Zeitschrift: Mitteilungen der aargauischen Naturforschenden Gesellschaft
Herausgeber: Aargauische Naturforschende Gesellschaft
Band: 21 (1943)

Artikel: Von den Symmetrieverhältnissen bei eineiigen Zwillingen und Drillingen
Autor: Steinmann, Paul
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-172222

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Von den Symmetrieverhältnissen bei eineiigen Zwillingen und Drillingen.

Von Paul Steinmann, Aarau.

1. **Zur Einführung in das Problem.** Bekanntlich ist der Mensch monosymmetrisch gebaut: seine rechte Körperhälfte entspricht dem Spiegelbild der linken und umgekehrt. Alles, was an unserm Körper nur einmal vorkommt, wird von der Symmetrieebene in zwei symmetrische Hälften geteilt (Nase, Mund, Kehlkopf, Rückenmark usw.), was doppelt vorhanden ist, liegt in gleichem Abstand rechts und links der Symmetrieebene (Augen, Ohren, Großhirnhemisphären, Nieren etc.). Immerhin gilt das Gesagte nicht mit voller Strenge für alle Organe. Abweichungen von der Symmetrie sind häufig. Insbesondere sind manche innere Organe einseitig verschoben (Herz, Magen, Leber) oder ihre paarigen Abschnitte sind ungleich (Lungenflügel). Dazu kommen die kleinen individuellen Abweichungen, die keinem Menschen fehlen. Selten steht die Nase genau mitten im Gesicht, die Ohren sind oft ungleich groß oder nicht in gleicher Höhe angewachsen. Oft ist der rechte Arm etwas länger als der linke, oder umgekehrt. Besonders sind es gewisse **Asymmetrieen des Gebrauches,** die von jeher Aufsehen erregt haben: Rechtshändigkeit und Linkshändigkeit, Rechtsfüßigkeit und Linksfüßigkeit, ungleiche Benutzung der beiden Augen usw. In allen diesen Fällen gibt es eine «Regel des Verhaltens,» die bald mehr, bald weniger Ausnahmen zuläßt. Wenn auch die Rechtshändigkeit Regel ist, so trifft man doch auf einen hohen Prozentsatz von Linkshändern. Seltener ist der rechtseitige Hodentiefstand, der die Regel des linksseitigen durchbricht. Überaus selten ist die vollständige Verlagerung der Organe der Bauch- und Brusthöhle, der sogenannten «Situs inversus».

In den letzten Jahrzehnten hat die Zwillingsforschung große Fortschritte gemacht, und von einzelnen Forschern ist dabei auch den Symmetrieverhältnissen der Zwillinge besondere Beachtung geschenkt worden. Die sich zunächst aufdrängende Fragestellung ist die, ob erbgleiche Zwillinge, die also genau die gleichen Anlagen haben, auch allfällige Asymmetrieen auf der gleichen Körperseite tragen, ob also die Asymmetrie bereits in den Erbanlagen festgelegt ist. Trifft das nicht zu, so ist anzunehmen, daß die Verteilung solcher Merkmale auf dem sich entwickelnden Keime entweder rein zufällig erfolgt oder vielleicht von Außenumständen abhängig ist, wobei an die gegenseitige Lage der Zwillinge im Mutterleib, an die Blutversorgung der Embryonen und an ähnliche Faktoren zu denken ist.

Wir haben anzunehmen, daß in der Regel ein eineiiges Zwillingspaar aus zwei Eihälften in dem Sinn hervorgeht, daß aus dem linken und rechten Halbkeim je ein Zwilling entsteht. Wie LOTZE (11) ausführt, besteht eigentlich zwischen den beiden Partnern eines eineiigen Zwillingspaares eine Symmetrieebene höherer Ordnung, die der Spaltungsebene entspricht. Daneben hat jeder Zwilling seine eigene Symmetrie. Bei Mißbildungen, bei «Verwachsungszwillingen» können wir beide Symmetrien neben einander nachweisen. Es besteht gewissermaßen ein Kompromiß zwischen zwei Symmetrisationsvorgängen, über dessen Genese man folgende Überlegungen machen kann: Man könnte sich denken, daß die Links- und Rechtsseitigkeit der Keimhälften schon vor der Spaltung determiniert war und daß die später erfolgende Herstellung eines Ganzen als «Postgeneration» d. h. nachträgliche Ergänzung unter Einwirkung der beiden bereits als linksseitig und rechtsseitig bestimmten Keimhälften auf die sich nachträglich anschließende Hälfte aufzufassen wäre. Das käme darauf hinaus, daß die Symmetrisation des ursprünglichen Ganzkeimes bei der Symmetrisation der später getrennt sich entwickelnden Keimhälften nachwirkt. Daß solche Beeinflussungen einer sekundären Symmetrisation durch die primäre tatsächlich vorkommen, lehren uns zahlreiche Befunde der Teratologie, teilweise auch Erfahrungen der Entwicklungsmechanik.

2. **Die Symmetrieverhältnisse unvollkommen getrennter Keime.** SPEMANN (14—16) hat bekanntlich gezeigt, daß ein Molchkeim durch eine angelegte Haarschlinge entzwei gespalten werden kann und daß dann in der Folgezeit aus den beiden Keimhälften zwei selbständige Larven hervorgehen. Vollzieht sich dieses Experiment an Keimen in vorgerückterem Entwicklungsstadium, so beobachtet man eine Verkümmerung der innern, gegen eine gedachte primäre Symmetrieebene gerichteten Seite, ja sogar eine Einkrümmung mit Konvexität nach außen. Unterbricht man die angefangene Schnürung des Keimes, so kann man Doppellarven mit zwei Köpfen erzeugen, die als «Verwachsungszwillinge» im alten Sinne des Wortes zu deuten sind, richtiger als unvollkommen getrennte eineiige Zwillinge. In diesen Monstrositäten sind, wie auch bei den in Forellenbrutanstalten oft anzutreffenden Doppelbrutfischchen, die innern asymmetrischen Organe oft derart verlagert, daß einer der beiden

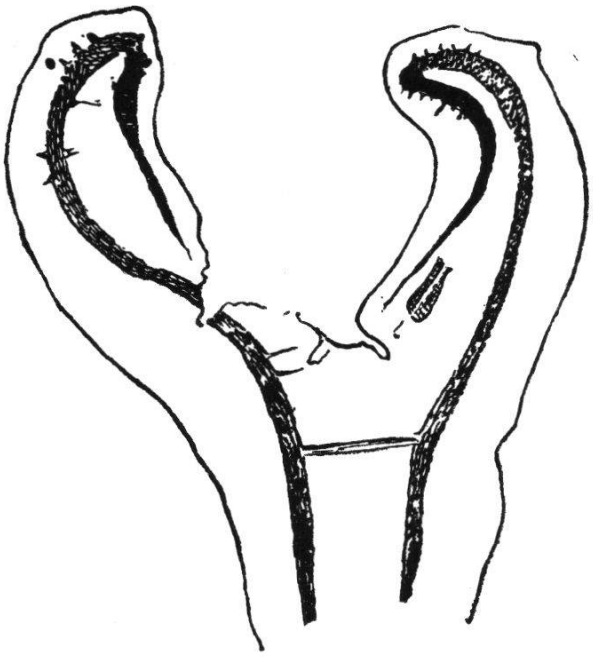

Abb. 1. Flächenschnitt durch eine Duplicitas anterior von Planaria gonocephala, erzeugt durch einen Spaltschnitt in der Symmetrieebene. Bei der Regeneration der «Innenseiten» der Köpfe bleibt das neue Bauchmark und die entsprechende Gehirnhälfte in der Entwicklung zurück. Daher die Einkrümmung beider Köpfe nach innen. Die Symmetrisation der Teilköpfe wird von der primären Symmetrisation gewissermaßen gehemmt.

Keime einen Situs inversus aufweist, daß also die Innenorgane des Doppelwesens in Beziehung auf die primäre Symmetrieebene des Ganzkeims symmetrisch angeordnet sind. Die bei der Entstehung von Doppelmonstrositäten am Tritonkeim vorkommenden Umlagerungen und Regulationen sind von SPEMANN (15, 16) und KOETHER (8) auch experimentell geprüft worden und lassen erkennen, daß neben örtlichen, materialbedingten Einflüs-

sen auch höhere ordnende Prinzipien wirksam werden, in denen sich die Symmetrie des Ganzkeims ausspricht.

In gleichem Sinne sind die Asymmetrieen aufzufassen, die sich bei der experimentellen Erzeugung von Doppelplanarien durch Spaltung des Vorderendes erzeugen lassen (s. STEINMANN 17). Einen Fall dieser Art zeigt unsere Abbildung 1.

Auch an doppelköpfigen Forellenbrutfischen, wie man sie häufig in Fischzuchtanstalten trifft, lassen sich anatomische Verhältnisse beobachten, die eine Beeinflussung der sekundären Symmetrie durch die primäre zeigen (Abb. 2).

Wir haben aus unsern Schnittpräparaten einen Schnitt ausgewählt und photographisch reproduziert, der diese Verhältnisse besonders schön wiedergibt und der daher hier etwas genauer besprochen werden soll.

Abb. 2. Transversalschnitt durch die Kopfgegend eines Bachforellenbrütlings mit Verdoppelung des Vorderkopfes (Duplicitas anterior). An dem einheitlichen Rumpf entstehen zwei Köpfe, die jedoch nur in ihren äußern Hälften selbständig entwickelt sind, während die Mittelpartie sich zu einem in sich symmetrischen Kompromißgebilde ausgewachsen hat.

Es handelt sich um eine Duplicitas anterior mit Spaltung des Kopfes bis in die Augengegend. Zunächst fällt die Hauptsymmetrieebene auf, die vom ursprünglichen Ganzkeim bestimmt ist. Das rechte Auge des rechten und das linke des linken Partners stellen das rechte und das linke Auge des Ganzkeims dar und liegen symmetrisch zur primären Symmetrieebene. In der Stirnmitte des Monstrums aber liegt ein **Doppelauge,** das Verschmelzungsprodukt der beiden innern Augen des Doppeltieres. Dieses Cyclopenauge ist ein in sich symmetrisches Gebilde, das in schönster Weise den **Kompromiß zwischen der primären und der sekundären Symmetrisation** erkennen läßt: eine einzige Hornhaut, jedoch mit doppelter Konvexität, die beiden innern Wände der Augäpfel sind nur kümmerlich entwickelt, sodaß die beiden äußern sich zu einem

Ganzbulbus vereinigen, zwischen den beiden, durch ein dünnes Häutchen getrennten Augenkammern liegt die eine und einzige Linse. Es ist nicht zu verkennen, daß hier die primäre Symmetrisation die sekundäre in ihren Bann gezogen hat (s. Abb. 2).

Auch bei Doppelmißbildungen des Menschen sind ähnliche Verhältnisse festgestellt worden. TH. P. TOBLER (19) hat einen Fall von Duplicitas anterior beim Menschen beschrieben und auch den Sektionsbefund dazu bekanntgegeben. Wir erwähnen hier nur, daß dieses doppelköpfige Neugeborene in der Mitte der Vorderbrust ein drittes, unpaariges Schlüsselbein besaß, daß seine innern «Kopfhaltemuskeln» (M. sterno-cleido-mastoidei), rechter Muskel des linken und linker Muskel des rechten Kopfes, erheblich schwächer waren als die entsprechenden äußern Muskeln. Auch war am Rücken ein mittleres Schulterblatt vorhanden. Von den vier Lungenflügeln waren wiederum die inneren viel kleiner als die äußeren. Sowohl das Schlüsselbein als auch das Schulterblatt der Symmetrieebene erwiesen sich als in sich symmetrische, aus zwei Elementen kombinierte Gebilde, wie das soeben beschriebene Doppelauge des Forellenbrütlings.

Selbst weiterreichend gespaltene Duplizitäten zeigen solche Symmetriekompromisse. An einem von KOLLMANN (9) beschriebenen und abgebildeten Fall von Doppelmonstrum war der eine der Komponenten durch Situs inversus totalis gekennzeichnet, sodaß die unsymmetrischen Eingeweide der beiden Teilwesen zu einander symmetrisch im Hinblick auf die primäre Symmetrieebene des Keimes zu liegen kamen.

Wenn wir hören, daß die beiden siamesischen Zwillinge mit ihren Lebern verwachsen waren, so deutet das darauf hin, daß mindestens ein partieller Situs inversus vorlag. In gleichem Sinn spricht die Tatsache, daß die innern, d. h. einander zugekehrten Augen schwächer waren als die äußern. Nach einem von LOTZE (11) reproduzierten Bilde trägt das Pygopagenpaar Daisy und Violet Hilton, das heute noch in Amerika lebt, eine Haartracht, die auf seitenverkehrte Wirbelbildung hindeutet. Die eine der Schwestern trägt den Scheitel links, die andere rechts.

3. **Über Symmetrie bei Drillingen.** I. Meine eigenen Unter-

suchungen über Zwillingssymmetrie gingen aus von Untersuchungen an Drillingen, über die ich in der Revue Suisse de Zoologie 1942 S. 211, Band 46 No. 12 kurz berichtet habe. Unsere Abbildung Nr. 3 zeigt die drei Mädchen Agnes, Ruth und Leonie, geb. am 25. August 1926, photographiert im Dezember 1941. Die Drillinge stimmen in derart vollkommener Weise überein, daß ihr Lehrer sie nicht zu unterscheiden vermag und daß sogar ihr Vater sie immer wieder verwechselt. Eine sorgfältige Untersuchung ihrer Merkmale zeigt, daß zwei der Schwestern in einer ganzen Anzahl von Merkmalen seitenverkehrt sind, während die dritte eine etwas freiere Kombination der Merkmale aufweist. Von den 28 Zähnen ist bei allen drei Mädchen einer durch Caries zugrunde gegangen und zwar ist es bei allen der zweite Prämolar im Unterkiefer. Diese Zahnlücke findet sich bei Ruth und Leonie links, bei Agnes dagegen rechts. Die Zahnstellung zeigt eine gewisse Asymmetrie, indem die Lücke zwischen dem Eckzahn und dem ersten Vorbackenzahn der einen Seite merklich größer ist als die auf der andern Seite. Die größere Lücke findet sich bei zwei Mädchen links, beim dritten rechts. Auch hier ist es Agnes, die zu ihren beiden Schwestern «gegengleich» ist.

Wir haben anschließend eine Untersuchung der Fingerleisten vorgenommen, die in großen Zügen den eben gegebenen Befund bestätigt.

Alle drei Schwestern haben lediglich Schleifen und Wirbelmuster, aber keine Bogenmuster. Das Verhältnis von Schleifen zu Wirbeln ist bei Ruth und Agnes 4 : 6, bei Leonie 2 : 8 d. h. für jede Einzelhand 1 : 4. Das Verteilungsschema mag hier tabellarisch wiedergegeben werden:

	rechte Hand	linke Hand
Ruth	2 : 3	4 : 1
Agnes	4 : 1	2 : 3
Leonie	4 : 1	4 : 1

Die beiden Mädchen Ruth und Agnes sind also in der Musterverteilung ihrer spiegelbildlich entsprechenden Hände konkordant, während Leonie an ihren beiden Händen das Verteilungsschema der linken Hand von Ruth und der rechten Hand

von Agnes zeigt. Allerdings stimmen die letzten Einzelheiten in der Verteilung der Muster auf die fünf Finger nicht vollkommen überein, indem die drei Schleifen an Ruths rechter Hand auf die Finger 2, 3 und 5, an Agnes' linker Hand auf die Finger 3, 4 und 5 entfallen.

In den letzten Feinheiten der Musterausbildung bestehen nicht unerhebliche individuelle Verschiedenheiten. Es bestätigt sich das Ergebnis der Untersuchungen von BONNEVIE (1), daß die Minutiae erblich nicht festgelegt sind, sondern daß jedes menschliche Wesen, also auch jeder Zwilling seine Besonderheiten in der Ausbildung der Fingerleisten hat. Immerhin läßt die Prüfung der Fingerabdrücke unserer Drillinge einige besondere Übereinstimmungen hervortreten, die uns beweisen, daß wenigstens der Grundplan, der Charakter der Leistenzeichnungen erblich determiniert ist. Allgemein ist bemerkenswert, daß die innersten Kerne der Fingerkuppenmuster bei den Mädchen auffällig oft spiralig sind. Bei Ruth und Agnes ist ein Kreiskern vorhanden und zwar bei Ruth am linken, bei Agnes am rechten Zeigefinger. Die Verteilung der Spiralen in den Wirbelmusterkernen läßt sich in folgender Übersicht ausdrücken:

	rechte Hand	linke Hand
Agnes	2	3
Ruth	3	2
Leonie	4	4

Ferner ist festzustellen, daß der rechte Mittelfinger von Ruth und der linke Mittelfinger von Agnes je eine ulnare Schleife aufweisen.

Die besonders weitgehende Übereinstimmung in der Papillarmuster-Struktur der beiden Schwestern Agnes und Ruth läßt sich aus dem sogenannten **quantitativen Wert** der Papillarsysteme ermessen. Man versteht darunter die Zahl der Linien zwischen dem entfernteren Triradius eines Wirbelmusters und dem Wirbelzentrum oder beim Schleifenmuster vom Triradius zum Schleifenzentrum. Die Summe der an den einzelnen Fingern ausgezählten Werte wird durch 10 dividiert, damit

man den quantitativen Wert zahlenmäßig erfassen kann. Für unsere Drillinge betragen die quantitativen Werte:

Agnes	20.4
Ruth	20,3
Leonie	19,9

Nach E. KARL (7) liegt der Durchschnittswert bei Frauen bei 12,78, das Maximum bei 26

Unsere Drillinge zeigen also verhältnismäßig hohe Werte, und Agnes und Ruth stimmen auch hier sehr weitgehend überein, während Leonie wieder ein wenig abseits steht.

Ganz besonders auffällig aber ist ein Merkmal der Sommersprossenverteilung. Unter dem einen Auge aller drei Schwestern tritt eine besonders große Sommersprosse auf. Sie liegt bei Ruth und Leonie unter dem rechten, bei Agnes dagegen unter dem linken Auge (Abb. 4). Durch Untersuchungen von LOTZE (7) im Anschluß an Müller ist nachgewiesen, daß Sommersprossen von besonderer Prägung bei Zwillingen in durchaus konkordanter Weise auftreten können (3). Auch SIEMENS und VERSCHUER erklären, daß die Sommersprossenverteilung für die Ähnlichkeitsdiagnose verwertbar ist (4, 7).

II. Seit diesen Untersuchungen an dem Drillingstrio Agnes, Ruth und Leonie, die schon in meiner vorläufigen Mitteilung in der Revue Suisse verwertet worden sind, kam mir ein zweites Trio vor Augen, das ebenfalls gewisse Anhaltspunkte dafür bietet, daß sich unter eineiigen Drillingen ein Paar spiegelbildlich gleicht (Abb. 5).

Auch hier handelt es sich um unzweifelhaft eineiige weibliche Drillinge, über die hier kurz einige Angaben gemacht werden sollen:

Pauline, Heidi und Marie-Therese wurden am 29. Mai 1930 geboren. Sie wogen bei der Geburt 1650, 1600 und 1000 Gramm. Sie sind sehr ähnlich, und auch die Eltern haben bisweilen Mühe, sie zu unterscheiden (Abb. 5). Haarfarbe, Haarform und Gesichtsfarbe sind völlig übereinstimmend. Im Gesichtsschnitt sind kaum irgendwelche Differenzen zu erkennen. Intelligenz und Temperament sind ebenfalls kaum verschieden. Eines der drei Mädchen hat am Lernen etwas mehr Freude als seine

Abb. 3. Die 15-jährigen Drillingsmädchen Ruth, Agnes und Leonie.

Abb. 4. Das seitenverkehrte Schwesternpaar Agnes und Ruth.

Abb. 5. Die stark übersichtigen Drillinge Pauline, Heidi und Marie-Therese.

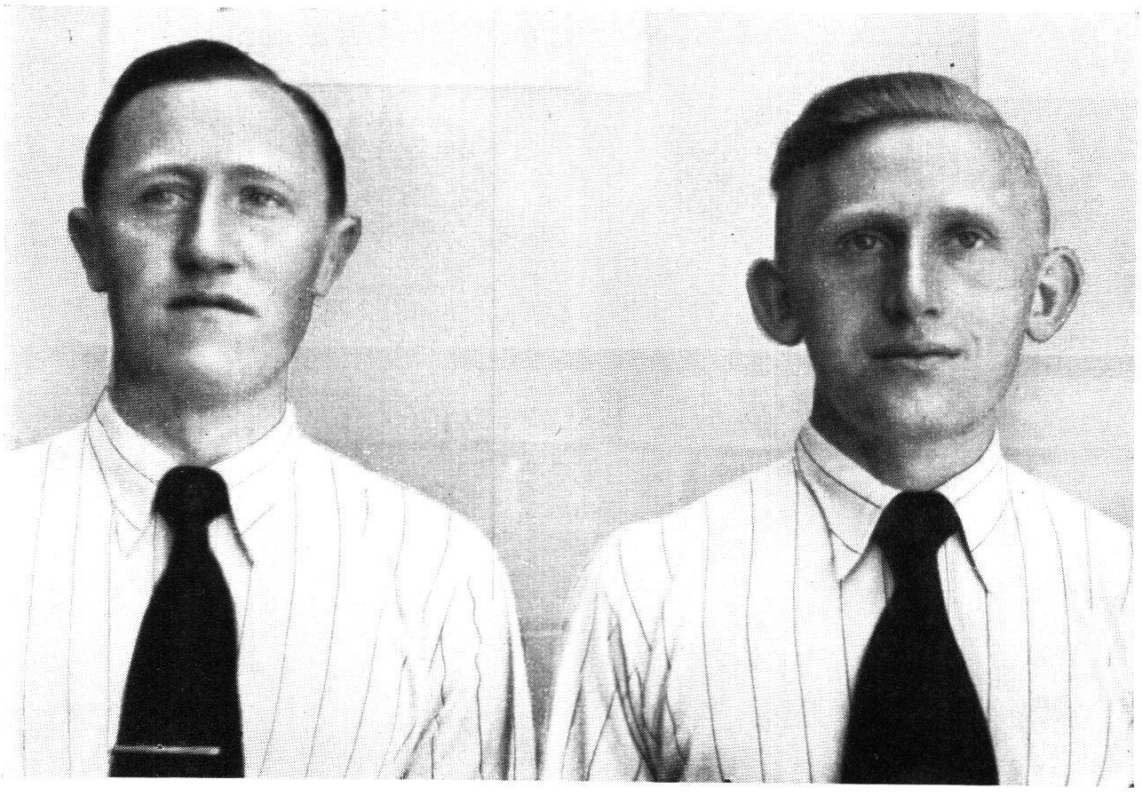

Abb. 6. Zwillingsbrüder Ernst und Karl Schmid, geb. 2. Dezember 1920. Ernst mit Situs inversus totalis; Karl mit Situs normalis.

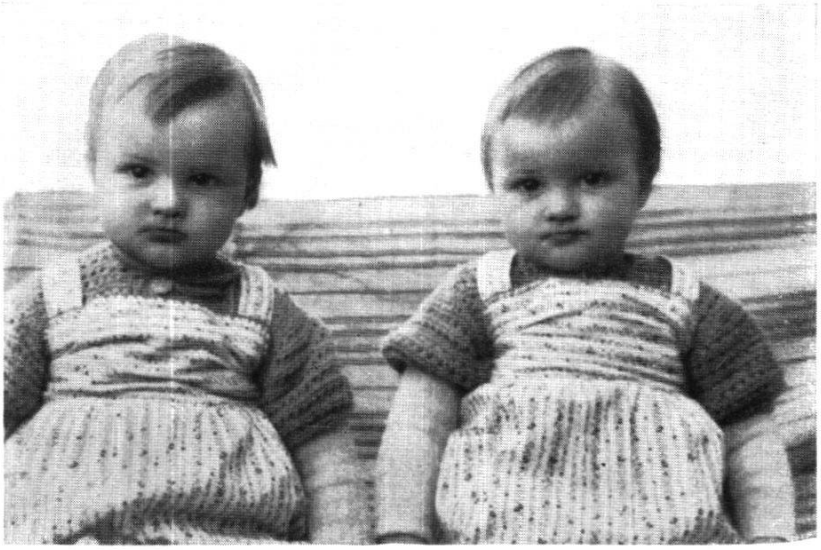

Abb. 7a. Käthy und Hanneli, sitzend.

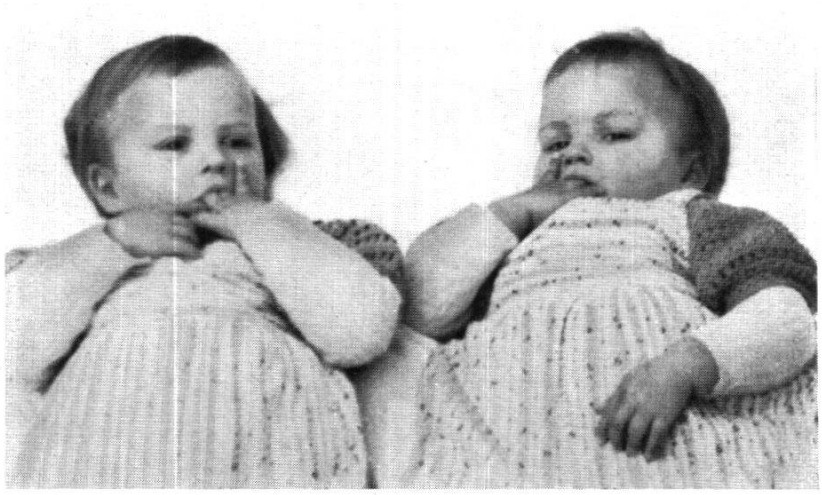

Abb. 7b. Käthy und Hanneli in ihrer charakteristischen „Nuggel"-Stellung.

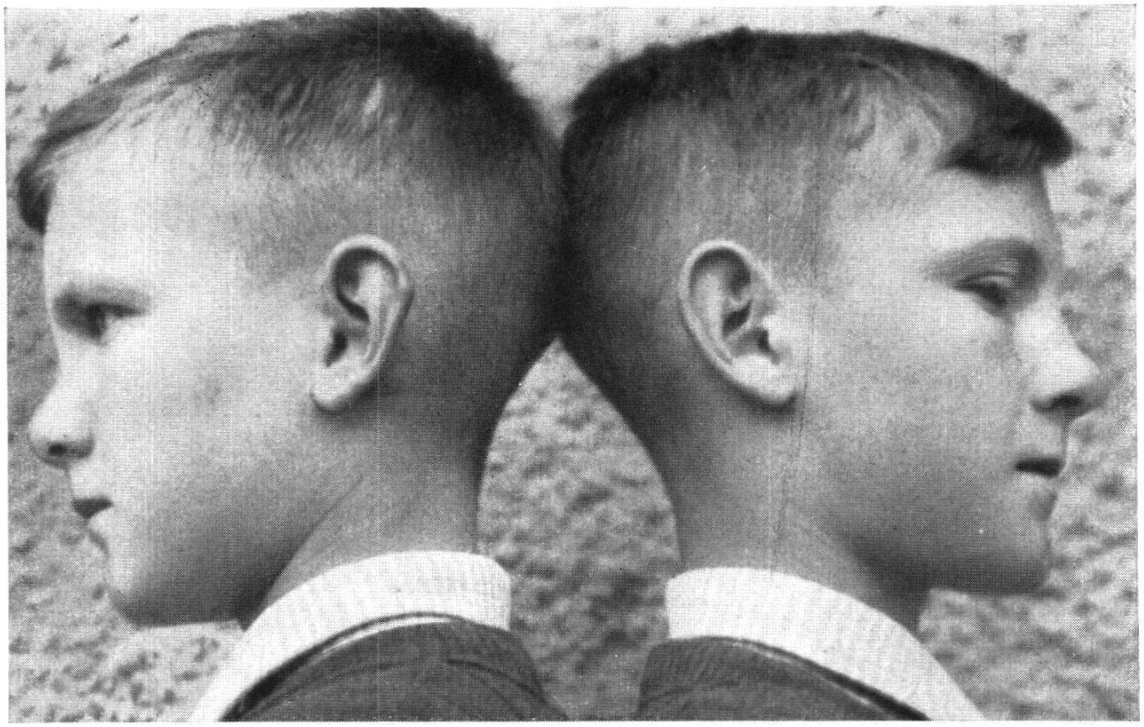

Abb. 8. Kurts linkes und Erwins rechtes Ohr mit verdicktem Hinterrand.

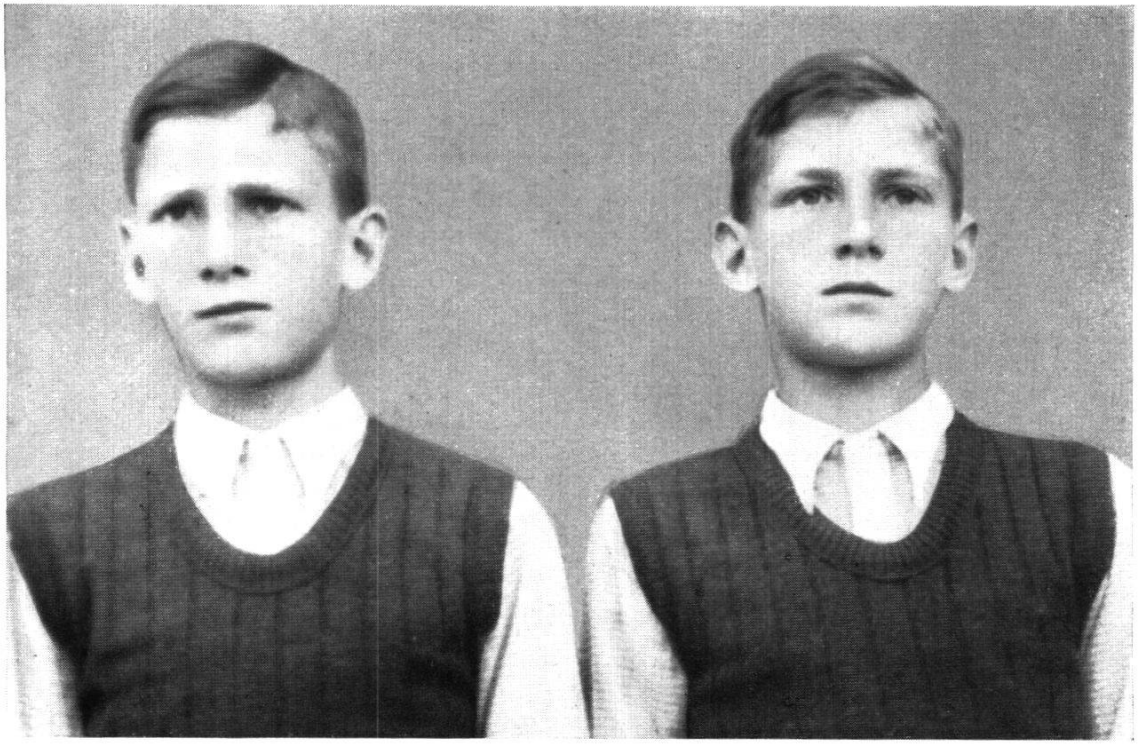

Abb. 9. Kurt: Mund schief nach rechts unten. Erwin: Mund schief nach links unten.

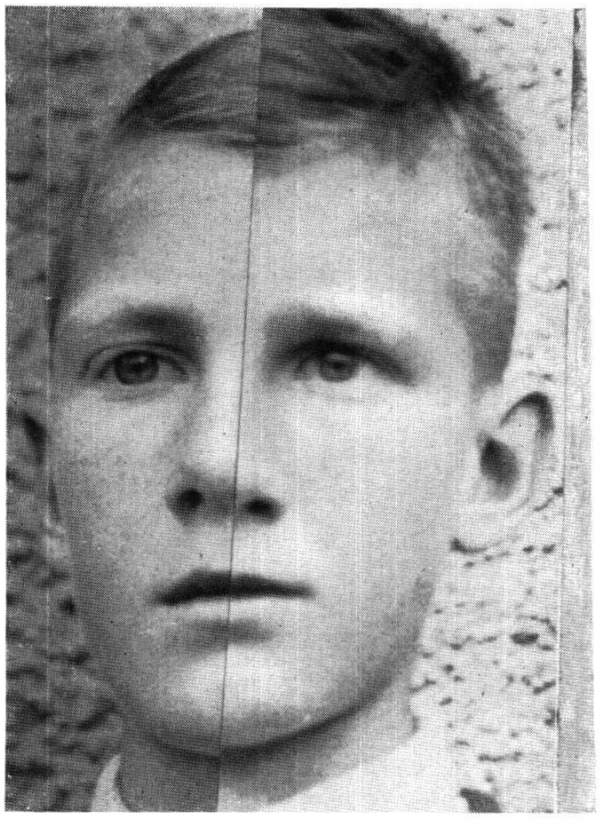

Abb. 10. Aus Erwins rechter und Kurts linker Gesichtshälfte kombiniertes Gesicht.

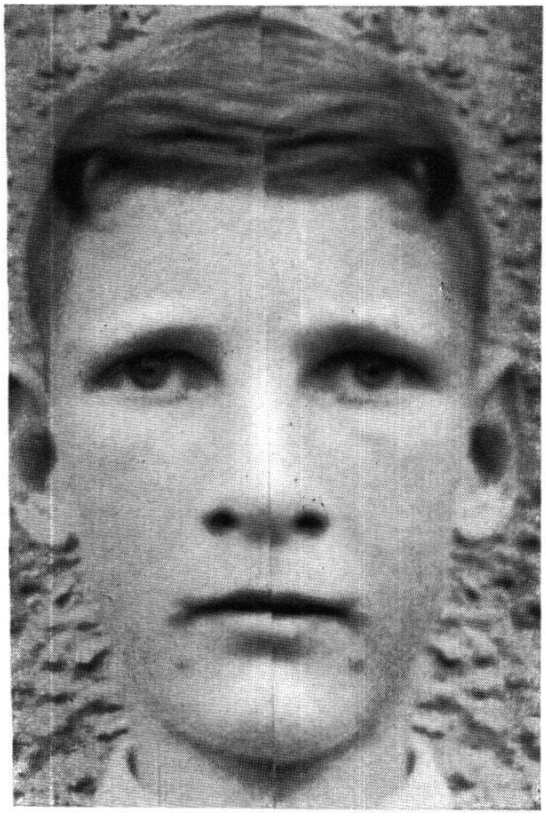

Abb. 11. Zweimal aus Kurts rechter Gesichtshälite kombiniertes Gesicht.

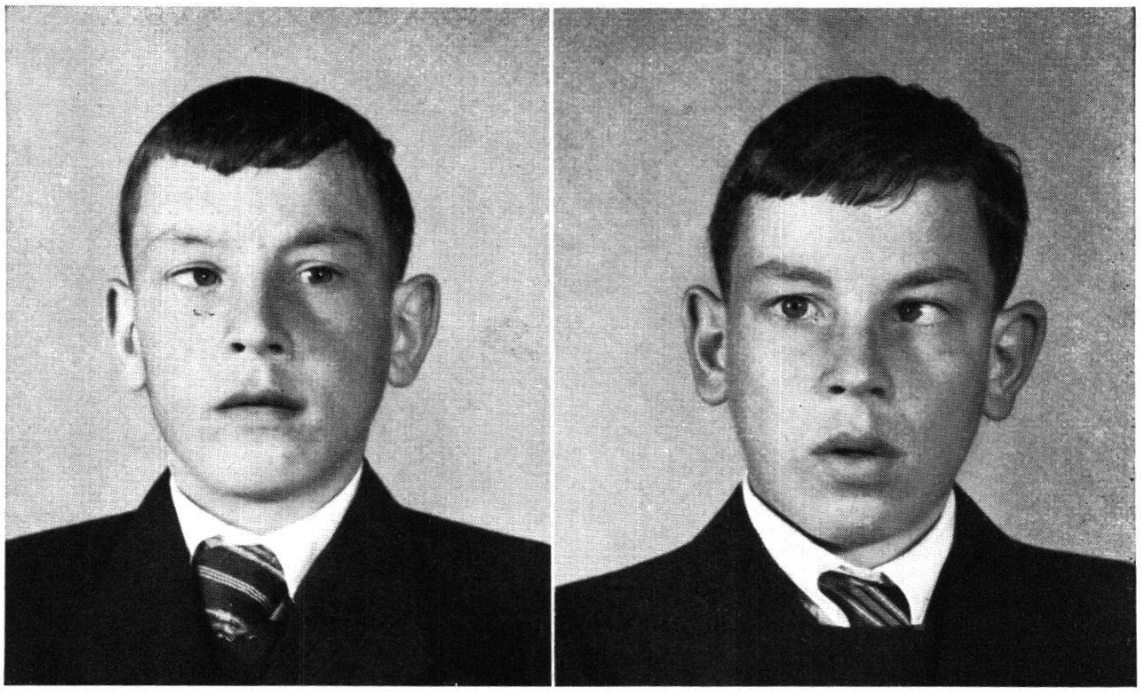

Abb. 12. Die seitenverkehrt schielenden Zwillinge Hans und Bernhard.
(Bild von Herrn Dr. E. Weber zur Verfügung gestellt.)

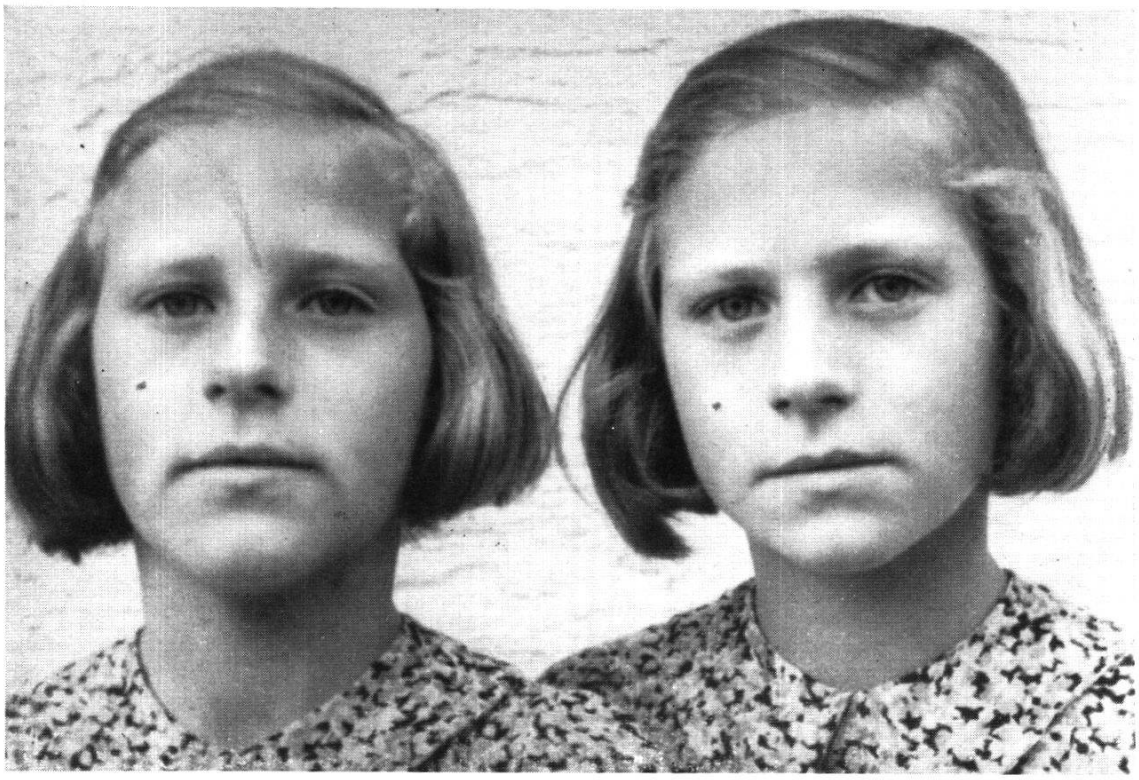

Abb. 13. Eineiige Zwillingsmädchen Maria und Margrit. Hellblonde Haarsträhne in dunkelblondem Haar sehr ähnlich verteilt; beide zeigen auf der rechten Wange eine besonders große Sommersprosse.

Schwestern. Bei allen dreien sind sämtliche Zähne wohl erhalten und regelmäßig. Die obern Schneidezähne sind verhältnismäßig kräftig. Besondere Asymmetrien sind zunächst nicht zu erkennen. Besonders interessant sind die Augen. Hierüber liegt mir ein ausführlicher Bericht von Herrn Dr. E. WEBER vor, der die Kinder auf meine Veranlassung hin in der Augenklinik des Herrn Prof. VOGT untersuchte. Aus dem zusammenfassenden Befund zitiere ich:

«Eineiige Drillinge, deren Augenbefund — auch in Einzelheiten (vergl. das Verhalten des hinteren Linsen-Y, des Plicata-Abgangs, der Iriskrause, fehlende Linsentrübungen aller 6 Augen) — eine ganz auffällige Übereinstimmung zeigt. Sphärische Refraktion (exzessive Hyperopie) und Astigmatismus stimmen weitgehend überein. Jedes der Kinder besitzt ein schielendes (schwachsichtiges) und ein fixierendes Auge.»

Ich habe auch diese Kinder daktyloskopisch untersucht und habe darüber folgende Bemerkungen notiert:

Fingerleisten der Drillinge Pauline, Heidi und Marie-Therese: Auffällige Übereinstimmung der Fingermuster, insbesondere des Grundtypus der Muster. Waren bei den Drillingen Agnes, Ruth und Leonie die Wirbel vorherrschend gewesen, so fehlen sie hier vollkommen, und die quantitativen Werte der Muster liegen ganz ungewöhnlich tief: 6,1, 6,5 und 6,4, also weit unter dem Durchschnitt von 12,78.

Die Schleifen haben meist derart niedrige quantitative Werte, daß sie sich in ihrem Charakter den Bögen nähern. Besonders niedrig sind dieseWerte an den Zeigefingern und Mittelfingern aller drei Mädchen. Gewisse Andeutungen für seitenverkehrtes Verhalten findet man beim Vergleich der Papillarlinien von Pauline und Heidi. Der rechte Mittelfinger von Pauline gleicht dem linken von Heidi ganz auffallend und der linke dem rechten. Ähnliches gilt auch für den Ringfinger. Bezeichnender Weise sind dies gerade zwei Mädchen, die auch in der Motilität ihrer Augen seitenverkehrt sind. Pauline schielt mit dem rechten und fixiert mit dem linken Auge, während Heidi rechts fixiert und links schielt. Marie Therese gleicht in einzelnen Zügen mehr der Schwester Pauline, in andern Heidi.

Die folgenden Tabellen enthalten die Einzelheiten:

Augenbefunde bei den Drillingen Pauline, Heidi, Marie-Therese, geb. 1930.

	Cornea	*Refraktion*	
Pauline	l. 42.25 senkr. 45	5.5 + 2 cyl. 90°	Schielen *rechts*
	r. 42.00 „ 44.75	4.5 + 1.5 „ 100°	
Heidi	l. 42.25 „ 45	4.5 + 1.5 „ 90°	Schielen *links*
	r. 42.00 „ 44.75	4.5 + 2.0 „ 100°	
Marie-Therese	l. 42.25 „ 45.5	5.5 + 2.75 „ 80°	Schielen *links*
	r. 42.25 „ 45.5	4.5 + 2 „ 90°	

Befunde am Fingerleistenmuster.

B = Bogen, S = Schleife, Su = ulnere S., Sr = radiale S.

Finger:		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V		*Werte*
Pauline	l.	Su	Su	Su	Su	Su	11	3	6	3	10	33	*6,1*
	r.	Su	Sr	B	Su	Su	10	3	0	11	4	28	
Heidi	l.	Su	B	B	Su	Su	10	0	0	15	10	35	*6,5*
	r.	Su	B	Su	Su	Su	11	0	6	4	9	30	
Therese Marie-	l.	Su	Su	B	Su	Su	10	3	0	5	13	31	*6,4*
	r.	Su	B	Su	Su	Su	11	0	4	13	5	33	

← Muster der Fingerleisten → ← Quantitative Werte →

Daß auch bei diesem zweiten eineiigen Drillingstrio, das ich untersuchen konnte, deutliche Anzeichen für Seitenverkehrtheit zweier Drillinge vorliegen, dürfte darauf hindeuten, daß hier eine Beziehung besonderer Art besteht. Ich wiederhole aus meiner vorläufigen Mitteilung meinen Erklärungsversuch und führe zu seiner näheren Begründung einige weitere Tatsachen an:

«Wir haben anzunehmen, daß die Bildung von eineiigen Drillingen nicht durch eine einmalige Dreiteilung des Keimes erfolgt, sondern durch zwei auf einander folgende Teilungen, deren erste den Keim in zwei Halbkeime trennt, während die

zweite Spaltung den einen der Halbkeime in zwei Viertelskeime scheidet.»

Offenbar liegt zwischen dem ersten und dem zweiten Teilungsvorgang eine gewisse Zeitspanne. Vermutlich ist der erste Teilungsschritt auf einen Zeitpunkt gefallen, wo der Keim noch keine Symmetrisation erfahren hatte. Wäre die Spaltung später erfolgt, so wären die Spalthälften bereits nach der primären Symmetrieebene des Keimes determiniert gewesen, sodaß sich der sekundär anschließende Halbkeim in Abhängigkeit vom ältern entwickelt hätte. Wir denken dabei an die «Postgeneration» bei den Anstichversuchen am Froschei (Roux). Jedenfalls muß angenommen werden, daß die «innern» Seiten eines sich spaltenden Keimes physiologisch in einer Abhängigkeitslage von den «äußern» Seiten sind und daß diese Abhängigkeitslage bei früh sich spaltenden Keimen anders, d. h. weniger determinatorisch wirksam war als bei Spaltungen, die sich erst nach dem Beginn der Determination ereignen.

Wir müßten demnach annehmen, daß es die aus Viertelskeimen hervorgegangenen Drillingsschwestern sind, die zu einander in spiegelbildlicher Symmetrie stehen.

Zu dieser Auffassung stimmt sehr gut ein von KOLLMANN (9) beschriebener und abgebildeter Fall. Bei einer Zwillingsgeburt kam zunächst ein normales Mädchen zur Welt, der zweite, ebenfalls weibliche Zwilling dagegen war eine Duplicitas anterior mit zwei Köpfen. Offenbar war hier der zweite, spätere Teilungsschritt so spät erfolgt, daß die Spaltung unvollständig blieb. Auch bei dieser Monstrosität war der schon oben beschriebene Kompromiß zwischen primärer und sekundärer Symmetrisation deutlich erkennbar. Das seitenverkehrte Verhalten der zwei von den drei eineiigen Drillingen kann demnach wohl ebenfalls als ein Kompromiß zwischen der primären und der sekundären Symmetrisation gedeutet werden. Damit würde sich das Phänomen der Seitenverkehrtheit eines Paares in einem eineiigen Drillingstrio dem im vorigen Abschnitt erörterten «Phänomen des Symmetriekompromisses bei sog. Verwachsungszwillingen» einordnen.

4. Über seitenverkehrte Zwillinge.

Bei meinen daktyloskopischen Untersuchungen an eineiigen Zwillingen fiel mir auf, daß sich bei einzelnen Zwillingspaaren die Muster der Fingerleisten vorwiegend so verteilen, daß die sich entsprechenden auf die ungleichseitigen Hände entfallen. Ganz genau stimmen die Muster allerdings nie überein, aber die Ähnlichkeiten zwischen den ungleichseitigen Händen sind in diesen Beispielen entschieden größer als die Ähnlichkeiten zwischen den gleichseitigen Händen. Ferner fiel mir auf, daß in meinem keineswegs sehr umfangreichen Material mehrfach der eine Zwilling Rechtshänder, sein Partner dagegen Linkshänder war. Ich begann daraufhin, die Symmetrieverhältnisse der eineiigen Zwillinge gründlicher zu untersuchen und kam zu dem Ergebnis, **daß Zwillingspaare, die in einzelnen Merkmalspaaren seitenverkehrt sind, sehr häufig auch andere Asymmetrien auf die verkehrten Seiten verteilt zeigen,** d. h. daß zwischen den beiden Partnern eine Symmetrie höherer Ordnung ähnlich der im vorigen Abschnitt behandelten besteht.

Ich stelle hier aus dem Tagebuch meiner Zwillingsuntersuchungen einige besonders auffällige Beispiele zusammen:

1. **Die Brüder** SCHMID, geb. 2. Dezember 1920, sind dadurch merkwürdig, daß der eine der Zwillingsbrüder einen vollkommenen **Situs inversus,** der andere einen Situs normalis hat (Abb. 6). Durch Röntgenaufnahmen in der Krankenanstalt ist der Fall genau diagnostiziert. Ich habe die beiden jungen Männer nur oberflächlich untersuchen können. Auffälligerweise sind beide Rechtshänder. Ihre Gesichtszüge sind ähnlich. Da aber die Haarfarbe nicht genau stimmt, scheint mir nicht einmal ihre Eineiigkeit sicher festgestellt. Bei der Seltenheit des Situs inversus scheint mir dieser Fall immerhin erwähnenswert.

Wir geben hier die wesentlichsten Einzelheiten:

erstgeboren: ERNST, Haarfarbe etwas dunkler, Ohren weniger abstehend: Situs inversus,

zweitgeboren: KARL, Haarfarbe etwas heller, Ohren stärker abstehend: Situs normalis.

Daktyloskopische Aufnahme:

		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V		
Ernst	r.	Su\	Su\	Su\	Su\	Su\	19	6	10	11	8	54	*10,4*
	l.	Su/	Su/	Su/	Su/	Su/	14	8	11	10	7	50	
Karl	r.	Su\	Su\	Su\	Su\	Su\	15	6	7	10	8	46	*9,5*
	l.	W	Su/	Su/	Su/	Su/	18	5	10	8	8	49	

← Muster der Fingerleisten → ← Quantitative Werte →

Der Gesamtcharakter der Fingermuster ist sehr ähnlich. Eine gewisse Differenz zeigen einzig die Daumen. Unter diesen gleichen sich spiegelbildlich der linke Daumen von Ernst und der rechte Daumen von Karl, während der linke Daumen von Karl einen Wirbel aufweist und dadurch zu den übrigen Fingern im Gegensatz steht. Die quantitativen Werte zeigen, daß sich die Hände wechselseitig gleichen.

2. Ein Fall, der uns weiter führt als der der Brüder Schmid, betrifft Zwillingsknaben im Alter von 15 Jahren, die wir BERGER nennen wollen. Die beiden Jungen sind sehr schwer zu unterscheiden und erfüllen alle Anforderungen, die man an eineiige Zwillinge stellen kann.

In der Größe stimmen sie ganz genau überein, die Gewichtsdifferenz betrug 200 Gramm. Haarfarbe und Haarform war völlig konkordant, ebenso die Hautfarbe und die Augenfarbe. Nase, Ohr, Augenbrauen zeigten keinerlei Differenzen. Die Zähne waren bei beiden Knaben vollständig erhalten und zeigen in der Stellung keine Besonderheiten. Die Haarwirbel am Hinterkopf waren median gelegen. Der von Josef verlief im Sinne des Uhrzeigers, der von Hans in umgekehrter Richtung. Das linke Ohr von Josef saß etwas tiefer als das rechte. Bei Hans war umgekehrt das rechte tiefer angewachsen als das linke.

Die Untersuchung der Fingerleisten ergab folgenden Befund:

		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V		
Josef	r.	W	W	Su\	W	Su\	19	16	17	22	18	92	*18,0*
	l.	W	W	W	W	Su/	21	16	15	19	17	88	
Hans	r.	W	W	W	W	Su\	21	16	15	20	17	89	*18,0*
	l.	W	W	Su/	W	Su/	20	17	17	22	15	91	

← Muster der Fingerleisten → ← Quantitative Werte →

W = Wirbel, Su = ulnare Schleife.

Die Wirbel an den 4 Daumen waren alle Doppelspiralen. Die Kerne der Zeigefingermuster ausnahmslos spiralig. Sehr gut stimmten in Form und quantitativem Wert die Schleifen der Kleinfinger überein.

Die Übereinstimmung ist außerordentlich groß. Die rechte Hand von Josef gleicht der linken von Hans, die rechte von Hans der linken von Josef in ganz besonderem Maße.

3. **Zwillingsmädchen** KAETHY und HANNELI SCHNEIDER.

Geboren: 1941.

Untersucht im Mai 1943.

Verwechslungsgleich, im Verhalten, Temperament und Aufmerksamkeit sehr ähnlich (Abb. 7).

Mit der Zahnentwicklung sind die beiden Kinder etwas im Rückstand. Am Tage der Untersuchung wurden bei beiden Kindern je 3 Zähnchen festgestellt: die beiden innern Schneidezähne des Unterkiefers und ein innerer Schneidezahn des Oberkiefers. **Bei Käthi war es der linke, bei Hanneli der rechte.** Hanneli ist linkshändig. Sie greift nach einem hingehaltenen Gegenstand mit der linken Hand und führt beim Essen den Löffel links. Käthi ist rechtshändig.

Beide Kinder haben die Gewohnheit, insbesondere vor dem Schlafengehen an den Fingern zu saugen. Dabei wird der Handteller von unten an das Kinn gelegt, der Mittelfinger mit dem Ringfinger zugleich in den Mund geführt und der Zeigefinger in gestreckter Lage neben die Nase gelegt. Dies geschieht bei beiden Kinderchen in ganz ähnlicher Weise, nur daß Hanneli das linke, Käthi das rechte Händchen benutzt (s. Abb. 7).

Eine daktyloskopische Untersuchung ist einstweilen noch nicht möglich, soll aber später erfolgen.

4. **Zwillingsknaben** WERNER und ROBERT METZGER. Geboren: 12. November 1929. Gewicht: Werner 38 Kilo, Robert 38,2 Kilo, verwechslungsgleich; Haarfarbe schwarz, Augen lebhaft blau, Haar leicht gewellt. Gesichtszüge sehr ähnlich. Robert, der zweitgeborene, hat eine etwas größere Gesichtsbreite als Werner. Nach Aussage der Mutter sind die Knaben in ihrer Veranlagung sehr ähnlich. Sie verstehen sich ausgezeichnet und haben kaum je Streit unter einander gehabt.

Werner ist linkshändig, Robert rechtshändig.

Die Haarwirbel am Hinterkopf sind seitlich verlagert, **bei Werner nach links, bei Robert nach rechts.**

Die Papillarlinien erweisen sich nicht in dem gleichen Maße als seitenverkehrt wie bei den früher behandelten Fällen. Immerhin entspricht der linke Daumen von Werner dem rechten von Robert und umgekehrt, während die Zeigfinger sich seitengleich verhalten.

Aus den quantitativen Werten läßt sich aber immerhin erkennen, daß auch hier das Prinzip der Spiegelbildsymmetrie sich geltend macht:

		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V		
Werner	r.	Sr	W	W	W	Su	18	18	24	28	18	106	*21,1*
	l.	W	Su	W	W	Su	19	26	16	23	21	105	
Robert	r.	W	W	W	W	Su	21	26	21	23	21	112	*22,2*
	l.	Sr	Su	W	W	Su	22	23	24	24	17	110	

5. **Zwillingsknaben** BERNHARD und HANS WALDER (Abb. 12). Geboren: 7. Oktober 1927.

Verwechslungsgleich und unzweifelhaft eineiig. Haarfarbe dunkelbraun. Augen braun. Sehr ähnliche Ohren. Haarwirbel bei beiden median. Zähne in Form und Stellung übereinstimmend. Bei Bernhard fehlt M. inf. *2* links, bei Hans M. inf. *2* links und rechts, andere Zähne gesund. Nach Aussage der Eltern sind die Jünglinge sehr ähnlich veranlagt. In der Schule erweisen sie sich intellektuell und im Charakter durchaus gleichartig.

Bernhard ist linkshändig, Hans rechtshändig; Hans schielt mit dem rechten, Bernhard mit dem linken Auge (s. Abb. 8). Jeder zeigt in einer Wange eine Runzelrinne, die sich aus der Gegend des Nasenflügels im Bogen um den Mundwinkel zieht: Bei Bernhard findet sich diese Runzel links, bei Hans rechts. Die Knaben wurden in der Universitätsaugenklinik des Herrn Prof. Vogt untersucht, und der Augenbefund wurde von Herrn Dr. E. WEBER in den klinischen Monatsblättern für Augenheilkunde 1941 publiziert (*22*).

Wir stellen hier die Zahlen tabellarisch zusammen und

fügen die eigenen Befunde der daktyloskopischen Untersuchung bei.

Bernhard	r.	Hornhautbrechkraft	41,75/42,00	Visus: mit + 8 ... 0,6—0,7
	l.	Hornhautbrechkraft	40,5 /41,50	Visus: mit + 7 ... 0,05
Hans	r.	Hornhautbrechkraft	41,50/42,00	Visus: mit + 7 ... 0,4—0,5
	l.	Hornhautbrechkraft	41,40/42,50	Visus: mit + 7 ... 0,7

		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V		
Bernhard	r.	W	W	W	W	Su	23	20	17	22	20	102	*19,9*
	l.	W	W	W	W	Su	20	19	20	18	20	97	
Hans	r.	W	W	W	W	Su(t)	21	19	16	18	19	93	*19,4*
	l.	W	W	W	W	Su	25	20	17	21	18	101	

Die Kernfiguren der Muster sind vielfach sehr ähnlich. So sind in allen Wirbeln der Zeigefinger Spiralkerne. Der rechte Mittelfinger von Bernhard ist ein fast übereinstimmendes Spiegelbild des linken von Hans. Auch die rechten Finger 1 und 5 Bernhards gleichen den linken von Hans ganz außerordentlich in der Linienführung, und das gleiche gilt mindestens für den linken Zeigefinger Bernhards, verglichen mit dem rechten von Hans.

Im ganzen bestätigen also die daktyloskopischen Untersuchungen sehr eindrücklich, daß Bernhard und Hans seitenverkehrte Zwillinge sind.

6. **Zwillingsknaben** ERWIN und KURT FELDER (Abb. 9). Geboren: 22. Dezember 1929.

Verwechslungsgleich und unzweifelhaft eineiig. Länge im Mai 1943 148,5 Zentimeter. Gewicht: Erwin 34,5 Kilo, Kurt 35 Kilo.

Haarwirbel bei beiden gleichsinnig am Hinterkopf, jedoch bei Erwin nach links, bei Kurt nach rechts verschoben. Mund etwas schief, bei Kurt nach rechts unten, bei Erwin nach links unten. Sommersprossen auf die beiden Gesichtshälften etwas ungleich verteilt: linke Wange von Kurt und rechte Wange von Erwin stärker getupft. An einem Ohr jedes Knaben ist der

Außenrand oberhalb der Mitte knopfartig verdickt. Bei Erwin trifft dies am rechten, bei Kurt am linken Ohr zu (s. Abb. 8). — Hände sehr ähnlich in der Form, in den Fingermustern weniger übereinstimmend als in den vorigen Fällen.

Daktyloskopie:

		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V		
Erwin	r.	W	W	W	W	Su\	28	15	15	21	16	95	*18,3*
	l	Su	W	W	Su/	Su/	18	17	16	19	18	88	
Kurt	l.	W	Su	W	W	Su\	22	17	15	19	20	93	*18,9*
	r.	Su	W	Su	W	Sn/	23	15	19	21	18	96	

Erwin hat 4 S. u. 6 W.
Kurt hat 5 S. u. 5 W.

Daß sich aus den beiden Gesichtshälften der beiden Zwillingsknaben ein charakteristisches Einheitsbild aufbauen läßt, das viel überzeugender wirkt als ein aus zwei spiegelbildlichen Gesichtshälften des einen Knaben kombiniertes, zeigen unsere Abb. 10 und 11.

7. **Zwei Fälle von vorwiegend «seitengleichen» Zwillingen.** Überblicken wir das uns zur Verfügung stehende Material, das sich auf ein weiteres Dutzend männlicher und weiblicher eineiiger Zwillinge erstreckt, so erkennen wir, daß die asymmetrisch gelegenen Organe ziemlich regellos auf die rechte und linke Seite der Partner verteilt sind. Ausgesprochen seitengleiche Zwillinge dürften selten sein. Meist kommen neben seitengleich angeordneten Eigenschaften vereinzelte Merkmale vor, die seitenverkehrt verteilt sind. Alle hier nicht näher zu bezeichnenden Fälle betreffen rechtshändige Zwillinge mit gleichsinnigem Haarwirbel. Ihre Papillarlinien lassen zwar große grundsätzliche Übereinstimmungen im Typus der Muster erkennen, doch ist die Verteilung auf die einzelnen Finger weniger geregelt als bei der Mehrzahl der im vorangehenden Abschnitt geschilderten Beispiele. Offenbar ist die Verteilung der Muster zunächst in der Keimentwicklung noch wenig genau determiniert. Ich vermute, daß dies mit dem Beginn der Symmetrisation ändert, d. h. daß spät getrennte, erst nach Beginn der Keimessymmetrisation gespaltene Embryonen bereits eine

Determination ihrer Papillarmuster erfahren haben, die sich in der spätern sekundären Symmetrisation auswirkt.

Lediglich zum Vergleich mit den oben im Einzelnen dargestellten Fällen mögen noch zwei vorwiegend seitengleiche Zwillingspaare beschrieben werden.

Zwillingsmädchen MARIA und MARGRIT KOCH (Abb. 12). Geboren: 22 Mai 1931.

Verwechslungsgleich — bestimmt eineiig; Gesichtsform, Haar und Augenfarbe gleich. In aschblondem Haar einige hellblonde Strähnen, die genau an den gleichen Stellen des Kopfes entspringen.

Beide rechtshändig. Beide mit großer Sommersprosse auf der linken Wange.

		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V		*Werte*
Maria	l.	W	Su	Su	Su(t)	Su	26	13	21	19(11)	16	95	*19,7*
	r.	W	Su	Su	Su(t)	Su	29	18	19	20(12)	16	102	
Margrit	l.	W	Su	Su	W	Su	24	18	17	17(12)	16	92	*18,9*
	r.	W	Su	Su	Su(t)	Su	25	19	19	18 (8)	16	97	

Die Muster der beiden linken Hände stimmen sozusagen völlig überein, die der rechten sind ebenfalls sehr ähnlich, mit Ausnahme der beiden Ringfinger.

Zwei eineiige Mädchen eines zweieiigen Drillingstrios: ALICE und LINA BUEHLER, geboren zusammen mit einem Knaben als Drillinge am 26. März 1927. Der Knabe (Emil) war in einem besondern Chorion eingeschlossen, die beiden Mädchen in gemeinsamem Amnion (nach Aussage der Mutter).

Verwechslungsgleich, beide rechtshändig, Haarwirbel gleichsinnig. Die Papillarlinien der rechten und die der linken Hände stimmen weitgehend überein.

		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
Alice	l.	W	Sr	Su	W	Su	14	3	5	19	(?)
	r.	W Dop.	Su	Su	Su	Su	12	4	16	18	10
Lina	l.	W	Sr	Su	W	Su	14	16	5	19	9
	r.	Su	Su	Su	Su	Su	16	14	11	16	9

Die einzige Differenz von Bedeutung findet sich zwischen den rechten Daumen der Mädchen; sonst sind alle rechten Finger

im Muster den rechten der Partnerin ähnlich. Auch die linken Finger sind entsprechend gebaut. Die Daumen, Mittelfinger und Ringfinger stimmen auch in den quantitativen Werten überein. Größere Differenzen zeigen sich nur an den Zeigefingern, die bei Alice auffallend niedrige quantitative Werte zeigen und in ihrem Wesen nahezu an Bogen erinnern, während die Zeigefinger von Lina normale Schleifen zeigen. Sicher ist, daß bei diesen beiden Mädchen die gleichseitigen Hände wesentlich ähnlicher sind als die sich spiegelbildlich entsprechenden.

Zusammenfassung der Ergebnisse und Schlußbetrachtung.

Bei einzelnen Zwillingspaaren, die daktyloskopisch untersucht wurden, zeigte sich eine auffällige Übereinstimmung in den Papillarlinien der Fingerbeeren der sich spiegelbildlich entsprechenden Hände.

Bei genauer individueller Prüfung einer großen Zahl von Fingerkuppenmustern erkennt man, daß es neben seitengleichen Paarlingen immer auch «seitenverkehrte» gibt, bei denen zwischen der linken Hand des einen und der rechten des andern Paarlings größere Übereinstimmung besteht als zwischen den beiden rechten oder zwischen den beiden linken Händen des Paares. Zwillinge, bei denen dies zutrifft, pflegen auch in andern Merkmalen mehr oder weniger seitenverkehrt zu sein. Dies traf bei zwei von uns untersuchten Drillingsfällen in dem Sinne zu, daß zwei der Drillinge, vermutlich die aus einem Viertelsei hervorgegangenen, sich als vorwiegend seitenverkehrt erwiesen. Es ist anzunehmen, daß die ¼-Spaltung sich zeitlich nach der ½-Spaltung ereignet, daß also Seitenverkehrtheit mit später Keimspaltung zusammenfällt, bezw. aus später Keimspaltung entsteht. Seitenverkehrtheit kennzeichnet auch die aus unvollkommenen Spaltvorgängen entstandenen Doppelwesen (Siamesen) und die Doppelmonstren bei Mensch und Tier. Bei den letzteren können die Symmetrieverhältnisse oft geradezu als «**Kompromiß zwischen einer primären und einer sekundären Symmetrisation** aufgefaßt werden.

Wenn v. VERSCHUER (22.) auf Grund statistischer Erhebungen zum Ergebnis kommt, daß die entsprechenden Hälften zweier eineiiger Zwillinge sich in den Fingerleistenmustern mehr glei-

chen als die rechte und die linke Körperhälfte ein und derselben Person, so spricht dies nicht gegen unsere Deutung. Offenbar sind seitenverkehrte Zwillinge im Ganzen doch eine seltenere Erscheinung, die in einer allgemeinen Statistik keine Geltung erlangen gegenüber einer Mehrheit von indifferenten oder seitengleichen.

Aus dem ganzen Beobachtungsmaterial ergibt sich folgende **«Arbeitshypothese»:** Früh getrennte Halbkeime symmetrisieren sich selbständig und unabhängig. Hat im Zeitpunkt der Trennung die Symmetrisation oder die «Symmetriedetermination» schon eingesetzt, so wirkt diese primäre Verteilung der Anlagen mehr oder weniger nach, d. h. die sekundäre Symmetrisation wird von der primären beeinflußt. Je später die Trennung, desto ausgesprochener die Seitenverkehrtheit. Am Ende dieser Reihe stehen die Doppelmonstra, bei welchen ein Teil des Keimes nach der primären, ein anderer nach der sekundären Symmetrisation ausgebildet ist.

Literatur.

1. *Bonnevie, Chr.,* Was lehrt die Embryologie der Papillarmuster über ihre Bedeutung als Rassen- und Familiencharakter. In: Zeitschr. f. ind. Abstammungs- und Vererbungslehre, Bd. 50. 1929.
2. ders. Zur Genetik des quantitativen Wertes der Papillarmuster, Teil III., ebenda Bd. 59. 1931.
3. *Boterwek, H.,* Asymmetrie und Polarität bei erbgleichen Zwillingen. In: Arch. f. Rassen- und Gesellschaftsbiologie, 28. 1934.
4. *Curtius, F.* und *O. von Verschuer,* Die Anlage zur Entstehung von Zwillingen und ihre Vererbung. In: Arch. f. Rassen- und Gesellschaftsbiologie 26. 1932.
5. *Fadda, Giuseppe,* Über Bildung von Doppelembryonen. In: Arch. für Entwicklungsmechanik 107. 1926.
6. *Hueck, W.,* Über die Bedeutung der menschlichen Doppelbildungen, insbesondere für eine Logik der Morphologie. In: Berichte über die Verhandlungen der sächsischen Akademie der Wissenschaften. Math. physik. Kl. 83/84 1931. S. 77.
7. *Karl, E.,* Systematische und erbbiologische Untersuchungen der Papillarmuster der menschlichen Fingerbeeren. In: Studien zur Rassenkunde, herausgeg. v. *O. Reche* 1934.
8. *Koether, F.,* Über Duplicitas anterior, posterior und posterior partim cruciata bei Tritonen. In: Arch. f. Entwicklungsmech. 110. 1927. S. 578.

9. *Kollmann, J.*, Handatlas der Entwicklungsgesch. des Menschen. Jena 1907 Bd. I. Text zu Fig. 100.
10. *Lotze, R.*, Identische Menschen. Kosmos 1921.
11. ders. Zwillinge. In: Schriften des Deutschen Naturkundevereins N. F. Gehringen 1937.
12. *Müller, H.*, Die Klassifizierung der Einzelfingerabdrücke nach dem Berliner System. Freiheitsverlag Berlin.
13. *Siemens, H. W.*, Die allgemeinen Erkenntnisse der menschlichen Mehrlingsforschung. In: Ztschr. f. ind. Abst. und Vererb.-Lehre 61, 1932.
14. *Spemann, H.*, Entwicklungsphysiologische Studien am Tritonei. In: Arch. für Entwicklungsmechanik 12. 1901. 1903.
15. ders., Experimentelle Forschungen zum Determinations- und Individualitätsproblem. In: Naturwissenschaften, 17. S. 581/591.
16 a. *Spemann, H.* u. *H. Falkenberg*, Über asymmetrische Entwicklung und Situs inversus viscerum bei Zwillingen und Doppelbildungen. In: Arch. f. Entwicklungsmech. 65. Jahrg. 1919.
16 b. *Spemann, H.* u. *Bautzmann, Else* geb. *Wessel*, Über Regulationen von Tritonkeimen mit überschüssigem und fehlendem Material. In: Arch. f. Entwicklungsmech. 110. Jahrg. 1927.
17. *Steinmann, P.*, Über Re-individualisation. In: Revue Suisse de zoologie 1928.
18. ders., Zur Frage der Symmetrie bei eineiigen Drillingen, ebenda Bd. 49. 1942.
19. *Tobler, Th. P.*, Über Duplicitas anterior beim Menschen. Dissertation Basel, Schweighauser 1920.
20. *von Verschuer, O.*, Ergebnisse der Zwillingsforschung. In: Verhandlung Ges. phys. Anthrop. Vi—1931.
21. ders. Die erbbiologische Zwillingsforschung. In: Diehl und v. Verschuer, Zwillingstuberkulose 1933.
22. ders., Zur Erbbiologie der Fingerleisten. Verh. d. Deutsch. Gesellsch. Vererbungs-Wiss. 10. Vers. 1934.
23. *Weber, E.*, Die Vererbung der Refraktion anhand von ältern und neuern Zwillingsuntersuchungen. In: Klin. Monatsbl. f. Augenheilkunde 107, 1941 S. 574.