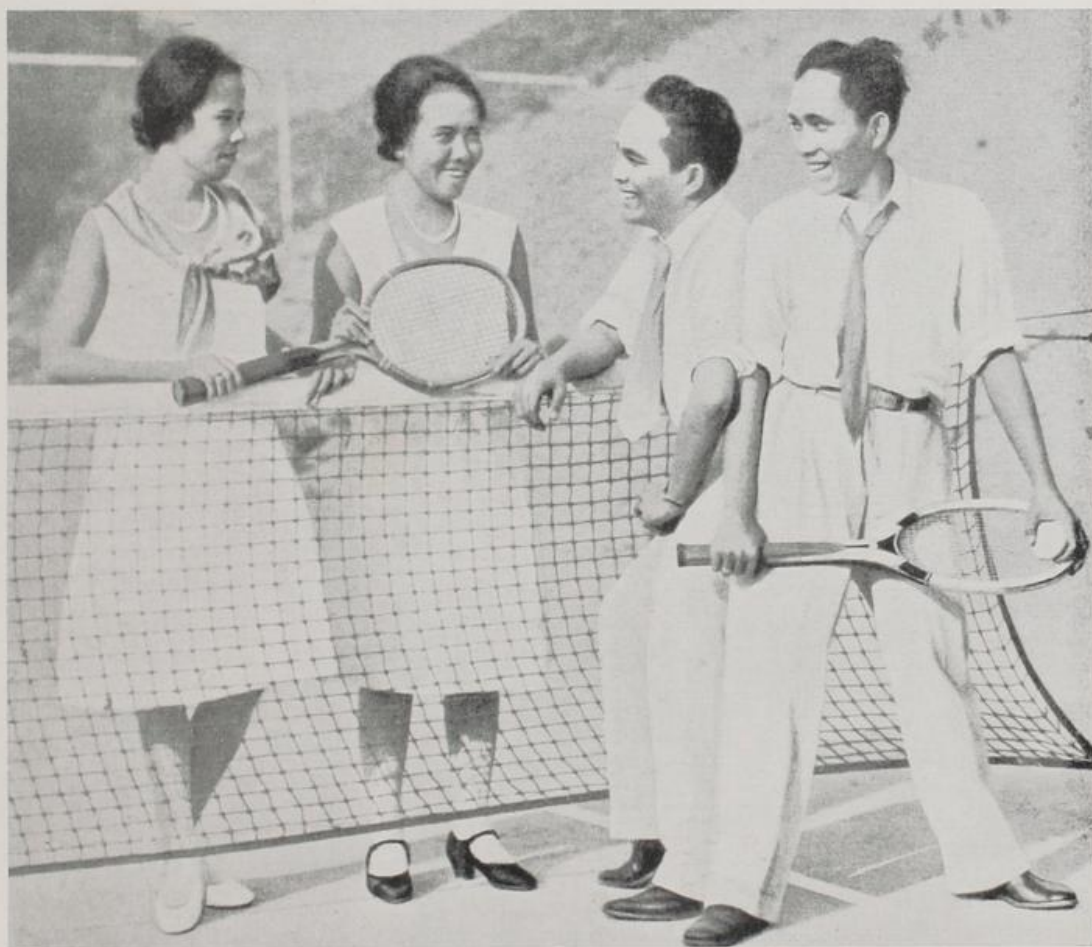


Bild 21. Die verwachsenen Brüder Lucio und Simplicio Godino mit ihren Frauen, eineiigen Zwillingsschwestern.

der Wirbelsäule erschien bei der Untersuchung als einfach; ein verhältnismäßig großes Gebiet in den Beinen zeigte eine gewisse gemeinsame Empfindung. Von einem Reiz, der bei einem Zwilling einwirkte, hatte der andere eine dunkle, örtlich nicht klar bestimmte Wahrnehmung; bei den beiden lag wohl auch eine gewisse Verbindung im Rückenmark vor. Ihre Bewegungen waren vollkommen einheitlich; sie tanzten und sangen mit größter Zusammenstimmung aller Bewegungen. Geistig waren sie sehr entwickelt, lebhaft und gesprächig.

Um die Jahrhundertwende zeigte sich das böhmische Schwesternpaar Josefa und Rosa Blazek. Auch bei ihnen waren die Verwachsungen sehr stark und weitgehend. Die 1877 geborenen Schwestern zeigten äußerlich und in ihrem Wesen nicht unerhebliche Unterschiede. Josefa war gut genährt und phlegmatisch, Rosa dagegen mager und lebhaft, beweglicher und intelligenter als ihre Schwester. 1910 bekam Rosa ein Kind. Die Schwestern starben 45jährig. — Das einzig bisher bekannt



Bild 22. Die verwachsenen Schwestern Daisy und Violet Hilton.

gewordene männliche Pygopagenpaar waren die beiden philippinischen Brüder Simplicio und Lucio Godino. Sie heirateten zwei eineiige Zwillingsschwestern und waren in ihrer Heimat als rasende Autofahrer gefürchtet; Lucio soll seinerzeit nur dadurch einer empfindlichen Strafe entgangen sein, daß der Richter sich scheute, den unschuldigen Zwilling Bruder mit ins Gefängnis zu schicken. 1936 erkrankte Lucio an Lungenentzündung und starb. Simplicio wurde sofort von dem toten Bruder getrennt. Der Ersatz des beiden Brüdern gemeinsamen Teils des Mastdarms machte aber Schwierigkeiten; einige Tage nach der Operation starb auch Simplicio.

Zurzeit lebt das 1908 in Amerika geborene Pygopagenpaar Daisy und Violet Hilton. Ihre Verbindung scheint etwas weniger weitgehend zu sein als bei den genannten anderen Pygopagenpaaren; ihre Trennung ist während ihrer Kindheit von chirurgischer Seite als möglich erklärt worden. Sie genossen eine sehr gründliche Erziehung; als Variétékünstlerinnen spielen sie verschiedene Musikinstrumente

und tanzen geschickt. In ihrem Verhalten sind sie sehr ähnlich, und erst bei näherer Bekanntschaft zeigen sich auf dem Grunde dieser Ähnlichkeit leichte Unterschiede. Ihre Handschriften sind nach einer eingehenden graphologischen Untersuchung im Charakter verblüffend ähnlich (vgl. S. 128). 1936 wurde Violet durch einen amerikanischen Standesbeamten getraut, nachdem früher englische und amerikanische Behörden die Eheschließung nicht hatten zulassen wollen.



Bild 23. Die Wormser Zwillinge. Nach einer Flugschiff von Sebastian Brant, 1495. (Aus Holländer.)

Sehr selten ist es, daß **Craniopagen**, Doppelmißbildungen mit Verwachsungen des Schädels, längere Zeit am Leben bleiben. 1495 wurden in Birstatt bei Worms zwei Mädchen geboren, die an der Stirn untrennbar miteinander verwachsen waren, so daß sie sich gegenseitig ansehen mußten. Die beiden unglücklichen Kinder er-

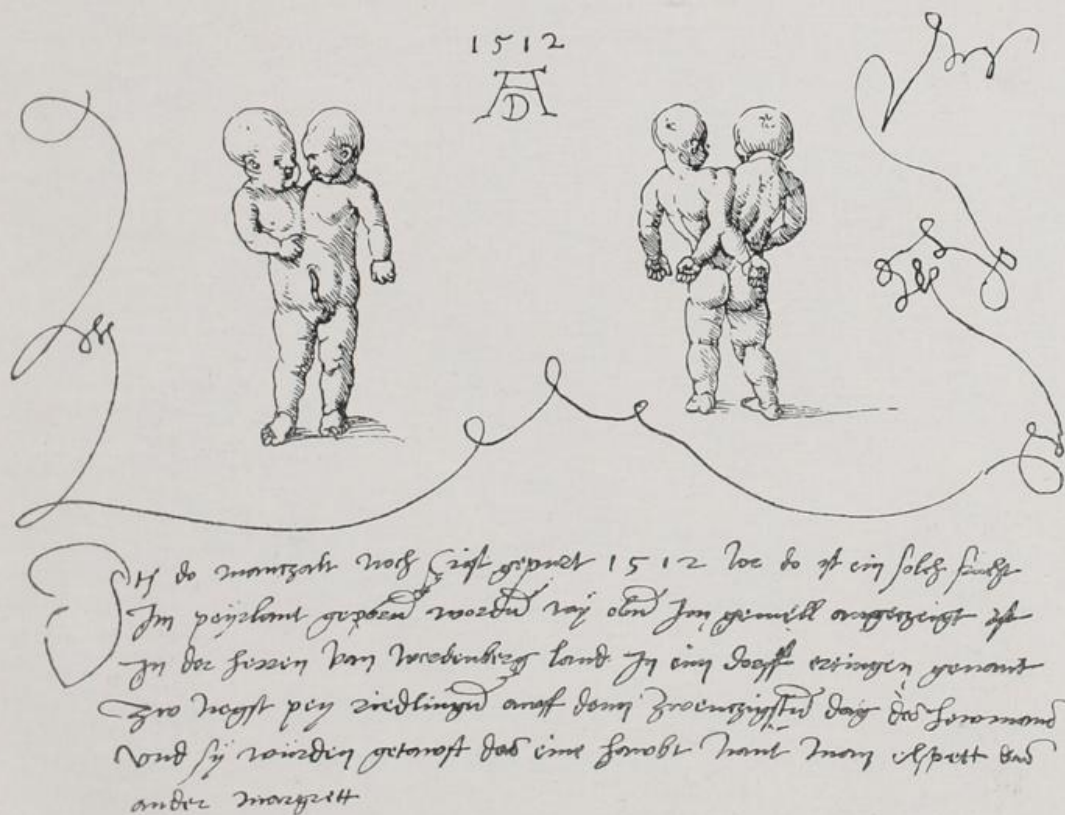


Bild 24. Zeichnung einer Doppelmißbildung von Albrecht Dürer. (Original in Oxford.)

Dürer hat die Zeichnung wahrscheinlich nach einem Flugblatt gefertigt und die Kinder nicht selbst gesehen. (Aus Holländer.)



Bild 25. Doppelmißbildung.
(Nach Newman.)

reichten ein Alter von 10 Jahren. Von ihrem Tode wird berichtet: „Da eines vor dem anderen starb, mußte man das tote von dem lebendigen abschneiden, und da dem lebendigen das Haupt be vornen offen stand, wards auch krank und starb bald hernach.“ Die Ursache des Zusammengewachsenseins wurde damals mit dem „Versehen“ erklärt, einem Aberglauben, der auch heute in der Zeit der Erbforschung noch nicht ausgestorben ist. „Diß wunderbarlich Gewechs hat also erhebt, als die Mutter dieser zweyen Kindern auff ein Zeit mit einer anderen Frawen redte, kam einer ungewarnter Sachen darzu und stieß den beyden Weybern die Köpff, wie man sagt, zusammen. Darvon erschrack die schwanger Fraw also sehr, daß es die Frucht im Leib entgelten mußte. Welches wir zu dem end kürztlich alhie melden und anzeigen wollen, damit menniglich vor dergleichen Unfällen sich wüste zu hüten.“

Siamesische Zwillinge sind Doppelmißbildungen, die noch lebensfähig sind. Außer ihnen gibt es aber Mißbildungen, bei denen die Spaltung so unvollkommen ist, daß diese Wesen überhaupt nicht oder nur kurze Zeit leben können. Bei allen diesen Mißbildungen sind die beiden Partner in gesetzmäßiger Weise nach einer bestimmten

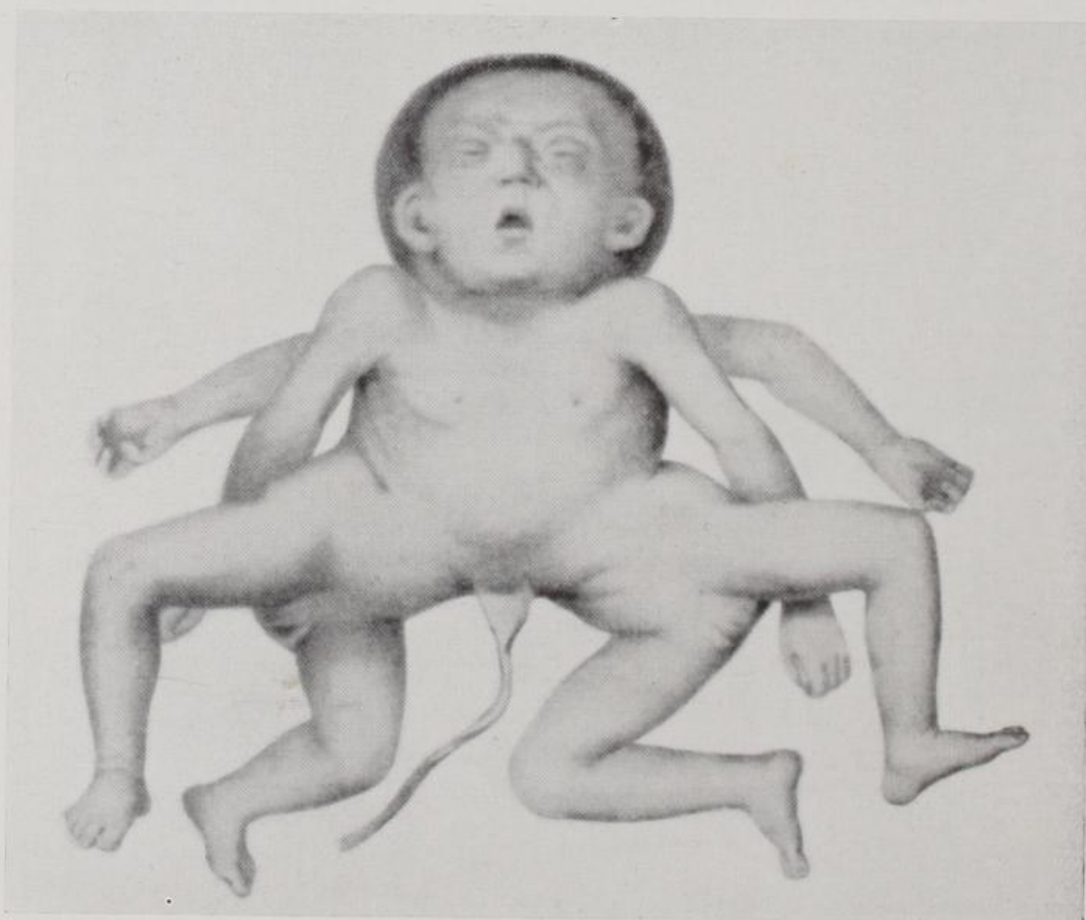


Bild 26. Doppelmißbildung. (Nach Vrolik aus Schwalbe.)

1. Verdoppelung des Vorderendes (duplicitas anterior) nach der Körpersymmetrieebene.



2. Verdoppelung des Hinterendes (duplicitas posterior) nach der Körpersymmetrieebene.



3. Verdoppelung mit ventraler Gegenüberstellung der Partner; letzter Zusammenhang in der Körpermitte (Thoracopagen usw.).



4. Verdoppelung mit ventraler Gegenüberstellung der Partner; letzter Zusammenhang am Kopf (Craniopagen).



5. Verdoppelung mit dorsaler Gegenüberstellung der Partner (Pygopagen).



6. Verdoppelung mit querliegender Symmetrieebene (Ischiopagen).

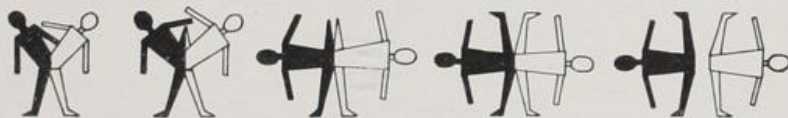


Bild 27. Morphologische Reihen von Doppelmißbildungen.

(Entworfen unter Benützung der Schemabilder von Wilder.)

Symmetriemiteinander verbunden. Mißbildungen nach der Längssymmetrieebene zeigen die Bilder 24—26. Die beiden ersten Mißbildungen weisen eine Verdoppelung des vorderen Körperendes (duplicitas anterior) mit 2 Köpfen, zwei einzelnen Armen und einem verwachsenen Doppelarm in der Mitte auf, die dritte eine Verdoppelung des hinteren Körperendes (duplicitas posterior). Die Spaltungen können in allen denkbaren Graden vorkommen; damit ist es möglich, die beobachteten Einzelfälle nach dem Grade der Spaltung in morphologischen Reihen zu ordnen. Bild 27 zeigt eine Anzahl solcher Reihen in schematischer Darstellung. So läßt sich für die Verdoppelung des Vorderendes eine Reihe aufstellen, die von der Einfachbildung über eine mehr oder weniger starke Verdoppelung des Gesichts zu einem zweiköpfigen Wesen führt, von diesem über eine Mißbildung, wie sie in Bild 25 dargestellt ist, zu einer Doppelbildung vom Becken an und schließlich zu freien eineiigen Zwillingen. Die dritte dargestellte Reihe ist die der Thoracopagen, Sternopagen und Xiphopagen; weiterhin folgen die Reihen der Craniopagen, der Pygopagen und der Ischiopagen. Am Ende aller dieser Reihen stehen jeweils freie eineiige Zwillinge.

Bei all diesen Reihen sind die beiden Partner gleich stark ausgebildet. Es ist aber auch möglich, daß der eine nur unvollkommen ausgebildet ist, gewissermaßen als Parasit an dem Teil hängt, der das bewußte Leben führt. So wird von einem 1617 geborenen Genuesen Lazarus Colloredo berichtet, der auf der Brust einen kleineren Zwilling mit sich trug. Es war ein verkümmertes Wesen, das auf den Namen Johannes getauft worden war. Sein Kopf hing schlaff nach unten, die Arme waren klein und schwach und trugen nur je drei Finger an einer Hand; außer-



Bild 28. Der Genuese Coloredo. (Aus Schwalbe.)

dem hatte das Wesen nur ein Bein. Ein selbständiges geistiges Leben kam ihm nicht zu; die Augen waren gewöhnlich geschlossen, der Mund stand offen. Es konnte Arme, Ohren und Lippen bewegen; eine eigene Ernährung fand nicht statt.

Von solchen noch gestalteten Parasiten führt eine Reihe von Übergängen zu Bildungen, die nichts weiter sind als große **Geschwülste**, die in ihrem Innern ungestaltet und ungeordnet Knochen- und Muskelgewebe, sowie Teile verschiedener innerer Organe erkennen lassen. VIRCHOW, der bei dem „Schliewener Wunderkind“ eine derartige, am Rücken angewachsene Geschwulst untersuchte, erklärte sie als nichts anderes als einen in der Entwicklung zurückgebliebenen und völlig gestörten Zwillingspartner. Damit wäre eine solche formlose Geschwulst das extreme Ende einer Formenreihe, die von völlig getrennten und wohlgestalteten eineiigen Zwillingen

über verwachsene Zwillinge und gestaltete Parasiten bis zu solchen Gebilden führt.

Alle Doppelmißbildungen, wie sie im Vorstehenden geschildert worden sind, entstehen aus einem befruchteten Keim. In jedem solchen Keim liegen Entwicklungskräfte beschlossen, die in geheimnisvoller Weise sein Werden und Wachsen bestimmen. In ihrer harmonischen Auswirkung bildet sich das Wunderwerk des Organismus. Es ist aber auch möglich, daß dunkle Ursachen diese Entwicklung stören. Ein befruchteter Keim, dessen Entwicklungskräfte mit seinem Genbestand gegeben sind, kann im Ausnahmefall einer Spaltung unterliegen. Jeder Teil trägt dann auch noch einzeln alle Entwicklungskräfte in sich, und es kann der Fall eintreten, daß bei vollständiger Spaltung des Keims jeder Teil für sich noch zu einem vollkommenen Menschenwesen heranwächst. Ein Mensch hat sich auf diese Weise verdoppelt. Es ist aber auch möglich, daß die Spaltung nur unvollkommen erfolgt. Die Entwicklungskräfte können sich dann nicht mehr geradlinig und harmonisch auswirken; sie müssen sich vielmehr gegenseitig stoßen und stören. Ihr Wirken wird dadurch in unnormale Bahnen gelenkt, unter Umständen in völlige Verwirrung gebracht. Die Entwicklung verliert immer mehr Richtung und Harmonie; sie kann sogar völlig anarchisch verlaufen. Das Ergebnis all dieser Störungen ist das Heer der Doppelmißbildungen bis zu formlosen Geschwülsten.

Übersicht über die verschiedenen Arten von Zwillingen und ihre Entstehung.
(Nach von Verschuer mit teilweiser Abänderung und Erweiterung.)

Ursache der Zwillingsbildung	Art der Entstehung	Zeitpunkt der Entstehung	Eihäute	Plazenta	Bezeichnung
Polyovulation 2 Eier aus 2 Follikeln in 2 Ovarien, oder 2 Eier aus 2 Follikeln in 1 Ovarium, oder 2 Eier aus 1 Follikel	Befruchtung zweier Eier durch zwei Spermien	Befruchtung	Chorion und Amnion doppelt	doppelt oder scheinbar einfach (verklebt)	zweieiige Zwillinge (erbverschieden)
Spaltungstendenz eines Keims (echte Zwillingsbildung)	Spaltung des Keims unter vollständiger Trennung der beiden Hälften.	Im Stadium der ersten Furchungen vor Differenzierung in Trophoblast und Embryoblast.	Chorion einfach, Amnion doppelt	einfach	eineieiige Zwillinge (erbgleich)
		Im Stadium des Embryonalknotens, vor Bildung des Amnions.	Chorion und Amnion doppelt		
	Spaltung des Keims unter unvollständiger Trennung der beiden Hälften.	Im Stadium des Embryonalschilds oder Primitivstreifens, nach Bildung des Amnions.	Chorion und Amnion einfach		Doppelmißbildungen. Reihe von den mehr oder weniger stark verwachsenen Doppelwesen bis zu parasitären Bildungen und Geschwülsten.
		Im Stadium des Primitivstreifens oder später.			

Eineiige Zwillinge gehören in die Reihe der Doppelmißbildungen. Ihre Entstehung ist kein normaler, sondern ein regelwidriger Vorgang; er streift hart am Krankhaften vorbei. Eineiige Zwillinge sind nichts anderes als glücklich abgelaufene Mißbildungen. Bei dem Spaltungsvorgang, der all den geschilderten Bildungen zugrunde liegt, ist es von grundlegender Wichtigkeit, wann er eintritt: je früher desto ungefährlicher. Es ist bereits dargelegt worden, daß die zu EZ führende Spaltung schon im Stadium der ersten Furchungen oder des Embryonalknotens erfolgen kann. Auch noch in einem frühen Stadium des Embryonalschilds oder des Primitivstreifens kann eine völlige Spaltung des Keims eintreten; wenn sie später erfolgt, ist nur noch geringe Hoffnung vorhanden, daß die Entwicklung zu fehlerfreien Zwillingen führt. Daraus geht hervor, daß diejenigen EZ, die in einem gemeinsamen Amnion gebildet werden, den Doppelmißbildungen entwicklungsmäßig am nächsten stehen. Von STEINER ist nachgeprüft worden, in welchem Umfang abnorme Bildungen bei den EZ-Paaren verschiedener zeitlicher Entstehung auftreten. Er fand bei 24 dichorischen EZ-Paaren 1 Mißbildung, bei 32 monochorischen Paaren mit zwei Amnien 3 Mißbildungen, bei 3 Paaren mit einfachem Chorion und Amnion 2 Mißbildungen. Die Zahl der untersuchten Fälle ist zwar noch nicht groß genug, um endgültige Ergebnisse bringen zu können, und die beobachteten Mißbildungen sind auch nicht in allen Fällen besonders schwer; aus dieser ersten Untersuchung scheint aber doch mit bemerkenswerter Deutlichkeit hervorzugehen, daß abnorme Bildungen um so leichter und häufiger auftreten, je später die Keimspaltung eingetreten ist.

Die damit gewonnene Einsicht in die Entstehung der verschiedenen Arten von Zwillingen und in den Zusammenhang von EZ und Doppelmißbildungen erlaubt es uns, diese Verhältnisse zusammenfassend zur Darstellung zu bringen. Die Übersicht auf Seite 35 ist auf Grund des bisher Dargelegten unschwer verständlich.

4. Zwillingsbildung bei Tieren und Pflanzen

Die Bildung der erbgleichen Zwillinge ist beim Menschen noch nie unmittelbar beobachtet worden; die Ansicht, daß sie aus einem befruchteten Ei durch Spaltung des Keims entstanden seien, ist deshalb zunächst nur eine Hypothese. Die Gesamtheit der Erscheinungen beim Menschen, insbesondere die Möglichkeit der widerspruchsfreien Einfügung der beobachteten Tatsachen in eine Reihe anderer Erscheinungen, wie sie im Vorhergehenden dargelegt wurde, machen es im höchsten Grad wahrscheinlich, daß die dargelegten Ansichten der Wirklichkeit entsprechen. Um sie noch stärker zu festigen, ist es aber nötig, über die Verhältnisse beim Menschen hinaus im ganzen Reich des Lebens nachzuprüfen, ob sich derartige Vorgänge, wie sie für die Entstehung erbgleicher Zwillinge beim Menschen angenommen werden, sonstwo beobachten und nachweisen lassen.

Tatsächlich ist dies auch der Fall. Neben der die Regel bildenden Entstehung einer Mehrzahl von Nachkommen aus ebensovielen, je für sich befruchteten Eiern kommt bei den verschiedensten Lebewesen **echte Zwillingsbildung**, die Entstehung mehrerer Nachkommen aus einem befruchteten Ei, vor. Im Tierreich findet sie sich vor allem bei Echinodermen, Arthropoden und Wirbeltieren.

Bei **Echinodermen** hat DRIESCH 1891 an den Eiern zweier Arten von Seeigeln zum ersten Male nachgewiesen, daß bei einer Trennung des Keims im Zweizellenstadium aus jeder der beiden Zellen eine vollständige Larve hervorgehen kann. Auch bei einer Trennung des Keims im Vierzellenstadium entwickelt sich noch jede Zelle zu einer zwar etwas kleineren, aber vollständigen Larve. Es ist also möglich, beim Seeigel sowohl eineiige Zwillinge als auch eineiige Vierlinge experimentell zu erzeugen. DRIESCH erreichte die Trennung der Zellen ursprünglich durch heftiges Schütteln; später zeigte HERBST eine schonendere Methode der Trennung: Durch Verbringen des Keims im Zwei- oder Vierzellenstadium in Ca-freies Wasser wird eine Trennung der Furchungskugeln erreicht; in normales Seewasser zurückgebracht, entwickeln sich die Zellen dann wieder ungestört weiter. Mit dieser Methode der Trennung wurden die für die Entwicklungsphysiologie des Echinideneis grundlegenden Versuche DRIESCH's von einer Reihe von Forschern bestätigt und erweitert. Die Versuche beweisen, daß nach der Trennung des Keims im Zwei- oder Vierzellenstadium jeder Teil so gut wie das ganze Ei die Fähigkeit (die „Potenz“) besitzt, ein vollständiges Lebewesen aus sich entstehen zu lassen. Dasselbe gilt für einen Viertelskeim. Durch die Zellteilungen bei der Furchung haben ja die einzelnen Zellen jeweils genau den gleichen Chromosomenbestand und damit je einen vollständigen Satz von Erbanlagen erhalten. Im Verlauf der weiteren Entwicklung werden dann einzelne Zellen und Zellgruppen für die Erzeugung bestimmter Teile des fertigen Organismus festgelegt; sie sind „determiniert“ und können damit nicht mehr einen vollständigen Organismus aus sich hervorbringen.

Es ist im einzelnen die Aufgabe der von ROUX begründeten und insbesondere von SPEMANN ausgebauten Sonderwissenschaft der „Entwicklungsmechanik“ (neuerdings richtiger „Entwicklungsphysiologie“ genannt), zu untersuchen, in welcher Weise die weitere Entwicklung erfolgt. Wie diese auch vor sich geht, so bleibt doch die Tatsache bestehen, daß in den ersten Entwicklungsstadien jede Zelle die Potenz zur Bildung eines ganzen Organismus besitzt.



Bild 29. Mißbildungen beim Skorpion: Vordere Verdoppelung, hintere Verdoppelung, kreuzweise Verwachsung. (Nach Brauer.)

Andere Versuche mit Echinodermen haben ergeben, daß die Bildung eineiiger Zwillinge und die Entstehung von Doppelmißbildungen grundsätzlich dieselben Vorgänge sind; die ersteren entstehen durch vollständige Trennung der ersten Furchungszellen, die letzteren dann, wenn der Zusammenhang der Zellen nur gelockert wird. NEWMAN hat mit einem an der pazifischen Küste Nordamerikas vorkommenden Seestern (*Patiria*) experimentiert und bei ihm Larven beobachtet, die Verdoppelungen am vorderen oder hinteren Körperende aufwiesen, andere mit Verdoppelung des Urdarms, kurzum eine vielgestaltige Reihe von Doppelmißbildungen. Seine Beobachtungen beweisen ihm, daß die Bildung getrennter eineiiger Zwillinge und die Entstehung von Doppelmißbildungen auf einer Linie liegen.

Bei **Arthropoden** sind Doppelbildungen zwar nicht häufig; sie sind aber doch schon einwandfrei beobachtet worden. Beim **Skorpion** hat BRAUER auf verschiedenen Entwicklungsstadien Doppelbildungen gefunden. Das Ei des Skorpions furcht sich an seiner Oberfläche; dabei bildet sich eine kleine runde Keimscheibe aus. Bei einzelnen Eiern zeigten sich zwei voneinander völlig getrennte Keimscheiben; die Doppelbildung beruhte wohl auf einer Trennung der beiden ersten Furchungszellen, und so konnten völlig getrennte Zwillinge entstehen. Daneben fanden sich als Mißbildungen Verdoppelungen des vorderen oder hinteren Körperendes, außerdem sogar eine kreuzweise Verwachsung zweier Zwillinge (Bild 29). Bei Insekten ist eine sehr bemerkenswerte Erscheinung beobachtet worden.

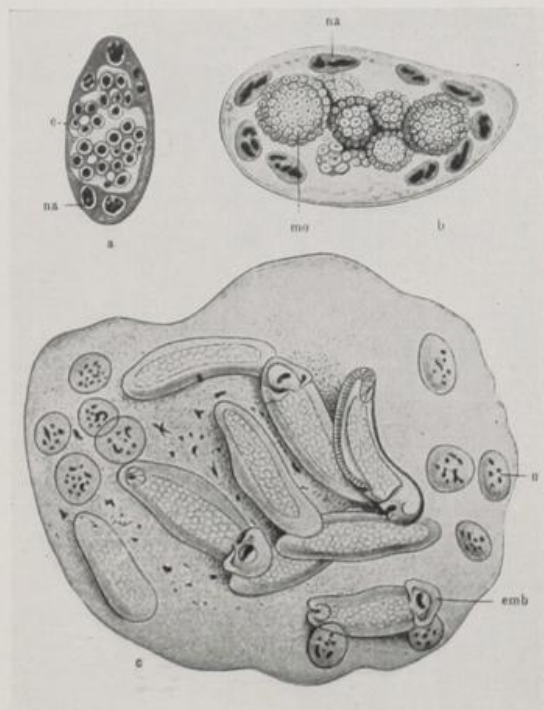


Bild 30. Polyembryonie bei Schlupfwespen. Keime von *Polygnotus minutus* im embryonalen Gewebe eines Schmetterlings. (Nach Marchal aus dem Handwörterbuch der Naturwissenschaften.)

Bei gewissen Schlupfwespen (z. B. *Polygonotus minutus* und *Eucyrtus fuscicollis*), die ihre Eier in Schmetterlingsraupen ablegen, machen die Embryonen in einem frühen Stadium der Entwicklung eine Teilung durch. Innerhalb der Außenhaut des Keims bilden sich eine Anzahl embryonaler Kerne; um diese grenzen sich Plasmabezirke ab, die zu morulaartigen Zellgruppen zusammentreten. Jede derartige Morula wächst für sich zu einem besonderen Keim aus (Bild 30). Auf diese Weise geht aus einem Ei eine sehr große Zahl von Embryonen hervor. Diese „Polyembryonie“ entspricht morphologisch nicht ganz der eigentlichen Zwillingsbildung, da sie nicht eine Spaltung des Keims nach einer bestimmten Symmetrieebene, sondern einen anscheinend regellosen Zerfall des ersten Keims in eine Vielzahl von Keimen darstellt; sie zeigt aber wie die echte Zwillingsbildung, daß einzelne Zellen des Keims die Fähigkeit besitzen können, vollständige Lebewesen aus sich entstehen zu lassen.

Bei den **Wirbeltieren** ist die Entstehung von eineiigen Zwillingen und Doppelmißbildungen in allen Klassen beobachtet worden. Bei den **Fischen** kennt man solche schon seit längerer Zeit. So wurde beobachtet, daß aus Hechteiern, die nach der künstlichen Befruchtung über eine weite Strecke weg in einem Topf getragen wurden, eine große Zahl von Doppelmißbildungen hervorging. Ihre Entstehung wurde mit der während des Transports erlittenen Erschütterung in Zusammenhang gebracht. Bei der Forelle sind Doppelmißbildungen verschiedenster Art beobachtet worden. Bild 31 zeigt eine Reihe von solchen, die durchaus den beim Menschen beobachteten Bildungen entsprechen: eine vordere Verdoppelung, die sich im Auftreten eines dritten, in der Symmetrieebene liegenden Auges äußert, eine Doppelmißbildung mit zwei Köpfen, ein Paar voll ausgebildeter, nur noch durch eine schmale Brücke verbundener Zwillinge und eine junge Forelle mit einem „Parasiten“ an der Bauchseite. Die Reihe könnte durch weitere Formen ergänzt werden; sie läßt deutlich erkennen, daß grundsätzlich dieselben Verhältnisse wie beim Menschen vorliegen.

Klassische Objekte der Entwicklungsphysiologie sind die Eier der **Amphibien**. Berühmt geworden sind die Versuche von SPEMANN am Molch, dessen Größe (1,2 mm Durchmesser) ein verhältnismäßig bequemes Arbeiten erlaubt. Wenn die Furchung beginnt, bildet sich eine um das Ei herumführende Rinne aus. In diese wird eine feine Haarschlinge gelegt, die langsam zusammengezogen wird. Jede Hälfte des Keims furcht sich dann für sich,

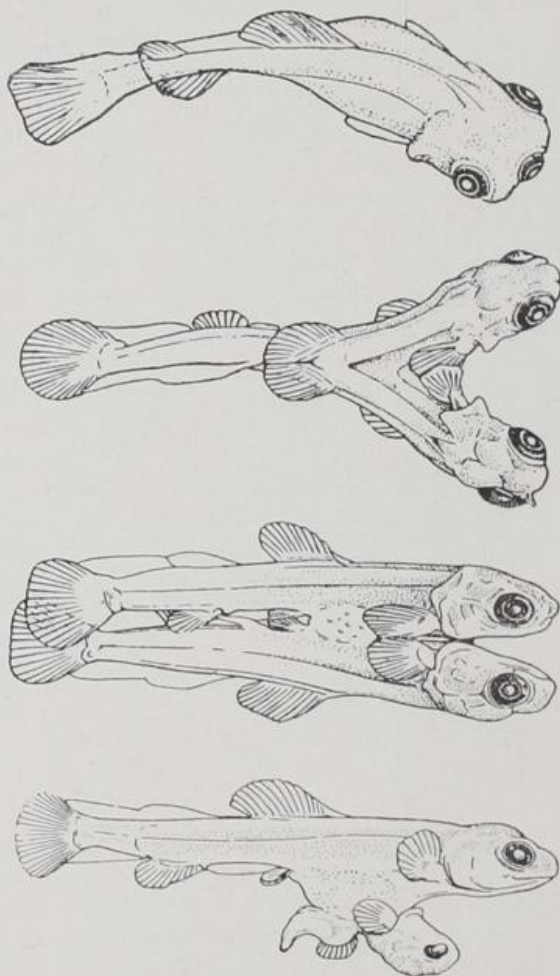


Bild 31. Doppelmißbildungen bei der Forelle.
(Nach Stockard.)

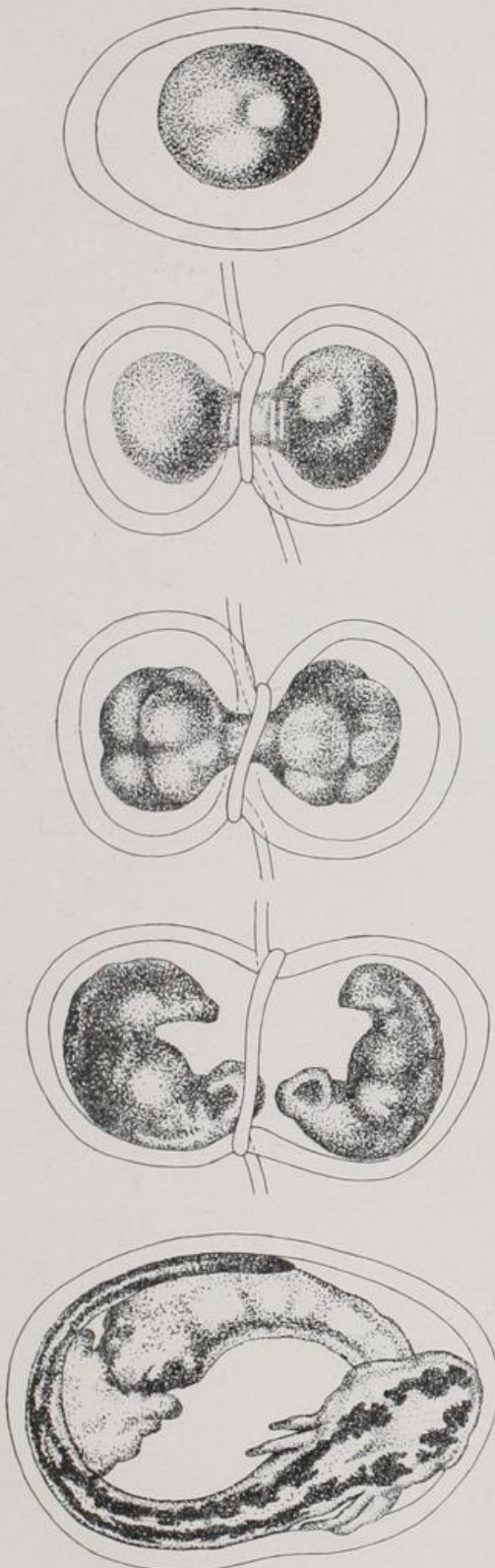


Bild 32. Experimentelle Erzeugung eineiiger Molchzwillinge durch Schnürung des Keims. (Nach Spemann.)

und durch weiteres vorsichtiges Zuziehen der Schlinge läßt sich schließlich eine völlige Trennung der beiden Hälften erreichen. Wenn eine solche erfolgt ist, kann die Schlinge wieder gelockert oder sogar weggelassen werden; die beiden Hälften des Keims vereinigen sich dann nicht mehr, sondern entwickeln sich, jede für sich in einer gemeinsamen Eikapsel, zu einer vollkommenen Larve (Bild 32). Wird die Ein-



Bild 33. Zweiköpfige Doppelmißbildung eines Molches, durch unvollständige Schnürung entstanden. (Nach Spemann.)

schnürung nicht bis zur vollständigen Trennung der beiden Hälften vollzogen, so bleibt ein Teil des Zellmaterials beiden Hälften gemeinsam und entwickelt sich einheitlich, ein anderer Teil entwickelt sich gesondert. Auf diese Weise entstehen Doppelmißbildungen verschiedenster Art, zweiköpfige oder zweischwänzige Larven. Bild 33 zeigt eine auf diese Weise von SPemann erzeugte zweiköpfige Larve; die beiden Köpfe fressen je für sich und jeder sucht dem anderen das Futter wegzunehmen.

Durch diese Versuche ist experimentell in klassisch schöner Weise die Entstehung eineiiger Zwillinge aus einer befruchteten Eizelle und der Zusammenhang der ein-

eiigen Zwillinge mit den Doppelmißbildungen nachgewiesen worden. Weitere Versuche SPEMANNs haben gezeigt, daß bei einer Trennung des Keims im Vierzellenstadium in vier Teile die einzelnen Zellen keine vollständigen Larven mehr ergeben; nur die beiden ersten Furchungszellen sind „totipotent“, d. h. befähigt, einen vollständigen Keim zu erzeugen. Mit den weiteren Teilungen setzt die „Determination“ ein; die einzelnen Zellen sind schon zur Bildung bestimmter einzelner Teile des künftigen Organismus bestimmt. Die Entwicklungsmechanik hat in zahlreichen Versuchen Art und Umfang der Determination erforscht. Aber auch aus der Gastrula können noch zwei vollständige Larven erhalten werden, wenn die Trennung des Keims haarscharf genau nach der Meridianebene erfolgt. Alle Zellen der einen Hälfte zusammen sind also noch totipotent.

Von Eiern von **Vögeln** sind Doppelbildungen schon seit langer Zeit bekannt. Die Eizelle des Vogels furcht sich nicht in ihrer Gesamtheit wie das Amphibienei; sie macht eine sogenannte diskoidale Furchung durch, deren Ergebnis die „Keimscheibe“ ist. Aus dieser Keimscheibe bildet sich der Embryo. Gelegentlich wurden



Bild 34. Hühnchenzwillinge und Doppelmißbildung, entstanden aus vorbebrütetem Ei durch Einführung toter Gewebsmasse eines Hühnchenembryos. (Nach Morita.)

hier Doppelbildungen beobachtet; zahlreiche Forscher (z. B. DARESTE, KÄSTNER) haben versucht, die Entwicklung des Keims auf verschiedene Weise experimentell zu beeinflussen; sie erhielten dabei Doppelbildungen, die sich zum Teil getrennt voneinander entwickelt hatten, in der Mehrzahl der Fälle aber Mißbildungen darstellten, die in der vielfältigen Art ihrer Verwachsungen dieselben Typen aufwiesen, wie sie sonst bekannt sind. Neuerdings hat der japanische Forscher MORITA Zwillinge und Mißbildungen auf die Weise hervorgerufen, daß er kleine Gewebstücke von Organen eines Frosches, eines Hühnchens oder einer Maus unter der Eischale bis zur Keimscheibe heranzuführte. Die Reizwirkung des fremden Eiweißes bewirkte dann eine Störung der Entwicklung, die sich in der Entstehung von Zwillingen, Drillingen oder Doppelmißbildungen äußerte (Bild 34). Aus diesen wie aus den früheren Untersuchungen geht hervor, daß auch aus einem Teil der Keimscheibe ein vollständiges Hühnchen hervorgehen kann.

Das stärkste Interesse gehört natürlicherweise den Verhältnissen bei den **Säugetieren**. Für verschiedene Arten von **Gürteltieren** ist die Bildung von eineiigen Mehrlingen schon seit längerer Zeit bekannt. Diese Tiere, die zur altertümlichen Ordnung der Zahnarmen (Edentata) zählen, sind durch einen festen und widerstandsfähigen Panzer von Schuppen und Knochenplättchen ausgezeichnet. Die Gürteltiere sind harmlose Erdwühler mit starken Grabkrallen, die sich hauptsächlich von Insekten nähren. Schon 1885 war es dem deutschen Zoologen H. VON IHERING auf-

gefallen, daß die südamerikanische Art *Dasypus hybridus* durchweg 8 gleichgeschlechtliche Junge in einem gemeinsamen Chorion zur Welt bringt. Er schloß daraus auf eine Entstehung der Achtlinge aus einem einzigen befruchteten Ei durch nachträgliche Spaltung. Die seit 1909 durchgeführten Untersuchungen der amerikanischen Forscher NEWMAN und PATTERSON an dem in Texas lebenden neunbändigen Gürteltier (*Dasypus novemcinctus Texanus*), das regelmäßig gleichgeschlechtliche Vierlinge hat, bestätigten jene Vermutung vollkommen. Ein merkwürdiger Umstand erleichterte ihre Untersuchungen. Viele Tausende der harmlosen Tiere werden alljährlich wegen ihres Panzers getötet. Zwischen dem geschlossenen Schulterpanzer des Tieres und einem ebensolchen Panzer des Hinterkörpers findet sich eine mittlere Region von schmiegsamen Gürtelreihen; Kopf und

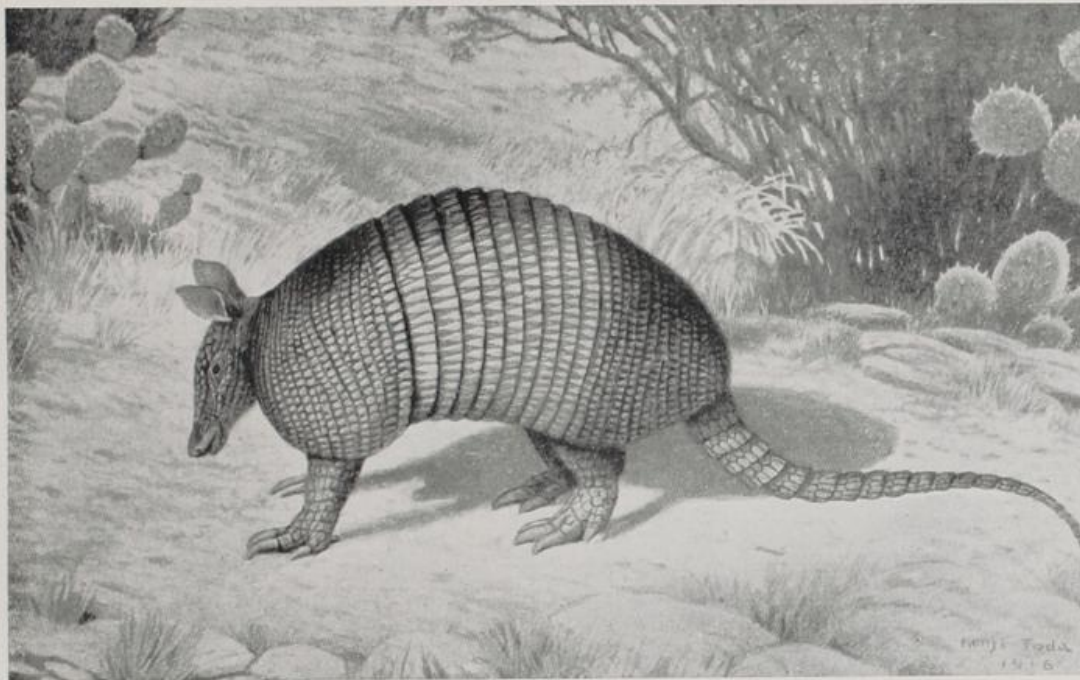


Bild 35. Das texanische Gürteltier (*Dasypus novemcinctus Texanus*). (Nach Newman.)

Schwanz sind außerdem noch für sich gepanzert. Dieser Panzer wird dem Tier abgezogen und als Körbchen verarbeitet: der Schwanz wird vorgebogen und in die Schnauze gesteckt; er bildet damit den Henkel des Körbchens. Aus diesem Grunde stand den Forschern für ihre embryologischen Untersuchungen ein Überfluß an Material zur Verfügung, ohne daß sie selber Tiere töten und damit zur Ausrottung des Tieres beitragen mußten. Die Entstehung der Vierlinge des texanischen Gürteltiers aus einem Ei kann auf Grund der Arbeiten der beiden Forscher als völlig erforscht und aufgeklärt gelten; sie sei im folgenden an Hand der Zeichnungen von NEWMAN (Bild 36 bis 39) kurz dargestellt.

In den Eileitern und im Uterus des Tieres wurde nie mehr als ein Ei gefunden. Eibildung und Reifeteilungen gehen ganz normal vor sich. Nach der Befruchtung setzt (wie dies auch für verschiedene andere Säugetiere bekannt geworden ist) nicht sofort die Furchung ein; diese beginnt vielmehr erst nach einem Ruhezustand des befruchteten Eies von ungefähr drei Wochen. Die ersten Furchungsstadien zeigen nichts besonders Eigentümliches. Es bildet sich ein Trophoblast (tr) aus; innerhalb der Keimblase entsteht ein Embryonalknoten, der sich in Entoderm und Ektoderm (en und ec) differenziert (Bild 30 a, b und c). Von dem Pol des Keims, an dem sich der Embryonalknoten gebildet hat, und an dem auch der Trophoblast mit dem sogenannten „Träger“ (Tra) an der Uterusschleimhaut angewachsen ist, lösen sich

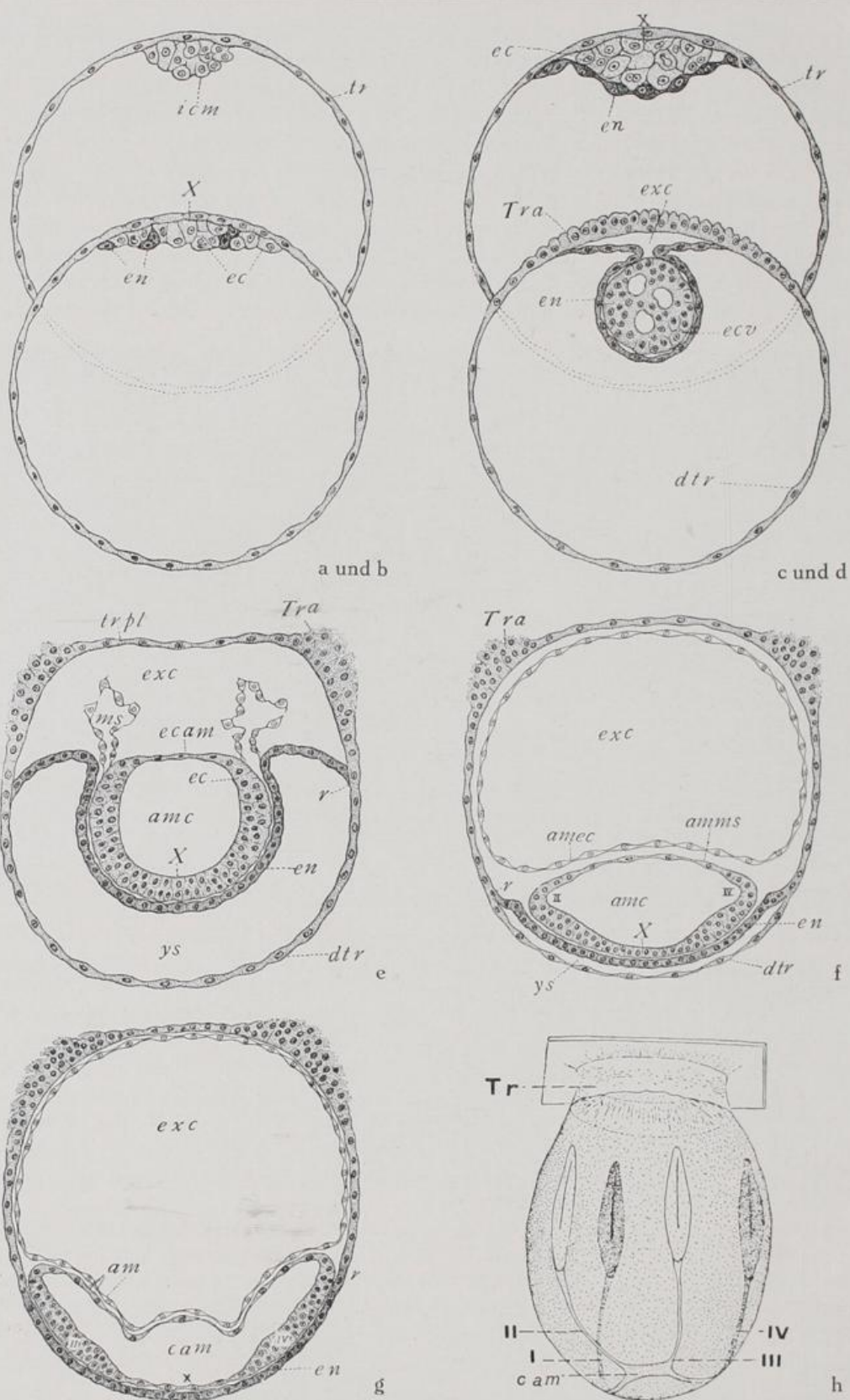


Bild 36. Die Keimesentwicklung von *Dasyus novemcinctus* Texanus. (Nach Newman.)

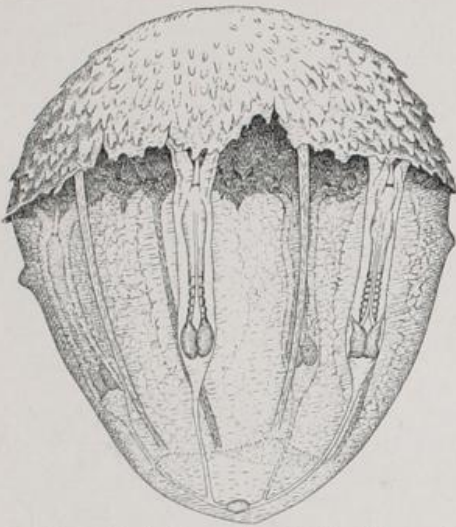


Bild 37. Keimblase des Gürteltiers mit 4 Embryonen. (Nach Newman.)

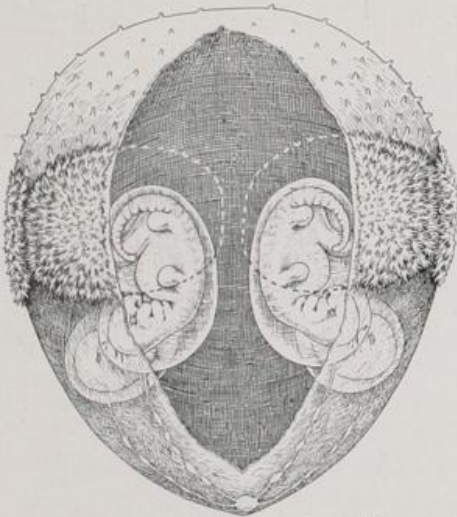


Bild 38. Keimblase des Gürteltiers mit 4 Embryonen in weiter entwickeltem Zustand. (Nach Newman.)

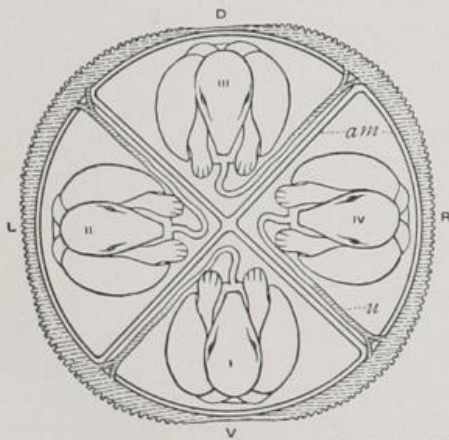


Bild 39. Querschnitt durch die Fruchtblase des Gürteltiers mit 4 fertig entwickelten Embryonen. (Nach Newman.)

aber dann Entoderm und Ektoderm los und wandern an den entgegengesetzten Pol des Keims. Dadurch findet eine Umkehrung der Lage von Entoderm und Ektoderm statt; jenes liegt außen, dieses innen. Innerhalb des Ektoderms bildet sich eine Höhle, die Amnionhöhle (amc in Bild e und f). Schon bei diesem Stand der Entwicklung bereitet sich eine Aufspaltung der bis dahin einheitlichen Ektodermblase durch zwei aufeinander senkrechte Teilungsebenen in vier Teile vor. Bild f zeigt den Anfang, Bild g ein weiter vorgeschrittenes Stadium der Entwicklung. Vier deutlich getrennte Gruppen von Zellen breiten sich an den Wänden der Keimblase aus; zwei dieser Keimanlagen (II und IV) sind in den beiden Bildern von dem Schnitt getroffen; von dem senkrecht dazu gelegten Längsschnitt würden die Anlagen I und III getroffen werden. Das körperliche Bild eines etwas späteren Zustandes zeigt Bild h. Die Embryonen sind in den Meridianen der Keimblase in die Höhe gewandert. Am unteren Pol der Zelle ist als kleine Blase die gemeinsame Amnionhöhle (cam) erhalten geblieben; von ihr aus führen Kanäle zu den vier Embryonen, die damit ein einheitliches gemeinsames Amnion haben. Auf der Wand der ursprünglichen Keimblase wachsen dann weiterhin die Embryonen heran (Bild 37 und Bild 38); ihre Entwicklung bietet von hier ab nichts Besonderes mehr. Die fertig entwickelten vier Embryonen liegen dicht gepackt in der gemeinsamen Fruchtblase; ein Querschnitt (Bild 39) zeigt, wie ihre Nabelschnüre mit den Plazenten zusammenhängen und wie scheinbar jeder Embryo in ein besonderes Amnion eingehüllt ist; da diese vier Amnionhöhlen durch die erwähnten Kanäle mit der gemeinsamen Amnionhöhle zusammenhängen, so liegt in Wirklichkeit doch nur ein einziges Amnion vor.

Durch die Untersuchungen der beiden genannten amerikanischen Forscher ist die Entstehung der Vierlinge des texanischen Gürteltieres vollkommen aufgeklärt worden; sie entstehen aus einem einzigen befruchteten Ei durch nachträgliche Spaltung der Zellmasse des Keims. Die Spaltung geht nicht schon in den allerersten Stadien der Entwicklung (etwa im Vierzellenstadium) vor sich, sondern erst nach Vollendung der — in besonderer Weise abgeänderten — Gastrulation. Die Untersuchung der Jungen in einer Reihe von stark variierenden Merkmalen zeigt eine ungemein große Ähnlichkeit; dies und die Tatsache ihrer Gleichgeschlechtlichkeit beweist, daß sie als erbgleich anzusehen sind. Ihre Erbgleichheit ist auf die Entstehung aus einem befruchteten Ei zurückzuführen.

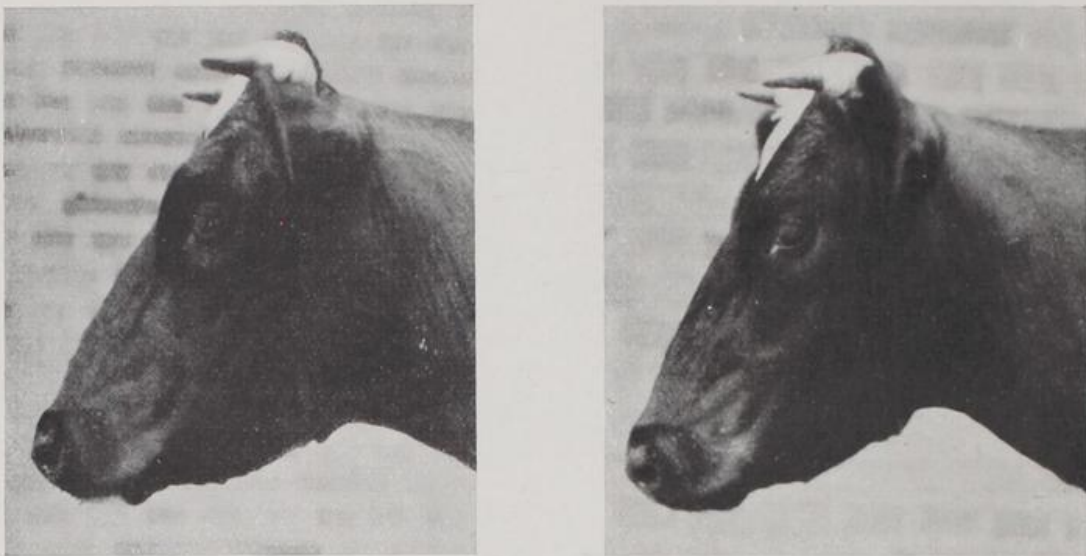


Bild 40. Eineiige Rinderzwillinge Annelore und Anneliese. (Nach Kronacher.)

Die Verhältnisse beim Gürteltier stellen einen merkwürdigen, einzig dastehenden Sonderfall dar; die Bildung eineiiger Mehrlinge ist hier zur Regel geworden. Gelegentlich kommt aber die Bildung eineiiger Mehrlinge auch bei einer Reihe anderer Säugetiere vor. Am besten bekannt sind die Verhältnisse bei den Haustieren des Menschen. Schon die immer wieder vorkommenden Doppelmißbildungen, welche die allerverschiedensten Grade der Trennung zeigen, deuten auf die Möglichkeit von Spaltungen des Keimes hin und lassen erwarten, daß auch echte eineiige Mehrlinge vorkommen. Solche hat nun KRONACHER beim Rind nachgewiesen und damit eine der menschlichen Zwillingsforschung entsprechende **Zwillingsforschung beim Rind** begründet. Die ganz überwiegende Zahl der Rinderzwillinge ist zweifellos zweieiigen Ursprunges; sie haben gleiches oder verschiedenes Geschlecht.* Unter den gleichgeschlechtigen Zwillingen fallen nun immer wieder solche auf, die weit über das sonstige Maß der Geschwisterähnlichkeit hinaus einander ähnlich sind. Diese Ähnlichkeit geht zum Teil geradezu unerhört weit, bis in die kleinsten Einzelheiten körperlicher Merkmale wie bis zu einer vollkommenen Übereinstimmung im physiologischen Verhalten. Die Bilder 40 und 41 zeigen derartige Zwillinge. Ihre restlose Ähnlichkeit muß auf Erbgleichheit beruhen und aus dieser ist wie beim Menschen auf eineiige Entstehung zu schließen. Eine starke Stütze für diese Erklärung liegt im Ergebnis der Untersuchung der Eierstöcke der Mutterkuh auf die Zahl der vorhandenen Gelbkörper. Nach der Geburt der Zwillinge ist durch Abtasten der Eierstöcke eine solche Untersuchung möglich. Sie ist zwar technisch nicht leicht, und sie verbürgt beim sicheren Nachweis nur eines Gelbkörpers noch keine völlige Gewißheit der eineiigen Entstehung, da auch die Möglichkeit des Vorkommens von

* Verschiedengeschlechtige Rinderzwillinge zeigen eine sehr interessante Erscheinung: Das männliche Kalb ist von normaler Beschaffenheit, das weibliche Kalb in den meisten Fällen ein Zwitter. Dies rührt davon her, daß zwischen den Blutkreisläufen der beiden Zwillingsembryonen fast regelmäßig Verbindungen bestehen. Nun wird die männliche Geschlechtsdrüse früher reif als die weibliche. Im Hoden des männlichen Zwillings wird zu einer Zeit, da die weibliche Geschlechtsdrüse des anderen Zwillings noch nicht tätig ist, schon männliches Geschlechtshormon erzeugt. Dieses geht durch die Verbindung der Kreisläufe auch in den Körper des weiblichen Zwillings über, hemmt hier die Entwicklung der Geschlechtsorgane und führt sogar zu einer zusätzlichen Bildung männlicher Organe. Dieses der Erbanlage nach weibliche Kalb wird dadurch zum Zwitter.



Bild 41. Eineiige Rinderzwillinge Lotte und Liese.
(Nach Kronacher.)

Im Profil, von vorne, von hinten. Zu beachten ist die restlos vollkommene Übereinstimmung in der Kopfstellung, der Färbung, der Form der Hörner, der Beinstellung usw. Die quantitative und qualitative Milchleistung ist bei den beiden Zwillingen genau dieselbe. Auch in ihrem psychischen Wesen stimmen sie völlig überein; sie halten sich auf der Weide immer zusammen.

Follikeln mit zwei Eiern besteht; sie hat aber in zahlreichen Fällen gezeigt, daß die vollkommene Ähnlichkeit zweier Zwillingenkälber mit dem Vorkommen eines Gelbkörpers verbunden ist.

Die Bilder 42 und 43 zeigen Doppelmißbildungen beim Rind, eine hintere und eine vordere Verdoppelung. EZ und Doppelmißbildungen sind auch beim Rind grundsätzlich gleiche Erscheinungen.

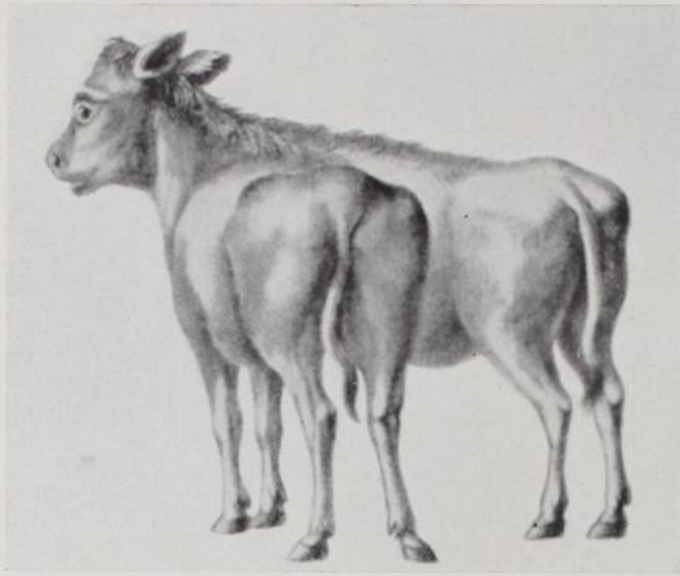


Bild 42. Hintere Verdoppelung beim Rind.
(Nach Gurlt aus Schwalbe.)

Vollkommen erbgleiche und damit sicher eineiige Zwillinge sind auch schon beim Pferd, beim Schaf und beim Schwein beobachtet worden; ebenso sind Doppelmißbildungen von diesen Tieren bekannt. Bild 44 zeigt eine solche Mißbildung (Verdoppelung des Gesichts) von einer Katze.

Aus dem Vorstehenden geht hervor, daß die Entstehung getrennter tierischer Lebewesen aus einem befruchteten Ei in zahlreichen Fällen beobachtet werden kann; sie steht überall in enger Beziehung zur Entstehung von Mißbildungen.

Neuerdings ist nun auch **Zwillingsbildung bei einer Pflanze** nachgewiesen worden.

KAPPERT fand, daß in der Folgegeneration einer Kreuzung von zwei erbverschiedenen Sorten des **Leins** (*Linum usitatissimum*) Zwillingskeimer auftraten. Aus einzelnen Samen, die äußerlich nichts Auffallendes zeigten, traten bei der Keimung zwei Würzelchen aus; weiterhin entwickelten sich daraus zwei getrennte Pflanzen. Im Samen mußten sich also zwei vollständige Embryonen befunden haben. In einzelnen Fällen traten sogar Drillings- und Vierlingskeimer auf. Daneben fanden sich Doppelmißbildungen nach Art siamesischer Zwillinge (Bild 45 und 46). Das alles ließ vermuten, daß diese Bildungen durch Spaltung einer befruchteten Eizelle entstanden seien. Die mikroskopisch-histologische Untersuchung ergab, daß beim Lein tatsächlich Spaltungen der befruchteten Eizelle vorkommen, die zur Entstehung zweier selbständiger Embryonen führen können (Bild 47). Es handelt sich also bei den untersuchten Pflanzen tatsächlich um die Bildung von echten eineiigen Zwillingen und höheren Mehrlingen. Die Aufzucht solcher Zwillinge ergab, daß sich die beiden Paarlinge in den zur Beobachtung kommenden Eigenschaften außerordentlich stark glichen, weit mehr als beliebige Geschwister aus derselben Leinzucht. Dies beweist, daß die Zwillinge vollkommen erbgleich waren.

KAPPERT hat weiterhin eine Untersuchung über die Ursachen der Zwillingsbildung beim Lein durchgeführt und kam zu der Anschauung, daß die Anlage zur Zwillings-



Bild 43. Vordere Verdoppelung beim Rind.
(Nach Gurlt aus Schwalbe.)

bildung eine Eigenschaft der Mutterpflanze sei, und daß die Neigung zur Mehrlingsbildung durch mehrere Erbfaktoren bedingt werde. Die Zwillingsforschung beim Lein zeigt also dieselben Erscheinungen, wirft genau dieselben Fragen auf und kommt zu ganz ähnlichen Ergebnissen wie die biologische Zwillingsforschung im Tierreich im allgemeinen und beim Menschen im besonderen: die Art der Entstehung der Zwillinge und ihre Erbgleichheit stehen im selben Zusammenhang; Doppelmißbildungen und eineiige Zwillinge sind grundsätzlich dasselbe. Ja die Zwillings-



Bild 44. Kätzchen mit doppeltem Gesicht.
(Nach Th. H. Bissonette 1933.)

forschung beim Lein vermag mit Erfolg eine Frage anzupacken, die beim Menschen zwar schon längst aufgeworfen, aber auch heute noch lebhaft umstritten ist: die Frage der Vererbung der Anlage zur Zwillingsbildung (vgl. S. 82 und 83).

Die im Vorstehenden dargelegten Erscheinungen zeigen, daß eineiige Zwillinge und Doppelmißbildungen überall in einer Linie stehen, im Grunde dasselbe sind. Die angeführten Beispiele lassen auch erkennen, daß die Zwillingsbildung eine Erscheinung darstellt, die nicht auf wenige Formen beschränkt, sondern weit verbreitet ist. Aus der Fülle der Beobachtungen gewinnt man den Eindruck, daß sie so gut wie bei allen Gruppen des Tierreichs vorkommt. Zwar ist sie nur in einem Fall, bei der Fortpflanzung der Gürteltiere, zur Regel geworden. Ihr Vorkommen bei so zahlreichen tierischen Formen zeigt aber, daß sie mit grundlegenden Eigenschaften des Lebenden zusammenhängen muß. Ihre Ursache liegt in der **Spaltungstendenz**, die nach HEIDENHAIN „eine immanente Potenz aller genetischen Systeme“ ist. Teilungserscheinungen der geweblichen Systeme sind nach ihm untrennbar mit dem Leben



Bild 45. Leinzwillinge. Die beiden Würzelchen zeigen das Vorhandensein zweier Embryonen im Samen.
(Nach Kappert.)



Bild 46. Unvollständig gespaltene Leinzwillinge (siamesische Zwillinge).
(Nach Kappert.)

verbunden, Teilbarkeit schlummert überall in den lebenden Gebilden und kann zur Verdoppelung kleinster organischer Einheiten, von einzelnen Organen (von Zähnen, Fingern, Muskeln), des vorderen oder hinteren Körperendes und schließlich sogar der ganzen Person führen. Die Tatsache, daß Zellen und Zellgruppen in frühen Entwicklungsstadien des Keims noch alle Möglichkeiten in sich tragen (totipotent sind), erklärt zusammen mit der Spaltungstendenz die Erscheinung der Zwillingsbildung. Dieser Vorgang hat große Ähnlichkeit mit dem der *Regeneration*: Jeder der beiden durch Spaltung entstandenen Teile ergänzt sich wieder zu einem vollen Lebewesen. Damit ist eine besondere Art der Fortpflanzung gegeben, und zwar eine solche ungeschlechtlicher Art, die dem entspricht, was bei niederen Tierkreisen als ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Teilung und Knospung bekannt ist. Aus der auf Grund eines geschlechtlichen Vorgangs gebildeten Zygote entstehen durch Teilung, also einen ungeschlechtlichen Vorgang, zwei Lebewesen, die sich ihrerseits wieder geschlechtlich fortpflanzen. Damit liegt ein **Generationswechsel** vor: Auf eine geschlechtlich sich fortpflanzende Generation folgt eine zweite Generation (die Zygote oder der Keim in seinen ersten Entwicklungsstadien), die sich durch Teilung ungeschlechtlich fortpflanzt; dadurch entsteht eine dritte Generation, die sich wieder geschlechtlich fortpflanzt. EZ als Kinder stellen also eigentlich nicht die zweite, sondern schon die dritte Generation dar; sie werden streng genommen von ihrer Großmutter zur Welt gebracht!

Die zu EZ oder Doppelmißbildungen führende echte Zwillingsbildung ist ein Teilungsvorgang, der nicht regellos, sondern nach einer bestimmten Achse oder Symmetrieebene erfolgt. Dieser Umstand zeigt, daß sich die echte Zwillingsbildung morphologisch wesentlich unterscheidet von der Polyembryonie bei den Schlupfwespen, bei der Zellgruppen regellos zerfallen. NEWMAN schlägt vor, den Begriff der Polyembryonie für einen solchen Vorgang, wie er bei den Schlupfwespen beobachtet worden ist, festzulegen, und die Erscheinung bei den Gürteltieren, die schon häufig unter denselben Begriff genommen wurde, auf keinen Fall damit zu bezeichnen. Bei diesen Tieren liegt wiederholte echte Zwillingsbildung vor.

Die echte Zwillingsbildung ist also ein Vorgang, der zwar in Grunderscheinungen

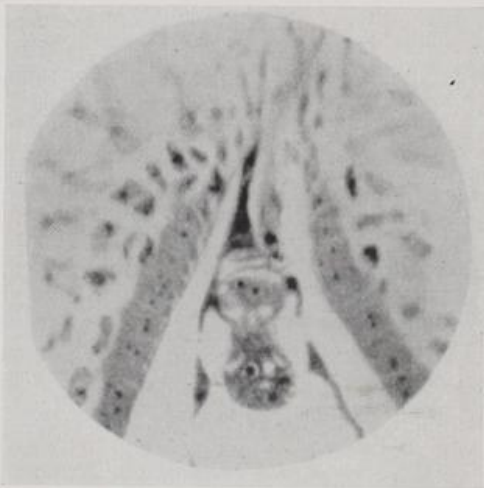


Bild 47. Zwillingsembryonen des Leins. Der Embryoträger oberhalb des eigentlichen kugelförmigen Embryos zeigt eine Anschwellung, aus der bei weiterer Entwicklung ein zweiter Embryo hervorgegangen wäre. (Nach Kappert.)

des Lebens wurzelt, aber doch nicht regelmäßig auftritt. Damit ist die Frage aufzuwerfen: Was für Ursachen bewirken die Auslösung dieses Vorgangs? Die bisher durchgeführten Untersuchungen in den verschiedenen Gruppen des Tierreichs haben zwar noch keine klare und einheitliche Antwort auf diese Frage gebracht, aber doch in einzelnen Fällen eine Lösung angedeutet. Die Experimentaluntersuchungen zeigen, daß mechanische oder chemische Reizwirkungen eine Störung der Entwicklung verursachen und die Zwillingsbildung anregen können. STOCKARD fand auf Grund von Versuchen an Fischembryonen, daß jede Umweltbedingung, die den Fortgang der Entwicklung an einem bestimmten kritischen Punkt aufhält, gleichzeitig auch zum Auftreten von Doppelbildungen führt; er ist auf Grund hiervon der Ansicht, daß eine Unterbrechung oder Hemmung

des Entwicklungsvorganges zur Zwillingsbildung führt. Wenn der Keim in seiner Entwicklung gehemmt wird, so bildet sich zum Ersatz und als Ausgleich ein zweiter Keim.

Über derartige Vermutungen über die Ursachen der Zwillingsbildung ist die Wissenschaft noch nicht hinausgekommen. Die Erkenntnisse, die im tierischen Experiment gewonnen worden sind, genügen aber doch, um auch auf die Bildung von EZ beim Menschen etwas Licht zu werfen. Auch im mütterlichen Organismus kann der Keim irgendwelche Störungen der Entwicklung erfahren; denkbar sind Einflüsse mechanischer oder chemischer Art. Solche in ihrem Auftreten rein zufällige Störungen wären für die Spaltung des Keims und damit für die Zwillingsbildung verantwortlich.

5. Die Erbgleichheit der EZ

Die allgemeinen biologischen Untersuchungen über Zwillingsbildung im Tier- und Pflanzenreich bestätigen in jeder Beziehung die Vorstellungen von der Entstehung der verwechslungsähnlichen Zwillinge beim Menschen. Sie befestigen auch in vollem Umfang die Annahme der Erbgleichheit solcher Zwillinge. Aus der Art ihrer Entstehung folgt theoretisch, daß die beiden Partner eines EZ-Paares den gleichen Genbestand haben und deshalb erbgleich sein müssen. Ihre unerhörte Ähnlichkeit bestätigt die Annahme der Erbgleichheit. Die beobachteten Tatsachen in ihrer Gesamtheit geben der Ansicht von der Art der Entstehung und der Erbgleichheit solcher Zwillinge die Bedeutung einer denkbar fest und gut begründeten Theorie.

Nun sind aber auch bei EZ Verschiedenheiten festzustellen. Es ist deshalb mehrfach die Frage aufgeworfen worden, ob nicht auch bei eineiiger Entstehung von Zwillingen Erbverschiedenheit bestehen könnte. Zwei Möglichkeiten sind erörtert worden: Es könnte vielleicht sein, daß die Äquationsteilung der ersten Furchung infolge irgendwelcher Störungen in manchen Fällen das Genmaterial nicht völlig gleich auf die beiden Zellen verteilen würde. Ein derartiger Fall ist theoretisch kaum möglich. Bei einer Äquationsteilung werden nicht wie bei der Reduktionsteilung ganze Chromosomen verschiedener Herkunft auf die beiden Tochterzellen verteilt; es findet vielmehr nur die Verteilung der Spaltheilften des Chromosomenbestandes statt. Wenn diese Verteilung nicht richtig erfolgt, erhält die eine der beiden Furchungszellen keinen vollständigen Genbestand, und infolge eines solchen Defekts wäre diese Hälfte überhaupt nicht entwicklungsfähig. Daraus geht hervor, daß die Annahme einer erbungleichen Teilung nicht haltbar ist.

Weiterhin ist noch die Möglichkeit genannt worden, daß nach erfolgter Trennung der beiden Hälften des Keims der Genbestand der einen durch Mutation verändert werden könne. Eine Auswirkung für den ganzen Organismus dieses Zwillinges könnte aber nur dann eintreten, wenn diese Mutation erfolgen würde, ehe die durch Spaltung im Zweizellenstadium des Keims selbständig gewordene Zelle sich von neuem teilt. Eine spätere Mutation in einer Zelle des Keims könnte sich nicht mehr für den ganzen Zwilling auswirken. Mit diesen theoretischen Überlegungen scheidet die Möglichkeit der Entstehung einer Erbungleichheit der Partner infolge von Mutation aus; auch praktisch gibt es keine Anzeichen für das Vorkommen solcher Mutationen. Die Ablehnung der beiden Möglichkeiten der Entstehung einer Erbungleichheit führt zu dem Schluß, daß keinerlei Anhaltspunkte dafür bestehen, an der Erbgleichheit eineiiger Zwillinge zu zweifeln.

Wenn EZ erbgleich sind, so ist damit allerdings eine andere Möglichkeit nicht ausgeschlossen. Geschwister erhalten ihre Erbmasse von ihren beiden Eltern. Nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit werden Geschwister einen Teil ihres Gen-

bestandes infolge der Abstammung von den gleichen Eltern übereinstimmend haben; die Erfahrung zeigt, daß sich auch gewöhnliche Geschwister recht stark gleichen können. Wäre es nicht möglich, daß auch in einzelnen Fällen zwei Geschwister und damit auch zweieiige Zwillinge bei ihrer Zeugung genau denselben Genbestand erhalten würden, so daß es außer den EZ auch andere erbgleiche Geschwister geben könnte?

Um diese Frage beantworten zu können, ist es notwendig, die Wahrscheinlichkeit dafür zu berechnen, daß zwei Geschwister von ihren Eltern einen völlig gleichen Chromosomensatz erhalten. In Bild 48 ist für ein Lebewesen mit der Chromosomenzahl 6 die Entstehung verschiedener Erbkombinationen bei den Nachkommen dargestellt worden. Die sechs Chromosomen in den Körperzellen und den Geschlechtsmutterzellen von Vater und Mutter stellen 3 Paare dar; je einen Partner dieser Paare hat das Lebewesen von seinen eigenen beiden Erzeugern erhalten. In der Darstellung sind die Chromosomen der 3 verschiedenen Paare nach ihrer Individualität durch Form und Größe, nach ihrer Herkunft von den Erzeugern der vorhergehenden Generation durch die Art der zeichnerischen Ausführung unterschieden worden. In den Körperzellen und in den Geschlechtsmutterzellen der Eltern ist also jede der 3 Anlagengruppen doppelt vorhanden; keines der 4 Chromosomen gleicher Individualität wird aber völlig gleiche Erbqualität besitzen wie eines der anderen; die verschiedene Herkunft ist in der Regel auch mit einer — wenn auch nur geringen — Verschiedenheit der Erbqualität verbunden. Bei der Reduktionsteilung findet eine Halbierung der Chromosomenzahl statt. Von jedem der 3 Chromosomenpaare erhält eine Geschlechtszelle einen Partner; dabei ist es aber dem Zufall überlassen, wie sich die einzelnen, in ihrer Herkunft verschiedenen Partner verteilen. Wie eine einfache mathematische Überlegung ergibt, sind für die männlichen und die weiblichen Geschlechtszellen je $2^3 = 8$ verschiedene Kombinationen von Chromosomen möglich. Bei einem Tier mit 3 Chromosomenpaaren erzeugen somit die männlichen Tiere 8 nach ihrem Erbwert verschiedene Samenzellen, die weiblichen Tiere 8 verschiedene Eizellen. Dadurch, daß eine Eizelle mit einer Samenzelle im Vorgang der Befruchtung zusammentritt, wird ein neues Wesen erzeugt, das in seinen Körperzellen wieder die doppelte Chromosomenzahl aufweist. Da 8 erbverschiedene Samenzellen mit 8 erbverschiedenen Eizellen zusammentreten können, so sind $8 \times 8 = 64$ verschiedene Kombinationen des Chromosomenbestandes in den Kindern möglich. Die Wahrscheinlichkeit, daß zwei beliebig herausgegriffene Geschwister denselben Chromosomenbestand aufweisen, ist 1 : 64.

Auf Grund hiervon läßt sich für den Menschen die Wahrscheinlichkeit völliger Erbgleichheit zweier Geschwister errechnen. Bei einem Wesen mit 4 Chromosomenpaaren ist die Zahl der Chromosomenkombinationen in den Geschlechtszellen doppelt so groß als bei einem solchen mit 3 Paaren; sie beträgt also 2^4 . Mit jedem weiteren Chromosomenpaar verdoppelt sich weiterhin die Zahl der möglichen Kombinationen; beim Menschen mit seinen 24 Chromosomenpaaren ergibt sich damit für die Samenzellen wie für die Eizellen die ungeheure Zahl von $2^{24} = 16\,777\,216$ Möglichkeiten verschiedener Chromosomenkombinationen. Zwei völlig erbgleiche Geschwister könnten nur entstehen, wenn bei der zweiten Zeugung wieder zwei Geschlechtszellen mit denselben Chromosomenkombinationen wie bei der ersten Zeugung zusammentreffen würden. Die Wahrscheinlichkeit, daß bei der Zeugung zweier Geschwister zweimal Zellen mit gleichem Chromosomenbestand zusammentreffen, ist $1 : 16\,777\,216^2 = 1 : 280$ Billionen. Das heißt, daß es nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit in 280 Billionen Fällen einmal vorkommt, daß ein späteres Kind zweier Eltern genau dieselbe Chromosomenkombination und damit den gleichen Genbestand erhält wie das erste. Auch wenn in einzelnen Fällen Chromo-

Geschlechtszellen der Großeltern: Je 3 Chromosomen.

Körperzellen und Geschlechtsmutterzellen der Eltern: Je 6 Chromosomen (3 Paare) und damit „doppelte Garnitur“.

Reduktionsteilung: Von den 3 Chromosomenpaaren erhält jede Zelle einen Partner. Nur je eine der vier verschiedenen Verteilungsmöglichkeiten ist gezeichnet.

Geschlechtszellen: Je 3 Chromosomen (einfache aber vollständige Garnitur). Vater und Mutter erzeugen je $2^3 = 8$ verschiedene Geschlechtszellen.

Beifruchtung: Eine Samenzelle und eine Eizelle treten zusammen; es bestehen $8 \times 8 = 64$ Möglichkeiten. Für den Genbestand des Kindes sind 64 Kombinationen der elterlichen Anlagen möglich; in der Zeichnung sind zwei dieser Kombinationen dargestellt.

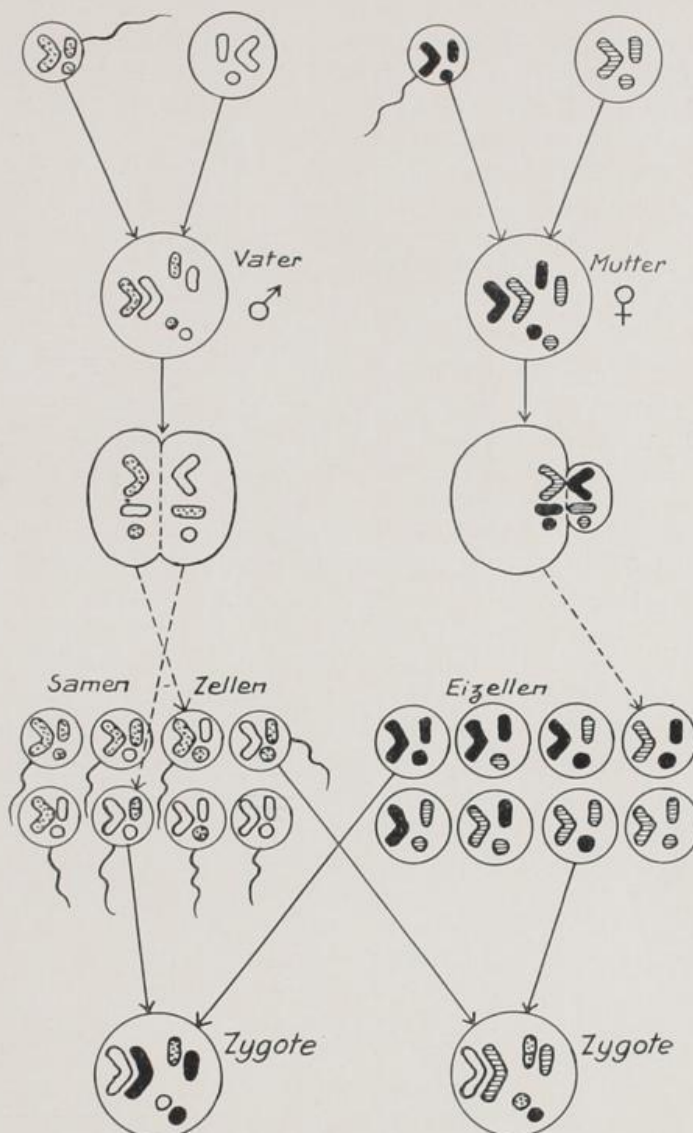


Bild 48. Schematische Darstellung der Verteilung der Erbanlagen in den Geschlechtszellen und ihrer Kombination bei der Befruchtung (für 3 Chromosomenpaare).

somen gleicher Individualität aber verschiedener Herkunft genau dieselbe Erbqualität besitzen sollten, wodurch die Wahrscheinlichkeit der Erbgleichheit sich etwas erhöhen würde, so ist trotzdem die Wahrscheinlichkeit der völligen Erbgleichheit zweier Kinder derselben Eltern auf dem Wege der normalen Entstehung so unendlich gering, daß sie praktisch der Unmöglichkeit gleichzusetzen ist. Daraus folgt, daß erbgleiche Geschwister einem besonderen Vorgang ihre Entstehung verdanken müssen. Die angestellten Wahrscheinlichkeitsüberlegungen sind ein schwerwiegender Beweis für eine besondere Art der Entstehung der so überaus ähnlichen Zwillinge, d. h. für ihre Entstehung aus einem befruchteten Ei. Der Satz „EZ sind erbgleich“ ist damit dahin zu ergänzen: Eine andere Möglichkeit der Entstehung von Erbgleichheit als die der echten Zwillingsbildung ist praktisch ausgeschlossen; **nur EZ sind erbgleich**.

In den bisherigen Ausführungen sind die Begriffe „eineieiige“ und „zweieiige“ Zwillinge benutzt worden, ohne daß die Möglichkeiten anderer Bezeichnungen kri-

tisch untersucht worden wären. Die nunmehr gewonnenen Einsichten erlauben es, **die Frage der richtigsten und zweckmäßigsten Bezeichnung der verschiedenen Arten von Zwillingen** zu überprüfen. POLL hat seinerzeit gegen die Bezeichnung eineiige Zwillinge eingewendet, daß sie unbewiesen und hypothetisch sei und für die beiden Arten von Zwillingen die Namen *Homoeodidymi* (ähnliche Zwillinge) und *Adelphodidymi* (Geschwisterzwillinge) vorgeschlagen. Der Einwand gegen die Bezeichnung eineiige Zwillinge ist heute nicht mehr berechtigt; die Ansicht von ihrer Entstehung, die sich in der Bezeichnung ausprägt, ist heute als völlig gesichert anzusehen. „Geschwisterzwillinge“ ist eine durchaus treffende Bezeichnung, „ähnliche Zwillinge“ ist aber farblos und sagt zu wenig. In der englischen Literatur wird vielfach das Begriffspaar *identical twins* und *fraternal twins* gebraucht. Im Gegensatz zu der Bezeichnung als „ähnliche“ Zwillinge sagt nun aber „identische“ Zwillinge zu viel. Eine völlige Identität der beiden Partner gibt es auch bei einem EZ-Paar nicht; durch Umwelteinflüsse werden sogar oft recht deutliche Unterschiede erzeugt. Die Bezeichnung *duplicate twins* (verdoppelte Zwillinge) ist sachlich nicht zu beanstanden; es fehlt ihr aber ein geeigneter gegensätzlicher Begriff; durchgesetzt hat sie sich nicht. Die begrifflich einwandfreieste Bezeichnung wäre „monozygotische“ und „dizygotische“ Zwillinge, da die Zwillinge nicht unmittelbar aus dem Ei, sondern aus der Zygote, dem durch die Samenzelle befruchteten Ei, hervorgehen. Da aber von der Bezeichnung „eineiige“ und „zweieiige“ Zwillinge ein ernstliches Mißverständnis nicht zu befürchten ist, so sind diese kurzen, rein deutschen Ausdrücke die geeignetsten zu nennen; sie haben sich mit Recht in der deutschen Forschung restlos durchgesetzt.

II. Die Zwillingsmethode in ihrer Bedeutung für die Erbforschung beim Menschen

1. Erbgut und Umwelt

Das letzte Ziel naturwissenschaftlicher Forschung ist der Mensch. Wir treiben Biologie, um dem Rätsel des Lebens näher zu kommen und damit dem Rätsel unseres eigenen Seins. Jeder Einzelmensch ist zunächst das Endglied einer Kette unzähliger Generationen. Er gibt das Leben weiter und ist damit Enkel und Ahnherr zugleich. So gehört jeder Mensch einem größeren, umfassenderen Leben an; der Einzelne ist nur ein Glied in einer höheren Lebenseinheit. In ihm wirken sich Kräfte aus, die ihm als einem Glied jenes größeren Lebens eine ganz bestimmte Prägung geben. Die beiden Zellen, aus denen ein Mensch entsteht, bringen Anlagen mit, die sich in seiner Entwicklung auswirken und im Zusammenwirken mit den Reizen, die von außen kommen, die Eigenschaften des Menschen zur Ausprägung bringen. Anlagen sind Entwicklungsmöglichkeiten. Den Vorgang ihrer Übertragung von einer Generation zur anderen nennen wir Vererbung. Wie das Zusammenarbeiten der experimentellen Erbforschung und der Zellforschung gezeigt hat, sind die Anlagen als bestimmte Erbeinheiten (Gene) in den Chromosomen des Zellkerns niedergelegt. Ihre Weitergabe zur nächsten Generation bewirkt die Erscheinung, daß ein Lebewesen seinen Vorfahren ähnlich ist. Die Vererbungslehre weist die Gesetze auf, nach denen sich die Übertragung der Erbanlagen vollzieht. Seit der Wiederentdeckung der *Mendelschen Gesetze* um die Jahrhundertwende hat die Vererbungslehre einen Siegeslauf zurückgelegt, der in der Geschichte der biologischen Wissenschaft einzig dasteht.

Ihre ganz besondere Bedeutung erhält die Vererbungslehre dadurch, daß wir mit ihrer Hilfe unserem eigenen Wesen näher zu kommen vermögen. Gerade beim Menschen ist aber die Wissenschaft von der Vererbung in besonders ungünstiger Lage: Das Experiment scheidet aus; der Erbforscher ist darauf angewiesen, das zu beobachten und zu untersuchen, was die Verbindungen von Menschen an Nachkommen gebracht haben. Dabei vermag er infolge der langen Entwicklungszeit des Menschen nur ganz wenige Generationen zu übersehen, und die geringe Kinderzahl der Familien macht es sehr schwierig, allgemeine Gesetzmäßigkeiten zu finden. Erbgesetze sind eben Wahrscheinlichkeitsgesetze, die nur aus einer möglichst großen Zahl von Einzelfällen in zuverlässiger Weise erschlossen werden können. So ist die Erbforschung beim Menschen zunächst darauf angewiesen, die von der experimentellen Erbforschung an Pflanzen und Tieren gefundenen Gesetze am Menschen nachzuprüfen. Einen gewissen Ersatz für das Kreuzungsexperiment gibt ihr die Untersuchung von Bastarden, die aus der Paarung von Menschen verschiedener Rassen hervorgehen. Darüber hinaus hat sie auch eigene Wege ausgearbeitet: Statistische Methoden, die aus der Verarbeitung einer Vielzahl von Einzelfällen ihre Schlüsse ziehen, und die Familienforschung, die einzelne Erbanlagen durch möglichst viele Generationen einer Familie hindurch verfolgt und auf diese Weise ihren Erbgang zu erschließen sucht. Diesen Methoden hat sich nun die **Zwillingsmethode** angefügt, ja es kann gesagt werden, daß sie seit etwa 15 Jahren zur wichtigsten und erfolgreichsten Methode der Erbforschung beim Menschen geworden ist.

Worin liegt nun die besondere Bedeutung dieser Methode? Was an einem Lebewesen beobachtet werden kann, das sind seine sinnlich in Erscheinung tretenden Eigenschaften, sein Phänotypus. Der Entstehung dieses Erscheinungsbildes liegen aber zwei große Gruppen von Ursachen zugrunde: die erblich gegebenen Anlagen (genotypische oder idiotypische Faktoren) und die Einflüsse der Umwelt (paratypische Faktoren, Peristase, peristatische Kraft). Die Erbanlagen entwickeln sich nur, wenn bestimmte Umweltreize auf sie einwirken; je nach Art und Grad der Einwirkung dieser Reize kann die Entwicklung der Anlagen gefördert oder gehemmt werden. Daraus ergibt sich als grundlegende Erkenntnis für jede organische Entwicklung: Erbanlagen und Umwelt lassen in ihrem Zusammenwirken das Erscheinungsbild eines Lebewesens entstehen. Diese Erkenntnis führt aber sofort weiter zur nächsten Frage: Wie weit reicht die Kraft der Erbanlagen, wie weit die der Umwelteinflüsse? Das ist nicht nur eine allgemein biologische Frage, sondern in der Übertragung auf den Menschen schlechthin die Grundfrage aller Menschenkenntnis, aller Menschenführung und Menschenbehandlung. Es handelt sich um den Einblick in die Frage, was und wieviel beim Menschen wesensmäßig gegeben ist und in welchem Ausmaß äußere Einflüsse den mit den Erbanlagen gegebenen Kern des Wesens formen können.

Zur Abgrenzung der Einwirkung von Einflüssen des Erbgutes und der Umwelt auf Lebewesen und zum Einblick in die Stärke ihres Einflusses führen zwei allgemein naturwissenschaftliche Methoden: Man kann Tiere oder Pflanzen, deren erbliche Beschaffenheit unbekannt ist, unter völlig gleichen Umweltbedingungen zur Entwicklung bringen; die sich ergebenden Unterschiede müssen dann erbbedingt sein. Es ist aber auch der andere Weg möglich: Man läßt Lebewesen, von denen man weiß, daß sie völlig gleiches Erbgut haben, unter verschiedenen Umwelteinflüssen sich entwickeln; die Unterschiede, die sich ergeben, müssen dann den verschiedenen Umwelteinflüssen zugeschrieben werden. Wenn versucht wird, diese Methoden in der menschlichen Erbforschung anzuwenden, so ist es nicht allzu schwer, erbverschiedene Menschen unter möglichst gleiche Umweltverhältnisse zu bringen. Waisenhäuser und andere Erziehungsanstalten geben bis zu einem ge-

wissen Grad eine solche Möglichkeit. Dagegen wäre es unmöglich, den zweiten Weg zu gehen, wenn nicht die Natur in dem merkwürdigen Sonderfall der EZ Menschen völlig gleichen Erbgutes zur Verfügung stellen würde. EZ haben auf Grund ihrer Entstehung genau denselben Genbestand. Die beiden Partner eines EZ-Paares sind erbgleich; die Verschiedenheiten, die sie aufweisen, müssen deshalb Einflüssen der Umwelt zugeschrieben werden. Dieser Satz ist die Grundlage der Zwillingsmethode.

2. Geschichtliches

Der erste, der die Bedeutung der Zwillinge für die Abgrenzung der Einflüsse von Erbgut und Umwelt erkannte, ist **Francis Galton** gewesen. GALTON, der 1822 geboren wurde, war durch seine Mutter ein Enkel von ERASMUS DARWIN und damit ein Vetter von CHARLES DARWIN. Mit ihm, dem er an wissenschaftlicher Bedeutung kaum nachsteht, hat er mancherlei gemeinsam. Beide gehören einem typisch englischen Forscher- und Gelehrtentypus an. Einen geregelten akademischen Ausbildungsgang hat GALTON nicht mitgemacht. Sein medizinisches Fachstudium brach er nach zwei Jahren ab und ging auf Reisen, die ihn nach Südeuropa und in die Türkei führten. Dann kehrte er zum Studium zurück, ließ es aber, als er mit dem Tod seines Vaters wirtschaftlich selbständig wurde, ein zweites Mal im Stich und unternahm weite Forschungsreisen in Afrika. Er hat als erster den nördlichen Teil des späteren Deutsch-Südwestafrika geographisch und naturwissenschaftlich erforscht. Diese Jahre der Forschung in der weiten Welt waren für GALTON eine unschätzbare Zeit des Sammelns von Eindrücken, eine Zeit, die aus seinem Leben und seiner Entwicklung nicht wegzudenken ist. Als er nach England zurückgekehrt war, zog ihn aber ein Gedanke in seinen Bann, der ihn schon als 18jährigen Studenten in Cambridge gepackt hatte, und der ihn nicht mehr loslassen sollte: Der Gedanke, daß der Mensch in allen seinen Eigenschaften, den körperlichen wie den seelischen, letzten Endes durch seine Erbanlagen bestimmt sei. Diese Idee beherrschte von jetzt an sein Leben, seine Arbeit. Das Werk seines Vetters CHARLES DARWIN über den „Ursprung der Arten“ gab dazu den zweiten großen Grundgedanken, den Gedanken der Auslese, und auf dieser Grundlage entwickelte sich nun GALTONS Lebenswerk in wunderbarer Klarheit und Folgerichtigkeit. 1869, also im Alter von schon 47 Jahren, ließ er sein erstes großes Werk über geistige Anlagen und ihre Vererbung (*Hereditary Genius*) erscheinen. Seine Untersuchungen führten ihn dann von selber zu der Fragestellung weiter, in welchem Verhältnis die Kräfte von Erbgut und Umwelt zueinander stehen. Ein bewundernswerter Spürsinn führte ihn zu der Erkenntnis, daß Zwillinge eine Möglichkeit bieten, die Wirkungen dieser beiden Kräftegruppen voneinander zu trennen. Auf seine Zwillingsarbeit soll im folgenden näher eingegangen werden.

Aus der Erkenntnis heraus, daß das Erbgut das Wesentliche ist, und daß eine Verbesserung des Erbgutes eines ganzen Volkes nur durch die Vorgänge der Auslese erreicht werden könne, formte sich dann bei GALTON der große Grundgedanke der „Eugenik“, deren Schöpfer er wurde. 1904, also im Alter von 82 Jahren, faßte er sein überreiches Lebenswerk zusammen in einer Arbeit über „Eugenics, its definition, scope and aims“. Erst 1911 ist GALTON gestorben. Er war ein Forscher, in dem sich eine wundervolle Intuition mit zähester, folgerichtigster und ideenreichster Kleinarbeit verbunden hat; in seinen Fragestellungen ist er für seine Zeit unerhört originell, völlig unakademisch. Er muß als Begründer der menschlichen Erblehre und der Rassenhygiene einer der größten Geister des vergangenen Jahrhunderts genannt werden.

In dem geschilderten Zusammenhang eines genialen und einzigartigen Lebenswerkes steht die berühmt gewordene Zwillingsarbeit GALTONS aus dem Jahre 1875

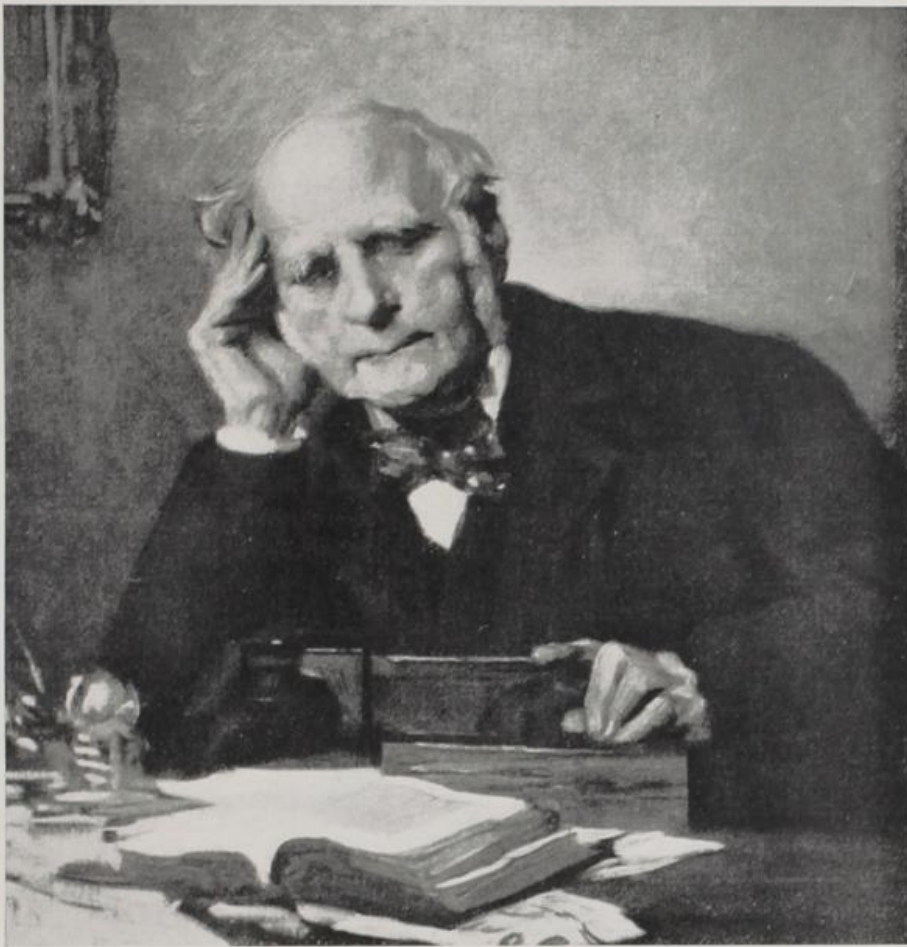


Bild 49. Francis Galton.

Nach dem Gemälde von C. W. Furze (etwa 1900) im Galton Laboratory der Universität von London.

über „**The History of twins as a Criterion of the Relative Powers of Nature and Nurture**“ (die Geschichte der Zwillinge als Prüfstein der Kräfte von Anlage und Umwelt). Der Titel knüpfte an den einer im Jahr zuvor erschienenen Arbeit über „English Men of Science, their Nature and Nurture“ an. Die Wahl der Begriffe Nature and Nurture (Natur und Ernährung, Pflege) mag wohl durch die Freude am Gleichklang der Worte mit bestimmt gewesen sein; an ihrer Stelle werden heute im englischen und amerikanischen Schrifttum meist die Begriffe Heredity und Environment verwendet.

Der Anstoß für die Entstehung der Arbeit ist GALTONS Bemühung, eine Methode für die Trennung der Einflüsse von Anlage und Umwelt zu finden. Wie er das tut, sollen die einleitenden Abschnitte der Arbeit zeigen.*

„Die außerordentlich große Ähnlichkeit, die man Zwillingen zuschreibt, ist der Gegenstand zahlreicher Romane und Schauspiele gewesen, und viele Menschen haben schon zu erfahren gewünscht, auf welcher Wahrheitsgrundlage diese Werke der Dichtung wohl ruhen. Aber Zwillinge haben noch manches andere Anrecht auf Beachtung; einer dieser Ansprüche wird in der vorliegenden Arbeit behandelt. Die Lebensgeschichte der Zwillinge gestattet uns nämlich, die Wirkung jener Kräfte, die ihnen von Geburt an die Richtung weisen, zu trennen von jenen, denen sie erst durch die Umstände des späteren Lebens ausgesetzt sind; mit

* Der hier und im folgenden abgedruckte deutsche Wortlaut ist der Übersetzung der Arbeit GALTONS durch Dr. ROLF SCHLEICHER und Dr. MARIA SCHILLER entnommen. (Erschienen in: „Der Erbarzt“, Beilage zum Deutschen Ärzteblatt, 1935, Nr. 9.)

anderen Worten: zwischen dem Einfluß von Naturanlage und Umwelt zu unterscheiden. Bei der Untersuchung über die Vererbung geistiger Fähigkeiten ist das ein Problem von besonderer Wichtigkeit, und immer, wenn ich dabei war, abzuschätzen, inwieweit geistige Fähigkeiten durchschnittlich vererbt sind, habe ich brennend die Schwierigkeit empfunden, diese Trennung durchzuführen. Der Einwand gegen die Beweiskraft, den die Statistik für die Bejahung liefert, war immer der: „Mögen die Menschen, die Sie vergleichen, auch wirklich unter ähnlichen sozialen Bedingungen gelebt und ähnliche Vorteile der Erziehung genossen haben, so sind diese bedeutungsvollen Bedingungen doch nur ein kleiner Teil von jenen, die die Entwicklung des Menschenlebens bestimmen. Hauptsächlich wird doch unbedeutenden, zufälligen Umständen die Entwicklung von Neigungen und Erfolgen zugeschrieben, und gerade diese lassen Sie ja außer Betracht! In der Tat lassen sie sich ja auch gar nicht registrieren, und deshalb sind Ihre Statistiken, mögen sie auch auf den ersten Blick noch so einleuchtend erscheinen, in Wirklichkeit nur von geringem Wert.“

Keine Untersuchungsmethode, die auszuführen ich imstande war — und ich habe viele Methoden ausprobiert —, ist vollkommen gegen diesen Einwand geschützt. Deshalb habe ich das Problem von der entgegengesetzten Seite angefaßt und eine neue Methode gesucht, die es ermöglichen sollte, in gerechter Weise die jeweiligen Wirkungen von Anlage und Umwelt abzuwägen und ihre verschiedenen Anteile an der Gestaltung der Gemütsart und der geistigen Fähigkeiten des Menschen zu bestimmen. Die Lebensgeschichte der Zwillinge bietet, was ich wünschte.

Wir wollen mit der Untersuchung von Zwillingen beginnen, die sich während der Kinder- und Jugendzeit ganz ähnlich waren und die viele Jahre zusammen erzogen wurden. An diesen wollen wir beobachten, ob sie sich in der Folge ungleich entwickelten, und im gegebenen Fall die Hauptursachen ergründen, die nach Ansicht der Familie die Unähnlichkeit verschuldeten. So erhalten wir dann unmittelbare Beweise der Art, wie wir sie brauchen. Hinwiederum bekommen wir vielleicht einen noch wertvolleren Beweis auf einem entgegengesetzten Wege. Wir können die Lebensgeschichte von Zwillingen studieren, die in ihrer Kindheit außerordentlich unähnlich waren, und beobachten, wie weit ihr Charakter unter dem Einfluß gleicher Umwelt ähnlich wurde, da sie ja das gleiche Heim, dieselben Lehrer, dieselben Kameraden und in jeder sonstigen Beziehung dieselbe Umwelt hatten.“

GALTON erkannte also in völliger Klarheit die beiden früher erwähnten naturwissenschaftlichen Methoden zur Abgrenzung der Einflüsse von Erbgut und Umwelt: Menschen gleichen Erbguts lassen in ihren Verschiedenheiten den Einfluß der Umwelt erkennen. Der Vergleich von Menschen, die unter völlig gleichen Umweltbedingungen leben, zeigt Unterschiede, die erbbedingt sein müssen.

Das Material für seine Untersuchungen erhielt GALTON durch die Versendung von Fragebogen. Er erhielt dabei über 80 Antworten von Fällen mit großer Ähnlichkeit, also wahrscheinlich eineiigen Zwillingen, außerdem 20 Fälle gleichgeschlechtlicher Zwillinge mit sehr starker Verschiedenheit. GALTON weiß auch schon, daß der Zwillingsbildung zwei ganz verschiedene Vorgänge zugrunde liegen, wenn auch die Entstehung der außerordentlich ähnlichen Zwillinge damals noch nicht mit voller Klarheit erkannt worden war. Er führt die Entstehung solcher Zwillinge auf die Entwicklung eines Eies mit zwei Keimflecken (germinal spots), d. h. Kernen, zurück. Wesentlich ist, daß GALTON die beiden Gruppen der Zwillinge, die vollkommen ähnlichen und die mäßig ähnlichen bis unähnlichen, deutlich voneinander trennt. Im einzelnen zählt er dann alle die Punkte auf, in denen die „identischen Zwillinge“ übereinstimmen: Haar- und Augenfarbe, Größe, Gewicht, die Art des Sichgebens, der Tonfall der Stimme usw. Er bringt dann weiter eine ganze Reihe von Anekdoten, wie sie immer und überall von EZ erzählt werden. Einige von ihnen seien im folgenden angeführt:

„Ich habe viele Beispiele von Erziehern, die nicht imstande waren, ihre Zwillingschüler zu unterscheiden. Zwei Mädchen pflegten regelmäßig ihren Musiklehrer zu täuschen, wenn eine von ihnen einen freien Tag haben wollte. Sie hatten ihre Stunden zu verschiedener Zeit und das eine Mädchen nahm aufopfernd 2 Stunden am gleichen Tag, während sich ihre Schwester inzwischen vergnügte. Hierzu die kurze und eindrucksvolle Angabe: „Sie gleichen

sich in allem, ihre Lehrer konnten sie nicht unterscheiden, beim Tanzen konnten sie dauernd ihren Partner wechseln, ohne daß es entdeckt wurde. Ihre außerordentliche Ähnlichkeit wurde vom Alter kaum berührt.' Und nun folgt eine typische Schulbubengeschichte: 'Zwei Zwillingsbrüder verübten gerne Streiche, fortwährend kamen Klagen, aber die Buben verrieten nie den Schuldigen und die Kläger waren nicht sicher, welcher es nun eigentlich war. Ein Schulvorsteher pflegte zu sagen: er würde nie und nimmer den Unschuldigen für den Schuldigen schlagen, und ein anderer Schulmeister schlug beide.' Aus nicht weniger als neun Anekdoten erfuhr ich, daß ein Zwillingspartner sein Spiegelbild im Spiegel sah und dieses als die Person des Partners ansprach. Ich besitze eine ganze Reihe kleiner Geschichtchen von Verwechslungen nahezu erwachsener Zwillinge, so z.B.: 'Lustige Zwischenfälle ereigneten sich im College, wenn ein Zwilling seinen Zwillingsbruder besuchte. Bei einer solchen Gelegenheit weigerte sich der Pförtner, den besuchenden Zwilling aus der Schule herauszulassen, obgleich beide Seite an Seite standen, weil er nicht wußte, welchen er herauslassen durfte.' Ich habe vier oder fünf Beispiele von Verwechslungen während der Verlobungszeit, z.B.: 'Zwillinge trafen eine Dame gemeinsam und verliebten sich auf der Stelle beide in sie. A, der sie später heiratete, gelang es, sie nach Hause zu begleiten und ihre Zuneigung zu gewinnen, doch B ging manchmal statt seiner, um ihr seine Aufwartung zu machen, und weder die Dame, noch ihre Eltern konnten sagen, welcher welcher war.'

Die nächste und letzte Anekdote, die ich bringen will, ist vielleicht die bedeutendste von allen, die ich habe. Sie wurde mir durch einen Bruder der Zwillinge zugesandt, die zur Zeit der Begebenheit im mittleren Lebensalter standen. A kam auf Urlaub zurück von Indien, das Schiff hatte einige Tage Verspätung, der Zwillingsbruder B war herbeigereist, um A zu empfangen, und die alte Mutter war sehr aufgeregt. Eines Morgens stürzte A zu ihr herein mit den Worten: 'O Mutter, wie geht es Dir?' Und ihre Antwort war: 'Nein, B, das ist ein schlechter Scherz, Du weißt doch, wie ängstlich ich bin.' Und es bedurfte einiger Zeit, bis A sie überzeugen konnte, daß er der richtige Mann war."

GALTON bringt dann weiter eine Reihe von Fällen, in denen Mißbildungen und Krankheiten bei Zwillingsgeschwistern übereinstimmend auftraten und erzählt von der Ähnlichkeit mancher Zwillinge in ihren Gedankenassoziationen, von denen eine Geschichte erwähnt sei:

"Ein Zwilling A, der zufällig in einer Stadt in Schottland weilte, kaufte als Überraschung für seinen Bruder B ein Service Champagnergläser, die seine Aufmerksamkeit erregt hatten. Zur gleichen Zeit kaufte B in England für seinen Bruder A ein gleiches Service, Gläser von gleichem Muster."

Schließlich weist GALTON aber auch darauf hin, daß Neigung und Gemütsart der Zwillinge mit größter Ähnlichkeit auch Verschiedenheiten aufweisen können; in einer Reihe von Fällen werden diese den Einflüssen von Krankheiten oder des Klimas zugeschrieben. Daneben aber gibt es „Beispiele einer offenbar so tiefgehenden Ähnlichkeit der Natur, daß äußere Einflüsse keine Unähnlichkeit bewirken können“. „Sie vollenden ihr Leben, gehen im gleichen Schlag wie zwei Uhren, die nur durch einen materiellen Eingriff aus dem Einklang zu bringen sind."

GALTON faßt die Eindrücke, die ihm die außerordentlich ähnlichen Zwillinge vermittelt haben, in folgender Weise zusammen:

"Die Natur ist viel stärker als die Umwelt innerhalb des begrenzten Raumes, den ich versucht habe, zu umreißen. . . . Der feste und unerbittliche Marsch auf den Tod, wie ihn uns die verborgenen Schwächen unserer Anlage durch Krankheiten führen, ist durch dieses Zwillingsgeschichtchen schmerzlich deutlich enthüllt. Wir sind nur zu sehr geneigt, Krankheiten und Tod als Zufallsereignisse zu betrachten, ja, es gibt sogar Menschen, die beides dem unmittelbaren Einfluß übernatürlicher Einmischung zuschreiben, während doch die Tatsache, daß Krankheiten bei Zwillingen gleichartig verlaufen, anzeigt, daß Krankheiten und Tod mit Notwendigkeit eintretende Ereignisse sind, die in regelmäßiger Folge von konstitutionellen Veränderungen bedingt werden, Ereignisse, auf die äußere Einwirkungen im großen und ganzen nur geringen Einfluß haben. Dort, wo die Krankheiten der Zwillinge immer gleich verlaufen, gehen die Uhren ihres Lebens im gleichen Rhythmus und im gleichen Maß, von ihrem inneren Mechanismus geleitet. Wenn die beiden Zeiger die volle Stunde anzeigen, gibt es plötzlich ein paar scharfe Geräusche, denen ein Knarren der Räder folgt. Wenn sie

ineinandergegriffen haben, fällt der Schlag. Menschen, die Fatalisten sind, die die Freiheit des Willens leugnen, können den Lebensgeschichten der Zwillinge neue Beweise für ihre Meinung entnehmen."

Den außerordentlich ähnlichen Zwillingen stellt GALTON dann die unähnlichen gegenüber. Er zählt eine Reihe von Beispielen stark verschiedener Zwillinge auf und kommt schließlich aus der Gesamtheit seiner Beobachtungen zur nachstehenden Folgerung:

"Es ist eine Tatsache, daß ausgeprägte Verschiedenheit, wie z. B. zwischen Esau und Jakob, eine nicht weniger bemerkenswerte Eigentümlichkeit gleichgeschlechtiger Zwillinge ist, wie außerordentliche Ähnlichkeit. ... Der Eindruck, den alle diese Tatsachen der Verschiedenheit hinterlassen, führt schließlich zu der Frage, ob Erziehung und Umweltbedingungen überhaupt etwas anderes tun können, als Vorschriften geben und für einen Beruf abrichten. Diese Beweise bestätigen nachdrücklich die Folgerungen, zu denen wir bereits durch die Fälle großer Ähnlichkeit gekommen waren, ja sie führen uns noch weit darüber hinaus. ... Es gibt kein Ausweichen vor der Erkenntnis, daß die Anlage der Umwelt stärkstens überlegen ist, wenn die Umweltbedingungen in ihren Unterschieden gewisse Grenzen nicht überschreiten, die gemeinsam für Personen der gleichen Gesellschaftsschicht und des gleichen Landes gelten. Meine einzige Sorge ist, daß mein Beweis zuviel zu beweisen scheint, und daß er aus diesem Grund möglicherweise diskreditiert werden könnte, da es nämlich aller Erfahrung zu widersprechen scheint, wenn Umweltbedingungen und Erziehung so wenig gelten sollen. Aber oft irrt die Erfahrung, wenn sie große Wirkungen geringfügigen Ursachen zuschreibt. Mancher hat sich schon damit unterhalten, kleine Holzstückchen in einen winzigen Bach zu werfen, um ihren Weg zu verfolgen: wie sie durch ein zufälliges Hindernis aufgehalten werden, dann durch ein anderes, und wie ihr vorwärts gerichteter Kurs dann wieder durch eine ganze Reihe von Umständen erleichtert wird. Jedem dieser kleinen Ereignisse könnte er große Wichtigkeit zuschreiben und dabei auf den Gedanken kommen, wie weitgehend das Schicksal des Holzstückchens durch eine Reihe geringfügiger Zufälle bestimmt worden ist. Nichtsdestoweniger kommen alle Holzstückchen die Strömung hinunter zum Ziel, und sie reisen auf dem langen Weg ziemlich genau mit derselben Geschwindigkeit. So ist es auch im Leben mit den verschiedenen Zufällen, die einen so großen Einfluß auf seinen Ablauf gehabt zu haben scheinen. Das einzige Element, das bei verschiedenen Individuen zwar variiert, bei jedem einzelnen aber konstant bleibt, ist die naturgegebene Richtung; sie entspricht der Strömung des Wassers und sie behauptet sich unweigerlich."

Die Arbeit GALTONS bringt alle grundsätzlichen Gedanken und Ergebnisse der Zwillingsforschung bereits in vollkommener Klarheit. Es kann gesagt werden, daß hier mit einem Wurf schon alles Wesentliche geleistet worden ist. Die Zwillingsforschung seit GALTON hat das Beobachtungsmaterial vergrößert, die Begriffe geklärt und verfeinert; über die grundlegenden Ergebnisse GALTONS ist sie aber nicht weit hinausgewachsen.

GALTONS Untersuchung hat zunächst nicht Schule gemacht; sie blieb 30 Jahre lang überhaupt die einzige Zwillingsarbeit, ein deutlicher Beweis für die Originalität, mit der sie ihrer Zeit vorauseilte. Die nächste Arbeit, die sich mit Zwillingen befaßte, war eine experimentalpsychologische Untersuchung, die von THORNDIKE 1905 an New Yorker Schulkindern durchgeführt wurde. Sie arbeitete mit Tests und statistischen Methoden, um die Zwillingsähnlichkeit zu messen. Seine Fragestellung war folgendermaßen: Wenn geistige Ähnlichkeit eine Folge der Erziehung ist, so müssen 13- und 14jährige Zwillinge einander ähnlicher sein als solche von 9 und 10 Jahren. Gewöhnliche Geschwister müßten dann dieselbe Ähnlichkeit zeigen wie Zwillinge, da ihre Umwelt wie die der Zwillinge annähernd gleich ist. Die Zwillingsähnlichkeit in Zügen, die hauptsächlich durch Übung entstehen, müßte größer sein als die Ähnlichkeit in solchen Fähigkeiten, die nicht auf Übung zurückzuführen sind. Wenn geistige Ähnlichkeit vorwiegend auf vererbten Anlagen beruht, so müßte in allen drei Punkten das Gegenteil zutreffen. Die Ergebnisse THORNDIKES waren, daß

die Ähnlichkeit von Zwillingspaaren zweimal so groß sei als die beliebig herausgegriffener Geschwisterpaare, bei den jüngeren Zwillingspaaren so groß wie bei den älteren. Diese Ergebnisse kommen uns heute nicht überraschend vor; sie sind gewonnen worden, obwohl THORNDIKE im wesentlichsten Punkt seiner Untersuchung nicht klar sah und damit sogar hinter GALTON zurückblieb. Seine Testuntersuchungen ergaben bei den Zwillingen einen allmählichen Übergang von nahezu vollständiger Gleichheit bis zur Unähnlichkeit. Daraus schloß er, daß keine zwei Typen von Zwillingen angenommen werden müßten. Er konnte also noch nicht zwischen EZ und ZZ unterscheiden. Seine Untersuchung ist damit ein Beispiel dafür, wie ein natürlicher, offener, unvoreingenommener Blick mehr und Richtigeres zu finden vermag als eine mit scheinbar exakten Methoden arbeitende Experimentaluntersuchung.

In Deutschland hat POLL als erster die Untersuchung von Zwillingen aufgenommen und 1913 über seine Ergebnisse berichtet. Er erkannte, daß eineiige Zwillinge die Möglichkeit geben, die Modifikationsbreite eines Merkmals zu erkennen. Als das am stärksten individuell abändernde Kennzeichen sah er die Linienmuster der Fingerbeeren an und begann deshalb mit seiner Untersuchung bei diesem Merkmal. Auf Grund eines großen Materials (500 Paare gleichgeschlechtiger Zwillinge von Berliner Lehranstalten) kam er zu wertvollen Ergebnissen; allerdings hatte er sich mit der Untersuchung der Fingerleisten sofort an eines der allerschwierigsten Gebiete der Erblehre gewandt, auf dem ein voller Erfolg nicht auf den ersten Wurf zu erzielen war.

Auch die Arbeit von POLL fand in Deutschland zunächst keine unmittelbare Nachfolge. In Nordamerika war man im zweiten Jahrzehnt des Jahrhunderts nach und nach in stärkerem Umfang auf die erbbiologische Bedeutung der Zwillinge aufmerksam gemacht worden.* In Deutschland begann aber die systematische und seither nicht mehr abgerissene Zwillingsforschung eigentlich erst mit den Arbeiten von SIEMENS und WEITZ im Jahre 1923. **Siemens** (damals in München, heute Professor an der Universität in Leiden) stellte als Dermatologe ausgedehnte Untersuchungen über Hautmäler und Hautkrankheiten an eineiigen und zweieiigen Zwillingen an; darüber hinaus sammelte er alle ihm bekannt gewordenen Berichte über das Auftreten krankhafter Erscheinungen bei EZ. Er erkannte, daß die Untersuchung von Zwillingen eine ungemein wertvolle und ergebnisreiche Methode menschlicher Erbforschung abgeben könne und faßte 1924 das Grundsätzliche dieser neuen Methode in einer Arbeit „Die Zwillingspathologie“ zusammen. Gleichzeitig mit SIEMENS hatte **Weitz** (damals Professor an der Universität Tübingen, heute an der Universität Hamburg) eine großzügige Zwillingsuntersuchung an einem breiten Material in vielseitiger und gründlicher Weise durchgeführt. An dem Material von WEITZ begann **von Verschuer** in Tübingen seine Zwillingsuntersuchungen. In den folgenden Jahren setzte er sie auf breiter Grundlage am Kaiser-Wilhelm-Institut für Anthropologie, menschliche Erblehre und Rassenhygiene in Berlin-Dahlem fort, das damit in Deutschland zu einem Mittelpunkt der Zwillingsforschung wurde. Seit 1935 leitet **VON VERSCHUER** das Universitätsinstitut für Erbbiologie und Rassenhygiene in Frankfurt a. M. In ähnlicher Weise stellten sich die Forscher der Forschungsanstalt für Psychiatrie (Kaiser-Wilhelm-Institut) in München, vor allem **Lange** (heute in Breslau) und **Luxenburger**, in ihren Dienst. Im Laufe der letzten 10 Jahre hat sich die Zwillingsforschung verbreitert und vertieft; immer mehr Forscher bedienen sich der Zwillingsmethode als einer der wichtigsten Methoden menschlicher Erbforschung.

* Vgl. das Zwillingsheft des *Journal of Heredity* vom Dezember 1919, in dem das Zwillingsproblem durch eine Reihe von Verfassern (FAIRCHILD, DANFORTH usw.) unter Zuhilfenahme eines sehr reichhaltigen und wertvollen Bildermaterials zum ersten Male einigermaßen umfassend in seiner großen allgemeinen Bedeutung dargestellt wurde.

3. Methodik der Zwillingsforschung

Der Kernpunkt der Zwillingsforschung ist also das Problem von Erbgut und Umwelt. In der Entwicklung des Menschen wie überhaupt jedes Lebewesens wirken die Kräfte der Erbanlagen und die Einflüsse der Umwelt zusammen und bestimmen damit das Erscheinungsbild. Es handelt sich darum, die Wirkungen dieser beiden Kräftegruppen von einander zu trennen und ihren verhältnismäßigen Anteil an der Ausbildung des Erscheinungsbildes zu bestimmen.

VON VERSCHUER hat eine graphische Darstellung des gleichzeitigen Wirkens der beiden Kräftegruppen gegeben, die ein sehr wertvolles Hilfsmittel für das Verständnis der Frage darstellt (Bild 50 a bis c). Die Wirkung der beiden Kräfte wird in einem rechtwinkligen Koordinatensystem dargestellt; Erbkraft und Umweltkraft wirken vom Ursprung des Systems aus in zwei aufeinander senkrechten Richtungen. Der Ort des aus dem Zusammenwirken entstehenden Phänotypus ist der Eckpunkt des Parallelogramms der Kräfte. Bei wechselnder Stärke von Erbkraft und Umwelteinfluß sind die Phänotypen über das ganze Feld verteilt; zwei EZ, die in völlig gleicher Umwelt aufwachsen, müssen ihren Ort in ein und demselben Punkt des Kräftefeldes haben, da ja beide Kräftegruppen für die beiden Zwillinge die gleichen sind. Bei Lebewesen gleichen Erbguts, die unter verschiedenen Umwelteinflüssen stehen, liegen die einzelnen Phänotypen auf einer Parallelen zur Richtung der Umweltkraft. Bei EZ in verschiedener Umwelt liegt dieser Fall vor; aus der Entfernung der Partner im Kräftefeld kann auf die Stärke der Umwelteinflüsse geschlossen werden. Umgekehrte Verhältnisse haben Wesen verschiedenen Erbguts in gleicher Umwelt; ZZ, die in genau gleicher Umwelt aufwachsen, entsprechen diesem Fall. Solche ZZ haben ihren Platz auf einer Parallelen zur Richtung der Erbkraft; ihr Abstand läßt den erblichen Unterschied erkennen.

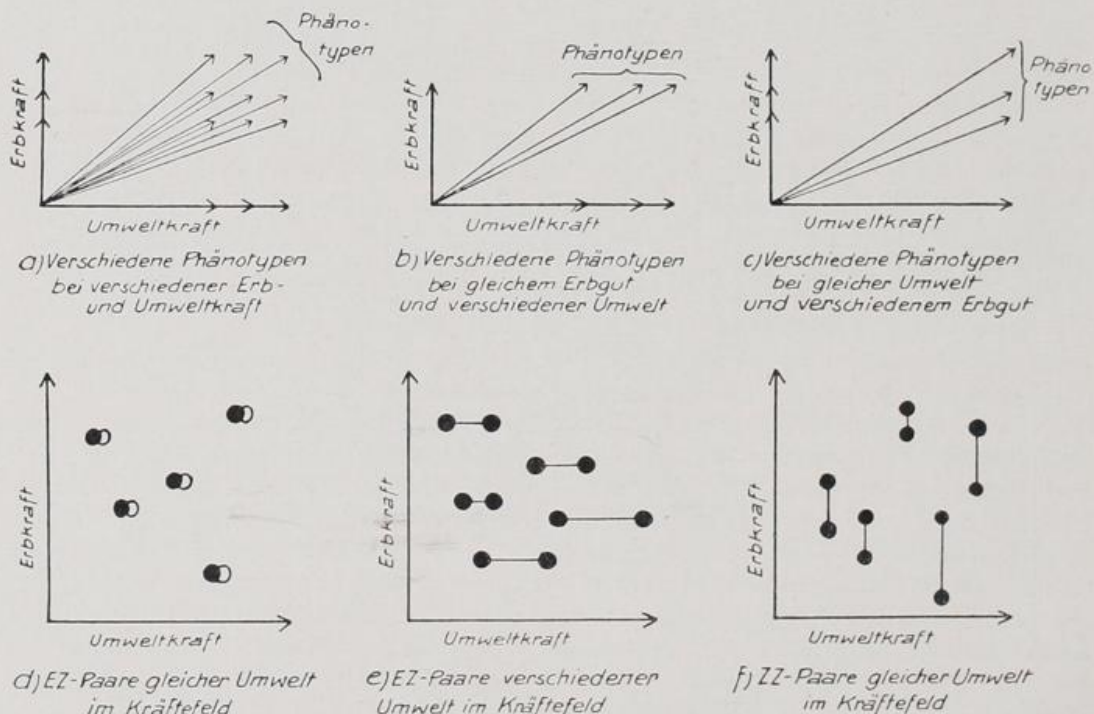


Bild 50. Das Zusammenwirken der Kräfte von Erbgut und Umwelt.
(a bis c nach von Verschuer.)



Bild 51. EZ gleicher Umwelt.

Die Zwillingsforschung hat sich demnach mit drei Arten von Zwillingen zu beschäftigen: EZ gleicher Umwelt, EZ verschiedener Umwelt und ZZ gleicher Umwelt.* Die Bilder 51, 52 und 53 wollen in drei Einzelbeispielen diese Arten von Zwillingen zeigen: ein greises EZ-Schwesternpaar, das ein ganzes Leben beisammen verbracht hat, ein EZ-Paar mit recht verschiedenen Lebensschicksalen (vgl. die Erläuterung zu Bild 52) und ein ZZ-Paar, das in gleicher Familienumwelt aufwächst.

Bei Zwillingsuntersuchungen ist festzustellen, ob die beiden Partner des Zwillingspaares in einer bestimmten zu untersuchenden Eigenschaft übereinstimmen (konkordant sind) oder nicht übereinstimmen (diskordant sind). Um die Ursache von Konkordanz oder Diskordanz zu erkennen, ist es nötig, die drei genannten Arten von Zwillingen (EZ in gleicher Umwelt, EZ in verschiedener Umwelt, ZZ in gleicher Umwelt) zuerst je für sich zu untersuchen und dann die Gruppen unter sich zu vergleichen. Es leuchtet ein, daß eine vierte Art von Zwillingen, die ZZ verschiedener Umwelt, für solche Vergleiche sich nicht eignet, da für ihre Verschiedenheit zweierlei Ursachen verantwortlich sind.

Das erste ist die Untersuchung von **EZ gleicher Umwelt**. Für sie gilt theoretisch, daß sie dasselbe Erscheinungsbild aufweisen müssen. Was die Ursache ihrer Gleich-

* In der Zwillingsforschung werden zum Vergleich mit den EZ zweckmäßigerweise nicht allgemein die zZ, sondern nur die ZZ verwendet. Bei den PZ werden durch den Geschlechtsunterschied sehr viele Merkmale, besonders auch solche seelischer Art, sekundär so stark beeinflusst, daß der Vergleich mit den immer gleichgeschlechtigen EZ dadurch gestört würde. Der Vergleich von EZ mit zZ (also mit der Summe von ZZ und PZ) kann nur dann ertragreich sein, wenn es sich um Merkmale handelt, die durch den Geschlechtsunterschied in keiner Weise beeinflusst werden (z. B. Blutgruppen, Augenfarbe).

heit in irgendeinem Merkmal ist, kann aber nicht ohne weiteres gesagt werden; da bei ihnen Anlagen und Umwelt gleich sind, so kann die eine oder die andere Kraft das Erscheinungsbild gleich gestaltet haben. Ein Beispiel: Wenn EZ im Auftreten eines Kropfes konkordant sind, so kann daraus noch nicht auf die Erbbedingtheit des Kropfes geschlossen werden. Tatsächlich hat sich nachweisen lassen, daß die Entstehung des Kropfes auf Umwelteinflüsse zurückzuführen ist. Gleiche Umwelteinflüsse führen natürlich auch bei EZ zu konkordantem Auftreten des Kropfes.

Wenn EZ Unterschiede zeigen, so müssen sie Einflüssen der Umwelt zugeschrieben werden. Allerdings ist es möglich, daß auch bei tatsächlich völliger Gleichheit Unterschiede festgestellt werden. Bei Messungen an einem und demselben Menschen zu verschiedenen Zeiten oder unter verschiedenen Bedingungen können ungleiche Werte erhalten werden. Ähnlich wie mit diesem „Selbstunterschied“ eines Einzelnen verhält es sich mit EZ: Auch bei völliger Gleichheit können sie bei einer Messung verschieden erscheinen. Der Unterschied ist in diesem Fall gar nicht wirklich, sondern durch Meßfehler bedingt, welche EZ immer verschiedener erscheinen lassen, als sie in Wirklichkeit sind, im Gegensatz zu den erbverschiedenen ZZ, wo Meßfehler in verschiedener Richtung die beiden tatsächlich verschiedenen Zwillinge einander nähern und damit ähnlicher erscheinen lassen können, als dies tatsächlich der Fall ist. (Vgl. S. 90.)

Die zweite große Gruppe der für die Zwillingsforschung wichtigen Zwillinge sind **EZ verschiedener Umwelt**. Nach der theoretischen Grundanschauung der Zwillingsforschung gilt ganz allgemein, daß Verschiedenheiten zwischen den beiden Partnern eines EZ-Paares durch Umwelteinflüsse verursacht sein müssen. Es wird deshalb die Aufgabe des Forschers sein, bei den Unterschieden zweier EZ die sie verursachenden Umwelteinflüsse festzustellen und in der Art und dem Ausmaß ihrer Wirkungsmöglichkeit genau zu erfassen. Dies ist nur dann in befriedigender Weise möglich, wenn eine größere Anzahl von Paaren auf diese Einflüsse hin untersucht werden kann. VON VERSCHUER hat sein großes Material von EZ nach einer Reihe von Gesichtspunkten geordnet: nach Lebensalter, Beruf, Gewichts Differenz bei der Geburt, nach der Umweltähnlichkeit im allgemeinen. Auf diese Weise ist es möglich geworden, den Einfluß einer Reihe von Faktoren auf die Ausbildung der äußeren Körpermerkmale (Größe, Gewicht, Brustumfang usw.) festzulegen. Es ergab sich hierbei, daß die einen Merkmale mehr, die anderen weniger durch Umwelteinwirkungen beeinflußt werden können, z. B. das Körpergewicht viel stärker als die Körpergröße. Mit Hilfe solcher Zwillingsuntersuchungen kann der Grad der Beeinflussbarkeit eines Merkmals durch Umwelteinflüsse festgestellt werden; dabei ergibt sich, daß es umweltstabile und umweltlabile Merkmale in allen Abstufungen gibt. Die richtige Vorstellung von der Wirkungsmöglichkeit von Umwelteinflüssen ergibt sich natürlich nur dann, wenn EZ in verschiedener Umwelt mit EZ in möglichst gleicher Umwelt verglichen werden. Ein Merkmal ist dann als vorwiegend umweltbedingt anzusehen, wenn es bei EZ verschiedener Umwelt verschieden, bei EZ gleicher Umwelt gleich angetroffen wird.

Die Wirkung von Umwelteinflüssen wird um so deutlicher werden, je verschiedener die Umwelten sind, in denen sich die beiden Zwillinge befinden. Es ist deshalb von ganz besonderer Bedeutung, solche Zwillinge zu untersuchen, die in stark verschiedenen Umwelten aufgewachsen sind und leben. Insbesondere für die Untersuchung über die Erbbedingtheit geistiger Eigenschaften, der Eigenschaften der Intelligenz und des Charakters, ist es von höchstem Wert, EZ-Paare zur Untersuchung zu haben, die schon in früher Jugend getrennt wurden und in möglichst verschiedener Umgebung aufgewachsen sind. Leider sind noch nicht sehr viele der-



Bild 52. EZ verschiedener Umwelt (65 Jahre alt). (Nach Weitz.)

(Paar 8 der Arbeit von Weitz, Studien an eineiigen Zwillingen. Zeitschrift für klinische Medizin 100, 1925.)

Die erste Schwester (Margarete Sch., geb. K.) ist Frau eines Hausverwalters und lebt seit 40 Jahren in bequemem städtischem Haushalt. Die zweite Schwester (Anna K.) ist Fabrik- und Landarbeiterin und hat stets schwere Arbeit getan. Die Verschiedenheit der Lebensschicksale prägt sich in den Gesichtszügen in sehr bezeichnender Weise aus. Die schwere Arbeit hat in das Gesicht der zweiten Schwester tiefere Furchen gezeichnet als in das der ersten, die es im Leben leichter hatte. Reizvoll ist es aber, hinter den zunächst ins Auge fallenden Unterschieden dieselbe Anlage der Gesichtszüge zu erfühlen. Die Profillinie zeigt deutliche Ähnlichkeit. Die Furchen des Gesichts haben zwar verschiedene Stärke, aber unverkennbar gleiche Lage und Anordnung. In verschiedenen weiteren körperlichen Merkmalen zeigen sich trotz des vorgerückten Alters und trotz der verschiedenen Lebensschicksale außerordentlich starke Übereinstimmungen. Beide haben leichte Herzbeschwerden, beide auch erheblich erhöhten Blutdruck. (Margarete 182 bis 175, Anna 178 bis 175.) Bei beiden Zwillingen waren starke Krampfaderen vorhanden, die nach Art und Ausdehnung viel Ähnlichkeit zeigten; bei beiden waren sie links viel stärker als rechts und ganz besonders stark auf dem linken Fußrücken. Bei Margarete war die Pulszahl 84, bei Anna 78 (es ist nachgewiesen, daß durch schwere körperliche Arbeit eine Verlangsamung der Pulsfrequenz hervorgerufen wird). Beide zeigten gichtische Veränderungen an den Händen; es fanden sich deutliche Bewegungsbeschränkungen an den Gelenken des 5. Fingers links und des 4. und 5. Fingers rechts bei beiden, während die Daumen in ihren Grundgelenken sogar überstreckbar waren. Sämtliche Fingergelenke sind verdickt. Beide Zwillinge haben seit etwa 15 Jahren oft Ohrensausen und hören schlecht; bei Anna sind diese Erscheinungen stärker. Beide Zwillinge haben früher in einer Weberei gearbeitet, wo ein andauernder starker Maschinenlärm war, Anna mehrere Jahrzehnte lang, Margarete nur bis zu ihrer Verheiratung.

artige Fälle bekannt geworden, die meisten noch durch die Untersuchungen von NEWMAN (vgl. Abschnitt IV B 4). Ein unerhört interessantes Experiment wäre es, EZ in frühestem Alter zu trennen und sie mit voller Absicht in möglichst verschiedenen sozialen Umwelten erziehen zu lassen. Ein solches Experiment wird nicht so leicht durchgeführt werden können; zunächst wird sich die Forschung damit begnügen müssen, den Verschiedenheiten innerhalb von EZ-Paaren nachzugehen, ihre Ursachen klarzulegen und daraus auf das Maß der Beeinflußbarkeit der Anlagen zu schließen. Die Zwillingsmethode gibt damit eine einzigartige Möglichkeit, die Modifikationsbreite menschlicher Erbanlagen zu erforschen.

Die dritte Gruppe von Zwillingen, welche für die Zwillingsforschung von Wichtigkeit ist, sind die **ZZ gleicher Umwelt**; ihre Verschiedenheit ist auf verschiedenes Erbgut zurückzuführen. Das Ausmaß und die Art der Verschiedenheit werden aber nur klar, wenn man die ZZ gleicher Umwelt mit EZ gleicher Umwelt vergleicht. Die Unterschiede, die sich bei einem solchen Vergleich ergeben, müssen als erbbedingt angesehen werden. Dieser Vergleich ist unerläßlich; erst aus dem Vergleich der verschiedenen Gruppen von Zwillingen kann die Zwillingsforschung ihre Ergebnisse gewinnen. Diese Methode des Vergleichs hat zuerst SIEMENS in seiner „**zwillingsbiologischen Vererbungsregel**“ klar formuliert: Jedes Merkmal ist erbbedingt oder erblich mitbedingt, das bei EZ häufiger gemeinsam angetroffen wird als bei ZZ. Wenn ein Merkmal bei EZ- und ZZ-Paaren, bei denen die beiden Partner jeweils in genau gleicher Umwelt leben, gleich häufig konkordant vorkommt, so ist daraus zu schließen, daß die Übereinstimmung von der gleichen Umwelt herrührt.

Es handelt sich also bei der Zwillingsmethode grundsätzlich um zwei Methoden des Vergleichs: Der Vergleich von EZ verschiedener Umwelt mit EZ gleicher Umwelt ergibt den Einfluß der Umwelt, der Vergleich von ZZ gleicher Umwelt mit EZ gleicher Umwelt ergibt den Einfluß des Erbguts.

Einzelfragen der Methodik der Zwillingsforschung (z. B. die Bedeutung des Meßfehlers, die Art der Festlegung der Begriffe Konkordanz und Diskordanz, die Berechnung des Anteils von Erbgut und Umwelt usw.) sollen nicht theoretisch an dieser Stelle besprochen, sondern später bei bestimmten Einzelfällen dargelegt werden. Dagegen sei schon hier die besonders bedeutsame Frage der **Manifestation von Erbanlagen** behandelt.

Außer der gradweisen Verschiedenheit in irgendeinem Merkmal ist auch der Fall möglich, daß der eine Partner eines EZ-Paares ein Merkmal aufweist, das der andere überhaupt nicht oder in ganz anderer Ausprägung besitzt. Da infolge der Erbgleichheit der beiden Zwillinge auch dieser Partner die gleiche Anlage für das fragliche Merkmal besitzen muß, so muß angenommen werden, daß sich eine Erbanlage in einen Fall verwirklicht und damit in die Erscheinung tritt, „manifest“ wird, in anderen Fällen sich nicht oder in ganz anderer Form manifestiert. Eine Erbanlage ist eben nichts Festes, Starres, sondern nur eine Entwicklungsmöglichkeit. Es gibt Anlagen, die sich mit 100% Wahrscheinlichkeit manifestieren und damit eine absolute „Durchschlagskraft“ (Penetranz) besitzen, andere treten nur in verhältnismäßig seltenen Fällen in die Erscheinung.

Wie sich eine Erbanlage bei den beiden Paarlingen eines EZ-Paares verschieden manifestieren kann, zeigt ein sehr interessanter, von LEHMANN und WITTELER beschriebener und in Bild 54 ausführlich dargestellter Fall. Es werden immer wieder Menschen gefunden, die einen 6. Finger oder eine 6. Zehe besitzen. Familienforschungen haben nachgewiesen, daß für dieses Merkmal der Vielfingerigkeit (Polydaktylie) ein dominantes Gen verantwortlich ist, das sowohl an

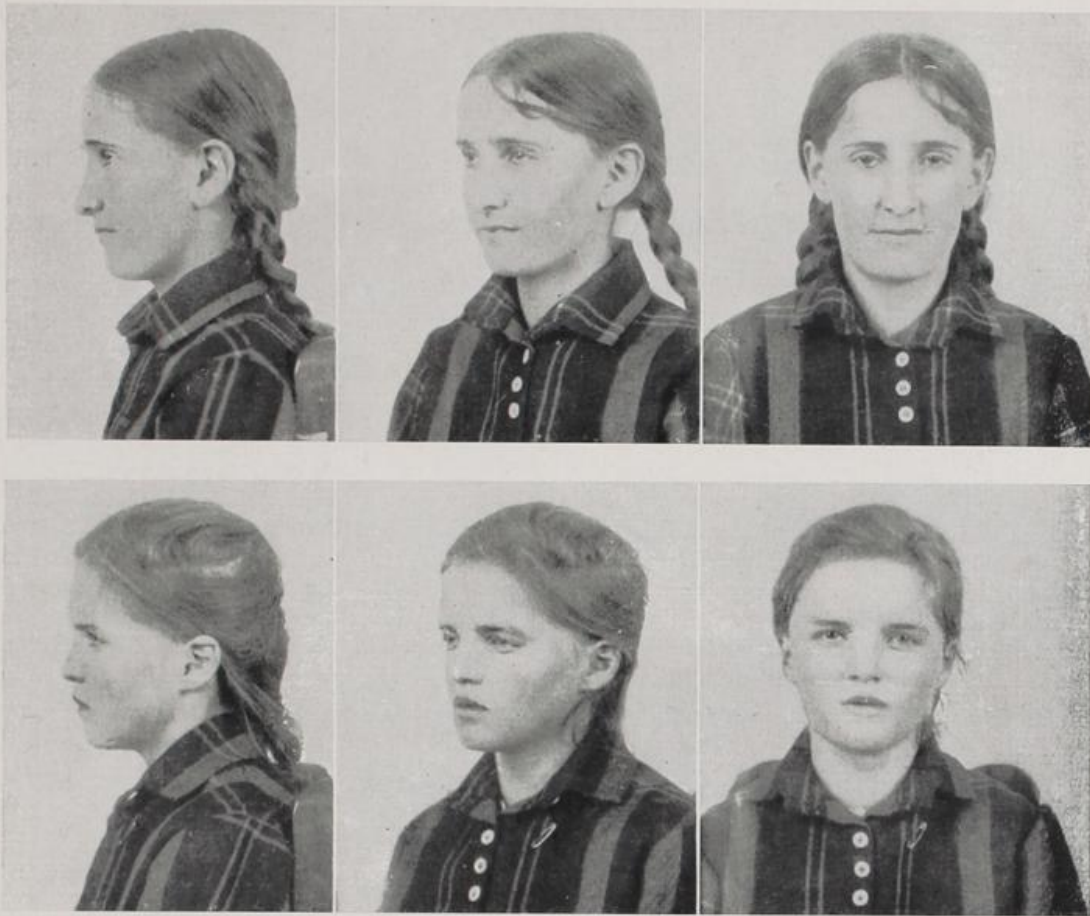


Bild 53. ZZ gleicher Umwelt. (Nach Weitz.)

Die gleiche Kleidung deutet auf gleiche Familienumwelt der beiden Schwestern hin. Die körperlichen Merkmale (vgl. Kopfform, Nase, Mund, Ohren, Haarform) sind stark verschieden; Gesichtsähnlichkeit ist nicht vorhanden.

den Händen als an den Füßen ein 6. Glied hervorrufen kann. Nun zeigen in dem erwähnten Fall die beiden Partner eines EZ-Paares in bezug auf Vielfingerigkeit recht verschiedene Merkmale; die gleiche Anlage manifestiert sich bei ihnen in verschiedener Weise. Es ist schwer, eine Ursache dafür zu finden; zufällige Einflüsse während der Embryonalentwicklung der beiden Zwillinge werden verantwortlich gemacht werden müssen. Nach LEHMANN und WITTELER unterliegt die Erbanlage für Polydaktylie allem Anschein nach einer starken entwicklungsgeschichtlichen Beeinflussbarkeit.

Das vorstehende Beispiel zeigt einen Fall, in dem sich eine krankhafte Erbanlage nach Art und Grad verschieden manifestiert. In anderen Fällen kann sogar volle Diskordanz bei EZ vorhanden sein: beim einen Zwilling manifestiert sich die Erbanlage vollständig (z. B. die Anlage zu Schizophrenie), beim anderen überhaupt nicht. Es kommt natürlich auch bei Einzelmenschen vor, daß eine Erbanlage sich nicht manifestiert; Einzelmenschen mit nichtmanifesten Erbanlagen können aber nicht als Träger des Erbmerkmals erkannt werden. EZ bieten die einzige Möglichkeit, solche Schwankungen der Manifestation zu erfassen. Wenn von zwei Partnern eines EZ-Paares der eine das krankhafte Merkmal aufweist, der andere nicht, so ist auf Grund der Erbgleichheit der beiden Zwillinge sicher, daß auch der anscheinend Gesunde ein Träger der Erbanlage ist; sie ist bei ihm nur nicht manifest geworden.

So ist es möglich, durch die Untersuchung und Auszählung von EZ-Paaren, die in bezug auf das fragliche Merkmal konkordant oder diskordant sind, die Wahr-

scheinlichkeit für das Auftreten oder Nichtauftreten des betreffenden Erbmerkmals zu bestimmen. Mit „**Manifestationswahrscheinlichkeit**“ bezeichnet man die Wahrscheinlichkeit, daß eine Anlage in Erscheinung tritt, mit „**Manifestationsschwankung**“ die Wahrscheinlichkeit, daß die Anlage nicht manifestiert wird. Wenn ein erbmäßig bestimmtes Merkmal tatsächlich nur in 75% der Fälle in Erscheinung tritt, so beträgt die Manifestationswahrscheinlichkeit $\frac{3}{4}$, die Manifestationsschwankung $\frac{1}{4}$. Die beiden Wahrscheinlichkeiten ergänzen sich zu 1. Wie die genannten Größen aus einem Zwillingsmaterial errechnet werden, sei im folgenden dargelegt.

Für die Berechnung der Manifestationswahrscheinlichkeit genügt es nicht, von den bekannten konkordanten und diskordanten EZ-Paaren die Merkmalsträger und Nichtmerkmalsträger zusammenzuzählen und etwa folgendermaßen zu rechnen: Wenn in einem Untersuchungsmaterial 24 konkordante und 16 diskordante EZ-Paare festgestellt worden sind, so hat sich das Merkmal bei 64 Personen manifestiert, bei 16 nicht manifestiert; also ist die Manifestationswahrscheinlichkeit $\frac{64}{80} = \frac{4}{5}$. Wenn das Merkmal sich nicht in allen Fällen manifestiert, so ist die Folge davon nicht nur die, daß es EZ-Paare gibt, die in bezug auf das Merkmal diskordant sind; es muß vielmehr auf Grund der Gesetze der Wahrscheinlichkeit auch EZ-Paare geben, bei denen sich das Merkmal bei keinem Partner manifestiert. Solche Paare entziehen sich der Beobachtung wie nichtmanifeste Einlinge. Es ist aber mit Hilfe mathematischer Methoden möglich, allein aus dem Verhältnis der konkordanten und diskordanten Paare die Wahrscheinlichkeit der Manifestation zu berechnen und damit auch die Zahl derjenigen EZ-Paare zu erschließen, deren beide Partner manifestationsverhinderte Erbträger sind. Wie dies geschieht, sei im Anschluß an VON VERSCHUER im nachfolgenden gezeigt.

Wenn allgemein die Manifestationsschwankung für den Einzelmenschen mit $\frac{1}{a}$ bezeichnet wird, so ist die Manifestationswahrscheinlichkeit $1 - \frac{1}{a} = \frac{a-1}{a}$. Das Merkmal kann bei beiden Partnern oder nur bei einem oder bei keinem von beiden in die Erscheinung treten. Die Wahrscheinlichkeit, daß beide Partner eines EZ-Paares Merkmalsträger sind, ist $\frac{a-1}{a} \cdot \frac{a-1}{a} = \frac{(a-1)^2}{a^2}$.

Die Wahrscheinlichkeit, daß ein Partner Merkmalsträger ist, der andere nicht, entspricht dem doppelten Produkt von Manifestationswahrscheinlichkeit und Manifestationsschwankung und ist $2 \cdot \frac{1}{a} \cdot \frac{a-1}{a} = \frac{2a-2}{a^2}$.

Die Wahrscheinlichkeit, daß keiner der Partner Merkmalsträger ist, ist $\frac{1}{a} \cdot \frac{1}{a} = \frac{1}{a^2}$.

Dieser letzte Fall kann nicht zur Beobachtung kommen; dagegen kann der Anteil der konkordant-manifesten EZ-Paare an der Gesamtheit von konkordanten und diskordanten EZ-Paaren festgestellt werden.* Dieses Verhältnis (die „Konkordanzzahl“) werde mit k bezeichnet.** Nun gilt das Verhältnis $\frac{(a-1)^2}{a^2} : \frac{2a-2}{a^2} = k : (1-k)$. Diese gemischt quadratische Gleichung kann nach a aufgelöst werden; hierbei ergibt sich $a = \frac{1+k}{1-k}$.

Also: **Manifestationswahrscheinlichkeit** = $\frac{2k}{1+k}$, **Manifestationsschwankung** = $\frac{1-k}{1+k}$...

In dem erwähnten Fall beträgt also die Manifestationswahrscheinlichkeit $\frac{2 \cdot 0,6}{1+0,6} = 0,75$. Wenn von 100 EZ-Paaren 90 in bezug auf ein bestimmtes Merkmal konkordant, 10 diskordant sind, so ist die Manifestationswahrscheinlichkeit $\frac{2 \cdot 0,9}{1+0,9} = 0,947 = 94,7\%$, wenn die beiden Arten von EZ-Paaren gleich zahlreich sind, beträgt sie $\frac{2 \cdot 0,5}{1+0,5} = 0,666 \dots = 66,6\%$.

* Es ist dabei notwendig, daß das Material genügend groß und unausgelesen ist (vgl. S. 68).

** Für das im Vorstehenden genannte Beispiel ist die Gesamtheit der Paare $24 + 16 = 40$; die Konkordanzzahl $k = \frac{24}{40} = 0,6$.

*** Diese Formeln sind bei VON VERSCHUER nicht angegeben und hier erstmals veröffentlicht.



Paarling I. Linke Hand (von unten).

Am 5. Finger hängt mit kurzem Stiel ein verkümmertes 6. Finger, der normale Nagelbildung zeigt und im Röntgenbild den Knochen des 3. Fingerglieds erkennen läßt. Die **rechte Hand** zeigt eine warzenartige Erhebung am 5. Finger (Andeutung der Anlage zu Polydaktylie).



Paarling II. Linke Hand (von oben).

Die Hand zeigt volle Sechsfingerigkeit. Vom 5. Mittelhandknochen zweigen gabelförmig ein 5. und 6. Finger (je mit 3 Gliedern) ab. Die **rechte Hand** zeigt ähnlich wie bei Paarling I am 5. Finger einen kleinen Auswuchs; sonst normal.



Paarling I. Linker Fuß.

Voll ausgebildete Sechszehigkeit. Von dem auffallend kräftigen 5. Mittelfußknochen zweigen gabelförmig eine 5. und 6. Zehe ab. Der **rechte Fuß** ist genau so ausgebildet.



Paarling II. Rechter Fuß.

Die auffallend starke Ausbildung des 5. Mittelfußknochens und des 1. Glieds der 5. Zehe deuten auf das Vorhandensein der Anlage zu Polydaktylie hin; sonst ohne Besonderheit. Der **linke Fuß** ist in derselben Weise sechszehig wie die beiden Füße von Paarling I.

Bild 54. Manifestationsschwankung bei Polydaktylie. (Nach Lehmann und Witteler.)

Die vorstehenden Darlegungen haben gezeigt, daß die Zwillingsmethode eine einzigartige Möglichkeit bietet, die Manifestation von Erbanlagen sowohl in ihrer allgemeinen Erscheinung wie auch zahlenmäßig zu erforschen. Die mathematischen Überlegungen zeigen aber auch mit großer Klarheit, daß die Zwillingsforschung nur dann brauchbare Ergebnisse liefern kann, wenn größere Zahlen von Zwillingspaaren zur Verfügung stehen.

Wie bei allen Erscheinungen der Vererbung handelt es sich auch hier um Wahrscheinlichkeiten, um Gesetze großer Zahlen, für deren Ermittlung das Material nie groß genug sein kann.

Das gilt ganz allgemein für die ganze Zwillingsforschung. Mit einzelnen Fällen ist nicht viel anzufangen. Wohl kann die Übereinstimmung eines EZ-Paares in einem sonst sehr selten vorkommenden Merkmal die Vermutung auslösen, daß dieses Merkmal erbbedingt sei. Ein sicheres Urteil wird aber erst durch die Untersuchung des Merkmals an möglichst zahlreichen EZ- und ZZ-Paaren möglich. Die Sammlung und Auswertung einzelner Fälle unterliegt immer der Gefahr, daß die konkordanten Fälle stärker auffallen und deshalb größere Aussicht haben, in die Untersuchung einbezogen zu werden. Damit ergibt sich aber ein falsches Bild. Die Untersuchung benützt dann ein Material, das infolge eines Auslesevorgangs einseitig zusammengesetzt ist. Es leuchtet ein, daß z. B. eine Untersuchung über die Manifestationswahrscheinlichkeit von Erbmerkmalen nur dann einen Sinn hat, wenn die konkordanten und die diskordanten EZ-Paare in ihrem tatsächlichen Zahlenverhältnis erfaßt werden. Brauchbare Ergebnisse können nur dann gewonnen werden, wenn entweder die Gesamtheit aller Zwillinge bestimmter Art für die Untersuchung zur Verfügung steht, oder doch wenigstens keinerlei Auslesevorgänge die Zusammensetzung des Materials beeinflussen haben.

Vor allem LUXENBURGER hat auf die grundsätzliche Bedeutung der **Art der Materialsammlung** hingewiesen. Er unterscheidet die reine **Kasuistik**, die sich mit der Untersuchung von mehr oder weniger zahlreichen Einzelfällen begnügt, die **Sammelkasuistik**, die durch Umfragen ein größeres Material zu erhalten sucht, und **Serien**, denen für ein bestimmtes Merkmal ein möglichst vollständiges und auslesefreies Material zugrunde liegt. Am besten ist es, wenn für einen begrenzten Bevölkerungsteil alle Zwillingspaare bestimmter Art restlos erfaßt werden. Wenn dies nicht möglich ist, so muß wenigstens das Untersuchungsmaterial auf eine Weise gewonnen werden, daß es als auslesefrei angesehen werden kann.

Wie stark die Art der Materialsammlung die Ergebnisse zu beeinflussen vermag, wird aus folgendem Beispiel klar. Bei einem Material, das LUXENBURGER aus der Sammlung von Einzelfällen der Fachliteratur gewonnen hatte, ergab sich aus der Gesamtheit der ermittelten EZ- und ZZ-Paare für die Häufigkeit der Konkordanz in bezug auf Geisteskrankheit und Epilepsie 81,9%, für die Diskordanz 18,1%. Eine systematische Rundfrage nach konkordanten und diskordanten Paaren ergab 55,9% konkordante und 44,1% diskordante Paare, eine Serienuntersuchung an lückenlosem Material 18,8% konkordante und 81,2% diskordante Fälle; das Verhältnis hatte sich damit völlig umgekehrt. Nur die letzte Art der Untersuchung ergibt aber ein richtiges Bild der Wirklichkeit; alle anderen Ergebnisse sind die Folge von Auslesevorgängen, die durch das stärkere Auffallen konkordanter Fälle verursacht sind.

4. Zwillingsdiagnose

Voraussetzung jeder Erbforschung mit Hilfe der Zwillingsmethode ist es, daß die beiden Gruppen von Zwillingen einwandfrei voneinander unterschieden werden können, und daß jedes einzelne Paar mit Bestimmtheit einer der beiden Gruppen zugeteilt werden kann. Damit liegt die grundlegende Frage vor: Wie können EZ und ZZ in jedem Einzelfall als solche erkannt werden? Wie schon dargelegt wurde, ist der Eihautbefund nicht ausreichend für die Diagnose; zudem ist er in den meisten Fällen überhaupt nicht mit voller Zuverlässigkeit bekannt. Es besteht daher praktisch keine andere Möglichkeit, als aus dem Grad der Ähnlichkeit der beiden Zwillinge auf die eineiige oder zweieiige Entstehung zu schließen.

Schon GALTON hat bei seiner Zwillingsarbeit erkannt, daß sich nach der Ähnlichkeit zwei Gruppen unterscheiden lassen. Sichere Merkmale für ihre Erkennung konnte er nicht angeben; er urteilte nach dem Gesamteindruck, und der ist allerdings meist ohne weiteres entscheidend. Auch ohne strenge fachmännische Untersuchung kann in der großen Mehrzahl der Fälle ohne besondere Schwierigkeit gesagt werden, ob es sich um EZ oder ZZ handelt; so scharf sind die EZ mit ihrer vollkommenen Ähnlichkeit von den ZZ abgehoben. Daneben bleiben allerdings Fälle übrig, bei denen Zweifel über die Zuteilung bestehen und nur eine eingehende Untersuchung den Entscheid bringen kann. Es ist nötig, eine einwandfreie Methode zu besitzen, auf Grund deren sich die Entscheidung über die Eiigkeit in jedem Falle mit höchstmöglicher Sicherheit treffen läßt.

Siemens war 1924 der erste, der eine solche Diagnose begründete; sie beruht auf dem Vergleich einer Vielzahl von Merkmalen (**polysymptomatische Ähnlichkeitsdiagnose**). Er führt hierüber folgendes aus: „Zwillinge, die nicht identisch sind, verhalten sich natürlich wie gewöhnliche Geschwister, und wir haben deshalb, wenn wir eine größere Reihe als erblich bekannter Charaktere untersuchen, bei nichtidentischen Zwillingen die ganz überwiegende Wahrscheinlichkeit, wesentliche Differenzen aufzufinden. In der Tat habe ich auch bei meinen Untersuchungen die Beobachtung gemacht, daß man bei sorgfältiger Beachtung schon allein der Farben von Haut, Haar und Augen sowie der Lanugobehaarung und der Gesichtsformen fast niemals über die Eineiigkeit oder Zweieiigkeit im Zweifel sein, ja daß man eine Eineiigkeit sogar noch in solchen Fällen mit hinreichender Sicherheit feststellen kann, in denen auf Grund einer paratypischen Mißbildung eine Ähnlichkeit im gewöhnlichen Sinne des Wortes gar nicht besteht. Der Diagnose der Eineiigkeit kommt also zwar keine absolute Sicherheit zu, wohl aber ein hohes Maß von Wahrscheinlichkeit.“ 1932 gibt SIEMENS als Merkmale für die Unterscheidung von EZ und ZZ folgende an: Haarfarbe und -form, Lanugobehaarung, Irisfarbe und -struktur, Hautfarbe, Sommersprossen, eine Reihe von sonstigen Hautmerkmalen und Krankheiten der Haut, Zungenoberfläche und Zähne. Dies sind nach SIEMENS alle Merkmale, die bei EZ fast immer, bei ZZ aber nur verhältnismäßig selten übereinstimmen. In zweiter Linie nennt er solche, die „schon etwas häufiger Unterschiede bei EZ erkennen lassen, andererseits aber bei ZZ meist erst recht differieren“: Gesichts- und Schädelbildung, Ohrform, Hand- und Nagelbildung und der ganze Körperbau.

Die auf dem Vergleich einer Vielzahl von Merkmalen beruhende Eiigkeitsdiagnose wird heute durchweg von allen Zwillingsforschern angewandt. Die ausführlichste Darstellung ihrer Durchführung hat VON VERSCHUER (1933) gegeben. Im Verlauf der von ihm seit 1925 durchgeführten Zwillingsuntersuchungen stellte er für eine große Zahl von Merkmalen den Grad der Übereinstimmung bei EZ und ZZ fest. Für die Eiigkeitsdiagnose nach der Ähnlichkeit eignen sich nicht alle Merkmale gleich gut; für die Auswahl von Merkmalen zur Diagnose gilt folgendes:

1. Sie sollen durch Umwelteinflüsse möglichst wenig beeinflusst werden. Ein solches Merkmal wird bei EZ gleich auftreten; die Unterschiede bei ZZ können mit hoher Wahrscheinlichkeit der Erbverschiedenheit zugeschrieben werden.

2. Die zur Ähnlichkeitsprüfung verwendeten Merkmale sollten womöglich erblich polymer sein, d. h. auf einer Mehrzahl von Erbfaktoren beruhen. Je mehr Erbfaktoren bei der Herausbildung eines Merkmals beteiligt sind, um so geringer ist die Wahrscheinlichkeit, daß dieses Merkmal bei ZZ als erbverschiedenen Menschen in gleicher Beschaffenheit auftritt.

3. Es sollten Merkmale verwendet werden, die in der untersuchten Bevölkerung im ganzen und bei den Eltern der Zwillinge im besonderen in möglichst großer Verschiedenheit auftreten. Wenn eine Bevölkerung in bezug auf eine bestimmte Erbanlage stark durchmischt ist, so ist die Wahrscheinlichkeit der Verschiedenheit von

ZZ viel größer als bei einem Merkmal, in dem die Bevölkerung nahezu erbgleich ist. Damit ist es nötig, je nach der rassischen Zusammensetzung der Bevölkerung, innerhalb der die Untersuchung vorzunehmen ist, verschiedene Merkmale heranzuziehen. In der europäischen Bevölkerung, in der Augen- und Haarfarbe stark verschieden sind, geben diese ein sehr gutes Merkmal für die Ähnlichkeitsprüfung von Zwillingen ab. In einer rassisch anders zusammengesetzten Bevölkerung mit einheitlich dunkler Augenfarbe wären bei diesem Merkmal kaum Unterschiede zu erwarten und es hätte damit keinen Wert für die Diagnose.

VON VERSCHUER benützt für die Ähnlichkeitsdiagnose 16 Merkmale; sie seien im folgenden aufgeführt.

1. **Blutgruppe** (A, B, AB und 0). Dieses Merkmal hat den großen Vorzug, sich 100%ig zu manifestieren, also völlig unabhängig von Umwelteinflüssen zu sein. Die Häufigkeit der verschiedenen Gruppen in der deutschen Bevölkerung ist aber so, daß auch fast $\frac{2}{3}$ der ZZ in den Blutgruppen übereinstimmen. Die Übereinstimmung von Zwillingen in der Blutgruppe erlaubt deshalb noch keinen sicheren Schluß; das Nichtübereinstimmen in der Blutgruppe ist ein völlig sicherer Beweis für ZZ.
2. **Blutfaktoren** (M und N). Die Verhältnisse sind dieselben wie bei den Blutgruppen.
3. Die **Augenfarbe** ist ein hochgradig polymeres Merkmal, an dessen Ausprägung mindestens 4 Erbfaktoren beteiligt sind. Die deutsche Bevölkerung ist in bezug auf die Augenfarbe weitgehend gemischt-erbig; die Ausbildung des Merkmals wird durch Umwelteinflüsse nur sehr wenig beeinflusst. Damit wird die Augenfarbe zu einem der wertvollsten Merkmale der Zwillingsdiagnostik. Bei EZ sind nennenswerte Unterschiede selten; ZZ haben häufig sehr große Unterschiede in der Augenfarbe. Sehr häufig stimmt bei EZ die Augenfarbe auch in feinen Einzelheiten ganz überraschend überein.
4. Die **Haarfarbe** ist aus ganz ähnlichen Gründen, wie sie für die Augenfarbe angeführt worden sind, ein sehr wertvolles Merkmal der Zwillingsdiagnostik. EZ stimmen in der Haarfarbe meistens völlig überein.
5. Die **Hautfarbe** ist bei EZ durchweg sehr ähnlich, bei ZZ oft recht stark verschieden.
6. Die **Haarform** (schlicht, wellig, mäßig und stark spiralgedreht) ist bei EZ durchweg konkordant. Da dieses Merkmal in unserer Bevölkerung keine großen Unterschiede aufweist, sind allerdings auch 79% der ZZ konkordant, so daß die Haarform für die Zwillingsdiagnose nur insofern von Bedeutung ist, als diskordante Haarform mit Sicherheit für Zweieiigkeit spricht.
7. Die **Augenbrauen** sind ein Merkmal, das nach Form, Größe und Stärke in unserer Bevölkerung starke Unterschiede aufweist. EZ haben durchweg ganz ähnliche Augenbrauen.
8. Die **Form der Nase** ist hochgradig polymer bedingt und wird durch Umwelteinflüsse kaum beeinflusst. Die hohe Übereinstimmung bei EZ und die überwiegende Diskordanz bei ZZ verleihen dem Merkmal einen hohen diagnostischen Wert.
9. Die **Form der Lippen** (dünn, fleischig, eingezogen, wulstig) ist bei EZ durchweg sehr ähnlich.
10. **Zungenfalten** sind zuerst von SIEMENS als ein für die Zwillingsdiagnose brauchbares Merkmal genannt worden (siehe Bild 55); immerhin kommen bei EZ auch deutliche Unterschiede vor.



Bild 55. EZ mit Zungenfalten. (Nach Siemens.)

11. Die **Form des Ohres** ist sehr bezeichnend und bei EZ oft bis in kleine Einzelheiten völlig übereinstimmend. Für die Zwillingsdiagnose hat die Ohrform hohen Wert.
12. Die **Hautgefäße** zeigen bei EZ sehr starke Übereinstimmung, bei ZZ nur sehr selten vollkommene Konkordanz. Mit der Beschaffenheit der Hautgefäße hängt auch das Merkmal der Wangenröte zusammen.
13. **Form und Stellung der Zähne** sind bei EZ sehr ähnlich, bei ZZ findet sich nur sehr selten volle Übereinstimmung.
14. Für **Sommersprossen** besteht bei EZ fast völlige Konkordanz, bei ZZ in nahezu der Hälfte der Fälle Diskordanz.
15. Die **Papillarlينien der Finger** werden durch 3 unabhängige Gene bestimmt. Die Übereinstimmung von EZ ist oft erstaunlich groß; manchmal zeigen sich aber auch erhebliche Unterschiede. Das Merkmal kann deshalb nicht allein für sich, sondern nur im Zusammenhang mit anderen Merkmalen benutzt werden.
16. **Anthropologische Maße** (Körpergröße, Brustumfang, Körpergewicht usw.) sind in verschiedenem Maße durch Umwelteinflüsse beeinflussbar; EZ stimmen durchweg viel stärker überein als ZZ.

In der nachstehenden Tabelle hat VON VERSCHUER für die aufgeführten Merkmale das Maß der Übereinstimmung bei den Partnern von EZ- und ZZ-Paaren zusammengestellt. Der Vergleich der beiden letzten Spalten ergibt, wie stark die Diskordanz der meisten Merkmale bei ZZ, wie gering sie bei EZ ist.

Nr.	Merkmal	Peristatistische Variabilität bei EZ in %			Empirische Diskordanzhäufigkeit in % bei ZZ
		Völlige Gleichheit	Gleichheit mit kleinen Variationen	Größere Unterschiede (Diskordanz)	
1	Blutgruppe	100	?	0	36
2	Blutfaktoren M und N	100	?	0	38
3	Augenfarbe	86,5	13	0,5	72
4	Haarfarbe	75	22	3	77
5	Hautfarbe	87	13	0	55
6	Haarform	99,5	0,5	0	21
7	Augenbrauen	98	2	0	49
8	Form der Nase	80—85	15—20	0	65—70
9	Form der Lippen	85	15	0	etwa 35
10	Zungenfalten	84	11	5	40
11	Form des Ohres	77	21	2	80
12	Hautgefäße	80	15	5	etwa 30—40
13	Form und Stellung der Zähne	—	—	—	—
14	Sommersprossen	70—75	25—30	0	45—50
15	Fingerleisten	81	11	8	60

Die Ähnlichkeitsprüfung erfolgt in der Weise, daß möglichst viele der aufgeführten Merkmale bei den beiden Zwillingen untersucht werden; Diskordanz bei Merkmal 1 oder 2 stellt von vornherein die Diagnose auf ZZ sicher; ebenso die deutliche Diskordanz in mehreren anderen Merkmalen, hauptsächlich in den polymer bedingten. Je mehr Merkmale herangezogen werden, um so sicherer wird die Diagnose; für einen erfahrenen Untersucher bleiben nur in sehr seltenen Fällen Zweifel übrig. Es können dies, wie LEMSER darlegt, solche ZZ-Paare sein, die — wohl meist infolge der Abstammung von genotypisch sehr ähnlichen Eltern — zufällig in den zur Diagnose verwendeten Merkmalen erbgleich sind und deshalb für eineiig gehalten werden können, oder EZ-Paare, die infolge von besonderen Umweltwirkungen

stärkere Verschiedenheiten aufweisen. Es ist klar, daß auf Grund der Ähnlichkeitsuntersuchung die Diagnose niemals mit vollkommener Sicherheit gestellt werden kann, sondern nur mit einer allerdings meist sehr hohen Wahrscheinlichkeit. Es wäre von großem Wert, mit Hilfe mathematischer Methoden über das Maß dieser Wahrscheinlichkeit genauere Vorstellungen zu gewinnen.

Die vollkommene Erbgleichheit zweier gewöhnlicher Geschwister ist unerhört unwahrscheinlich; der Grad der Wahrscheinlichkeit läßt sich berechnen (vgl. S. 50). In ähnlicher Weise kann bei Zwillingen, deren Art bestimmt werden soll und deren allgemeine Ähnlichkeit die Eineiigkeit vermuten läßt, auf Grund der erhobenen Merkmale der Grad der Wahrscheinlichkeit berechnet werden, daß die betreffenden Merkmale bei zweieiigem Ursprung der Zwillinge in der beobachteten gleichen Art auftreten könnten. Im Anschluß an eine Arbeit des amerikanischen Forschers RIFE soll eine Vorstellung davon gegeben werden, wie eine derartige Berechnung durchgeführt werden kann.

RIFE legt seiner Zwillingsdiagnose die Untersuchung von 4 qualitativen und 4 quantitativen Merkmalen zugrunde. Die ersteren sind 1. die Blutgruppen (A, B, AB und 0); 2. die Blutfaktoren (M und N); 3. die Anwesenheit und Abwesenheit von Behaarung auf dem Rücken der mittleren Fingerglieder. Nach DANFORTH ist die Behaarung (H) oder Nichtbehaarung (h) von einem einzigen Genpaar abhängig, Behaarung ist dominant; 4. die Fähigkeit oder Unfähigkeit, Phenylthiocarbamid zu schmecken. Auch dieses Merkmal beruht auf einem Faktorenpaar; die Fähigkeit, den genannten Stoff zu schmecken (P), ist dominant über die Unfähigkeit (p). — Die 4 quantitativen Merkmale sind 5. die Augenfarbe; 6. die Zahl der Fingerleistenlinien; 7. der Intelligenzquotient (I.-Q.) und 8. die Körpergröße.

Für jedes einzelne Merkmal ist nun zu berechnen, wie groß der Grad der Wahrscheinlichkeit ist, daß ZZ bzw. gewöhnliche Geschwister in der beobachteten Weise übereinstimmen könnten. Es leuchtet ein, daß solche Wahrscheinlichkeiten in jedem einzelnen Fall nur dann berechnet werden können, wenn bekannt ist, wie das fragliche Merkmal bei Eltern und Geschwistern der Zwillinge auftritt. Dies sei unter Bezugnahme auf die nachstehende Zusammenstellung für das Merkmal der Blutgruppen erläutert. Die auf ihre Eiigkeit zu untersuchenden Zwillinge zeigen beide Blutgruppe A. Die Eltern gehören gleichfalls beide der Blutgruppe A an, eines der Geschwister aber der Blutgruppe 0. Daraus folgt, daß beide Eltern erbmäßig A 0 sein müssen, keines von ihnen A A sein kann. Bei der Kreuzung von A 0 mit A 0 ist die Wahrscheinlichkeit für die Entstehung des Phänotyps A (Genotyp A A oder A 0) nach den Mendelschen Gesetzen $= \frac{3}{4}$. Die Wahrscheinlichkeit, daß zwei gewöhnliche Geschwister oder ZZ beide der Blutgruppe A (A A oder A 0) angehören, ist deshalb $\frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} = \frac{9}{16}$.

Da die Eltern und Geschwister der zu untersuchenden Zwillinge durchweg den Blutfaktor M haben, so ist die Wahrscheinlichkeit der Übereinstimmung zweier weiterer Geschwister in diesem Faktor von vornherein $= 1$; das Merkmal scheidet also praktisch für die Zwillingsdiagnose aus. Dasselbe gilt im vorliegenden Fall für das Merkmal der Behaarung des mittleren Fingergliedes. Wenn dagegen die Eltern in bezug auf die Fähigkeit, Phenylthiocarbamid zu schmecken, verschieden sind und ein Geschwister p ist, so ist die Wahrscheinlichkeit, daß zwei Kinder (ZZ) in der Geschmacksfähigkeit P übereinstimmen, $= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$.

Für die übrigen Merkmale wird von RIFE auf Grund erfahrungsmäßig festgelegter Tabellen über die Übereinstimmung bei gewöhnlichen Geschwisterpaaren bestimmt, wie wahrscheinlich es wäre, daß zweieiige Zwillinge einen solchen Grad der Übereinstimmung aufweisen, wie dies an dem zu untersuchenden Zwillingspaar tatsächlich beobachtet wird. Vor der Wahl der für seine Methode verwendeten Einzelmerkmale wurde von RIFE vorher festgestellt, daß zwischen ihnen keine Korrelation besteht, daß sie also höchstwahrscheinlich in verschiedenen Chromosomen niedergelegt sind und unabhängig voneinander vererbt werden. Die Wahrscheinlichkeiten für die verschiedenen Merkmale sind für das untersuchte Zwillingspaar in der nachstehenden Tabelle eingetragen worden. Die Wahrscheinlichkeit der gleichzeitigen Übereinstimmung zweier Geschwister oder zweieiiger Zwillinge in allen untersuchten Einzelmerkmalen ergibt sich aus der Multiplikation der Einzelwahrscheinlichkeiten für die Übereinstimmung in den einzelnen Merkmalen je für sich. Im vorliegenden Fall ist die Wahrscheinlichkeit, daß die beiden Zwillinge zweieiig sein könnten, ungefähr 1:71000.

	Blut- gruppe	Blut- faktoren M und N	Phthc wird geschmeckt (P) oder nicht (p)	Behaarung des Mittel- glieds (H) od. nicht (h)	Irispig- mentation Differenz	Zahlenwert der Finger- leisten	Intelligenz- quotient	Körper- größe in Zoll
Vater	A	M	P	h	—	—	—	—
Mutter	A	M	p	h	—	—	—	—
Geschwister	0	M	p	h	—	—	—	—
Zwilling A	A	M	P	h	) 0	33	101	61"
Zwilling B	A	M	P	h		28	102	61,5"
Wahrscheinlichkeit der beob- achteten Übereinstimmung im Falle zweieiiger Entstehung	$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{60}$	$\frac{3}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{5}$
Wahrscheinlichkeit der gleichzeitigen Übereinstimmung in allen Einzelmerkmalen $= \frac{9}{16} \cdot \frac{1}{1} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{1} \cdot \frac{1}{60} \cdot \frac{3}{10} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{5} = \frac{27}{1\,920\,000} = \frac{1}{71\,000}$								

Die Wahrscheinlichkeit der Entstehung als zweieiige Zwillinge ist also im vorliegenden Fall außerordentlich gering; praktisch ist durch das Ergebnis der Untersuchung das Zwillingpaar als eineiig bestimmt.

Der Vorzug der Methode von RIFE ist die Möglichkeit, eine mathematische Grundlage für die Diagnose zu gewinnen. Auch wenn die in der Untersuchung verwendeten Einzelwahrscheinlichkeiten eine nicht geringe Fehlerbreite aufweisen, so gibt doch die mathematische Erfassung der Wahrscheinlichkeit gleichzeitiger Übereinstimmung in einer Reihe von Einzelmerkmalen ein recht klares Bild von dem Grad der Sicherheit einer polysymptomatischen Ähnlichkeitsdiagnose. Die Anwendung im Einzelfall ist natürlich dadurch erschwert, daß außer dem Zwillingpaar selber auch seine Eltern und Geschwister für eine Untersuchung verfügbar sein müssen. Dies wird in vielen Fällen nicht möglich sein und ist auf alle Fälle umständlich und zeitraubend.

5. Erkenntnistheoretisches zur Zwillingismethode

Die bisherigen Darlegungen haben gezeigt, daß die Art der ZwillingSENTSTEHUNG aus einem bestimmten anatomischen Befund, z. B. den Eihautverhältnissen, nicht mit Sicherheit erschlossen werden kann. Die Entstehung der vollkommen ähnlichen Zwillinge aus einem Ei ist noch nie unmittelbar beobachtet worden; die Gesamtheit aller von Zwillingen bekannten Tatsachen macht aber im Zusammenhang mit unserer Einsicht in die Erscheinungen der Vererbung und ihre stofflichen Grundlagen die Ansicht von der eineiigen Entstehung und der Erbgleichheit dieser Zwillinge zu einer völlig gesicherten. Nun schlägt die ZwillingSFORSCHUNG folgenden Gang ein: Auf Grund des Grades der Ähnlichkeit in einer möglichst großen Zahl von Einzelmerkmalen erfolgt die Feststellung, ob ein Zwillingpaar eineiiger oder zweieiiger Entstehung ist. An den so bestimmten Gruppen der Zwillinge wird dann untersucht, wie groß die Ähnlichkeit oder Verschiedenheit zwischen den Partnern bei der einen Gruppe (den EZ) und der anderen Gruppe (den zZ) ist. Ist das nicht ein vollkommener Zirkelschluß?

Daß ein solcher vorliegt, ist gar keine Frage. Das Wissen von der Ähnlichkeit wird als Voraussetzung genommen; aus ihr wird die ZwillingSART bestimmt. Wenn man so die Paare erkannt hat, dann werden sie auf das hin erforscht, was vorher schon als Merkmal für ihre Erkennung gedient hat. Dieser Zirkelschluß prägt sich

auch in der Anlage dieses Buches aus: In dem Abschnitt über Zwillingsdiagnose werden die Merkmale aufgeführt, an deren Übereinstimmung man EZ erkennen kann. In dem späteren Abschnitt über spezielle Zwillingsforschung wird ausgeführt, was an den so bestimmten EZ über die Übereinstimmung der Merkmale festzustellen ist.

Ist ein solches Denkverfahren nicht grundsätzlich unrichtig? Der reine Logiker wird es beanstanden; in Wirklichkeit ist es aber gar nicht möglich, aus dem Kreis der Schlüsse herauszukommen. Der Weg zu naturwissenschaftlicher Erkenntnis ist eben ein grundsätzlich anderer als der der reinen Logik, der Mathematik. Aus einer Anzahl von Einzeltatsachen und -beobachtungen schließt der naturwissenschaftliche Forscher auf ein ihnen zugrunde liegendes Allgemeines. Es ist der Weg der „generalisierenden Induktion“.* Wenn das Tatsachenmaterial für eine lückenlose Induktion noch nicht genügt, so kann trotzdem zunächst einmal in kühner Schau ein Schluß auf das Allgemeine gemacht werden. GALTON erkannte als erster intuitiv, daß die außerordentlich ähnlichen Zwillinge erbgleich seien und damit einen Prüfstein für die Macht von Erbgut und Umwelt abgeben können. Mit der Fülle des Materials, das eine spätere Zeit brachte, erlangte der auf dem Wege der generalisierenden Induktion gewonnene Satz immer größere Sicherheit: „Die durch ihre außerordentliche Ähnlichkeit auffallenden Zwillinge sind eineiiger Entstehung und deshalb erbgleich; ihre Unterschiede sind umweltbedingt.“ Aus dieser allgemeinen Erkenntnis heraus kann dann deduktiv geschlossen werden, was im einzelnen Fall die Ursache eines bestehenden Unterschieds ist; aus der Ähnlichkeit, die eine Erbgleichheit ist, kann rückwärts auf die Entstehung geschlossen werden. Induktion und Deduktion lösen einander in der naturwissenschaftlichen Forschung dauernd ab; eine Deduktion, die an Tatsachen ihre Bestätigung findet, bestätigt ihrerseits wieder die Richtigkeit der induktiv erschlossenen allgemeinen Erkenntnis. Die Gesamtheit aller Beobachtungen und Schlüsse in der unlösbaren Verkettung und Verknüpfung von Induktion und Deduktion, von Analyse und Synthese gibt die Bestätigung des allgemeinen Satzes. Er bewährt sich damit, daß alle neuen Tatsachen sich widerspruchsfrei in ihn einordnen und alle Schlüsse in der einen oder anderen Richtung an den Tatsachen ihre Bestätigung finden. Damit ist es möglich, ihn in der Gesamtheit der Erscheinungen als ein zugrundeliegendes Allgemeines festzuhalten und so aus ihm die Einzeltatsachen zu „erklären“. Aus diesen Überlegungen folgt aber die erkenntnistheoretische Rechtfertigung des Verfahrens der Zwillingsforschung.

Die durch Induktion gewonnene Allgemeinvorstellung darf nicht im Gegensatz zu naturwissenschaftlichen Tatsachen stehen; diese sind entscheidend. Wenn ein Gegensatz auftritt, so muß aber daraus noch nicht mit Notwendigkeit auf die sachliche Unhaltbarkeit der Allgemeinvorstellung geschlossen werden. Oft liegt die Schwierigkeit nur darin, daß die verwendeten Begriffe den Tatsachen nicht mehr voll angemessen sind und deshalb in zweckmäßiger Weise geändert werden müssen. Begriffe sind Schöpfungen des menschlichen Geistes, welche die Wirklichkeit erfassen und ordnen sollen; sie sind nicht fest, sondern müssen sich immer von neuem den Beobachtungen, der Wirklichkeit anpassen. Sie werden auf diese Weise in der Regel nicht grundsätzlich geändert, sondern nur modifiziert, verfeinert. Damit kann das Ganze, die beobachteten Tatsachen und die daraus gewonnene Allgemeinvorstellung, wieder in sich widerspruchsfrei gemacht werden. Es ist natürlich auch möglich, daß im Laufe einer wissenschaftlichen Entwicklung allmählich ein solcher Gegensatz zwischen dem Tatsachenmaterial einerseits, den verwendeten

* Vgl. hierzu M a x H a r t m a n n, Wesen und Wege der biologischen Erkenntnis (Naturwissenschaften, 1936, Nr. 45) und Philosophie der Naturwissenschaften (Berlin 1937).

Begriffen und den allgemeinen ordnenden Vorstellungen andererseits entsteht, daß ein Bruch unausweichlich ist; alte Begriffe müssen dann völlig aufgegeben werden, alte Vorstellungen müssen neuen Platz machen.

Auf dem Gebiet der Zwillingsforschung ist es bisher noch nicht nötig geworden, die ihr zugrundeliegende allgemeine Vorstellung grundsätzlich zu ändern. Einige Beispiele mögen das zeigen: In den Jahren 1923 bis 1925 wurde eine lange und zähe Diskussion zwischen LEVEN auf der einen und verschiedenen anderen Zwillingsforschern auf der anderen Seite geführt. LEVEN fand, daß die Fingerleistenmuster bei EZ wohl sehr ähnlich, aber nicht vollständig gleich sind. Er zog daraus den Schluß, daß EZ nicht völlig erbgleich seien. Mit den Mitteln der Logik läßt sich dies nicht als unrichtig nachweisen; die Schwierigkeit liegt eben in der Festlegung der Begriffe. LEVEN erwartete von einer Erbanlage, daß sie bei gleichem Vorhandensein in zwei Wesen die Ausprägung des betreffenden Merkmals bis in die letzten und feinsten Einzelheiten hinein gleich bewirken müsse. Da er Umwelteinflüssen keine auch noch so kleine Abänderung des Leistenmusters zuerkennen wollte, schloß er auch bei EZ auf Erbungleichheit. Die Entwicklung der Vererbungslehre im allgemeinen und der Zwillingsforschung im besonderen hat diese Auffassung abgelehnt. Es ist zweckmäßiger und deshalb richtiger, einer Erbanlage eine Modifikationsbreite zuzuschreiben, innerhalb deren auch zwischen völlig erbgleichen Wesen Unterschiede möglich sind. Ebenso bedeutet die Einführung des Begriffs der Manifestation einer Erbanlage und der Manifestationsschwankung nichts anderes als eine Anpassung des früher wesentlich starrer gefaßten Begriffs der Vererbung und der Erbanlage an neue Tatsachen. Ähnlich ist es mit den neuerdings von BOUTERWEK vertretenen Anschauungen, über die an anderer Stelle (S. 86) berichtet wird. So haben viele wissenschaftlichen Gegensätze ihren Grund nur in der Fassung der verwendeten Begriffe. Die bisher als richtig angenommenen Grundlagen der Zwillingsforschung haben noch von keiner Tatsache ernstlich erschüttert werden können; es ist vielmehr bisher immer möglich gewesen, scheinbar widersprechende Tatsachen durch Anpassung und Verfeinerung der Begriffe mit der Grundanschauung in Einklang zu bringen.

III. Allgemeine Fragen der Zwillingsforschung

1. Die Häufigkeit von Mehrlingen

Eine Zwillingsgeburt ist ein verhältnismäßig seltenes Ereignis. Die Statistik ermittelt die **Häufigkeit der Zwillingsgeburten**; die Bearbeitung der Frage hat aber nicht nur rein statistisches Interesse, vielmehr vermag sie auch allgemein wertvolle Erkenntnisse über Zwillingsbildung zu vermitteln.

Im Deutschen Reich kommt nach statistischen Untersuchungen, die sich über Jahrzehnte erstrecken, auf etwa 85 Geburten eine Zwillingsgeburt; das bedeutet, daß rund 1,2% der Geburten Zwillingsgeburten sind. Wenn die Säuglings- und Kindersterblichkeit der Zwillinge dieselbe wäre, wie bei der Gesamtheit der Geburten, so würde ihr Anteil an der Gesamtbevölkerung etwa 2,4% betragen; da Zwillinge stärker gefährdet sind als Einlinge, so ist ihr Anteil nicht unwesentlich geringer.

Die Häufigkeit der Drillingsgeburten steht hinter derjenigen der Zwillingsgeburten in demselben Maße zurück, wie diese hinter den Einlingsgeburten; dasselbe Verhältnis besteht zwischen den Vierlings- und Drillingsgeburten. Von HELLIN ist auf Grund hiervon (1895) folgende einfache mathematische Regel über



Bild 56. Frau Dionne mit ihren Fünflingen.

Sie heiratete schon mit 16 Jahren und hatte vor der Geburt der Fünflinge bereits sechs Kinder, von denen fünf noch leben.

die Häufigkeit von Mehrlingsgeburten aufgestellt worden: Wenn $1 : a$ die Häufigkeit der Zwillinge ist, so beträgt die Häufigkeit der Drillinge $1 : a^2$, die der Vierlinge $1 : a^3$. Auf Grund der deutschen Geburtenstatistik eines Jahrzehnts ist von PRINZING die Häufigkeit der Zwillingsgeburten zu $1 : 85,6$, die der Drillingsgeburten zu $1 : 84^2$ (1 Drillingsgeburt auf rund 7000 Geburten), die der Vierlinge zu $1 : 92^3$ (1 Vierlingsgeburt auf etwa 780 000 Geburten) berechnet worden. Das bedeutet eine recht gute Bestätigung der genannten Hellinschen Regel, die einfach zum Ausdruck bringt, daß es sich bei der Entstehung von Mehrlingsgeburten um ein gewisses grundlegendes Wahrscheinlichkeitsverhältnis handelt, das sich bei der Entstehung der höheren Mehrlingsgeburt nochmals mit der Wahrscheinlichkeit der vorausgehenden kombiniert.

Während in Deutschland jährlich ungefähr 180 Drillingsgeburten verzeichnet werden, sind Vierlingsgeburten überaus selten (im Durchschnitt nicht ganz 2 Geburten im Jahr). Fünflinge sind entsprechend noch seltener; zur Weltsensation wurden die 1934 geborenen Fünflinge der Familie Dionne in Canada. Es ist ein Triumph neuzeitlicher Hygiene, daß alle 5 Kinder, die bei der Geburt nur ein Gesamtgewicht von 6 kg aufwiesen, am Leben erhalten werden konnten. Diese Fünflinge waren die ersten, bei denen dies je gelungen ist. Spenden aus ganz Amerika für die sehr arme Familie brachten die Mittel zusammen, für die Kinder ein eigenes Heim mit den modernsten Einrichtungen der Säuglings- und Kinderpflege zu schaffen. Von Sechslingen sind bisher überhaupt erst 5 Fälle

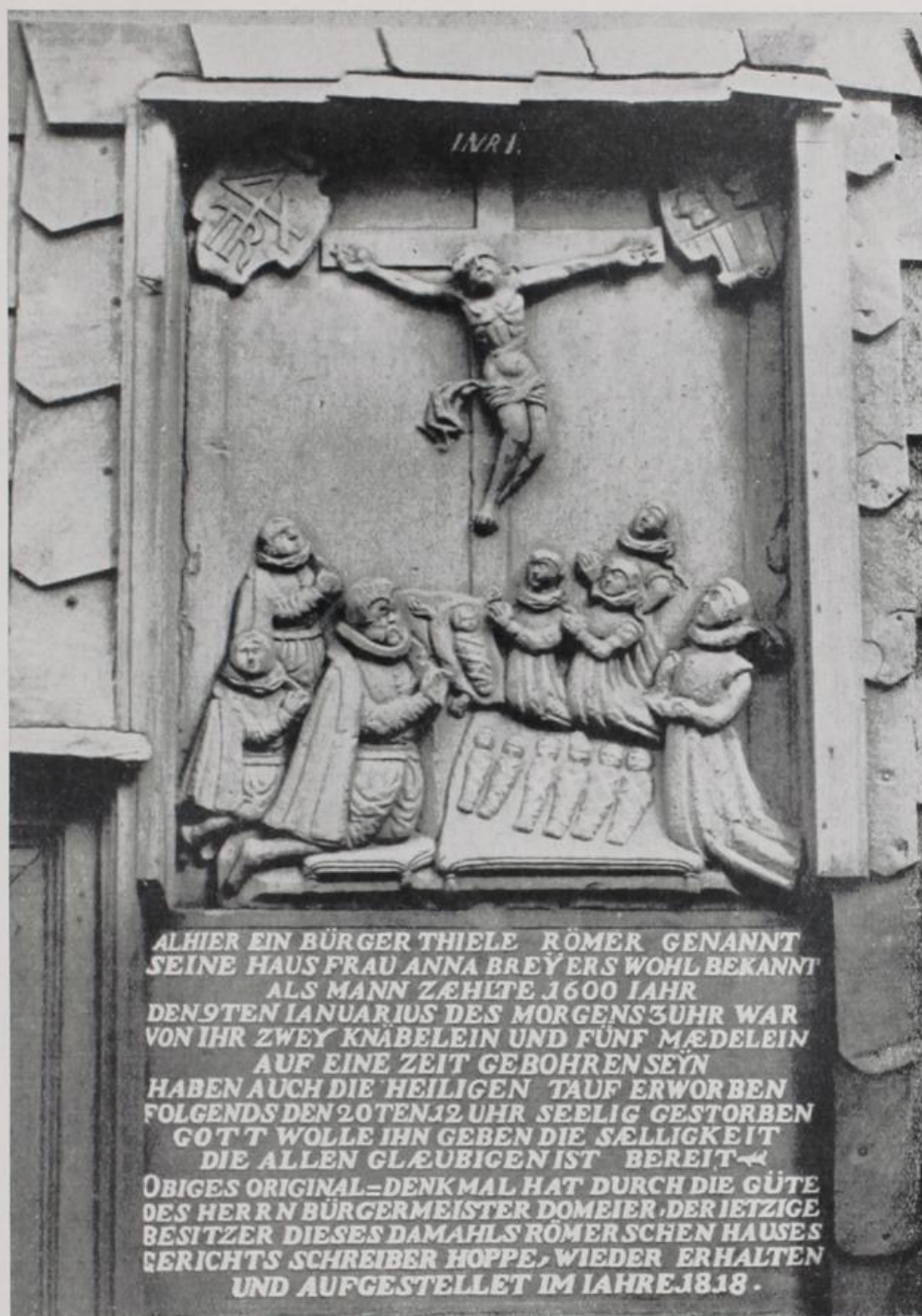


Bild 57. Gedenkstein für die Siebenlinge von Hameln (1600).

in der Literatur erwähnt. Über eine Geburt von Siebenlingen im Jahre 1600 berichtet ein Denkmal in Hameln an der Weser, auf dem die sieben Kinder abgebildet sind. Es besteht wohl kein Anlaß, an der Wirklichkeit des Falles zu zweifeln. Sonst ist kein Fall von Siebenlingen bekannt.

Nachdem die Einsicht in die Entstehung von Mehrlingsgeburten gezeigt hat, daß EZ und zZ ihrem Wesen nach verschiedene Bildungen sind, ist es von besonderem Interesse, den verhältnismäßigen Anteil der EZ und zZ an der

Gesamtzahl der Zwillingsgeburten zu kennen. Das wäre auf Grund dessen, was wir heute wissen, auf völlig exakte Weise dadurch möglich, daß sämtliche gleichgeschlechtigen Zwillingspaare im Alter von mindestens 4 bis 6 Monaten untersucht würden. Auf Grund der Ähnlichkeitsuntersuchung könnte dann bestimmt werden, ob es sich um ZZ oder EZ handelt; bei den zweifelhaften Fällen müßten später noch Nachuntersuchungen stattfinden. Aus der Summe der Einzelfälle würde sich dann das Zahlenverhältnis der beiden Arten von Zwillingen ergeben. Daß ein solches Verfahren sehr schwierig und umständlich wäre, ist leicht ersichtlich; im Falle des Todes von einem Zwilling oder gar beider Zwillinge wäre eine Bestimmung der Art der Zwillingsgeburt nicht mehr möglich.

Nun hat WEINBERG 1902 eine Methode angegeben, nach der aus der Gesamtzahl der Zwillingsgeburten und ihrer Aufteilung in verschiedengeschlechtige und gleichgeschlechtige der Anteil der EZ auf einfache Weise berechnet werden kann. Der Berechnung liegt die — heute völlig gesicherte — Annahme zugrunde, daß bei zweieiigen Zwillingen das Geschlecht bei der Befruchtung in derselben Weise bestimmt wird wie bei einer Einlingsgeburt. Für die Entstehung zweieiiger Zwillinge gibt es drei Möglichkeiten: Sie können Pärchenzwillinge, Knabenzwillinge oder Mädchenzwillinge sein. Da auf 100 Mädchengeburten 106 Knabengeburten kommen, so ist bei Einzelgeburten die Wahrscheinlichkeit einer Knabengeburt 0,514, die einer Mädchengeburt 0,486. Die Wahrscheinlichkeit, daß bei der Bildung von zweieiigen Zwillingen Pärchen entstehen, ist daher $2 \cdot 0,514 \cdot 0,486 = 0,4996$. Nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung müssen also bei der Bildung von zweieiigen Zwillingen nahezu mathematisch genau die Hälfte der Fälle Pärchenzwillinge sein. Nun sind aber nach der preußischen Geburtenstatistik für die Jahre 1826 bis 1896 nur 37,3% aller Zwillingsgeburten Pärchenzwillinge gewesen; sie sind nach ihrer Entstehung auf alle Fälle zweieiige Zwillinge. Ihnen entspricht die gleiche Zahl gleichgeschlechtiger zweieiiger Zwillinge; die zweieiigen Zwillinge betragen also 74,6% der Gesamtzahl. Der Rest von 25,4% müssen demnach die eineiigen Zwillinge sein. Die damit gekennzeichnete **Weinbergsche Differenzmethode** besagt also, daß man aus einer nach verschiedengeschlechtigen und gleichgeschlechtigen Zwillingen aufgeteilten Gesamtzahl von Zwillingsgeburten die Zahl der EZ durch Subtraktion der doppelten Zahl der PZ von der Gesamtzahl der Zwillinge erhalten kann. Für Hundertzahlen gilt die Gleichung $EZ = 100 - 2 \text{ PZ}$. Zum gleichen Ergebnis kommt man, wenn man von der Gesamtzahl der gleichgeschlechtigen Zwillinge die Pärchenzwillinge abzieht. Damit ist eine einfache Methode begründet, die es erlaubt, aus statistisch ermittelten Zahlen den Anteil der EZ zu berechnen.

Die Differenzmethode von WEINBERG hat zuerst nur wenig Anerkennung gefunden; sie führte in ihrer Anwendung zu einem Hundertsatz von EZ, der damals als unmöglich hoch angesehen wurde. Insbesondere wurde von seiten der Geburtshelfer widersprochen. Soweit in jener Zeit in Entbindungsanstalten auf Grund des Eihautbefundes der Hundertsatz der EZ ermittelt wurde, blieb er ganz erheblich hinter den von WEINBERG errechneten Zahlen zurück. Gegen die Einwände von dieser Seite verteidigte sich WEINBERG damit, daß er auf Auslesevorgänge bei der Gewinnung des Beobachtungsmaterials hinwies, welche nach seiner Ansicht die Zahl der EZ kleiner erscheinen ließ als sie tatsächlich sei. Erst die Erkenntnisse der letzten Jahre haben aber den Unterschied zwischen den von geburtshilflicher Seite beobachteten mit den von WEINBERG theoretisch errechneten Zahlen völlig aufgeklärt: Nicht nur die Zwillinge mit einem Chorion, sondern auch ein Teil der Zwillinge mit 2 Chorien sind EZ; nach dem Eihautbefund ergibt sich deshalb eine zu kleine Zahl von EZ. Heute kann die Differenzmethode WEINBERGS als völlig gesichert gelten. Wie schon erwähnt, beträgt auf Grund der Berechnung nach der Differenzmethode die Zahl der EZ-Geburten in Deutschland rund 25 v. H. der Gesamtzahl der Zwill-

lingsgeburten; das wären ungefähr 0,3 v. H. aller Geburten. Auf ungefähr 340 Geburten kommt demnach eine EZ-Geburt.

Wenn damit die allgemeine Häufigkeit des Vorkommens von Zwillingsgeburten verschiedener Art bekannt ist, so handelt es sich weiterhin um die Untersuchung, ob sich im einzelnen nach verschiedenen Gesichtspunkten **Unterschiede der Zwillingshäufigkeit** nachweisen lassen. Solche Untersuchungen haben interessante Ergebnisse gebracht.

Zwillingsgeburten sind nach dem Alter der Mütter verschieden häufig. Ihre Häufigkeit nimmt von den jungen Müttern bis zu der Altersgruppe von 35 bis 40 Jahren stark zu, um von da an wieder abzusinken. Die französische Geburtenstatistik der Jahre 1907 bis 1910, die sich auf 3 218 547 Geburten, worunter 36 653 Zwillingsgeburten, bezog, zeigte nach DAHLBERG für die verschiedenen Altersklassen der Mütter die nachstehend aufgeführten Häufigkeiten von Zwillingsgeburten, getrennt nach zZ und EZ. Der Anteil der beiden Gruppen ist nach der Differenzmethode berechnet worden.

Häufigkeit der Zwillingsgeburten in Prozenten der Gesamtzahl der Geburten nach dem Alter der Mütter.

	15—20 Jahre	20—25 Jahre	25—30 Jahre	30—35 Jahre	35—40 Jahre	40—45 Jahre	45—50 Jahre	Im ganzen
EZ	0,31	0,31	0,34	0,38	0,38	0,36	0,35	0,34
zZ	0,25	0,45	0,73	1,06	1,44	1,12	0,34	0,80
Summe	0,56	0,76	1,07	1,44	1,82	1,48	0,69	1,14

Diese Tafel und noch sinnfälliger die graphische Darstellung der Zahlen in Bild 58 zeigen die sehr bemerkenswerte Tatsache, daß sich der Anteil der EZ durch alle Altersstufen hindurch nur wenig ändert. Der sehr große Unterschied in den Gesamtziffern der Zwillingshäufigkeit rührt demnach fast ausschließlich von der nach dem Alter wechselnden Häufigkeit von zZ-Geburten her.

Deutliche Unterschiede der Zwillingshäufigkeit bestehen nach verschiedenen Ländern und Völkern. Am häufigsten sind Zwillingsgeburten

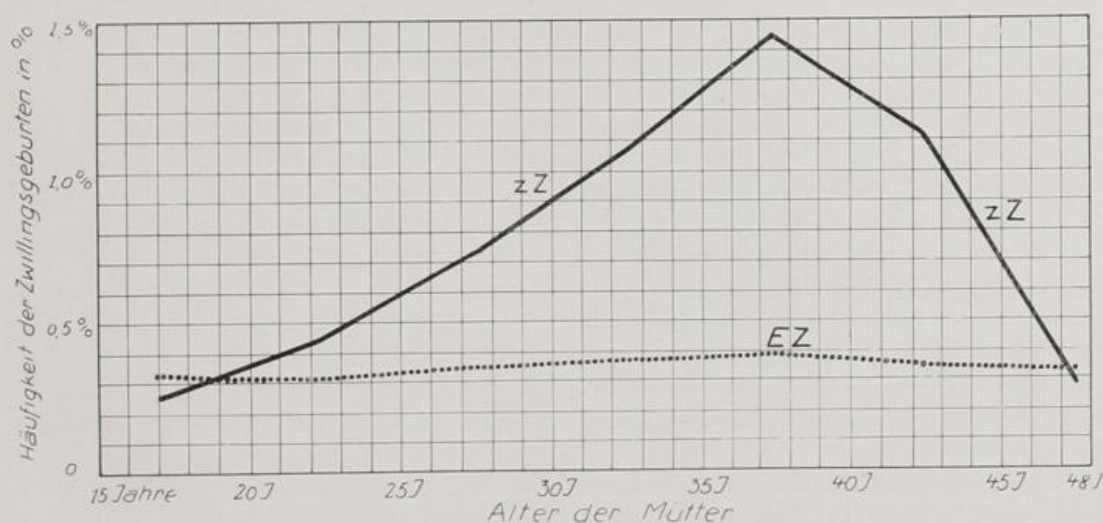


Bild 58. Verhältnismäßige Häufigkeit der EZ- und zZ-Geburten nach dem Alter der Mütter.

in Dänemark, Schweden, Norwegen und Finnland (1,4 bis 1,6 v. H. der Geburten, davon EZ 0,3 bis 0,4 v. H.). Im Deutschen Reich und in Ungarn beträgt die Häufigkeit etwa 1,2 v. H., in Frankreich und Italien 1,1 bis 1,2 v. H. Dabei ist es bezeichnend, daß die Häufigkeit der Zwillingsgeburten im Norden der beiden Länder größer sein soll als im Süden. Noch geringere Häufigkeit weisen Argentinien, Griechenland und Brasilien auf. Nach der offiziellen Bevölkerungsstatistik Japans hätte dort die Häufigkeit der Zwillingsgeburten nur 0,33 v. H. betragen (auf 307 Geburten 1 Zwillingsgeburt). KOMAI und FUKUOKA machen es aber wahrscheinlich, daß die Häufigkeit nicht unerheblich größer ist; da Zwillingsgeburten als unheilverkündend gelten und deshalb unerwünscht sind, werden sie weithin, insbesondere auf dem Lande, verheimlicht. Beobachtungen in den großen Städten lassen erkennen, daß der wahre Häufigkeitswert etwa 0,57 v. H. beträgt. Dabei sind nur $\frac{1}{6}$ aller Zwillingsgeburten Pärchen, also $\frac{1}{3}$ zweieiige Zwillinge, $\frac{2}{3}$ eineiige. Daraus berechnet sich die Häufigkeit der EZ-Geburten auf 0,38 v. H. der Gesamtzahl der Geburten und damit wären die EZ-Geburten beim japanischen Volk so häufig wie bei der weißen Rasse; der bestehende große Unterschied in der Gesamthäufigkeit rührt also ganz von den zweieiigen Zwillingsgeburten her, die nur etwa $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ dessen der weißen Frauen betragen.

Es ist außerordentlich bezeichnend, daß die Häufigkeit der EZ-Geburten bei allen Völkern die gleiche zu sein scheint, daß also die bestehenden Unterschiede durchweg nur von der Zahl der zZ-Geburten herrühren. Es ist die Frage aufzuwerfen, ob die verschiedene Häufigkeit der zweieiigen Zwillingsgeburten bei den verschiedenen Völkern ursächlich mit verschiedenem Alter der Mütter zusammenhängt. Es ist nicht ausgeschlossen, daß ein Teil der Unterschiede damit erklärt werden kann; die Erklärung reicht aber auf keinen Fall aus. Es wäre dann weiter zu fragen, ob die Verschiedenheit der Häufigkeit der zweieiigen Zwillingsgeburten rassisch bedingt ist oder durch Umwelteinflüsse, insbesondere durch verschiedenes Klima zu erklären ist. In diesem Fall müßte angenommen werden, daß ein wärmeres Klima die Zwillingshäufigkeit herabsetzt. Das vorliegende statistische Material ist nicht groß genug, um die Frage beantworten zu können; die Annahme, daß der verschiedenen Häufigkeit der zweieiigen Zwillingsgeburten rassische Unterschiede zugrunde liegen, ist aber wahrscheinlicher als die Erklärung durch Klimaeinflüsse. Die nordische Rasse scheint innerhalb der weißen Rasse die größte Zwillingshäufigkeit aufzuweisen; bei der gelben Rasse beträgt sie nur einen Bruchteil der Häufigkeit bei der weißen Rasse.

Wenn die Statistik das Verhältnis der Zwillingsgeburten zu den Einlingsgeburten feststellt, so ist damit die Häufigkeit der Zwillinge nur für einen Zeitpunkt ihres Lebens erkannt: für den Augenblick der Geburt, den Zeitpunkt des Übergangs vom Leben im mütterlichen Organismus zum Eigenleben. Es fragt sich, ob die **Zwillingshäufigkeit vor und nach der Geburt** dieselbe oder eine andere ist. Zu diesem Zweck ist die Gefährdung der Zwillinge während ihrer Entwicklung zu verfolgen.

Für das vorgeburtliche Leben der Zwillinge steht fest, daß Fehl- und Frühgeburten bei Zwillingschwangerschaften häufiger sind als bei Einlingsschwangerschaften. Das ist verständlich: Die Einfrüchtigkeit ist für den Menschen die Regel; ihr entspricht der Bau des Uterus, der für die Entwicklung zweier Früchte nach Form und Größe nicht voll geeignet ist. Er wird hierbei übermäßig gedehnt, und trotz dieser Dehnung können Zwillinge nicht die durchschnittliche Größe der Einlinge erreichen. Unter solchen Umständen müssen Fehlgeburten häufiger sein als im Normalfall der Einfrüchtigkeit. Es ist aus mancherlei Gründen schwer, genaue Zahlen hierfür festzustellen; es kann aber angenommen werden, daß mehr als 25% der ursprünglich angelegten Zwillingschwangerschaften ein vorzeitiges

Ende finden. Hierzu kommen noch diejenigen Fälle, bei denen einer der Zwillinge in einem frühen Stadium im Mutterleib abstirbt und erst bei der Geburt des anderen Zwillings in stark rückgebildeter und zusammengepreßter Form ausgestoßen wird.

Bei all dem werden EZ-Schwangerschaften wesentlich häufiger gestört als zZ-Schwangerschaften; Fehlgeburten und Totgeburten sind hier zahlreicher. Aus der bereits erwähnten französischen Statistik für die Jahre 1907 bis 1910 errechnet DAHLBERG, daß unter den Totgeburten die EZ mit einem 6,7-mal so hohen Prozentsatz, die zZ 3,7mal so stark vertreten sind als ihrem Anteil an den Lebendgeburten entspricht.

Ähnliches gilt für die Sterblichkeit der Zwillinge bei der Geburt und kurz nach der Geburt. Das erklärt sich zum einen Teil aus der stärkeren Gefährdung des Zwillings beim Geburtsvorgang, zum anderen Teil daraus, daß ihre Lebenskraft infolge geringerer Größe im Durchschnitt hinter der der Einlinge zurücksteht. Dabei sind auch hier die EZ stärker gefährdet als die zZ. Die Sterblichkeit der Zwillinge ist auch nach der Säuglingszeit in den ersten Lebensjahren noch etwas höher als die der Einlinge, dann aber eher günstiger, weil die Auslese der weniger Lebenstüchtigen bei ihnen schärfer gewirkt hat als bei den Einlingen.

Aus den angeführten Zahlen ergibt sich, daß die Geburtenstatistik der Zwillinge in doppelter Beziehung kein ganz richtiges Bild gibt, weder für verhältnismäßige Häufigkeit der Entstehung von Zwillingsbildungen noch für ihr zahlenmäßiges Vorkommen in der Bevölkerung. Einesteils werden wesentlich mehr Zwillinge angelegt, als lebend geboren werden; dies gilt für EZ in noch höherem Maß als für zZ. Dabei weist die Bevölkerung weniger lebende Zwillinge auf, als der Geburtenzahl entspricht; die Zahl der lebenden EZ steht stärker hinter ihrer Zahl bei der Geburt zurück als die der zZ. Das Ganze erklärt sich einheitlich aus der stärkeren Gefährdung der Zwillinge als von der Regel abweichender Bildungen, wobei die EZ durchweg ungünstigere Zahlen aufweisen als die zZ. Infolge der Fortschritte der Geburtshilfe und der Senkung der Säuglingssterblichkeit wird sich allerdings der verhältnismäßige Anteil der Zwillinge an der Gesamtbevölkerung nach und nach etwas vermehren.

Werden Zwillinge eines Paares während ihrer vorgeburtlichen Entwicklung miteinander verglichen, so ergibt sich, daß bei EZ durchschnittlich größere Unterschiede gefunden werden als bei zZ. Dies erklärt sich nach VON VERSCHUER daraus, daß die gegenseitige Beeinflussung von EZ, die ja zum größeren Teil in gemeinsamen Eihäuten heranwachsen, größer ist als bei zZ. Bei der Geburt sind die Unterschiede etwas mehr ausgeglichen; die EZ sind aber nach Länge und Gewicht keinesfalls ähnlicher als die zZ. Störungen besonderer Art finden sich bei EZ häufiger als bei zZ. So kommt es nicht selten vor, daß die Schädelformen von EZ recht erhebliche Unterschiede aufweisen (vgl. Bild 61), die so weit gehen können, daß einer der beiden Zwillinge einen förmlichen Turmschädel aufweist, während der andere normale Schädelform zeigt. Die Abweichungen können zweifelsfrei als Folgen gegenseitiger Behinderung während des Heranwachsens im mütterlichen Leib nachgewiesen werden.

Wenn die Unterschiede im Zeitpunkt der Geburt bei beiden Arten von Zwillingen etwa gleich groß sind, so ändert sich das nach den Untersuchungen von VERSCHUERS im Laufe der Entwicklung recht bald. Bei EZ werden die beiden Partner nach dem Ausgleich der ursprünglichen Größen- und Gewichtsunterschiede bis zum 2. Lebensjahr immer ähnlicher, um von da an ungefähr gleich zu bleiben; bei zZ werden die Unterschiede mit zunehmendem Alter größer. Werden Zwillinge mit Einlingen verglichen, so ergibt sich, daß sowohl zZ als EZ dann, wenn sie die Periode ihrer stärkeren Gefährdung überstanden haben, weder in körperlicher noch in geistiger Beziehung irgendwie hinter den Einlingen zurückstehen.

2. Die Frage der Erblichkeit der Mehrlingsschwangerschaft

Die Art, wie sich Zwillinge bilden, ist völlig geklärt: Entweder durch die Befruchtung zweier Eier oder durch die Spaltung des aus einem befruchteten Ei hervorgehenden Keims. Eine weitere Frage ist es aber: Was sind die Ursachen, daß sich im einen Fall zwei Eier aus dem Eierstock loslösen statt eines einzigen, oder daß sich im anderen Fall der befruchtete Keim nachträglich noch spaltet? Verschiedene Möglichkeiten lassen sich denken: Es wäre möglich, daß die Zwillingsbildung erbmäßig bedingt wäre, entweder die beiden Arten der Zwillingsbildung je für sich durch eine besondere Erbanlage oder durch eine gemeinsame Erbanlage für beide Arten der Zwillingsbildung. Es könnte aber auch sein, daß die Möglichkeit der Entstehung von Zwillingen dieser oder jener Art in der Erbmasse jedes Menschen beschlossen liegen würde, daß sich aber diese Möglichkeit nur in seltenen Fällen manifestieren würde, ausgelöst durch irgendwelche äußeren Einflüsse. Schließlich ist es möglich, daß für die eine der beiden Arten der Zwillingsbildung eine Erbanlage maßgebend wäre, für die andere nicht. Für eine wirklich fruchtbare Untersuchung der Erblichkeit der Anlage zur Zwillingsbildung muß gefordert werden, daß die Fragen, um die es sich handelt, für die beiden Arten von Zwillingen getrennt gestellt werden. Das biologische Geschehen ist für die Entstehung von EZ und zZ völlig verschieden, und damit ist es zunächst wenig wahrscheinlich, daß gemeinsame Ursachen für die verschiedenen Arten der Zwillingsbildung bestehen.

Die Ansichten darüber, ob es eine **Erbanlage zur Zwillingschwangerschaft** gebe, weichen sehr stark voneinander ab. Die Frage kann nur mit Hilfe genealogisch-statistischer Methoden geprüft werden. WEINBERG, der sie zuerst systematisch in Angriff nahm, glaubte die erbliche Bedingtheit nachgewiesen zu haben und nahm an, daß sich die entsprechende Anlage nur durch die Mutter vererbe. DAVENPORT fand später an seinem Material, daß die Neigung zu Zwillingsgeburten auch durch den Mann vererbt werden könne. Die Ansichten der Forscher, die sich weiterhin mit der Frage beschäftigten, gingen — zunächst ohne Unterscheidung von EZ und zZ — meistens dahin, daß eine **rezessive Erbanlage** vorliege. DAHLBERG, CURTIUS und VON VERSCHUER schlossen dann weiterhin aus der statistischen Verarbeitung ihres Materials, daß in Zwillingsfamilien EZ- und zZ-Geburten in größerer Zahl zusammen vorkämen, als sich dies unter der Annahme der Unabhängigkeit der beiden Erscheinungen nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit erwarten lasse.

Um diese Erscheinung zu erklären, stellte DAHLBERG eine Hypothese auf, die für die Entstehung von EZ und ZZ eine gemeinsame Ursache annahm. In ähnlicher Weise geschah dies später durch CURTIUS und VON VERSCHUER. CURTIUS ging von der durch SOBOTTA am Ei der Maus gemachten Beobachtung aus, daß hier das zweite Richtungskörperchen erst kurz nach dem Eindringen der Samenzelle in das Ei ausgestoßen wird. Dasselbe ist wohl auch beim Menschen der Fall. Nun könnte nach CURTIUS angenommen werden, daß eine Samenzelle bestimmter Beschaffenheit die Abschnürung des Richtungskörperchens, d. h. die letzte Reifeteilung, so abzuändern vermag, daß nicht zwei Zellen ungleicher Größe (Ei und 2. Richtungskörper) entstehen, sondern zwei ähnlich große, gleichwertige Zellen. In der einen der beiden Zellen, in welche die Samenzelle eingedrungen ist, würde die normale Befruchtung erfolgen; aber auch die andere abgeschnürte Zelle wäre befruchtungsfähig und könnte für sich von einer anderen Samenzelle befruchtet werden. Auf diese Weise würden Zwillinge entstehen, die wohl aus einer Eimutterzelle 2. Ordnung (aus Ei und 2. Richtungskörper) hervorgegangen wären, die aber infolge der Befruchtung durch zwei verschiedene Samenzellen erbverschieden sein müßten.* Diese Art der Bildung erbver-

* Die beiden Zygoten wären von seiten der Samenzellen auf alle Fälle erbverschieden; ob dies auch von seiten der weiblichen Geschlechtszellen der Fall sein würde, hinge davon ab, ob die erste oder die zweite Reifeteilung die Reduktionsteilung ist. Ist es die erste (wie dies

schiedener Zwillinge könnte nun aber mit der Bildung der echten EZ in Zusammenhang gebracht werden. Für beide Bildungen könnte auf folgende Weise eine gemeinsame Ursache bestehen: Eine Samenzelle kann je nachdem einen besonderen „Spaltungsfaktor“ besitzen. Falls beim Eindringen einer Samenzelle die Abschnürung des zweiten Richtungskörperchens schon erfolgt ist, kann sich der Spaltungsfaktor nur auf die reife Eizelle auswirken und diese zur Spaltung und damit zur Bildung echter EZ veranlassen. Falls eine Samenzelle mit Spaltungsfaktor schon früher eindringt, so vermag sie noch vor der Vereinigung mit dem Eikern die Eizelle so zu beeinflussen, daß sie sich in zwei ähnlich große Teile spaltet und daß damit anstatt des befruchtungsunfähigen Richtungskörperchens eine zweite befruchtungsfähige Eizelle entsteht. Dieser Spaltungsfaktor wäre also die gemeinsame Ursache beider Bildungen. Damit würde es auch neben den bisher angenommenen Arten von Zwillingen noch eine dritte Art geben, die wie die normalen zZ erbverschieden wäre. CURTIUS bestreitet die Entstehung von zZ durch die Befruchtung zweier verschiedener Eier nicht; zu dieser Art der Bildung würde aber die weitere hinzutreten; nach seiner Hypothese könnten also erbverschiedene Zwillinge auf doppelte Weise entstehen.

Die Hypothese von CURTIUS hat sich nicht durchzusetzen vermocht. Es ist bisher noch bei keinem Säugetier beobachtet worden, daß auf irgendeine Weise ein Richtungskörper zur befruchtungsfähigen Eizelle geworden wäre. Die Hypothese wurde ohne die Grundlage anatomischer Beobachtung nur deshalb aufgestellt, um auf diese Weise das angeblich gemeinsam familiär gehäufte Vorkommen von EZ und zZ auf eine gemeinsame Ursache zurückzuführen und damit erklären zu können.

Nun steht aber ein über die Wahrscheinlichkeitserwartung hinausgehendes Zusammenvorkommen von EZ und zZ wohl noch kaum einwandfrei fest. LENZ, der die Frage der Erbanlage zur Zwillingsbildung ausführlich diskutiert hat, kommt auf Grund seiner Auffassung des vorliegenden genealogisch-statistischen Materials zu der Ansicht, daß eine Erbanlage zur Zwillingsbildung, wie ein über die Zufallserwartung hinausgehendes Zusammenvorkommen von EZ und zZ bisher überhaupt noch nicht als nachgewiesen betrachtet werden könne, daß die Möglichkeit der verschiedenen Arten der Zwillingsbildung in jedem normalen menschlichen Erbgut gegeben sei und durch bestimmte, aber noch nicht näher feststellbare Einflüsse zur Auslösung gebracht werde. Von der angeblichen Häufung von Zwillingsgeburten in bestimmten Familien glaubt er, daß das vorliegende Zahlenmaterial den Schluß auf Erbbedingtheit nicht zulasse, daß vielmehr die beobachteten Häufungen ein Ergebnis des Zufalls seien.

Die Frage der Erbbedingtheit der Zwillingsschwangerschaft kann im jetzigen Zeitpunkt noch nicht als geklärt gelten. Zur endgültigen Entscheidung muß das Material noch größer sein; insbesondere ist es nötig, für die Untersuchung ein völlig unausgelesenes Material zu haben. Schließlich muß auch die Unterscheidung von EZ und zZ noch zuverlässiger durchgeführt werden als dies bei den Stammbäumen der bisherigen Untersuchungen der Fall sein konnte. Dabei müßten die Untersuchungen getrennt für EZ und zZ durchgeführt werden. Vielleicht trifft das Ergebnis der neuesten, von dem amerikanischen Forscher GREULICH durchgeführten Arbeit über die Frage das Richtige: Er findet in seinem Material wohl in der Verwandtschaft der zZ, nicht aber in derjenigen der EZ eine Häufung von Zwillingsgeburten und schließt daraus, daß die Fähigkeit, zZ zu erzeugen, erblich bestimmt sei, sowohl von der mütterlichen als von

von der überwiegenden Zahl der Forscher angenommen wird und auch der Darstellung in Bild 3 zugrunde gelegt wurde), so wäre die zweite Teilung eine Äquationsteilung und es würden Zwillinge entstehen, die von mütterlicher Seite her genau gleiches und nur von väterlicher Seite verschiedenes Erbgut hätten. Ist die erste Reifeteilung eine Äquationsteilung und erst die zweite die Reduktionsteilung, so hätten Ei und Richtungskörper verschiedenen Chromosomenbestand und damit würden die beiden Zwillinge völlig verschiedenes Erbgut erhalten. Die Frage der Reihenfolge der Reifeteilungen ist noch nicht endgültig geklärt; vielleicht ist es so, daß die beiden Teilungen gleichzeitig Reduktions- und Reifeteilung sind, d. h. daß die Reduktion teilweise bei der ersten, teilweise bei der zweiten Reifeteilung erfolgt.

der väterlichen Seite her. Dagegen lasse sich für die Entstehung von EZ keine Erbanlage nachweisen. Die Entstehung von zZ und EZ wäre damit nicht der verschiedene Ausdruck derselben Zwillingsstendenz; es würde sich vielmehr auch anlagemäßig um ganz verschiedene Erscheinungen handeln. Tatsachen wie das Schwanken der Häufigkeit der zZ nach dem Alter der Mütter und nach verschiedenen Ländern und die durchweg gleichbleibende Häufigkeit der EZ sprechen auch für diese Auffassung.

Wenn die Ansichten über die Erbbedingtheit der Zwillingschwangerschaft damit recht weit auseinanderzugehen scheinen, so muß dabei doch noch auf eines hingewiesen werden: Wenn eine Erbanlage für die Entstehung von Zwillingschwangerschaften besteht, so setzt sich doch diese Anlage auf alle Fälle nur verhältnismäßig selten durch; von VERSCHUER rechnet mit einer Manifestationswahrscheinlichkeit von etwa 6%. Zwischen der Annahme einer Erbanlage mit so schwacher Durchschlagskraft und der Ansicht, daß die Möglichkeit der Zwillingsbildung bei jeder normalen Erbmasse gegeben sei, besteht aber kein so großer Gegensatz, als dies bei der Aufstellung des Gegensatzes „erblich“ oder „nicht-erblich“ zunächst scheinen möchte.

3. Die Symmetrieverhältnisse bei EZ

Der Mensch ist ein zweiseitig symmetrisches Wesen; rechte und linke Körperhälfte sind spiegelbildlich gleich. Bei genauerer Betrachtung zeigen sich aber doch Abweichungen von der strengen Symmetrie, die im folgenden dargestellt werden sollen.

Regelmäßig bestehende Asymmetrien sind äußerlich der linksseitige Hodentiefstand des Mannes sowie der Haarwirbel (im Uhrzeigersinn oder entgegengesetzt gedreht); stark unsymmetrisch ist die Lagerung der inneren Organe (Herz, Lunge, Magen, Darm, Leber, Milz usw.). Daneben bestehen regelmäßig noch gewisse Asymmetrien im Gebrauch einzelner Organe. Fast immer wird eine Hand stärker gebraucht und ist geschickter als die andere; Rechtshändigkeit ist die Regel, Linkshändigkeit die Ausnahme. Die Bewegungen der rechten Körperhälfte werden durch die linke Großhirnhälfte gesteuert und umgekehrt. In der Hirnhälfte, welche die Bewegungen der bevorzugten Hand zu lenken hat, wird auch das Sprachzentrum angelegt, so daß dieses beim Rechtshänder, dem Normalfall, in der linken Großhirnhälfte sitzt. Eine ähnliche unsymmetrische Bevorzugung wie bei den Armen findet bei den Beinen statt (Rechts- und Linksfüßigkeit), ebenso bei der Benützung des einen oder anderen Auges. Außerdem ist die Art des Händefaltens (rechter oder linker Daumen über dem anderen) oder des Armkreuzens bei jedem Menschen in besonderer Weise asymmetrisch festgelegt.

Bei allen diesen Asymmetrien gibt es einen Regelfall; dieser kann sich aber umkehren in den spiegelbildlichen Fall. Ganz außerordentlich selten ist die Umkehrung der asymmetrischen Lage der inneren Organe (der sogenannte situs inversus viscerum), verhältnismäßig häufig die Umkehrung der Rechtshändigkeit, die zugleich eine „Linkshirnigkeit“ ist, in die Linkshändigkeit, die mit „Rechtshirnigkeit“ verbunden ist. Diese Asymmetrienumkehrungen sind Erscheinungen, die von jeher ein starkes Interesse auf sich gezogen haben.

Abweichungen von der normalen Symmetrie des Körpers kommen sehr häufig vor; fast jeder Mensch weist sie in kleinerem Maße auf. Sehr oft ist der Schädel unsymmetrisch gebaut; die Nase kann unsymmetrisch im Gesicht stehen, die beiden Ohren können nach Form, Größe und Stellung erhebliche Unterschiede aufweisen; die Länge der Arme kann verschieden sein; die Haut kann an den beiden Körperhälften verschiedene Pigmentverteilung aufweisen, Finger und Handflächen können rechts und links verschiedene Muster der Papillarlinien zeigen. Schließlich treten auch krankhafte Abweichungen, wie angeborene Hüftverrenkung, Klumpfuß, Hasenscharte und Leistenbruch häufig nur auf einer Körperseite auf.

Wiestehtes nun mit den genannten Verhältnissen der Symmetrie bzw. Asymmetrie bei den beiden Partnern eines EZ-

Paare? Es kann vermutet werden, daß eine Untersuchung der Symmetrieverhältnisse bei EZ einen tieferen Einblick in das Wesen und die Ursachen tun läßt, insbesondere eine Antwort auf die Frage zuläßt, ob die verschiedenen Asymmetrien erblich oder umweltmäßig bedingt sind.

Die Symmetrieverhältnisse eines Einzelwesens sind bei EZ in eigenartiger Weise kompliziert. Da EZ durch die Spaltung eines Keims entstanden sind, und der einzelne Zwilling für sich eigentlich nur einer Körperhälfte entspricht, so ist das gegenseitige Symmetrieverhältnis der beiden Zwillinge eine Frage für sich. Zwischen den beiden Partnern eines EZ-Paares besteht eigentlich eine Symmetrieebene höherer Ordnung, die bei unvollständig getrennten Mißbildungen noch sichtbar in die Erscheinung tritt (vgl. Bild 25 und 26). Daneben hat jeder Zwilling für sich seine eigene Symmetrieebene.

Am einfachsten liegen die Verhältnisse bei einem Merkmal, das nur einseitig oder einfach auftreten kann, wie zum Beispiel die „Händigkeit“ (Rechts- oder Linkshändigkeit) oder die Drehung des Haarwirbels. Hier sind drei verschiedene Möglichkeiten des Auftretens dieser Merkmale bei EZ denkbar:

1. Beide Zwillinge können im gleichen Sinn asymmetrisch sein: beide Zwillinge wären dann immer entweder Rechtshänder oder Linkshänder, beide hätten gleichgerichtete Haarwirbel. Dies würde darauf schließen lassen, daß die Händigkeit und der Drehsinn des Haarwirbels erblich auf eine bestimmte Körperseite festgelegt wäre; beides müßte als streng erblich aufgefaßt werden.

2. Es wäre auch möglich, daß sich EZ in derartigen Merkmalen spiegelbildlich verhalten würden, so daß z. B. regelmäßig der eine Zwilling ein Rechtshänder, der andere ein Linkshänder wäre. Dies müßte aus dem Vorgang der Zwillingsbildung, der Spaltung des Keims erklärt werden: der aus der rechten Längshälfte des ursprünglichen Keims entstandene Zwilling könnte eine stärkere Entwicklung seiner rechten Körperseite aufweisen und umgekehrt. Daraus würde sich eine verschiedene Händigkeit bei den beiden Zwillingen erklären.

3. Es könnte auch sein, daß sich die einen Paare gleichsinnig, andere spiegelbildlich verhalten. Auf Grund des Zahlenverhältnisses der einzelnen Fälle müßte dann nach einer Erklärung gesucht werden. Die nächstliegende wäre wohl die, daß das asymmetrische Merkmal „zufällig“, d. h. durch nicht erkennbare Ursachen festgelegt wird und dadurch die verschiedene Verteilung des Merkmals auf die beiden Partner verursacht wird.

Alle genannten Erklärungsmöglichkeiten sind schon vertreten worden; insbesondere wurde mehrfach ein besonders häufiges Vorkommen der spiegelbildlichen Verteilung asymmetrischer Merkmale behauptet und von NEWMAN auf die bei Fall 2 genannte Weise zu erklären versucht. Die Entscheidung kann nur durch eine genaue statistische Erhebung gebracht werden. Eine Verarbeitung des gesamten bekannten Materials über die Händigkeit durch von VERSCHUER hat folgendes ergeben:

Von der Gesamtzahl der eineiigen Zwillinge waren 80,7% Rechtshänder und 19,3% Linkshänder. Bei 66,6% der EZ-Paare sind beide Zwillinge Rechtshänder, bei 5,1% beide Linkshänder, bei 28,4% ist der eine Zwilling Rechtshänder, der andere Linkshänder. Diese Zahlen schließen die Erklärung nach Fall 1 und Fall 2 ohne weiteres aus. Wenn unter Zugrundelegung der prozentualen Gesamthäufigkeit der Linkshändigkeit für die EZ-Paare berechnet wird, wie sich Rechts- und Linkshändigkeit nach den Regeln der Wahrscheinlichkeit bei den beiden Zwillingspartnern zufällig kombinieren würden, so ergeben sich Zahlen, die unter Berücksichtigung des mittleren Fehlers fast genau den in Wirklichkeit beobachteten entsprechen. Dasselbe gilt für die ZZ. Daraus geht hervor, daß eine einheitliche Ursache für die Festlegung der Händigkeit nicht vorhanden ist, daß unter der Annahme eines bestimmten Hundertsatzes von Linkshändern die Verteilung auf die beiden Zwillingspartner rein zufällig erfolgt. Eine ungelöste Frage bleibt es dabei, warum nicht 50 v. H., sondern ein wesentlich geringerer Hundertsatz der Menschen linkshändig sind.

Für die Entstehung der verschiedenen Händigkeit gibt nach dem Vorstehenden auch die Untersuchung von EZ keine klaren Anhaltspunkte. Das mag zunächst enttäuschend sein; aber auch ein solches Ergebnis hat seinen Wert: Eine allem Anschein nach „zufällige“ Verteilung der Händigkeit zeigt, daß weder eine Erbllichkeit im strengen Sinn noch eine auf den Spaltungsvorgang zurückgehende Spiegelbildlichkeit für die Entstehung der verschiedenen Händigkeit verantwortlich zu machen ist. In der Erbmasse ist allem Anschein nach sowohl die eine wie die andere Möglichkeit beschlossen; es sind unbekannte, wohl äußere Ursachen, die den Menschen zum Rechts- oder Linkshänder bestimmen.

Was das Merkmal der Haarwirbeldrehung betrifft, so ist hier die Häufigkeit der Kombination Rechts-Links (RL) bei EZ wie bei ZZ wesentlich niedriger als die Zufallserwartung. Die größere Zahl der RR- und LL-Fälle könnte von einer Erbbedingtheit des Wirbeldrehsinns herrühren; die vorliegenden Zahlen sind aber nicht genügend gesichert, um diesen Schluß zwingend zu machen.

Das Asymmetrieproblem muß auch heute noch trotz mannigfacher Bemühungen als wenig geklärt bezeichnet werden. Zwei Versuche, in der wichtigen Frage weiter vorzustoßen, seien noch genannt. Spiegelbildliche Symmetrie läßt sich zwar bei der Händigkeit nicht nachweisen; es ist aber nicht ausgeschlossen, daß sie bei anderen Merkmalen doch eine Rolle spielt. SPEMANN hat gezeigt, daß Tritonkeime, welche erst in einem späteren Entwicklungsstadium durch Durchschnürung zur Spaltung veranlaßt wurden, eine Verkümmierung der Innenseiten und eine entsprechende Einkrümmung nach innen zeigen. Die eine Hälfte zeigt hierbei die volle Umkehrung der Lage der inneren Organe, so daß die beiden Hälften in dieser Beziehung vollkommen spiegelbildlich symmetrisch werden. In derselben Weise zeigen auch menschliche Doppelmißbildungen, wie die in Bild 25 dargestellte, einen solchen situs viscerum inversum. Es wäre denkbar, daß bei einem erst in verhältnismäßig spätem Stadium zur Trennung gelangten EZ-Paar die äußeren Körperhälften der beiden Partner schon so in der Entwicklung bevorzugt gewesen wären, daß sich hieraus spiegelbildliche Asymmetrie ergeben würde. Wenn ein solcher Ursachenzusammenhang tatsächlich besteht, so müßten die in einem Amnion gebildeten EZ mehr Merkmale mit spiegelbildlicher Symmetrie aufweisen als andere EZ-Paare. Leider liegen Beobachtungen hierüber noch nicht vor.

Von den Erscheinungen der Asymmetrie aus will BOUTERWEK in neueren Arbeiten die oft beobachteten Unterschiede der beiden Partner eines EZ-Paares erklären, auch Unterschiede seelischer Art. Er geht davon aus, daß in der Bildung und Entwicklung des menschlichen Körpers (wie z. B. des Schädels usw.) die Asymmetrie, also die Ungleichheit der beiden Körperhälften, die Regel sei und erklärt, daß solche Ungleichheiten nur erblich bedingt sein könnten, da sich Umwelteinflüsse als Ursache der Ungleichheiten nicht nachweisen ließen. Für die EZ nimmt er an, daß die beiden Zwillinge der rechten und der linken Hälfte eines Einzelwesens entsprechen; damit müßten sie ebenso verschieden sein wie die rechte und die linke Körperhälfte. Die an EZ beobachteten Unterschiede in körperlichen Eigenschaften und noch mehr in Begabung, Charakter und Temperament könnten deshalb auch nicht als nur durch die Umwelt verursacht angesehen werden; sie wären vielmehr wie die Ungleichheiten der Körperhälften auf Unterschiede im Erbgut zurückzuführen.

Diese Ansichten BOUTERWEKS sind nicht haltbar. Für die beiden Körperhälften verschiedene Erbmasse anzunehmen, widerspricht grundlegenden Erkenntnissen der Erblehre. Es ist schon kaum denkbar, daß bei der ersten Furchungsteilung die Erbmasse auf die beiden Zellen verschieden verteilt würde (vgl. S. 49), und noch unmöglicher ist die Vorstellung, daß von da an der Genbestand der einen Zelle für die linke, derjenigen der anderen Zelle für die rechte Körperhälfte verantwortlich sei. Gilt dies für das Einzelwesen, so läßt sich weiterhin die Ansicht klar widerlegen, daß der eine Zwilling der linken, der andere der rechten Körperhälfte entspreche (vgl. S. 101). Damit brauchen auch EZ nicht als erbverschieden angesehen werden. Gewiß können sie im Erscheinungsbild in derselben Weise verschieden sein, wie die linke und die rechte Körperhälfte; sie sind aber ebenso erbgleich wie diese. Die Grundanschauung der Zwillingforschung, daß EZ erbgleich seien und ihre Verschiedenheiten als umweltbedingte Modifikationen anzusehen seien, wird dadurch nicht erschüttert, daß in vielen Fällen die Art der wirkenden Umwelteinflüsse noch nicht klar erkannt werden kann.

IV. Ergebnisse der speziellen Zwillingforschung

Nachdem im Vorstehenden die allgemeinen Grundlagen der Zwillingforschung und ihrer Methodik dargestellt wurden, soll im folgenden von den Ergebnissen der speziellen Zwillingforschung berichtet werden. Seit den ersten grundlegenden Arbeiten von SIEMENS und WEITZ ist eine Unmenge von Einzelarbeiten erschienen, aus deren Fülle im folgenden nur eine kleine Zahl derer erwähnt werden kann, die sich mit besonders bedeutungsvollen und interessanten Fragen der menschlichen Erblehre befassen und die klar heraustreten lassen, wie mit der Zwillingmethode gearbeitet wird und was gerade sie Besonderes zu leisten vermag.

A. Zwillingforschung an körperlichen Eigenschaften

1. Körpermaße

Eine vergleichende Untersuchung von Zwillingen wird in der Regel mit der genauen Aufnahme ihrer Körpermaße beginnen. Die an Zwillingen vorgenommenen **anthropologischen Messungen** haben ein sehr großes Material ergeben, das DAHLBERG und vor allem von VERSCHUER bearbeitet haben.

Bei allen Messungen von Zwillingspaaren handelt es sich um die zahlenmäßige Festlegung des Unterschieds der beiden Partner. Daß es hierbei nicht auf die absolute, sondern auf die verhältnismäßige Größe des Unterschieds ankommt, ist einleuchtend. VON VERSCHUER hat für die Auswertung der Zwillinguntersuchungen die Berechnung der prozentualen Abweichung vorgeschlagen; man erhält sie, indem man zuerst den Mittelwert der beiden Maße des Zwillingspaars und dann die Abweichung des Maßes von diesem Mittelwert in Prozenten des letzteren berechnet. Ein Zahlenbeispiel soll dies deutlich machen: Wenn der eine Partner eines Zwillingspaars 168,4 cm, der andere 170,2 cm mißt, so ist der Mittelwert 169,3 cm, die Abweichung jedes Zwilling vom Mittelwert (= der halben Größendifferenz) ist 0,9 cm. Die prozentuale Abweichung des Zwillingspaars vom Mittelwert beträgt daher $\frac{0,9 \cdot 100}{169,3} \% = 0,53\%$.

Für eine Vielzahl von Zwillingen wird die **mittlere prozentuale Abweichung** (ε) als Durchschnitt der für die einzelnen Paare ermittelten Abweichungen errechnet.

Auf diese Weise wurden durch von VERSCHUER für eine Reihe anthropologischer Maße die mittleren prozentualen Abweichungen berechnet, und zwar getrennt für EZ, ZZ und PZ. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in der nebenstehenden Tabelle zusammengestellt.

Untersuchte Körpermaße	Mittlere prozentuale Abweichung der		
	EZ (ε_E)	ZZ (ε_Z)	PZ (ε_P)
Körpergewicht	2,24	4,89	6,53
Körpergröße	0,54	1,63	2,04
Länge des Kopfes . .	0,84	1,52	1,92
Breite des Kopfes . .	0,79	1,39	2,06
Jochbogenbreite . .	0,71	1,37	—

Der Vergleich der Zahlen zeigt, daß die Abweichung bei den EZ durchweg wesentlich geringer ist als bei den ZZ; es ist dies eine Folge der Erbverschiedenheit der letzteren. Noch größer sind die Abweichungen bei den PZ; die Verschiedengeschlechtigkeit verstärkt die anderen Unterschiede.

Die Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Unterschiede der Körpergröße ist für EZ, ZZ und PZ in Bild 59 dargestellt. Auf der waagrechten Achse sind nach rechts und links die prozentualen Abweichungen, also die Abweichungen vom Mittelwert nach oben und unten, abgetragen. Die Höhe des Kurvenpunkts jeder Differenzklasse wurde durch die Anzahl der Paare (ausgedrückt in Prozenten der Gesamtsumme) bestimmt. Für die Körpergröße zeigt es sich, daß bei den EZ die kleinen prozentualen Abweichungen die weitaus häufigsten sind, so daß die Kurve der Varia-

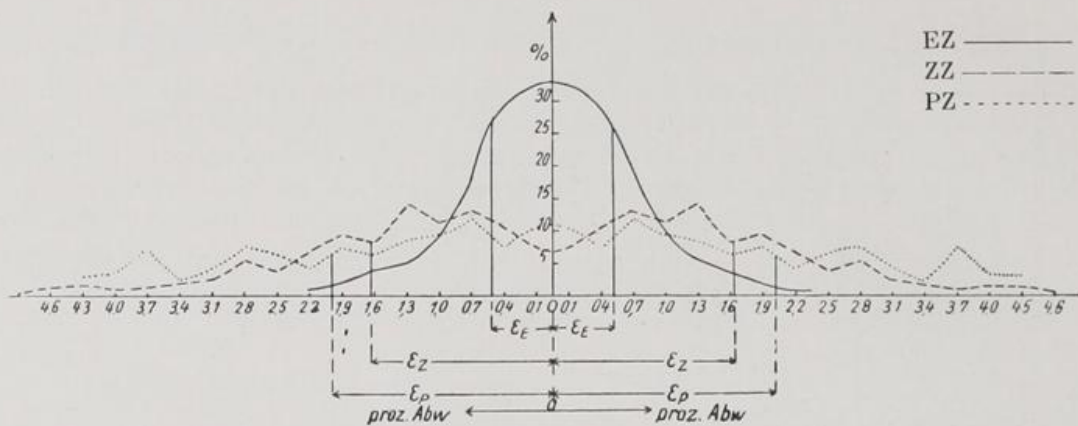


Bild 59. Häufigkeit der prozentualen Abweichungen der Körpergröße bei EZ, ZZ und PZ. (Nach von Verschuer.)

bilität bei 0 ein hohes Maximum hat. Bei den ZZ ist ein solches Maximum nicht vorhanden; am häufigsten ist bei ihnen eine Differenz von ungefähr 1,3%; die mittlere prozentuale Abweichung beträgt bei ihnen schon 1,63% gegenüber 0,54% bei den EZ. Noch flacher verläuft die Kurve der PZ.

Ein interessantes und zunächst rätselhaftes Bild zeigt die Häufigkeitskurve der Differenzklassen der Kopflänge (Bild 60). Die Kurve der EZ hat hier bei 0% Abweichung einen Tiefpunkt, bei $\pm 0,4\%$ Abweichung zwei Hochpunkte. Die Kurve erweckt den Eindruck, als ob die normale Verteilungskurve eine Störung besonderer Art erfahren hätte. VON VERSCHUER erklärt die Erscheinung in der Weise, daß bei Zwillingen ganz allgemein eine Ursache vorliegen müsse, welche die sehr ähnlichen Schädelformen verhindere, — eine Ursache, mit der bei Nichtzwillingen nicht zu rechnen sei. Diese Ursache kann wohl in nichts anderem gesucht werden als in der gegenseitigen Behinderung der beiden Zwillinge während ihrer vorgeburtlichen Entwicklung (vgl. Bild 61). Das drückt sich auch darin aus, daß EZ und ZZ bei der Geburt gleiche prozentuale Abweichungen aufweisen; erst später treten die erbbedingten Unterschiede in Erscheinung.

Aus den in der Tabelle verzeichneten Zahlen geht deutlich hervor, daß die einzelnen Körpermaße bei EZ und ZZ verschieden starke Abweichungen zeigen. Am größten sind sie beim Körpergewicht, am geringsten bei der Körpergröße. Aus dem



Bild 61. Verschiedene Kopfform bei EZ. (Nach Weitz.)

Verhältnis der Zahlen geht hervor, daß Umwelteinflüsse die einzelnen Körpermaße verschieden stark beeinflussen können. Am geringsten ist die Beeinflussungsmöglichkeit bei der Körpergröße, weniger stark bei den Maßen des Kopfes, am stärksten beim Körpergewicht. Die Körpergröße ist also recht umweltstabil, das Körpergewicht umweltlabil, eine Feststellung, die durchaus den Erfahrungen des täglichen Lebens entspricht.

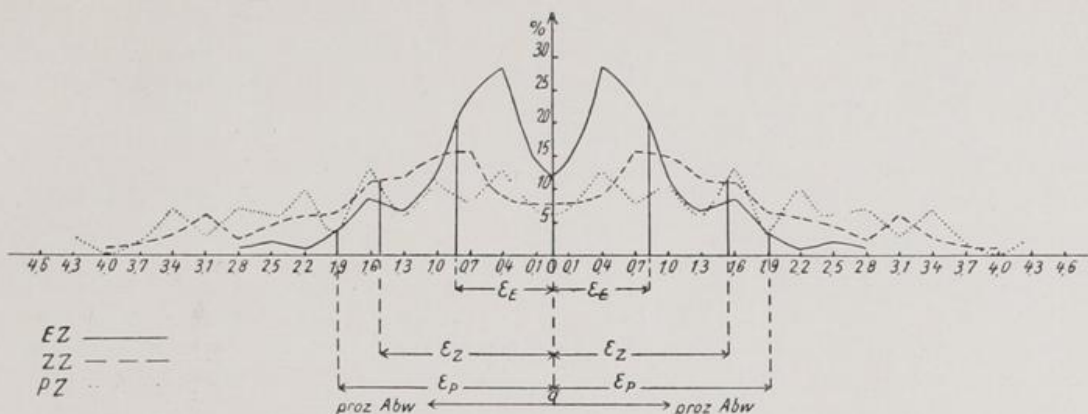


Bild 60. Häufigkeit der prozentualen Abweichungen der Kopflänge bei EZ, ZZ und PZ.
(Nach von Verschuer.)

Es ist schon versucht worden, aus dem Vergleich der mittleren prozentualen Abweichungen bei EZ und ZZ auf den **Anteil von Erbgut und Umwelt an den Ursachen der Verschiedenheit der ZZ** zu schließen. LENZ und VON VERSCHUER haben ursprünglich folgendermaßen überlegt: Der Unterschied der EZ (ε_E) ist ausschließlich durch Umwelteinflüsse hervorgerufen, der Unterschied der ZZ (ε_Z) aber sowohl durch die Verschiedenheit der Erbmasse als durch Umwelteinflüsse bedingt. Es kann angenommen werden, daß der umweltbedingte Unterschied der ZZ so groß ist wie bei den EZ. Der erbbedingte Anteil des Unterschieds entspricht daher der Differenz von ε_Z und ε_E . Wenn man diese Differenz zu dem Gesamtunterschied der ZZ in Beziehung setzt, so ergibt sich daraus der erbbedingte Anteil des Unterschieds der ZZ. Ein Zahlenbeispiel möge dies noch klarer machen: Für die Körpergröße ist die mittlere prozentuale Abweichung der EZ = 0,54, die der ZZ = 1,63. Der Anteil der Wirkung des Erbguts an der Verschiedenheit der Körpergröße wäre dann $\frac{(1,63 - 0,54) \cdot 100}{1,63} \% = 66,9\%$, der Anteil der Umwelt = 33,1%. Entsprechend bemäße sich für das Körpergewicht der Anteil der Erbkraft auf $\frac{(4,89 - 2,24) \cdot 100}{4,89} \% = 54,1\%$.

LENZ hat später (1935) erkannt, daß die dieser Berechnung zugrunde liegenden Überlegungen aus mehreren Gründen irrtümlich sind. Der erste dieser Gründe liegt darin, daß die Kräfte von Erbgut und Umwelt sich in ihren Wirkungen nicht addieren, sondern binomisch kombinieren. Wenn das Erbgut für sich einen Unterschied u hervorrufen würde und die Umwelt für sich denselben Unterschied, so ergeben nach LENZ die beiden Kräfte zusammen nicht einen Unterschied von $2u$, sondern nur von $\sqrt{2} \cdot u = 1,41u$. Allgemein ergibt sich, daß der Erbmasse mindestens das $\left(\frac{\varepsilon_Z}{\varepsilon_E}\right)^2 - 1$ fache des Einflusses der Umwelt zuzuschreiben ist. Für die Körpergröße würde sich daraus ergeben, daß der Einfluß des Erbguts das $\left(\frac{1,63}{0,54}\right)^2 - 1$ fache, also das 8,1 fache des Einflusses der Umwelt beträgt. Dabei ergibt sich bei dieser Rechnung nur ein Mindestwert; der Einfluß der Umwelt ist in Wirklichkeit noch größer.

Der Grund hierfür liegt darin, daß der unvermeidliche **Meßfehler** bei EZ viel stärker in die Erscheinung tritt als bei ZZ. Jede Messung unterliegt einem bestimmten Fehler. Deshalb können sich auch für einen und denselben Menschen bei Messungen, die zu verschiedener Zeit ausgeführt werden, verschiedene Werte, ein „Selbstunterschied“, ergeben; die Körpergröße wird z. B. bei mehr oder weniger straffer Haltung verschieden groß gemessen. In derselben Weise kann bei der Messung zweier EZ, die in Wirklichkeit völlig gleich sind, ein scheinbarer Unterschied entstehen. Anders liegen die Verhältnisse bei Menschen verschiedener Eigenschaften, wie sie die ZZ sind. Bei ihnen ist es auch möglich, daß die Meßfehler den vorhandenen Unterschied über das Tatsächliche hinaus vergrößern; ebenso gut kann es aber bei ihnen vorkommen, daß der metho-

dische Fehler bei den beiden Paarlingen in entgegengesetzter Richtung wirkt und der Unterschied deshalb geringer erscheint als er tatsächlich ist. Während also Menschen völlig gleicher Eigenschaften infolge des Meßfehlers nur unähnlicher erscheinen können als sie sind, können Personen verschiedener Eigenschaften durch den Meßfehler ebenso gut ähnlicher werden als unähnlicher. Bei der Durchschnittsbildung aus einer genügend großen Zahl von Einzelfällen werden sich die Fehler verschiedener Richtung gegenseitig aufheben.

Die nachstehende Zeichnung (Bild 62) soll diese Verhältnisse veranschaulichen. Gezeichnet sind 3 Fälle: Je zwei durch ausgefüllte Kreise dargestellte Untersuchungsobjekte ohne wirklichen Unterschied, solche mit einem wirklichen Unterschied von 1 Maßeinheit und solche mit einem wirklichen Unterschied von 2 Maßeinheiten. Der Meßfehler betrage jeweils immer 1 Maßeinheit. Dieser Fehler kann auf jedes Paar in viererlei Weise wirken: Er kann beide Objekte um 1 Einheit kleiner erscheinen lassen (in der Zeichnung Verschiebung nach links), beide größer erscheinen lassen (Verschiebung nach rechts), das eine größer und das andere kleiner, oder das eine kleiner und das andere größer erscheinen lassen. Dadurch werden die

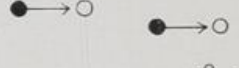
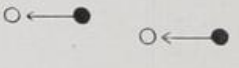
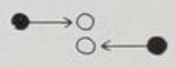
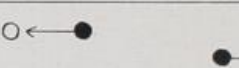
	Wahre Differenz = 0	Wahre Differenz = 1 Einheit	Wahre Differenz = 2 Einheiten
Der method. Fehler von 1 Einheit wirkt zweimal positiv			
Gemessene Differenz	$d^s = 0$	$d^s = 1$	$d^s = 2$
Methodischer Fehler zweimal negativ			
Gemessene Differenz	$d^s = 0$	$d^s = 1$	$d^s = 2$
Methodischer Fehler positiv u. negativ			
Gemessene Differenz	$d^s = 2$	$d^s = 1$	$d^s = 0$
Methodischer Fehler negativ u. positiv			
Gemessene Differenz	$d^s = 2$	$d^s = 3$	$d^s = 4$
Durchschnitt der gemessenen Differenzen	$\frac{4}{4} = 1$	$\frac{6}{4} = 1.5$	$\frac{8}{4} = 2$

Bild 62. Wirkung des Meßfehlers bei verschieden großen wahren Differenzen.

Objekte verschoben; die Orte, wo sie erscheinen, sind durch unausgefüllte Kreise angedeutet; ihr Abstand ist die scheinbare Differenz. Die Darstellung läßt erkennen, daß der Meßfehler voll in Erscheinung tritt, wenn die Paarlinge in Wirklichkeit völlig gleich sind: bei einer wahren Differenz von 0 ist die durchschnittlich gemessene Differenz = 1. Wenn die wahre Differenz das Doppelte des methodischen Fehlers beträgt oder noch größer ist, so gleichen sich die Meßfehler im Durchschnitt wieder aus, da keine Fälle des gegenseitigen Überschneidens mehr möglich sind. In den Fällen, in denen die wahre Differenz kleiner ist als das 2fache des methodischen Fehlers, tritt dieser abgestuft in Erscheinung, und zwar um so stärker, je kleiner die wahre Differenz ist.

Diese Überlegungen zeigen, daß sich der methodische Fehler bei EZ in viel stärkerem Maße geltend macht als bei ZZ. EZ mit völliger oder annähernder Gleichheit können bei Messungen nur unähnlicher erscheinen, als sie in Wirklichkeit sind, während bei den ZZ, die meistens eine erhebliche wahre Differenz aufweisen, die Meßfehler sich im Durchschnitt der Fälle ausgleichen. Die für EZ durch Messungen festgestellte mittlere prozentuale Abweichung erscheint also größer, als sie in Wirklichkeit ist.

Die beiden dargelegten Umstände wirken demnach dahin, daß bei einem Versuch der Berechnung des Anteils von Erbgut und Umwelt an der Herausbildung einer Eigenschaft die

Kraft des Erbgutes geringer erscheint als sie tatsächlich ist. Bei dem oben durchgerechneten Beispiel der Körpergröße müßte die für die EZ berechnete mittlere prozentuale Abweichung infolge des methodischen Fehlers niedriger eingesetzt werden, als sie sich aus den Messungen ergibt. Damit würde sich bei der Berechnung des Verhältnisses der Kräfte von Erbgut und Umwelt (unter Berücksichtigung der binomischen Kombination der Kräfte zu 8,1:1 berechnet) ein noch höherer Anteil der Kraft des Erbgutes ergeben. Ohne genaue Zahlen berechnen zu wollen, ergibt sich mit voller Deutlichkeit, daß der Einfluß des Erbgutes um ein hohes Vielfaches stärker ist als der der Umwelt.

Diese Überlegungen sind von grundlegender Bedeutung für die ganze Zwillingsforschung. Sie lassen erkennen, daß **vielen bei EZ gemessenen Unterschieden überhaupt kein wahrer Unterschied zugrunde liegt**; die Unterschiede liegen durchaus innerhalb des Meßfehlers. Sie zeigen auf diese Weise auch, wie problematisch es ist, genaue Zahlen für den Anteil von Erbgut und Umwelt an der Herausbildung des Erscheinungsbildes berechnen zu wollen.

Dazu kommt noch eine weitere Schwierigkeit grundsätzlicher Art für die Zwillingsmethode, eine Schwierigkeit, die auf die Fassung des Begriffs der „Erblichkeit“ zurückgeht. Es ist das Verdienst von LENZ, hierauf zuerst hingewiesen zu haben. In einer Bevölkerung, die in bezug auf ein bestimmtes Merkmal völlig erbgleich ist, sind die Unterschiede der ZZ nicht größer als die der EZ. Die vorhandenen Unterschiede der ZZ wären damit auch umweltbedingt. Nach der oben erwähnten Methode der Berechnung des Anteils von Erbgut und Umwelt würde der Anteil der Umwelt als 100%ig erscheinen. Dabei ist es klar, daß die Körpergröße ebenso wie in einem anderen Fall in erster Linie erbmäßig bestimmt wäre. LENZ führt noch ein anderes Beispiel an: In einer in bezug auf die Hautfarbe gleicherbigen Bevölkerung erscheinen die Unterschiede nach der Zwillingsmethode als umweltbedingt, in einer Mulattenbevölkerung ergibt dagegen die Zwillingsmethode, daß die Hautfarbe überwiegend erbbedingt ist. Dabei ist aber die Hautfarbe doch offenbar im einen wie im anderen Fall gleich stark durch Vererbung bestimmt. Wir erkennen, daß hier eine **verschiedene Fassung des Erbllichkeitsbegriffes** vorliegt. Er ist bei den bisherigen rechnerischen Untersuchungsmethoden immer auf die tatsächlich in einer Bevölkerung vorkommenden Unterschiede bezogen worden und geht damit von der Tatsache aus, daß Vererbung für die vorhandenen Unterschiede verantwortlich sei; sie ist aber eine Grundkraft der organischen Entwicklung und als solche die Ursache für die gesamte Gestaltung, mag sie nun bei einem Vergleich als „ähnlich“ oder „verschieden“ bezeichnet werden. Diese Überlegungen, die hier nicht weiter verfolgt werden können, lassen die Methoden der Berechnung des Anteils von Erbgut und Umwelt an der Herausbildung einer Eigenschaft auch von anderer Seite her gesehen als sehr fragwürdig erscheinen; sie haben tatsächlich nur begrenzten Wert. „Ohne Beziehung auf eine bestimmte Bevölkerung und ihre Lebenslage hat die Bestimmung des Ausmaßes der „Erblichkeit“ einer Eigenschaft keinen Sinn.“ (LENZ.)

Im bisherigen wurden die anthropologischen Maße als etwas Festes behandelt. Nun sind die Werte der Erwachsenen nichts anderes als das Endprodukt einer Entwicklung, des **Wachstums**. Die Zwillingsmethode macht es möglich, die Variabilität der einzelnen Körpermaße für verschiedene Altersstufen gesondert zu untersuchen. Aus der Aneinanderreihung der Altersstufen ergibt sich dann für die verschiedenen Arten von Zwillingen, wie sich ihre Variabilität während des Lebens verändert; die Größe der Variabilität ist jeweils ein Maß für die verhältnismäßige Stärke der Umwelt. Die Kurvenbilder in Bild 63 sind durch von VERSCHUER in der Weise gewonnen worden, daß zunächst für verschiedene Altersgruppen die mittlere prozentuale Abweichung des Maßes berechnet wurde. In der Mitte jeder Altersstufe wurde dann von der 0-Linie aus nach rechts die mittlere prozentuale Abweichung der betreffenden Altersgruppe für die verschiedenen Arten von Zwillingen eingezeichnet; die so erhaltenen Punkte wurden miteinander verbunden. Je näher eine Kurve an der senkrechten 0-Linie liegt, desto größer ist die durchschnittliche Ähnlichkeit der Zwillinge, je weiter sie sich nach rechts entfernt, um so verschiedener sind die einzelnen Zwillingsgruppen.

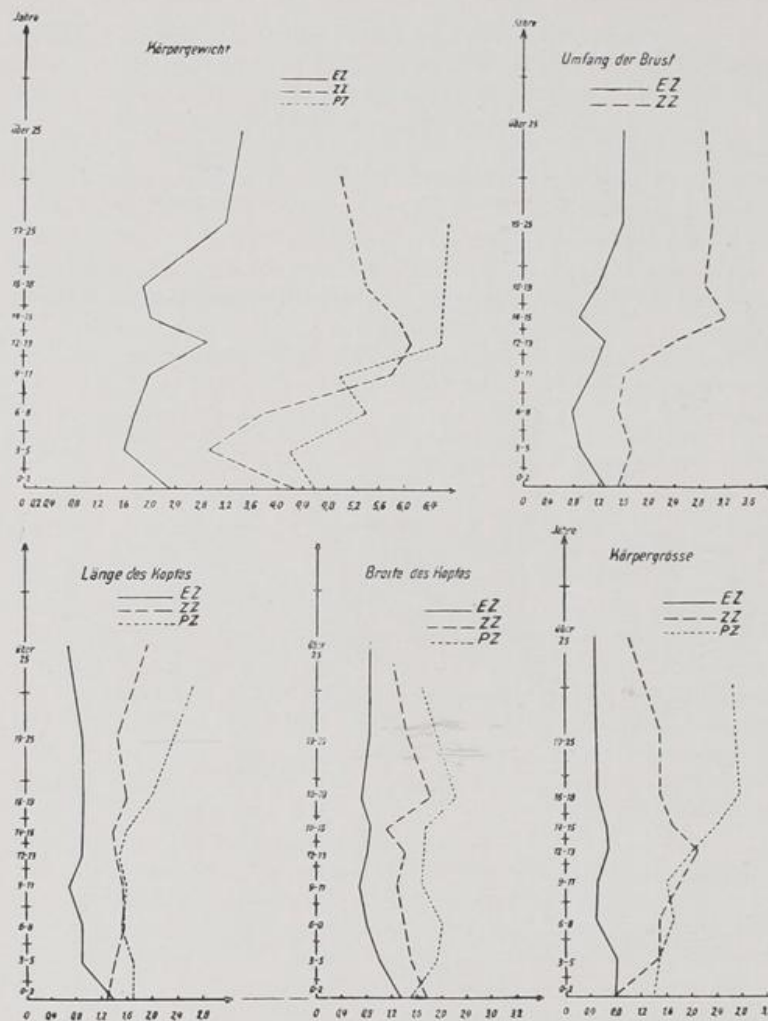


Bild 63. Variabilität der Körpermaße während des Wachstums.
(Nach von Verschuer.)

Die Betrachtung der Kurven zeigt zunächst sinnfällig, daß beim Körpergewicht bei allen Arten von Zwillingen die größten, bei der Körpergröße die geringsten prozentualen Abweichungen vorliegen; die Stärke der Umweltbeeinflussung verringert sich stufenweise von den Merkmalen des Körpergewichts über die des Brustumfanges und der Kopflänge bis zu dem der Körpergröße. Damit wird das veranschaulicht, was bereits oben über Umweltstabilität und -labilität der einzelnen anthropologischen Maße ausgeführt wurde. Für die Entwicklung ergibt sich, daß bei fast allen Maßen die EZ in der jüngsten Altersklasse und zu Beginn der Pubertät am verschiedensten sind. Für die ursprünglich so großen Unterschiede sind die besonderen Verhältnisse der

Zwillingsschwangerschaft verantwortlich; die „Pubertätszacken“ der Kurven zwischen dem 12. und 15. Lebensjahr (VON VERSCHUER) rühren wohl daher, daß der Eintritt der Pubertät, der das Körperwachstum in seinem Tempo stark verändert, auch bei EZ kleine zeitliche Schwankungen zeigt. Auf diese Weise kommt es zu vorübergehenden Verschiedenheiten. Die Unterschiede von EZ im Körpergewicht und im Brustumfang werden mit zunehmendem Alter etwas größer, bei den Kopfmaßen und der Körpergröße bleiben sie oder werden eher noch etwas geringer.

Die Kurve der Körpergröße der ZZ zeigt einen bezeichnenden Verlauf: Zuerst ist der Unterschied nicht größer als bei den EZ; er muß deshalb als umweltbedingt angenommen werden. Dann nehmen die Unterschiede bis ins Pubertätsalter deutlich zu; aus dieser Erscheinung muß auf erbliche Unterschiede im Wachstumstempo geschlossen werden. Das hauptsächliche Manifestationsalter für diese individuellen Wachstumsgene liegt also zwischen dem 3. und 13. Lebensjahr. Überraschend ist es nun, daß die Unterschiede zwischen den ZZ-Paarlingen im weiteren Leben wieder kleiner werden. Die Erklärung sieht VON VERSCHUER darin, daß „die Erbanlagen, welche Unterschiede im Wachstumsrhythmus oder im Wachstumstempo bedingen, nicht auch Unterschiede im Wachstumserfolg, d. h. in der schließlich erreichten Körpergröße, bedingen. So kann es z. B. vorkommen, daß

der eine Paarling erst rasch und dann langsamer wächst, während der andere das etwa gleiche Ziel in längerem, langsamem Wachstum erreicht. Ein solches Zwillingspaar ist zunächst sehr verschieden, später wird es ähnlicher. Solche Fälle scheinen so oft vorzukommen, daß sie dem Durchschnitt das Gepräge geben." Zusammenfassend schließt VON VERSCHUER, daß die Beeinflussbarkeit des Körpers durch Umwelteinflüsse zwar während des ganzen Lebens ziemlich konstant, aber kurz nach der Geburt und zu Beginn der Pubertät am stärksten ist; bei umweltlabilen Merkmalen (Körpergewicht und Brustumfang) zeigt sich das deutlicher als bei dem umweltstabilen Merkmal der Körpergröße. Bei diesem äußern sich die Erbanlagen vor allem im Tempo des Wachstums zwischen dem 3. und 13. Lebensjahr. Diese Erbunterschiede treten stärker in Erscheinung als diejenigen, welche sich als Größenunterschiede unter Erwachsenen äußern. So kann durch vergleichende Altersuntersuchungen von Zwillingen die zeitliche Manifestierung der Erbanlagen zur Darstellung gebracht werden.

Mit diesen Untersuchungen zeigt sich eine besondere Leistung der Zwillingsmethode: Sie ist nach VON VERSCHUER in ganz besonderer Weise die **Methode der „erb-biologischen Entwicklungsphysiologie“**. Sie vermag nicht nur die Endzustände eines Merkmals zu erfassen, sondern durch die Verfolgung eines Zwillingspaares über die Jahre seiner Entwicklung hinweg oder durch den Vergleich von Zwillingspaaren verschiedener Altersklassen zu zeigen, wie sich die Gene im Laufe der individuellen Entwicklung manifestieren, und in welchem Maß diese Entwicklung in ihrem Verlauf von Umweltkräften beeinflußt werden kann.

2. Skelett

Die Maße des Körpers werden zum großen Teil von den Verhältnissen des Skeletts bestimmt. Körpergröße und Schädelmaße sind nichts anderes als Maße des Skeletts. Die Zwillingsforschung macht es als Methode der erbbiologischen Entwicklungsphysiologie möglich, die Entwicklung dieser Skelettmaße, d. h. das Wachstum, zu verfolgen und dessen erbmäßige Bestimmtheit nachzuweisen. So gut dies rein nach den Maßen geschehen kann, läßt sich die Entwicklung auch nach der Reihenfolge der Anlage der Knochen und an der Gestaltung ihrer Form nachweisen. Über die **Entwicklung des Gliedmaßenskeletts** ist von BUSCHKE mittels der Zwillingsmethode eine sehr wertvolle Arbeit durchgeführt worden. Hierbei wurden röntgenphotographisch am Hand- und Fußskelett von 25 EZ-Paaren, 18 ZZ-Paaren, 7 PZ-Paaren sowie von Drillingen und Vierlingen Form und Struktur der Knochen und die Reihenfolge der Verknöcherung untersucht.

Für die Form und Struktur der Knochen ergab sich hierbei bei den EZ eine nahezu vollkommene, bis in die kleinsten Einzelheiten gehende Übereinstimmung, bei den ZZ oft erhebliche Verschiedenheit. An den einzelnen Teilen von Hand und Fuß, insbesondere an den Hand- und Fußwurzelknochen wurde die Reihenfolge der Verknöcherung festgestellt. Die Verknöcherung erfolgt bei einem Teil der Knochen bei allen Menschen nach derselben Regel, bei anderen werden die Verknöcherungskerne nicht überall in der gleichen Reihenfolge angelegt. Diese Reihenfolge ist weithin erblich bestimmt, bei EZ in der Regel voll übereinstimmend. Es finden sich zwar auch bei EZ hier und da Verschiedenheiten der Reihenfolge, viel größere aber bei ZZ. Das Tempo der Verknöcherung zeigt bei EZ ausgesprochene Übereinstimmung, bei den ZZ Unterschiede, die allerdings nicht sehr groß sind. Das Reifungstempo scheint dem Alter und dem Geschlecht entsprechend allgemein ziemlich gleich festgelegt zu sein; Mädchen haben eine schnellere Entwicklung als Knaben. Der Reifung der Verknöcherung gegenüber zeigt das allgemeine Wachstum eine viel größere Variabilität.



Bild 64. Hand- und Fußskelett von 3½-jährigen männlichen EZ. (Nach Buschke.)

Die Entwicklung von Hand- und Fußskelett ist völlig konkordant, insbesondere auch die Reihenfolge in der Verknöcherung der Hand- und Fußwurzelknochen. Die Übereinstimmung geht bis in die feinsten Einzelheiten.

Die Röntgenbilder des Hand- und Fußskeletts eines EZ- und ZZ-Paares (Bild 64 und 65) zeigen bei genauer Betrachtung sehr deutlich, wie sich die Entwicklung des Hand- und Fußskeletts bei EZ in restlos vollkommener Übereinstimmung vollziehen kann, und wie ZZ deutliche Unterschiede in Form und Reifungszustand aufweisen. Es ist nach diesen Bildern verständlich, daß BUSCHKE vorschlägt, die Untersuchung des Hand- und Fußskeletts für die Zwillingsdiagnose zu benützen.

Von weiteren erbbiologischen Untersuchungen über die Ausgestaltung einzelner Teile des Skeletts sind die außerordentlich gründlichen, bewundernswerten Arbeiten von KÜHNE über die **Wirbelsäule** zu nennen. Sie ist wohl derjenige Teil des Skeletts, der die stärkste Variabilität aufweist; das bedeutet einen besonderen Anreiz für ihre Untersuchung.

Die „Normalform“ der Wirbelsäule ist folgende: Auf die Halswirbelsäule mit 7 Wirbeln (Nr. 1—7) folgt die Brustwirbelsäule mit 12 rippentragenden Brustwirbeln (Nr. 8 bis 19); die Lendenwirbelsäule zählt 5 Wirbel (Nr. 20—24), im Kreuzbein sind 5 Wirbel (Nr. 25—29) verwachsen; an die Kreuzwirbelsäule schließen sich noch 4 Steißwirbel (Nr. 30 bis 33) an. Nun kommt es immer wieder vor, daß auch der erste Lendenwirbel (Nr. 20) eine

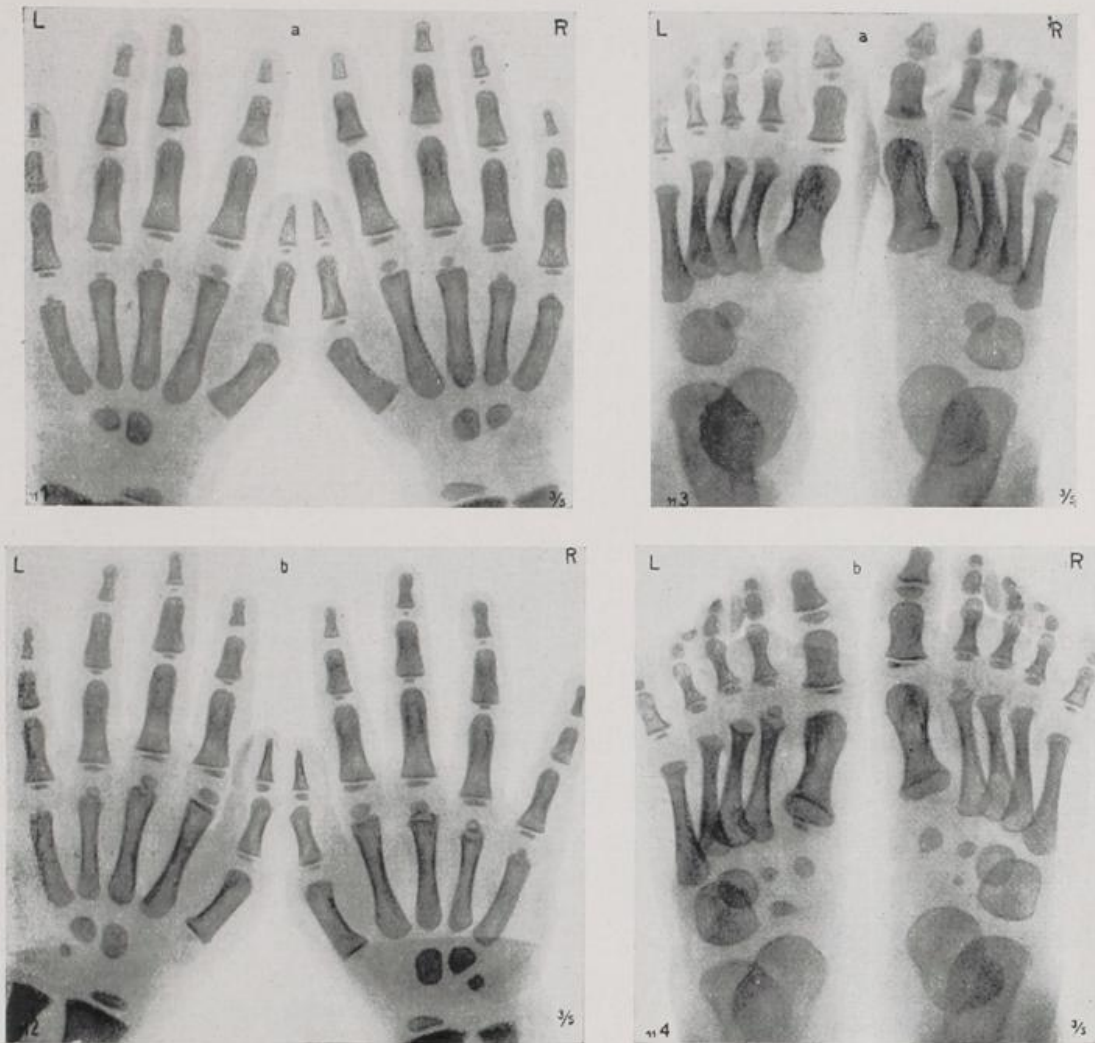


Bild 65. Hand- und Fußskelett von 2½-jährigen weiblichen ZZ. (Nach Buschke.)

In der Entwicklung des Handskeletts ist Zwilling b etwas voraus. Die Form der Mittelhandknochen zeigt deutliche Unterschiede. Beim Fußskelett ist der Reifungsgrad völlig diskordant. Bei Zwilling a sind nur Würfelbein und Keilbein 3 angelegt, bei b außerdem Keilbein 1 und 2 sowie das Kahnbein (links größer als rechts). b zeigt großen Vorsprung vor a. Die Form der Knochen zeigt grobe Unterschiede.

Rippe trägt, oder daß der letzte Brustwirbel (Nr. 19) keine Rippe mehr trägt. An der Grenze zwischen Hals- und Brustwirbelsäule können ähnliche Verschiebungen vorkommen: der 7. Halswirbel kann noch ein (verkümmertes) Rippenpaar tragen, oder dem ersten Brustwirbel (Nr. 8) können die Rippen fehlen. Schließlich ist es an der Grenze zwischen Lenden- und Kreuzwirbelsäule möglich, daß der letzte Lendenwirbel (Nr. 24) in das Kreuzbein aufgenommen wird, oder daß der 1. Kreuzwirbel (Nr. 25) noch frei ist und damit den Charakter eines Lendenwirbels zeigt.

Alle diese Einzelabweichungen von der „Norm“ konnten zunächst erbbiologisch nicht erklärt werden; sie scheinen wahllos und rein zufällig aufzutreten. Nun gelang es KÜHNE auf Grund von 10 000 Röntgenaufnahmen der Wirbelsäule und eingehenden Stammbaumuntersuchungen an 23 Familien mit 121 Personen eine klare Ordnung in die Menge der Erscheinungen zu bringen.

Alle Varietäten lassen sich in zwei Gruppen ordnen: Solche, die eine Verschiebung der Grenzen der einzelnen Wirbelsäuleabschnitte in der Richtung nach oben (kopfwärts), und solche, die eine Verlagerung der Grenzen in der entgegen-

gesetzten Richtung, also nach abwärts (steißwärts), bedeuten. Erscheinungen der ersten Art sind das Auftreten von Rippen oder verlängerten Querfortsätzen am 7. Halswirbel, die Verkümmern der Rippen am 12. Brustwirbel und die Aufnahme des letzten Lendenwirbels in das Kreuzbein. Varietäten der zweiten Richtung sind die Verkümmern des ersten Rippenpaares, das Auftreten von Rippen am ersten Lendenwirbel, das Freibleiben des ersten Kreuzwirbels und die Verwachsung des ersten Steißwirbels mit dem Kreuzbein. Bei der systematischen Verarbeitung des Materials zeigte sich nun, daß immer nur Varietäten derselben Richtung gleichzeitig an einer Wirbelsäule beobachtet werden können, niemals Varietäten, die den beiden verschiedenen Richtungen angehören würden. Daraus schloß KÜHNE, daß sich nicht die einzelne Varietät (z. B. ein überzähliges Rippenpaar oder eine Verwachsung am Kreuzbein) als solche vererbt, sondern nur die Richtung im Auftreten der Abweichungen von der Regelform. KÜHNE nennt dies die „Tendenz“; sie kann kopfwärts oder steißwärts gerichtet sein. Er nahm an, daß ein einziges Paar von Erbinheiten („Tendenz kopfwärts“ und „Tendenz steißwärts“) die ganze Vererbung der Wirbelsäulenvarietäten beherrsche und vermochte zu zeigen, daß die „Tendenz kopfwärts“ dominant, die „Tendenz steißwärts“ rezessiv auftritt. Personen mit Varietäten der Wirbelsäule in der Richtung kopfwärts können deshalb in bezug auf das Merkmal reinerbig oder mischerbig sein; Menschen, welche Wirbelsäulenvarietäten der Richtung steißwärts zeigen, müssen reinerbig sein. Auf diese Weise ließen sich die vorliegenden Erbgänge restlos und ohne Widerspruch erklären.

Bei diesen Untersuchungen blieb aber eine Frage offen: Wenn auch die „Tendenz“ in der Variabilität der Wirbelsäule als das entscheidende Merkmal erkannt worden war, so zeigte es sich doch, daß die Einzelmerkmale der „Tendenz“ in ganz verschiedener Art und Stärke ausgeprägt sein können. Die Erbanlage kann sich offenbar in verschiedener Weise manifestieren und damit verschiedene Erscheinungsbilder verursachen. Die Zwillingsmethode vermochte hier weiterzuhelfen. Ein Material von 53 EZ, 35 ZZ und 20 PZ brachte KÜHNE zunächst die vollkommene Bestätigung seiner Schlüsse aus den Stammbaumentersuchungen: bei sämtlichen EZ war die Richtung der Varietät die gleiche; eine Reihe von ZZ und PZ wiesen verschieden gerichtete Tendenz auf. Damit war die Annahme, daß sich die Vererbung der Varietäten auf ein einziges Genpaar (Allelenpaar) zurückführen lasse, voll bestätigt. Dagegen ließ sich zeigen, daß die Einzelvarietäten innerhalb der betreffenden Tendenz bei den beiden Paarlingen eines EZ-Paares häufig ungleich sind. Die Erbanlage „Tendenz kopfwärts“ oder „Tendenz steißwärts“ manifestiert sich also in verschiedener Weise; sie kann sich an verschiedenen Stellen und verschieden stark ausprägen. Diese Unterschiede in der Manifestation des Erbmerkmals sind als umweltbedingt anzunehmen. Bestimmte Ursachen sind schwer zu nennen; es sind wohl Einflüsse während der vorgeburtlichen Entwicklung (verschiedene Lage und Ernährungsverhältnisse), die derartige Unterschiede hervorrufen.

Das, was man bei der Wirbelsäule bisher die „Norm“ hieß, erhält durch diese Untersuchungen KÜHNES ein ganz neues Gesicht, ja dieser Begriff löst sich völlig auf. Die „Norm“ der Wirbelsäule ist nicht etwas, was als Regel gesetzmäßig festgelegt wäre, so daß die im einzelnen beobachteten Abweichungen als regelwidrig zu gelten hätten. Erbbiologisch gesehen existieren nur die zwei verschiedenen Anlagen „Tendenz kopfwärts“ und „Tendenz steißwärts“. Das „normal“ genannte Erscheinungsbild beruht darauf, daß die eine oder die andere dieser Erbanlagen keine genügende Durchschlagskraft gezeigt hat, oder daß die Ausprägung der Variabilität so schwach erfolgt ist, daß sie nicht mehr erfaßt werden kann.

1. Fall (EZ)

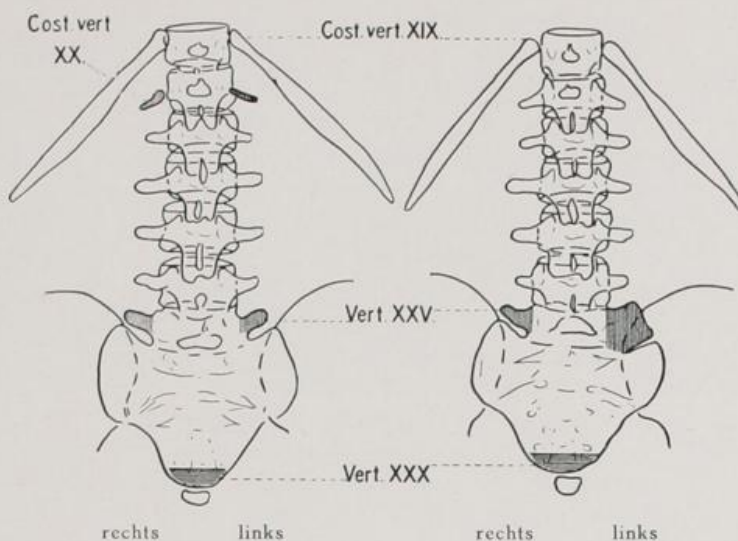
Zwilling 1:

- a) Die Rippen des 19. Wirbels sind sehr stark entwickelt. Wirbel 20 trägt ein verkümmertes Rippenpaar. Die Brust-Lenden-Grenze erscheint somit um ein Segment steißwärts verschoben.
- b) Wirbel 25 zeigt den Charakter eines Lendenwirbels. Auch hier ist die Grenze steißwärts verschoben.
- c) Wirbel 30 ist ins Kreuzbein aufgenommen.

Zwilling 2:

- a) Das Rippenpaar des Wirbels 19 ist sehr stark entwickelt.
- b) Wirbel 25 ist rechts rein lendenartig, links noch unvollkommen mit dem Kreuzbein verbunden und am Tragen des Beckens beteiligt.
- c) Wie bei Zwilling 1.

Beide Zwillinge zeigen Verschiebungen der Grenzen nach unten („Tendenz steißwärts“).



2. Fall (EZ)

Zwilling 1:

- a) Wirbel 19 trägt links eine stark rückgebildete Rippe, rechts sogar nur noch einen lendenartigen Seitenfortsatz.
- b) Wirbel 24, der letzte Lendenwirbel der Regel, ist rechts lendenartig, links unvollkommen ins Kreuzbein aufgenommen.
- c) Wirbel 29 ist ganz aus dem Kreuzbein ausgeschieden.

Zwilling 2:

- a) Die Rippen von Wirbel 19 sind sehr stark rückgebildet.
- b) Wirbel 24 ist ganz ins Kreuzbein aufgenommen.
- c) Wie bei Zwilling 1.

Beide Zwillinge zeigen Verschiebungen der Grenzen nach oben („Tendenz kopfwärts“).

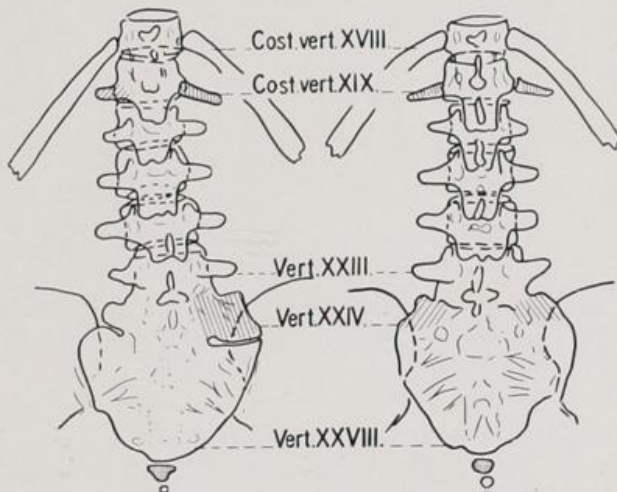


Bild 66. Varietäten der Wirbelsäule von EZ.
(Nach Kühne.)

Die Untersuchungen KÜHNES zeigen überaus eindrucksvoll, wie das phänotypische körperliche Merkmal und das erbbiologische Merkmal etwas ganz Verschiedenes sind. Das von einem Genpaar bestimmte erbbiologische Merkmal umfaßt einheitlich alle Arten der Varietäten der Wirbelsäule in derselben Richtung, dazuhin noch die Verteilung der den Wirbeln entsprechenden Nerven, Muskeln und Gefäße, ist also für eine Vielheit von phänotypischen Merkmalen verantwortlich. Die Untersuchungen zeigen auch, wie die Stammbaumforschung und die Zwillingsforschung erfolgreich zusammenwirken können: Die Ergebnisse der Stammbaumforschung konnten durch Zwillingsuntersuchungen bestätigt und endgültig gesichert werden; dazuhin vermochte die Zwillingsforschung in der Erkenntnis der Manifestation der Erbanlagen tiefer zu führen.

Die **Zähne**, ein besonders spezialisierter Teil des Skeletts, sind schon eingehend mit Hilfe der Zwillingsmethode untersucht worden; besonders zu nennen sind die Arbeiten von KORKHAUS. Die Zahnstellung erwies sich hierbei in der Hauptsache als erblich bedingt; sie findet sich bei EZ regelmäßig übereinstimmend. Raum-

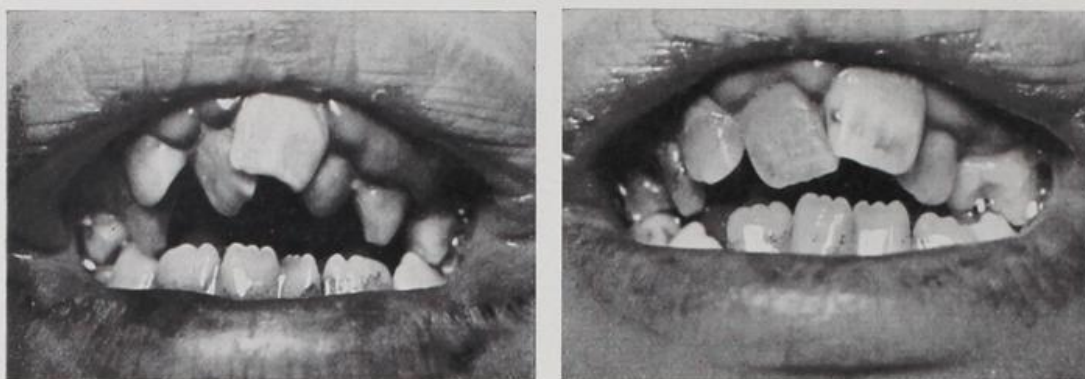


Bild 67. Zähne eines EZ-Paares.

(Phot. Universitätsinstitut für Erbbiologie und Rassenhygiene Frankfurt a. M.)

Form und Struktur der Zähne stimmen völlig überein. Beide Gebisse zeigen im Oberkiefer den gleichen Raumangel, der zu zufällig bedingten Verschiedenheiten der Zahnstellung führt.

mangel hat unregelmäßige Zahnstellung zur Folge; diese kann dann bei EZ zufällig bedingte Verschiedenheiten zeigen (siehe Bild 67). Die Form der Zähne zeigt nach KORKHAUS oft eine verblüffende Übereinstimmung bis in die kleinsten Einzelheiten hinein. Die Verhältnisse beim einen Zwilling sind oft „eine fast genaue Kopie des anderen“. Im Gegensatz dazu finden sich bei den zZ wohl auch gewisse Ähnlichkeiten, nie dagegen eine völlige Übereinstimmung.

3. Haut und Haare

Die **Hautfarbe** ist bei EZ sehr ähnlich, bei ZZ häufig recht verschieden. In dem durch VON VERSCHUER gesammelten Material des Berliner Kaiser-Wilhelm-Instituts erwiesen sich unter 135 EZ-Paaren 117 als völlig konkordant; die übrigen Paare zeigten Unterschiede, die durch äußere Einflüsse erklärt werden konnten. Eine Diskordanz fand sich in keinem einzigen Falle; dagegen waren von 103 ZZ-Paaren 57 diskordant. **Sommersprossen** treten bei EZ fast durchweg völlig konkordant auf, so daß sie für die Ähnlichkeitsdiagnose verwendet werden können (SIEMENS und VON VERSCHUER). Die Gleichheit von Sommersprossen kann bis in lächerliche Einzelheiten gehen: Bei einem ununterscheidbaren EZ-Schwesternpaar freute sich die Lehrerin, in einer stark ausgeprägten Sommersprosse an der Nasenspitze schließlich ein Unterscheidungsmerkmal gefunden zu haben; 14 Tage darauf wies auch die Zwillingsschwester an derselben Stelle eine genau gleich große Sommersprosse auf.*

Eine besondere Rolle in der Anthropologie wie in der menschlichen Erbforschung spielen seit langem die auf der Haut zu beobachtenden **Papillarlinien**. Die Haut der Finger und des Handinnern sowie der Fußsohle trägt beim Menschen ein feines System von Leisten, das ganz bestimmte Muster aufweist. GALTON war der erste, der ihre Erforschung in Angriff nahm. Die Tatsache, daß diese Linienmuster während des ganzen Lebens unverändert dieselben bleiben und praktisch bei keinem Menschen vollkommen gleich gefunden werden wie bei einem anderen, hat ja bekanntlich dazu geführt, daß sie (besonders die Muster der Fingerendglieder) beim kriminalistischen Erkennungsdienst verwendet werden (Daktyloskopie). Seit GALTON haben diese Linienmuster aber auch die Erbforscher beschäftigt, und es ist begreiflich, daß auch mit Hilfe der Zwillingsmethode an die Frage ihrer Erbbestimmtheit herangegangen wurde. Von dem Versuch POLLS in der von ihm durchgeführten ersten deutschen Zwillingsarbeit wurde schon berichtet. Während der letzten 15 Jahre ist nun die Frage der Vererbung der Fingerleisten insbesondere durch die bedeutenden Arbeiten

* Mündliche Mitteilung von Studienrat Dr. P. Müller (Urach).

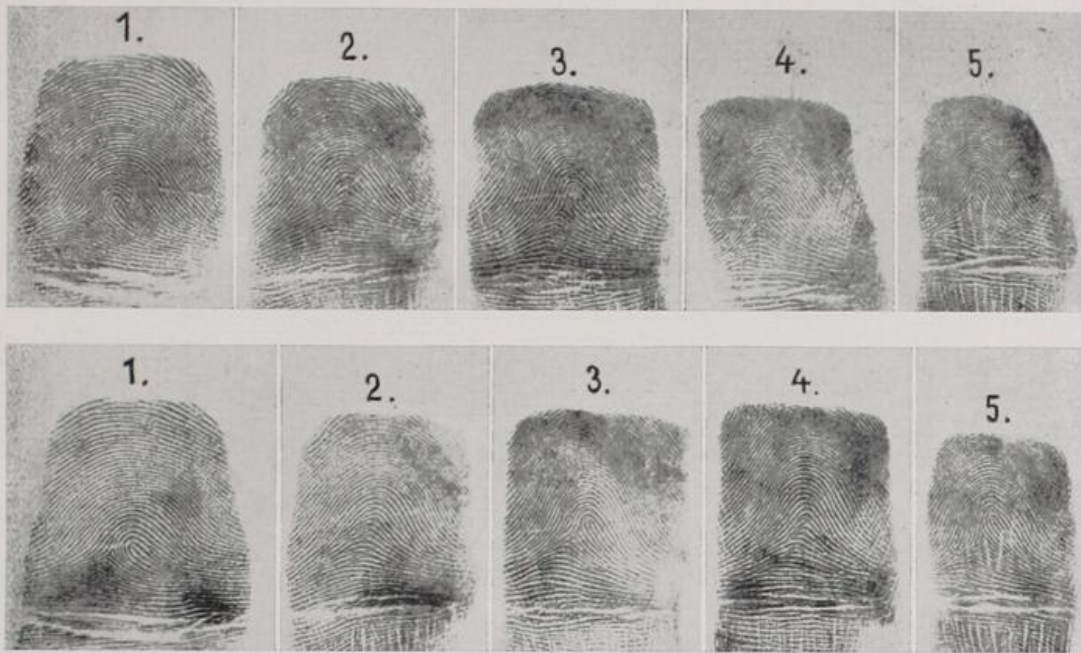


Bild 68. Fingerabdrücke eines EZ-Paares, rechte Hand.

der norwegischen Forscherin KRISTINE BONNEVIE geklärt worden. Es gelang ihr, über die Vielgestaltigkeit der Formen hinaus zur Erkenntnis der sie bedingenden Erbfaktoren vorzudringen. Die Fingerleisten entstehen dadurch, daß sich schon im zweiten Monat der Keimesentwicklung die Haut der Fingerkuppen in Falten legt; von BONNEVIE sind drei unabhängige Gene für die Bildung dieser Falten festgelegt worden. Die Linienmuster (Bogen, Schleife, Wirbel) sind nicht als solche erblich; die der ganzen Entwicklung der Hautfalten zugrunde liegenden

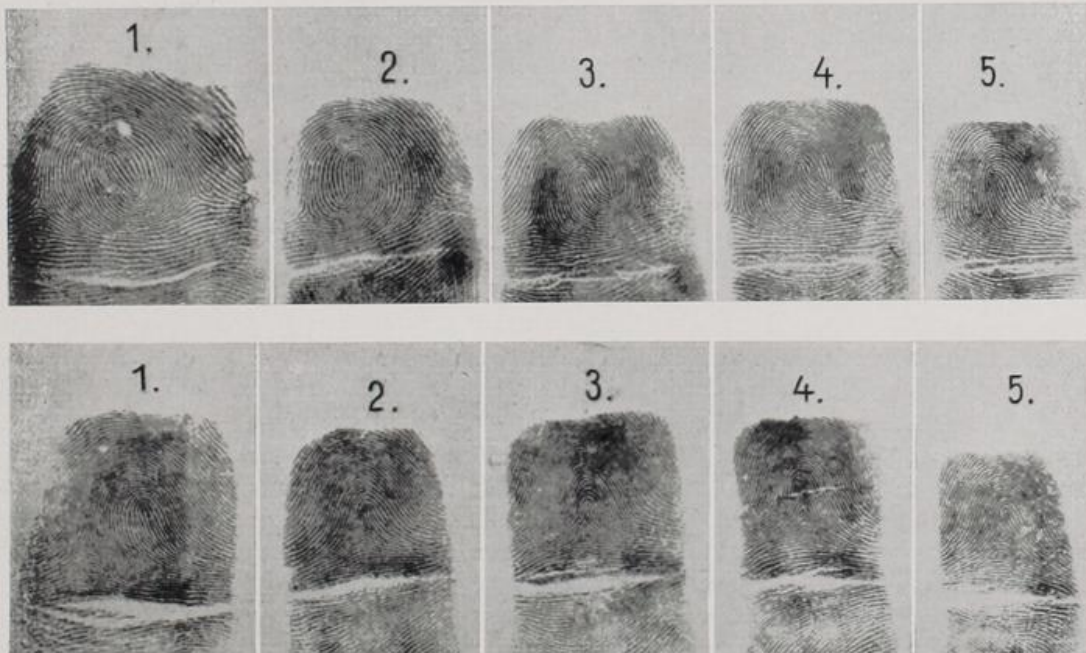


Bild 69. Fingerabdrücke eines ZZ-Paares, rechte Hand.

(Phot. Bild 68 und 69 Universitätsinstitut für Erbbiologie und Rassenhygiene Frankfurt a. M. Aus „Umschau“ 1937.)



Bild 70. Abdrücke des linken Ringfingers von Zwilling C und des rechten Ringfingers von O (vgl. Bild 89). Die Muster sind sehr ähnlich; in den minutiae zeigen sich Verschiedenheiten. (Nach Newman.)

Erbfaktoren bewirken aber, daß die Muster bei EZ tatsächlich weitgehend, wenn auch nicht vollständig übereinstimmen. Wie weit die Übereinstimmung in den Mustern gehen kann, zeigt das Bild der Fingerleisten der beiden rechten Hände eines EZ-Paares im Vergleich mit denen eines ZZ-Paares (siehe Bild 68 und 69). Bei dem EZ-Paar ist die Übereinstimmung in den Mustern nahezu vollkommen; nur beim 4. Finger zeigt sich eine nicht sehr große Verschiedenheit. EZ können aber wesentlich größere Verschiedenheiten aufweisen. Stocks nimmt an, daß bei gleichgeschlechtigen Zwillingen Eineiigkeit vorliegt, wenn bei mindestens 7 Fingern entsprechender oder spiegelbildlicher Hände gleiche Muster auftreten. In einzelnen Fällen treten allerdings auch bei sicheren EZ noch mehr Diskordanzen auf. Dies zeigt, daß die Untersuchung der Fingermuster wohl in einer großen Zahl von Fällen die Zwillingsdiagnose allein für sich erlaubt, daß aber auch Zweifelsfälle übrig bleiben, bei denen die Entscheidung über die Eineiigkeit erst nach Heranziehung weiterer Merkmale getroffen werden kann.

Zu der Gleichheit der Muster ist noch zu bemerken, daß sie nicht bis in die allerfeinsten Einzelheiten geht. Die „*minutiae*“ sind bei allen Menschen verschieden. In welcher Art dies der Fall ist, zeigt Bild 70 an Fingerabdrücken der von NEWMAN beschriebenen Zwillinge C und O (Fall 3, Bild 89). Die Übereinstimmung im Muster ist so groß, daß sie nach NEWMAN allein schon für sich kaum einen Zweifel an der Eineiigkeit übrig läßt; trotzdem sind bei genauer Betrachtung der feinsten Einzelheiten die beiden Fingerabdrücke sehr wohl unterscheidbar.

Höheren Wert als die Feststellung der Muster hat der Vergleich des „*quantitativen Wertes*“ der Papillarlinien. Er entspricht der Zahl der Leisten, die von einer nach bestimmter Regel durch das Muster gelegten Geraden geschnitten werden. In dieser Zahl prägen sich die drei von BONNEVIE erkannten Erbfaktoren unmittelbar aus als in den Mustern. VON VERSCHUER berechnete für einen bestimmten Finger den durchschnittlichen Unterschied der quantitativen Werte zwischen den beiden Händen einer und derselben Person, ebenso zwischen der rechten Hand des einen und der linken Hand des anderen Paarlings, und schließlich zwischen den beiden rechten oder den beiden linken Händen der beiden Zwillinge. Er kam zu

dem sehr interessanten Ergebnis, daß der Unterschied zwischen den entsprechenden Händen der beiden Zwillinge geringer war als zwischen der rechten und der linken Hand eines einzelnen Zwillinges. Dieser Unterschied war genau gleich groß wie der zwischen der rechten Hand des einen und der linken Hand des anderen Paarlings. Die beiden entsprechenden Hälften zweier EZ gleichen sich also in den Fingerleisten mehr als die rechte und linke Körperhälfte ein und derselben Person. Es ist schon die Anschauung vertreten worden, daß der eine Zwilling der linken, der andere Zwilling der rechten Körperhälfte eines ursprünglich einheitlichen Wesens entspreche; die geschilderte Erscheinung ist ein klarer Beweis gegen diese Annahme.

Auch die ganze Handfläche läßt bestimmte Muster von Papillarleisten erkennen. Amerikanische Forscher (WILDER und NEWMAN) erklären, daß die Handabdrücke für die Diagnose der Eiigkeit geeigneter seien als die Fingerabdrücke. Eine sehr eingehende neue Untersuchung von MEYER-HEYDENHAGEN stellte fest, daß die Ähnlichkeit stark, doch nie exakt sei. Die Vererbung legt mit beachtenswerter Genauigkeit die Häufigkeit und Anordnung der Muster und anderer großer Züge fest; dagegen ist die Ausführung der einzelnen Leisten individuell. In etwa 90% der Fälle kann allein schon auf Grund der Muster der Handfläche die Eiigkeitsdiagnose gestellt werden.

Haare sind Bildungen der Haut. Die **Haarfarbe** zeigt bei EZ meist eine sehr große Übereinstimmung; manchmal kann sogar die völlige Gleichheit der abweichenden Färbung einzelner Strähnen festgestellt werden. Nur bei 10,6% der EZ-Paare fand von VERSCHUER verschiedene Haarfarbe, bei den zZ in 77,5% der Fälle. Da unsere Bevölkerung in bezug auf die Erbanlagen der Haarfarbe stark durchmischt ist, ist dieses Merkmal für die Zwillingsdiagnose gut geeignet. Anders steht es mit der **Haarform**. Wohl wird bei EZ die Haarform durchweg konkordant gefunden, ebenso aber bei 79% der zZ. Dies rührt daher, daß die Erbanlage für schlichtes Haar in der Bevölkerung die Erbanlagen für andere Haarformen zahlenmäßig weit überwiegt.

Die **Augenbrauen** zeigen in unserer Bevölkerung erhebliche Unterschiede nach Lage, Breite, Höhe, Wölbung des Brauenbogens, Abstand in der Mitte, Art und Länge der Haare und Wirbelbildung. EZ stimmen in den Augenbrauen so gut wie immer vollständig überein, zZ nur in der Hälfte der Fälle.

4. Augen, Ohren, Nase

Die **Augenfarbe** ist ein Merkmal, das bei den meisten EZ außerordentlich stark übereinstimmt. Von VERSCHUER fand bei 86,7% völlige Übereinstimmung, bei 12,9% Ähnlichkeit mit kleinen Abweichungen und nur bei einem einzigen von 256 Paaren eine Verschiedenheit. Eine spätere Nachuntersuchung zeigte aber, daß der Unterschied sich fast völlig ausgeglichen hatte. Im Gegensatz dazu zeigten nur 13% der zZ-Paare völlig gleiche Augenfarbe, 18% wiesen kleine Abweichungen auf und 72% waren verschieden. Wenn EZ in seltenen Fällen verschiedene Augenfarbe zeigen, so muß dabei bedacht werden, daß auch die beiden Augen einer und derselben Person Verschiedenheiten aufweisen können. Bild 71 zeigt den bemerkenswerten Fall zweier EZ, von denen der eine zwei blaue, der andere ein braunes und ein blaues Auge besitzt. Das eine braune Auge beweist, daß neben der Erbanlage für blaue Augenfarbe auch eine solche für braune Augenfarbe vorhanden sein muß. Diese Anlage manifestiert sich aber nur in der geschilderten Weise; ein interessantes Beispiel für eine bei einem Partner einseitig auftretende Manifestationsschwankung.

In der Frage der erblichen Bestimmtheit der **Brechungseigenschaften** des Auges haben die Arbeiten des holländischen Augenarztes WAARDENBURG wertvolle Ergebnisse gebracht. Von der Regel abweichende Brechungs- und Längenverhältnisse des Auges führen zu Weitsichtigkeit und Kurzsichtigkeit, eine anormale Krümmung der Hornhaut verursacht Astigmatismus. Besonders stark hat von jeher

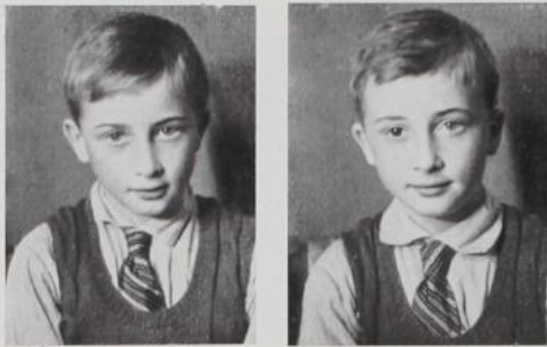


Bild 71. Der erste Partner des EZ-Paares hat zwei blaue Augen, der zweite ein braunes und ein blaues Auge. (Phot. M. Schiller.)

die Frage interessiert, ob **Kurzsichtigkeit** durch äußere Einwirkung, insbesondere durch langandauernde angestrengte Naharbeit erworben werde, oder ob sie erblich bedingt sei. Früher war die erste Ansicht allgemein herrschend. Kurzsichtigkeit galt als eine „Kulturkrankheit“; insbesondere die Schule wurde für ihre Entstehung verantwortlich gemacht. Dann wiesen aber die Häufung der Kurzsichtigkeit in einzelnen Familien sowie eingehende Stammbaumentersuchungen recht deutlich auf eine starke erbliche Bedingtheit hin; eine Bestätigung dieser Ansicht

haben Zwillingsuntersuchungen ergeben. Nach WAARDENBURG, der alle bekannten, von ihm selber und von anderen Forschern untersuchten Fälle zusammengestellt hat, ergab sich bei 137 EZ-Paaren nur 9mal eine stärkere Diskordanz der optischen Leistungsfähigkeit an einem oder zwei der vier Augen des Zwillingspaares; in etwa $\frac{3}{4}$ aller Fälle bestand fast völlige Übereinstimmung. Soweit bei den beiden Partnern von EZ-Paaren Unterschiede in den Brechungsverhältnissen gefunden werden, liegen diese innerhalb der Modifikationsbreite des Merkmals. Wenn auch beim Einzelmenschen Unterschiede in der Brechkraft seiner beiden Augen vorhanden sein können (sogenannte „Anisometropie“), so spricht das Vorhandensein von Unterschieden derselben Größe bei den Partnern eines EZ-Paares auch nicht gegen die erbliche Bestimmtheit des Merkmals. Soweit eine Diskordanz in den Brechungseigenschaften der Augen von EZ vorkommt, bezieht sie sich meist auf unterschiedlichen Astigmatismus. Im ganzen konnte aber festgestellt werden, daß stärkere Unterschiede der Gesamtbrechungskraft des Auges bei EZ eine Seltenheit sind. Im Gegensatz dazu zeigen zZ zu einem erheblichen Teil recht deutliche, in einzelnen Fällen sogar sehr große Unterschiede. Nach WAARDENBURG kann auf Grund der oft vorkommenden Diskordanz der zZ und der stark überwiegenden Konkordanz der EZ an der überwiegenden Bedeutung der Vererbung für die Brechungsverhältnisse des Auges nicht mehr gezweifelt werden. Daß oft gerade im Entwicklungsalter ein starkes Fortschreiten der Kurzsichtigkeit erfolgt, ist nicht auf das Lesen und Schreiben in der Schule, sondern auf innere Gründe, die gerade in diesem Alter einsetzende Manifestation einer vorhandenen Erbanlage, zurückzuführen.

Für gewöhnlich finden bei der Erfassung des Erscheinungsbildes eines Menschen die **äußeren Ohren** keine besondere Beachtung; sie zeigen aber ungemein bezeichnende, individuell stark verschiedene Formen und sind damit ein sehr ergiebiger Gegenstand der Erbforschung. Die Gestalt des äußeren Ohres wird in ihrer charakteristischen Ausprägung durch eine größere Anzahl von Erbanlagen bedingt. Ausgedehnte Untersuchungen über die Vererbung der Formen des Ohres sind vor allem von QUELPRUD durchgeführt worden. Die Ohren von EZ sind fast durchweg außerordentlich ähnlich; bei etwa $\frac{1}{5}$ der Fälle finden sich kleinere Variationen; kaum je kann ein größerer Unterschied festgestellt werden. Bei einem Vergleich der Ohrmaße einer größeren Zahl von EZ fand QUELPRUD, daß die Unterschiede zwischen den gleichseitigen und den spiegelbildlichen Ohren zweier EZ im Durchschnitt nicht größer sind als der Unterschied zwischen den beiden Ohren einer und derselben Person. Im Gegensatz dazu zeigen zZ recht erhebliche Unterschiede in den Formen und Maßen ihrer Ohren; unter 80 Paaren fand QUELPRUD nur eines mit großer Ähnlichkeit; mehr als $\frac{4}{5}$ erwiesen sich als erheblich verschieden.

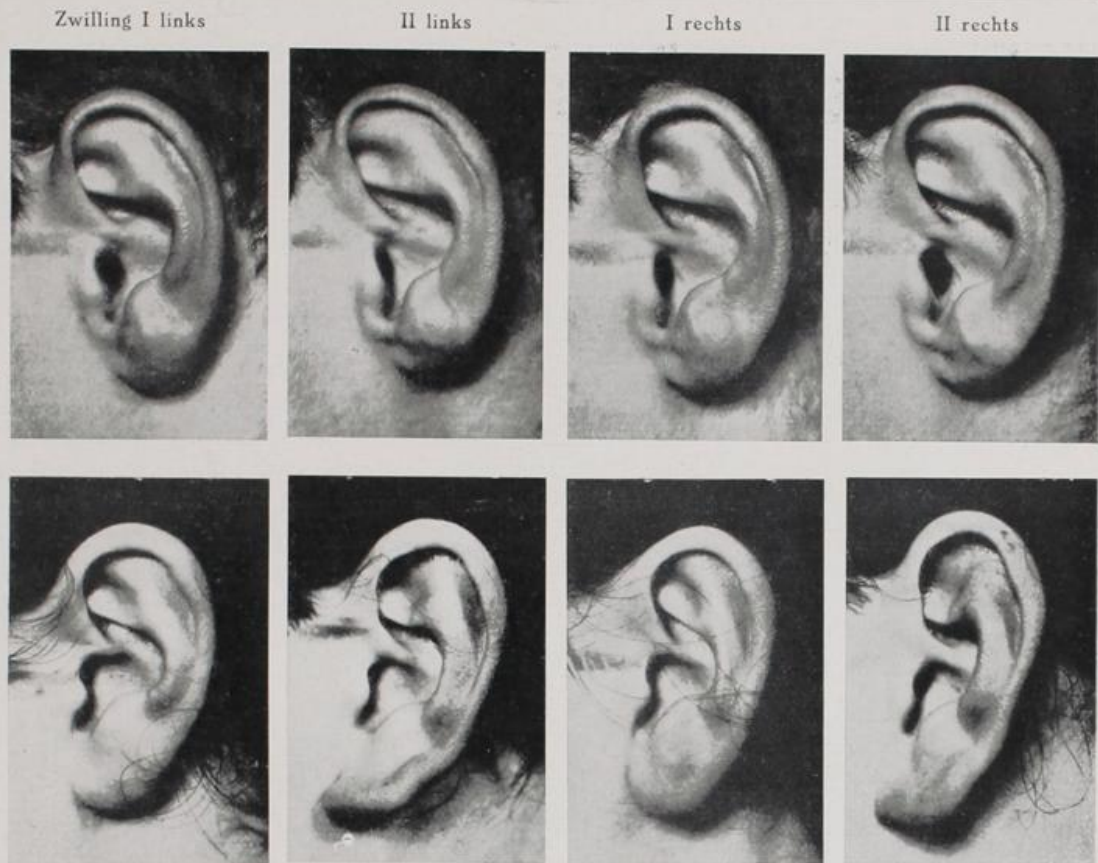


Bild 72. Oben: Ohren eines EZ-Paares. Unten: Ohren eines ZZ-Paares.

Die rechten Ohren sind spiegelbildlich kopiert, um den Vergleich der Formen zu erleichtern.

(Phot. Universitätsinstitut für Erbbiologie und Rassenhygiene Frankfurt a. M.)

Ähnliches wie für das äußere Ohr gilt auch für die **Nase**. Sie zeigt besonders in ihren fleischigen Teilen eine sehr große Variabilität nach Maß und Form der einzelnen Teile (Länge, Breite, Höhe, Nasenwurzel, Rücken, Nasenflügel, Nasenscheidewand, Form und Stellung der Nasenlöcher). An dem Bau der Nase sind mindestens 5 verschiedene Erbanlagen beteiligt. Aus der Mitwirkung so zahlreicher Gene erklärt sich die sehr weitgehende Übereinstimmung der Nase bei EZ und die weit überwiegende Diskordanz bei zZ.

5. Innere Organe, ihre Tätigkeit und ihre Erkrankungen

Das Blut wird durch die **O rg a n e** des **K r e i s l a u f s** den verschiedenen Teilen des Körpers zugeleitet. WEITZ berichtet, daß das **Herz** bei EZ nach Größe und Gestalt im allgemeinen eine geradezu verblüffende Ähnlichkeit zeige; die Querdurchmesser entsprechen sich nach seinen Untersuchungen meist bis auf den Millimeter. Bestimmte Herzformen wie das „Tropfenherz“ werden konkordant gefunden (Bild 73). Dagegen treten **Herzfehler** auch bei EZ recht häufig diskordant auf. Die Höhe des **B l u t d r u c k s** ist stark erbbedingt; sowohl Überdruck als Unterdruck sind bei EZ fast durchweg konkordant, auch wenn die Lebensweise der beiden Zwillinge recht verschieden ist. (Vgl. Erläuterung zu Bild 52.)

Besonders eindrucksvoll sind die Ergebnisse der Zwillingsforschung am **Capillarsystem**. Die Capillaren sind die letzten und feinsten Verästelungen der Blutgefäße, welche die Gewebe mit einem überaus engen Netz durchdringen. In diesen letzten Verzweigungen finden der Gasaustausch und die Verbrennung der Nahrungsstoffe

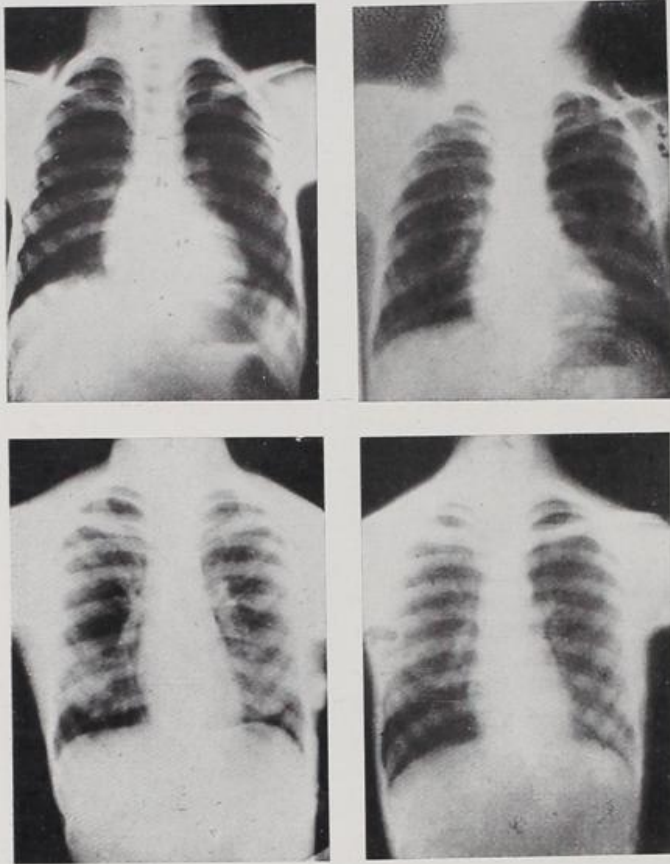


Bild 73. Gleiche Herzform bei EZ. Unteres Zwillingpaar mit „Tropfenherz“. (Nach von Verschuer und Zipperlen.)

der Capillaren und eine harmonische Beschaffenheit des ganzen Körpers entsprechen einander in der Regel; unregelmäßige Formen können auf eine unharmonische Persönlichkeit hindeuten. Wenn auch von einzelnen Forschern zuviel aus dem Capillarbild herauszulesen versucht wurde, so ist es doch auf alle Fälle von großem Reiz, den eigentümlichen, verschiedengestaltigen Formen der Capillaren nachzugehen. „Ein Miniaturporträt der gefäßlabilen Persönlichkeit hat die Natur im Capillarbild mit feinen oder groben Linien in tausendfältiger Abart auf den Untergrund der Gewebe gezeichnet.“ (M. SCHILLER.)

Die starke Variabilität im Capillarsystem ließ es besonders interessant und ergiebig erscheinen, auch Zwillinge auf ihr Capillarbild hin zu prüfen. In neuerer Zeit hat M. SCHILLER an Stuttgarter Zwillingen eine eingehende Untersuchung des Capillarbildes durchgeführt. Ihr Eindruck ist: „Es gehört mit zu den größten Überraschungen, die der Untersucher der Capillaren erlebt, wenn er die ganz gleichen Bilder der EZ neben den oft total verschiedenen der ZZ betrachtet.“ Das Capillarbild erwies sich bei sämtlichen 80 untersuchten EZ-Paaren als gleich. Die Formen in ihrer normalen Beschaffenheit wie in der Art und dem Grad der unregelmäßigen oder gar krankhaft veränderten Bilder waren bei EZ immer bei beiden gleich zu finden. Auch in der Funktion ergab sich die größte Übereinstimmung; es zeigte sich der gleiche unruhige oder ruhige Ablauf der Blutbewegung. Im Gegensatz hierzu war das Capillarbild bei den ZZ niemals völlig gleich, zwar öfters mehr oder weniger ähnlich, sehr häufig aber auch ganz unähnlich. Die in Bild 74 wiedergegebenen Capillarbilder von EZ und ZZ lassen Gleichheit und Unterschiede in eindrucksvoller

statt. Die Eigentümlichkeiten des Capillarsystems sind zuerst von OTFRIED MÜLLER eingehend und zusammenfassend beschrieben worden. Die mikroskopische Untersuchung der Capillaren kann an verschiedenen Stellen der Haut erfolgen; am einfachsten geschieht sie an dem Häutchen des Nagelfalzes. Die zu untersuchende Stelle wird mit einem Tropfen Cedernöl benetzt und stark beleuchtet; bei etwa 50facher Vergrößerung treten dann die Capillaren deutlich heraus. Bei verschiedenen Menschen zeigen sie ganz verschiedene Form und Stärke. Man gewinnt den Eindruck, daß das Capillarsystem in seiner Ausprägung erblich festgelegt ist und wird weiterhin zu der Vermutung geführt, daß die Art dieser Ausprägung mit anderen Zuständen des Gesamtkörpers zusammenhängt. Zweifellos kommt dem Capillarsystem im Organismus eine hohe Bedeutung zu. Regelmäßige Formen

1. Capillarbilder von EZ:

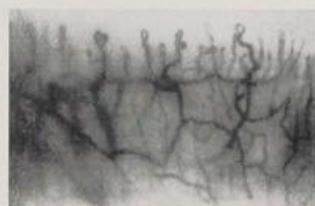
- a) Bei beiden sehr regelmäßiges Capillarbild; „Haarnadelform“.



- b) Bei beiden stark gestörtes Bild; fast keine Capillare entspricht der Haarnadelform; Kaliber der Gefäße verdickt.



- c) Bei beiden stark ausgeprägtes Grundnetz, leicht unregelmäßige Formen, starke Füllung der venösen Schenkel.

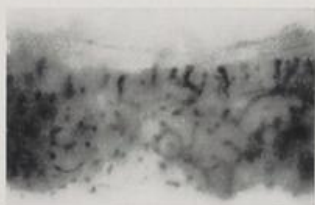


2. Capillarbilder von ZZ:

- a) Beim einen Zwilling größere und weitere, beim anderen kleine, enge und gewundene Capillaren.



- b) Beim einen Zwilling lange und schlanke, meist gut geformte Capillaren, beim anderen Kümmerformen.



- c) Der eine Zwilling zeigt starke Knäuelbildung an fast jeder Capillare; der andere zeigt die gleiche Anomalie, aber viel geringer ausgebildet.



Bild 74. Capillarbilder von EZ und ZZ. (Nach M. Schiller.)

Weise erkennen. Während bei den EZ in 100% der Fälle absolute Konkordanz bestand, zeigten nur 27,7 v. H. der ZZ mäßige Konkordanz, 72,3% waren diskordant.

LEHMANN und HARTLIEB kamen (1937) zu etwas anderen Ergebnissen: Von 50 EZ-Paaren fanden sie nur 42 (= 84%) ganz gleich, von 37 ZZ-Paaren 1 (= 2,7%). Der Begriff der völligen Übereinstimmung ist von LEHMANN und HARTLIEB wohl etwas strenger gefaßt worden als von SCHILLER. Für die Unterschiede bei EZ konnten sie in mehreren Fällen besondere Umweltverhältnisse (z. B. verschiedene Kost, körper-

liche Arbeit, den Zustand des Herzens) verantwortlich machen. Im wesentlichen stimmen aber die Ergebnisse der beiden Arbeiten durchaus überein; sie zeigen, daß die Ausprägung des Capillarsystems ganz vorwiegend erblich bestimmt ist. Als ein sehr stabiles Merkmal eignet sich das Capillarbild auch gut für die Eiigkeitsdiagnose.

Daß die Zusammensetzung des Blutes in einer Reihe von Einzeleigenschaften erbmäßig bestimmt ist, haben Zwillingsuntersuchungen klar ergeben, am deutlichsten für die sogenannten „**Blutgruppen**“. Nach den Verballungserscheinungen an den roten Blutkörperchen unterscheidet man 4 Blutgruppen: A, B, AB und 0 (Null). Der Zugehörigkeit zu den verschiedenen Gruppen liegen drei verschiedene Erbeinheiten zugrunde, die zueinander im Verhältnis der multiplen Allelie stehen, zusammen eine Serie bilden. Von diesen drei Erbeinheiten kann ein Mensch in dem entsprechenden Chromosomenpaar jeweils nur zwei besitzen. VON VERSCHUER und SCHIFF haben an einem Material von 446 Zwillingspaaren die Blutgruppeneigenschaft nachgeprüft und hierbei alle EZ konkordant gefunden. Da auch etwa $\frac{2}{3}$ der ZZ Konkordanz zeigt, so ist es klar, daß die Übereinstimmung in den Blutgruppen bei zwei Zwillingen für sich noch keinen diagnostischen Wert hat; dagegen schließt die Nichtübereinstimmung die Eineiigkeit mit voller Sicherheit aus.

Die vollständige Übereinstimmung beweist, daß alle EZ-Paare in den Blutgruppeneigenschaften erbgleich sind. Bei anderen Eigenschaften, die nicht in allen Fällen bei den beiden Partnern eines EZ-Paares übereinstimmen, muß zur Wahrung der Annahme von der Erbgleichheit der Zwillinge angenommen werden, daß sich die gleiche Erbanlage nicht in allen Fällen gleich manifestiert. Wenn EZ in den Blutgruppen immer konkordant sind, so folgt daraus, daß die Ausprägung der Blutgruppeneigenschaften unabhängig von jedem Umwelteinfluß erfolgt, daß also in ihnen ein Erbmerkmal mit einer Manifestationswahrscheinlichkeit von 100% vorliegt.

Untersuchungen über die Beschaffenheit der einzelnen festen Bestandteile des Blutes und des Hämoglobingehalts zeigten durchweg bei EZ die stärkere Übereinstimmung; auch gewisse gefährliche **Blutkrankheiten** sind schon mehrfach bei EZ konkordant beobachtet worden. So wurde bei einem EZ-Paar perniziöse Anämie konkordant beobachtet, beim einen Zwilling im 57., beim anderen im 58. Lebensjahr. Ebenso ist von EZ die übereinstimmende Erkrankung an Leukämie berichtet worden; zwei jüdische Schuhflicker erkrankten hieran im Alter von 56 Jahren und starben an der Krankheit im Abstand von zwei Monaten; auch die Art, wie sich die Krankheit äußerte, war bei beiden sehr ähnlich.

Von den Organen des Stoffwechsels ist der **Magen** nach Form und Größe wie in seiner Funktion erblich bestimmt. Alle seine Funktionen verlaufen bei EZ ähnlicher als bei ZZ; dies ist z.B. für die Säureabscheidung nachgewiesen worden. WEITZ berichtet von EZ, die beide einen schwachen Magen hatten und schwere Speisen in ganz derselben Weise nicht ertragen konnten, besonders kein neugebackenes Brot und keinen Kuchen. Neigung zu Verstopfung kommt bei EZ viel häufiger übereinstimmend vor als bei ZZ. Untersuchungen über Einzelvorgänge des Stoffwechsels wie über den Blutzuckerwert oder den Eiweißumsatz ergaben bei EZ durchweg größere Übereinstimmung als bei ZZ.

Besonders deutlich hat sich schon durch Zwillingsuntersuchungen die Erbbestimmtheit von Stoffwechselkrankheiten nachweisen lassen. Die nachstehende, von MICHAELIS (1904) berichtete Krankengeschichte eines Falles von **Zuckerkrankheit** mit einer Reihe bezeichnender Folgen der Störung des Zuckerstoffwechsels zeigt dies mit großer Eindringlichkeit.

Von zwei EZ wurde der eine höherer Beamter und stand als solcher zuletzt an der Spitze einer großen Verwaltung. Er lebte in der Großstadt und war unverheiratet geblieben. Sein Zwillingsbruder lebte als Gutsbesitzer, war verheiratet und hatte Kinder. Als Sechziger erkrankten sie beide an Zuckerkrankheit, die zu Gehstörungen und großer psychischer Erregbarkeit bei den sonst vornehmen und ruhigen Naturen führte. Im weiteren Verlauf der Erkrankung stellte sich bei beiden Brüdern auch noch Eiweißabscheidung im Harn und im Zusammenhang damit eine Netzhautentzündung ein, die sie beide ohne Wissen voneinander zunächst ohne sachverständige Beratung durch starke Konvexgläser auszugleichen versuchten. Weiterhin trat bei beiden ein offenes Geschwür an einer Zehe auf; innerhalb weniger Wochen starben dann beide an Urämie.

Die bisher bekannt gewordenen Fälle von Zuckerkrankheit bei Zwillingen zeigen, daß EZ meist gleiches Verhalten aufweisen, während zZ sich fast immer verschieden verhalten. Die Entstehung der Zuckerkrankheit ist also erbbedingt; dafür, daß die Anlage sich manifestiert, können aber Umwelteinflüsse von Bedeutung sein. So berichtet UMBER von einem EZ-Paar, von dem der eine Zwilling, der als Gastwirt reichlich aß und trank, eine manifeste Zuckerkrankheit hatte, während der andere, mäßigere, gesund blieb; seine pathologische Blutzuckerkurve bewies aber, daß auch er die Anlage zur Zuckerkrankheit besaß.

Auf einer krankhaften Störung des Kalkstoffwechsels beruht die **Rachitis** (Englische Krankheit). Sie tritt insbesondere bei Kindern des 1. und 2. Lebensjahres auf. Bei den Erkrankten verkalkt der Knochen nicht rechtzeitig, sondern bleibt weich und biegsam; schon gebildeter Knochen wird oft wieder entkalkt. Die Folge davon können allerhand Deformationen des Knochensystems sein. Es ist von jeher bekannt, daß äußere Einflüsse (unzweckmäßige vitaminarme Ernährung, unhygienische Wohnverhältnisse, Mangel an Luft und Licht) für die Entstehung der Krankheit von Bedeutung sind. Daß die Erklärung durch solche Umweltverhältnisse nicht ausreicht, geht aber daraus hervor, daß viele Kinder trotz solcher Einflüsse gesundbleiben, andere in günstigsten Umweltverhältnissen erkranken. Außerdem ist schon seit längerer Zeit eine Häufung der Rachitis in bestimmten Familien nachgewiesen worden. Eine Klärung der Frage haben erst Zwillingsuntersuchungen gebracht. LEHMANN hat an einer auslesefreien Serie von 60 rachitischen EZ-Paaren und 74 solchen zZ-Paaren nachgewiesen, daß die EZ in 88,5% der Fälle gleiches Verhalten zeigten, die zZ nur in 22,4% der Fälle. Diese Zahlen beweisen einwandfrei die maßgebende Bedeutung der Erbanlage für das Entstehen der Rachitis. Bei den meisten diskordanten EZ konnten bestimmte Umweltverhältnisse für das verschiedene Verhalten verantwortlich gemacht werden. LEHMANN nimmt mit anderen Forschern nicht eine allgemeine, sondern eine spezifische Disposition zur Rachitis an. Diese Anlage manifestiert sich bei den meisten Trägern; aus den oben angeführten Zahlen ($k = 0,885$) ergibt sich eine Manifestationswahrscheinlichkeit von

$$\frac{2k}{1+k} = \frac{1,77}{1,885} = 0,939 = 94\%.$$

Für die Entstehung des **Kropfes**, der eine krankhafte Vergrößerung der Schilddrüse darstellt, sind von jeher in erster Linie Umwelteinwirkungen verantwortlich gemacht worden; daneben wurde aber immer wieder die Frage aufgeworfen, ob nicht auch Erbfaktoren daran beteiligt seien. Eine schlüssige Antwort hierauf konnte erst in neuester Zeit mit Hilfe der Zwillingsmethode gegeben werden. EUGSTER sonderte in einer großzügigen Arbeit aus einem Material von nicht weniger als 520 Zwillingspaaren 107 Paare mit vollkommen gleicher Umwelt aus und fand bei den EZ-Paaren in 71 v. H. der Fälle gleiches Verhalten gegen Kropf, bei den zZ-Paaren in 70 v. H. der Fälle. Es ergab sich also, daß EZ und zZ keine Unterschiede im Verhalten gegen Kropf zeigen. Nach der zwillingsbiologischen Vererbungsregel



Bild 75. EZ mit konkordantem Kropf. (Nach Weitz.)
Die Entstehung des Kropfes ist nicht erbmäßig, sondern durch Umwelteinflüsse bedingt.

ist hieraus zu schließen, daß die Entstehung des Kropfes auf keine besondere Erbanlage zurückgeht. Die Möglichkeit der Kropfbildung ist bei jeder Erbmasse gegeben; ob sie erfolgt, hängt lediglich von bestimmten Umwelteinflüssen ab. Über deren Art ist bisher noch nichts Sicheres bekannt. In der Art, wie der Kropf auftritt, macht sich dann allerdings die Veranlagung geltend. Wenn beide Partner eines EZ-Paares einen Kropf haben, so sind die äußere Form und die innere Beschaffenheit fast immer sehr ähnlich (Bild 75); bei zZ sind sie oft recht verschieden. Mit diesem Er-

gebnis der Zwillingsforschung ist die immer noch ungelöste Frage nach der Ursache des Kropfes insofern einen erheblichen Schritt weitergekommen, als das Vorhandensein einer Erbanlage ausgeschlossen werden konnte.

6. Infektionskrankheiten

Daß die Zwillingsforschung sich auch mit den **Infektionskrankheiten** befaßt, mag zunächst überraschen. Sie entstehen durch die Übertragung eines Krankheitserregers, der den Organismus befällt, und scheinen damit rein umweltbedingt zu sein. Eine nähere Überlegung läßt aber bald erkennen, daß die Krankheit eine Auseinandersetzung des Organismus mit dem Erreger darstellt, und daß diese Auseinandersetzung je nach der Beschaffenheit des befallenen Organismus einen ganz verschiedenen Verlauf nehmen kann. Es ist von jeher bekannt gewesen, daß nicht jeder Mensch auf eine bestimmte Infektionskrankheit gleich reagiert, daß für die Entstehung und den Verlauf der Krankheit eine gewisse Bereitschaft des Organismus, eine „Disposition“, vorhanden sein muß. Damit sind auch für das Befallenwerden von einer Infektionskrankheit erbliche Faktoren wirksam, und die Zwillingsmethode gibt eine einzigartige Möglichkeit, die Bedeutung der erblichen Disposition für die Entstehung und den Verlauf einer Infektionskrankheit erkennen zu lassen. WEITZ hat auf Grund eines großen, von CAMERER und SCHLEICHER bearbeiteten Materials für das gemeinsame oder nicht gemeinsame Auftreten einer Reihe von Infektionskrankheiten bei EZ- und ZZ-Paaren die im Nebenstehenden verzeichneten Zahlen mitgeteilt.

Krankheit	Hundertatz der gemeinsamen Erkrankung (Konkordanz)		
	bei EZ	bei ZZ	bei PZ
Masern	98,6	93,5	94,1
Keuchhusten	96,2	93,7	91,2
Wasserpocken	91,5	84,3	86,4
Scharlach	62,7	44,4	43,3
Diphtherie	47,2	30,4	37,5
Mittelohrentzündung	40	25	17,9
Lungenentzündung ..	38,5	22,9	34
Blinddarmentzündung	28,6	15,8	0

Aus diesen Zahlen geht hervor, daß die **Konkordanz** bei EZ durchweg größer ist als bei ZZ. Es könnte vermutet werden, daß dieser Unterschied von EZ und ZZ darauf zurückzuführen sei, daß EZ in engerer Gemeinschaft miteinander leben als ZZ, und daß deshalb die gegenseitige Ansteckung leichter und häufiger bei ihnen erfolgt als bei den ZZ. Das mag zum Teil zutreffen, vermag aber sicher nicht bei allen aufgeführten Krankheiten den Unterschied zu erklären. Die aufgeführten Zahlen erlauben vielmehr den Schluß, daß bei Infektionskrankheiten neben der durch die Umwelt hervorgerufenen Ansteckung die erblich gegebene Konstitution von Bedeutung ist. Im einzelnen zeigen sich dabei bezeichnende Unterschiede. Je leichter die Ansteckung erfolgt, um so höher ist die Wahrscheinlichkeit des gemeinsamen Befallenwerdens; Masern, Keuchhusten und Wasserpocken sind solche Krankheiten. Der Unterschied der Konkordanzziffern bei EZ und ZZ läßt erkennen, wie groß der Einfluß der Konstitution für das Entstehen der Krankheit ist.

Von ganz besonderer Bedeutung sind nun in neuerer Zeit Zwillingsuntersuchungen über die Erkrankung an **Tuberkulose** geworden. Daß Umwelteinflüsse für die Entstehung und den Verlauf der Tuberkulose von erheblicher Bedeutung sind, ist von jeher bekannt gewesen und noch nie bestritten worden. Die erste und bedeutungsvollste Umweltwirkung ist natürlich die **Übertragung des Erregers**, des Tuberkelbazillus; dieser ist so außerordentlich weit verbreitet, daß so gut wie jeder Mensch von ihm angesteckt wird. In den meisten Fällen wird der Organismus in kurzer Zeit Herr der Infektion; wenn aber die Krankheit doch Fuß gefaßt hat, so haben Klima, Beruf, Wohnungsverhältnisse und Ernährung Einfluß auf ihre Entwicklung. Da die Tuberkulose deutlich familiär gehäuft auftritt, muß aber weiterhin angenommen werden, daß eine erblich gegebene Beschaffenheit des Körpers, eine bestimmte „**Konstitution**“, für die Entstehung und den Verlauf der Krankheit von Bedeutung ist. Die meisten Menschen überwinden die Ansteckung, ohne daß ihnen eine Erkrankung überhaupt zum Bewußtsein kommt; andere, der Ansteckung auch nicht mehr Ausgesetzte, erkranken unter denselben äußeren Bedingungen schwer, ja tödlich. Aufgabe der Tuberkuloseforschung ist es, das Kräfteverhältnis von erblicher Konstitution und Umwelt zu erfassen, so daß damit eine Vorstellung davon gewonnen werden kann, wie groß der Einfluß der Konstitution gegenüber dem der Umwelt ist. Erst die Zwillingsforschung hat in dieser Frage wirklich Klarheit zu schaffen vermocht. DIEHL und von VERSCHUER haben ein großes Material von Zwillingspaaren gesammelt, bei denen beide Paarlinge oder der eine Paarling tuberkulös erkrankt waren, außerdem auch solche Zwillingspaare, die trotz starker Gefährdung in tuberkulöser Umgebung beide gesund geblieben waren. Die Ergebnisse ihrer Untersuchung seien im folgenden im Anschluß an die grundlegenden Arbeiten der beiden Forscher dargelegt.

Die Untersuchung, die in den Jahren 1929 bis 1936 durchgeführt wurde, erstreckte sich auf ein unausgelesenes Material von 239 Zwillingspaaren, von denen bei 205 mindestens der eine Paarling an Tuberkulose erkrankt war. Bei sämtlichen Zwillingen wurde auf Grund einer Ähnlichkeitsprüfung bestimmt, ob es sich um EZ oder um ZZ handle. Die weitere Untersuchung beschäftigte sich mit dem tuberkulösen Geschehen. Alle Zwillingsuntersuchungen gehen darauf aus, auf Grund der Beschaffenheit und des Verhaltens der beiden Zwillinge festzustellen, ob Konkordanz oder Diskordanz vorliegt. Bei einfachen morphologisch-anatomischen Befunden ist dies ohne weiteres möglich; viel schwieriger ist es für das vielgestaltige Geschehen einer tuberkulösen Erkrankung. Nach bestimmten Regeln wurden der Zustand der beiden Paarlinge (gesund, krank oder verstorben), die Form und die Intensität der Erkrankung, ihr zeitlicher Ablauf, ihre Lokalisierung und ihre quantitative Ausdehnung erfaßt und einzeln in die Bewertung eingestellt. Nach Abwägung aller

Gesichtspunkte wurde dann entschieden, ob der Fall als ausgesprochen konkordant (K), schwach konkordant (k), schwach diskordant (d) oder ausgesprochen diskordant (D) zu bewerten sei.

Auf Grund einer genau durchdachten Methodik wurden so die genannten Zwillingspaare eingehend untersucht; bei jedem einzelnen Fall wurden das Verhalten gegenüber der Tuberkulose und die Umweltverhältnisse festgestellt. Die einzelnen Krankheitsgeschichten sind sehr aufschlußreich; einer der interessantesten und eindrucksvollsten Fälle ist in den Bildern 76 und 77 dargestellt. Die beiden

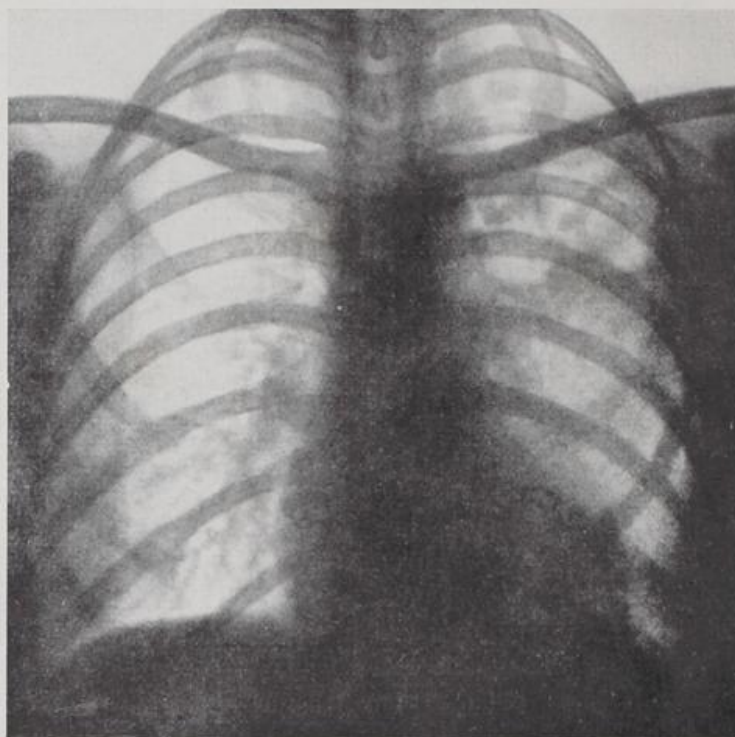


Bild 76. Tuberkulose bei EZ, Paarling 1.

Zwillinge erkrankten trotz ihrer Trennung zu gleicher Zeit in derselben Weise an Tuberkulose. So stark schon eine Reihe solcher Einzelfälle wirkt, so tritt doch die Abhängigkeit des Geschehens von den verschiedenen Kräftegruppen erst bei einer statistischen Verarbeitung der Ergebnisse mit voller Deutlichkeit in Erscheinung. Die Gesamtheit der Zwillingspaare, bei denen wenigstens ein Partner erkrankt war, ergab die folgenden Zahlen:

	Gleiches Tuberkuloseverhalten	
bei 80 EZ-Paaren	52mal = 65%	28mal = 35%
bei 125 ZZ- und PZ-Paaren	31mal = 25%	94mal = 75%

Da gegenüber jedem nicht völlig auslesefrei gewonnenen Material große Vorsicht geboten ist, so wurden die aus den auslesefreien Serien gewonnenen Fälle statistisch für sich verarbeitet. Dabei ergaben sich die folgenden Werte:

	Gleiches Tuberkuloseverhalten	
bei 45 EZ-Paaren	31mal = 69%	14mal = 31%
bei 118 ZZ- und PZ-Paaren	27mal = 25%	81mal = 75%

Diese Zahlen bekräftigen das an dem Gesamtmaterial gewonnene Ergebnis: Bei den EZ überwiegen weitaus die konkordanten Fälle, bei den ZZ ebenso die diskordanten Fälle. Noch schärfer tritt der Unterschied heraus, wenn die Fälle schwacher Konkordanz und Diskordanz (k und d) weggelassen

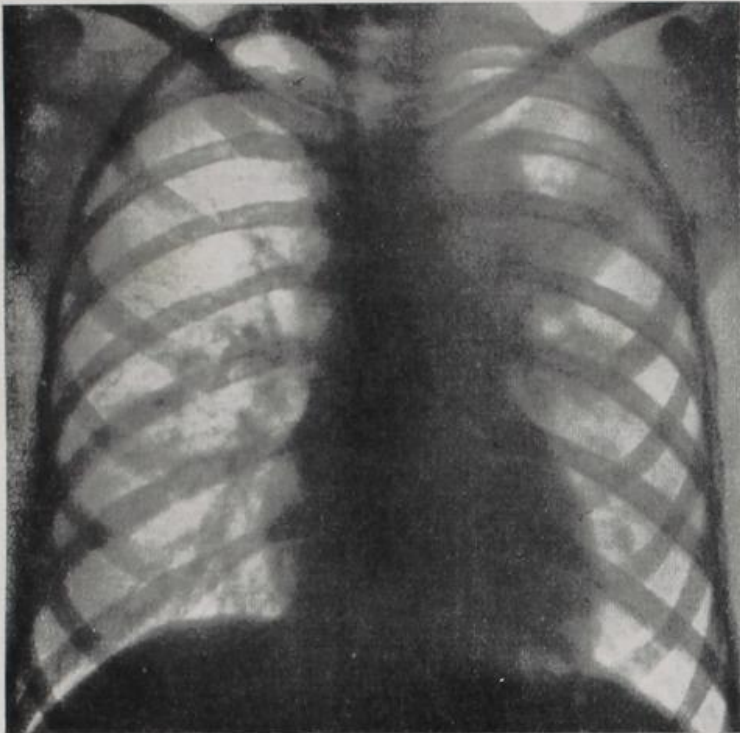


Bild 77. Tuberkulose bei EZ, Paarling 2. (Nach Diehl und von Verschuer.)

Die beiden Zwillinge (weiblich) waren bis zum 15. Lebensjahr beisammen. Paarling 1 blieb als Schneiderin zu Hause in Ostpreußen, Paarling 2 ging als Stütze und Verkäuferin nach Berlin. Nach 9 Jahren der Trennung erkrankten beide unabhängig voneinander. Bei beiden Zwillingen flächenhafte, teils fleckige Verschattung des linken Lungenflügels mit Aufhellung unterhalb des Schlüsselbeins (Hohlraum durch Einschmelzung von Lungengewebe). In der rechten Lunge einige entzündliche Herde (Fleckschatten). Die beiden Zwillinge leiden in ganz ähnlicher Weise an einer ausgedehnten tuberkulösen Entzündung der Lunge.

und nur die Fälle ausgesprochen konkordanten und diskordanten Verhaltens (K und D) miteinander verglichen werden. Unter 45 EZ-Paaren fanden sich 15 mit K, 5 mit D (Verhältnis 3 : 1). Dagegen fanden sich unter 188 ZZ-Paaren 1 K und 46 D (Verhältnis 1 : 46). Bei den EZ ist also ein vollkommen gleiches Verhalten recht häufig, ein ausgesprochen ungleiches Verhalten selten, während bei den ZZ ein ausgesprochen gleiches Verhalten gegenüber der sehr häufigen Zahl völlig diskordanter Fälle überhaupt kaum vorkommt.

Was sich in der Gesamtheit der angeführten Zahlen ausdrückt, kann nicht anders erklärt werden, als daß die starke Übereinstimmung im tuberkulösen Geschehen bei den EZ eine Folge ihrer gleichen erblichen Veranlagung ist, und daß der Grund des verschiedenen Verhaltens der ZZ in ihrer Erbverschiedenheit gesucht werden muß. „Der Unterschied im Tuberkuloseverhalten ist so groß, daß damit der eindeutige Beweis erbracht ist, daß die erbliche Veranlagung von maßgebender Bedeutung für die Entstehung und den Ablauf der Tuberkulose ist.“ (DIEHL und VON VERSCHUER.)

Bei der weiteren Untersuchung auf Grund dieses ersten allgemeinen Ergebnisses konnten vor allem diejenigen Fälle weiterhelfen, die im Gegensatz zu der allgemeinen Regel stehen: die diskordanten EZ und die konkordanten ZZ. Diese beiden Gruppen von tuberkulösen Zwillingen waren genauer zu untersuchen. Dabei zeigte es sich, daß die diskordanten EZ-Paare mit tuberkulösen Veränderungen bei nur einem Paarling sich ganz wesentlich von der entsprechenden Gruppe der ZZ unterscheiden. Während bei den letzteren nur in 33% der Fälle bei dem kranken Paarling die Tuberkulose ausgeheilt wurde und in 27% der Fälle der eine Paarling starb, wurde bei den entsprechenden EZ in 69% der Fälle bei dem kranken Paarling die Tuberkulose ausgeheilt und nur in einem von 16 Fällen starb ein Paarling. Diese Zahlen zeigen, daß die an und für sich schon seltene Diskordanz der EZ sich bei näherer Betrachtung auch qualitativ als entfernt nicht so stark erweist wie bei den ZZ.

Das häufige Abheilen der Tuberkulose bei dem einen Paarling des diskordanten EZ-Paares vollzieht sich offenbar auf Grund einer natürlichen Widerstandskraft gegen die Krankheit, die bei dem anderen Paarling die Krankheit von vornherein nicht zum Ausbruch kommen ließ.

Die diskordanten EZ geben die beste Möglichkeit, die Bedeutung von Umwelteinflüssen für die Entstehung und den Verlauf der Tuberkulose zu erkennen. Die Untersuchung der einzelnen Paare dieser Art ergab, daß bei allen besondere Umwelteinflüsse als Grund des verschiedenen Verhaltens nachgewiesen werden konnten. Es zeigte sich, daß die allgemeine Umwelt (z. B. Ansteckung, Wohnung, Arbeit, Ernährung) einen Teil der Verschiedenheiten zu erklären vermag; in einzelnen Fällen konnten besondere Umstände oder Vorfälle als Ursache des verschiedenen Verhaltens nachgewiesen werden. Als tuberkulosefördernd erwiesen sich Verletzungen, Keuchhusten, Grippe, Lungenentzündung, Nierenentzündung, Geburt und Wochenbett. Im Vergleich mit den diskordanten EZ wiesen die diskordanten zZ eine viel größere Verschiedenheit im tuberkulösen Geschehen auf. Dabei war es in den meisten Fällen nicht möglich, besondere Umwelteinflüsse als Ursache des verschiedenen Verhaltens nachzuweisen; das beweist, daß die „häufigere und größere Tuberkulosediskordanz nicht durch Umweltbesonderheiten, sondern durch die verschiedene Erbdisposition zustande kommt“.

Die Untersuchung der k o n k o r d a n t e n zZ (Paare mit gleichen oder ähnlichen tuberkulösen Veränderungen bei beiden Paarlingen) ergab, daß bei ihnen — von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen — das Krankheitsgeschehen stets grundsätzlich verschieden ist. Insbesondere zeigte sich das bei den Spätformen der Tuberkulose. Bei ihnen wies kein einziges zZ-Paar ein wirklich als ähnlich oder gar gleich erscheinendes Tuberkulosebild auf. Umgekehrt ließ sich bei den Spätformen der EZ kein Paar nachweisen, das nicht das gleiche Krankheitsbild zeigte.

Die Untersuchung derjenigen Gruppen, die der Regel zu widersprechen scheinen (diskordante EZ und konkordante zZ) zeigt also: Die diskordanten EZ sind weit aus nicht so verschieden wie die diskordanten zZ. Andererseits weisen zZ auch in den zunächst als konkordant zu zählenden Fällen starke Verschiedenheiten auf. Damit verstärkt sich ganz bedeutend das Gewicht der zunächst nur aus statistischen Tatsachen gewonnenen Erkenntnis: EZ sind im Hinblick auf das tuberkulöse Geschehen ganz überwiegend konkordant, zZ ganz überwiegend diskordant. Dies macht es zur Gewißheit, daß der Entstehung und dem Ablauf der Tuberkulose eine erbliche Veranlagung zugrunde liegen muß.

Wenn dieses Ergebnis der Zwillingsforschung als gesichert gelten kann, so erhebt sich weiterhin die Frage nach dem Wesen der erblichen Veranlagung zur Tuberkulose. DIEHL und VON VERSCHUER diskutieren sie eingehend und nennen für sie drei Möglichkeiten:

1. Eine oder mehrere Erbanlagen sind die Ursache einer spezifischen Disposition zur Tuberkulose. Das Eindringen des Erregers in den Körper als notwendige Voraussetzung der Erkrankung findet in unserer Bevölkerung praktisch allgemein statt; die Erkrankung erfolgt aber nur dann, wenn die Erbanlage „Tuberkulosedisposition“ vorhanden ist. Die Art dieser Anlage und ihr Erbgang müßte dann weiter erforscht werden.

2. Die erbliche Disposition zur Tuberkulose könnte mit bestimmten erbbedingten Körperzuständen zusammenhängen, die auch bei Nichttuberkulösen vorkommen, die aber eine Erkrankung an Tuberkulose erst möglich machen; dies wäre eine unspezifische Disposition zu dieser Krankheit.

3. Es gibt weder eine spezifische noch eine unspezifische Disposition zur Tuberkulose. EZ sind in ihrem Tuberkuloseverhalten deshalb ähnlicher als zZ, weil sie infolge ihrer viel größeren Ähnlichkeit häufiger in gleicher Weise der Ansteckung ausgesetzt sind.

Wenn diese drei Möglichkeiten überprüft werden, so ist bald klar, daß die dritte Erklärung nicht ausreicht. Die Umwelt von EZ ist wohl im allgemeinen ähnlicher als die von

zZ; dieser Unterschied reicht aber entfernt nicht aus, um die beim Krankheitsgeschehen heraustretenden großen Unterschiede zu erklären, zumal sich EZ auch in ganz verschiedenen Umweltverhältnissen gleich verhalten können. Die zweite Erklärungsmöglichkeit ist auf jeden Fall sehr ernst zu nehmen. Es ist schon oft angenommen worden, daß ein bestimmter Körpertypus (asthenische Konstitution, flache Brust) die Entstehung der Tuberkulose begünstige. DIEHL und VON VERSCHUER haben durch Vergleich und mit den Methoden der Korrelationsrechnung die Beziehungen einer Reihe von konstitutionellen Merkmalen zum Tuberkulosegeschehen untersucht. Sie kamen dabei zu dem Schluß, daß die Unterschiede im Körperbau, insbesondere des Brustkorbs, nicht die Ursache für die Verschiedenheit der zZ in ihrem Verhalten gegenüber der Tuberkulose sein können. Ein schwacher Brustkorb ist nach ihnen wahrscheinlich nicht die Ursache, sondern eine Folge der Erkrankung an Tuberkulose. Diese Ansicht ist allerdings nicht unbestritten; auch LENZ glaubt nach wie vor an eine Korrelation zwischen Tuberkulose und Asthenie.

Nach DIEHL und VON VERSCHUER bleibt nur die Annahme einer spezifischen Tuberkulosedisposition übrig. „Eine oder mehrere Erbanlagen bewirken, daß ihr Träger mit überdurchschnittlicher Wahrscheinlichkeit an Tuberkulose erkrankt und eine größere Hinfälligkeit gegenüber der Tuberkuloseinfektion zeigt.“ Ob es sich hierbei um ein dominantes oder ein rezessives Gen handelt, oder ob mehrere Genpaare der Tuberkulosebereitschaft zugrunde liegen (Polymerie), kann heute noch nicht mit Bestimmtheit gesagt werden; Polymerie ist nach den beiden Forschern recht unwahrscheinlich. Auf alle Fälle unterliegt aber die phänotypische Manifestierung nicht unerheblichen Schwankungen. Aus dem Hundertsatz der konkordanten EZ-Paare ($k = 0,69$) läßt sich eine Manifestationswahrscheinlichkeit von etwa 81% errechnen; etwa $\frac{1}{5}$ der Menschen mit Disposition zur Tuberkulose würden demnach gesund bleiben.

Die überaus gründlichen Zwillingsuntersuchungen von DIEHL und VON VERSCHUER haben auf die geschilderte Weise eine klare Einsicht in die Ursachen des Tuberkulosegeschehens vermittelt. Das Ergebnis ihrer Untersuchungen fassen sie folgendermaßen zusammen: „Unser Bild zeigt, daß die Tuberkulose eine Stellung zwischen den eigentlichen Erbleiden und den Infektionskrankheiten einnimmt, daß sie aber doch den ersteren näher steht. Von den Infektionskrankheiten — sowohl den hochinfektiösen (Masern, Keuchhusten) wie den geringinfektiösen (Scharlach, Lungenentzündung) — ist die Tuberkulose in ganz wesentlichen Punkten verschieden. ... Vor der Entdeckung ROBERT KOCHS galt die Tuberkulose als ein ‚familiäres‘ Leiden. ‚Innere‘ Krankheitsursachen wurden als die wichtigsten angesehen. Diese Ansicht hat sich in der Ärztenwelt nicht ausrotten lassen, wenn sie auch ein bescheidenes Dasein fristen mußte. Wurden doch nicht nur der Bazillus, von dessen alleiniger Bedeutung schon ROBERT KOCH nicht überzeugt war, sondern auch die zahlreichen anderen äußeren Bedingungen durch offensichtliche Beweise so klar in den Vordergrund gerückt, daß daneben ‚konstitutionelle‘ und ‚erbliche‘ Ursachen in den Hintergrund treten mußten. Die Komplexheit der Vorgänge hat eine klare Analyse der erblichen Ursache erst mit Hilfe der Zwillingsmethode möglich gemacht. Wir hoffen, daß nunmehr der erblichen Disposition neben Infektion und sozialen Faktoren der ihr gebührende Platz unter den Ursachen der Tuberkulose zuerkannt wird.“

B. Zwillingsforschung an seelischen Eigenschaften

Die Vererbung seelischer Eigenschaften nachzuweisen und zu erforschen ist in jeder Beziehung schwieriger als bei körperlichen Eigenschaften. Das Körperliche ist verhältnismäßig einfach faßbar; die einzelnen morphologischen oder physiologischen Merkmale können isoliert und je für sich einer gesonderten Untersuchung unterworfen werden. Viel schwieriger ist dies im Gebiete des Seelischen. Gewiß ist es auch schon bei einer ersten Beschäftigung mit den Fragen der Vererbung seelischer Eigenschaften klar, daß das Wesen der Persönlichkeit erbmäßig bestimmt ist. Wenn sich aber die Forschung über den ersten Gesamteindruck hinaus mit Einzelersei-

nungen zu befassen sucht, so taucht die schwierige Frage nach den geistig-seelischen Grundfunktionen auf, nach den seelischen „Radikalen“. Es ist schlüssig nachgewiesen, daß die Blutgruppe eines Menschen durch zwei in einem Chromosomenpaar niedergelegte Gene bestimmt ist, daß die Augenfarbe von anderen Genen bestimmt wird als der Bau der Wirbelsäule. Was sind aber entsprechend die auf genische Grundlagen zurückzuführenden geistig-seelischen Grundanlagen? Wir kennen nur das Handeln der einheitlichen Gesamtpersönlichkeit und sind noch längst nicht so weit, die seelischen Grundfunktionen aus ihr herauslösen zu können. Alle seelischen Funktionen sind in der Persönlichkeit auf das innigste miteinander verwoben, wechselseitig durcheinander bestimmt. Trotzdem muß versucht werden, seelische Eigenschaften auch mit den Mitteln analytischer Forschung zu untersuchen. Schon seit alter Zeit werden Denken, Fühlen und Wollen als drei Seiten seelischen Lebens unterschieden; diese Aufteilung seelischer Funktionen in Verstand, Gefühl und Wille oder Intelligenz, Temperament und Charakter soll auch im folgenden benützt werden.

1. Intelligenz

a) Allgemeine Intelligenz

Was mit „Intelligenz“ bezeichnet wird, ist zweifellos etwas sehr Zusammengesetztes; eine größere Zahl von Erbeinheiten liegen den intellektuellen Leistungen zugrunde. Da es aber bei ihnen leichter als bei anderen Seiten des Psychischen möglich ist, sie versuchsmäßig hervorbringen zu lassen und in bestimmte Maßstäbe einzufangen, so hat sich die experimentelle Psychologie in ihrer Entwicklung zuerst auf dieses Gebiet geworfen. So ist auch die erste Zwillingsarbeit nach GALTON, die Arbeit von THORNDIKE (1905, vgl. S. 58), eine Intelligenzuntersuchung. Weitere Arbeiten experimentalpsychologischer Art wurden von den Amerikanern MERRIMAN (1924), LAUTERBACH (1925) und WINGFIELD (1928) durchgeführt. Diese Untersuchungen arbeiteten alle mit dem Begriff des Intelligenzquotienten (I.-Q.).* MERRIMAN verglich die geistigen Leistungen von gleichgeschlechtigen Zwillingen, verschiedengeschlechtigen Zwillingen und Geschwistern je unter sich auf Grund der für sie ermittelten I.-Q. und fand, daß die Unterschiede bei der ersten Gruppe am geringsten waren. Eine Unterscheidung von EZ und ZZ wurde von ihm noch nicht durchgeführt; die größere Ähnlichkeit der Gruppe der gleichgeschlechtigen Zwillinge rührt natürlich davon her, daß in ihr alle EZ enthalten sind. Eine Aufteilung der Zwillinge nach Altersgruppen ergab, daß bei den gleichgeschlechtigen Zwillingen die Ähnlichkeit in der höheren Altersgruppe nicht geringer war als in der jüngeren. Da bei vorwiegender Wirksamkeit von Umweltfaktoren die Unterschiede mit dem Alter zunehmen müßten, so ist aus dem Gleichbleiben der Unterschiede zu schließen, daß der Einfluß der Umwelt gegenüber dem Einfluß der erblichen Anlagen gering zu veranschlagen ist. Auch die ähnliche Arbeit von LAUTERBACH wird, wie die vorstehend genannte, in ihrem Wert dadurch erheblich beeinträchtigt, daß zwischen EZ und ZZ nicht unterschieden ist.

* Der Intelligenzquotient (I.-Q.) wird dadurch bestimmt, daß dem zu Prüfenden eine Anzahl von Fragen und Aufgaben (Tests) vorgelegt werden, die auf Grund vielfacher Erfahrung so zusammengestellt sind, daß sie von einem Menschen dieses Alters von normaler Intelligenz gelöst werden können. Nach der Art und der Vollkommenheit der Lösung wird das „Intelligenzalter“ des zu Prüfenden ermittelt. Bleibt er mit seinen Lösungen hinter den Normalforderungen zurück, so ist sein Intelligenzalter geringer als das Lebensalter. Wer auch schwierigere Aufgaben zu bewältigen vermag, als sie der Altersstufe entsprechen, erhält ein entsprechend höheres Intelligenzalter. Durch Division des Intelligenzalters durch das Lebensalter wird der I.-Q. (meist ausgedrückt in Prozentsen) erhalten. Ein I.-Q. über 1 (100%) bedeutet überdurchschnittliche, ein solcher unter 1 unterdurchschnittliche Begabung.

WINGFIELD, der an „orphans and twins“, an Waisen und Zwillingen, Untersuchungen anstellte, unterschied bei den gleichgeschlechtigen Zwillingen seines Untersuchungsmaterials die extrem ähnlichen und die wenig ähnlichen Zwillinge, ohne jedoch eine exakte Eiigkeitsdiagnose durchzuführen. Dieser Mangel ist zu bedauern; es ist aber anzunehmen, daß die beiden Gruppen ziemlich genau den EZ und ZZ entsprechen. WINGFIELD untersuchte seine Zwillinge mit den modernsten amerikanischen Testmethoden und verglich die Zwillinge der einzelnen Gruppen je unter sich. Das Maß der Ähnlichkeit errechnete er nach den Methoden der Korrelationsrechnung.* Für die ähnlichen Zwillinge errechnete WINGFIELD einen Korrelationskoeffizienten von 0,90, für die gleichgeschlechtigen Geschwisterzwillinge 0,70, für die Pärchenzwillinge 0,59. Die Abstufung dieser Zahlen zeigt, wie die geistige Ähnlichkeit der körperlichen parallel geht; das ist ein Beweis für die Vererbung der intellektuellen Begabung.

Die erste Intelligenzuntersuchung von Zwillingen auf Grund einer einwandfreien Eiigkeitsdiagnose wurde 1929 durch VON VERSCHUER durchgeführt. Im Kaiser-Wilhelm-Institut für Anthropologie, menschliche Erblehre und Rassenhygiene in Berlin wurden für 30 EZ- und 27 ZZ-Paare die I.-Q. bestimmt. Hierbei zeigte sich, daß bei den EZ die niederen Unterschiede vorwiegen, bei den ZZ die mittleren und größeren. Für die EZ-Paare ergab sich ein durchschnittlicher Unterschied von 4,2 Punkten, für die ZZ ein solcher von 7 Punkten. Dieses Ergebnis zeigt, daß die Intelligenz vorwiegend durch Erbanlagen bestimmt ist.

Über die Bestimmung der I.-Q. hinaus suchte VON VERSCHUER mit einer weiteren Methode noch in tiefere Schichten der Intelligenz einzudringen. Er untersuchte über 100 Zwillingspaare mittels des Rorschachschen Formdeutversuchs, bei dem zufällige Klecksfiguren zu deuten sind. Bei einer Anzahl solcher Figuren wird der Prüfling gefragt, was es wohl sein könnte. Die Antworten geben interessante Aufschlüsse über die Vorstellungswelt der zu prüfenden Person, ihre Phantasie, ihren Reichtum an optischen Erinnerungsbildern und die Fähigkeit, Bilder zu verknüpfen. Damit werden gewisse Komponenten der Intelligenz erfaßt, darüber hinaus aber auch schon Eigenschaften des Temperaments und des Charakters. Die Unterschiede bei den ZZ-Paaren erweisen sich als wesentlich größer als bei den EZ-Paaren. Die seelischen Eigenschaften, die durch den Versuch erfaßt werden, müssen also weithin erbmäßig bestimmt sein.

Eine eingehende Zwillingsuntersuchung über die Vererbung der Kombinationsfähigkeit und der Phantasie wurde von KÖHN durchgeführt (1933). Er benützte hierzu eine Reihe von Tests, welche diese Fähigkeiten erkennen lassen sollten: Zeichnungen mit abgestufter Unvollständigkeit sollten erkannt und gedeutet werden; ein verdecktes farbiges Kunstblatt sollte auf Grund einer stufenweisen Aufdeckung einzelner Bildteile erkannt werden; einfache geometrische Figuren mußten durch Zusammenfügung ihrer Bruchstücke gebildet werden; Reime waren zu finden, ein unvollständig erzähltes Märchen zu Ende zu führen usw. Der psychische Bereich der Testserie war damit recht weit gesteckt; die intellektuelle Kombination spielte bei den verschiedenen Einzelaufgaben die Hauptrolle. Es ist natürlich nicht möglich, aus jeder Teiluntersuchung bestimmte Erkenntnisse abzu-

* Das Maß der Übereinstimmung wird hierbei durch den „Korrelationskoeffizienten“ ausgedrückt. Bei ausnahmslosem Zusammenvorkommen des Merkmals bei zwei Merkmalsträgern beträgt der Korrelationskoeffizient 1, bei einem gegenseitigen Sichausschließen — 1, bei rein zufälliger Verteilung der beiden Merkmale 0. Bei einem überwiegend gemeinschaftlichen Auftreten des Merkmals liegt also der Korrelationskoeffizient zwischen 0 und 1; er drückt das Maß der Bindung und damit der Gleichheit in dem betreffenden Merkmal aus. Je mehr er sich der Zahl 1 nähert, um so größer ist die Übereinstimmung.

leiten. Die Tatsache, daß sich in allen Einzeluntersuchungen die EZ als weit ähnlicher erwiesen als die ZZ, führt aber zwingend zu dem Schluß, daß alle die seelischen Eigenschaften, welche für die Lösung der Aufgaben maßgebend sind, in der Hauptsache erbbedingt sein müssen. KÖHN folgert aus der Art, wie erbgleiche Zwillinge zu gleichen Lösungen der Aufgaben kommen, daß diese „recht unmittelbar ein Ausfluß der genotypischen Wesenheit“ sein müssen.

Eine wertvolle Arbeit von J. MEUMANN (1935) stellte sich zur Aufgabe, zu untersuchen, ob neben der Gleichheit des Intelligenzniveaus auch die qualitativen Besonderheiten der Intelligenz durch die Erbanlage bedingt sind. Die Untersuchung wurde mit je 10 Paaren von EZ und ZZ durchgeführt.

Die Prüflinge hatten eine Reihe von Tests zu lösen (Gruppieren von verschiedenartigen Gegenständen, Erschließen von Vorgängen und Zuständen, Finden von Überschriften zu verschiedenen Bildern, Verarbeitung einer grotesken Behauptung, Beschreiben eines Bildes, Deuten von Zufallsformen). Die verschiedenen Tests gaben den Versuchspersonen Anlaß zu ganz verschiedenen Verhaltensweisen. Sie zeigten nicht bloß die Intelligenz im engeren Sinn, sondern auch die Phantasie wie den Inhalt der Vorstellungswelt. Aus der Art, wie sich die Versuchspersonen bei der Lösung der Aufgaben verhielten, waren auch Eigenschaften von Temperament und Charakter zu erkennen. Bei allen Einzeluntersuchungen ergab sich dasselbe Bild: eine durchweg größere, oft bis in lächerliche Einzelheiten gehende Übereinstimmung der EZ gegenüber den ZZ. Die EZ zeigten meist eine völlig gleichartige geistige Haltung, während sich bei den ZZ-Paaren starke Intelligenz- und Persönlichkeitsunterschiede offenbarten. Als Ergebnis ihrer Untersuchungen stellte die Verfasserin folgendes fest:

„Das, was von allen Umwelteinflüssen am wenigsten berührt wird, ist die Struktur der Persönlichkeit, die auf ein Gefüge formaler Funktionseigentümlichkeiten zurückgeht. Selbst bei einem Zwillingsspaar von 50 Jahren mit recht verschiedenen Lebensschicksalen, bei dem sich noch dazu ein Partner in der Prüfung anfangs sehr gehemmt zeigte und darum die Leistungen quantitativ gemessen verschieden ausfielen, sind jene formalen qualitativen Eigenschaften die gleichen. . . . Ob jemand eine starke oder schwache Beharrungskraft aufweist, ob er struktiv oder komplex anschaulich Gegebenes verarbeitet, ob seine Funktionen relativ isoliert arbeiten oder ineinander verwoben sind, ob er vorwiegend bildhaft konkret und situationsgebunden denkt oder mehr begrifflich-logisch, unanschaulich, alles das sind Momente, die auf verschiedene formale Anlagefaktoren zurückgehen und auf die alle äußeren Schicksale und auch Einflüsse der Schulung fast keine Einwirkung zeigen. In unseren Untersuchungen haben sich diese qualitativen Besonderheiten als erblich angelegt und durch Umwelteinflüsse kaum modifizierbar erwiesen.“

Neben der Untersuchung mittels Tests gibt es noch eine andere Möglichkeit, die geistigen Leistungen von Zwillingen zu vergleichen: die Untersuchung ihrer **Schulzeugnisse**. FRISCHEISEN-KÖHLER erfaßte die Schulzeugnisse von 60 Paaren EZ und 41 Paaren ZZ, alle aus Berliner Schulen. Die Schulzeugnisse der beiden Paarlinge in Betragen und Aufmerksamkeit sowie in allen Einzelfächern wurden verglichen. Dabei ergab sich, daß bei den EZ die Leistungen der beiden Partner in sämtlichen Fächern (mit der sicher nur zufälligen Ausnahme des Englischen) einander weit ähnlicher sind als bei den ZZ. Die Unterschiede bei den ZZ sind im Durchschnitt etwa zweimal so groß als die der EZ; sie sind am stärksten bei den Knaben im 14. bis 16. Lebensjahr, bei den Mädchen im 13. bis 16. Lebensjahr, den Jahren der beginnenden Reife. Das ist dieselbe Erscheinung, wie sie auch beim Körperwachstum beobachtet wurde („Pubertätszacken“, vgl. S. 92). Die größere Ähnlichkeit der EZ beweist, daß die Leistungen in den einzelnen Schulfächern zu einem großen Teil erblich bestimmt sind. Zugrunde liegen ihnen nicht nur Eigenschaften der Intelligenz, sondern auch solche von Temperament und Charakter. POLL vertritt allerdings die

Ansicht, daß die Zeugnisse für zwei EZ von den Lehrern ähnlicher erteilt würden, als dies bei getrennter Beurteilung erfolgen würde; das Urteil der Lehrer werde von der Überzeugung, daß die beiden Zwillinge in ihrem Wesen überaus ähnlich seien und daß sie deshalb auch gleiche Schulleistungen hervorbringen müßten, sehr stark psychologisch beeinflusst. Das mag zum Teil zutreffen, kann aber das klare Gesamtergebnis der berichteten Untersuchung nicht entkräften.

Mit den für die Arbeit in der Schule wesentlichen seelischen Eigenschaften beschäftigt sich noch eine Untersuchung von I. PAETZOLD. Sie versuchte folgende Dinge zu erfassen: Aufmerksamkeit, Merkfähigkeit für Zahlen und Formen, Finden des Wesentlichen, Kritikfähigkeit, Satzbildungsvermögen, Beobachtung, Konzentration, zeichnerisches Vorstellungsvermögen, moralische Einsicht, Wortschatz, Eintritt und Stärke der ersten Ermüdung. Alle diese Eigenschaften wurden durch verschiedene Tests geprüft, die Aufmerksamkeit z. B. dadurch, daß in einem Text alle a-Buchstaben durchgestrichen werden mußten. Bei allen Einzelaufgaben erwiesen sich die EZ als viel ähnlicher als die ZZ. Aus dem Unterschied der mittleren Abweichungen bei EZ und ZZ versuchte PAETZOLD den verschiedenen Grad der Umweltbeeinflussbarkeit der einzelnen genannten Eigenschaften zu errechnen. Die hierzu benützten Methoden und damit auch das Ergebnis der Berechnung sind wegen der Verschiedenwertigkeit der bei den einzelnen Tests benützten mathematischen Maßstäbe zweifellos nicht haltbar; die Arbeit hat aber trotzdem den qualitativen Nachweis dafür erbracht, daß alle genannten Eigenschaften in erheblichem Maße erbbedingt sind.

b) Sonderbegabungen

Unabhängig von der allgemeinen intellektuellen Begabung gibt es Sonderbegabungen auf bestimmten Gebieten (Begabung für Musik, Mathematik, bildende Künste usw.). Beobachtungen über das gleichzeitige Auftreten solcher Begabungen bei EZ seien im nachstehenden aufgeführt.

Daß die **musikalische Begabung** erbmäßig bedingt ist, beweisen Familienuntersuchungen mit voller Klarheit. Das eindrucksvollste Beispiel ist von jeher der Stammbaum des Geschlechts der Bach gewesen, der eine schlechthin einzigartige Häufung musikalischer Begabungen aufweist. Eben dieser Stammbaum bringt aber auch ein sehr interessantes Beispiel musikalischer EZ. **Johann Ambrosius Bach**, der Vater von Johann Sebastian Bach, hatte einen Zwillingsbruder **Johann Christoph Bach**, von dem Johann Sebastian Sohn, Philipp Emanuel Bach, folgendes erzählt:

„Diese Zwillinge sind vielleicht von dieser Art die einzigen, die man weiß. Sie liebten sich aufs äußerste. Sie sahen einander so ähnlich, daß sogar ihre Frauen sie nicht unterscheiden konnten. Sie waren ein Wunder für große Herren und für jeden, der sie sah. Sprache, Gesinnung, alles war einerlei. Auch in der Musik waren sie nicht zu unterscheiden. Sie spielten einerlei, sie dachten ihren Vortrag einerlei. War einer krank, so war es auch der andere. Sie starben bald hintereinander.“

Ähnliche musikalische Zwillinge sind in der Gegenwart die Kapellmeister **Wolf und Will Heins**, von denen zuerst **VON VERSCHUER** berichtet hat. Die beiden zeigten schon in frühester Jugend außerordentliche Ähnlichkeit in körperlicher und seelischer Beziehung. **Wolf Heins** erzählt davon folgendes:

„Früh offenbarte sich unsere musikalische Begabung. Uns beide beseelte der Wunsch, Musiker zu werden. Dabei war das Merkwürdige, daß wir uns nie über unsere Berufswahl und Ziele miteinander ausgesprochen hatten. In einem rein instinktiven Handeln äußerte sich unsere Seelenverwandtschaft. Der Besuch einer Freischütz-Aufführung war entscheidend für unser Leben. Während der Vorstellung reifte bei uns beiden endgültig der Entschluß, Dirigent zu werden. Aber keiner berichtete ihn dem andern. Jeder trug sein stilles Sehnen für

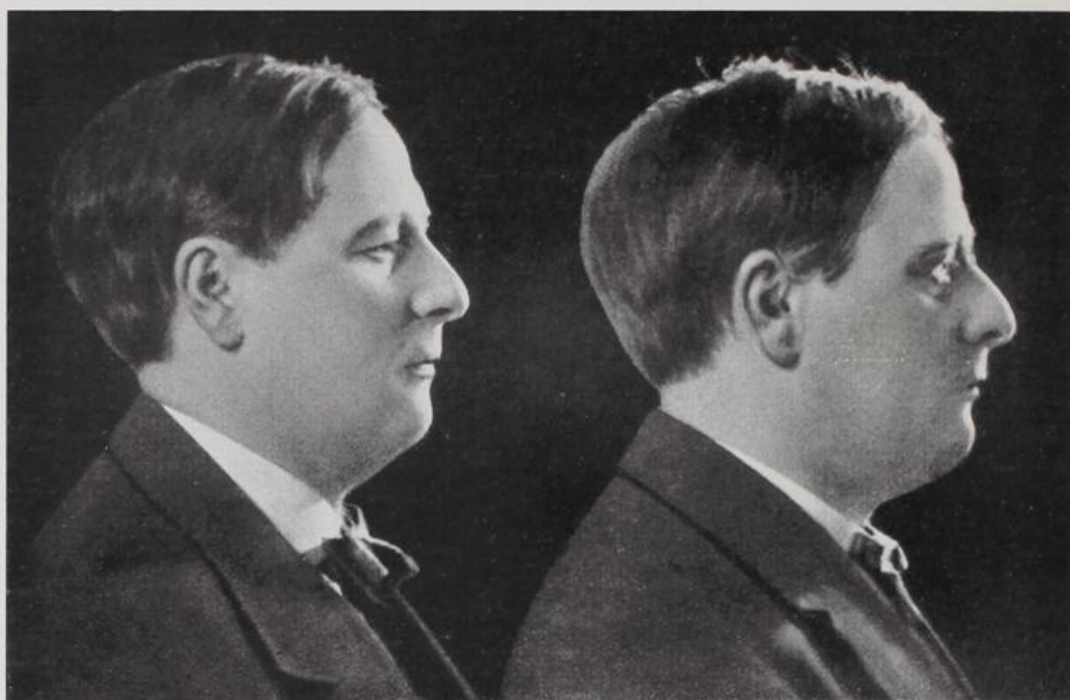


Bild 78. Die Kapellmeister Wolf und Will Heins. (Aus der J. Z. 1935.)

sich im Herzen. Dann, als ich mich einmal allein fühlte, baute ich mir auf der Nähmaschine ein provisorisches Dirigentenpult, und ein kleines Taktstöckchen half mir dabei, einer stillen Hoffnung Ausdruck zu verleihen. Hierauf schlich ich mich heimlich zu Will und erwischte ihn im stillen Kämmerlein bei derselben Handlung. Als ich ihm dann von meinem Dirigentenkomplex erzählte, guckten wir uns gegenseitig an und lachten über das Wunder unserer Gleichheit."

Beide Zwillinge wurden Schüler von MAX Reger, der die beiden nie zu unterscheiden lernte. Später wurden sie Kapellmeister. VON VERSCHUER erzählt 1930 von ihrer Tätigkeit:

"Im letzten Winter studierte jeder an seiner Bühne dieselbe neue Oper ein; die musikalische und darstellerische Auffassung war bei beiden Brüdern so ähnlich, daß sie ohne vorherige Probe die Sänger der Hauptrolle austauschen konnten. Weiterhin konnten die Zwilling Brüder sich gegenseitig beim Dirigieren des Orchesters vertreten, ohne daß nur ein Mitglied des Orchesters, geschweige denn die Zuhörerschaft den Wechsel des Dirigenten bemerkte."

MJÖEN führt in einer Untersuchung über die Vererbung der musikalischen Begabung zwei Beispiele musikalischer EZ an, bei denen sich bezeichnende Einzelzüge dieser Begabung in interessanter Weise als gleich erwiesen:

"In einem Gesangsverein in Brooklyn wurden bei einem Zwillingsschwesternpaar der Stimmumfang, die Fähigkeit, eine zweite Stimme zu lernen, zu halten und zu improvisieren, sowie auch ein absolutes Tongehör als gleich festgestellt. Die beiden Schwestern wurden in zwei Familien großgezogen, die in Beziehung auf musikalische Veranlagung sehr verschieden waren. In der einen Familie befanden sich zwei ausübende Künstler, in der anderen keiner. Auf Umweltfaktoren kann die große Übereinstimmung zwischen den Schwestern also wohl kaum beruhen.

Einen anderen Fall eineiiger Zwillinge hatten wir in einer Schule in Norwegen Gelegenheit zu beobachten. Bei zwei Zwillingsschwestern, die sich gesanglich so glichen, daß sie der Lehrer an der Stimme nicht unterscheiden konnte, wurde festgestellt, daß sie beide in der oberen Lage in der gleichen Weise unrein sangen, daß sie ein wenig 'schwebten', wie man zu sagen pflegt. Besonders interessant war, daß diese Unsicherheit im Treffen bei beiden auf die obersten 3 Töne begrenzt war."

Aus den erzählten Beispielen geht unwiderleglich die erbmäßige Bedingtheit dessen hervor, was als „**musikalische Begabung**“ bezeichnet wird, in Wirklichkeit aber einen verwickelten Komplex einzelner besonderer Anlagen darstellt.

VON VERSCHUER erzählt weiterhin von einem erbgleichen Zwillingsspaar, das neben überdurchschnittlicher musikalischer Begabung noch eine andere hervorragende Sonderbegabung aufweist, die **Begabung für Schachspiel**. Die beiden Schwestern Käthe und Wally H. erhielten vom 7. Lebensjahr an Klavierunterricht. Die etwas größere Begabung von Wally führte dazu, daß sie in einem Konservatorium eine Ausbildung als Gesang- und Klavierlehrerin erhielt; Käthe spielte eine Zeitlang Klavier und ist wohl stimmlich ebenso gut veranlagt wie ihre Schwester, hat sich aber im Gesang nicht ausbilden lassen. Eine Prüfung der musikalischen Leistungen der beiden Schwestern zeigte selbstverständlich ein überlegenes Können der musikalisch ausgebildeten Schwester, ließ aber doch erkennen, daß die grundlegenden Fähigkeiten sehr ähnlich waren. Dazuhin sind die beiden Schwestern hervorragende Schachspielerinnen. Das ist um so bemerkenswerter, als die für dieses Spiel entscheidenden geistigen Anlagen sich bei Frauen wesentlich seltener finden als bei Männern. VON VERSCHUER erzählt von ihrer Betätigung folgendes:

„Mit 13 Jahren fingen beide an, Schach zu spielen. Sie haben diese Begabung von ihrem Vater ererbt, der schon als junger Mensch im Hamburger Schachklub als einer der besten Spieler galt. Die Mutter und eine ältere Schwester zeigen keine besondere Schachbegabung. 1922 trat Käthe, ein Jahr darauf auch Wally in den Schachklub ein. Sie sind im Klub ziemlich gleichmäßig in höhere Klassen hinaufgerückt; gelegentlich war die eine, dann wieder die andere etwas besser. Seit zwei Jahren spielen beide in der ersten Klasse. Zum internationalen Schachturnier 1930 wurden die Zwillingsschwestern zur Ausscheidung zugelassen. Wally kam dabei an die dritte Stelle, hat aber als einzige Dame in einer Partie gegen die Weltmeisterin gesiegt. Die Schachstärke wird von den Zwillingen als die gleiche angegeben; nur ist Käthe durch die anstrengendere Berufsarbeit häufiger ermüdet. Mit der Theorie des Schachspiels haben sich beide noch wenig beschäftigt. Ein geringer Unterschied in der Art der Schachbegabung zeigt sich bei beiden Zwillingsschwestern darin, daß Käthe mehr nach einem Plan spielt, während Wally mehr gegebene Situationen auszunützen versteht. Der Vater der Zwillinge besiegt zu Hause noch seine Töchter, während er in Turnierspielen mit zeitlicher Begrenzung ihnen unterlegen ist.“

2. Temperament und Charakter

a) Einzeluntersuchungen

Eine verhältnismäßig einfach zu erfassende Erscheinung ist das, was als „**persönliches Tempo**“ bezeichnet wird. FRISCHEISEN-KÖHLER hat hierüber eine Zwillingssuntersuchung durchgeführt. Jeder Mensch hat ein ganz bestimmtes Tempo, das in allen seinen Handlungen, im Gehen, Sprechen, Schreiben usw. zum Ausdruck kommt. Er reagiert auch in bestimmter Weise auf ein von außen an ihn herangebrachtes Tempo: Irgendein Tempo, wie das Schlagen einer Uhr, kann uns zusagen oder uns stören, weil wir es unangenehm — zu langsam oder zu schnell — empfinden. In diesen Erscheinungen tritt eine Grundlage dessen in Erscheinung, was wir Temperament heißen. Um das persönliche Tempo zu erfassen, ließ FRISCHEISEN-KÖHLER die Versuchspersonen mit dem Finger oder der Hand in dem Tempo an den Tisch klopfen, das ihnen am meisten zusagte. In einem zweiten Versuch wurde ein Metro-
nom bald schneller, bald langsamer in Bewegung gesetzt und durch Abänderung der Geschwindigkeit bestimmt, welches Tempo von der Versuchsperson am angenehmsten empfunden wurde. Die Versuche führten zu dem Ergebnis, daß das persönliche Tempo bei jedem Menschen sehr konstant ist; Veränderungen der Versuchsbedingungen rufen beim einzelnen Menschen kaum eine Veränderung des Tempos hervor. Im Gegensatz dazu bestehen große Unterschiede zwischen verschiedenen Menschen.

Solche Unterschiede wurden zwischen EZ, zwischen ZZ, zwischen zwei Geschwistern und schließlich zwischen zwei zufällig zusammengestellten, nicht verwandten Personen bestimmt. Dabei zeigte sich, daß die Unterschiede des Tempos bei den beiden Partnern eines EZ-Paares nicht größer sind als sie auch bei ein und derselben Person zu verschiedenen Zeiten gemessen werden können („Selbstunterschied“). Die Unterschiede, die ZZ aufweisen, sind etwa doppelt so groß, ebenso die Unterschiede zwischen verschiedenalterigen Geschwistern. Noch größer sind die Unterschiede zwischen nicht verwandten Personen. Durch diese Untersuchungen wird schlüssig bewiesen, daß das persönliche Tempo in starkem Maße durch die Erbanlagen bestimmt wird.

Mit der Frage der **Vererbung sozialer und sittlicher Charakteranlagen** beschäftigt sich eine Zwillingsuntersuchung von THERESE LASSEN, die an Schülern auf Grund einer Fragebogenerhebung bei den Lehrern durchgeführt wurde (1931). Gegen eine solche Methode bestehen natürlich allerhand Bedenken, da eine durchweg gleichmäßige Beurteilung der Schüler nicht zustande kommen kann. Das Ergebnis an insgesamt 226 Zwillingspaaren ist aber trotzdem sehr bemerkenswert; es ist in der nebenstehenden Tabelle zusammengestellt. Für jede der in den Fragebogen erhobenen Eigenschaften ist für die verschiedenen Arten von Zwillingen je besonders ein Korrelationskoeffizient für das Zusammenvorkommen bei den Partnern errechnet worden.

Eigenschaft	EZ	ZZ	PZ
Selbstbewußtsein	0,71	— 0,01	0,38
Einstellung zur Leistung ..	0,67	0,35	0,44
Selbstbeherrschung	0,71	0,27	0,30
Selbstsucht	0,63	0,62	0,49
Stellung zu den Eltern ..	0,96	0,47	0,85
Stellung zum Mitschüler ..	0,86	— 0,03	0,29
Stellung zum Lehrer	0,84	0,36	0,21
Behandlung von Tieren und Pflanzen	0,98	0,44	0,54
Sachbehandlung	0,79	0,53	0,65
Arbeitswille	0,86	0,49	0,36
Beharrlichkeit	0,67	— 0,08	0,04
Arbeitsfreude	0,66	— 0,17	0,18
Beeindruckbarkeit	0,92	0,42	0,42
Interessengebiete	0,91	0,12	0,15

Es zeigt sich, daß in allen Eigenschaften die EZ außerordentlich viel ähnlicher sind als die ZZ und die PZ. Es überrascht sogar, wie wenig ähnlich sich die ZZ erweisen; ihre Korrelation bleibt sogar in der Mehrzahl der Fälle hinter derjenigen der PZ zurück. Auch wenn auf die errechneten Zahlenwerte kein besonderer Wert gelegt wird, so ist doch auf alle Fälle mit der Untersuchung der qualitative Nachweis erbracht, daß alle die genannten, im einzelnen sicher sehr komplexen Eigenschaften eine erbliche Grundlage besitzen müssen.

Ausführlicher berichtet sei noch über zwei charakterologische Arbeiten von LOTTIG und KÖHN. Diese beiden Arbeiten gründen sich in ihrer Anlage und Fragestellung nicht auf die Einteilung der älteren Psychologie in Intelligenz, Temperament und Charakter, sondern legen ihren Untersuchungen die Begriffe von KLAGES zugrunde, der unter **Charakter** die Gesamtpersönlichkeit versteht, so daß Verstand, Gefühl und Wille in diesen Charakterbegriff eingehen.

KLAGES unterscheidet Stoff, Artung und Gefüge des Charakters. Der Stoff umfaßt die elementaren Gegebenheiten von Verstand, Gefühl und Wille gewissermaßen als Mengeneigenschaften, die Bausteine, das Material, womit die Persönlichkeit arbeitet. Die Artung des Charakters umfaßt die Triebfedern und Interessen; diese geben die Richtung an, der die Persönlichkeit folgt, die Ziele und Maßstäbe. Bei der Artung des Charakters handelt es sich damit um Richtungseigenschaften.

Das Gefüge des Charakters faßt die Eigenschaften zusammen, die die Ablaufformen des seelischen Geschehens bestimmen, z. B. die Schnelligkeit oder Langsamkeit, die Gleichmäßigkeit, Art und Grad der Gehemmtheit. Was man mit „Temperament“ bezeichnet, geht in dieser Gruppe auf.

LOTTIG hat seinen „Hamburger Zwillingsstudien“ (1931) je 10 EZ- und ZZ-Paare zugrunde gelegt. Er geht bei ihnen in der Erfassung des Charakterologischen nicht messend auf Grund von Testuntersuchungen vor, sondern beobachtend und beschreibend. In welcher Weise er die Persönlichkeit zu erfassen sucht, sollen die nachstehenden Beispiele (2 EZ-Paare und 1 ZZ-Paar) zeigen.

Paar 1 der Untersuchung (EZ). 18jährige Akademikersöhne, die gerade ihre Reifeprüfung auf dem Gymnasium gemacht haben. Es handelt sich um ein Paar typische Leptosomen, die die Untersuchung mit einem gewissen trockenen Humor, öfter leicht ironisierend, beobachtend, aber durchaus verständnisvoll über sich ergehen lassen. Sie haben nach Angaben der Mutter erst spät sprechen gelernt, unterhielten sich bis dahin in einer „unverständlichen Sprache“ und speisten ihre Angehörigen „mit ganz vereinzelt Wortbrocken“ ab. Beide lutschten als Kleinkinder gern. B. war Bettnässer bis zum 6. Lebensjahre, A. scheint auch etwas über die gewöhnliche Zeit eingenäßt zu haben. Als Kinder sollen sie lebhaft, gutmütig und folgsam gewesen sein. Beide hatten stets gute Schulzeugnisse. Nach der Meinung der Mutter sind sie jetzt noch recht lebhaft (objektiv nicht erheblich), haben beide rasche Auffassung, beobachten scharf. A. ist aufgeschlossener, anhänglicher, hat einen stets frischen Humor und Witz. B. ist „viel verschlossener“, zurückhaltender, sensitiv. Sie musizieren ganz gern; auf Wunsch der Eltern lernte A. Klavierspiel, B. Geigenspiel. Sie spielen beide „ganz gut“, halten sich für nicht übermäßig talentiert, gehen gern ins Konzert. Für die Schule haben sie sich nie sehr begeistert, betrieben mit mehr Vorliebe Segelsport, haben ein eigenes Boot und „püttern“ gern daran herum. Sie sollen beide gut skifahren. Besonders gesellig waren sie nie, hatten nicht viel Freunde, waren sich meist selbst genug. Anscheinend waren sie eine Clique für sich und brauchten keine anderen dazu. Sie sind beide skeptisch, beobachtend, ruhig. B. soll früher aufgeregter gewesen sein als A. Bemerkenswerte religiöse Neigungen haben sie nicht, sind ziemlich nüchtern und realistisch eingestellt. Politisches Interesse ist deutlich bei beiden vorhanden, aber ohne Anhängerschaft an eine Partei. Mädchenfreundschaften liegen ihnen fern; natürliche Sinnlichkeit ohne Drang nach Auswirkung. Beide betonen, daß sie großes Selbstvertrauen haben. Sie sind korrekt gekleidet, nicht bemerkenswert eitel. Schlaf und Appetit gut. A. ist etwas lebhafter, kecker, B. etwas stiller, kommt aber doch auch oft mit interessierten, etwas spöttelnden Bemerkungen heraus. Der Unterschied in der Aufgeschlossenheit ist wohl feststellbar, erscheint aber bei der Untersuchung geringer, als er von der Mutter empfunden wird. Beide sind in bezug auf Berufsfragen ziemlich nüchtern und realistisch eingestellt, haben praktische Neigungen mit leichtem wissenschaftlichem Einschlag. A. will Ingenieur-Kaufmann werden, B. Diplom-Kaufmann oder kaufmännisch tätiger Jurist.

Paar 6 der Untersuchung (EZ). 16jährige, kecke, sehr geschickt und adrett angezogene Mädchen, Töchter eines Betriebsleiters. B. wurde in Kopflage durch Zange geboren, war sehr schwächlich und kam auf 3 bis 4 Wochen in den Brutofen; A. kam 10 Stunden später als Steißlage zur Welt, war etwas kräftiger. Sie wurden beide künstlich ernährt, hatten keine Ernährungsstörungen, bekamen gleichzeitig die ersten Zähne, liefen mit 1 Jahr, A. 14 Tage später als B. Mit $\frac{3}{4}$ Jahren fingen sie an zu sprechen. Die Mädchen waren zunächst folgsam, ziemlich lebhaft, B. mehr als A. B. soll einmal einen Wutanfall gehabt haben, von dem sie jetzt noch reden. Keuchhusten und Masern machten sie gemeinsam durch; B. mit Mittelohrentzündung rechts, A. ohne solche. B. litt außerdem an Drüsenschwellungen und großen Mandeln. Die Mädchen besuchten die Volksschule, kamen nach 4 Jahren in die Oberrealschule, kamen dort im Rechnen und Englisch nicht mit, wurden nervös, unruhig, magerten ab, wurden ängstlich und kamen deshalb in die Volksschule zurück, wo sie sehr gut mitkamen. Schulleistungen bei A. weniger besser als bei B. Erster Eintritt der Regel: B. vor $\frac{3}{4}$ Jahren, A. vor $\frac{1}{4}$ Jahr. A. hat die Regel mittelstark, B. ziemlich stark, dabei Kopfschmerzen (A. nicht). — Die Mutter gibt an, daß die Mädchen als Kleinkinder lebhaft aber nett im Umgang waren. Sie malten und zeichneten gern, spielten gern mit Puppen und kleinen Kindern. Sie waren körperlich zart, schlechte Esser. Auch in der späten Schulzeit spielten

sie gern, hatten Freundinnen, waren keine Stubenhocker. In den ersten Schuljahren schloß sich A. weniger leicht an als B. Letztere war jedoch immer etwas nervös, weinte viel, fühlte sich öfter zurückgesetzt, die Mutter weiß eigentlich nicht, weshalb. B. ging weniger aus sich heraus. A. turnte gern, B. weniger gern. Handarbeiten und Englisch hätten sie gut gekonnt, Rechnen weniger gut, alles übrige ganz gut. Seit dem 14. Lebensjahre hätten die Mädchen sich geändert. Es begann schon während der Schulzeit. B. hatte damals eine Freundin, A. nicht; sie wurden aufgehetzt, vertrugen sich schlecht, stritten viel. A. hatte meist die Oberhand, hatte die „glücklichere Natur“. Jetzt hat auch A. wieder eine Freundin. Vorübergehend waren sie sehr verschlossen, in letzter Zeit wieder etwas weniger. Vor allem aber wurden sie unzufrieden, unzufrieden, in alledem war A. gleich B. Im ganzen ist sonst A. ruhiger, harmonischer, tiefer, B. oberflächlicher, unruhiger. Beide gehen zum Schwimmen und Turnen. A. ist im Schwimmen etwas ängstlicher, turnt lieber. Die Mädchen besuchen jetzt einen Jahreskursus der Haushaltungsschule. Zur Hausarbeit müssen sie immer angehalten werden, nörgeln darüber; sie sind aber beide peinlich sauber. Sie machen ganz gerne Handarbeiten, B. weniger ausdauernd als A. Musikalisch sind sie beide nicht; B. singt vielleicht etwas besser. Sie haben jetzt beide guten Appetit, schlafen gut. Im Wesen sind sie sprunghaft, lebhaft; sind gern außer dem Hause, poussieren ganz gern, A. mehr als B. A. möchte Kinderfräulein oder Säuglingspflegerin werden, B. Drogistin oder Laborantin. — Interessieren sich sehr für ihre Kleidung, sind ausgesprochen eitel, kommen zur Untersuchung zweimal in feinen, auf Wirkung berechneten Kleidern. Sonntags gehen sie ganz gern hinaus auf Wanderungen, meist mit dem Turnverein, in dem sie viel mit jungen Männern zusammenkommen. Tanzen tun sie nicht gern. Auf Befragen wird B. als die Anführerin angegeben. Objektiv macht A. einen frischeren, harmonischeren Eindruck, reagiert mehr adäquat. B. ist sensibler, unausgeglichener. Beide sind sehr geweckt, aufmerksam, scharfsinnig, ganz auf Wirkung eingestellt. Sie erscheinen sehr selbständig und drängen nach Unabhängigkeit. Die fürsorgliche Mutter ist ihnen lästig. In Briefen bedienen sie sich einer gewandten, manchmal etwas affektierten und geschrobenen Ausdrucksweise.

Paar 11 der Untersuchung (ZZ). 14-jährige Mädchen, Vater im Krieg gefallen. Die Mutter ist eine geweckte, saubere, für das Fortkommen ihrer Töchter interessierte Frau. Die Zwillinge wurden in einer Entbindungsanstalt geboren als Siebenmonatskinder, A. als erste in Kopflage, B. 10 Minuten später in Steißlage. Beide mußten einige Wochen in der Wärmzelle gehalten werden, B. länger als A. Die Kinder wurden 14 Monate genährt. A. erhielt vom 7. Monat an Beikost, die zartere B. vom 9. Monat an. Beide erbrachen in den ersten Monaten öfter, waren sehr empfindlich mit der Ernährung. Beide waren viel wund, hatten Kopfausschlag. Im ganzen zeigte A. eine bessere Entwicklung als B., die mit 3 Jahren einmal körperlich sehr herunter war. Die ersten Zähne bekam B. mit 1 Jahr, ohne Beschwerden, A. mit $1\frac{1}{4}$ Jahren, mit viel Schmerzen und „Krämpfen“. Laufen lernten beide mit $1\frac{3}{4}$ bis 2 Jahren. In der Sprachentwicklung war B. weiter als A., sprach besser und mehr. A. war als Kleinkind sehr ängstlich, B. nicht. Dafür schrie B. sehr viel, lutschte stark, kaute die Nägel ab, pflückte viel an den Haaren, war in Vollmondnächten unruhig, schrie laut, war Bettnässerin bis zum 5. Jahre; auch jetzt noch kommt manchmal Einnässen vor. B. war unruhiger, nervös, reizbar, A. folgsamer, gutmütiger, ruhiger. Gemeinsame Kinderkrankheiten. Beide hatten große Mandeln; bei A. wurden sie entfernt. Später waren beide oft erkältet, A. hatte öfter Leibschmerzen, B. einmal eine Blasen- und Nierenbeckenentzündung. A. soll mit 10 Jahren einen Lungenspitzenkatarrh gehabt haben. Mit 12 Jahren machte A. eine Lungenentzündung durch, angeblich auch Herzmuskelschwäche. B. hatte vor einem Jahr einen Stirnhöhlenkatarrh. Erster Eintritt der Regel bei A. mit 11 Jahren, bei B. mit 13 Jahren. Periode bei A. regelmäßig, stark, alle 3 Wochen, bei B. schwächer, alle 4 Wochen. Die Mutter gibt an, daß A. feinempfindend, leicht gekränkt sei, sie käme mit allem nicht so leicht zurecht, sei mehr „Prinzessin“-Typ. B. ist resolut, weiß was sie will, ist energisch und zielstrebig. Sie ist allerdings auch zappeliger, redet schnell und viel, ist temperamentvoll. A. erlahmt in allem leichter. Sie betreibt gern Handarbeiten, Zeichnen und Malen, ist im ganzen ruhiger, seßhafter. B. ist vorwiegend für praktische Arbeiten, geht lieber auf die Straße, schließt sich leicht an andere an, während A. sich viel für sich hält. Musikalisch sind beide, B. singt besser als A. A. sitzt am liebsten zu Hause, sie ist geistig deutlich zurück gegen B. Besonders einige Tage vor der Periode sei sie leicht beschränkt; nachher würde es dann wieder besser. Freundinnen hat A. nicht; B. dagegen hat immer welche gehabt. A. möchte

Reklamezeichnerin werden; dafür reicht die Begabung aber nicht aus; nun wolle sie Kinderpflegerin werden. Sie lese alles, was sie bekommen könne; besonders gern Reisebeschreibungen. Früher hätte sie sehr viel mit Puppen gespielt, Puppenzeug genäht. Sie bastelt und modelliert gern. In der Schule zeigte sie mäßige Leistungen, Rechnen fällt ihr heute noch schwer. B. war in der Schule viel besser. Zuerst wollte sie immer schreiben; später hatte sie besondere Neigung für Rechnen, Turnen, Englisch, Physik und Mathematik. Im übrigen war sie ein lebhafter „Deubel“, war auf der Straße, sobald sie Zeit hatte, hatte immer Lust zum Streiche machen. Sie möchte Kontoristin werden, am liebsten Privatsekretärin. — Die Mädchen sind körperlich und geistig sehr verschieden. A. ungeweckt, aber freundlich-harmonisch, B. sehr lebhaft und geweckt, kompliziert, bewußter. A. ist wenig unternehmend, beschaulich, etwas bequem, B. energisch, aktiv, ehrgeizig.

LOTTIG verarbeitete nun die Charakterbilder seiner 20 Zwillingspaare nach dem KLAGESSCHEN Charakterschema. Das Ergebnis dieser Verarbeitung ist in den Bildern 79, 80 und 81 niedergelegt. Die Eigenschaften wurden geordnet und dabei folgende Zeichen angewandt:

- = für Übereinstimmung beider Zwillinge (Konkordanz),
- (=) bei kleinen Verschiedenheiten (unvollständige Konkordanz),
- (X) bei deutlicher Verschiedenheit (unvollständige Diskordanz),
- × für Diskordanz.

In den tabellenmäßigen Darstellungen sind die bekanntgewordenen Eigenschaften eingetragen, jede Eigenschaft mit einer bestimmten Breite. Da die Zahl der erfaßten Eigenschaften und ihre Verteilung auf die verschiedenen Gruppen und Spalten bei den einzelnen Untersuchungspersonen jeweils verschieden war, sind auch die für die einzelnen Paare verwendeten Räume in den Spalten verschieden hoch. Ein Überblick über die drei verschiedenen Bilder zeigt, daß sich bei den EZ die festgestellten Eigenschaften gegen die linke Seite, die Seite der Konkordanz, zusammendrängen, während bei den ZZ die Diskordanzspalten stark besetzt sind.

Für den Stoff des Charakters fand LOTTIG bei den EZ eine fast völlige Konkordanz, bei den ZZ dagegen eine recht große Streuung. Daraus würde folgen, daß

Nr.	=	(=)	(X)	×
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

EZ

Nr.	=	(=)	(X)	×
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

ZZ

Bild 79. Stoff des Charakters.
(Nach Lottig.)

Nr.	=	(=)	(X)	×
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

EZ

Nr.	=	(=)	(X)	×
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

ZZ

Bild 80. Artung des Charakters.
(Nach Lottig.)

Nr.	=	(=)	(X)	×
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

EZ

Nr.	=	(=)	(X)	×
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

ZZ

Bild 81. Gefüge des Charakters.
(Nach Lottig.)

der Stoff des Charakters ganz vorwiegend erblich bestimmt ist; die Möglichkeit der Abänderung durch Umwelteinflüsse ist nur gering. Bei der Artung des Charakters zeigt sich auch bei den EZ eine leichte Verschiebung in der Richtung nach der Diskordanz. Die Konkordanz ist zwar noch weit überwiegend und damit auch die vorwiegende Erbbedingtheit der Artung des Charakters außer Zweifel; die Interessen und Neigungen zeigen aber doch eine stärkere Modifikationsbreite als der Stoff des Charakters. Noch stärker ist die Verschiebung in der Richtung der Diskordanz beim Gefüge des Charakters. LOTTIG sagt: „Die Grade und Arten der nervösen Reaktionen, die Harmonie oder Widerstandskraft, Energie und Entschlossenheit, Frische und Äußerungsvermögen, diese und manche ähnlichen Eigenschaften, von denen wir nach dem Gesamtergebnis annehmen müssen, daß sie tief im Genischen wurzeln, sind doch einer bemerkenswerten Modifikabilität fähig.“ Damit kommt LOTTIG zu dem Schluß, daß das Gefüge des Charakters zwar auch überwiegend genisch bedingt sei, daneben aber doch in einer nicht zu unterschätzenden Weise durch Umwelteinflüsse modifiziert werden könnte.

KÖHN führte eine ganz ähnliche Untersuchung wie LOTTIG an 24 Paaren EZ und 37 Paaren ZZ aus, von denen 19 Paare EZ und 27 Paare ZZ genau analysiert wurden. Auch nach seinen Untersuchungen spielt in dem Zusammenwirken zwischen Anlage und Umwelt das Erbgut die führende, die Umwelt die dienende Rolle. Auf's Ganze gesehen fand er die Hälfte der

EZ charakterologisch konkordant, die andere Hälfte vorwiegend konkordant, bei den ZZ dagegen rund 50% mäßig diskordant, die andere Hälfte stärker diskordant. Für Übereinstimmung der Zwillinge in den einzelnen Gruppen des Charakterschemas von KLAGES fand er nebenstehende Zahlen:

		=	(=)	(×)	×
Stoff	EZ	58%	38%	4%	—
	ZZ	—	8%	54%	38%
Artung	EZ	54%	38%	8%	—
	ZZ	—	—	62%	38%
Gefüge	EZ	33%	58%	9%	—
	ZZ	—	3%	35%	62%

Auch KÖHN findet damit die gleiche Abstufung in den drei Eigenschaftsgruppen des Charakters wie LOTTIG, allerdings nicht in derselben Stärke wie dieser. „Anhaltspunkte dafür, daß die Variationsbreite für die drei Eigenschaftsgruppen des Charakters wesentlich verschieden sei, bieten die Tabellen nicht.“

b) Handschrift und Charakter

Seelische Eigenschaften werden natürlicherweise aus seelischen Äußerungen erschlossen. Es ist aber auch möglich, aus körperlichen **Ausdrucksbewegungen** auf seelische Eigenschaften zu schließen, insbesondere auf solche des Temperaments und des Charakters. EZ sind in ihren Ausdrucksbewegungen oft außerordentlich ähnlich; dabei ist es natürlich sehr schwer, solche Dinge exakt zu erfassen und für vergleichende Untersuchungen niederzulegen. Am einfachsten gelingt dies für die **Handschrift**, die nichts anderes als eine fixierte Ausdrucksbewegung ist. Mit diesem Gebiet befaßt sich schon seit langem die **Graphologie**. Sie schließt aus den Formen der Handschrift auf die seelischen Eigenschaften des Schreibers.

Wenn sich tatsächlich die seelische Wesensart eines Menschen in der Handschrift ausprägt, so muß die Untersuchung von Zwillingshandschriften von ganz besonderem Interesse sein. Schon GALTON hat sich mit den Handschriften von Zwillingen beschäftigt. Er findet, daß merkwürdigerweise in diesem Punkt die Ähnlichkeit sehr selten sei. „Ich habe nur einen einzigen Fall, in dem niemand, nicht einmal die Zwillinge selbst, ihre Notizen unterscheiden konnten; kaum zwei oder drei, bei denen

die Handschrift durch andere nicht unterscheidbar war, und nur ein Paar, bei denen sie als ganz ähnlich bezeichnet werden konnte. Andererseits habe ich viele Fälle, bei denen sie als unähnlich bezeichnet, und einige, bei denen sie als einziger Punkt der Unähnlichkeit hingestellt wird. Daraus würde also hervorgehen, daß die Handschrift ein sehr feiner Gradmesser für Verschiedenheiten in der Wesensart ist; eine Folgerung, die ich den Enthusiasten empfehle, die sich mit der Kunst der Enträtselung des Charakters aus der Handschrift beschäftigen." WEITZ berichtet im Gegensatz dazu von recht ähnlichen Handschriften seiner EZ. LANGE sagt wieder, daß äußerst selten die Handschriften gleichartig seien. Dagegen berichtet in neuester Zeit HARTMANN, daß er einem Schriftsachverständigen unter 13 Handschriften 10 von 5 EZ-Paaren vorgelegt habe, ohne daß dieser gewußt hätte, von wem die Schriften seien. Bei vier Paaren von Schriften wurde von ihm die Frage aufgeworfen, ob sie vom gleichen Schreiber seien, und auch beim fünften Paar sei eine weitgehende Ähnlichkeit aufgefallen.

Die Angaben über Ähnlichkeit und Verschiedenheit von Zwillingshandschriften gehen also sehr weit auseinander. Es handelt sich offenbar darum, was als „ähnlich“ oder „verschieden“ bei Handschriften zu bezeichnen ist.

Die schon erwähnte Arbeit von LOTTIG war die erste, die über einen rein äußerlichen Vergleich der Handschriften hinaus zu einer wissenschaftlichen Behandlung der Frage vorstieß. LOTTIG vertritt die Ansicht, daß die von KLAGES gefundenen Gesetze der Ausdruckspsychologie es möglich gemacht haben, aus einzelnen Merkmalen einer Handschrift die darin zum Ausdruck kommenden Charakterelemente zu erfassen. Das Schriftenmaterial seiner EZ wurde von ihm auf die vier nach KLAGES wichtigsten Merkmale einer Schrift hin untersucht: Die Regelmäßigkeit der Schrift ergibt sich aus dem Grade der mathematischen Gleichheit gleicher Schrift-elemente; das Ebenmaß drückt den Rhythmus des Schriftbildes aus; im Formniveau spricht sich die Originalität und produktive Echtheit der Formgestaltung einer Schrift aus; der Schriftwinkel bezeichnet die Richtung der Schrift (rechts schräg, steil, links schräg). Nach einer Wertung dieser Schrifteigenschaften in Punkten wurde für sie der mittlere Unterschied zweier Partner bei EZ und ZZ berechnet. Hierbei ergab sich folgendes:

	Regelmäßigkeit	Ebenmaß	Formniveau	Schriftwinkel
EZ	0,44	0,11	0,11	0,89
ZZ	0,50	0,55	0,55	0,76

Die Unterschiede sind somit für die Regelmäßigkeit und den Schriftwinkel bei EZ und ZZ ziemlich gleich groß, für den Schriftwinkel bei den EZ sogar größer als bei den ZZ. Dagegen stimmen im Ebenmaß und im Formniveau die EZ viel stärker überein als die ZZ; hier findet sich bei den meisten EZ-Paaren eine nahezu völlige Konkordanz. Im System der Charakterkunde von KLAGES wären Ebenmaß und Formniveau einer Schrift dem Stoffe des Charakters zuzuordnen, Regelmäßigkeit und Schriftwinkel der Artung und dem Gefüge. Damit würde sich das Ergebnis der Untersuchung der Handschriften gut in das allgemeine Ergebnis der LOTTIGschen Untersuchungen einordnen; nach ihnen ist ja der Stoff des Charakters so gut wie ausschließlich erbmäßig bedingt, während Artung und Gefüge stärker modifiziert werden können.

Die Untersuchung zeigt damit, wie durch den Vergleich von Zwillingshandschriften das Wesentliche, erbmäßig Bedingte einer Handschrift herausgeschält wer-

war im Arbeitszimmer des
in der Zelle des letzten
Gingarschriften waren vorzufinden =
Es war Unglück mitgebracht war.

- in dem gemacht haben.
von Flüchtlingen sind
der 2. Absatz mit dem
Faktor. Keine feinen

Bild 82. Handschriften der 24jährigen EZ-Schwester Ursula (oben) und Erika (unten). (Nach Mierke.)

den kann. Schriften, die dem ungeschulten Beobachter zunächst als sehr unähnlich erscheinen, können in Wirklichkeit in den wesentlichen, erbbedingten Zügen völlig übereinstimmen.

Eine solche Übereinstimmung in den Handschriften zeigt das Beispiel Bild 82. Es sind Handschriftproben zweier 24jähriger EZ-Schwester, die beide die Reifeprüfung abgelegt haben. Ursula ist im elterlichen Haushalt tätig, Erika Assistentin eines Zahnarztes. MIERKE beurteilt die Schriften wie folgt:

„Die Handschriften der Schwestern glichen sich früher absolut und hätten selbst einen geübten Graphologen täuschen können. Jetzt bieten sie auf den ersten Blick ein durchaus verschiedenes Bild: U. schreibt eine wenig zügige Steilschrift, E. eine flotte Schrägschrift. Trotzdem sind beiden Handschriften viele Wesenszüge gemein. Beide sind verhältnismäßig klein, dabei von gut durchschnittlichem Formniveau und Ebenmaß. Die Druckverteilung ist ausgeprägt, klar und regelmäßig. Die Unterlängen sind größer als die Oberlängen. Die Zeilenführung ist gerade. Ausgeprägte Winkelbindungen, Weite, Rechtsläufigkeit und schlichte und knappe Einzelformen sind ihnen eigentümlich. Die Verbundenheit ist nach Setzung der Oberzeichen gelegentlich gestört, im allgemeinen jedoch gleichmäßig gewahrt. Eine graphologische Deutung in knappester Form läßt insbesondere auf Gesammeltheit und Sachlichkeit, Gewissenhaftigkeit und pedantische Sorgfalt in der Kleinarbeit schließen, daneben auf energisches und zielstrebiges Wollen, auf eine gewisse Schwerblütigkeit, sowie auf ausgeprägten Ordnungssinn. An diesen Grundmerkmalen hat auch die Verschiedenartigkeit des Arbeitsmilieus nichts ändern können. Dessen Einfluß zeigt sich graphologisch eigentlich nur im abgeänderten Richtungscharakter und in der flotten und mageren Schreibweise von E. Das bedeutet in der Hauptsache, daß durch das Losgelöstsein von der gewohnten häuslichen Umwelt und durch die erhöhte Selbständigkeit dem Betätigungstrieb eine größere Entfaltungsmöglichkeit gegeben worden ist. Verbunden damit ist eine Steigerung des Selbstbewußtseins und der kritischen Entschiedenheit.“

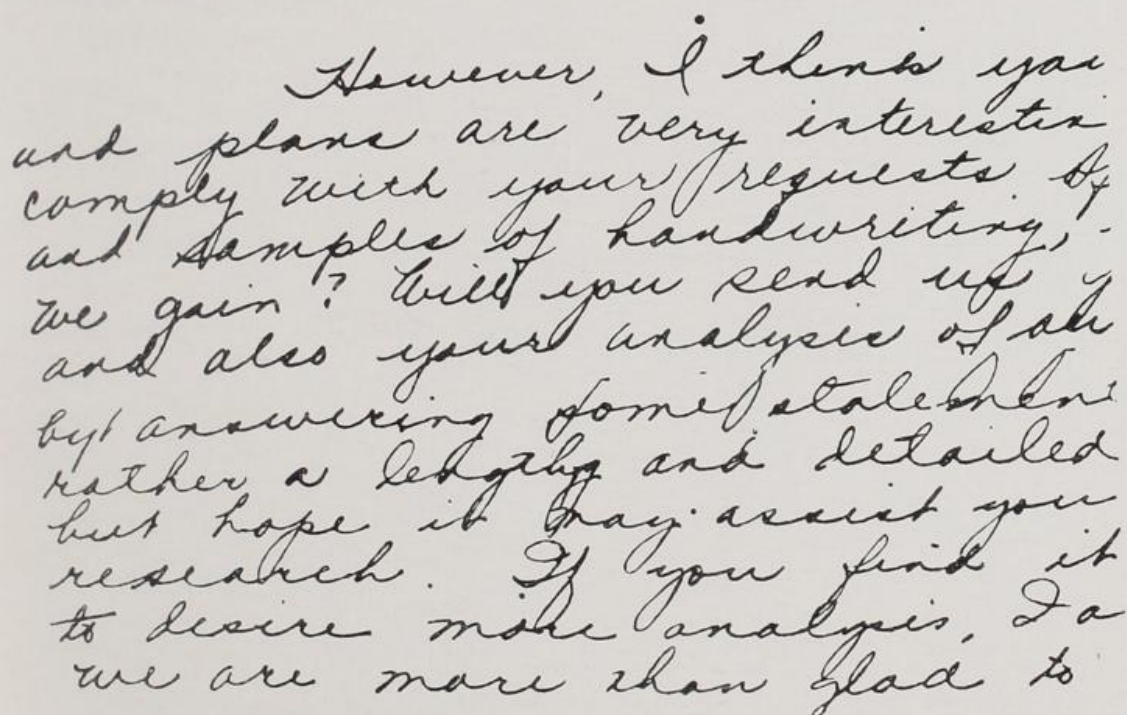
Eingehende und ergebnisreiche Untersuchungen von Zwillingshandschriften sind weiterhin noch von SAUDEK und SEAMAN durchgeführt worden. Einige Beispiele ihrer Untersuchungen mit ihren Ergebnissen seien im folgenden angeführt:

„Die Handschriften der beiden Zwillingschwester Corinne und Anna sind nach dem allgemeinen Eindruck sehr unähnlich. Corinnes Schrift ist stark schräg, natürlich, schnell und fließend, weit, mit leichtem, aber etwas unregelmäßigem Schreibdruck, mit klaren, einfachen Buchstabenformen, leicht labil. Annas Schrift dagegen ist schwungvoll, auffällig anspruchsvoll, bewußt geformt, unnatürlich und künstlich, mit originellen Formen mancher Buchstaben, steil mit starkem Schreibdruck. Den beiden Schriften entspricht sehr deutlich der Charakter der beiden. Beide sind leicht reizbar, intelligent und klug, obwohl etwas oberflächlich. Beide sind gesellig und haben Freude an freundschaftlichem Geplauder und

angenehmer Kurzweil. Dabei leiden beide an leichten Minderwertigkeitsgefühlen. Die Verschiedenheiten ihres Lebensschicksals haben die beiden zu einer verschiedenen Reaktion geführt. Corinne hat sich mit einem ruhigen Familienleben abgefunden und ist natürlich, anspruchslos und bescheiden. Sie ist mit wenigen verständnisvollen Freunden zufrieden und wird nur nervös, wenn sie sich durch Schrofheit, Ironie oder Ränke verletzt fühlt. Anna hat sich dagegen nicht mit ihrem Lose abgefunden, sie bäumt sich dagegen auf und sucht ihre Minderwertigkeitsgefühle dadurch loszuwerden, daß sie sich und anderen beweist, daß sie sich von ihrer Umgebung wesentlich unterscheidet. Sie will die Führerin ihres Kreises sein und ist immer bestrebt, ihren Wert zur Schau zu tragen. Diese ganze seelische Haltung zeigt sich auch in ihrer Schrift. Die Modifizierbarkeit übereinstimmender seelischer Anlagen, wie sie die beiden Schwestern in ihrem Wesen zeigen, tritt in ganz entsprechender Weise auch in ihrer Schrift in Erscheinung."

Neben diesem Fall entsprechender starker Verschiedenheit im seelischen Wesen und in der Handschrift haben SAUDEK und SEAMAN Fälle außerordentlicher Ähnlichkeit beschrieben. Diese kann bis zur völligen Identität zweier Handschriften gehen. Bild 83 zeigt ein solches Beispiel. SAUDEK sagt von ihm:

"Es ist eine natürliche, schnelle, spontane und geläufige amerikanische Schrift, die, nebenbei bemerkt, jene besonderen 'schwingenden' Bewegungen aufweist, die in amerikanischen Schulen geübt werden. Jeder Sachverständige würde darin die Handschrift eines intelligenten, jungen, amerikanischen Mädchens erkennen, und selbst wenn er die Schrift gründlich untersuchte, würde er keine Inkonzsequenz im Stil, im Schreibdruck oder in den Formen wahrnehmen. Diese Schriftprobe, die nichts Problematisches an sich zu haben scheint, ist aber nicht die Handschrift einer Person, sondern zweier Menschen. Vor zehn Jahren hätte kein Sachverständiger auch nur die theoretische Möglichkeit zugegeben, daß verschiedene Teile dieser Schriftprobe von verschiedenen Menschen geschrieben wurden, und es ist undenkbar, daß ein Gericht das Gutachten eines Sachverständigen berücksichtigt hätte, der trotz der vielen, offenkundig unwiderlegbaren Ähnlichkeiten bei schneller, natürlicher und geläufiger Schreibbewegung behauptet hätte, daß sie nicht von einer, sondern von zwei Personen geschrieben wurde."



However, I think you
and plans are very interesting
comply with your requests of
and samples of handwriting,
we gain? Will you send up
and also your analysis of all
but answering some stale ones
rather a lengthy and detailed
but hope it may assist your
research. If you find it
to desire more analysis, I
we are more than glad to

Bild 83. Die Schrift zweier gemeinsam erzogener amerikanischer EZ (20 Jahre alt). Die ersten sechs Zeilen der einen Schwester sind von den folgenden Zeilen der anderen kaum zu unterscheiden. (Nach Saudek.)

Wie häufig sind derartige Fälle wie der hier berichtete? SAUDEK fand bei der Untersuchung der Handschriften von 243 EZ-Paaren, daß in ungefähr 5% der Fälle die Handschriften identisch seien und damit auch von einem Schriftsachverständigen nicht unterschieden werden könnten. In den meisten übrigen Fällen zeigen die Handschriften eineiiger Zwillinge deutliche Ähnlichkeit als Ausdruck ihrer geistigen Ähnlichkeit. SAUDEK und SEAMAN berichten von 20jährigen amerikanischen EZ-Schwestern, deren Schriften in der Formung der Buchstaben, in der sauberen, lesbaren, gut angeordneten Form sich sehr stark gleichen, bei denen aber leichte Unterschiede darauf hindeuten, daß die eine der Schwestern unternehmungsfreudiger, beweglicher und spontaner ist und die Führung der beiden übernimmt. Von ihrem Verhalten beim Schreiben erzählen die Verfasser folgendes:

„Die Schreibschnelligkeit dieses Zwillingspaars ist so vollständig gleich, daß sie bei getrenntem Diktat desselben Textes auf die Sekunde genau mit Sätzen oder Absätzen gleichzeitig fertig werden. Auch ihre Schreibhaltung ist ganz gleich. Diktiert man ihnen gleichzeitig, so wenden sie, als ob sie für diese Bewegung gedrillt wären, auf den Befehl ‚Los!‘ ihre Körper schnell nach links in Profilstellung, kreuzen das rechte Knie über das linke, beugen sich ganz niedrig über den Schreibtisch, stützen sich auf den rechten Unterarm und setzen den Bleistift zur selben Sekunde auf das Papier.“

SAUDEK und SEAMAN haben schließlich noch die Schriften des Pygopagenpaares Daisy und Violet Hilton untersucht (vgl. S. 31). Daisy schreibt mit der linken, Violet mit der rechten Hand. Die beiden Schriften sind zunächst nicht sehr ähnlich; die Unterschiede sind aber in der Hauptsache auf die Verwendung der verschiedenen Hände zurückzuführen. Ungemein bezeichnend und aufschlußreich finden SAUDEK und SEAMAN den Umstand, daß beide Handschriften einen labilen Charakter aufweisen, d. h. weder im Gesamtduktus noch in irgendeinem Merkmal Folgerichtigkeit zeigen, wobei aber trotzdem in beiden Handschriften ein regelmäßiger, leichter Druck wahrzunehmen ist. Das Zusammenvorkommen dieser beiden gegensätzlichen und sich sonst immer ausschließenden Merkmale finden die beiden Verfasser außerordentlich bemerkenswert; sie stellen fest, daß sie unter Zehntausenden von Handschriften nie einem Zusammenvorkommen dieser beiden Schriftmerkmale begegnet seien. Es erscheint ihnen als ein schlüssiger Beweis für die gleiche geistige Veranlagung der beiden Zwillinge; ja sie erklären, daß ihnen nach der Beurteilung der Handschriften und von Zeichnungen die beiden Zwillinge als die ähnlichsten erschienen, die ihnen begegnet seien.

Damit wäre über die wichtigsten bisher erschienenen Arbeiten über Handschriften von Zwillingen berichtet. Wenn ihr Ergebnis festgestellt werden soll, so tritt mit voller Deutlichkeit ein Problem heraus, das in derselben Art immer wieder in der Zwillingsforschung auftritt: Soll aus gewissen, als richtig angenommenen Regeln der Graphologie auf die geistig-seelische Ähnlichkeit oder Verschiedenheit der Zwillinge geschlossen werden, oder soll aus der als gleich anzusehenden geistig-seelischen Beschaffenheit von EZ auf Regeln und Gesetze in der Gestaltung der Handschrift geschlossen werden? Beide Schlüsse sind möglich. Da aber die charakterologische Beschaffenheit der Zwillinge auch sonstwie festgestellt werden kann und andererseits graphologische Methoden oft nur sehr mangelhaft begründet sind, so liegt die Bedeutung der EZ-Handschriften vor allem darin, daß sie eine einzigartige Möglichkeit bieten, das Wesentliche in einer Handschrift zu erkennen; an solchen Handschriften kann die Graphologie ihre Gesetze finden und ihre Maßstäbe bilden. Wenn EZ nach ihren seelischen Eigenschaften hervorragend ähnlich sind, so ergibt sich für die Graphologie aus dem Vergleich der vielleicht äußerlich „unähnlichen“ Handschriften die einzigartige Möglichkeit, das zu erkennen, was als „ähnlich“ anzusehen ist, d. h. was die wesentlichen Eigentümlichkeiten einer Handschrift sind. Die modifikatorischen Änderungen von Temperament und Charakter, die an Zwillingen zu

beobachten sind, werden sich auch in einer Verschiedenheit der Handschrift ausdrücken; es muß möglich sein, diese Verschiedenheiten zu erfassen und auf die entsprechenden charakterologischen Unterschiede zu beziehen. Die Untersuchungen von LOTTIG geben eine erste Vorstellung davon, in welcher Weise Zwillingshandschriften der graphologischen Erkenntnis dienstbar gemacht werden können. Es kann gesagt werden, daß die Untersuchung der Handschriften erbgleicher Zwillinge das beste und zuverlässigste Material für die Begründung einer wirklich ernst zu nehmenden Graphologie zu liefern vermag.

3. Die Gesamtpersönlichkeit

a) Untersuchungen in Zwillingslagern

Testuntersuchungen leiden immer darunter, daß sie nur das Verhalten in einer künstlich herbeigeführten Versuchssituation erkennen lassen; dabei wird selten der ganze Mensch erfaßt. Einen großen Fortschritt bedeuten demgegenüber charakterologische Untersuchungen, wie sie von LOTTIG und KÖHN durchgeführt worden sind; sie geben ein richtigeres und umfassenderes Bild der Persönlichkeit, sind aber auch noch dadurch in ihrem Wert beschränkt, daß der Untersuchende zum großen Teil auf Aussagen dritter Personen angewiesen ist und nur schwer zu einer solchen persönlichen nahen Vertrautheit mit den zu Untersuchenden gelangen kann, wie sie für das volle Begreifen einer Persönlichkeit nötig ist. Eine Weiterbildung der verschiedenen Methoden zur Erfassung der Persönlichkeit, ihre harmonische Durchdringung und Ergänzung ist nun neuerdings in „Zwillingslagern“ versucht worden. Die erbpsychologische Abteilung des Kaiser - Wilhelm - Instituts für Anthropologie, menschliche Erblehre und Rassenhygiene in Berlin - Dahlem hat 1936 zwei Zwillingslager eingerichtet. In dem einen unter der Leitung von GOTTSCHALDT stehenden Lager auf Norderney wurden 48, in einem anderen an der Ostsee 26 Zwillingspaare — ungefähr je zur Hälfte EZ und zZ — während einer Reihe von Wochen beobachtet. Die Kinder lebten in kleinen Gruppen. In dem ersten Lager wurde das ganze Tageserleben der Zwillinge von früh morgens bis zum Zu-



Bild 84. Drei EZ-Paare des Zwillingslagers Norderney 1936.
(Nach Gottschaldt.)

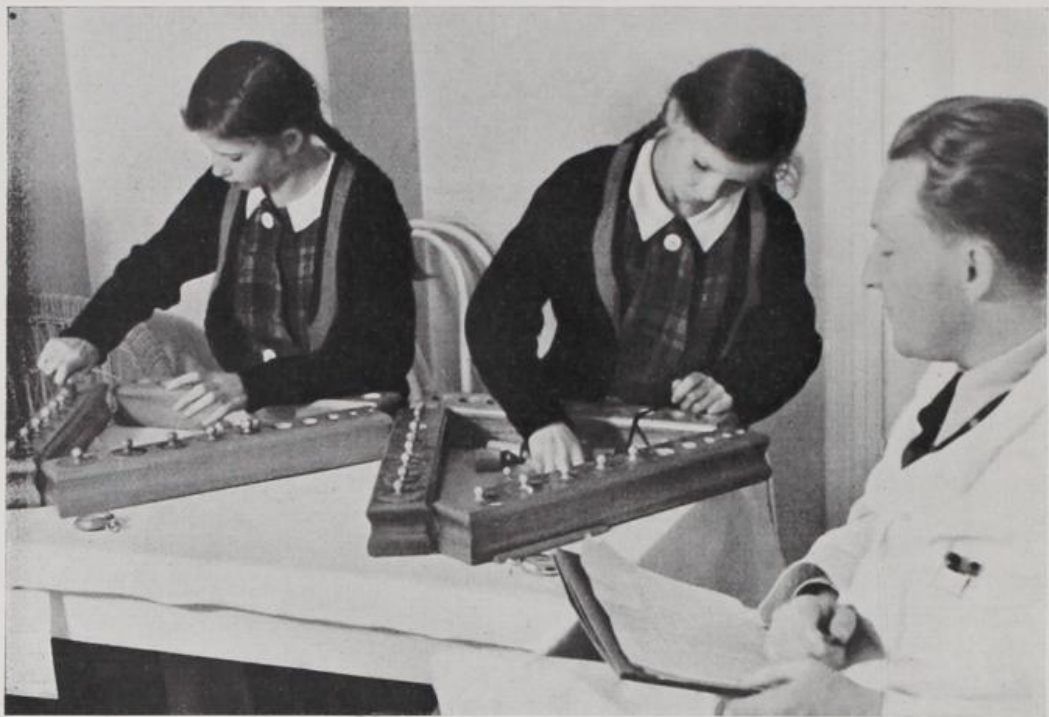


Bild 85. Ein EZ-Paar des Zwillingslagers Norderney 1936 bei einem Arbeitsversuch.
(Nach Gottschaldt.)

Holzzylinder sind in Formen einzuordnen. Auch nach mehreren Wiederholungen ergibt die Prüfung immer noch volle Übereinstimmung in Leistung und Verhalten. Das Bild zeigt den ganz gleichen Ausdruck der Mädchen.

bettgehen, der tägliche Lebensrhythmus, der Stimmungsverlauf, die Auseinandersetzung mit Schwierigkeiten, Erfolg- und Mißerfolgerlebnissen und Konflikten genau verfolgt. Über all das wurde ein ausführliches Protokoll aufgenommen. Das nahe, familienmäßige Zusammenleben mit den Zwillingen gab den Untersuchenden ungemein günstige Beobachtungsmöglichkeiten. Es war hier die volle persönliche Nähe verwirklicht, die für das wirkliche Begreifen einer Persönlichkeit nötig ist. Auf diese Weise war es möglich, über die Vergleichung einzelner Charakterzüge auf Übereinstimmung und Verschiedenheit hinauszukommen zu einer Erfassung der Gesamtpersönlichkeit. Jede Handlung kann dann unmittelbar aus ihr heraus verstanden werden. Diese Art der Beobachtung wurde ergänzt durch nebenhergehende, ohne Störungen in den Tageslauf eingesetzte experimentelle psychologische Untersuchungen, wobei keine Testmethoden angewendet, sondern Versuche angestellt wurden, die unmittelbar an konkrete Lebenslagen anknüpfen.

In dem zweiten Lager wurde (durch GEYER) hauptsächlich der Nachtschlaf untersucht, Schlafstellungen, Schlaftiefe und Schlafstörungen verfolgt und vorwiegend erblich bestimmt gefunden. 1937 wurde auf Norderney durch GOTTSCHALDT ein weiteres Zwillingslager durchgeführt, in das zwei große Gruppen von Zwillingspaaren aus rassistisch verschiedenen Gebieten aufgenommen worden sind. Auf diese Weise sollten auch rassenpsychologische Fragen in Angriff genommen werden.

Auf Grund dieser drei Zwillingslager ist ein außerordentlich großes, umfassend zu nennendes Material gewonnen worden, das dadurch dauernd erweitert wird, daß an den 1936 in die Lager aufgenommenen Berliner Zwillingen dauernd Nachuntersuchungen angestellt werden. Die Verarbeitung wird noch längere Zeit in Anspruch nehmen; die Methode der Zwillingslager verspricht aber auf alle Fälle sehr wertvolle Ergebnisse zu liefern.

b) Lebensbewährung

Alle zeitlich begrenzten Untersuchungen, mögen sie noch so vollkommen durchgeführt werden, haben den Mangel, daß sie die Persönlichkeit nur in einem bestimmten Zeitpunkt erfassen. Noch wesentlicher ist es, Zwillinge über das ganze Leben hin, also nach ihrer Lebensbewährung, miteinander zu vergleichen. Die Art, wie das Leben im ganzen angepackt wird und wie sich die Persönlichkeit in den Anforderungen des Lebens bewährt, ist letzten Endes das Entscheidende.

Über den Verlauf der Lebenslinie von EZ sagt LANGE: „Wichtig ist es, zu sehen, wie entweder beide Zwillinge zielsicher ihren Weg verfolgen, wenn auch in verschiedenen Berufen, oder wie sie beide scheitern, wie sie beide tastend und ohne klares Ziel beginnen, um dann in plötzlichem Aufschwung ihre Lebenslinie bergan zu führen, wie sie beide glänzend anfangen, um dann in einem Knick lahm zu werden.“ Für ihren sozialen Entwicklungsgang fand LANGE fast ausnahmslos in grundsätzlicher Übereinstimmung: „Geht ein Partner den einfachen Weg des Durchschnittsmenschen, dann tut es der andere auch. Steigt einer hinauf in der Stufenleiter, weiter, als ihm seine Herkunft versprach, dann finden wir den anderen auch oben, und auch das Herabsinken ist beiden gemein. Unterschiede im Grad des Auf- und Abstieges kommen vor, aber das Oben und Unten selbst, die stimmen überein. Dem entspricht auch die größere oder geringere Stetigkeit der Lebensführung, die zum Teil überraschende Übereinstimmungen zeigt.“

Die schon erwähnten Kapellmeisterzwillinge Wolf und Will Heins zeigen eine solche völlig gleichartige Lebensbewährung (S. 117). LANGE erzählt von zwei Zwillingsgenerälen, die seinerzeit in England Aufsehen machten. Sie traten am gleichen Tag in die Armee ein, wurden am gleichen Tag kommandierende Generale und zeichneten sich in derselben Weise schriftstellerisch aus.

Sehr eindrucksvoll ist das Beispiel der beiden Brüder August und Jean Piccard. Ihre Ähnlichkeit in der Jugend und während des Studiums war ganz außerordentlich; sie fielen um so mehr auf, als sie es in originellem Auftreten darauf anlegten, miteinander verwechselt zu werden. Ihre wissenschaftlichen Interessen waren dieselben; daß sich August schließlich der Physik, Jean der Chemie zuwandte, bedeutet keinen Wesensunterschied. Später wurde August Professor in Brüssel, Jean Professor an einer amerikanischen Universität. Als August im Jahre 1930 den ersten Stratosphärenflug durchgeführt hatte, wagte Jean nicht lange darauf in Amerika dieselbe Fahrt. Seither lösen sich die beiden Brüder nacheinander in Erfolg und Mißerfolg mit ihren Aufstiegen ab. Die Zähigkeit und Kühnheit, mit der sie ihre Ballonfahrten durchführen, verbindet sich bei ihnen mit einem Hang zum Absonderlichen, den sie schon in ihrer Jugend gezeigt haben. Wissenschaftliche Begabung, Charakter und Lebensbewährung sind bei beiden Brüdern völlig gleich.



Bild 86. Die EZ-Brüder August und Jean Piccard.

Unmittelbar aus dem Wesen der Gesamtpersönlichkeit heraus bestimmt sich die Stellung zu Sexualität und Ehe. Sie ist bei EZ meist überraschend gleich. LANGE und KRANZ berichten von Fällen, in denen das Eheschicksal zweier Zwillinge völlig übereinstimmend war. Sie scheiterten in der Ehe an den gleichen Konflikten oder überwinden Schwierigkeiten in derselben Weise. In einem Fall wurde die Braut des einen die Frau des zweiten; in einem andern Fall war ein Mädchen zunächst die Freundin des einen, bekam dann mit dem andern ein Kind, um in der Folgezeit mit beiden ein inniges Freundschaftsverhältnis weiterzuführen.

c) Veranlagung zum Verbrechen

Mehr als von Zwillingspaaren mit normaler Lebensbewährung ist von der Lebensgeschichte solcher Zwillinge bekannt, die mit der Gesellschaftsordnung in Konflikt gekommen sind. Von unerhörter Eindruckskraft sind die von einer Reihe von Forschern angestellten Untersuchungen über das verbrecherische Verhalten von Zwillingen. Berühmt geworden ist die von JOHANNES LANGE 1928 zum Abschluß gebrachte erste Arbeit dieser Art über „Verbrechen als Schicksal“. Außer einer Veröffentlichung des holländischen Forschers LEGRAS erschienen in letzter Zeit als Abschluß langjähriger Untersuchungen zwei größere Arbeiten über kriminelle Zwillinge von STUMPFL und KRANZ, die sehr viel neues wertvolles Material brachten.

Bei allen drei angeführten deutschen Arbeiten ist das Material in der Weise gewonnen worden, daß unter Mitwirkung der Justizverwaltung bei den Gefängnisinsassen eines bestimmten Gebietes erhoben wurde, ob sie als Zwillinge geboren seien. Wenn dies bei einem Gefangenen zutraf, so wurde sein Zwillingspartner ermittelt und die Lebensgeschichte beider Zwillinge, insbesondere unter dem Gesichtspunkt des sozialen Verhaltens, so genau als möglich aufgenommen. Die Untersuchung von LANGE, die seinerzeit an der Deutschen Forschungsanstalt für Psychiatrie (Kaiser-Wilhelm-Institut) in München durchgeführt wurde, trägt den Charakter einer kasuistischen Arbeit und beschreibt nur EZ-Paare; sie berichtet aber von ungemein interessanten Einzelfällen allgemeiner und bleibender Bedeutung. Die Arbeit von STUMPFL, die gleichfalls an der Münchener Forschungsanstalt entstand, fußt auf einem Material von 550 kriminellen Paaren, die als lückenlose Serie aus dem Bestand nichtpreußischer Gefängnisse ermittelt wurden; aus ihnen wurden 18 EZ- und 19 ZZ-Paare nach reise-technischen Gesichtspunkten ausgewählt und genau beschrieben. Die Arbeit von KRANZ wurde am Kaiser-Wilhelm-Institut für Anthropologie, menschliche Erblehre und Rassenhygiene in Berlin-Dahlem begonnen und später an der Psychiatrischen und Nervenkl. in Breslau weitergeführt. Sie verarbeitet das Material sämtlicher preußischer Gefängnisse und bringt mit den ausführlichen Lebensbeschreibungen von 31 EZ- und 43 ZZ-Paaren das bisher größte Material von kriminellen Zwillingen.

Bei der Feststellung des kriminellen Verhaltens zweier Zwillinge ist zuerst festzustellen, ob beide im Laufe ihres Lebens gerichtlich bestraft worden sind oder ob bloß ein Partner straffällig wurde. Nach diesem Begriff der Konkordanz und Diskordanz sind im folgenden alle EZ- und ZZ-Paare der genannten Arbeiten zusammengestellt. Die PZ sind von allen genannten Forschern nicht eingehender untersucht, sondern höchstens gestreift worden, da die Verschiedenheit des Geschlechts von vornherein einen so großen Unterschied im kriminellen Verhalten mit sich bringt, daß brauchbare Einsichten in dessen Ursachen nicht erwartet werden können.

Die Zusammenstellung aller ausführlich beschriebenen Fälle auf Seite 132 zeigt, daß LANGE und LEGRAS die EZ-Paare fast durchweg konkordant, die ZZ-Paare fast durchweg diskordant gefunden haben, während nach dem Material von STUMPFL und KRANZ die Unterschiede in der Straffälligkeit der EZ und ZZ weitaus nicht so groß sind. Im übrigen weist STUMPFL auch darauf hin, daß 2 bis 3 der von LANGE beschriebenen konkordanten EZ eigentlich als diskordant gezählt werden müßten.

Aus der Gesamtheit aller Fälle ergibt sich so oder so durchaus klar das Bild, daß sich die EZ dem Verbrechen gegenüber überwiegend kon-

kordant, die ZZ überwiegend diskordant verhalten. Daraus kann der Schluß gezogen werden, daß das Kriminellwerden vorwiegend erbmäßig bestimmt ist. Mit den Ziffern, die aus der statistischen Zusammenstellung der beschriebenen Einzelfälle folgen, ist aber in Wirklichkeit noch recht wenig gesagt. Das Bestraftwordensein ist nur ein äußerliches, manchmal sogar nur zufälliges Merkmal. Erst aus der genauen Kenntnis der Zwillingpersönlichkeiten und ihrer Lebensschicksale heraus ergibt sich ein klarer Eindruck davon, wie Übereinstimmung und Unterschied bewertet werden müssen. Es seien daher im folgenden aus dem Material der genannten Forscher eine Anzahl der aufschlußreichsten Fälle (konkordante EZ, diskordante EZ und konkordante ZZ) wiedergegeben.

	EZ		ZZ	
	K	D	K	D
Lange	10	3	2	15
Legras	4	0	0	5
Stumpfl*	13	5	7	12
Kranz	20	11	23	20
	47	19	32	52
	71%	29%	38%	62%

Die von LANGE berichteten Fälle konkordanter krimineller EZ sind auch heute noch, nachdem sich das Material wesentlich vergrößert hat, zu den aufschlußreichsten zu zählen. Mit vollendeter Meisterschaft weiß LANGE in das seelische Gefüge der von ihm untersuchten Zwillinge einzudringen und das Zusammenwirken von Anlage und Umwelt in ihrem Handeln bloßzulegen. Keine Wiedergabe vermag die Darstellung der Originalarbeit LANGES zu ersetzen; ihr eingehendes Studium ist für jedes gründliche Eindringen in die vorliegenden Fragen unentbehrlich. Trotzdem sei über eine Anzahl der von LANGE untersuchten Fälle **konkordanter EZ** kurz berichtet:

Die beiden Zwillingbrüder August und Adolf Heufelder,** die in ihrer Jugend nicht einmal von ihrem Vater unterschieden werden konnten, waren beide schon in der Schulzeit sehr schwierig, rechthaberisch, erregbar und streitsüchtig. In der Schule und in der Lehre machten sie dieselben Schwierigkeiten. Mit 14 Jahren wurden die beiden Brüder zum ersten Male bestraft, der eine wegen Holzfrevels, der andere wegen eines kleinen Diebstahls; mit 16 Jahren folgen schwerere Eigentumsvergehen und schließlich wurden beide zu Gewohnheitsverbrechern, die nach kurzer Zeit der Freilassung immer wieder straffällig werden. Jeder von ihnen hatte gegen das 40. Lebensjahr schon gegen zwei Jahrzehnte hinter Gefängnismauern zugebracht. Im Charakter sind wohl gewisse Unterschiede zu erkennen; im Grundzug ihres Wesens sind sie aber völlig gleich. Auf die Haft reagieren sie im ganzen beide ganz ähnlich, sie sind ungemein schwierig, nörgeln, querulieren und hetzen. Zusammenfassend spricht sich LANGE über die beiden wie folgt aus:***

„Adolf und August sind einander körperlich ähnlich wie ein Ei dem andern; aber auch seelisch gleichen sie einander bis in viele Einzelheiten hinein. Ein Unterschied besteht wohl im Grunde zunächst nur im seelischen Tempo bzw. im Temperament. Adolf ist lebhafter, unruhiger, weniger ernst und etwas mehr nach außen gerichtet, und davon hängen eine Reihe sekundärer Unterschiede ab. Im Charakter sind sie fast ganz gleich, beide explosiv erregbar, zu Primitivreaktionen geneigt, aber doch auch paranoid, ja paranoisch, dabei leichtfertig, humorlos, egozentrisch. Nur ist Adolf wohl gefühlskälter und nahezu ganz ohne Menschenliebe, während August viel mehr Raum für andere Menschen in sich hat. Es lohnt sich zu verfolgen, wie die Gleichartigkeiten sich durchsetzen, wie aber doch durch die geringfügigen Charakterunterschiede manche recht erheblichen Verhaltensunterschiede bedingt werden, zum Teil freilich in deutlichem Zusammenhang mit eingreifenden äußeren Einwirkungen.

* Zwei bei STUMPFL aus rein formalen Gründen als diskordant geführte EZ-Paare sind als konkordant gezählt.

** Hier wie bei allen folgenden kriminellen Zwillingen handelt es sich ausschließlich um Decknamen.

*** Die im folgenden wiedergegebenen Berichte sind zum Teil leicht gekürzt. Die Sperrungen rühren vom Verfasser dieses Buches her.

Im kriminellen Verhalten der Zwillinge fehlen wesentliche Differenzen. Die Brüder sind noch dazu unabhängig voneinander zu ihrem antisozialen Handeln gekommen. Adolf ist roher; aber auch August zeigt als Jüngling schon in seinem sexuellen Angriff, daß ihm diese Register auch zur Verfügung stehen.

Es ist müßig, festlegen zu wollen, wie es im einzelnen zu den Verbrechen kam. Arbeitsscheu im engeren Sinne sind beide nicht gewesen; sie haben draußen zum Teil ungemein fleißig gearbeitet. Wirkliche Not hat sie zum mindesten anfangs nicht getrieben — das sieht man schon an den straffreien Geschwistern. Erwähnenswert ist, daß Adolf aus der langen Kriegsgefangenschaft ein großes Maß von Gewissenlosigkeit und Brutalität mitgebracht hat, das ihm vorher nicht eignete. Hier machen sich wohl die Spuren äußerer Einflüsse bemerkbar. Es darf allerdings nicht vergessen werden, daß diesen Einwirkungen gewisse ursprüngliche Neigungen Adolfs entgegenkommen, die ihn von August unterscheiden, vor allem seine viel größere Gefühlskälte.

So sehen wir gerade bei diesen beiden Brüdern eindringlich, wie das Wesentliche offenbar ganz von innen her bestimmt wird, aus einem angeborenen Gesetz herauswächst, wie aber die Umwelt mit ihren verschiedenartigen Einwirkungen aus dem gleichen rohen Material die Oberflächenbilder verschieden gestaltet.

Josef und Wilhelm **Rieder** stammen aus geordneten Verhältnissen, haben in der Schule zwar ordentlich gelernt, waren aber der Schrecken ihrer Lehrer. Ihr Betragen in der Schule war „nicht zu beschreiben“. Schon 13jährig fangen sie mit Diebstählen an. Beide kommen doch in die Lehre, halten sich zuerst ordentlich, um dann davonzulaufen. Josef erhält später Strafen wegen Diebstahl, Hehlerei, Sachbeschädigung, Körperverletzung, Bettel, Widerstand. Später hat er dann eine sehr ordentliche Frau geheiratet und ist jetzt unbeanstandet in einem guten Angestelltenverhältnis. Wilhelm hielt sich zunächst ganz straffrei, heiratet früh, verliert aber seine treffliche Frau im ersten Wochenbett. Er heiratet rasch wieder, und zwar eine schon geschiedene Frau, ein böses Weib, das ihm das Leben schwer macht. Er tröstet sich mit einer jungen Kellnerin, die mit ihm herumzieht und durch die er in schlimme Kreise kommt: Schieber, Dirnen, Diebe, lockeres Volk. In dieser Umgebung kommt er nacheinander zu allerhand Diebstählen und sonstigen Vergehen, die ihn öfters ins Gefängnis bringen; auch eine Strafe wegen Kuppelei trägt er davon. LANGES zusammenfassendes Urteil über die beiden Brüder lautet folgendermaßen:

„Die beiden Brüder Rieder sind einander offenbar sehr ähnlich, gutmütige, weiche, beeinflussbare Leute, mit der Neigung zum Trunke, und allen Einflüssen von außen preisgegeben. Sie sind keine aktiven Bösewichte, im Gegenteil. Haben sie von außen Halt, dann ist keine Gefahr, daß sie entgleisen, ohne daß sie doch dadurch anders würden. Kommen sie in schlechte Gesellschaft, dann erliegen sie auch den ungünstigen Einflüssen ohne Widerstand. Ihr Grundzug ist ihre Beeinflussbarkeit und diese macht auch die Grundlage ihrer Kriminalität aus — sie sind typische exogene „Verbrecher“ auf der Grundlage ihrer Veranlagung, die nicht wegzudenken ist. In anderem wirtschaftlichem Milieu würden sie schwerlich so entgleisen, wie sie es tun. Man kann ebensowohl sagen, die Anlage sei die Hauptsache, wie umgekehrt. Beides wäre falsch und richtig. Die Anlage ist eben nichts ohne die Umwelt.

Die extreme Beeinflussbarkeit ist es auch, welche die Unterschiede im kriminellen Verhalten bestimmt. Josef erscheint unter dem Einfluß seiner tüchtigen Frau konsolidiert. Für Wilhelm dagegen ist es ein Unglück, daß er seine erste brave Frau verliert und daß ihm die zweite durch ihre „Zungenhaftigkeit“ das Haus vereckelt. So wird er dem Wirtshaus, dem Bier und schließlich auch der neuen Frau in die Arme getrieben, die ja an sich nett und gutmütig ist, aber einen allzu schlimmen Anhang hat und in der Kriminalität des Mannes höchstens insofern Schlimmes sieht, als er sich gelegentlich erwischen läßt.“

Bei **Wolfgang** und **Herbert Lauterbach** handelt es sich um zwei Betrüger von Format, deren Vorgeschichte recht dunkel ist. Wolfgang war nie im Feld, erzählt aber trotzdem von Heldentaten als Flieger. Nach dem Krieg macht er angeblich eine Erfindung, die beim Gelingen außerordentliche Bedeutung gewinnen würde. Er weiß mit Hilfe seines glänzenden Auftretens und seiner suggestiven Redegabe eine Menge von Leuten für sich und seine Erfindung einzunehmen und gewinnt einen Geldgeber nach dem anderen, darunter höchst angesehene Persönlichkeiten, trotzdem der Apparat, um den es sich handelte, nie richtig

funktionierte. Das Geld, das für die Erfindung einging, gebrauchte er zu einem Leben auf ganz großem Fuße. Erst als er auch Scheckschwindeleien beging, wurde er gefaßt; vor Gericht hielten aber Leute, die er um Hunderttausende geschädigt hatte, immer noch fest zu ihm.

Während Wolfgang in Untersuchungshaft war, begann sein Bruder Herbert einen gleichartigen Apparat zu bauen, angeblich um die Realität der Erfindung zu beweisen. Er weiß in derselben Weise wie Wolfgang andere Menschen von der Bedeutung der angeblichen Erfindung zu überzeugen, die Prüfung durch Sachverständige zu vereiteln und Gelder über Gelder für die Erfindung und damit für sich zu gewinnen, bis er wegen Betrug verhaftet wird. Vor Gericht verhielten sich beide völlig gleich. Sie wissen mit unerhörter Gewandtheit immer das Günstigste herauszukehren und damit zum Teil auch das Gericht zu gewinnen. Ihre Strafe fällt unverhältnismäßig niedrig aus. Auch im Strafvollzug sind sie merkwürdig gleich behandelt worden. In der Haft verhielten sich beide ganz ähnlich und wußten allerehand Vergünstigungen herauszuschlagen.

Über die Lebensgeschichte Wolfgangs seit seiner Entlassung aus der Strafhaft wurde 1936 von KRANZ berichtet. Einige Zeit nach der Entlassung hat Wolfgang seine Betrügereien wieder aufgenommen und genau wie früher wieder Gläubige zu gewinnen verstanden. Dabei wurde er noch zweimal in ein Strafverfahren verwickelt. Die Spur von Herbert ist verloren gegangen.

LANGE urteilte zusammenfassend über die beiden Zwillinge folgendermaßen:

„Es bedarf keines näheren Nachweises, daß die beiden Zwillingsbrüder Wolfgang und Herbert zum mindesten in zahlreichen grundlegenden Charaktereigenschaften einander wie ein Ei dem andern gleichen. Sie sind beide geltungssüchtige, im Grunde kalte, herzlose Menschen, deren üppige Phantasie und deren erstaunliches Schauspielertalent ihresgleichen suchen. Sie sind im tiefsten Grunde ihres Wesens unfähig zur Wahrhaftigkeit und zur Treue. Ihr gesamtes Handeln und ihre Reden formen sich unter dem Gesichtspunkte ihrer egozentrischen Ziele ganz nach dem Augenblick und nach der jeweiligen Umgebung. Mit der größten „Treuerzigkeit“ bringen sie ihre phantastischen Aufschneidereien an den Mann.

Ein gewisser Unterschied besteht insofern, als Wolfgang brutaler und kälter ist als Herbert, daß er sich noch wesentlich mehr zutraut und daß er nicht bloß auf einzelne, sondern auf ganze Gruppen von Menschen irreführend einzuwirken versucht und einwirkt. Herbert ist der weniger sichere, der ängstlichere, der sich lieber an einzelne heranmacht. Herbert nennt sich selbst den „idealeren“ — aber sein Ideal ist höchstens ein gedachtes, nicht einmal ein gewolltes —, ja, es ist mehr in seiner Rede, kaum in seinen Gedanken.

Im Grunde ist Herbert doch der genialere Schwindler, und zwar deshalb, weil er offenbar mehr noch als sein Bruder imstande ist, vorübergehend an seine Schwindeleien selbst zu glauben oder doch die Wirklichkeit so weit hinauszuschieben, daß er sie nicht mehr so deutlich sieht wie seine Phantasiegebilde. Diesen Eindruck hat man bei dem skrupelloseren Wolfgang kaum; bei ihm fehlt das, was bei Herbert sich immer noch an Gewissen regt und zum Verdrängen zwingt. Es macht ihm nichts aus, neben der Lüge die nackte Wirklichkeit klar im Auge zu behalten. Er ist zweifellos der bewußtere Schwindler.

Daß bei beiden die Kriminalität aus ihrem tiefsten Wesen herauswächst, kann nicht fraglich sein. Dennoch wird man im Zweifel sein können, ob sich ihre Schwindeleien ohne die besonderen Verhältnisse der Nachkriegszeit in der gleichen Weise entwickelt hätten. Wahrscheinlich nicht; aber bei beiden sehen wir doch schon in der Vorgeschichte, vielleicht schon vor dem Kriege, die Anzeichen der beginnenden Entgleisung. Die allgemein unsichere, geld- und genußhungrige Menschheit nach dem Kriege, die blinde Leichtgläubigkeit, ja fast der Wunsch, Sand in die Augen gestreut zu bekommen, mußten den beiden Hochstaplern weitgehend entgegenkommen.“

Die beiden Brüder Ferdinand und Luitpold Schweizer wurden durch den Tod ihrer Mutter schon mit 8 Jahren getrennt und gerieten unter ganz verschiedene Erziehungseinflüsse. Ferdinand wurde streng und lieblos angefaßt, rückte bald aus und ging auch nicht mehr zur Schule. Bald verübte er mit anderen jungen Burschen eine Reihe von Diebstählen. Zu Beginn des Krieges wurde er zuerst wegen Fahnenflucht verurteilt, bekam aber Strafaufschub und machte dann den Krieg bis zum Ende straffrei mit. Nachher wurde er Händler und geriet an eine sehr unerfreuliche Frau; seine Wohnungs- und Eheverhältnisse waren schauderhaft. Wegen erschwerter Kuppelei erhielt er ein Jahr Zuchthaus. Nach der Entlassung knüpfte er zahlreiche andere Verhältnisse an, aus denen eine ganze Reihe unehelicher Kinder hervorging. Außerdem erhielt er noch Strafen wegen Beihilfe bei einem Einbruch.

Luitpold ging es im ganzen besser. Wegen Schulversäumnis wurde er mit Haft bestraft; mit 16½ Jahren erhielt er eine Strafe wegen Körperverletzung. Nach dem Krieg, in dem er schwer verwundet wurde, heiratete er, ließ sich aber dann wieder scheiden und hatte daneben wie sein Bruder noch zwei Verhältnisse, von denen er je ein Kind bekam. Dann heiratete er eine äußerst tüchtige Frau, die ihn fest an die Zügel nahm. Er muß sich nunmehr lenken und leiten lassen wie ein Kind und macht alles, was sie haben will. Sie läßt ihn nicht allein ausgehen, denn in schlechter Gesellschaft ist er nicht zu halten. Er muß mit in die Kirche und Mission, wo er so weich ist, daß er oft weint. Er darf nicht mehr trinken und tut dies auch tatsächlich nicht mehr. LANGE urteilt über die beiden Brüder folgendermaßen:

„Das spätere äußere Schicksal der Brüder scheint verschieden genug und man könnte zur Erklärung an die verschiedenartigen Erziehungseinflüsse in den Kinderjahren denken. Dennoch geht das schwerlich an, und ein näherer Einblick zeigt, daß beide ganz aus dem gleichen Stoffe, vor allem ganz ohne Willensfestigkeit sind, und daß sie jeweils zum Produkt der Umgebung werden, in der sie sich, mehr oder weniger zufällig, befinden.“

So führt die Gesellschaft schwerer Jungen den Ferdinand zu seinen ersten Straftaten. Nach der Fahnenflucht führt sich Ferdinand im Felde so gut, daß ihm seine Strafe erlassen wird. Unter dem Einfluß seiner üblen ersten Frau und der neuen Geliebten und späteren zweiten Frau, die ihn offenbar mit festen Banden hält und dirigiert, bleibt er auf deren tiefem Niveau. Daß aber auch Luitpold dauernd entgleisungsbereit ist, weiß niemand besser als seine jetzige tüchtige Lebensgefährtin.

Es ist ein scheinbar himmelweiter Unterschied zwischen dem biederem Handwerker und Pantoffelhelden, der in der Kirche Tränen vergießt, und dem verkommenen Mann, der immer wieder betrunken auf der Straße liegt und in Gemeinschaft eines üblen Frauenzimmers auf Handelschaft zieht. Aber es ist der gleiche Stoff, aus dem verschiedenartige aktuelle Außeneinflüsse diese voneinander abweichenden Bilder formen. Eigene erworbene Entwicklungsgesetze haben damit nichts oder wenig zu tun. Auch der jetzige Pantoffelheld war ja wenige Jahre zuvor völlig ‚verkommen‘, ‚heruntergerissen‘, der Eckensteher und Säuer von heute aber vor kurzem noch nach seiner ersten Entgleisung lange Jahre hindurch ein tadelloser unbeanstandeter Soldat.

Im ganzen wird man sagen können, daß bei den Brüdern Schweizer äußere Einflüsse zu einer klaren Wirkung kommen. Es liegt dies aber nicht an diesen äußeren Einflüssen selbst als vielmehr an der angeborenen Artung, die beide Brüder jeweils den stärkeren Einflüssen, guten oder schlechten, hemmungslos preisgegeben sein läßt. Das Entscheidende bleibt also auch hier mit größter Wahrscheinlichkeit die anlagegemäße seelische Beschaffenheit.“

Von den durch STUMPF in „Ursprünge des Verbrechens“ (1936) mitgeteilten Fällen konkordanter EZ sei nachstehend einer wiedergegeben.

Franz und Karl **Niederhauer** (32 Jahre alt). Der Vater besitzt ein Anwesen, ist ein guter Mensch, aber willensschwach. Weil er als Kind angeblich immer schwach war, konnte er die Bauernarbeit nicht verrichten und wurde Forstaufseher. Daß er keine sehr hohe Auffassung von seinem Beruf haben konnte, zeigte sich darin, daß ein Teil seiner Söhne hervorragende Wilderer gestellt hat. Die Mutter ist schwach begabt, aber sehr arbeitssam. Unter den Geschwistern der Zwillinge befinden sich zwei vielfach vorbestrafte Brüder; einer von den beiden ist ein gewiegter Wilderer.

In der Schule war Franz von seinem Bruder Karl nicht zu unterscheiden. Beide waren verlogen; sie konnten nicht einmal bei der Schlußprüfung dreizifferige Zahlen anschreiben. Obwohl in einem, allerdings verkommenen, landwirtschaftlichen Betrieb aufgewachsen, können die Zwillinge weder mähen noch ackern noch die Felder richtig bestellen. Sie sind keine ausgesprochenen Einbrecher, aber sie wildern mit Vorliebe, räumen auch mal die Felder ab, handeln mit Autoreifen und basteln an ihren Motorrädern herum. Dem Dorf gegenüber schließen sie sich vollkommen ab, lassen sich nicht in die Karten sehen. Im Stall haben sie nur noch zwei Kühe stehen. Im Ort selbst stehlen sie nicht, nur auswärts. Nachts brausen sie auf ihren Motorrädern herum. Bei allen Unternehmungen war Karl von Kindheit an mehr der führende Teil. Das erwies sich schon bei den beliebten Raufereien in der Schule, es kommt aber auch in der Kriminalität zum Ausdruck. Während Franz wegen fahrlässigen Falscheid, Betrug, Privaturkundenfälschung und Meineid bestraft ist, ist Karl einmal wegen Diebstahl, einmal wegen Jagdfrevel und mehrfach wegen Körperverletzung und Hausfriedens-

bruch bestraft. Insgesamt ist Karl neunmal, Franz nur viermal vorbestraft, doch hat Franz als Höchststrafe 1 Jahr und 6 Monate Zuchthaus, Karl nur ein Jahr Gefängnis. Der Gesichtsausdruck bei den Zwillingen weist nicht unerhebliche Verschiedenheiten auf: Bei Karl ist das Willensmäßige und das Brutale sehr stark ausgedrückt, demgegenüber zeigt Franz eine größere Aufgeschlossenheit und Weichheit. Karl arbeitet derzeit in einer Fabrik in einer Großstadt, Franz hält sich im Hause seines Vaters auf. Doch sind beide wöchentlich einmal beisammen und hängen aneinander in einer Weise, wie man es bloß bei eineiigen Zwillingen beobachten kann. Franz berichtet spontan, daß er vor kurzem erst im Zuchthaus gewesen sei, „für meinen Bruder“, wie er mit sichtlicher Genugtuung hinzufügt. Er behauptet, zu Unrecht verurteilt worden zu sein. Er wollte ihn durch seine Aussage vor der Überführung eines Diebstahls schützen. Bei allen Unterschieden zwischen den beiden Zwillingen überwiegt doch der Gesamteindruck einer charakterologischen und konstitutionellen Ähnlichkeit, die, von Feinheiten abgesehen, einer vollständigen Gleichheit entspricht. Ihre antisoziale Betätigung ist eine viel ähnlichere, als es den Straflisten nach zu sein scheint. Wenn Karl einmal wegen Jagdfrevel bestraft wurde und mehrfach wegen Gewalttätigkeiten, wobei er einmal zusammen mit einem anderen Bruder einen Bauern und seine Frau, die dem Vorbeifahrenden unter spöttisch-verächtlichen Gesten nachblickten, heftig verprügelte, so hat auch Franz zweifellos mehrfach gewildert, nur vielleicht etwas vorsichtiger, und er hätte in einer ähnlichen Lage der Verspottung durch Bauern nach Ansicht von Personen, die ihn seit vielen Jahren kennen, ganz ähnlich gehandelt wie sein Bruder. So berichten verlässliche Auskunftspersonen, daß jeder Nachbar, der etwas über die Familie sagt, unerbittlich verprügelt wird, woran sich auch Franz herzlich beteiligt. Die ganze Familie lebt nach Art von verarmten und etwas epigonenhaften Raubrittern. Diebsgesindel aller Art findet in ihrem Haus, in dem in sexueller Beziehung vollkommene Promiskuität herrscht, Unterschlupf. Bei Gericht sind sie frech und sprechen in herablassendem Ton zu den Beamten. Niemand im Ort zweifelt daran, daß es sicher 100 Fälle gibt, wo sie nicht bestraft wurden und doch hätten bestraft werden sollen.

Gemütsrohe, unterdurchschnittlich begabte, etwas hemmungslose Persönlichkeiten, dabei überquellende Vitalität. Im Elternhaus sittlich verwahrlost. Charakterologisch vollkommen gleich, im sozialen Verhalten auch nur an der Oberfläche ungleich.“

Aus den von KRANZ dargestellten „Lebensschicksalen krimineller Zwillinge“ sei im folgenden ein Fall nach der Zusammenfassung der ausführlicheren Lebensgeschichte wiedergegeben:

Die beiden Brüder **Dorian** und **Reinhard Nanuk** stammten aus angesehener Familie und sind in ihrer Kindheit verwechselt worden. Der eine Bruder (Reinhard) erzählt hiervon folgendes: „Als Säuglinge wurden wir von der Amme, die uns badete und die uns dabei das zur Erkenntnis am Arm getragene blaue und rote Bändchen abnahm, verwechselt. Nachdem sie einen Augenblick das Zimmer verlassen hatte, konnte sie nachher nicht mehr feststellen, wer der Reinhard und wer der Dorian sei. Amme, Pastor, Arzt und Eltern kamen dann zu der Entscheidung, daß ich wohl Reinhard getauft und der andere Dorian. Mit Bestimmtheit ist dies aber, so sagte mir meine Mutter jetzt noch, nie mehr klargestellt worden.“

Als sie nach der Rückkehr aus dem Feld in das väterliche Geschäft eintraten, wirtschafteten sie dort in unglaublicher Weise, richteten es völlig zugrunde und kamen durch Betrugsmanöver, durch die sie sich zu retten versuchten, ins Gefängnis. KRANZ urteilt über sie folgendermaßen:

„Das Kriminalitätsbiogramm der Zwillinge Nanuk bietet wie das ganze Leben so außerordentliche Ähnlichkeiten, daß man geradezu von einer photographischen Treue der beiden Lebensbilder sprechen muß, bis erst etwa vom 30. Jahre ab die Wege auseinandergehen. Während es nämlich von da ab Reinhard gelingt, sich zu resozialisieren, findet Dorian aus seiner kriminellen Laufbahn nicht mehr heraus. Bis dahin aber verläuft das Leben durchaus parallel, nur mit geringen zeitlichen Verschiebungen. Beide gehen zu gleicher Zeit ins Feld, werden dort gleichmäßig befördert, übernehmen zusammen das väterliche Geschäft und ruinieren es in gleicher Weise. Dorian beginnt mit 23 Jahren, Reinhard 4 Jahre später mit seinen Vergehen. Und diese sind bei beiden völlig übereinstimmend; in der Hauptsache handelt es sich um Betrügereien, Unterschlagungen und Urkundenfälschungen, die in ganz gleicher Weise angelegt sind und aus der gleichen Motivierung stammen. Leichtfertiger und verschwenderischer Lebenswandel verschlingt Gelder, die auf unrechtmäßige

Weise eingebracht werden müssen. Beide treten mit ihren Damen großartig auf. Zeitweise Zerwürfnisse mit den Eltern ergeben neue Notsituationen. So löst ein Betrug den andern ab. Nicht die fraglichen Verschüttungen im Kriege sind schuld an Dorians späteren Entgleisungen: beide sind psychopathische Menschen hyperthymen Schlages. Ganz gleich auch verläuft beider Eheleben. Beide heiraten, aber schon nach kurzer Zeit können die Frauen, die vorher vergöttert, nun aber im Stich gelassen werden, das Zusammensein mit ihnen nicht mehr ertragen und lassen sich scheiden. Dorians Frau endet auf ungeklärte Weise im Kanal. — So bietet sich in dem Leben dieses Zwillingspaares ein Bild tragischer Schicksalsgleichheit. Es ist von tiefer Bedeutung, daß beide nicht einmal mit Sicherheit wissen, ob sie nicht vielleicht den Taufnamen des anderen bekommen haben. So sehr hat man sie als Kleinkinder verwechseln müssen.“

Einen ganz besonders merkwürdigen Fall der Übereinstimmung an EZ erzählt KRANZ von zwei Brüdern, die beide unabhängig voneinander dieselbe perverse Triebrichtung (Wäschefetischismus) aufweisen und deshalb vor Gericht kommen. Beide Brüder versuchen, ihre unglückselige Neigung zu überwinden und unterliegen doch immer wieder der Gewalt ihres Triebes; er bricht in genau der gleichen Weise bei beiden Brüdern immer wieder durch.

Im vorstehenden sind Fälle konkordanter EZ wiedergegeben worden. Wenn Konkordanz auf Grund gleicher Anlage die Regel ist, so ist es klar, daß die **diskordanten EZ** besondere Aufmerksamkeit verdienen. Sie können unter Umständen zeigen, wie besondere Umweltverhältnisse bei gleichen Erbanlagen verschiedene Verhaltensweisen hervorrufen können. Im folgenden soll ein von KRANZ berichteter Fall zweier diskordanter Zwillingsgeschwestern wiedergegeben werden.

„Die Schwestern *Hermine* und *Henriette Eikelow* (24 Jahre alt) sind ganz gleichartige Persönlichkeiten. Ihr Leben verläuft auf niedriger sozialer Ebene. Ihre Herkunft aus Arbeiterkreisen und ihre mäßige Intelligenz prädestinieren sie dazu. Die mangelhafte Erziehung in der Kindheit war sicher von ungünstigem Einfluß. Von dumpfen Trieben sind beide beherrscht, die sie ziemlich hemmungslos ausleben. Ungefähr gleichzeitig, mit 16 oder 17 Jahren, beginnen ihre sexuellen Beziehungen, bei denen sie keineswegs wählerisch sind. Henriette torkelt, noch nicht 19 Jahre alt, in die Ehe mit einem psychisch kranken primitiven Menschen, der schon nach kurzer Zeit durch Selbstmord endet. Ihr neues Eheverhältnis, das sie eben zu legalisieren im Begriffe stand, nachdem sie schon lange mit dem neuen Bräutigam die Wohnung teilte, stand wieder unter ungünstigsten Vorzeichen. Auch dieser Mann ist ein Psychopath, ein degenerierter Trinker mit Anfällen, vielleicht ein Epileptiker. Nebenbei soll sie aber auch mit Herminens Mann angebandelt haben.

Diese hat sich gleich mit mehreren Männern eingelassen. Mit 19 Jahren durch eine Schwangerschaft in die Enge getrieben, macht sie in ihrer Not einen mißglückten Abtreibungsversuch, und als das Kind geboren ist, verfängt sie sich unter dem Kreuzfeuer der Männer, die sich alle um die Verantwortung drücken wollen und sie bedrängen, in unüberlegte und verworrene Widersprüche, die sie schließlich als Meineidige ins Zuchthaus bringen. Es ist eine tragische Verkettung von Umständen, die das unglückselige Wesen in diese verzweifelte Lage bringen. Hinterher geht auch sie dann eine völlige Fehlehe ein. Sie gerät an einen herzlosen Menschen, der sie nicht liebt und ihr ihre Vergangenheit ewig vorhält, der sie brutal behandelt und ihr nicht treu ist. Die neuerliche Überführung ins Zuchthaus setzt den vorläufigen Schlußstrich unter ihr verpfushtes Leben.

Neben der Kritiklosigkeit und ungehemmten Triebhaftigkeit gibt es aber noch viel anderes Gemeinsames im Charakter der Schwestern. Beide sind frech, zänkisch, unreife, infantilistische Naturen. Aber auch in den Lichtseiten ihres Charakters sind sie sich ähnlich. So haben sie ohne Zweifel viel und fleißig gearbeitet, haben, wenn das Leben ihnen wieder einmal übel mitgespielt hatte, immer wieder versucht, sich durchzuschlagen, ja der Kampf, den Hermine in verzweifelter Situation um ihre Existenz geführt hat, entbehrt nicht heroischer Züge. Sie hat sogar den Mann, der an ihrem Unglück schuld war, nicht verraten! Beide hängen an ihren Kindern mit großer Liebe.

Gerade aus ihrer charakterlichen Gleichartigkeit heraus ergibt sich, daß der ursprünglich gute Zusammenhalt bald einem gegenseitigen Feindschaftsverhältnis Platz machte.

Daß Hermine einmal kriminell wurde und ihre Schwester nicht, ergibt sich lediglich aus der besonderen Situation, in die sie hineingeriet. Beide sind haltlose primitive Naturen, aber Hermine hat von beiden das größere 'Pech' gehabt."

Neben den diskordanten EZ verdienen die **konkordanten ZZ** besonderes Interesse. Von einem solchen, durch STUMPF beschilderten Paar sei im folgenden berichtet:

„Zwischen Blasius und Cyprian **Mistelbacher** (34 Jahre alt) besteht eine ausgesprochene Familienähnlichkeit. Beide sind breit und untersetzt, muskulös und zugleich aufgeschwemmt, im Gesicht schwammig. Dennoch sind die Unterschiede so erheblich, daß von einer Verwechslung niemals die Rede sein konnte: der eine hat hellblaue Augen, der andere schwarze, der eine ist blond, der andere dunkelbraun bis schwarz. Auch die Gesichtszüge zeigen sehr wesentliche Abweichungen. Blasius ist bereits 15mal vorbestraft. Er wohnt in derselben Stadt wie sein Bruder, ist dort seit mehr als 30 Jahren bekannt und gilt als ausgesprochener Lump. Schon in der Schule hat er nichts getaugt. Er erlernte das Handwerk seines Vaters, ist verheiratet, aber schon seit langer Zeit arbeitslos, ohne sich ernstlich um eine Arbeit zu bemühen. Er wohnt in einem Hinterhaus in einer verwahrlosten Stube, von deren Fenster aus er tagsüber in halbdösendem Zustand die Vorgänge auf der Straße beobachtet. Seine Strafen erhielt er überwiegend wegen Diebstählen. Meist mehrmonatige Gefängnisstrafen, einmal schon 1 Jahr 8 Monate Gefängnis. Auch wegen Körperverletzung und wegen kleineren Übertretungen ist er vielfach vorbestraft. Überwiegend handelt es sich um Holzdiebstähle und um Diebstähle von biergefüllten Fässern. Nur ein geringer Teil dieser Taten konnte ihm nachgewiesen werden, obwohl man wußte, daß er oft Trinkgelage veranstaltet, ohne über Geldmittel zu verfügen.

Sein Bruder macht schon rein äußerlich einen wesentlich besseren Eindruck. Er hat das Geschäft seines Vaters übernommen und genießt einen guten Ruf. Er ist humorvoll und bei seinen Arbeitgebern als fleißig bekannt. Auch kommt er mit sogenannten besseren Leuten in der Stadt zusammen. Daß er es mit seiner Ehrlichkeit nicht so genau nimmt, hat er wohl von seinem Vater. Das Strafregister enthält vier Einträge: einen wegen Diebstahls in der Nachkriegszeit, zwei wegen Körperverletzung und einen wegen öffentlicher Beleidigung und Widerstands. Doch handelt es sich durchweg um kleine Geldstrafen bzw. höchstens um 10 Tage Haft. Auch hat er sich nun bereits seit mehr als 5 Jahren vollkommen straffrei gehalten, im Gegensatz zu seinem Bruder, der seit seinem 14. Jahr bis auf heute eine ununterbrochene Kette von Straftaten aufweist und seiner ganzen Wesensart nach minderwertig und sozial haltlos ist.

Der eine Zwilling zeigt starke Charakterabnormitäten, der andere nicht."

Die im vorstehenden wiedergegebenen Lebensschicksale krimineller Zwillinge haben über die Erfassung des Straffälligwerdens hinaus tiefer geführt; sie zeigten in ihrem Ablauf die gesamte Lebensbewährung und machten es damit möglich, den Charakter in einer Weise zu erfassen, wie dies bei irgendeiner Teiluntersuchung niemals möglich ist.

Aus diesen Lebensgeschichten geht klar hervor, daß der rein formale Konkordanzbegriff nicht ausreicht, das Wesentliche zu erfassen. Die konkordanten EZ bieten ein völlig anderes Bild als die konkordanten ZZ: Bei den EZ wächst die oft unerhörte Übereinstimmung im kriminellen Verhalten aus der charakterologischen Gleichheit der Persönlichkeit heraus; bei den (viel selteneren) konkordanten ZZ zeigt sich fast in jedem einzelnen Fall, daß die straffällig gewordenen Zwillinge in ihrem Charakter eigentlich recht verschieden sind und auch in ihrem strafbaren Handeln große Unterschiede zeigen. Daß sie beide straffällig werden, erklärt sich zureichend aus der Erbveranlagung der Familie und aus dem Familienmilieu. Wie die konkordanten EZ zeigen aber auch die diskordanten EZ oft eine restlose Übereinstimmung im Charakter, und man gewinnt aus ihren Lebensgeschichten den Eindruck, daß es in vielen Fällen reiner Zufall war, daß nur ein Zwilling straffällig wurde.

Auf Grund der Einsicht in die größere charakterologische Ähnlichkeit der EZ gegenüber den ZZ haben sowohl KRANZ als STUMPFL eine vertiefte Bewertung der Konkordanz durchzuführen versucht. KRANZ berechnet aus 3 Hauptfaktoren der Kriminalität (Häufigkeit der Vergehen, Art der Vergehen, Strafhöhe) einen „kriminellen Ähnlichkeitswert“ und findet, daß unter den konkordanten EZ 52% stark ähnlich und 19% nur wenig ähnlich sind, während bei den nur etwa halb so häufigen konkordanten ZZ die entsprechenden Zahlen 22 und 34% sind. Die von KRANZ angewandte Methode der Vergleichung ergibt also, daß konkordante EZ sehr viel ähnlicher sind als konkordante ZZ.

STUMPFL unterscheidet 5 Stufen der Konkordanz und setzt als erste Stufe die Tatsache, daß bei beiden Zwillingen eine Strafe ins Strafregister eingetragen worden ist, als 2. bis 4. Stufe die Gleichheit der Schwere der Kriminalität, der Begehungsart und der alltäglichen sozialen Verhaltensweisen, als 5. Stufe die Charaktergleichheit. Bei der Bearbeitung seiner EZ-Fälle fand er, daß in den höheren Stufen die Konkordanz immer größer wird, so daß bei der 5. Stufe bei allen Fällen volle Konkordanz festgestellt werden kann. Im Gegensatz dazu fand er bei den ZZ-Fällen in der ersten Stufe die höchste Zahl von Konkordanzfällen, in der 5. Stufe überhaupt nur noch Diskordanz.

Als das Wesentliche erscheint somit nach den Untersuchungen von STUMPFL nicht die äußerliche Übereinstimmung im Straffälligwerden, sondern die Gleichheit des Charakters. Seinen Eindruck von den Lebensschicksalen der von ihm untersuchten EZ faßt er in folgenden Worten zusammen:

„Wenn man sich in die Lebensläufe vertieft, so ist der stärkste und immer wiederkehrende Eindruck der einer schlechthin vollkommenen Wesensgleichheit erbgleicher Zwillinge in allen Grundzügen des Charakters. Dieser Eindruck kann sich selbst in ausführlichen Darstellungen nur unvollkommen widerspiegeln, denn viele entscheidende Momente wollen im persönlichen Umgang mit den Zwillingen miterlebt sein. Feinheiten, die sich nur im Zusammenspiel der Ausdrucksbewegungen, der Art, wie etwas gesagt, verneint oder bejaht wird, erkennen lassen, kleine Vorlieben, Abneigungen, Empfindlichkeiten, innere Schwächen und Stärken können nur schwer in Worte gefaßt werden und sind dennoch entscheidend für die Beurteilung und Deutung grob faßbarer Tatsachen und Zusammenhänge. Es wäre verfehlt, hierin eine Unvollkommenheit wissenschaftlicher Methodik zu erblicken, die zu beseitigen die Aufgabe künftiger Forschung sein müsse. Denn es handelt sich hier um ein Geheimnis der Menschen-erkennung, das nie beseitigt werden wird, wie die feinsten Analysen des Laboratoriums und der vollkommenste Körperstatus, von einem anderen Beobachter vorgenommen, niemals den Gesamteindruck ersetzen werden, den der Arzt im persönlichen Gespräch und bei der persönlichen Untersuchung von seinem Kranken gewinnt.“

Im Gegensatz zu den Erbverschiedenen besteht hinsichtlich aller Wesensmerkmale des Charakters, hinsichtlich Gefühlsanlagen, Willensanlagen, Temperament, Begabung, eine Übereinstimmung, die so weit geht, daß man bei aller Verschiedenheit des sozialen Verhaltens im Vergleich zu den zweieiigen Zwillingen von vollkommener Ähnlichkeit, ja Gleichheit des Charakters sprechen muß. Es besteht Gleichheit des Temperaments, der Interessen, der Willensanlagen. Gleich sind die Vorlieben für dieselben Betätigungen, für bestimmte Arten, sich zu unterhalten, für bestimmte Getränke und Speisen, gleich ist die Art, auf bestimmte Erlebnisse zu antworten, von bestimmten äußeren Schicksalen beeindruckt zu werden, gleich ist der Geschmack an bestimmten Dingen, etwa die Art sich zu kleiden, gleich sind Vorliebe und Abneigung gegenüber bestimmten Persönlichkeiten. Die Unterschiede bleiben immer so gering, daß es nicht möglich ist, erbungleiche Zwillinge oder Menschen überhaupt nach Begabungsunterschieden und Charakterunterschieden in verschiedene Gruppen zu teilen, welche geeignet wären, die bei erbgleichen Zwillingen auftretenden Unterschiede zu erfassen. Ebenso wie hinsichtlich der normalen Charaktereigenschaften vollkommene Konkordanz herrscht, sind auch die Charakterabnormitäten und Psychopathiefornen bei eineiigen Zwillingen gleich. Unterschiede in der Ausprägungsform und in den Äußerungsweisen sind, wie noch im einzelnen ausgeführt werden wird, durchaus peripherer Natur.“

Wenn EZ in ihrem Charakter nahezu völlig übereinstimmen, so müssen die in ihrem kriminellen Verhalten **diskordanten EZ** besonderem Interesse begegnen. Was ist die Ursache ihres verschiedenen Verhaltens? Zunächst zeigt sich, daß sie im

ganzen die leichteren kriminellen Fälle darstellen. Neben den Fällen, in denen sich das verschiedene Verhalten auf eine frühere exogene körperliche oder seelische Schädigung des einen Zwillings zurückführen läßt, sind es vielfach einmalige und nicht besonders schwere Vergehen, die unter dem Druck besonderer Verhältnisse zustande gekommen sind. Man möchte sagen, daß die Unterschiede im Verhalten solcher EZ weithin im Rahmen des Selbstunterschieds bleiben. Bei welchem durchaus ehrbaren und straflos gebliebenen Menschen wäre es nicht möglich, daß er unter dem Druck außergewöhnlicher Verhältnisse eine strafbare Handlung begangen hätte? Bei den diskordanten EZ hat man in vielen Fällen den Eindruck, daß der straflos gebliebene Partner genau so gehandelt hätte wie der bestrafte, wenn er in dieselbe Lage geraten wäre. Es ist keine Frage, daß zwischen Verbrechen und Verbrechen unterschieden werden muß.

STUMPF hat auf Grund ausgedehnter Sippenuntersuchungen an Verbrechern und seiner Zwillingsuntersuchungen zwei Hauptgruppen von Verbrechern unterschieden: die **Schwerkriminellen**, die regelmäßig rückfällig werden, und die **Konfliktkriminellen** und **Spätkriminellen**, die er als **Leichtkriminelle** zusammenfaßt.

Die **Schwerkriminalität** entspringt einer erbmäßig bedingten Charakterabnormalität. Schwerverbrecher sind meist Psychopathen. Ihre Anlage bringt gewohnheitsmäßige Verhaltensweisen mit sich, die in der Regel bald nach der Schulentlassung und so gut wie immer vor dem 25. Lebensjahr zu strafbaren Handlungen und später immer wieder zu Rückfällen führen (Rückfallverbrecher). EZ mit Schwerkriminalität verhalten sich dem Verbrechen gegenüber durchweg konkordant. Dagegen zeigen leichtkriminelle und weibliche EZ verhältnismäßig oft verschiedenes Verhalten. Das gilt besonders für die sogenannte „**Konfliktkriminalität**“. Diese Form der Kriminalität entspringt einem inneren Widerstreit oder einer starken Notlage, die gegebenenfalls in jedem Menschen zur Tat führen können.

Aus diesen Erkenntnissen heraus ergeben sich nun aber auch ganz klare Forderungen für das Verhalten der Gesellschaft den Verbrechern gegenüber. Die Zwillingsforschung zeigt mit stärkster Eindringlichkeit, daß es Verbrecher gibt, für die ihr Verbrechertum ein reines Erbschicksal ist. Für sie gilt das, was LANGE ausgesprochen hat: „Ist die Rechtsbrechung, wie wir eindringlich gesehen haben, ganz wesentlich eine Folge des Gesetzes, nach dem wir angetreten, dann hat es keinen Sinn, zu vergelten und zu strafen im engeren Sinne. Sicherung der Gesellschaft, das ist freilich auch das Ziel der Vergeltungsstrafe. Aber die Sicherung als Absicht tritt doch allzu sehr hinter dem Mittel zurück. Heute müssen wir die Sicherung der Gesellschaft als alleiniges, aber ganz klares Ziel vor Augen haben und wirklich entsprechend handeln. Wir müssen auch dem allgemeinen Rechtsbewußtsein diese Richtung geben.“

Damit sind die unbeeinflussbaren Schwerverbrecher gemeint. Sie können mit recht großer Sicherheit schon verhältnismäßig früh erkannt werden und sind der Zwangsverwahrung zuzuführen und zu sterilisieren, so daß sie der menschlichen Gesellschaft nicht mehr schaden und ihre verbrecherische Veranlagung nicht weiter vererben können.

Anders ist mit den Leichtkriminellen zu verfahren. Sie werden nach wie vor eine Strafe auf sich zu nehmen haben, mag nun diese als Sühne oder als Abschreckung begründet werden. Im Strafvollzug müßte aber, worauf STUMPF und der Jurist EXNER mit Nachdruck hinweisen, eine Trennung von Schwerkriminellen und Leichtkriminellen eintreten, damit nicht die letzteren, wie dies bisher manchmal vorgekommen ist, durch das jahrelange Zusammensein mit Schwerverbrechern ganz verdorben werden.

4. Die Einwirkungen der Umwelt auf die Persönlichkeit nach Untersuchungen an getrennt erzogenen EZ

Der Einfluß der Umwelt auf die Ausbildung des Erscheinungsbildes muß sich bei den Partnern eines EZ-Paares um so stärker geltend machen, je verschiedener die Umweltverhältnisse sind, unter denen sie leben. Die Wirksamkeit geistig-seelischer Umwelteinflüsse kann deshalb am besten an EZ erkannt werden, die während ihrer ganzen Jugendzeit getrennt voneinander erzogen worden sind; spätere Trennung hat entfernt nicht denselben Einfluß. Getrennt erzogene EZ sind naturgemäß sehr selten; bisher sind solche fast nur aus Amerika bekannt geworden. Der erste Fall dieser Art wurde von POPENOE 1922 berichtet und von MULLER zusammen mit der Psychologin KOCH 1925 eingehend untersucht. Später hat NEWMAN das Problem aufgegriffen; von 1929 bis 1934 gelang es ihm, nacheinander 9 Fälle ausfindig zu machen. In neuester Zeit (1937) konnte er diese einzeln beschriebenen Fälle in einer zusammenfassenden, gemeinsam mit dem Psychologen FREEMAN und dem Statistiker HOLZINGER durchgeführten Untersuchung durch 10 weitere Fälle ergänzen. Damit liegen aus der amerikanischen Fachliteratur 20 gut beschriebene Fälle vor; einige englische Paare getrennt erzogener EZ sind von SAUDEK beschrieben worden. In der deutschen Zwillingsliteratur ist ein seit frühester Jugend getrenntes EZ-Paar noch nicht beschrieben worden. Im folgenden sei über die MULLERSchen Zwillinge und die 9 ersten Fälle von NEWMAN berichtet.

Die von MULLER und KOCH beschriebenen, getrennt erzogenen EZ-Schwestern sind am bekanntesten geworden. Nach MULLER beschäftigte sich auch noch SAUDEK mit dem Paar.

Die beiden Schwestern **Bessie** und **Jessie** sind 1893 geboren; sie wurden schon im Alter von 2 Wochen voneinander getrennt und von verschiedenen Pflegeeltern aufgezogen. Die Zwillinge kannten sich nicht bis zum Alter von 18 Jahren; damals lebten sie einige Monate zusammen. Dasselbe war 1913 und 1914 der Fall; dann sahen sie sich wieder 7 Jahre lang nicht.

Ihre Jugend verbrachten die Zwillinge im Nordwesten der Vereinigten Staaten in verschiedenen Umweltverhältnissen. Bessie lebte mit ihrer Familie bis zum Alter von 5 Jahren auf einer Farm; dann wechselte sie mit ihren Pflegeeltern, die nacheinander in verschiedenen Bergwerksbezirken arbeiteten, sehr oft den Wohnort. Sie wuchs fast ganz ohne Spielgefährten unter Erwachsenen, Bauern, Fuhrleuten, Grubenarbeitern und Cowboys auf; von einem älteren Sohn ihrer Pflegeeltern wurde sie oft bis aufs Blut gequält. Sie lernte ganz von selbst lesen und wurde bald eine leidenschaftliche Leserin; die Schule besuchte sie im ganzen nur 4 Jahre lang einschließlich einer Handelsschulzeit von 9 Monaten. Vom Alter von 15 Jahren ab arbeitete sie auf einem Kontor; sie war sehr eifrig und fleißig und hatte dementsprechend eine erfolgreiche berufliche Laufbahn, die sie durch ganz USA. führte. Während des Weltkrieges und nachher war sie mit dem amerikanischen Heer in Frankreich.

Ihre Schwester **Jessie** wuchs in wesentlich angenehmeren und ruhigeren Verhältnissen auf. Ihre Pflegeeltern adoptierten nach dem Tod ihrer Mutter auch ihre ältere Schwester und zwei Brüder, so daß sie im Kreis ihrer eigenen Geschwister aufwuchs. Die Familie liebte Unterhaltung und Vergnügen, und so sah das Mädchen immer viele Leute. Ähnlich wie Bessie wuchs auch sie als richtiger Wildfang auf; die Schule konnte sie vom 7. Jahr ab wesentlich länger als ihre Schwester, aber auch nicht ganz regelmäßig besuchen. Trotz unvollkommener Vorbereitung hatte sie an der High School und später an einem College sehr guten Erfolg. Nach Abschluß ihres Studiums wurde sie Lehrerin, bis sie dann heiratete. Sie bekam ein Kind, führte aber später ihren Lehrberuf wieder weiter. So sind die Lebensumstände der beiden Schwestern, trotzdem sie in ähnlichem sozialem Milieu aufgewachsen sind, mit der Zeit doch recht verschieden geworden.

Bei der Untersuchung der beiden Schwestern ergab sich eine ganz auffällige Übereinstimmung in den körperlichen Eigenschaften. Körpergewicht und Größe sind fast ganz dieselben; die Iris stimmt in fünf Eigenschaften bei beiden Schwestern vollkommen überein; beide haben einen leicht nach links gezogenen Mund; die Zähne sind außerordentlich ähnlich, ein Schneidezahn greift bei beiden Schwestern in derselben Weise auf den anderen über. Jessie war als Kind viel gesünder, woran die besseren Umstände, unter denen sie aufwuchs,



Bild 87. Die Zwillinge Jessie und Bessie. (Nach Muller, 1925.)

schuld gewesen sein mögen; Bessie war als Kind schlecht ernährt. Beide hatten beinahe gleichzeitig einige leichte Anfälle von Tuberkulose. Beide sind energisch, fähig, beliebt und nehmen hervorragende Stellungen in Vereinen und in ihren kirchlichen Gemeinden ein. Beide ließen sich gleichzeitig ohne Wissen voneinander das Haar kurz schneiden, zu einer Zeit, wo dies noch Mut erforderte und die Mehrzahl der Freunde es nicht billigte. Beide waren schon als Kinder leidenschaftliche Leserinnen und interessierten sich als Erwachsene für Geschichte, Sozialpolitik und Politik; Mathematik lehnen sie ab. Beide haben die Neigung, sich zu überarbeiten; die eine der Schwestern erlitt einen Nervenzusammenbruch, die andere war ganz nahe daran. Dem unbefangenen Beobachter scheinen sie nach ihrem ganzen geistigen Wesen, nach Intelligenz wie nach Charakter, sehr ähnlich zu sein.

Die beiden Schwestern wurden nun im Alter von 30 Jahren einer eingehenden Testprüfung unterzogen. Die Intelligenz wurde nach dem amerikanischen Armee-Test geprüft, der während des Krieges bei allen in das Heer einzustellenden Männern angewendet wurde (Army Alpha Test). Dazuhin wurde noch ein weiterer schwierigerer Test verwendet (Otis Advanced Intelligence Test). Das Ergebnis war beim ersten Test bei einer Höchstzahl von 212 erreichten Punkten bei Bessie 156, bei Jessie 153 Punkte. Beim zweiten Fall (Höchstzahl 75 Punkte) erhielt Bessie 64, Jessie 62 Punkte. Das ist ein außerordentlich hohes Resultat. In der sozialen Schicht, der die beiden Schwestern angehören, erreicht im Durchschnitt nur 1 Person unter 200 eine solch hohe Punktzahl. Die Wahrscheinlichkeit, daß zwei beliebige, nicht erbverwandte Personen gleichermaßen so hohe Leistungen vollbringen, ist daher außerordentlich gering. Die Brauchbarkeit des Tests vorausgesetzt, spricht das Ergebnis sehr stark und eindrucksvoll für die erbliche Bestimmtheit der gleichen Intelligenzleistung. Im einzelnen zeigen sich bezeichnende Unterschiede. Bessie ist in den Aufgaben, die scharfes, begriffliches Denken erfordern, weniger gut, dagegen im Rechnen besser. Das ist unschwer auf die Ausbildung und die verschiedene Tätigkeit der beiden Schwestern zurückzuführen. Im übrigen ist interessant, daß die schulmäßig weniger gebildete Schwester höhere Punktzahlen erreichte als die andere.

Sehr bemerkenswerte Unterschiede zwischen den beiden Schwestern ergaben sich bei den Tests, welche das Gefühls- und Willensleben zu erfassen suchen. Die gefühlsmäßige und soziale Haltung wurde mit dem „Pressey X-O Test“ geprüft. Dabei wurden den Schwestern verschieden ausgewählte Listen von Worten vorgelegt, bei denen diejenigen anzustreichen waren, die Lust- oder Unlustgefühle, Ekel, Furcht, Argwohn, sexuelle Empfin-

dungen usw. auslösten. Die Ergebnisse dieses Tests zeigten, daß Bessie, die durch das Leben soviel herumgeworfen worden war, durchweg viel weniger zu stören und zu verwirren war als Jessie. Sie erwies sich als weniger unangenehm berührt durch die Dinge, die Ekel, Furcht, sexuelle Gefühle oder Argwohn auszulösen imstande sind und drückte durchweg viel weniger Ablehnungen aus als Jessie und wesentlich weniger als dies für den Durchschnitt der sonst Untersuchten festgestellt wurde. Dagegen lehnte Jessie mehr ab als der Durchschnitt. Bessie hat auch eine kleinere Liste von Dingen, die sie ängstigen oder die sie als Unrecht ansieht. Ein Teil der Unterschiede kann durch die Tatsache erklärt werden, daß Jessie eine viel furchtsamere, leichter verletzbare Pflegemutter hatte als Bessie, und daß sie nunmehr selbst eine Familie besitzt. Daß sich die Zwillinge im Laufe der Jahre gefühlsmäßig in verschiedener Richtung entwickelt haben, wissen sie auch selber; zwei Umwelteinflüsse haben hauptsächlich dazu beigetragen: Als Jessie heiratete, war Bessie verlobt, brach aber ihre Verlobung ab. Während Jessie ein glückliches Familienleben führte, ging Bessie während des Kriegs nach Europa und brachte auf Grund ihrer Erlebnisse freiere Ansichten und andere Wertmaßstäbe mit. Die Eigenschaften des Willens und des Temperaments wurden mit dem „Downey Will-Temperament-Test“ geprüft. Auch hier zeigten sich erhebliche Unterschiede zwischen den beiden Schwestern. Bessie reagierte viel stärker gegen Widerspruch und gegensätzliche Haltung als Jessie, die Verheiratete. Sie zeigte sich auch rascher, beweglicher, ging schneller zu ihrer Höchstleistungsfähigkeit über und konnte besser verschiedene Tätigkeiten zugleich ausüben als Jessie. Sie zeigte dabei weniger Interesse für Einzeldinge, war weniger anpassungsfähig und weniger geneigt, die einmal gefaßten Beschlüsse zu ändern. In den Ergebnissen dieses Tests drückten sich damit deutlich gewisse Erfahrungen und Einwirkungen des Lebens der beiden Schwestern aus.

Die Testuntersuchung ergibt also, daß die beiden Schwestern in ihrer Intelligenz nahezu vollkommen übereinstimmen, in Gefühl, Temperament und Wille aber recht verschieden erscheinen. Bessie selbst schreibt aber 1933 an SAUDEK: „Ich fühle, daß ich und meine Schwester in unseren Temperamenten im Grunde weitgehend übereinstimmen, obwohl die meisten Menschen, die uns während des letzten Jahres zusammen gesehen haben, mit uns darüber nicht einig sind. Ich fühle, daß unsere Unterschiede meistens oberflächlich und das Ergebnis verschiedener Erziehung sind.“ Auch der Gatte von Jessie sieht nur geringe Unterschiede, falls überhaupt welche, zwischen den Zwillingen; er sagt, daß es ihm gleich sei, mit welcher der Schwestern er beisammen ist.

Kann auf Grund der Ergebnisse einer Testuntersuchung ein wesentlicher Unterschied als erwiesen angesehen werden, wenn die Schwester selbst den Kern der Persönlichkeit als gleich ansieht? Darauf ist zu sagen, daß die Erfassung des ganzen Menschen wesentlicher ist und zu einem richtigeren Eindruck führt als die zahlenmäßige Auswertung einer künstlich geschaffenen Versuchsanordnung. Tatsächlich ist in keiner Weise die Gewähr geboten, daß der Test das Wesentliche bloßlegt und eine sinnvolle Messung seelischer Unterschiede erlaubt. So gut seelische Unterschiede mit dem als richtig und brauchbar angenommenen Test gemessen werden, könnte der umgekehrte Gedankengang durchgeführt werden: Da EZ erbgleich sind, so können Zwillinge, die nach dem Gesamteindruck ihrer Persönlichkeit als gleich zu werten sind, dazu benützt werden, den fraglichen Test zu „eichen“. Der eine wie der andere Schluß ist gleich berechtigt. Wir sind an und für sich geneigt, den von uns benützten Maßstab als „richtig“ zu betrachten; diese Voraussetzung kann aber auf dem Gebiet des Seelischen nicht als zutreffend bewiesen werden. Ob er „richtig“ ist, zeigt der Maßstab nur damit, daß die mit ihm gewonnenen Resultate so sind, daß sie sich in die Gesamtheit der Beobachtungen und der ordnenden Vorstellungen ohne Widerspruch einfügen. Im Fall der MULLERSchen Zwillinge besteht der Gesamteindruck, daß Temperament und Charakter der beiden Zwillinge auf alle Fälle viel ähnlicher sind, als der nicht unerhebliche Unterschied in den Ergebnissen der Testuntersuchung zunächst vermuten läßt. Die gefundenen Unterschiede sind Modifikationen einer gleichen Erbanlage. Unterschiede sind aber tatsächlich vorhanden. Allein für sich genommen führen die MULLERSchen Zwillinge, die seinerzeit als erstbeschriebenes getrennt erzogenes Zwillingspaar starke Beachtung fanden, zu dem Schluß, daß die Intelligenzleistungen so gut wie ausschließlich erbbedingt seien, Gefühl und Charakter aber weitgehend von Einflüssen der Umwelt geformt werden könnten. Ein einziger Fall genügt aber in keiner Weise, einen solchen Schluß wirklich zuzulassen. Es war klar, daß abgewartet werden mußte, was die Untersuchung weiterer „twins reared apart“ bringen werde. NEWMAN gab von 1929 bis 1934 9 solcher Fälle bekannt.



Bild 88. Die Zwillinge Alice und Olive. (Nach Newman, 1929.)

Fall 1. Die beiden Zwillinge Alice und Olive, deren eineiige Entstehung durch eingehende Untersuchung sichergestellt ist, sind als Kinder eines englischen Elternpaares in London-Chelsea geboren. Im Alter von 18 Monaten kamen sie auseinander. Alice wurde von Freunden der Familie adoptiert und blieb in England; Olive wurde von Verwandten angenommen und zog mit ihnen in eine canadische Kleinstadt. Abgesehen von einem kurzen Zusammensein im Alter von 10 Jahren waren die Zwillinge bis zu ihrem 18. Lebensjahr getrennt; in diesem Alter kam Alice nach dem Tode ihrer Pflegeeltern zu ihrer Schwester nach Canada.

Die Umgebungen, in denen die beiden Zwillingsschwestern aufwuchsen, waren recht verschieden. Alice lebte in der unfreundlichen Londoner Vorstadt Chelsea in einer wirtschaftlich nicht gut gestellten Familie, die außer ihr noch vier eigene Töchter, alle wesentlich älter als Alice, aufzuziehen hatte; so konnte nur recht wenig für sie gesorgt werden. Sie besuchte bis zum Alter von 14 Jahren die allgemeine Volksschule, machte dann einen Handelsschulkurs von 18 Monaten mit und arbeitete von da an auf einem Kontor. Ihre Schulzeit wurde durch die Kriegsergebnisse sehr stark gestört. Olive wuchs in der recht wohlhabenden Familie ihrer Pflegeeltern als umsorgtes einziges Kind auf. Nach einigen Jahren Volksschule kam sie in eine höhere Schule und besuchte dann einen zweijährigen Handelsschulkurs. Seit dem Abschluß der Schule arbeitet sie wie ihre Schwester in einem Büro.

Die Untersuchung der Intelligenz erfolgte durch die Bestimmung des Intelligenzquotienten nach dem Verfahren von STANFORD-BINET. Die Intelligenzuntersuchung ergab einen überraschend großen Unterschied: der Intelligenzquotient von Alice war 84,9, der von Olive 96,9. Olive war damit in die Gruppe der normal Intelligenten, Alice in die Gruppe der etwas Zurückgebliebenen einzureihen. Ein ähnliches Ergebnis brachten die anderen Intelligenztests, der Unterschied erwies sich als dreimal so groß als der durchschnittliche Unterschied von EZ in gleicher Umwelt; allerdings finden sich auch unter diesen Paaren etwa 10%, die einen ebenso großen oder noch größeren Intelligenzunterschied zeigen. Die Schwester mit den ungünstigeren Erziehungs- und Unterrichtsverhältnissen erwies sich gegenüber der anderen im Nachteil.

Die Feststellung der geringeren Intelligenzleistung von Alice hat NEWMAN beinahe in einen Prozeß verwickelt. Ein Journalist berichtete nach Erscheinen der NEWMANschen Arbeit unter der falschen Angabe eines Interviews mit NEWMAN in der Presse über die Zwillinge und führte unter starker Übertreibung der tatsächlichen Unterschiede aus, daß Olive sehr aufgeweckt und Alice ganz einfältig sei. Alice wendete sich daraufhin an einen Rechts-

anwalt und ließ von NEWMAN Schadenersatz fordern. Es kostete Mühe, die Angelegenheit wieder in Ordnung zu bringen. NEWMAN erklärte, daß auch Alice eine gut durchschnittliche Intelligenz besitze. Er gab ihr zu, daß ihre weniger gute Leistung wohl darauf zurückzuführen sei, daß die verwendeten Tests auf amerikanische Schüler und nicht auf solche aus englischen Schulen eingestellt seien, und daß ein sehr guter Brief von Alice seinen früheren ungünstigen Eindruck von ihrer geistigen Leistung ganz wesentlich verbessert habe. Sie sei tatsächlich viel intelligenter als die Zahlen der Testuntersuchungen anzeigen. Damit gab NEWMAN das Ergebnis seiner Testuntersuchungen so gut wie ganz preis. — Bei der Untersuchung des Gefühls- und Willenslebens erwiesen sich die Zwillinge als ungewöhnlich ähnlich. Bei aller Ähnlichkeit erschien allerdings Olive als die Führende und Lebendigere.

Das Ergebnis der Untersuchung der beiden Zwillinge ist also dem an den MULLERSchen Zwillingen gewonnenen gerade entgegengesetzt. Aus den Beobachtungen an Alice und Olive wäre zu schließen, daß die Intelligenz stärker beeinflußbar ist als Temperament und Wille. Ihr Fall läßt deutlich erkennen, daß nur eine Vielzahl von Beobachtungen Klarheit bringen kann.

Fall 2. Die Zwillingsschwestern **Eleanore** und **Georgiana** wurden in einem New Yorker Entbindungsheim geboren und kamen dann in ein Waisenhaus. Eleanore wurde im Alter von 18 Monaten von einer Familie im Staat Michigan adoptiert. Die Pflegeeltern waren sehr wenig gebildete Leute; die Mutter konnte nicht einmal lesen. Die Gemeindeschule des Ortes



Bild 89. Die Zwillinge Eleanore und Georgiana.
(Nach Newman, 1929.)

besuchte das Kind nur fünf Jahre lang; von da an war sie zu Hause und half der kränklichen Pflegemutter bei der Hausarbeit. Einige Jahre arbeitete sie, allerdings unregelmäßig, in einer Hemdenfabrik. Mit 18 Jahren kam sie als Gehilfin zu einem Zahnarzt; sie betrachtete diese Stelle, in der sie sich sehr gut bewährte, als ihrem Wesen voll entsprechend und vermochte es auch mit der Zeit, den Mißstand auszugleichen, daß ihre Schulbildung so mangelhaft war.

Georgiana wurde im Alter von 2 Jahren von ihren Pflegeeltern adoptiert und kam in eine andere Stadt im Staat Michigan. Beide Pflegeeltern starben schon, solange sie noch ein Kind war. Nach der Volksschule kam sie in eine katholische Akademie in Detroit und besuchte dort den ganzen High School - Kurs. Daneben spielte sie viel Klavier und erhielt auch eine Ausbildung als Lehrerin. Einige Zeit nachher traf eine katholische Schwester jener Schule bei einer Fahrt im Omnibus ihre Zwillingsschwester Eleanore und knüpfte ein Gespräch mit

ihr an in der Meinung, sie sei ihre frühere Schülerin. Als Eleanore verneinte, erzählte ihr die Schwester, daß sie einem Mädchen, das sie in ihrem Kloster kennen gelernt habe, völlig gleiche. Die Nachforschung ergab, daß die beiden Mädchen Zwillinge seien; ein Zusammentreffen der damals 20jährigen Schwestern wurde in die Wege geleitet und von da an standen die Zwillinge in dauernder Verbindung miteinander. Im übrigen wurde Georgiana dann doch nicht Lehrerin, sondern Gehilfin eines Arztes; sie hält sich für diese Tätigkeit am besten geeignet und findet volle Befriedigung in ihr. Es ist überaus bezeichnend, daß die beiden Schwestern trotz verschiedenen Bildungsgangs schließlich genau denselben Beruf gefunden haben, von dem sie empfinden, daß er ihrem Wesen am besten entspreche.

Die Untersuchung der Intelligenz ergab für Georgiana, die eine 15jährige Schulzeit hinter sich hatte, wesentlich bessere Leistungen als für Eleanore, die nur 5 Jahre lang die Schule besucht hatte (Intelligenzquotient von Georgiana 77,6, von Eleanore 65,6). Alle Intelligenztests wurden von der geistig länger geschulten Schwester besser bewältigt als von der anderen. Die Testuntersuchung von Gefühl, Temperament und Wille ergab eine bemerkenswerte und ungewöhnliche Ähnlichkeit. Daraus könnte wieder ähnlich wie bei Fall 1 geschlossen werden, daß Gefühl und Charakter stärker erblich bedingt sind und weniger durch die Umwelt verändert werden können als die Intelligenz.



Bild 90. City-boy (Paul C.) und country-boy (Paul O.). (Nach Newman, 1929.)

Fall 3. Die beiden männlichen Zwillinge **Paul C.** und **Paul O.** wurden schon bald nach der Geburt voneinander getrennt und von zwei verschiedenen Familien adoptiert. Erst im Alter von 21 Jahren erfuhren sie voneinander. C. erfuhr zufällig aus Familienpapieren, daß er einen Zwillingsbruder haben müsse, ging der Angelegenheit nach und fand auf diese Weise seinen Bruder. Dabei stellte sich heraus, daß höchst merkwürdigerweise beide den Namen Paul Harold führten, wohl infolge eines Mißverständnisses bei der Adoption des einen; die Zwillinge riefen sich gegenseitig mit „Paul“.

C. lebte zuerst mit seinen Pflegeeltern in einer kleinen Stadt und besuchte hier auch die Schule bis zum Alter von 13 Jahren. Dann kam er in verschiedene größere Städte, wo er die High School besuchte, eine kaufmännische Lehre mitmachte, später auch noch zwei kaufmännisch-technische Fachschulen besuchte. Seine Pflegeeltern lebten in bescheidenen Verhältnissen und hatten nur wenig Schulbildung. Geistige Förderung durch die Familie erfuhr er nicht. Er wuchs als typisches einziges Kind auf und war weithin sich selbst überlassen. Die Umwelt von O., dessen Pflegeeltern nie in größeren Städten lebten, war von der ersten Jugend an ausgesprochen ländlich. Er besuchte zuerst die Dorfschule, dann einen High School-Lehrgang, später noch eine höhere Bauschule, wo er aber Schwierigkeiten mit der Mathematik hatte und deshalb austrat; von da an betätigte er sich bei der Post. Seine Pflegeeltern standen auf höherer Bildungsstufe als die von C.; er wurde in einer behaglichen Häuslichkeit mit

zwei Kindern der Familie erzogen. Die Umwelten, in denen die beiden Zwillinge lebten, waren somit deutlich, wenn auch nicht besonders stark, verschieden.

Die Testuntersuchung ergab für die Intelligenz nahezu völlige Übereinstimmung. Die Prüfung von Gefühl, Temperament und Wille zeigte keine besonders großen Unterschiede; doch erwiesen sich im persönlichen Umgang die beiden Persönlichkeiten als deutlich verschieden: C., der „city-boy“, war würdiger, zurückhaltender, beherrschter und weniger freundlich. Er lächelt selten und hat einen ernsten Ausdruck um Brauen, Augen und Mund. O., der „country-boy“, ist in vieler Beziehung der Gegensatz von C.: Er lacht leicht und scheint mehr Gesellschaft zu suchen als C. C. macht den Eindruck, die kräftigere Natur zu sein und sieht gut aus, während es O. hierin etwas fehlt. Die Unterschiede der Persönlichkeit sind also im ganzen so, daß sie auf die verschiedene Umwelt zurückgeführt werden können, in der die Zwillinge aufgewachsen sind.

Fall 4. Die beiden Zwillinge **Mabel** und **Mary** wuchsen im Staate Ohio nicht weit voneinander auf. Mary lebte bis zum Alter von 6 Jahren auf einer Farm und kam dann in eine kleine Stadt. Sie hatte immer ein ruhiges beschauliches Leben in der Familie und kam kaum zu körperlicher Arbeit. Nach der Gemeindeschule besuchte sie zuerst die kleine High School ihres Städtchens und dann noch ein Jahr lang eine große High School in der Großstadt. Sie



Bild 91. Die Zwillinge Mary und Mabel. (Nach Newman, 1932.)

war mit ihren Leistungen immer im besten Viertel ihrer Klasse. Besonders gern trieb sie auch Musik. Nachdem sie wieder nach Hause zurückgekehrt war, arbeitete sie tagsüber auf einem Kontor; abends gab sie Klavierstunden. Mabel lebte ganz auf einer größeren Farm. Sie besuchte nur die Gemeindeschule; den Besuch der High School, den sie anschließen wollte, brach sie nach 6 Wochen wieder ab, weil sie zu Hause gebraucht wurde; auch war ihr Interesse für die Schularbeit nicht groß. Nun wurde sie ein typisches, energisches Bauernmädchen. Sie verrichtete alle bäuerlichen Arbeiten, versorgte das Vieh und arbeitete auf dem Felde. Sie sagt, daß nichts sie veranlassen könne, die Farm zu verlassen.

Obwohl Mary und Mabel in ihrer Jugend kaum unterscheidbar waren, hatten sich zur Zeit der Untersuchung der beiden Zwillinge im Alter von 29 Jahren recht bedeutende Unterschiede herausgebildet. Mabel, das farm girl, war viel kräftiger, einen Zoll größer und 138,5 Pfund schwer; Mary wog nur 110,7 Pfund. Der Unterschied ist

also gegen 28 Pfund und damit beinahe 25% des Gewichts von Mary, die deutliches Untergewicht und schwache Entwicklung der Muskulatur zeigte. Mabel ging in aufrechter Haltung und mit männlichem Schritt, ihre Bewegungen waren sicher und rasch; Mary hielt sich weniger aufrecht, hatte einen mehr frauenhaften Gang, war langsamer in ihren Bewegungen und mehr geneigt, stillzusitzen und Anstrengungen zu vermeiden. So zeigte sich der Unterschied in der körperlichen Beschaffenheit größer als in jedem anderen der beschriebenen Zwillingfälle; insbesondere ging der Unterschied im Gewicht weit über das hinaus, was sonst bei EZ vorkommt. Bei der Intelligenzprüfung schnitt Mary mit einem Intelligenzquotienten von 106,2 recht gut ab, ganz wesentlich besser als Mabel mit 88,5. Der Unterschied ist über 3mal so groß als der von NEWMAN an 50 Paaren gemeinsam erzogener EZ errechnete durchschnittliche Unterschied. Der Unterschied geht gewiß zum Teil auf den ungleichen Bildungsgrad der beiden Mädchen zurück, ist aber trotzdem wesentlich größer als man erwarten möchte. In einem der Tests, der sich hauptsächlich an den gesunden Menschenverstand wendet und die Einflüsse der Bildung nicht so zur Geltung kommen läßt, waren die Leistungen allerdings nur wenig verschieden. Bei der Untersuchung des Gefühls- und Willenslebens gaben zwei Tests recht große Unterschiede, drei andere verhältnismäßige Übereinstimmung.

Die Unterschiede der beiden Zwillinge erscheinen also nach den Ergebnissen der Testuntersuchungen als recht groß. Dennoch hat NEWMAN das Gefühl, daß die ermittelten Zahlen kein voll zutreffendes Bild geben; trotz der deutlichen und starken Wirkungen der Umwelt hält er immer noch die Kraft des Erbgutes für größer.



Bild 92. Die Zwillinge Edith und Fay. (Nach Newman, 1932.)

Fall 5. Die Zwillinge Fay und Edith waren die ersten Kinder eines sehr jungen Paares; der Vater war 18, die Mutter 17 Jahre alt, als die Kinder geboren wurden. Die Eltern versuchten zuerst, sich mit den Kindern durchzubringen, gaben sie aber dann doch an zwei verschiedene Familien ab; die Kinder wußten nichts voneinander. Ihr erstes Zusammentreffen kam auf eigenartige Weise zustande: Als Edith im Laden ihres Pflegevaters mithalf, versuchte ein Geschäftsreisender, der den Laden besuchte, ein freundliches Gespräch mit ihr anzufangen, wie wenn er sie gut kennen würde. Als sie ihn zurückwies, fragte er, ob sie denn nicht Fay R. sei. Sie sagte, sie kenne niemand dieses Namens, worauf er ihren Pflegevater fragte. Dieser teilte ihm mit, daß seine Pflegetochter tatsächlich eine Zwillingsschwester dieses Namens habe. Fay war vom Nachbar des Besuchers, mit dem er in freundschaftlichen Beziehungen lebte, adoptiert worden. Natürlich wurde bald eine Zusammenkunft der beiden

Schwestern veranstaltet. Edith erzählte später von dem Augenblick, als sie bei der Ankunft des Zuges ihre Schwester zum erstenmal sah: „Ich sah mich selbst aus dem Zug aussteigen!“ Sie verbrachten drei glückliche Wochen miteinander, trugen gegenseitig ihre Kleider und jede behauptete die andere zu sein; es wurde ihnen nicht schwer, auch ihre besten Freunde zu täuschen. Zwischen den beiden Schwestern entwickelte sich eine starke gegenseitige Zuneigung, die auch in den nächsten Jahren der Trennung nicht nachließ. Als sie 20 Jahre alt waren, kam Edith in die Stadt von Fay und lebte dort mit ihr zusammen. Sie waren in zwei verschiedenen Geschäften angestellt; zum Scherz füllte oft die eine den Platz der anderen aus, ohne daß es entdeckt worden wäre. Zu jener Zeit sind auch die wiedergegebenen Bilder aufgenommen; die Schwestern waren damals tatsächlich ununterscheidbar.

Nach einem Jahr des Zusammenseins heiratete Edith, zwei Jahre später auch Fay. Von da an konnten sie sich nur noch gelegentlich besuchen; ihre Schicksale führten sie recht weit auseinander. Fay heiratete einen Mann in guten Verhältnissen und bekam 4 Kinder; ihr Leben war gesellig und ohne Sorgen und erlaubte ihr, geistige Interessen zu pflegen. Ediths Mann war zuerst Farmer und dann Bremser bei der Eisenbahn. Die Familie, die 6 Kinder bekam, lebte immer auf dem Lande. Während einer sehr harten und entbehrungsreichen Zeit in den Kriegsjahren kamen 2 Kinder an; eine schwere Grippe warf Edith ernstlich nieder und sie brauchte 3 Jahre um sich zu erholen, ohne daß von da an ihre Gesundheit ganz dieselbe gewesen wäre wie vorher.

Zur Zeit der Untersuchung waren die Zwillinge 38 Jahre alt. Fay, die $8\frac{1}{2}$ Pfund schwerer war als Edith, sah damals kaum älter aus als 30 Jahre, Edith älter als sie wirklich war. Überraschend groß war der Unterschied im Zustand der Zähne. Fays Zähne waren ohne den kleinsten Schaden geradezu vorzüglich erhalten, Ediths Zähne in sehr schlechter Verfassung. Nach der Ansicht von NEWMAN ist der Unterschied auf die ungeeignete Ernährung von Edith während ihrer Schwangerschaften zurückzuführen.

Die Testuntersuchung der Intelligenz ergab nahezu dasselbe Ergebnis. Fay, die etwas länger die Schule besucht hatte, zeigte sich zwar leicht überlegen; im ganzen erwiesen sich aber die Zwillinge als sehr ähnlich. In Temperament und Gefühl zeigten sie sich in manchen Zügen recht verschieden, in anderen sehr ähnlich; im ganzen überwiegt aber die Ähnlichkeit weitaus. Fays Verhalten ist sicherer als das von Edith; sie scheint den stärkeren Willen zu haben; aber auch Edith hat in ihrem Leben in hohem Maße Mut und Energie gezeigt.



Bild 93. Die Zwillinge Ida und Ada. (Nach Newman, 1932.)

Fall 6. Ada und Ida waren zur Zeit der Untersuchung 58 Jahre alt. Damit war ihre Untersuchung besonders ergiebig, da die Einflüsse eines ganzen Lebens in ihrer Wirkung verglichen werden konnten. Sie wurden im Alter von 3 Jahren getrennt und kamen erst vom 16. Jahr ab wieder hie und da für kürzere Zeit zusammen. Die Kindheit beider Mädchen war recht ähnlich, bei beiden hart und grausam. Der Vater war ein Trinker, der seine Familie im Stich ließ, so daß die Zwillinge von Verwandten der Mutter, die sie gar nicht wollten, aufgenommen

werden mußten. In beiden Familien wurden die Mädchen vernachlässigt und mißhandelt. Die soziale Umgebung, in der sie aufwuchsen, war so schlecht als sie nur sein konnte. Ada heiratete im Alter von 17 Jahren und bekam 5 Kinder; sie trennte sich von ihrem Mann nach 10 Jahren vergeblicher Bemühungen, ihn zu bessern. Seither hat sie hart gearbeitet, um ihre Kinder anständig zu erziehen.

Ida heiratete erst mit 33 Jahren einen Mann von gutem Charakter und bekam 4 Kinder. Beide Schwestern sind hingebende Mütter. Es ist ungemein bezeichnend, daß beide Frauen trotz ihrer Belastung durch die traurigen Umstände ihrer Kindheit zu hochachtbaren Personen mit strengen Moralgrundsätzen, guter Durchschnittsintelligenz und guten Umgangsformen geworden sind. Beide sind lange Zeit fanatisch religiös gewesen; Ada war bei den Adventisten, Ida bei den Methodisten. Beide bekämpfen leidenschaftlich Tabak und Alkohol.

In ihrer körperlichen Beschaffenheit sind die beiden Zwillinge bis auf einen Umstand sehr ähnlich. Ida hat einen ausgesprochenen Kropf und zeigt die typischen Folgen einer Unterfunktion der Schilddrüse: erhöhtes Gewicht und leichte Ermüdbarkeit. Daß nur Ida einen Kropf bekam, ist darauf zurückzuführen, daß sie in einer Kropfgegend lebte.

Die Prüfung der Intelligenz ergab große Ähnlichkeit; beide schnitten wesentlich besser ab als man nach ihrer mäßigen Schulbildung erwarten sollte; bei der Untersuchung von Temperament und Wille zeigten sich kleinere Unterschiede, die alle in der Richtung gingen, daß Ada aktiver, bestimmter und kräftiger ist als Ida, die mehr sanft und zurückhaltend erscheint. Ada führte durchweg bei der Untersuchung und betrachtet sich selbst als die Fähigere von beiden. Es könnte daran gedacht werden, diese Unterschiede den verschiedenen Lebensschicksalen der beiden Frauen zuzuschreiben; NEWMAN führt aber die Unterschiede zum größeren Teil auf das Vorhandensein des Kropfes bei Ida und das Fehlen eines solchen bei Ada zurück.

Fall 7. Die EZ Richard und Raymond wurden als Kinder ehrlicher und hochachtbarer Leute geboren, die ihre zahlreichen Kinder kaum mehr durchs Leben bringen konnten. Raymond kam in die Familie eines vielbeschäftigten Arztes in einer Großstadt und hatte damit die zahlreichen Vorteile der Erziehung in einer solchen Familienumgebung. Richard wurde von einem Farmer adop-



Bild 94. Die Zwillinge Richard und Raymond.
(Nach Newman, 1933.)

tiert, der nacheinander in verschiedenen Orten lebte. Die Eltern hatten nur wenig Bildung. Die Schicksale der Familie waren wechselnd; er hatte aber eine ausgezeichnete Pflegemutter.

Zur Zeit der Untersuchung waren die beiden Jungen $13\frac{1}{2}$ Jahre alt. Beide hatten von ihrer Schule das Zeugnis, daß sie sehr munter und interessiert seien. Einmal im Jahr kamen sie in Raymonds Heim zusammen. Diese kurzen Zusammenkünfte haben eine starke Zuneigung der Jungen entstehen lassen; es schien, daß sie immer das gleiche tun wollten. Die Umgebung, in der Raymond lebt, ist an und für sich wesentlich günstiger als die von Richard; es scheint aber, daß Richard durch die wechselnden Verhältnisse seiner Familie selbständiger wurde als sein Bruder.

Die Untersuchung der Intelligenz ergab für die beiden Zwillinge annähernde Gleichheit; die vorhandenen leichten Unterschiede lassen aber durchweg Richard trotz seiner weniger günstigen häuslichen Verhältnisse als den besseren erscheinen. Die Untersuchung von Gefühl und Wille, für welche die Zwillinge vielleicht noch zu jung waren und die von Raymond weniger ernst genommen wurde als von Richard, ergab einen deutlichen Unterschied in der Richtung, daß sich Richard kräftiger und bestimmter zeigte, überhaupt die stärkere Persönlichkeit zu sein schien. Im ganzen zeigten aber die beiden von allen untersuchten EZ-Paaren die geringsten Unterschiede; dies mag zum Teil noch mit ihrer Jugend zusammenhängen.

Fall 8. Der Fall der beiden Zwillinge **Mildred** und **Ruth** ist insofern besonders inter-

essant, als das eine der beiden Mädchen in einer geistig hochstehenden Familie erzogen wurde, in der es große geistige Förderung genoß, während dem anderen Mädchen zu Hause jede Anregung fehlte.

Die Mutter der beiden Zwillinge starb 3 Monate nach der Geburt; die beiden Kinder wurden dann von Verwandten angenommen. Mildred wurde im Hause ihres geistig vielseitig interessierten Onkels mütterlicherseits erzogen, der in einer kleinen Stadt als Rechtsanwalt, Bankvorsteher und früherer Bürgermeister eine wichtige Rolle spielte. Auch Mildreds Pflegemutter war eine geistig hochstehende Frau. Mit einer älteren Schwester zusammen konnte Mildred Musik treiben; sie spielt Violine im Orchester der High School, die sie besucht. Eine hochgebildete Schwester ihrer Pflegemutter nahm immer lebhaften Anteil an Mildreds Erziehung; dabei hatte Mildred immer auch Umgang mit vielen Kindern, gute Bücher standen ihr im Überfluß zur Verfügung. So gingen von ihrer Umwelt die denkbar besten Einflüsse aus.

Ruth kam in die Familie eines Bruders der Pflegemutter von Mildred. Ihre Pflegeeltern haben verhältnismäßig wenig Bildung genossen. Der Pflegevater war Vorarbeiter bei Tagelöhnern, ohne Interesse an wissenschaftlichen oder sonstigen kulturellen Dingen. Ruths Pflegemutter liebte das Kind eifersüchtig und behielt es nach ihres Gatten Tod noch mehr als bis dahin zu Hause. So führte das Kind ein recht einsames Leben und spielte mehr mit Puppen als mit anderen Kindern. In der Familie war kein Kind außer ihr; sie hatte auch wenige Freundinnen. Musik hörte sie zu Hause nicht, gute Bücher standen ihr nicht zur Verfügung. So bot ihr das häus-



Bild 95. Die Zwillinge Mildred und Ruth.
(Nach Newman, 1934.)

liche Leben keine geistige Förderung, ganz im Gegensatz zum Leben ihrer Zwillingschwester. — Bei der Geburt wog Mildred 6 Pfund, Ruth nur $3\frac{1}{2}$ Pfund; der Unterschied glich sich aber später ganz aus. Beide Kinder schielen etwas, und zwar ist bei Mildred das rechte, bei Ruth das linke Auge einwärts gerichtet. Beide Mädchen sind körperlich ungeschickt; Mildred hat etwas mehr Sport getrieben als ihre Schwester, trotzdem sind beide in den Leibesübungen hoffnungslos. Mildred ist viel freundlicher, gesprächiger und frei von Schüchternheit, während Ruth schmerzlich scheu ist und viel weniger glücklich zu sein scheint. Mildred führt in allen Dingen und ist viel zupackender.

Bei der Intelligenzuntersuchung ergab sich ein sehr erheblicher Unterschied: der Intelligenzquotient von Mildred war 92, der von Ruth nur 77. Der große Unterschied von 15 Punkten ist dreimal so groß als der an 50 EZ-Paaren berechnete durchschnittliche Unterschied und wesentlich größer als der durchschnittliche Unterschied von gemeinsam erzogenen ZZ. Alle Tests zeigten, daß Mildred durchweg intelligenter ist als Ruth, obwohl in Art und Umfang des Schulbesuchs der Mädchen, die beide eine High School besuchten, kaum ein Unterschied war. Den Unterschied in den Leistungen schreibt deshalb NEWMAN der großen Verschiedenheit der häuslichen Umgebungen zu. Die Untersuchung des Gefühls- und Willenslebens zeigte Ähnlichkeiten und Verschiedenheiten. Die Unterschiede gingen in der bereits genannten Richtung. Im ganzen konnten die beiden Mädchen in ihrem Gefühls- und Willensleben als mäßig verschieden bezeichnet werden.

Der Fall der beiden Zwillinge hat insofern besondere Bedeutung, als er einen wesentlichen Unterschied in den geistigen Fähigkeiten zeigt, ohne daß ein erheblicher Unterschied im Grade der Schulbildung vorliegen würde. Der Unterschied ist größer als bei Zwillingen anderer Fälle mit sehr verschiedenartiger Schulbildung. Daraus wäre zu schließen, daß die vorhandenen Unterschiede durch die häusliche Erziehung verursacht worden wären: Starke geistige Förderung beim einen Zwilling, Fehlen von Anregung beim anderen Zwilling. Die geistige Umwelt des Elternhauses wäre damit als ein sehr bedeutungsvoller Faktor der geistigen Entwicklung wahrscheinlich gemacht.

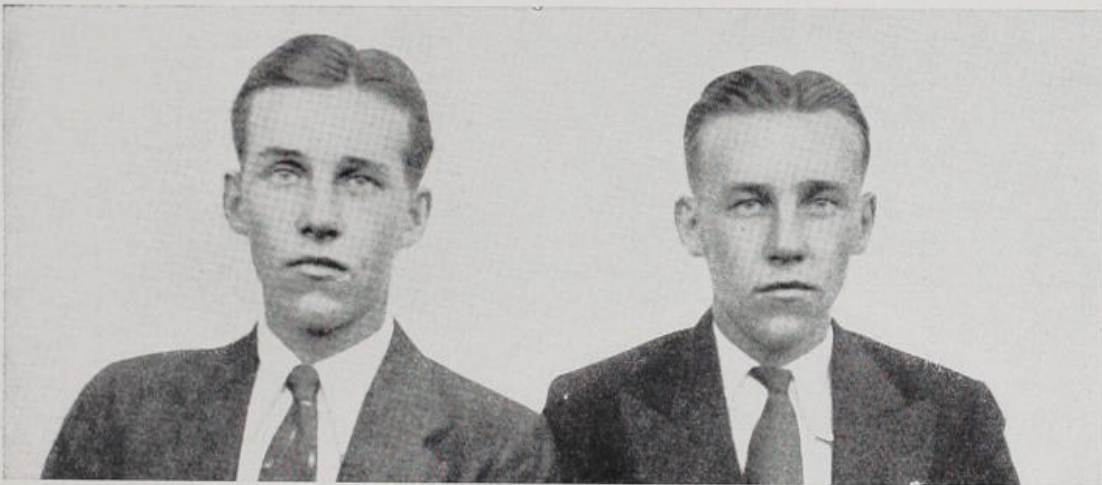


Bild 96. Die Zwillinge Holden und Harold. (Nach Newman, 1934.)

Fall 9. Die Zwillinge **Harold** und **Holden** wurden von NEWMAN im Alter von 19 Jahren geprüft. Infolge des Todes ihrer Mutter waren sie schon in früher Kindheit von Verwandten adoptiert worden. Harold lebte in einem Dorf in Wisconsin. Er besuchte die Dorfschule, später auswärts auch die High School. Er liebte immer Kameradschaft und Sport; harte Arbeit hat er nie getan. Holden lebte mit seiner Tante auf einer Farm in der Nähe jenes Dorfes. Die beiden Zwillinge sahen sich deshalb recht häufig und waren immer wieder beisammen, besuchten auch dieselbe High School. Dann kehrte Holden zu seiner Tante zurück, um die Farm umzutreiben. Er ist weniger gesellig als sein Bruder. Umgebung und Bildung der beiden Zwillinge sind im ganzen ziemlich gleich.

Bei der Intelligenzprüfung schnitt Harold besser ab; der Unterschied war aber nicht groß. Ein deutlicher Einfluß der verschiedenen Umwelt ließ sich also bei der Intelligenz nicht er-

kennen. Im Temperament und Wille zeigten sich etwas größere Unterschiede. Harold ist mehr sozial veranlagt als sein Bruder; das mag eine Folge davon sein, daß Holden eine Reihe von Jahren auf der Farm arbeiten mußte, ohne viel an Geselligkeit denken zu können. Im ganzen sind auch hier die Unterschiede nicht groß. So zeigt dieser Fall eine Übereinstimmung der beiden Zwillinge, die kaum über das hinausgeht, was bei EZ in gleicher Umwelt als Unterschied vorkommen kann.

Was lehren nun alle die berichteten Einzelfälle in ihrer Gesamtheit? Jeder Fall hat sein eigenes Gesicht, und wenn vielleicht zuerst geglaubt wurde, es könnten auch aus einem Einzelfall Schlüsse auf allgemeine Gesetzmäßigkeiten gezogen werden, so zeigte jeweils immer der nächste Fall, daß dies unmöglich ist. Aus dem MULLERSchen Fall wäre zu schließen gewesen, daß die Intelligenz durch Umwelteinflüsse überhaupt nicht, der Charakter aber sehr stark beeinflußt werden könne; die Paare I (Alice und Oliva) und noch mehr II (Eleanora und Georgiana) von NEWMAN wiesen im Gegensatz hierzu starke Abweichungen der Intelligenzquotienten und fast völlige Übereinstimmung in Temperament und Charakter auf. Erst die Gesamtheit aller Fälle kann über die Zufälligkeiten des Einzelfalles hinaus zu einem einigermaßen sinnvollen Urteil führen.

Die Intelligenzleistungen sind im Durchschnitt doch ähnlicher als bei den Fällen I und II. Der Unterschied zwischen dem MULLERSchen Fall (Bessie und Jessie) einerseits und dem Fall II (Eleanora und Georgiana) andererseits hängt damit zusammen, daß es sich bei den MULLERSchen Zwillingen um zwei außerordentlich intelligente Schwestern handelte, während die geistige Begabung der beiden anderen Schwestern erheblich unter dem Durchschnitt liegt. Die Erklärung des verschiedenen Ergebnisses liegt sicher in folgendem Umstand: Bei sehr hoher Intelligenz spielen Unterschiede in der geistigen Schulung für die Lösung der Tests so gut wie keine Rolle; ganz anders ist es bei mäßiger intellektueller Begabung; hier ist Länge und Art der Schulung von sehr erheblicher Bedeutung für die Lösung der Aufgaben. Mit den Intelligenztests kann eben tatsächlich nicht die Anlage an sich, sondern nur eine Leistung festgestellt werden. Diese ist aber bei unterschiedlichen Intelligenzgraden verschieden stark von der Schulung abhängig. Eine Anlage braucht fördernde Reize zu ihrer Entwicklung. Bei gleichen Anlagen führen verschiedene Schulung und Unterschiede der geistigen Umwelt zu verschiedenen hohen Leistungen; das ist aber noch immer selbstverständlich gewesen. Über das hinaus kann aus den Intelligenzuntersuchungen NEWMANS nichts geschlossen werden.

In Temperament und Charakter zeigen die getrennt erzogenen Zwillinge auch Unterschiede verschiedener Abstufung; nach der Art ihrer Ausprägung können sie nicht durchweg ganz klar mit den Lebensschicksalen in Zusammenhang gebracht werden. Auch wo sich größere Unterschiede der beiden Persönlichkeiten zeigen, gehen sie kaum über das hinaus, was auch bei gemeinsam erzogenen EZ an Verschiedenheit beobachtet werden kann. Bei den meisten Fällen war aber festzustellen, daß auch EZ, die in stark verschiedenen Lebensumständen aufgewachsen sind, in Temperament und Charakter so gut wie ganz übereinstimmen. Der Gesamteindruck ist mit voller Klarheit der, daß für die Entwicklung der Persönlichkeit der Einfluß des Erbgutes die Einflüsse der Umwelt bei weitem überwiegt. NEWMAN versuchte früher auch zu einer zahlenmäßigen Bestimmung des Wirkungsmaßes der beiden Kräftegruppen zu kommen und fand auf Grund eines Vergleichs der Testuntersuchungen an den verschiedenen Gruppen von Zwillingen, daß der Einfluß des Erbgutes zweimal so groß sei als der der Umwelt. Später kam er zu der Einsicht, daß die Festlegung eines Zahlenverhältnisses nicht möglich sei. Wenn schon Zahlen genannt und errechnet werden, so ist der Anteil des Erbgutes mit dem Verhältnis 2 : 1 zweifellos viel zu gering bewertet.

NEWMAN ist von dem Ergebnis seiner Forschungen insofern enttäuscht, als es ihm mit seinen Mitarbeitern entgegen früheren Hoffnungen über die Lösung des Nature-Nurture-Problems mit Hilfe der Untersuchung getrennt erzogener Zwillinge nicht gelungen ist, ein einfach zu fassendes, klares Ergebnis zu erzielen. Je weiter man in das Problem eindringt, um so schwieriger wird es und um so mehr löst es sich in Einzelprobleme auf. NEWMAN und seine Mitarbeiter haben wohl zu viel erwartet, insbesondere von der Zuverlässigkeit und Verwendbarkeit ihrer Tests. Ihre Untersuchungen geben aber auf alle Fälle einen wertvollen Einblick in die Modifikationsbreite der Anlagen von Intelligenz, Temperament und Charakter bei deutlich verschiedenen Umweltverhältnissen und lassen im ganzen deutlich erkennen, daß für die Entwicklung der Persönlichkeit letztlich nicht die Umwelt, sondern das Erbgut entscheidend ist.

5. Gleichheit und Verschiedenheit bei EZ

Die Untersuchung getrennt erzogener EZ hat eine ganz klare und einfache Gesetzmäßigkeit nicht ergeben. Im einen Fall scheint die Umwelt recht stark gewirkt zu haben, das andere Mal so gut wie gar nicht. Im ganzen gehen wohl die Unterschiede über diejenigen hinaus, die an gemeinsam erzogenen EZ gefunden werden; die an gemeinsam erzogenen EZ beobachteten Unterschiede sind aber vielfach gerade so groß, manchmal sogar größer als bei den getrennt erzogenen EZ. Dabei ist zunächst zu bedenken, daß es für zwei Menschen niemals vollkommen gleiche Umwelten geben kann; bei vielen EZ mögen Umwelteinflüsse modifizierend gewirkt haben, die wir nachträglich gar nicht mehr feststellen können. Tatsache ist es, daß es Zwillinge gibt, die in ihren seelischen Eigenschaften vollkommen übereinstimmen und daneben recht häufig andere, die intellektuell und charakterlich deutlich verschieden sind. Der eine ist verschwenderisch, der andere sparsam, der eine gefühlsmäßig warm, der andere kühl, der eine großzügig, der andere kleinlich, der eine lebhaft, der andere ruhig, der eine offen und aufgeschlossen, der andere zurückhaltend, der eine mehr männlich, der andere mehr weiblich. Beinahe immer ist der eine der beiden Zwillinge der Führende, der andere der Folgende.

Nun ist es allerdings von grundlegender Wichtigkeit, wie diese Unterschiede zu werten sind. Es ist bei EZ etwas ganz anderes, zu vergleichen und Unterschiede festzustellen als beim Vergleich nicht erbgleicher Menschen. Es handelt sich bei ihnen nicht um Unterschiede, wie sie bei erbverschiedenen Menschen vorkommen, sondern um Unterschiede einer ganz anderen Rangordnung. Auf der Grundlage der tatsächlichen Gleichheit werden feine Abstufungen beobachtet; sie werden oft mit Begriffen bezeichnet, die nicht für die Abstufungen zutreffen, sondern für die Extreme gelten. Die Eigenschaften sind in der durch diese Begriffe bezeichneten Richtung verschieden, aber meist ohne daß die Unterschiede über eine verhältnismäßig kleine Variationsbreite des Merkmals hinauskommen. Nie handelt es sich bei den im Vorstehenden genannten Begriffspaaren um ein Entweder-Oder, sondern immer nur um ein Mehr oder Weniger in der bezeichneten Richtung. Es ist tatsächlich außerordentlich schwer, die Unterschiede von EZ wirklich objektiv zu sehen und zu werten. Dem Fernerstehenden scheinen unter Umständen zwei Zwillinge völlig ähnlich zu sein, der Näherstehende sieht an ihnen auf Grund engen persönlichen Umgangs deutliche Unterschiede. Die große Ähnlichkeit der EZ zwingt geradezu die mit ihnen verkehrenden Menschen, bei ihnen nach Unterschieden zu suchen. Die gefundenen Unterschiede werden viel größer gesehen, als sie tatsächlich sind, weil auf dem Grunde der fast völligen Gleichheit auch die feinsten, sonst vielleicht verschwindenden Abtönungen sich deutlich abheben. Umgekehrt ist es aber auch psychologisch möglich, daß ein Beobachter von der Gleichheit zweier EZ

so beeindruckt ist, daß er ihre Unterschiede gar nicht mehr sieht oder sehen will. Alle diese Umstände machen es nahezu unmöglich, die vorhandenen Unterschiede richtig einzuschätzen; daß durch Testuntersuchungen ein objektiver Maßstab gewonnen werden könne, ist eine trügerische Hoffnung. Ob die Unterschiede „groß“ oder „klein“ genannt werden, hängt bei vielen Forschern tatsächlich davon ab, was sie von den EZ erwarten.

Ähnliches zeigt sich in der Entwicklung der Zwillingsforschung. Ihre erste Zeit stand unter dem ungeheuer starken Eindruck der Übereinstimmung der EZ, die in immer erneuten Untersuchungen nachgewiesen wurde. Nach und nach erkannte man, daß EZ auch deutliche Unterschiede aufweisen können. Nachdem ihre Übereinstimmung beinahe zur Selbstverständlichkeit geworden war, interessierten nunmehr in erster Linie diejenigen Fälle, in denen größere Unterschiede zu beobachten waren. Mit der Verschiebung des Interesses rücken die unterschiedlichen Fälle in den Vordergrund und es kann sich schließlich sogar ein Bild ergeben, das der Wirklichkeit nicht voll gerecht wird. Die „Verschiedenheit“ von EZ ist eine solche, die nur auf dem Grunde ihrer einzigartigen und sonst nicht wieder vorkommenden Gleichheit richtig bewertet werden kann.

Die Frage nach der **Ursache der Unterschiede** ist schwierig; ihre Lösung ist noch nicht über Anfänge hinausgekommen. Grobe Unterschiede sind nach LANGE fast immer auf äußere Schädigungen zurückzuführen, vor allem auf solche beim Geburtsvorgang; diese sind häufiger als für gewöhnlich angenommen wird. Sehr viele Unterschiede werden auf Störungen während des vorgeburtlichen Lebens zurückzuführen sein; die Zwillingschwangerschaft bedeutet für den Keim eine unnatürliche Umwelt. Bei kleinen Unterschieden sind die Ursachen meist nicht faßbar. Sie können sich allmählich vergrößern: „Minimale Unterschiede wirken wie Hebelarme, an denen die Umwelt ins Große zeichnend eingreift.“ (LANGE.)

In das Problem Gleichheit-Verschiedenheit spielt noch ein anderes herein: das der **Zwillingsgemeinschaft**. Das Verbundensein von EZ ist besonders in der Jugend und bei weiblichen Zwillingen sehr stark, oft von einer unvergleichlichen Innigkeit. M. SCHILLER erzählt von zwei Brüdern, die sich in der Schule immer wieder umarmten und küßten; weil sie damit den Unterricht störten, mußten sie getrennt gesetzt werden. Das Verhältnis zweier erbgleicher Zwillinge zueinander ist etwas ganz Besonderes und mit keinem anderen Verhältnis zwischen Menschen zu vergleichen; ein Mensch ist hier immer mit seinem eigenen Doppel beisammen. EZ haben damit die gleichartigste Umwelt, die sich denken läßt: auch der fast immer gegenwärtige Partner ist gleich; das ganze Erleben ist gemeinsam. Der eine Zwilling kann sich gar nicht ohne den anderen denken. Es gibt bei solchen Zwillingen oft gar kein „Ich“ mehr, sondern nur ein „Wir“. M. SCHILLER erzählt, daß EZ häufig keine Freunde haben; sie sind sich selbst völlig genug. Wenn sie Freunde haben, so sind es fast immer die gleichen.

Aus der Gleichheit der EZ und ihres Wir-Erlebnisses folgt bei ihnen meist auch der bewußte Wille zum Gleichsein. Es gibt bei ihnen — ganz im Gegensatz zu den ZZ — meist keinen Wettbewerb, sondern nur das Bestreben, sich gegenseitig anzugleichen. So verstärkt sich das gegebene Gleichsein durch die völlig gleiche Umwelt und dazuhin meist noch auf psychologischem Weg durch ein Gleichseinerwollen. Das bedeutet natürlich eine methodische Schwierigkeit für die Herauslösung des reinen Einflusses der Erbanlage. Wenn aber schon versucht wurde, die Gleichheit der EZ weithin auf ihr Bestreben der „Identifizierung“ zurückzuführen, so ist dazu zu sagen, daß ein solches Bestreben ja nur die Folge ihrer erblichen Gleichheit ist.

Nur in seltenen Fällen ist die Gemeinschaft von EZ gestört, manchmal bis zum grimmigen Haß: Es sind Menschen, die „sich selbst nicht leiden können“. Wer sich selbst nicht ausstehen kann, mit sich selbst zerfallen ist, wird und muß sein Gefühl auch an seinem Doppel auslassen. Wenn bei EZ ein sehr inniges Verhältnis die Regel ist, so mag daraus gefolgert werden, daß der Mensch in der Regel sich selber freundlich gegenübersteht.

6. Nervenleiden und Geisteskrankheiten

Wie der normale Ablauf der seelischen Funktionen erbmäßig bestimmt ist, so ist es auch der krankhafte. Das große Gebiet der Nerven- und Geisteskrankheiten hat deshalb die Erbforschung immer stark beschäftigt. Das Nervensystem kann von organischen Schädigungen befallen werden, die zu Störungen der nervösen Funktionen führen. Von diesen in körperlichen Erscheinungen sich äußernden neurologischen Erkrankungen sind die Geisteskrankheiten (Psychosen) zu unterscheiden, bei denen die geistigen und seelischen Fähigkeiten und Abläufe gestört sind. Diese Störungen führen vom normalen Seelenleben bis zu Krankheitsformen, die eine völlige Zerstörung der Persönlichkeit bedeuten.

Die Erbbedingtheit der Geisteskrankheiten ist von jeher bekannt gewesen; mit genealogischen Methoden wurde der Art ihres Erbganges nachgegangen. In Deutschland werden solche Forschungen seit längerer Zeit durch das Kaiser-Wilhelm-Institut für Genealogie und Demographie bei der deutschen Forschungsanstalt für Psychiatrie in München unter Leitung von Professor Dr. RÜDIN durchgeführt. Es wurde dort versucht, für die verschiedenen Arten geistiger Störungen den Grad der Wahrscheinlichkeit zu ermitteln, mit der Kinder belasteter Eltern der Erkrankung ausgesetzt sind. Etwa seit 1928 benützt dieses Forschungsinstitut für seine Untersuchungen auch die Zwillingsmethode. Die ersten grundlegenden Untersuchungen sind von LANGE und LUXENBURGER durchgeführt worden. An ihre Arbeiten haben sich dann in den letzten Jahren diejenigen weiterer Mitarbeiter der Forschungsanstalt angeschlossen. Sie alle gründen sich auf das von dem Institut in einzigartiger Weise gesammelte Material. Die Absichten der Forschungsanstalt gehen dahin, zum mindesten für einzelne Krankheitsformen womöglich alle in Deutschland vorhandenen Fälle zu sammeln und sie damit der wissenschaftlichen Verarbeitung zuzuführen. Zu welchen Ergebnissen die Forschungen des Instituts mit Hilfe der Zwillingsmethode geführt haben, sei im nachstehenden berichtet.

a) Nervenleiden

Auf dem Gebiet der Nervenkrankheiten ist bis vor kurzem die Zwillingsmethode nur in geringem Umfang benützt worden. Dies rührte davon her, daß die meisten der neurologischen Erkrankungen verhältnismäßig selten sind, und daß es deshalb recht schwierig ist, ein genügend großes Material von Zwillingspaaren zusammenzubringen, von denen mindestens ein Partner von der Krankheit befallen ist.

Neuerdings hat nun aber die Münchener Forschungsanstalt die systematische Erfassung aller neurologischen Erkrankungen in Angriff genommen; es wird versucht, auf diese Weise zu einer größeren Zahl von Zwillingsfällen der einzelnen Erkrankungen zu kommen. Von dieser großzügig durchgeführten Erhebung liegt eine erste Arbeit vor: Die Anwendung der Zwillingsmethode auf die Erbpathologie der **multiplen Sklerose** durch THUMS. Da diese Zwillingsarbeit sowohl nach der methodischen Seite als auch nach der Art und Bedeutung ihres Ergebnisses besonderes Interesse verdient, sei im folgenden näher auf sie eingegangen.

Die **multiple Sklerose** ist eine entzündliche Erkrankung des Nervensystems, die ihren Namen davon hat, daß sich im Gehirn oder im Rückenmark oder auch in beiden vielfach und wahllos verstreut Herde bilden, die härter sind als ihre Umgebung. Die äußeren Symptome der Krankheit können der mannigfaltigen Verteilung der Herde entsprechend recht verschiedenartig sein; es sind vor allem folgende: rhythmisches Augenzittern (Nystagmus); Bewegungszittern der Gliedmaßen, das bis zu einem allgemeinen Körperwackeln führen kann; Störung der Nerven des Sprechapparats, die sich in einer merkwürdig abgehackten, „skandierenden“ Sprache äußert; Lähmung der Beine. Im Verlauf dieser Nervenstörungen können auch die geistigen Fähigkeiten abnehmen.

Von der multiplen Sklerose waren bis vor kurzem wie von allen übrigen Nervenkrankheiten nur ganz vereinzelte Zwillingsfälle bekannt. Von ihnen war besonders ein 1932 von dem holländischen Forscher LEGRAS beschriebener Fall bemerkenswert; bei einem Paar zweifelsfreier EZ war multiple Sklerose konkordant beobachtet worden. Angesichts der verhältnismäßigen Seltenheit der Erkrankung war auch ein derartiger Einzelfall von wissenschaftlicher Bedeutung; er mußte eine starke Erbbedingtheit der multiplen Sklerose vermuten lassen. Die Entscheidung kann aber erst durch die Erfassung einer *lückenlosen Serie* herbeigeführt werden. Das Material der Untersuchung darf nicht durch Auslesevorgänge verfälscht werden, sondern muß „repräsentativ“ sein, d. h. in seiner Zusammensetzung die Verhältnisse der Gesamtbevölkerung richtig wiedergeben. Am vollkommensten werden diese Forderungen erfüllt, wenn innerhalb eines möglichst großen Zählbezirks alle Merkmals-träger erfaßt und aus ihnen alle diejenigen ausgesondert werden, die einer Zwillingsgeburt entstammen.

Ein möglichst vollständiges Material neurologischer Erkrankungen konnte nur auf dem Weg der Erhebung bei Kliniken und Krankenhäusern gewonnen werden. Um genügend viele Fälle zu erhalten, wurden an alle Heil- und Pflegeanstalten sowie an alle Krankenhäuser des ganzen Reichs, an die staatlichen und privaten Gebrechlichen- und Krüppelanstalten und an die chirurgischen und orthopädischen Kliniken Rundbriefe versandt, in denen um die Nennung aller neurologischen Fälle der letzten 10 bis 20 Jahre gebeten wurde. Von jedem einzelnen Fall sollten Name, Zeit und Ort der Geburt, Konfession, Anschrift und Diagnose gemeldet werden. Von etwa 1000 Krankenhäusern und Anstalten, an welche die Rundfrage erging, antworteten daraufhin zunächst gegen 400 und meldeten über 50 000 Fälle. An die Universitätskliniken wurden eigene Hilfskräfte der Forschungsanstalt entsandt, um die Erhebungen durchzuführen. Auf diese Weise wurde ein Material über das Vorkommen organischer Nervenkrankheiten gewonnen, wie es bisher auch annähernd nicht vorhanden war.

Die zweite Aufgabe war es nun, aus diesem Material von Kranken diejenigen herauszufinden, die als Mehrlinge geboren worden waren. Zu diesem Zweck wurde in jedem einzelnen der genannten Fälle an das Standesamt oder an das Pfarramt des Geburtsortes die Anfrage gerichtet, ob die betreffende Person aus einer Mehrlingsgeburt stamme oder nicht. Falls eine Antwort nach einigen Monaten nicht eingelaufen war, wurde gemahnt. Es ist verständlich, daß trotzdem die Auskünfte nicht vollständig eingingen; nach einiger Zeit konnte aber immerhin für 400 nervenkranken Patienten festgestellt werden, daß sie als Zwillinge geboren waren. Bei der ersten Durchprüfung dieser Fälle zeigte es sich, daß bei den ausgesprochen seltenen Nervenkrankheiten über eine Kasuistik nicht hinauszukommen war, daß es aber möglich ist, bei einigen anderen, etwas häufigeren Nervenkrankheiten (z. B. bei multipler Sklerose, Hirntumor, Parkinsonscher Krankheit) zu repräsentativen Serien zu gelangen. In Angriff genommen wurde zunächst die Untersuchung der Zwillinge mit multipler Sklerose.

Bis zu dem Zeitpunkt, an dem eine vorläufige Begrenzung des sich immer noch vermehrenden Materials vorgenommen wurde, konnte von 3123 Fällen multipler Sklerose festgestellt werden, ob sie einer Zwillingsgeburt entstammt waren oder nicht. Es fanden sich unter ihnen 51 als Zwillinge Geborene. Von ihnen galt es nun, in Erfahrung zu bringen, ob und wo der gemeldete Kranke und sein Zwillingspartner lebten. Dies gelang nur durch eine ausgedehnte Korrespondenz mit Einwohnermeldeämtern, Standesämtern, Bürgermeister, Pfarrern, Anstalten usw. Dann wurde an den Kranken und seinen Partner oder, wenn bereits beide tot waren, an die Eltern oder eines der Geschwister ein persönlich gehaltener Brief gerichtet, in dem der Zweck und die Wichtigkeit der geplanten Untersuchung dargelegt und um eine Reihe von Auskünften, insbesondere auch um Photographien gebeten

wurde. Außerdem wurde der Besuch beider Zwillingspartner durch einen Arzt des Instituts angekündigt. Auf diese Briefe wurde fast in allen Fällen bereitwillig Auskunft erteilt; auch der eingehenden späteren Untersuchung auf die Eiiigkeit und den Stand des Leidens wurde nur in ganz wenigen Fällen Widerstand entgegengesetzt, so daß die 51 ermittelten Zwillingfälle tatsächlich so gut wie vollständig geklärt werden konnten.

Für dieses Material ergab sich, daß in 18 Fällen der eine Partner vor dem 5. Lebensjahr gestorben war. Für die eigentliche Untersuchung standen damit nur noch 33 Fälle zur Verfügung. Unter ihnen waren 11 EZ, 10 ZZ und 12 PZ. Das zahlenmäßige Verhältnis der verschiedenen Arten von Zwillingen stimmt damit recht gut mit dem Verhältnis dieser drei Gruppen in der Gesamtheit der Zwillingsgelburt überein. Die Zahl der Zwillinge entspricht auch recht genau der Zwillingshäufigkeit in den entsprechenden Altersjahrgängen der Gesamtbevölkerung. Das gewonnene Material entsprach also in bezug auf die Häufigkeit der Zwillingsschaft völlig einer Durchschnittsbevölkerung.

Da stärkste Interesse gehört naturgemäß den 11 EZ-Paaren. Von ihnen mußte wiederum eines ausscheiden, bei welchem der Partner zehn Jahre vor dem Beginn der Erkrankung seines Bruders im Feld gefallen war. Bei den restlichen 10 EZ-Paaren steht in 3 Fällen die Diagnose des einen Partners auf multiple Sklerose nicht ganz fest. Bei den übrigen 7 Fällen war bei beiden Partnern das Ergebnis der Untersuchung völlig klar: die erbgleichen Partner der durch die Erhebung ermittelten Kranken erwiesen sich sowohl nach ihren eigenen Aussagen als auch bei der neurologischen Untersuchung als vollkommen frei von multipler Sklerose oder einer anderen organischen Nervenkrankheit; nicht das geringste krankheitsverdächtige Symptom konnte bei ihnen gefunden werden. Dasselbe gilt für die 3 zweifelhaften Fälle; auch bei ihnen erwies sich der Partner des Kranken als gesund. Wenn sich auf diese Weise **alle EZ-Paare als diskordant erwiesen** haben, so muß doch noch auf die Möglichkeit einer späteren Abänderung dieses Ergebnisses hingewiesen werden. Wenn als Hauptgefährdungszeit der multiplen Sklerose das 18. bis 35. Lebensjahr angenommen wird, so stehen von den 10 Paaren noch 2 innerhalb dieses Zeitraums; es wäre also nicht völlig ausgeschlossen, daß bei ihnen nachträglich auch noch der bisher gesunde Partner an multipler Sklerose erkranken würde, so daß damit diese Fälle konkordant würden.

Auch bei allen ZZ-Paaren, die zur Untersuchung kamen, wurde nur Diskordanz gefunden. Bei den 9 EZ-Paaren, die untersucht werden konnten, sind 5 sicher, 3 höchst wahrscheinlich diskordant; 1 Paar ist fraglich konkordant.

Das Ergebnis der Untersuchung von THUMS ist also, daß unter 10 erbgleichen Zwillingspaaren einer auslesefreien Serie kein einziges Paar gefunden wurde, bei dem die multiple Sklerose bei beiden Partnern aufgetreten wäre. Daraus folgt mit voller Eindeutigkeit, daß für das Zustandekommen der multiplen Sklerose nicht eine Erbanlage entscheidend sein kann. Die Ursache der Krankheit muß vielmehr in anderen, äußeren Ursachen gesucht werden. Diese Ursachen sind trotz nachhaltigster Bemühungen vieler Jahrzehnte auch heute noch ungeklärt. Die multiple Sklerose galt lange Zeit als eine Infektionskrankheit, ohne daß ein klarer Beweis hierfür hätte geführt werden können. Mittels Familienuntersuchungen versuchte CURTIUS die Wirksamkeit von Erbfaktoren nachzuweisen; der von LEGRAS beschriebene Einzelfall verstärkte die in dieser Richtung gehenden Vermutungen. Nach dem klaren Ergebnis der Untersuchung von THUMS steht fest, daß eine Erbanlage für multiple Sklerose nicht besteht; es muß jetzt wieder an die infektiöse Entstehung gedacht werden.

Die multiple Sklerose erscheint damit als eine reine Umweltkrankheit. Solange aber noch zwei Partner des Materials in der Gefährdungsperiode sind, bleibt doch die Möglichkeit offen, daß sie noch an multipler Sklerose erkranken. In diesem Fall müßte an das Vorhandensein einer Erbanlage von schwacher Durchschlagskraft gedacht werden. Die Manifestationswahrscheinlichkeit dieser Erbanlage könnte dann höchstens 33% betragen. Ob nun die eine oder andere Möglichkeit vorliegt, so ist doch auf alle Fälle die multiple Sklerose „von praktischen Gesichtspunkten aus nicht als ein Erbleiden zu bezeichnen, son-

dern als eine Erkrankung, bei der die Umwelt die weit überwiegende, entscheidende Rolle spielt" (THUMS). Das ist ein sehr wichtiges Ergebnis.

Die Arbeit von THUMS ist deshalb so ausführlich wiedergegeben worden, weil sie ein in vieler Beziehung aufschlußreiches Beispiel einer erfolgreichen wissenschaftlichen Untersuchung mit Hilfe der Zwillingsmethode darstellt. Die Darstellung ihrer Methodik gibt einen lebhaften Begriff davon, wie unerhört mühevoll die Gewinnung eines ausreichenden auslesefreien Materials ist. Sie zeigt weiterhin, wie die Zwillingsmethode in einem seit langer Zeit umstrittenen Fall zu einem völlig eindeutigen Ergebnis über die Erb- oder Umweltbedingtheit einer Krankheit zu führen vermochte, zu einem Ergebnis, wie es mit gleicher Sicherheit von keiner anderen Methode der menschlichen Erbforschung geliefert werden könnte.

b) Schizophrenie

Mit besonderem Nachdruck hat sich die Erbforschung schon früher mit der Vererbung der **Geisteskrankheiten** beschäftigt; sind es doch Erkrankungen schwerster Art, welche ihre erbmäßige Bedingtheit deutlich erkennen lassen und mit ihrem schicksalsmäßigen Auftreten den Menschen aufs tiefste bewegen. Es sind vor allem zwei Hauptgruppen von Geisteskrankheiten zu erkennen: die Schizophrenie und das manisch-depressive Irresein (Zyklophrenie). An sie schließen sich Epilepsie und Schwachsinn an. Näher an der Grenze zum Normalen stehen diejenigen Erscheinungen, die man als Psychopathie und Hysterie bezeichnet; viele der Schwerverbrecher, über die bereits früher berichtet worden ist, wären hier einzuordnen. Auf die Erforschung aller dieser geistig-seelischen Störungen ist auch schon die Zwillingsmethode angewandt worden; im folgenden soll dargelegt werden, was sich im einzelnen aus diesen Untersuchungen ergeben hat.

Die **Schizophrenie** (Spaltungsirresein, wörtlich „Spaltung des Geistes“) ist die häufigste und schwerste der Geisteskrankheiten. Sie setzt verhältnismäßig früh, meist schon im zweiten oder dritten Jahrzehnt ein (daher auch *Dementia praecox* = Verblödung im jugendlichen Alter). Ihr Auftreten kann sehr verschiedene Formen zeigen; allen gemeinsam ist eine weitgehende Verödung des Gefühls- und Willenslebens, die bis zur Verblödung führen kann.

Einzelne Zwillingsfälle sind schon vor längerer Zeit bekannt geworden und haben dadurch Aufsehen erregt, daß sie einen völlig gleichen Ablauf der Krankheit zeigten. Bereits GALTON erzählt ausführlich einen solchen Fall. Mit Einzelfällen ist aber nicht viel anzufangen; es ist verständlich, daß die konkordanten Fälle besonders leicht auffallen und deshalb verhältnismäßig häufig berichtet werden, während die diskordanten Fälle meist überhaupt keine Beachtung finden. Die in der Literatur berichteten Einzelfälle stellen daher, wenn sie gesammelt werden, eine starke Auslese nach Konkordanz und damit auch nach der Eineiigkeit dar. LUXENBURGER hat, wie schon mehrfach erwähnt, als erster auf die Notwendigkeit hingewiesen, der Zwillingsforschung auslesefreie Serien zugrunde zu legen. Erst auf diese Weise konnten Ergebnisse von allgemeiner Bedeutung gewonnen werden. Aus einem Gesamtmaterial von über 16 000 Kranken erhielt er schließlich etwa 81 Zwillingspaare, von denen wenigstens ein Partner an Schizophrenie erkrankt war. Ihre Untersuchung ergab, daß von 21 EZ-Paaren 14 konkordant und 7 diskordant waren, von 37 ZZ-Paaren alle 37 diskordant, von 23 unsicheren Paaren 2 konkordant, 21 diskordant. Bei den EZ sind also bei $\frac{2}{3}$ der Paare beide Partner an Schizophrenie erkrankt; alle sicheren ZZ sind diskordant. Schon aus diesen Zahlen geht die starke, wenn auch nicht vollkommene Erbbedingtheit der Schizophrenie hervor.

Die Verarbeitung des statistischen Materials ergab weiterhin folgendes: Die Häufigkeit der Zwillinge im Ausgangsmaterial entsprach ihrer Häufigkeit in der

Gesamtbevölkerung. Zwillinge sind also nicht stärker mit Schizophrenie belastet als Einlinge; die Zwillingsschaft als solche hat keine Beziehung zur Entstehung der Schizophrenie. Das ungestörte Verhältnis beweist auch, daß Erbträger der Schizophrenie vor dem Ausbruch der Krankheit keiner Letalauslese unterliegen, d. h. nicht in größerer Zahl sterben als Nichtträger der Anlage.

Die Untersuchung der konkordanten EZ gab wohl in vielen Fällen eine starke Übereinstimmung im Auftreten und Verlauf der Erkrankung. Daneben aber wurde eine erhebliche Zahl bemerkenswerter Unterschiede festgestellt. „Durch die Serien hat das Märchen von der photographischen Treue der Psychosen bei EZ eine schlagende Widerlegung erfahren.“ (LUXENBURGER.) Diese Verschiedenheiten zeigen, daß das Krankheitsbild der Schizophrenie eine starke umweltbedingte Variabilität aufweisen kann. Der Beginn der Erkrankung ist zeitlich oft recht verschieden. Neben Fällen, bei denen die Erkrankung bei beiden Zwillingen völlig gleichzeitig einsetzte, sind zeitliche Unterschiede bis zu 11 Jahren beobachtet worden. Der Verlauf der Erkrankung kann zum Teil recht verschieden sein; oft bringt es aber der bunte Wechsel der einzelnen Bilder mit sich, daß „manchmal der andere bald nachmacht, was der eine vorgemacht hat. Ja gelegentlich scheint es, als ob von dem später erkrankten Zwilling in einem Schub nach Schwere und Dauer das nachgeholt würde, was der andere voraus hatte.“ (LANGE.)

Das wichtigste Ergebnis der LUXENBURGERschen Serie ist die Tatsache, daß nur $\frac{2}{3}$ der EZ-Paare mit Schizophrenie konkordant sind; bei $\frac{1}{3}$ ist nur der eine Partner erkrankt. Daraus folgt, daß nicht bei allen Menschen, welche die Erbanlage für Schizophrenie besitzen, diese Anlage sich auch tatsächlich manifestiert. Aus dem genannten Verhältnis ($k = 0,666$) errechnet sich eine Manifestationswahrscheinlichkeit von

$$\text{keit von } \frac{2k}{1+k} = \frac{1,333}{1,666} = 0,8. \text{ LUXENBURGER hat zur Berechnung der Manifestations-}$$

wahrscheinlichkeit der Schizophrenie noch besondere Formeln aufgestellt. Er erhält damit Zahlen, die zwischen 0,692 und 0,810 liegen. Diese Zahlen stimmen mit der oben errechneten sehr befriedigend überein; als Ergebnis der Serienuntersuchung kann festgehalten werden, daß nur 70 bis 80 % aller Menschen, welche die Anlage zur Schizophrenie haben, tatsächlich auch im Lauf ihres Lebens schizophren werden; bei den übrigen kommt die Krankheit nicht zum Ausbruch. Die Schizophrenie ist ein Erbleiden von zwar recht starker, aber doch nicht vollkommener Durchschlagskraft (Penetranz). Für ihre Manifestierung müssen äußere Einflüsse wirksam sein; es ist die Frage aufzuwerfen, was für Umwelteinflüsse es sind, welche die Manifestierung befördern oder hemmen. Hierüber ist noch recht wenig bekannt. LANGE konnte bei Frauen eine deutliche Abhängigkeit der Erkrankungen von Störungen in der Genitalsphäre nachweisen. Auch schwere Erkrankungen körperlicher Art, wie Typhus und Gelenkrheumatismus, scheinen die Auslösung der ruhenden Anlage herbeiführen zu können.

Diese Erkenntnisse über die Manifestation der Schizophrenie zeigen an einem wichtigen Beispiel, in welchem Kräfteverhältnis Anlage und Umwelt bei der Entstehung einer Krankheit zusammenwirken. Es gibt Erbleiden, die sich mit einer Wahrscheinlichkeit von 100 % manifestieren, die also rein schicksalsmäßig entstehen und verlaufen. Umwelteinflüsse sind bei ihnen für die Entstehung der Krankheit völlig belanglos. Daneben gibt es Leiden, die zwar deutlich erbmäßig bestimmt sind, bei denen aber nur bei einem gewissen Hundertsatz der Anlageträger das Leiden zur Manifestierung kommt. Es ist klar, daß hier äußeren Einflüssen ein ganz bestimmtes Gewicht zukommt. Schließlich gibt es auch Krankheiten, bei denen eine Erbanlage überhaupt keine Rolle spielt, die ausschließlich

durch Umwelteinflüsse verursacht werden. LUXENBURGER hat dargelegt, daß auf Grund dieser Tatsachen „die gesamte Pathologie des Menschen von den reinen Erbkrankheiten bis zu den reinen Umweltkrankheiten in ein sinnvolles System gebracht werden kann, in welchem Erbkrankheiten und Umweltkrankheiten nicht mehr Gegensätze, sondern extreme Varianten einer organisch sich aufbauenden Variationsreihe darstellen“.

Diese Betrachtungsweise ist außerordentlich fruchtbar. Ist die Manifestationswahrscheinlichkeit eines Erbleidens höher als 50%, so ist die Anlage die Hauptursache, die Umwelteinflüsse stellen nur Nebenursachen dar. Beträgt die Manifestationswahrscheinlichkeit 50%, so sind die beiden Kräftegruppen gleich stark. Beträgt sie weniger als 50%, so muß zwar immer noch eine Anlage, eine gewisse Bereitschaft des Körpers vorhanden sein, um die Krankheit entstehen zu lassen; die Außeneinflüsse sind aber stärker als die Erbanlage. Wirken sie im Sinne der Anlage, so können sie die Manifestierung der Krankheit herbeiführen, im entgegengesetzten Fall verhindern. Den verschiedenen Nerven- und Geisteskrankheiten kommen in der LUXENBURGERschen Variationsreihe ganz verschiedene Plätze zu. Wie später noch ausgeführt wird, hat der erbliche Schwachsinn eine Manifestationswahrscheinlichkeit, die ganz nahe an 100% heranreicht; er steht damit am Anlagepol des Systems. Nicht weit davon entfernt steht die erbliche Epilepsie mit einer Manifestationswahrscheinlichkeit von etwa 92%; schon wesentlich stärker wirken Umwelteinflüsse bei der Entstehung der Schizophrenie mit. An ganz anderer Stelle ist die multiple Sklerose einzureihen. Sie steht entweder ganz am Umweltpol der Reihe oder mit einer Manifestationswahrscheinlichkeit, die allerhöchstens 33% betragen kann, wahrscheinlich aber wesentlich geringer ist, nicht weit davon entfernt.

Die Betrachtungsweise LUXENBURGERS läßt erkennen, daß „Erbkrankheiten“ und „Umweltkrankheiten“ keine sich ausschließenden Gegensätze sind, sondern daß alle Leiden Glieder in einer stetigen Reihe darstellen. Bei den Leiden, bei denen die Erbanlage das Wesentliche ist, wird rassenhygienisches Handeln einsetzen müssen; bei den anderen wird der Individualhygiene die Aufgabe der Bekämpfung zufallen. Aber auch bei Leiden, die überwiegend erbmäßig bestimmt sind, wie die Schizophrenie, ist dem individualhygienischen Handeln nicht jede Möglichkeit genommen. Auch hier kann eine vorsichtige hygienische Führung, die bewußte Fernhaltung auslösender Reize unter Umständen die Manifestierung der Krankheit verhindern. Voraussetzung hierzu wäre es allerdings, daß die Wissenschaft die Art der fördernden oder hemmenden Einflüsse noch besser kennen würde als dies zurzeit der Fall ist. Auf alle Fälle aber ist es ein tröstliches Gefühl für viele Menschen, die von der Möglichkeit einer Belastung mit Schizophrenie wissen, daß sie dieser Belastung nicht fatalistisch, schicksalsmäßig ausgeliefert sind, sondern daß auch hier dem ärztlichen Handeln eine Wirkungsmöglichkeit gegeben ist.

Noch eine andere wichtige Möglichkeit eröffnet die Zwillingsforschung in diesen Fragen: Wenn von einem EZ-Paar der eine Partner an Schizophrenie erkrankt ist, der andere nicht, so steht für den letzteren trotzdem fest, daß er die Anlage zur Schizophrenie genau so besitzt wie der kranke Zwilling. Es wird von besonderer Bedeutung sein, solche scheinbar gesunden Personen auf das genaueste zu untersuchen und zu beobachten, um auf diese Weise Symptome an ihnen zu finden, die auf das Vorhandensein der krankhaften Erbanlage hindeuten. So könnte der Typus des „manifestationsverhinderten Erbkranken“ (LUXENBURGER) herausgearbeitet und erkannt werden. Wenn es tatsächlich möglich wäre, ihn genau zu erfassen, so könnte in anderen Fällen die vorhandene Erbanlage schon vor ihrer Manifestation erkannt werden und bei den betreffenden Menschen könnte sowohl

das auf die Fernhaltung auslösender Reize gerichtete individualhygienische Handeln als auch die auf Vermeidung von Nachkommenschaft abzielende rassenhhygienische Beeinflussung bewußt einsetzen.

Schließlich sei noch gezeigt, wie die Zwillingsmethode an der Lösung theoretischer Fragen der Vererbungslehre mitzuwirken vermag. Die Schizophrenie wird auf Grund von Stammbaumsforschungen als eine Krankheit angesehen, die sich rezessiv vererbt. Wenn zwei nicht schizophrene Eltern ein schizophres Kind haben, so muß angenommen werden, daß beide Eltern in bezug auf die Anlage zur Schizophrenie heterozygot sind. Unter der Voraussetzung, daß die Krankheit auf einem einzigen Genpaar beruht (monomer ist) und sich vollständig manifestiert, müßten theoretisch 25% der Kinder aus solchen Ehen schizophren sein. Tatsächlich bleibt aber die Zahl der an Schizophrenie Erkrankten in solchen Geschwisterschaften ganz erheblich hinter 25% zurück. LUXENBURGER gab nach RÜDIN früher nur etwa 5% dafür an. Nun zeigt die Zwillingsmethode, daß bei einer Anzahl von Anlageträgern die Schizophrenie nicht manifest wird, es kann also unter Einrechnung des höchstmöglichen Wertes der Manifestationsschwankung angenommen werden, daß in Wirklichkeit etwa 8% Schizophrener in den Geschwisterschaften vorhanden sind. Diese Zahl bleibt aber immer noch weit hinter der Erwartung von 25% zurück. Daraus schloß LUXENBURGER früher, daß die Krankheit nicht auf einem, sondern auf mindestens zwei Anlagepaaren beruhen müsse, denn bei Dimerie bleibt die Zahl der homozygoten Träger der rezessiven Anlagen wesentlich hinter 25% zurück. Nun ist die Frage vor einiger Zeit von LUXENBURGER erneut aufgeworfen worden. Neue Untersuchungen haben höhere Geschwisterproportionen der Erkrankten ergeben, als sie bisher angenommen wurden (bis 11,4%). Unter Hinzurechnung der auf Grund der Zwillingsforschung zu errechnenden Manifestationsverhinderten ergibt sich, daß bis zu 18% der Geschwister als Erbträger der Schizophrenie angenommen werden können. Diese Zahl bleibt nun aber hinter der Erwartung von 25% nicht mehr so weit zurück, daß die Annahme der Dimerie notwendig wäre, ja sie ist schon zu hoch, um noch mit Dimerie vereinbar zu sein. Damit kommt LUXENBURGER zu dem Schluß, daß die Schizophrenie wohl doch monomer sein werde. Wenn auch in der Frage noch kein bestimmtes Ergebnis vorliegt, so können die geschilderten Überlegungen doch zeigen, wie mit Hilfe der Zwillingsforschung und ihrer Möglichkeit, die Manifestationswahrscheinlichkeit von Erbanlagen zu errechnen, auch wichtige Fragen der theoretischen Vererbungslehre der Klärung nähergeführt werden können.

c) Manisch-depressives Irresein

Die zweite Gruppe der Geisteskrankheiten ist das manisch-depressive Irresein, neuerdings auch als Zyklomanie bezeichnet. Die Erkrankung ist gekennzeichnet durch eine schwere, krankhafte Störung der Stimmungslage, die sich als unbändige heitere (manische) Erregung oder als tiefe melancholische Depression äußern kann. Diese beiden Zustände können bei Kranken je für sich bestehen oder auch miteinander abwechseln (zirkuläres oder periodisches Irresein). Eine völlige Zerstörung der Persönlichkeit wie bei der Schizophrenie findet meist nicht statt; nach einer tiefen Stimmungsschwankung kann der Normalzustand wieder eintreten.

An der Erbllichkeit des manisch-depressiven Irreseins bestand von jeher auf Grund von Familienuntersuchungen kein Zweifel. Die Zwillingsforschung bestätigte und vertiefte diese Erkenntnis. Die zuerst in der Literatur berichteten Einzelfälle ließen auch als solche die Bedeutung des Erbfaktors deutlich erkennen, stellten aber eine Auslese nach Konkordanz und Eineiigkeit dar und konnten deshalb keine allgemeinere Bedeutung beanspruchen. Eine von LUXENBURGER zusammengebrachte auslesefreie Serie ergab bei 4 Paaren EZ 3 konkordante Fälle und 1 diskordanten Fall; alle 13 Fälle von ZZ waren diskordant; unter 4 unsicheren Fällen war nur 1 konkordanter Fall.

Diese Zahlen zeigen die starke Erbbestimmtheit des manisch-depressiven Irreseins. Im einzelnen ergaben sich recht verschiedene Arten

des Verhaltens. Es gibt Fälle von EZ-Paaren, bei denen die Partner „photographisch treu“ sich wiederholen. Ein derartiger von LEGRAS (1933) berichteter Fall sei im folgenden wiedergegeben:

„Zwei EZ-Schwwestern, geboren 1882, wurden in ihrem 18. Jahre plötzlich, eine Woche nacheinander und ohne einander gesehen zu haben, psychotisch. A. wußte nicht einmal etwas von der Psychose C.'s. Sie wurden 19 Tage nacheinander in zwei verschiedene Anstalten aufgenommen. Hier zeigten sie einen manischen Erregungszustand. Nach einigen Tagen ändert sich das Bild: sie liegen in Stupor, sprachlos und bewegungslos vor sich hinstarrend. Genau 69 Tage nach der Aufnahme wird in beiden Krankheitsgeschichten (der beiden Anstalten) verzeichnet, daß sich der Zustand zum bessern wendet. Und nach 5 Monaten wird bei beiden notiert, daß der Zustand günstig ist, aber daß die Patienten noch etwas Albernes in ihrem Wesen behalten haben. Einen Tag nacheinander werden sie nach Hause beurlaubt. Später, im Alter von 26 Jahren, macht C. noch einmal einen solchen Zustand durch, der 8½ Monate dauert, und in ihrem 30. Jahr eine mehr depressive Phase. A. wird in ihrem 24. Jahr noch einmal während 9½ Monaten interniert.“

Neben solchen völlig identischen Fällen kommen andere vor, bei denen Unterschiede erheblichen Grades und auffälliger Art bestehen, und schließlich auch solche, die ganz diskordant sind. Über die Ursachen, die eine derart verschiedene Auswirkung der Erbanlage zu bewirken vermögen, können auch heute noch erst Vermutungen geäußert werden. In Frage kommen vor allem Pubertät, Schwangerschaft, Wochenbett, Klimakterium, erworbene Schädigungen des endokrinen Systems, Infektionskrankheiten.

Wenn in diesem Punkt die Ergebnisse der Forschung noch nicht voll befriedigen, so hat in einem anderen Punkt die Zwillingsforschung ein sehr bedeutungsvolles Ergebnis erbracht. Wenn 2 EZ ein verschiedenes Bild der Krankheit aufweisen, so zeigt sich damit, auf welche Weise sich ein und dieselbe Erbanlage manifestieren kann. Damit ist es möglich, all das zu erkennen und abzugrenzen, was sich aus der einheitlichen Erbanlage entwickelt und damit zu dem Krankheitsbild des manisch-depressiven Irreseins gehört. So wurde aus der Vergleichung von Zwillingsfällen deutlich, daß sich Manie oder Melancholie nicht als solche getrennt vererben, sondern daß manische und depressive Schwankungen genotypisch nicht voneinander zu trennen sind. Das wesentliche des Erbmerkmals ist die ausgesprochene Stimmungsveranlagung.

d) Epilepsie

Die Epilepsie ist eine Erkrankung, die sich im Auftreten von Anfällen äußert, bei denen der Kranke bewußtlos zu Boden fällt und eigentümliche Krämpfe zeigt; in schweren Fällen kann das Leiden zur Verblödung führen. Epilepsie kann ererbt sein, sich aber auch auf Grund äußerer Ursachen (Hirnverletzungen, infektiöse Gehirnerkrankung) entwickeln. Hiernach wird zwischen idiopathischer Epilepsie einerseits und symptomatischer Epilepsie andererseits unterschieden.

Die Frage der Vererbbarkeit der Epilepsie ist bis vor kurzem sehr stark umstritten gewesen; der Einfluß des Erbfaktors wurde von vielen Forschern als recht gering angesehen. Versuche, der schwierigen Frage mit der Zwillingsmethode beizukommen, sind schon mehrfach unternommen worden. Die bisher weitaus größte und beste Serie von Zwillingen mit Epilepsie ist durch eine im Rahmen der Arbeiten der Münchener Forschungsanstalt für Psychiatrie durchgeführte Untersuchung von CONRAD gewonnen worden.

Durch eine großzügige Umfrage wurden für einen Stichtag die in sämtlichen Anstalten Deutschlands vorhandenen Epileptiker erhoben. Von über 17000 Fällen waren 73,8% verwendbar und unter diesen fanden sich 258 Zwillinge. Nach Ausscheidung der Paare, von denen ein Partner vor Erreichung des Gefährdungsalters gestorben war, standen noch 157 Paare zur Verfügung, von denen die Eiigkeit sicher festge-



Bild 97. Epileptische EZ. (Nach Conrad, 1936.)
Alfred und Willy S., geboren 1903, in der Jugend verwechslungsgleich, geistig früh zurückgeblieben (imbezill). Beide haben Krampfanfälle in großen Abständen.



Bild 98. Epileptische EZ. (Nach Conrad, 1936.)
Anna und Maria F., geboren 1900. Die Anfälle traten bei beiden zu Beginn der Schulzeit auf, so daß sie kaum die Schule besuchen konnten. Geistig zurückgegangen (debil); kindlich-freundlich, naiv. Anfälle regelmäßig.

stellt werden konnte. Ihre eingehende Untersuchung ging auf die Erfassung des Krankheitsverlaufs und insbesondere auf die Entscheidung der Frage aus, ob eine ererbte oder erworbene Epilepsie vorliege; das erstere wurde angenommen, wenn eine klar erkennbare äußere Ursache nicht ermittelt werden konnte. Das Ergebnis der Untersuchung zeigt die nachstehende Zusammenstellung.

	Gesamtzahl der Paare	Davon sind		Von 100 Paaren sind	
		konkordant	diskordant	konkordant	diskordant
ZZ { symptomatisch	34	0	34	0	100
{ idiopathisch	93	4	89	4,3	95,7
EZ { symptomatisch	8	1	7	12,5	87,5
{ idiopathisch	22	19	3	86,3	13,7

Mit den vorstehenden Zahlen ist einwandfrei erwiesen, daß es eine Gruppe von vorwiegend anlagebedingten Epilepsien gibt. Ihr steht eine andere gegenüber, bei denen die Anlage eine viel geringere Rolle spielt. Wenn zu den konkordanten Fällen auch diejenigen gerechnet werden, bei denen der eine Partner eine echte Epilepsie zeigt, der andere Schwachsinn und Psychopathie, so erhöht sich die Konkordanz. Die Untersuchungen von CONRAD zeigen, daß der Schwachsinn in irgendeiner genotypischen Beziehung zur Epilepsie steht, aber nicht mit ihr identisch ist. Die Berechnung der Manifestationswahrscheinlichkeit ergibt für das Gesamtmaterial der EZ einen Wert von 80%, für die idiopathische Epilepsie von 92%.

Der überwiegend große Teil der Epilepsie steht also sehr nahe dem Anlagepol der LUXENBURGERSCHEN VARIATIONSREIHE. Mit den durch CONRAD durchgeführten Untersuchungen ist die lange geführte Diskussion, ob der Erbllichkeit bei der Epilepsie überhaupt eine besondere Rolle zukomme, eindeutig in positivem Sinn beantwortet und damit endgültig zum Abschluß gebracht worden.

e) Schwachsinn

Daß Schwachsinn erblich bedingt ist, ist durch Familienuntersuchungen schon vor längerer Zeit nachgewiesen worden. Nachdem zuerst nur wenige Fälle schwachsinniger Zwillinge bekannt waren, hat SMITH aus einem Material, das sämtliche dänischen Schwachsinnigen umfaßte, eine auslesefreie Serie von schwachsinnigen Zwillingen gewinnen können. Unter 6700 registrierten Schwachsinnigen konnten 66 Zwillingspaare gefunden und für die Untersuchung verwertet werden. Von 16 EZ-Paaren waren 14 konkordant, 2 diskordant. Im Gegensatz hierzu fanden sich unter 50 ZZ-Paaren nur 4 konkordante Paare. Dieses Ergebnis zeigt einwandfrei, daß die Ursache des Schwachsinnns so gut wie ganz in der Erbanlage zu suchen ist. Bei den beiden diskordanten EZ-Paaren



Bild 99. Schwachsinnige EZ. (Nach Smith.)

Robert und Harry sind hochgradig schwachsinnig; Robert noch etwas mehr als sein Bruder.

machte es die Untersuchung wahrscheinlich, daß der Schwachsinn des kranken Partners durch äußere Einflüsse (wie Geburtsverletzung und Erkrankung im Säuglingsalter) entstanden ist, daß es sich hier also nicht um endogenen, sondern um exogenen Schwachsinn handelte. Die konkordanten EZ wiesen fast immer Schwachsinn gleichen Grades auf; in mehreren Fällen wurden auch bei beiden ähnliche neurologische Symptome (Krämpfe, Sprachstörung) beobachtet.

Aus der Konkordanzzahl $\frac{14}{16} = 0,875$ errechnet sich die Manifestationswahrscheinlichkeit des Schwachsinnns zu 93%. Da aber die beiden diskordanten Fälle exogenen Schwachsinn betrafen, so ist zu schließen, daß bei den rein endogenen Fällen annähernd absolute Manifestationswahrscheinlichkeit besteht. Außenfaktoren haben also auf die Entwicklung des Schwachsinnns so gut wie keinen Einfluß; die Erbanlage setzt sich auf alle Fälle durch.

V. Zwillinge in der Dichtung

Daß die Dichtung sich seit jeher immer wieder mit EZ beschäftigt hat, ist natürlich: Erbgleiche Zwillinge sind ein menschlich so ungewöhnlicher und fesselnder Fall, daß sie zur dichterischen Gestaltung geradezu herausfordern, wie sie auch Maler schon gefesselt haben (Bild 100 und 101). POLL hat in einer Studie über „Zwillinge in Dichtung und Wirklichkeit“ gezeigt, wie außerordentlich reich und vielfältig sich die Zwillingsschaft bei Dichtern aller Zeiten und Völker gespiegelt hat. Auf diese Arbeit sei in erster Linie verwiesen.

Shakespeare hat die Zwillingssähnlichkeit in schwankhafter Weise verwendet und in der „Komödie der Irrungen“ die beiden sich selber unbekannten Zwillingbrüder Antipholus von Ephesus und von Syrakus mit ihren Zwillingssdienern Dromio in toller Weise durcheinandergewirbelt. Wenn schließlich nach endlosen Verwechslungen beide Paare zusammen auf der Bühne stehen, so fällt die Frage: „Wer ist echter Mensch und wer Erscheinung? Wer entziffert sie?“



Bild 100. Zwillingenbildnis von Paulus Moreelse (1541—1638).

Aus der deutschen Literatur seien nur die Gestalten dreier EZ-Paare erwähnt. In der Art, wie die drei Dichter zu ihren Zwillingen stehen, treten ganz rein die drei verschiedenen Gefühlshaltungen heraus, die sich beim Bekanntwerden mit eineiigen Zwillingen bei jedem denkenden und fühlenden Menschen von selber einstellen.

Fritz Reuter erzählt in „Ut mine Stromtid“ von den beiden Zwillingen Lining und Mining, die er mit dem tiefsinnigen Satz einführt: „Un wer nich wüßt, dat Lining nich Mining was, un Mining nich Lining, de würd all sin Dag nich ut ehr klauk“. So ähnlich sie sind, so erzieht doch Lining, die eine halbe Stunde älter ist, immer an ihrer Schwester herum; sie ist deutlich die Führende. In ihrer innigen Zwillingsgemeinschaft erleben Lining und Mining das Leben und die Liebe gleich; die kleinen, vom Dichter psychologisch reizend gezeichneten Unterschiede der Schwestern wirken ungemein echt. Tiefere Bezirke der Seele werden nicht angerührt; der Humor, die behagliche, schalkhafte Freude an dem Naturspiel beherrscht die Haltung des Dichters zu seinen Gestalten.

Anders hat Gottfried Keller in seinem Altersroman „Martin Salander“ die Zwillinge Isidor und Julian Weidelich gestaltet. Ihre Eltern sind einfache Gärtnersleute, die sie einem höheren Beruf zuführen wollen. Sie heiraten die beiden Töchter Martin Salanders und werden Notare. Auch nach der Heirat führt jeder das gleiche Leben wie der andere; beide kommen mit ihrer äußerlichen und gewissenlosen Wesensart („sie haben beide keine Seelen“, sagt die Mutter Salander) in die gleichen Betrügereien hinein. Schließlich ist das Unheil nicht mehr aufzuhalten; die Unterschlagungen des einen werden offenbar, und als die Nachricht hiervon die Mutter der Zwillinge erreicht, da weiß sie sofort, daß der andere dasselbe getan hat: „Sie haben jederzeit und alleweil das Gleiche gedacht, gewollt und getan und jeder

gewußt, was der andere wollte.“ Die psychologische Schilderung der beiden Zwillinge und ihrer Entwicklung ist unerhört echt und lebenswahr. Auf dem Grunde ihrer völligen charakterlichen Gleichheit zeigen sie in ungemein bezeichnender Weise leichte modifikatorische Verschiedenheiten. Das beste, was über die Art der Gestaltung der Zwillinge durch den Dichter gesagt werden kann, ist von POLL ausgesprochen worden: „Julian und Isidor Weidelich könnten in LANGES Buch über Verbrechen als Schicksal geradezu als Musterbeispiel eines Studienobjektes verwendet werden. In solchem Grade aus dem Leben abgeschrieben wirkt Kellers Schilderung der beiden betrügerischen Zwillingsnotare.“ Wohl spielt auch bei Keller der Humor eine Rolle, so in der reizenden nächtlichen Szene, in der die Bräute „die Ohrläppchen her!“ kommandieren müssen, um ihre Liebsten an ihren spiegelbildlich verteilten Ohrmißbildungen unterscheiden zu können. Die Grundeinstellung Kellers ist aber die des starken, wissenschaftlich zu nennenden psychologischen Interesses, des menschlichen Beeindrucktseins von der schicksalsmäßigen Gleichheit zweier Menschen auf Grund ihrer gleichen Erbanlage.

Noch ein anderes Gefühl leitet Wilhelm von Scholz in „Perpetua“, der Geschichte der Schwestern Katharina und Maria Breitenschnitt. Im mittelalterlichen Augsburg wachsen die mit übersinnlichen Fähigkeiten begabten Zwillinge als Töchter eines kleinen Handwerkers auf. Das Schicksal führt die beiden gleichveranlagten verschieden: Maria geht ins Kloster, Katharina wird als Hexe verurteilt. In der Stunde vor dem Feuertod vertauscht aber die Nonne mit der bewußtlosen Schwester das Gewand und geht für sie auf den Scheiterhaufen. Katharina erwacht im Kloster und wird dort nach langer und schwerer Zeit seelischer Erschütterung, ohne daß der Tausch der Persönlichkeiten offenbar geworden wäre, zur wundertätigen Heiligen Perpetua. Katharina und Maria sind in ihr zu einer Person geworden. Es ist der Schauer vor einem tiefen Geheimnis des Menschlichen, der Wilhelm von Scholz, einen Dichter des Mystisch-Übersinnlichen, das Zwillingschicksal der Schwestern Breitenschnitt gestalten ließ, ein Gefühl, das keinem fremd bleibt, der schon in die gleichen Seelen von Zwillingen einzudringen versucht hat.

So begegnen sich Wissenschaft und Dichtung im Zwillingsproblem. „Biologische Beobachtung und poetisches Schauen versuchen jede in ihrem Sinn und jede mit ihren Mitteln diese Menschlichkeit darzustellen. Die Wissenschaft darf sich nicht zu streng, die Kunst nicht zu erhaben dünken, um in Anregung und Austausch sich gegenseitig zu befruchten. Denn in diesem scheinbar so entlegenen Sonderfall, allem menschlichen Streben gemeinsam, drängt das höchste Problem der Menschlichkeit in der haren Kutte der exakten Forschung und dem schimmernden Gewand des Märchens, des Mythos und der Dichtung ans Licht der Offenbarung.“ (POLL.)

VI. Die allgemeine Bedeutung der Zwillingsforschung

Die Anwendung der Zwillingsmethode hat der Wissenschaft überaus wertvolle Einsichten vermittelt; es ist versucht worden, einen Überblick über die Ergebnisse der Einzelforschung zu geben. Darüber hinaus ist aber die Frage aufzuwerfen, welche großen, allgemein bedeutungsvollen Erkenntnisse die Zwillingsforschung bisher gezeitigt hat und was die besonderen Leistungen der Zwillingsmethode im Vergleich mit anderen Methoden der menschlichen Erbforschung sind.

Der merkwürdige Sonderfall erbgleicher Menschen, wie sie uns in eineiigen Zwillingen gegenüber treten, macht Verknüpfungen nach vielen Seiten hin möglich. Damit geben sich auch Beziehungen zu Fragen, die längst vor aller Erbforschung den Menschen bewegt haben. Wenn im folgenden die Beziehung zu zwei Gebieten alten Menschheitsglaubens aufgenommen wird, so mag dies manchem Vertreter strenger



Bild 101. Die Zwillinge. Von Jacob Gerritsz Cuyp (1594—1651).

Fachwissenschaft vielleicht überflüssig erscheinen; aber dem einfachen, der Wissenschaft fernstehenden Menschen läßt sich hier zeigen, wie klare naturwissenschaftliche Erkenntnisse ganz unmittelbar die Gestaltung seines Weltbildes bestimmen können.

Seit Urzeiten hat die Menschheit geglaubt, daß das Leben des Menschen in geheimnisvollem Zusammenhang mit dem Lauf der Gestirne stehe; ihr Stand in der Geburtsstunde bestimme das Schicksal des Menschen. In unerhörtem Umfange geht auch heute noch im Zeitalter der Naturwissenschaften in breitesten Schichten des Volkes der mittelalterliche Aberglaube der Astrologie um. Zwillingschicksale können den mystischen Nebel zerreißen. Zweieiige Zwillinge sind so gut unter gleichen Sternen geboren wie eineiige; diese erleben ein gleiches, jene ein verschiedenes Lebensschicksal, das kein Sternenschicksal, sondern ein Erbschicksal ist. „In deiner Brust sind deines Schicksals Sterne.“

Ein anderes: Auch heute noch gibt es viele Menschen, die wohl für den Körper das Bestehen der Vererbung zugeben, denen aber die Seele eine übernatürliche Wesenheit ist, die unmittelbar vom Schöpfer dem neu ins Leben tretenden Menschen eingepflanzt wird. Was zeigen EZ? Mit der Spaltung des Keims verdoppelt sich nicht nur der Körper, sondern ebenso auch die Seele. Durch die Teilung entstehen statt der einen Seele zwei völlig gleiche Seelen. Auch die einem frommen Glauben als einmalig und einzigartig geltende „Seele“ ist verdoppelt worden. Keine andere Tatsache zeigt mit solch unausweichlicher Klarheit wie die Erscheinung der EZ, daß das Seelische restlos und unauflöslich mit dem Körperlichen verbunden ist. Mit der Vereinigung der väterlichen und mütterlichen Erbmasse im Vorgang der

Befruchtung sind nicht nur die körperlichen, sondern ebenso auch die seelischen Anlagen des neuen Menschen festgelegt. Das Seelische ist ein immanenter, vom Körperlichen nicht abzulösender Bestandteil des Lebens und keine übernatürliche, über dem Körper stehende Wesenheit.

Die Zwillingsforschung im engeren Sinn hält sich natürlicherweise von Fragen metaphysischer Art fern; sie führt aber unmittelbar an die Grundfrage alles Menschlichen heran, an die Frage, was und wieviel am Menschen durch die Kräfte des Erbguts gegeben ist und was äußere Einflüsse an dem wesensmäßig gegebenen Kern formen können. Wie die Forschung diese Frage angreift, und welche Ergebnisse im einzelnen gewonnen werden konnten, ist ja ausführlich berichtet worden. An dieser Stelle soll nur nochmals kurz zusammenfassend dargestellt werden, was die Zwillingsmethode bisher an wesentlichen neuen Einsichten gebracht hat.

Die Zwillingsforschung ermöglicht die Entscheidung, ob und wie weit die Ausprägung eines Merkmals als erblich oder umweltmäßig bestimmt anzusehen ist. Aus den Unterschieden, die bei zwei EZ auf Grund der Einwirkung verschiedener Umwelteinflüsse entstehen können, ergibt sich die Modifikationsbreite einer Erbanlage auf körperlichem oder seelischem Gebiet. Aus der Erscheinung, daß die einen Merkmale mehr, die anderen weniger durch Umwelteinflüsse abgeändert werden können, folgt die Erkenntnis, daß die Erbanlagen in verschieden starkem Maße auf solche Einflüsse reagieren; es gibt umweltstabile und umweltlabile Merkmale in allen Abstufungen. Der Vergleich von Zwillingen verschiedener Altersstufen läßt erkennen, in welcher zeitlichen Folge die Gene die Außenmerkmale zur Ausprägung bringen; die Zwillingsmethode ist damit die Methode der erbbiologischen Entwicklungsphysiologie.

Bei einer Reihe von Krankheiten konnte erst durch die Zwillingsmethode der schlüssige Entscheid herbeigeführt werden, ob die Krankheit vorwiegend erbmäßig oder umweltmäßig bestimmt ist. So wurde die starke erbliche Bedingtheit der Tuberkulose, der Rachitis, der Kurzsichtigkeit nachgewiesen, während sich für den Kropf und die multiple Sklerose zeigte, daß sie als umweltbedingt anzusehen seien. Eine ganz besondere Bedeutung kommt der Zwillingsmethode für die Erforschung der Manifestation von Erbanlagen zu; ihre Leistung auf diesem Gebiet kann von keiner anderen Methode menschlicher Erbforschung ersetzt werden. Die Erbgleichheit von EZ macht es weiterhin möglich, aus verschiedenen Ausprägungen einer Erbkrankheit bei zwei EZ zu erkennen, auf welche Weise sich die Erbanlage auswirken kann; dadurch ist es möglich, die Gesamtheit der Symptome der Krankheit klar zu erfassen und der gleichen genischen Grundlage zuzuordnen.

Alle aufgeführten Erkenntnisse zusammen vertiefen unsere Einsicht, was Erbgut und Umwelt überhaupt bedeuten. Ihre Wirkungen können nicht säuberlich voneinander getrennt werden, sondern sind unauflösbar miteinander verbunden. Keine Erbanlage entwickelt sich ohne entsprechende Umwelteinflüsse und kein Umwelteinfluß vermag etwas hervorzubringen, was nicht im Erbgut vorgebildet ist. Damit schwächt sich der Gegensatz zwischen Erbkrankheiten und Umweltkrankheiten erheblich ab: alle Krankheiten sind Glieder einer stetigen Reihe; sie sind als das eine oder das andere zu bezeichnen; je nachdem für ihre Entstehung der eine oder andere Einfluß stärker ist. Wenn die Wissenschaft aus der Beobachtung an EZ noch mehr als bisher lernt, die manifestationsfördernden und -hemmenden Umwelteinflüsse zu erkennen, so wird auf diese Weise die Möglichkeit gegeben sein, in günstigen Fällen die Manifestation einer krankhaften Erbanlage zu verhüten. Damit ist ein ärztliches Handeln auch bei solchen Krankheiten möglich, die vorwiegend erblich bestimmt sind; in gewissem, für jede Krankheit verschiedenem Umfang könnten dann auch sie verhütet werden.

Mit all diesen Leistungen ist die Zwillingsmethode zur fruchtbarsten Methode menschlicher Erbforschung geworden; mit der Vielseitigkeit, Genauigkeit und Zuverlässigkeit ihrer Ergebnisse steht sie den anderen Methoden voran. Damit werden aber jene keinesfalls entbehrlich gemacht, schon deshalb nicht, weil nicht alle Gebiete der Vererbungserscheinungen mit der Zwillingsmethode behandelt werden können; so kann sie in der Frage des Erbgangs eines Merkmals (dominant oder rezessiv) nicht angewendet werden. Die Vererbungsforschung beim Menschen braucht deshalb nach wie vor das Zusammenarbeiten aller Methoden, um in ihrer grundsätzlich schwierigen Lage das Bestmögliche leisten zu können.

Die fachwissenschaftlichen Ergebnisse, so wichtig und wertvoll sie sind, sind aber doch nicht das Wesentlichste und Letzte, was uns eineiige Zwillinge als erbgleiche Menschen an Einsichten vermitteln können. Stärker als die mit der interessantesten und zuverlässigsten Methode menschlicher Erbforschung gewonnenen, kühl und scharfsinnig nachgeprüften neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse wirkt der ganz unmittelbare menschliche Eindruck, der von eineiigen Zwillingen ausgeht. Wir spüren, daß wir hier an einer Stelle stehen, an der uns die Natur ganz tief und unverhüllt in ihre Werkstatt sehen läßt. Geheimnisse des Lebens rücken in hellstes Licht, so daß sie jeden Menschen unmittelbar packen müssen und jedem begreiflich werden können. Es ist, wie wenn die Natur mit Hilfe einer merkwürdigen Ausnahme, den erbgleichen Zwillingen, mit geradezu herausfordernder Deutlichkeit zeigen wollte, daß sie die Menschen wie alle ihre Geschöpfe auch gleich formen könnte, wenn sie nur wollte. So ähnlich wie zwei EZ müßten die Menschen sein, wenn sie wirklich gleich wären, gleich wie das Spiegelbild dem Urbild. Von der Gleichheit der eineiigen Zwillinge hebt sich aber aufs stärkste ab, wie ungleich tatsächlich die Menschen sind. An dem seltenen Ausnahmefall der Gleichheit stellt die Natur heraus, daß sie die Ungleichheit will und nicht die Gleichheit. Mit der Ungleichheit ihrer Wesen hält sie das Leben in Spannung, treibt es vorwärts.

Verschieden sind wir durch Vererbung, und eineiige Zwillinge sind der packendste Beweis für die alles Menschensein beherrschende Macht der Vererbung. Das gleiche Erbgut vermag zwei Menschen bis auf die lächerlichsten Einzelheiten gleich zu formen, gleich bis zur letzten Sommersprosse auf der Nasenspitze und bis zu den feinsten Regungen des Seelenlebens. Gewiß wirken auch in begrenztem Ausmaß die Einflüsse der Außenwelt, aber erschütternd ist der schicksalsmäßige Ablauf des Geschehens, wenn starke, umweltstabile Erbanlagen vorliegen. „So mußt du sein, dir kannst du nicht entfliehen“ ist die letzte, beherrschende Erkenntnis, die uns Zwillinge vermitteln. Was sich für sie exakt beweisen läßt, geht jeden Menschen an. Mit unerbittlicher Wucht steht die große Erkenntnis vor uns, daß wir aus uns selbst, aus unserem Erbschicksal heraus unser Leben leben müssen. Wir sind geformt und werden in unserer Bahn vorwärtsgetrieben durch das, was die Natur in uns gelegt hat,

„und keine Zeit und keine Macht zerstückelt
geprägte Form, die lebend sich entwickelt“.

Schrifttum*

A. Zusammenfassende Arbeiten, Methodik und allgemeine Fragen
der Zwillingsforschung

(Kapitel II, III und V des Buches)

- BOUTERWEK, H., Asymmetrie und Polarität bei erbgleichen Zwillingen. A. R. G. B., 28. 1934.
- CURTIUS, F., und O. VON VERSCHUER, Die Anlage zur Entstehung von Zwillingen und ihre Vererbung. A. R. G. B., 26. 1932.
- DAHLBERG, G., Twin births and twins from a hereditary point of view. Stockholm 1926.
(Eine grundlegende Arbeit mit umfangreichem Literaturverzeichnis.)
- FISCHER, E., Die gesunden körperlichen Erbanlagen. (In BAUR — FISCHER — LENZ, Menschliche Erblehre und Rassenhygiene. Bd. 1, 4. Aufl. München 1936.)
- GALTON, F., The history of twins as a criterion of the relative powers of nature and nurture. Journ. of the Anthropol. Institute, 1876. (Deutsch von SCHLEICHER und SCHILLER. Der Erbarzt, 1935.)
- GREULICH, W. W., Heredity in human twinning. Am. Journ. of phys. Anthr., 19. 1934/35.
- HARTMANN, M., Wesen und Wege der biologischen Erkenntnis. Naturwissenschaften. 1936.
- HEIDENHAIN, M., Die Spaltungsgesetze der Blätter. Jena 1932.
- KOMAI und FUKUOKA, Die Häufigkeit von Mehrlingsgeburten in Japan. Zeitschr. für Morphologie und Anthropologie, 31. 1933.
- KRANZ, H., Zwillingsforschung. Neue deutsche Klinik, 4. Ergänzungsband. 1936.
(Sehr reichhaltiges Sammelreferat mit Literaturverzeichnis bis 1936.)
- LEMSER, H., Zur Eiigkeitsdiagnose bei Zwillingen und über die Grenzen ihrer Sicherheit. Der Erbarzt, 1937.
- LENZ, F., Zur genetischen Deutung von Zwillingsbefunden. Z. i. A. V., 52. 1933.
- Zur Frage der Ursachen von Zwillingsgeburten. A. R. G. B., 27. 1933.
- Die Methoden menschlicher Erbforschung. Die krankhaften Erbanlagen. (In BAUR — FISCHER — LENZ, Menschliche Erblehre und Rassenhygiene. Bd. 1, 4. Aufl. München 1936.)
- Inwieweit kann man aus Zwillingsbefunden auf Erbbedingtheit oder auf Umwelteinfluß schließen? Deutsche med. Wochenschrift, 1935.
- LOTZE, R., Identische Menschen. Kosmos, 1921.
- Die Bedeutung der Zwillingsforschung für die Vererbungswissenschaft. Aus der Heimat, 1929.
- LUXENBURGER, H., Leistungen und Aussichten der menschlichen Mehrlingsforschung für die Medizin. Z. i. A. V., 61. 1932.
- Rassenhygienisch wichtige Probleme und Ergebnisse der Zwillingspathologie. (In RÜDIN, Erblehre und Rassenhygiene im völkischen Staat. München 1934.)
- POLL, H., Über die Zwillingsforschung als Hilfsmittel menschlicher Erbkunde. Zeitschr. für Ethnol., 46. 1914. (Die erste deutsche Arbeit zur Zwillingsforschung.)
- Zwillinge in Dichtung und Wirklichkeit. Z. Neur., 128. 1930.
- RIFE, D. C., Genetic studies of monozygotic twins. J. Her., 24. 1933.
- SCHILLER, M., Zwillingsprobleme, dargestellt auf Grund von Untersuchungen an Stuttgarter Zwillingen. Zeitschr. für Vererbungs- und Konstitutionslehre, 20. 1936.
- SIEMENS, H. W., Die Zwillingspathologie. Berlin 1924.
(Grundlegende Arbeit mit ausführlichem Literaturverzeichnis.)
- Die allgemeinen Ergebnisse der menschlichen Mehrlingsforschung. Z. i. A. V., 61. 1932.
- STERNBERG, L., Der antike Zwillingskult im Lichte der Ethnologie. Ztschr. f. Ethnol., 61. 1929.

* In dem Verzeichnis des Schrifttums werden folgende Abkürzungen benützt:

- A. R. G. B. = Archiv für Rassen- und Gesellschaftsbiologie.
Z. Neur. = Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie.
Z. i. A. V. = Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre.
J. Her. = Journal of Heredity.

Das Verzeichnis des Schrifttums führt nur eine Auswahl der wichtigsten Arbeiten zur Zwillingsforschung auf und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Arbeiten mit ausführlichen Verzeichnissen des Schrifttums sind als solche besonders genannt.

- VON VERSCHUER, O., Ergebnisse der Zwillingsforschung. Verhdl. Ges. phys. Anthr., VI. 1931.
(Wichtige zusammenfassende Arbeit mit ausführlichem Literaturverzeichnis.)
- Die biologischen Grundlagen der Mehrlingsforschung. Z. i. A. V., 61. 1932.
(Mit ausführlichem Literaturverzeichnis.)
- Die erbbiologische Zwillingsforschung. (In DIEHL und VON VERSCHUER, Zwillingsstüberkuloze. 1933.) (Die ausführlichste wissenschaftliche Darstellung der Grundlagen der Zwillingsforschung.)
- Neue Ergebnisse der Zwillingsforschung. Archiv für Gynäk., 156. 1934.
(Mit Literaturverzeichnis.)
- Erbpathologie. 2. Aufl. Dresden und Leipzig 1937.
- WEINBERG, W., Beiträge zur Physiologie und Pathologie der Mehrlingsgeburten. Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie, 88. 1901.
- WEITZ, W., Studien an eineiigen Zwillingen. Zeitschr. für klin. Medizin., 101. 1924.

B. Biologie der Zwillingsbildung

(Kapitel I des Buches)

- BROMAN, J., Grundriß der Entwicklungsgeschichte des Menschen. München 1921.
- CORNING, H. K., Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. München 1921.
- GROSSER, O., Frühentwicklung, Eihautbildung und Plazentation des Menschen und der Säugetiere. München 1927.
- HEBERER, G., Die Chromosomen des Menschen. Aus der Heimat, 47. 1934.
- HOLLÄNDER, F., Wunder, Wundergeburt und Wundergestalt. Stuttgart 1919.
- HUECK, W., Über die Bedeutung der menschlichen Doppelbildungen. Ber. der math.-phys. Klasse der sächs. Akademie der Wissensch., 83. 1931.
- KAPPERT, H., Erbliche Polyembryonie bei Linum usitatissimum. Biol. Zentralbl., 53. 1933.
- KLEINWÄCHTER, L., Die Lehre von den Zwillingen. Prag 1871.
- KRONACHER, C., Zwillingsforschung beim Rind. Zeitschr. für Züchtung, Reihe B, Bd. 25. 1932.
- MORITA, S., Die künstliche Erzeugung von Einzelmißbildungen, Zwillingen, Drillingen und Mehrlingen im Hühnerei. Anatom. Anzeiger, 82. 1936.
- NEWMAN, H. H., The physiology of twinning. Chicago 1923.
- The biology of twins. Chicago 1924.
- SCHLEIP, W., Determination der Primitiventwicklung. Leipzig 1929.
- SCHWALBE, E., Morphologie der Mißbildungen. 1. Teil: Allgemeine Mißbildungslehre. Jena 1906. 2. Teil: Die Doppelbildungen. Jena 1907.
- SPEMANN, H., Entwicklungsphysiologische Studien am Tritonei. Archiv für Entwicklungsmechanik, 12. 1901. 15. und 16. 1903.
- STEINER, FR., Nachgeburtsbefunde bei Mehrlingen und Ähnlichkeitsdiagnose. Archiv für Gynäk., 159. 1935.
- STOCKARD, CH. R., Die körperliche Grundlage der Persönlichkeit. Jena 1932.
- WEBER, Mehrfache Schwangerschaft. Im Handbuch der Geburtshilfe, herausgegeben von DÖDERLEIN, 1. Bd., 2. Aufl. 1924.

C. Spezielle Zwillingsforschung

(Kapitel IV des Buches)

- BUSCHKE, F., Röntgenologische Skelettstudien an menschlichen Zwillingen und Mehrlingen. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen. Ergänzungsband 46. 1934.
- CONRAD, K., Erbanlage und Epilepsie. Z. Neur., 153 und 155. 1935 und 1936.
- DIEHL, K., und VON VERSCHUER, O., Zwillingsstüberkuloze. Jena 1933.
- Der Erbeinfluß bei der Tuberkuloze (Zwillingsstüberkuloze II). Jena 1936.
- EUGSTER, J., Zur Erblichkeitsfrage der endemischen Struma. Archiv der Julius-Klaus-Stiftung, 11. 1936.
- FRISCHEISEN-KÖHLER, J., Untersuchungen an Schulzeugnissen von Zwillingen. Zeitschr. für angewandte Psychologie, 37. 1930.
- Das persönliche Tempo. Leipzig 1933.
- HARTMANN, H., Zur Charakterologie erbgleicher Zwillinge. Jahrbücher für Psychiatrie, 52. 1935.
- KÖHN, W., Psychologische Untersuchungen an Zwillingen und Geschwistern über die Vererbung der Kombinationsfähigkeit, der Intelligenz und der Phantasie. Archiv für Psychologie, 88. 1933.
- Die Vererbung des Charakters. Studien an Zwillingen. A. R. G. B., 29. 1935.

- KRANZ, H., Lebensschicksale krimineller Zwillinge. Berlin 1936.
- KÜHNE, K., Die Vererbung der Variationen der menschlichen Wirbelsäule. Zeitschr. für Morphologie und Anthropologie, 30. 1932.
- Die Zwillingswirbelsäule. Ebenda, 35. 1936.
- LANGE, JOH., Leistungen der Zwillingspathologie für die Psychiatrie. Allgemeine Zeitschr. für Psychiatrie, 90. 1929.
- Verbrechen als Schicksal. Leipzig 1929.
- Zwillingsbildung und Entwicklung der Persönlichkeit. Naturwissensch., 21. 1933.
- Über die Grenzen der Umweltbeeinflussbarkeit erblicher Merkmale beim Menschen. Bericht über die 12. Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für Vererbungswissenschaft in Frankfurt a. M. 1937.
- LASSEN, M. TH., Zur Frage der Vererbung sozialer und sittlicher Charakteranlagen. A. R. G. B., 25. 1931.
- LEGRAS, A. M., Psychose und Kriminalität bei Zwillingen. Z. Neur., 144. 1933.
- LEHMANN, W., und WITTELER, E. A., Zwillingsbeobachtung zur Erbpathologie der Polydaktylie. Zentralbl. für Chirurgie, 62. 1935.
- LEHMANN, W., Die Bedeutung der Erbveranlagung bei der Entstehung der Rachitis. Zeitschr. für Kinderheilkunde, 57. 1936.
- LEHMANN, W., und HARTLIEB, Capillaren bei Zwillingen. Zeitschr. für menschl. Vererbungs- und Konstitutionslehre, 21. 1937.
- LOTTIG, H., Hamburger Zwillingsstudien. Beiheft 61 zur Zeitschr. für angew. Psychol. 1931.
- LUXENBURGER, H., Vorläufiger Bericht über psychiatrische Serienuntersuchungen an Zwillingen. Z. Neur., 116. 1928.
- Über einige praktisch wichtige Probleme aus der Erbpathologie des zyklotymen Kreises. Z. Neur., 146. 1933.
- Die Manifestationswahrscheinlichkeit der Schizophrenie im Lichte der Zwillingsforschung. Zeitschr. für psych. Hyg., 7. 1934.
- Untersuchungen an schizophrenen Zwillingen und ihren Geschwistern. Z. Neur., 154. 1935.
- MEUMANN, J., Testpsychologische Untersuchungen an ein- und zweieiigen Zwillingen. Archiv für die gesamte Psychologie, 93. 1935.
- MEYER-HEYDENHAGEN, G., Die palmaren Hautleisten bei Zwillingen. Zeitschr. für Morphologie und Anthropologie, 33. 1935.
- MIERKE, K., Psychologische Beobachtungen an eineiigen Zwillingen. Volk und Rasse, 9. 1934.
- MJÖEN, J. A., Die Vererbung der musikalischen Begabung. Berlin 1934.
- MULLER, H. J., Mental traits and heredity. J. Her., 16. 1925.
- NEWMAN, H. H., Mental and physical traits of identical twins reared apart. J. Her., 20. 23. 24. 25. 1929, 1932, 1933, 1934.
- NEWMAN, H. H., FREEMAN, F., und HOLZINGER, K., Twins. A study of heredity and environment. Chicago 1937.
- PAETZOLD, J., Vererbung und Schulerziehung. A. R. G. B., 29. 1935.
- POPENOE, P., Twins reared apart. J. Her., 13. 1922.
- QUELPRUD, TH., Untersuchung der Ohrmuschel von Zwillingen. Z. i. A. V., 62. 1932.
- SAUDEK, R., Können verschiedene Schreiber gleiche Schriften schreiben? Charakter, 2. 1933.
- SAUDEK, R., und SEAMAN, E., Die Handschrift eineiiger, getrennt erzogener Zwillinge. Charakter, 2. 1933.
- SCHIFF, F., und VON VERSCHUER, O., Serologische Untersuchungen an Zwillingen. Zeitschr. für Morphologie und Anthropologie, 32. 1933.
- SCHWESINGER, G., Heredity and environment. New York 1933.
- SMITH, J. CH., Das Ursachenverhältnis des Schwachsinn, beleuchtet durch Untersuchungen von Zwillingen. Z. Neur., 125. 1930.
- STUMPFL, F., Die Ursprünge des Verbrechens, dargestellt am Lebenslauf von Zwillingen. Leipzig 1936.
- THUMS, K., Neurologische Zwillingsstudien. Zur Erbpathologie der multiplen Sklerose. Z. Neur., 155. 1936.
- VON VERSCHUER, O., Erbpsychologische Untersuchungen an Zwillingen. Z. i. A. V., 54. 1930.
- Ein erbgleiches Zwillingspaar mit hervorragender Begabung im Schachspiel. Eugenik, 1. 1931.
- WAARDENBURG, P. J., Das menschliche Auge und seine Erbanlagen. Im Haag 1932.
- WINGFIELD, A. H., Twins and orphans. London 1928.
- WEITZ, W., Die Vererbung innerer Krankheiten. Stuttgart 1936.

Namenverzeichnis

von Baer 15
 Bonnevie 99, 100
 Bouterwek 75, 86
 Brauer 37
 Broman 11
 Buschke 22, 93, 94, 95

Camerer 108
 Clarke 24
 Conrad 164, 165
 Corning 12, 13
 Curtius 19, 82, 83, 159
 Cuyper 169

Dahlberg 79, 81, 82, 87
 Danforth 59, 72
 Dareste 40
 Darwin 54
 Davenport 82
 Diehl 109, 111 f.
 Driesch 36

Eugster 107
 Exner 141

Fairchild 59
 Freeman 142
 Frischeisen-Köhler 116, 119
 Frommolt 10
 Fukuoka 80

Galton 54 f., 69, 74, 98, 114,
 124, 160
 Geyer 130
 Gottschaldt 129, 130
 Greulich 83
 Grosser 14
 Gurlt 46

Hartmann H. 125
 Hartmann M. 47
 Heidenhain 47
 Hellin 75
 Herbst 36
 Hertwig O. 15
 Holländer 26, 31
 Holzinger 142

Ihering 40

Kästner 40
 Kappert 46, 48
 Keller Gottfried 167
 Kiffner 19
 Klages 120, 123 f.
 Koch 142
 Köhn 115, 120, 124, 129
 Komai 80
 Korkhaus 97, 98
 Kranz 132, 133, 135, 137, 138,
 140
 Kronacher 44, 45
 Kühne 94 f.

Lange 59, 125, 131 f., 141, 156,
 161, 168
 Lassen 19, 120
 Lauterbach 114
 Legras 132, 133, 158, 159, 164
 Lehmann 65, 67, 105, 107
 Lemser 71
 Lenz 19, 83, 89, 91
 Leven 75
 Lottig 16, 120 f., 125, 129
 Luxenburger 59, 68, 157,
 160 f., 165

Merriman 114
 Meumann 116
 Meyer-Heydenhagen 101
 Michaelis 106
 Mierke 126
 Mjöen 118
 Moreelse 167
 Morita 40
 Müller O. 104
 Muller 142 f., 146, 154

Newman 32, 37, 41 f., 48, 64,
 85, 100, 101, 142—155

Paetzold 117
 Patterson 41
 Piccard 131
 Poll 52, 59, 98, 116, 166, 168

Popenoe 142
 Prinzing 76
 Quelprud 102
 Reuter Fritz 167
 Rife 72, 73
 Roux 36
 Rüdin 157, 163
 Sanders 22
 Saudek 126 f., 142, 144
 Schiller M. 55, 104, 105, 156
 Schleicher 55, 108
 von Scholz 168
 Schwalbe 32, 46
 Seaman 126, 127, 128
 Shakespeare 166
 Siemens 19, 59, 64, 69, 70, 87,
 98
 Smith 166
 Sobotta 82
 Spemann 36, 38, 39, 40, 86
 Steiner 19, 20, 35
 Stockard 38, 48
 Stocks 100
 Stumpfl 132, 133, 139 f.
 Thorndike 58, 59, 114
 Thums 157 f.

Umber 107
 von Verschuer 19, 20, 22, 24,
 35, 59, 60, 62, 66, 69 f., 81,
 82, 84, 85, 87 f., 91 f., 98,
 99, 100, 101, 103, 106, 109 f.,
 115, 117, 118, 119
 Virchow 26, 27, 28, 29, 34
 Vrolik 32

Waardenburg 101, 102
 Waldschmidt 28
 Weber 18
 Weinberg 78, 82
 Weitz 59, 63, 64, 87, 88, 103,
 106, 108, 125
 Wingfield 114, 115
 Wilder 101
 Witteler 65, 67

Schlagwörterverzeichnis

- Allantois (-gang) 13, 14
 Amnion (-höhle) 12, 13, 18, 20, 21, 35
 Anthropologische Maße 71
 Augenbrauen 70, 101
 Augenfarbe 70, 101
 Befruchtung 9
 Blastula 11
 Blutdruck 63, 103
 Blutfaktoren 70
 Blutgruppen 70, 106
 Blutkrankheiten 106
 Brechungseigenschaften des Auges 101, 102
 Capillarsystem 103
 Charakter 120, 121, 123
 Chorion 13, 14, 18, 20, 21, 35
 Craniopagen 31
 Decidua capsularis 14, 15, 20, 21
 Dementia praecox 160
 Dottersack 11, 12, 13
 Durchschlagskraft (Penetranz) 65
 Ektoderm 10, 11
 Embryonalknoten 11, 12, 22
 Embryonalschild 14, 22
 Entoderm 11, 12
 Epilepsie 164
 Follikel 8, 35, 45
 Furchung 10, 11
 Gastrula 11
 Gelbkörper 8, 9, 44
 Generationswechsel 48
 Geschlechtsbestimmung 9
 Gliedmaßenskelett 93
 Gürteltier 41 f.
 Haarfarbe 70, 101
 Haarform 70, 101
 Haarwirbel 84, 85, 86
 Handfläche 101
 Händigkeit 84, 85, 86
 Hautfarbe 70, 98
 Hautgefäße 71
 Herz 103
 Infektionskrankheiten 108, 109
 Intelligenzquotient 114
 Körpergewicht 88
 Körpergröße 87, 88
 Konfliktkriminalität 141
 Kopflänge 88
 Korrelationskoeffizient 115, 116
 Kropf 107
 Kurzsichtigkeit 102
 Leinzwillinge 46, 47
 Lippen 70
 Magen 106
 Manifestation von Erbanlagen 65, 66, 67, 161, 162, 163
 Manifestationswahrscheinlichkeit 161, 162, 163
 Manifestationsschwankung 161, 162, 163
 Manifestationsverhinderte Erbkrankheit 162, 163
 Manisch-depressives Irresein 160, 163, 164
 Meßfehler 89, 90, 91
 Morula 11
 Multiple Sklerose 157 f.
 Musikalische Begabung 117
 Nase, Form 70, 103
 Ohr, Form 70, 103
 Papillarlinien der Finger 71, 98
 Parasiten 33, 34
 Penetranz 65
 Persönliches Tempo 119
 Phänotypus 53, 60
 Plazenta 14, 15, 20, 21
 Polydaktylie 65, 67
 Polyembryonie 37, 38, 48
 Pygopagen 28
 Rachitis 107
 Reduktionsteilung 7, 8, 9, 50, 51, 83
 Reifeteilungen der Samenzellen 7
 Reifeteilungen der Eizelle 8, 9, 82, 83
 Richtungskörperchen 8, 11, 82, 83
 Rinderzwillinge 44, 45
 Rorschach'scher Formdeutversuch 115
 Schachbegabung 119
 Schizophrenie 160
 Schulzeugnisse 116
 Schwachsinn 166
 Schwerkriminalität 141
 Siamesische Zwillinge 25 f.
 Sommersprossen 71, 98
 Stanford-Binet-Test 145
 Sternopagen 28, 33
 Thoracopagen 28, 33
 Trophoblast 11, 12, 14, 18, 20
 Tuberkulose 109 f.
 Vielfingrigkeit (Polydaktylie) 65
 Wachstum 91 f.
 Wirbelsäule 94 f.
 Xiphopagen 28, 33
 Zähne 71, 97, 98
 Zuckerkrankheit 106, 107
 Zungenfalten 70
 Zwillingsgemeinschaft 156
 Zyklophrenie 160, 163

9

48

9, 50,

nen-

zelle 8,

, 11,

deut-

1
25f.

8

45

1, 18, 20

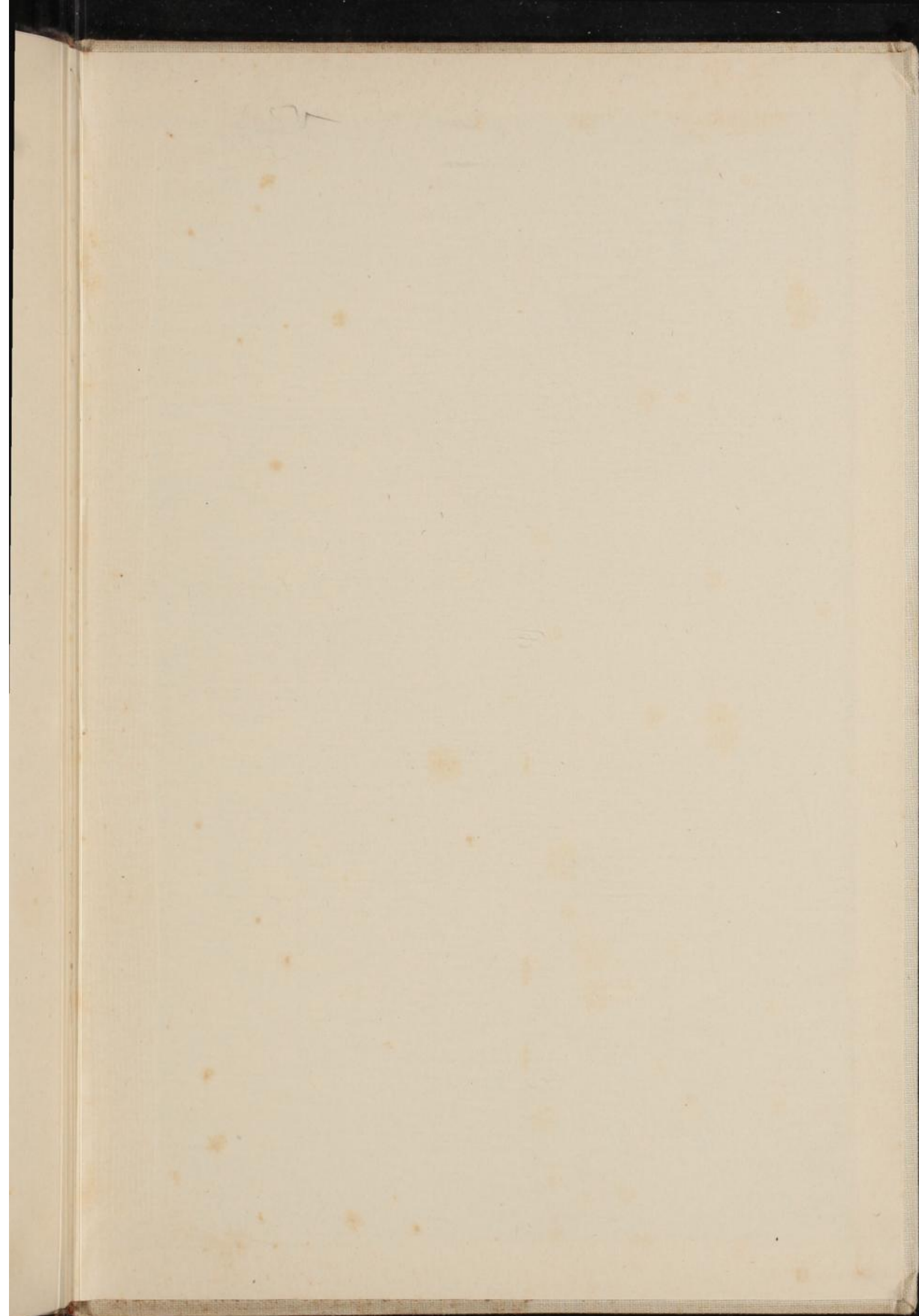
aktylie)

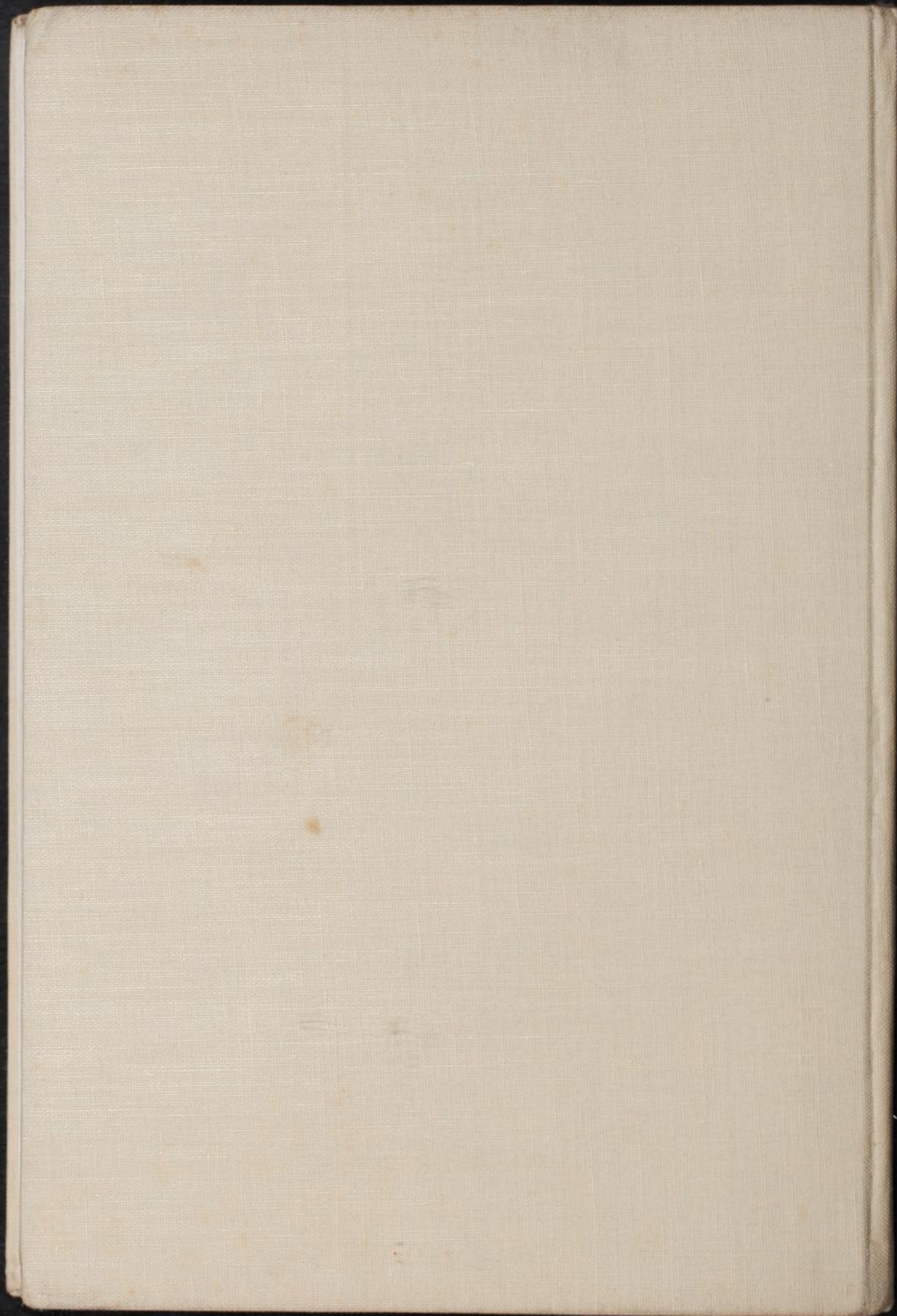
107

t 156

3

18





Urteile über „Aus der Heimat“

Königsberger Tageblatt (Nr. 154, 6. 6. 1937):

Es ist erstaunlich, wieviel Neues und Wissenswertes diese Zeitschrift in einem Jahresbande in zuverlässiger Darstellung deutscher Forscher enthält. Neben den 70 größeren Originalarbeiten aus allen Gebieten der Naturkunde von der Biologie über die Geologie, Mineralogie, Urgeschichte bis zur Chemie, Physik und Astronomie tragen die Kleinen Mitteilungen und die Bücherbesprechungen wesentlich zur Vielseitigkeit und Volkstümlichkeit der Zeitschrift bei. Fast 400 Abbildungen und 96 Kunstdrucktafeln erhöhen die Anschaulichkeit des Textes in vorzüglicher Art, so daß man die Beliebtheit und große Verbreitung dieser Monatsschrift als sachlich begründet ansehen muß. Udo Sauer mann.

Hessische Landeszeitung (Nr. 1, 3. 1. 1937):

Der nunmehr vorliegende Jahrgang 1935 „Aus der Heimat“ ist ebenso vielseitig und lehrreich wie seine Vorgänger. 465 Abbildungen, darunter 96 Kunstdrucktafeln, stellen Bestleistungen der Lichtbildkunst dar. Alle Gebiete der Botanik, Zoologie, Geologie, Urgeschichte, Chemie, Physik usw. sind dabei berücksichtigt. Im Vordergrund steht erfreulicherweise die Biologie, wie ja auch ein größerer fesselnder Artikel über biologisches Denken den Band einleitet. Neben zuverlässiger Belehrung vermag das Buch, das wir in die Hand jedes Naturfreundes wünschen, auch zu fruchtbaren biologischen Selbstbeobachtungen im Gebiet der engeren Heimat anzuregen. W. St.

Der Bergsteiger (Heft 11, August 1936):

Nie wird von der wissenschaftlichen Behandlung des Stoffes abgewichen; in vorbildlicher Weise ist eine gemeinverständliche Darstellung des Stoffes in den Aufsätzen aus allen Gebieten der Naturwissenschaften und verwandten Disziplinen augenscheinlich, ganz gleich, seien es nun größere Arbeiten oder kleinere Beiträge.

Pommersche Zeitung (6. 9. 1935):

Vor uns liegt der Jahrgang 1934 der bekannten Monatsschrift „Aus der Heimat“, der als muster-gültig bezeichnet werden muß. Zahlreiche Originalarbeiten auf allen Gebieten bezeugen auch diesmal wieder den hohen wissenschaftlichen Wert dieser Zeitschrift, die allen Freunden ernster Naturforschung warm empfohlen werden kann.

Bayerische Lehrerzeitung (Nr. 38, 17. 9. 1936):

Lehrreich, vielseitig, zuverlässig, anregend und dazu sehr billig ist die naturwissenschaftliche Monatsschrift „Aus der Heimat“ mit ihren Buchbeigaben. „Aus der Heimat“ dient grundsätzlich allen Gebieten der Naturkunde und bietet auch in dem 48. Jahrgang wertvolle Quellenbeiträge hervorragender Gelehrter, deren Namen für wissenschaftliche Gründlichkeit und lebendige, allgemeinverständliche Darstellungsweise bürgen.

Vom Schriftwalter der Naturwissenschaftlichen Monatsschrift „Aus der Heimat“, Professor Dr. **Georg Wagner**, erschien in meinem Verlag:

Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte mit besonderer Berücksichtigung Süddeutschlands. 622 Seiten Text mit 503 Bildern und 23 Fossiltafeln, sowie 368 Lichtbilder auf 176 Kunstdrucktafeln. Schöner Rohleinenband **20 RM.** In zwei Bänden — Tafeln lose in besonderem Band — **22 RM.**

Das Werk Wagners darf als das gegenwärtig beste Einführungsbuch in die Erd- und Landschaftsgeschichte bezeichnet werden.
Hauptlehrer Hans Scherzer (in der „Bayer. Lehrerzeitung“).

Junge Krustenbewegungen im Landschaftsbilde Süddeutschlands. Beiträge zur Flußgeschichte Süddeutschlands I. 302 Seiten mit 131 Abbildungen und Karten im Text, sowie 32 Lichtbilder auf 16 Kunstdrucktafeln. Leinenband **9 RM.**

... Dieses Buch darf als die beste Darstellung der süddeutschen Landschaft in ihrer tektonischen Bedingtheit genannt werden.
„Staatsanzeiger für Württemberg.“

In meinem Verlag erschienen ferner:

Forstmeister Otto Feucht: Der Wald als Lebensgemeinschaft. 80 Seiten mit 32 Abbildungen im Text, sowie 166 prächtige Lichtbilder auf 80 Kunstdrucktafeln. Leinwand **3,50 RM.**

... Eine ungeheure Liebe zu unserem deutschen Walde spricht hier aus dem Werke eines erfahrenen Forstmannes!

Universitätsprofessor Dr. Bruno von Freyberg: Thüringen. Geologische Geschichte und Landschaftsbild. 160 Seiten mit 252 Lichtbildern. Leinwand **3,85 RM.**

... Ein Geschenk in des Wortes tiefstem Sinn an Thüringens Heimat- und Naturfreunde!

Professor Dr. Wilhelm Gieseler (Vorstand des rassenkundlichen Instituts der Universität Tübingen): Abstammungs- und Rassenkunde des Menschen. I. Teil: Abstammungskunde des Menschen. 208 Seiten mit 105 Abbildungen im Text, sowie 196 Lichtbilder auf 56 Kunstdrucktafeln. Leinwand **4,50 RM.** II. Teil: **Rassenkunde des Menschen.** Erscheint in Kürze in gleicher Ausstattung und zu demselben Preis.

... Eines der besten Bücher, die im neuen Deutschland über die Abstammungskunde geschrieben worden sind!

Georg Hoffmann: Rund um den Kranich. 176 Seiten mit 146 prächtigen Lichtbildern. Leinwand **3,85 RM.**

... Das neue deutsche Vogelbuch! Ein Meisterstück in der Reihe der besten bisher bekannt gewordenen Naturschilderungen!

Dr. h. c. Otto Leege: Werdendes Land in der Nordsee. 84 Seiten Text mit 1 Karte, sowie 196 Lichtbilder auf 96 Kunstdrucktafeln. Schöner Leinenband **3,50 RM.**

... Den Tausenden von Badegästen, die jahraus jahrein nach Juist kommen, sollte man dieses Buch mit großer Eindringlichkeit entgegenhalten!

Dr. Friedrich Reinöhl: Pflanzenzüchtung. 112 Seiten Text mit 37 Abbildungen, sowie 153 Lichtbilder auf 64 Kunstdrucktafeln. Leinwand **3,50 RM.**

... Wohl eines der hervorragendsten Werke, die je über dieses Gebiet erschienen sind!

Dr. Friedrich Reinöhl: Vererbung und Erziehung. 200 Seiten mit 116 Abbildungen. Leinwand **3,75 RM.**

... Die Schrift wird in der NS-Bibliographie geführt! — Der Verfasser ist einer der bekanntesten Vererbungsforscher!

Dr. Martin Schmidt: Die Lebewelt unserer Trias. „Das klassische Werk der Trias!“ 461 Seiten Lexikonformat, mit 3 Tabellen und über 2300 Zeichnungen des Verfassers. Leinwand **11,70 RM.**

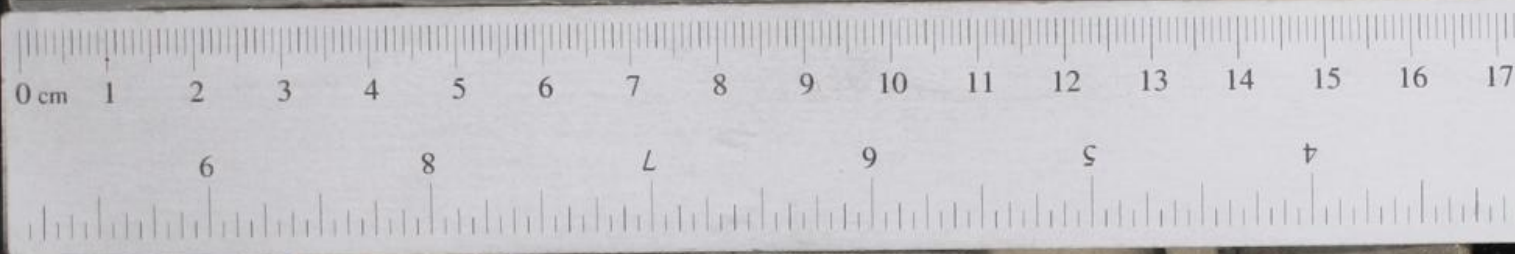
UB Gießen

OSR

Dr. Reinhold Lohe

Colour & Grey Control Chart

Danes Picta



176 Seiten mit 101 Bildern

hohenlohesche Buchhandlung Ferd. Rau, Öhringen