

Beiträge zur Mendelistischen Anthropologie. II.

Quantitative Rassenanalyse auf Grund von statistischen Beobachtungen über den Drehsinn des Kopfhairwirbels.

Von Prof. Dr. FELIX BERNSTEIN

in Göttingen.

(Institut für mathematische Statistik der Universität Göttingen.)

(Vorgelegt von Hrn. CORRENS am 8. Januar 1925 [s. oben S. 2].)

Die Bedeutung mendelnder Merkmale für die menschliche Rassenforschung besteht darin, daß es durch die statistische Auszählung derselben möglich erscheint, die Rassengemische, welche wir allenthalben antreffen, in ihre ursprünglichen Bestandteile zu zerlegen. Die theoretischen Hilfsmittel, welche für diese Zerlegung benötigt werden, sind von mir in zwei Abhandlungen entwickelt. Die erste (1) betrifft das Merkmal der Klangfarbencharaktere der Singstimme (Baß, Bariton, Tenor bzw. Sopran, Mezzosopran, Alt). Die Fortsetzung der Untersuchungen, welche an verschiedenen Stellen zwischen Sizilien und der Nordsee durchgeführt wurden, ergab, daß das hier vorliegende, einfach mendelnde Merkmal eine erste quantitative Analyse der rezenten europäischen Rassen ermöglicht. Der Baß-Sopran-Charakter erweist sich als ein Charakter der nordeuropäischen Rassen und ist geeignet, eine scharfe Definition des Hauptbestandteils derselben zu geben. Eine solche hatte bereits A. RETZIUS (2) im Auge, als er seinen dolichocephalen, blonden und blauäugigen Typus der nordischen Rasse aufstellte. Diese Definition, obgleich wohl grundsätzlich richtig, führte infolge der komplizierten Vererbungsweise dieser Merkmale nicht zu einer einwandfreien Abgrenzung bei Rassengemischen, so daß wir eine unbedingte Identität mit unserer neuen Bestimmung der Natur der Sache entsprechend nicht behaupten können, wenngleich wir meinen, daß unsere Bestimmung dem entspricht, worauf A. RETZIUS hinzielte. Wo Verwechslungen ausgeschlossen sind, werden wir für die Baß-Sopran-Rasse den eingebürgerten Namen der nordischen Rasse gebrauchen. Die ausführliche Publikation der Gesamtergebnisse findet sich in Teil I der Beiträge zur Mendelistischen Anthropologie.

Die zweite Untersuchung betrifft das von LANDSTEINER (3) zuerst entdeckte Phänomen der Blutgruppen, deren Erblichkeit v. DUNGERN und HIRSCHFELD (4) zuerst bewiesen haben. Nachdem L. und H. HIRSCHFELD (5) durch Untersuchungen innerhalb der Entente-Armee in Saloniki gezeigt haben, daß die verschiedenen Menschenrassen sich hinsichtlich der statistischen Zusammensetzung der Blutgruppen weitgehend unterscheiden, ist rasch ein großes Material in allen Teilen der Erde von verschiedenen Forschern beigebracht worden; die Verarbeitung desselben zu einer quantitativen Rassenanalyse ist von mir vorgenommen worden, wobei die richtige Genhypothese sich erst

bei Gelegenheit dieser Analyse herausstellte (6, 7). Es hat sich dabei das Vorhandensein dreier multipler Allelomorphe entsprechend den Vorstellungen von MORGAN, NILSSON-EHLE und BAUR zwingend erwiesen.

Das Studium der Synthese mendelistischer Populationen ist ein weiteres Hilfsmittel der quantitativen Rassenanalyse und verdient daher hier Erwähnung. Der Mischungsvorgang zweier homozygotischer Stämme mit monohybridem, dihybridem und allgemeiner polyhybridem Charakter ohne und mit Koppelung ist wohl zuerst von W. WEINBERG (8) systematisch in Angriff genommen. In den letzten Jahren sind wichtige Arbeiten von S. BERNSTEIN (9) und TIETZE (10) über diesen Gegenstand erschienen. Auf einem neuen und sehr übersichtlichen Wege hat J. v. BEHR (11) in einer unter meiner Leitung entstandenen Dissertation den Gegenstand behandelt. Die nachfolgende Mitteilung betrifft ein weiteres mendelndes Merkmal des Menschen, nämlich den Drehsinn des hinteren Kopfhairwirbels.

Das in Rede stehende Merkmal war bei einem Embryo im 5. Monat deutlich erkennbar. Wieweit die Entstehung des Wirbels zurückreicht, habe ich nicht festgestellt. In den Spirituspräparaten, welche wir gesehen haben, erschien das haarlose, kreisförmige Zentrum des Wirbels als eine kleine Haut-einsenkung, so daß möglicherweise dort die Haut eine etwas veränderte Zellbeschaffenheit besitzt. Daß anatomisch die Wirbelbildung auf der verschieden gerichteten Schiefe des Einwachsens der Haarwurzel in die Kopfhaut beruht, ist ohne weiteres erkennbar. Neuere Untersuchungen von anatomischer Seite fehlen¹. Vom entwicklungsmechanischen Standpunkt ist anzunehmen, daß das Zentrum des Wirbels im Sinne von SPEMANN (12) organisierend wirkt, da man leicht beobachtet, daß der Einfluß des Wirbels auf die Richtung des Kopfhaares innerhalb einer Fläche variiert, die ausgesprochene Tendenz zur Kreisform besitzt und die von etwa $1\frac{1}{2}$ cm Radius angefangen bis zu Radienlängen schwankt, die nur überhaupt mit der hinteren Kopfform verträglich sind. Noch deutlicher ist der lokale Charakter der Wirbelbildung bei dem gleichfalls nicht seltenen Auftreten von Stirnwirbeln ausgesprochen. Diese sind immer deutlich von der übrigen Strichrichtung abgegrenzt, sobald ihr Zentrum dem Haarfelde selbst angehört — was nicht immer der Fall ist. Die Spiralen, welche dem Auge so deutlich entgegentreten, sind nichts morphologisch Wirkliches, sondern die rein durch optischen Eindruck entstehenden Kurvenscharen, deren Tangenten die durch die schiefe Richtung des Haaransatzes gegebenen orientierten Geraden sind. Einen je größeren Winkel diese mit den vom Mittelpunkt gezogenen Radien bilden, um so größer ist ceteris paribus die Anzahl der scheinbaren spiraligen Umkreisungen des Wirbelmittelpunktes. Der Winkel der Wachstumsrichtung mit den vom Mittelpunkt ausgehenden Radien ist übrigens nicht in allen Fällen konstant oder konstant wachsend bzw. abnehmend, sondern schwankt häufig zwischen Wachstum und Abnahme.

¹ G. SCHWALBE hat in »Menschenaffen« (SELENKA, Heft 15, 1911) 93 Affenembryonen untersucht. Er findet schon vor dem Durchbruch der Haare durch die Epidermis einen deutlichen — Scheitelwirbel bei *Macacus cynomolgus*. Seine Annahme, daß die Doppelwirbel der Menschen infolge der Haarrichtung (Stirnteil: stirnwärts; Nackenteil: nackenwärts) notwendig lediglich von — + Form seien, widerspricht den Beobachtungen der 3 anderen Kombinationen, und damit fällt auch seine Anschauung der Bedingtheit des Wirbeldrehsinns durch die allgemeine Kopfhairrichtung. Beide sind vielmehr selbständig verursacht. — Frühere Literatur ebenda.

Eine nähere Darlegung, die ich nicht weiter führen. Wir wollen hier nur scheiden, daß der Winkel so beschreibung des Zentrums rechts ist deshalb rein alternativ, wachstumsrichtung auf dem Radius nach tangential an dem kleinen, haare in anderen Richtung anhebt. Daß die Entwicklung zumeist vom Organisationsungestörte Wirkung vorliegt, ist nach den der entwicklungsgeschichtlichen am ehesten rein alternativ mendelnd.

Die Kopfhairwirbel treten in gleicher Weise und mit ähnlichen statistischen Gleichheit wird von einfachen Wirbel werden wir nur wenn die Richtungen in der Natur sinn bestimmen, und als positiv dieses rein alternative Merkmal den streng monohybriden Merkmalen insbesondere zur Symmetrieebene auch hier tritt eine rassensmäßige um ein stetig variierendes Merkmal zu erwarten, wenngleich Anzeichen werden darauf näher an anderer bildet das Auftreten von Doppelwirbeln und der Lage diese als — — — den Drehsinn des links gelegenen sowohl symmetrisch zur Medianebene zuweilen auf derselben Seite. Bei Doppelwirbeln kann man insofern sprechen, als ihre kreisförmigen liegen, sondern vielmehr unter und Entstehen eines deutlichen bezeichnen diese beiden Formen insgesamt etwa 3500 Beobachtungen, deren Zentren in gleicher zur Medianebene angeordnet werden gleich stark und der Drehsinn. Im ersteren Falle lag der mittlere Falle lag die Medianebene in letztere Fall betraf einen Zwilling.

Eine andere Besonderheit von 6 Wirbeln: 2 Stirnwirbel beide auf der rechten hinteren links.

Eine nähere Darlegung, die ich mir vorbehalte, würde an dieser Stelle zu weit führen. Wir wollen hier einzig und allein die beiden Fälle unterscheiden, daß der Winkel so beschaffen ist, daß die Spiralen in der Umgebung des Zentrums rechts- bzw. linksgewunden sind. Der Unterschied ist deshalb rein alternativ, weil in nächster Nähe des Zentrums die Wachstumsrichtung auf dem Radius nahezu senkrecht steht, so daß die Spirale fast tangential an dem kleinen, haarlosen Kreise des Zentrums in der einen oder anderen Richtung anhebt. Daß in der Nähe des Zentrums die in der Entwicklung zumeist vom Organisationszentrum beeinflusste und daher am meisten ungestörte Wirkung vorliegt, ist anzunehmen, und deshalb war hier auch nach den der entwicklungsgeschichtlichen Vererbungsregel von V. HAECKER (13) am ehesten rein alternativ mendelnde Vererbungsweise zu erwarten.

Die Kopfhaarwirbel treten bei beiden Geschlechtern in vollkommen gleicher Weise und mit ähnlichen Modifikationen auf. Der Nachweis der statistischen Gleichheit wird weiter unten besprochen. Den Drehsinn der einfachen Wirbel werden wir im folgenden als negativ (—) bezeichnen, wenn die Richtungen in der Nähe des Zentrums einen Umlauf im Urzeigersinn bestimmen, und als positiv (+) im entgegengesetzten Falle. Für dieses rein alternative Merkmal behaupten wir nun in der Tat den streng monohybriden Mendelismus. Die Lage des Wirbelzentrums insbesondere zur Symmetrieebene haben wir gleichfalls eingehend studiert; auch hier tritt eine rassenmäßige Verschiedenheit zutage; da es sich aber um ein stetig variierendes Merkmal handelt, war ein einfacher Erbgang nicht zu erwarten, wenngleich Anzeichen für alternative Vererbung vorliegen. Wir werden darauf näher an anderer Stelle eingehen. Eine häufige Modifikation bildet das Auftreten von Doppelwirbeln. Wir bezeichnen nach dem Drehsinn und der Lage diese als — —, + —, — + und + +, wobei das erste Zeichen den Drehsinn des links gelegenen Wirbels angibt. Die Doppelwirbel kommen sowohl symmetrisch zur Medianebene wie asymmetrisch vor und liegen auch zuweilen auf derselben Seite der Medianebene. Bei den — + und + — Doppelwirbeln kann man insofern von einer gewissen Zusammengehörigkeit sprechen, als ihre kreisförmigen Einflußflächen im allgemeinen nicht getrennt liegen, sondern vielmehr unter Abänderung der ursprünglichen Richtungen und Entstehen eines deutlichen Indifferenzpunktes übereinandergreifen. Wir bezeichnen diese beiden Formen als polare Doppelwirbel. In zwei Fällen von insgesamt etwa 3500 Beobachtungen wurden drei hintere Kopfhaarwirbel gefunden, deren Zentren in gleichen Abständen ungefähr geradlinig senkrecht zur Medianebene angeordnet waren. Die Wirbel waren in beiden Fällen gleich stark und der Drehsinn von links nach rechts + + — bzw. + — —. Im ersteren Falle lag der mittlere Wirbel in der Medianebene, im zweiten Falle lag die Medianebene in der Mitte der beiden letzten Wirbel. Der letztere Fall betraf einen Zwilling, der sicher zweieiig war, da der andere Zwilling weiblichen Geschlechtes war.

Eine andere Besonderheit, die wir anführen möchten, betrifft einen Fall von 6 Wirbeln: 2 Stirnwirbeln, einem Doppelwirbel — —, dessen Zentren beide auf der rechten hinteren Kopfhälfte lagen, und zwei Wirbeln im Nacken links.

Ein nächstes Interesse stellt die Frage nach der Abhängigkeit oder Unabhängigkeit der Wirbelbildung vom Geschlecht dar. Die Bestimmung des Wirbels im Frauenkopfhaar bietet Schwierigkeiten, wenn das Haar sehr voll und schwer ist. Sie wurde in den meisten Fällen mit Hilfe von Friseuren vorgenommen. Der Sitz des Wirbels kann, sobald das Haar über denselben hinweg in einer Richtung gekämmt ist, mit den Fingerspitzen immer gefühlt werden, weil das Haar sich beim Kämmen in der der Strichrichtung entgegengesetzten Richtung hebt. Der Richtungssinn ist ebenfalls dadurch sicher, daß die sich hebenden Teile beim entgegengesetzten Kämmen auf die andere Seite des Wirbels rücken müssen. Entgehen kann dem ungeübten Beobachter ein Doppelwirbel. Es ist daher auf das Vorhandensein eines solchen besonders aufzupassen. Daß die Bestimmungen richtig sind, dafür bürgt im gewissen Sinne auch der Umstand, daß die beobachteten Prozentsätze der unterschiedenen Gruppen bei den Frauen, soweit sich das erwarten läßt, den bei dem großen Knabenmaterial der Schulkinder beobachteten Prozentsätzen folgen. Es ergab sich folgende Tabelle:

	—	+	Doppelwirbel	insgesamt
Frauen	117	31	8	156
in Prozenten	75	19.9	5.1	100
Knabenbeobachtungen				
in Schulen	2502	636	234	3372
in Prozenten	74.2	18.9	6.9	100

Aus dieser Tabelle tritt die Unabhängigkeit der Wirbelbildung vom Geschlecht deutlich hervor.

Die Feststellung des Erbganges geht aus den Familienbeobachtungen hervor, deren Ergebnisse wir in der Tabelle S. 75 aufführen.

Die Beobachtungen legen die Hypothese nahe, daß der negative Drehsinn dominant, der positive Drehsinn rezessiv ist. Prüfen wir von diesem Standpunkt aus diejenigen Familien, in denen beide Eltern den negativen Drehsinn aufweisen, während bei den Kindern auch der positive Drehsinn auftritt! Wir bezeichnen das dominante Minus-Gen mit R , das rezessive mit r . Diese Ehen können nur von der Form $Rr \times Rr$ sein. Wegen der Kleinheit der Kinderzahl sind diejenigen Familien durch Auslese ausgefallen, bei welchen infolge Zufalls keine Kinder rr aufgetreten sind. Um diese Auslesewirkung zu korrigieren, legen wir die durchschnittliche Kinderzahl von $s = 3.5$, welche sich bei diesen Familien ergibt, zugrunde. Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Ehe mit nur Minus-Kindern beträgt dann $(\frac{3}{4})^s = (\frac{3}{4})^{3.5} = 0.36$, so daß $1 - (\frac{3}{4})^{3.5} = 0.64$ die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der wirklich beobachteten Ehen ist. Die wirklich unter Risiko stehende Ehen- bzw. Kinderzahl erhält man danach, indem man die beobachtete Kinderzahl $K = 28$ mit

$$\frac{1}{1 - (\frac{3}{4})^{3.5}} = \frac{1}{0.64} = 1.563$$

erweitert. Unter diesen $28 \cdot 1.563 = 43.76$ Kindern sind $\frac{1}{4} = 10.94$ + Kinder zu erwarten, während die Beobachtung 10 Kinder ergibt.

Nr. Vater Mutter

1	—	—
2	—	—
3	—	—
4	—	—
5	—	—
6	—	—
7	—	—
8	—	—
9	—	—
10	—	—
11	—	—
12	—	—
13	—	—
14	—	—
15	—	—
16	—	—
17	—	—
18	—	—
19	—	—
20	—	—
21	—	—

Die Prüfung der Über-
— und + Eltern mit dem mo-
durchführen. Die genannten
 $Rr \times rr$. Das Zahlenverhältnis
aus dem durchschnittlichen
bevölkerung. Die Berechnung
Genhypothese des monohybriden
ist. Es muß aber, wenn man
zur Diskussion stehenden Fall
quantitativ übereinstimmen
vorlag. Diese Bestätigung
ist die Erwartung der Kinder
lich auf Rr , d. h. — Kinder
gleich viel — Kinder und
völkerungsanalyse ist das V
im Mittel (Islerlohn und Göt-
den Formeln RR , Rr und
keiten zu erwarten:

Bei vollkommen zufälliger
daß der Drehsinn des K

Nr.	Vater	Mutter	Kinder			Nr.	Vater	Mutter	Kinder		
			-	+	2				-	+	2
1	—	—	3					Übertrag ...	53	10	
2	—	—	2			22	—	—	2		1
3	—	—	3			23	—	—	3	2	2
4	—	—	1			24	—	+	2		
5	—	—	6			25	—	+	2	1	
6	—	—	3			26	—	+	1	1	
7	—	—	2			27	—	+	2	1	
8	—	—	1			28	—	+	2	2	
9	—	—	3			29	—	+	8		1
10	—	—	3			30	—	+	2		1
11	—	—	2			31	—	+	3		1
12	—	—	1			32	—	+	2		1
13	—	—	5			33	+	—	2		
14	—	—	3	1		34	+	—	2		
15	—	—	2	1		35	+	—	2	2	
16	—	—		2		36	+	—	2		1*
17	—	—	1	1		37	+	—		1	1*
18	—	—	2	1		38	+	+		3	
19	—	—	4	1		39	+	+	3	5	
20	—	—	1	1		40	2	—			1
21	—	—	5	2		41	—	2**	2		1
			53	10					95	28	11

* + —; ** — —; die übrigen — +.

Die Prüfung der Übereinstimmung der Ergebnisse bei den Ehen zwischen — und + Eltern mit dem monohybriden Schema läßt sich auf folgende Weise durchführen. Die genannten Ehen sind entweder von der Form $RR \times rr$ oder $Rr \times rr$. Das Zahlenverhältnis zwischen beiden Ehen haben wir zu berechnen aus dem durchschnittlichen Verhältnis der Gene R und r in der Gesamtbevölkerung. Die Berechnung des letzteren erfordert die Zugrundelegung der Genhypothese des monohybriden Schemas, wie es soeben bewiesen worden ist. Es muß aber, wenn man dieses zugrunde legt, die Beobachtung in den zur Diskussion stehenden Familien mit dem monohybriden Schema des weiteren quantitativ übereinstimmen, falls nicht in den Voraussetzungen ein Irrtum vorlag. Diese Bestätigung ergibt sich nun auch im folgenden. In der Tat ist die Erwartung der Kinder in den Ehen von der Form $RR \times rr$ ausschließlich auf Rr , d. h. — Kinder gerichtet. In den Ehen $Rr \times rr$ erwarten wir gleich viel — Kinder und + Kinder. Nach der später anzuführenden Bevölkerungsanalyse ist das Verhältnis der Anzahl von R zu der Anzahl von r im Mittel (Iserlohn und Göttingen) $R:r = 0.572:0.428$. Die Individuen von den Formeln RR , Rr und rr sind daher mit folgenden bezüglichen Häufigkeiten zu erwarten:

RR	Rr	rr
0.328	0.489	0.183

Bei vollkommen zufälliger Verteilung der Ehen, wobei wir annehmen, daß der Drehsinn des Kopfhhaarwirbels auf die Gattenwahl keinen Einfluß

ausübt, ergeben sich die erwartungsgemäßen Prozentsätze der Ehen nach folgendem quadratischen Schema:

	<i>RR</i>	<i>Rr</i>	<i>rr</i>
<i>RR</i>	10.75	16.05	6.00
<i>Rr</i>	16.05	23.90	8.95
<i>rr</i>	6.00	8.95	3.35

Hiernach ist das Verhältnis der Zahl der Ehen von der Form $RR \times rr$ zu der Zahl der Ehen von der Form $Rr \times rr$ gleich $6.00\% : 8.95\%$. Setzt man daher die Erwartungen der — Kinder in allen Ehen der Form — $\times$ + in diesem Verhältnis zusammen, so ergibt sich eine Wahrscheinlichkeit von

$$\frac{6.00 \cdot 1 + 8.95 \cdot 0.5}{6.00 + 8.95} = 0.701.$$

Die Gesamtzahl der Kinder war 22, so daß die Erwartung 15.42 Kinder beträgt. Die beobachtete Zahl der — Kinder betrug 15, so daß eine vorzügliche Übereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung besteht. Hiernach erscheint das monohybride Mendelsche Schema für den Wirbel-drehsinn völlig erwiesen.

Man kann danach fragen, ob die von uns hypothetisch angenommene, vollkommen zufällige Verteilung der Ehen, die wir soeben benutzt haben, um zwischen den Ehen der Form $RR \times rr$ und $Rr \times rr$ zu unterscheiden, sich auch in den Zahlenverhältnissen manifestiert, welche der Beobachtung zugänglich sind. Da die Zahl der Ehen nur klein ist (41), so sind allerdings beträchtliche Fehler zu erwarten; dementsprechend lohnen sich die Prüfungen feinerer Klasseneinteilungen nicht. In der Tat stimmt zunächst der Prozentsatz der Ehefrauen vom + bzw. — Charakter nicht sehr scharf mit der allgemeinen Bevölkerung. Wir fanden nämlich:

	—	+
Ehefrauen	28 = 71.9 %	11 = 28.1 %
Ehemänner	32 = 82.1 %	7 = 17.9 %
Gesamtmaterial . . .	79.7 %	20.3 %

Auf Grund des letzten Verhältnisses war für die Ehegatten folgende theoretische Verteilung zu erwarten:

$$\begin{array}{cc} - & + \\ 31.9 \pm 2.41 & 7.1 \pm 2.41. \end{array}$$

Wie man sieht, ist diese Übereinstimmung bei den Frauen nicht innerhalb des mittleren Fehlers gelegen.

In den Prozentsätzen der Ehefrauen muß auch die erwartungsgemäße Zahl der — Familien von der beobachteten Zahl abweichen. Die erstere beträgt:

$$(10.75 + 2 \cdot 16.05 + 23.9) \% \text{ von } 39 = 0.6675 \cdot 39 = 26.05 \text{ mit einem mittleren Fehler von } \pm 2.94$$

gegen eine beobachtete Zahl von 23, also auch hier eine Differenz.

Eine weitere Prüfung der Erbllichkeit, die freilich auch weniger scharf ist als die früheren, ergibt der Vergleich der Anzahl der Familien mit 2 — Eltern und ausschließlich — Kindern mit ihrer erwartungsgemäßen Anzahl.

Die Anzahl der Familien mit
haben, beträgt 13. Für die erw
sich auf Grund des obigen Ehe

wenn wir mit N die Gesamtzahl
finden also:

beobachtet
theoretisch

Diejenigen Ehen, in denen
dürfen nur Kinder vom Plus-Charakter
zu erwarten sind, hatten wir
zu erwarten, die sich auch
Außerdem wurde uns aber
welcher 5 + und 3 — Kinder
sich hier gegen die Bestimmung
Seite angegeben ist, wodurch
auf der linken Seite überschauen
wirbel — + vorlag¹. Da die —
übertreffen, so liegt die Anzahl
Form in bezug auf das R-Gen

Bei dieser Prüfung sind
denen Doppelwirbel aufgetreten
Materials von 41 Familien
Doppelwirbelbildung mit einem
koppelt sei, würde eine Ausle
wir geprüft haben, beeinflusst
Populationslehre (vgl. Diss. v.
nicht auf die statistischen Mas
ausgeglichen sind.

Die Familienbeobachtung
auch die Doppelwirbelbildung
In der Tat haben wir 8
dem, unter denen solche
31, 32, 36, 37 der Tabelle
wirbeln beträgt 9, was mit
wartungsgemäßen Zahl
treten nur in 2 Fam

¹ Die Familie war
suchung, bei der wir den
Mutter besonders sorgfältig
zu achten, ergab, daß die M
zwar im Gegensatz zur ersten
kritischen Beobachtungsfalles zu
Veranlassung, nochmals zu beto
auf die Ehefrauen, insbesondere

Die Anzahl der Familien mit 2 — Eltern, welche nur — Kinder ergeben haben, beträgt 13. Für die erwartungsgemäße Anzahl dieser Familien ergibt sich auf Grund des obigen Eheschemas

$$\frac{10.75 \cdot 1 + 32.1 \cdot 1 + 23.9 \cdot \left(\frac{3}{4}\right)^3}{100} \cdot N,$$

wenn wir mit N die Gesamtzahl der beobachteten Familien bezeichnen. Wir finden also:

beobachtet	13
theoretisch	16.65 ± 1.87 .

Diejenigen Ehen, in denen die Eltern beide den Plus-Charakter haben, dürfen nur Kinder vom Plus-Charakter liefern. Da nur 3.35 % solcher Ehen zu erwarten sind, hatten wir in unserem Material nur eine Ehe dieser Art zu erwarten, die sich auch eingestellt hat. Diese Ehe hatte 3 + Kinder. Außerdem wurde uns aber noch eine zweite Ehe dieser Art mitgeteilt, in welcher 5 + und 3 — Kinder aufgetreten sein sollen. Der Zweifel richtet sich hier gegen die Bestimmung des Wirbels der Frau, der auf der rechten Seite angegeben ist, wodurch die Vermutung nahe liegt, daß ein — Wirbel auf der linken Seite übersehen worden ist, so daß in Wahrheit ein Doppelwirbel — + vorlag¹. Da die — + Wirbel an Zahl die + — und — — Wirbel übertreffen, so liegt die Annahme nahe, daß den Doppelwirbeln von dieser Form in bezug auf das R-Gen die Formel RR zukommt.

Bei dieser Prüfung sind zunächst alle Familien fortgelassen worden, in denen Doppelwirbel aufgetreten sind. Das sind im ganzen 10 Familien des Materials von 41 Familien. In dem Falle, daß etwa die Eigenschaft der Doppelwirbelbildung mit einer der beiden Arten des — oder + Wirbels gekoppelt sei, würde eine Auslese vorliegen, welche die Zahlenverhältnisse, die wir geprüft haben, beeinflussen würde. Nach einem fundamentalen Satz der Populationslehre (vgl. Diss. v. BEHR (11)) wirken diese Koppelungen allerdings nicht auf die statistischen Massenverhältnisse ein, sobald diese durch Panmixie ausgeglichen sind.

Die Familienbeobachtungen geben nun an sich Aufschluß darüber, daß auch die Doppelwirbelanlage nach einem monohybriden Schema vererbt wird. In der Tat haben wir 8 Familien mit Eltern ohne Doppelwirbel mit 34 Kindern, unter denen solche mit Doppelwirbel auftreten (vgl. Nr. 22, 23, 29, 30, 31, 32, 36, 37 der Tabelle auf S. 75). Die Anzahl der Kinder mit Doppelwirbeln beträgt 9, was mit der, nach analoger Rechnung wie oben S. 74, erwartungsgemäßen Zahl 12.4 ± 3.06 gut übereinstimmt. In der Tabelle S. 75 treten nur in 2 Familien der Form — × — Kinder mit Doppelwirbeln auf.

¹ Die Familie war unserer direkten Beobachtung nicht zugänglich. Eine Nachuntersuchung, bei der wir den vom ersten Resultat uninformatierten Untersucher gebeten hatten, die Mutter besonders sorgfältig zu untersuchen und speziell auf die Möglichkeit eines Doppelwirbels zu achten, ergab, daß die Mutter nur einen Wirbel, $\frac{1}{2}$ cm rechts von der Medianebene, und zwar im Gegensatz zur ersten Untersuchung einen — Wirbel besäße. Die Aufklärung eines kritischen Beobachtungsfalles zugunsten der Theorie ist befriedigend, gibt aber andererseits Veranlassung, nochmals zu betonen, daß wir nicht jedes einzelne Bestimmungsergebnis in bezug auf die Ehefrauen, insbesondere wo wir nicht selbst die Beobachter waren, verbürgen können.

Die infolgedessen naheliegende Frage, ob *RRdd*-Individuen vielleicht den Doppelwirbel nicht zeigen, ist noch zu klären.

Unter den Doppelwirbeln beobachten wir folgende Lageverhältnisse, indem wir mit *l* die linke, *r* die rechte Wirbelkomponente bezeichnen:

	— <i>l</i>	— <i>r</i>	— <i>l</i>	— <i>r</i>	— <i>l</i>	— <i>r</i>
cm links der Mitte (durchschnittl.)	0.74		1.34		1.76	
cm rechts der Mitte (")		2.33		1.37		1.83
Anzahl links der Mitte	5	/	83	7	17	/
Anzahl rechts der Mitte	5	11	8	88	2	19
Anzahl in der Mitte	2	1	7	3	/	/

Aus diesen Zahlen geht mit Deutlichkeit hervor, daß die Doppelwirbel mit entgegengesetztem Drehsinn eine ausgesprochene Tendenz zu symmetrischer Lage aufweisen, so daß wir berechtigt sind, die Abweichungen als Störungen aufzufassen. Anders die gleichsinnigen Doppelwirbel, bei welchen eine Beziehung zur Symmetrieebene nicht mehr hervortritt. Hiernach sind die ungleichsinnigen oder polar gebildeten Doppelwirbel eine Gattung für sich. Wir möchten die beiden Formen — + und + — als die alternativ verschiedenen, symmetrischen Urformen des Kopfhaarwirbels ansehen.

Das Gen, welches Doppelwirbelanlage erzeugt, wollen wir mit *d* (duplex) bezeichnen, während das alternative Fehlen dieses Gens mit *D* bezeichnet werde. In Wahrheit möchte ich annehmen, daß ein Gen für Doppelwirbelanlage stets vorhanden ist, daß aber in den meisten Fällen der Sekretionsablauf in ein Embryonalstadium zurückgewichen ist, welches vor der Ausbildung des sichtbaren Kopfhaarwirbels liegt, und daß es nur in einem gewissen Prozentsatz der Fälle noch in einem solchen Stadium Sekretion erzeugt, in dem eine Erscheinung des Doppelwirbels möglich wird. Die einfachen Wirbel sind nach dieser Auffassung die entwicklungsmäßig spätere, asymmetrisch gewordene Form des polaren, symmetrischen Doppelwirbels. In der Tat findet eine scharfe Relation zwischen den beiden Arten des polaren Doppelwirbels und den beiden Arten des einfachen Wirbels statt. Es ergeben sich nämlich die folgenden Prozentsätze:

$$\frac{\text{Anzahl der einfachen — Wirbel}}{\text{Anzahl der einfachen + Wirbel}} = \frac{79.73 \%}{20.27 \%},$$

$$\frac{\text{Anzahl der — + Doppelwirbel}}{\text{Anzahl der + — Doppelwirbel}} = \frac{80.97 \%}{19.03 \%}.$$

Hiernach ergibt sich also das merkwürdige Resultat, daß die — + Wirbel in die — Form, die + — Wirbel in die + Form übergehen. Danach sind also die Erbformeln für die Doppelwirbel folgende:

$$\begin{aligned} - + \text{ Doppelwirbel: } & RRdd \text{ und } Rrdd \\ + - \text{ Doppelwirbel: } & rrdd. \end{aligned}$$

Das Merkwürdige in der Erscheinung liegt darin, daß anscheinend der Drehsinn des linksgelegenen Wirbels allein persistiert, sofern die Doppelwirbel-

anlage nicht zur Ausbildung der symmetrischen Erscheinung des Doppelwirbels noch ergänzend hinzutritt. Wirbel statistisch nach der Lage der Medianebene sich folgendermaßen verhalten:

Iserlohn
Göttingen und Langensalza

Es ist keineswegs unmöglich, einen bestimmten Embryo zu erhalten, der die Wanderung des pers. Ergebnisses entwicklungs- genetisch bei Embryonen

Wir haben auch Wirbels zur Symmetrieumfangreich genug, um da eine einfache Klasseneinteilung links vielmehr liegt ein zur Vererbungsweise die Artweise nicht ausreicht.

In unserer Mitteilung Anthropologie I, haben auf monohybridem Sch. Rassenanalyse verwendet in gleicher Weise vorfolgender Tabelle dargestellt

Göttingen.....
Mühlhausen i. Th.....
Langensalza.....
Kissingen.....
Iserlohn.....
Flensburg.....
Schleswig.....
Husum.....
Rendsburg.....
Stolp.....
Schivelbein.....

Die Beobachtung
O. C. SIEPMANN durch

anlage nicht zur Ausbildung kommt. Es tritt hier also noch eine Asymmetrieerscheinung des Wachstums hinzu. Die weitere Eigentümlichkeit, die noch ergänzend hinzutritt, ist nun die, daß der persistierende links gelegene Wirbel statistisch nach rechts wandert und im Durchschnitt 0.63 cm rechts von der Medianebene sich fixiert. Wir finden nämlich für den Durchschnitt der Lage folgende Zahlen:

	— Wirbel	Anzahl	+ Wirbel	Anzahl
Iserlohn	0.48 cm rechts	946	0.48 cm rechts	242
Göttingen und Langensalza...	0.98 cm rechts	458	0.73 cm rechts	105.

Es ist keineswegs unmöglich, daß ein Doppelwirbel bei jedem Individuum in einem bestimmten Embryonalstadium irgendwie nachzuweisen ist, und daß die Wanderung des persistierenden linken Wirbels, die durch die statistischen Ergebnisse entwicklungsgeschichtlich nahe gelegt wird, auch tatsächlich ontogenetisch bei Embryonen nachweisbar ist.

Wir haben auch bei einer ganzen Anzahl von Familien die Lage des Wirbels zur Symmetrieebene gemessen. Das Material ist an sich jedoch nicht umfangreich genug, um eine Entscheidung über den Erbgang zu fällen, zumal da eine einfache Klasseneinteilung nicht ersichtlich ist. Ein Versuch, eine Klasseneinteilung links — Mitte — rechts vorzunehmen, hat sich nicht bewährt, vielmehr liegt ein zunächst stetig veränderliches Merkmal vor, für dessen Vererbungsweise die Annahme eines monohybriden Schemas wahrscheinlicherweise nicht ausreicht.

In unserer Mitteilung über die Singstimmen, Beiträge zur Mendelistischen Anthropologie I, haben wir gezeigt, wie sich die statistische Verteilung eines auf monohybridem Schema beruhenden Mendelschen Merkmals zur quantitativen Rassenanalyse verwenden läßt. Wir gehen nun hinsichtlich der Haarwirbel in gleicher Weise vor. Die bisher beobachteten statistischen Zahlen sind in folgender Tabelle dargestellt:

Gesamtmaterial.

	+	—	Doppelwirbel					Anzahl
			— +	+ —	— —	+ +	ohne nähere Angabe	
Göttingen	45	239	10	3	2	/	2	301
Mühlhausen i. Th.	63	234	8	7	1	/	2	315
Langensalza	77	282	12	2	/	/	/	373
Kissingen	48	174	12	3	/	/	/	237
Iserlohn	254	939	79	14	10	1	/	1297
Flensburg	27	110					7	144
Schleswig	39	170					9	218
Husum	16	86					13	115
Rendsburg	7	47					5	59
Stolp	45	181					23	249
Schivelbein	15	40					9	64
	636	2502	121	29	13	1	70	3372

Die Beobachtungen wurden von F. BERNSTEIN, W. HEUBE, W. SCHWARZBURG, O. C. SIEPMANN durchgeführt.

Beschränkt man sich auf diejenigen Kinder des Materials, deren Eltern beide aus den genannten Orten oder ihrer näheren Umgebung stammen, so reduzieren sich die Beobachtungszahlen auf folgende Tabelle:

Ortsansässige Kinder.

	+	—	Doppelwirbel				ohne nähere Angabe	An- zahl
			— +	+ —	— —	+ +		
Mühlhausen	38	157	5	5	1	/	1	207
Langensalza	54	209	8	2				273
Kissingen	18	49	6	2				75
Iserlohn	147	538	50	7	7	1		750
Flensburg	17	87					5	109
Schleswig	31	140					7	178
Husum	13	77					12	102
Rendsburg	4	35					2	41
Stolp	42	157					22	221
Schivelbein	12	36					9	57
	376	1485	69	16	8	1	58	2013

Um nun aus diesen Zahlen die Prozentsätze der Gene R und r in der Bevölkerung zu berechnen, sind zunächst die Klassen — und —+ einerseits und andererseits die Klassen + und +— zusammenzufassen. Hinsichtlich der Klassen —— und ++ würden wir uns im Zweifel befinden, wie wir sie auf die eben genannten Klassen zu verteilen hätten. Glücklicherweise ist jedoch der Einfluß dieser Klassen numerisch nicht mehr ins Gewicht fallend. Wir wollen sie deshalb bei der Berechnung ausschalten. Bei den Untersuchungen in Flensburg, Schleswig, Husum, Rendsburg, Stolp und Schivelbein sind die beiden Arten der Doppelwirbel nicht unterschieden. Infolgedessen sind sie gänzlich auszuschneiden. Bei dieser Verkleinerung des Materials kann nach dem oben (S. 78) Gesagten nur eine unwesentliche Verschiebung des Prozentverhältnisses erfolgen. Aus den so berechneten Prozentsätzen für die Individuen der Erbformel RR und Rr einerseits und rr andererseits ergibt sich nun der Prozentsatz der r -Gene als Quadratwurzel aus dem Prozentsatz der rr -Individuen. Wir geben diese Klassenprozentsätze und die Werte für R und r in folgender Tabelle, getrennt nach Einheimischen und Gesamtbevölkerung:

	Gesamtbevölkerung					Ortsansässige				
	$RR+Rr$	rr	R	r	Anzahl	$RR+Rr$	rr	R	r	Anzahl
Göttingen	83.8	16.2	59.8	40.2	301					
Mühlhausen	77.6	22.4	52.7	47.3	315	79.0	21.0	54.2	45.8	207
Langensalza	78.8	21.2	54.0	46.0	373	79.5	20.5	54.7	45.3	273
Kissingen	78.5	21.5	53.6	46.4	237	73.3	26.7	48.4	51.6	75
Iserlohn	79.2	20.8	54.3	45.7	1297	79.3	20.7	54.5	45.5	750
Flensburg	80.3	19.7	55.6	44.4	144	83.6	16.4	59.5	40.5	109
Schleswig	81.3	18.7	56.8	43.2	218	81.9	18.1	57.5	42.5	178
Husum	84.3	15.7	60.4	39.6	115	85.6	14.4	62.0	38.0	102
Rendsburg	87.0	13.0	63.9	36.1	59	89.7	10.3	67.9	32.1	41
Stolp	80.1	19.9	55.4	44.6	249	78.9	21.1	54.1	45.9	221
Schivelbein	72.7	27.3	47.8	52.2	64	75.0	25.0	50.0	50.0	57

F. BERNHARDT
Die Trennung der
läßt einen gewissen
folgten Rassenausgleich
Orten mit Ausnahme
zentische Zunahme
Rendsburg, im Mühl-
die untersuchten Orte
salza in Norddeutsch-
aus Süddeutschland
an das allgemeine
ein ausgesprochen
Zunahme von R-Rasse
Der Vergleich
Arbeit über Singstim-
mung zwischen dem
der r-Rasse erkennen

Göttingen
Flensburg
Schleswig
Husum
Rendsburg
Stolp
Schivelbein

Dieses Resultat
Baß-Sopran-Rasse
Rasse wesentlich
charakterisiert, so
ein dominantes Mer-
zählung desselben
Rasse an jeder Stel-
Material über den
wir noch die Mög-
samentreffen der
handelt.

Für die Richt-
stand, daß auch
daß dieses entspre-
und Süden abklip-
manen, insbesonde

¹ Für eine diffe-
Rasse haben sich keine
Sitzungsber. phys.-math. K.

Die Trennung des Materials nach Ortsansässigen und Gesamtbevölkerung läßt einen gewissen Rückschluß zu auf den in der letzten Generation erfolgten Rassenausgleich. Wir haben Zunahme der *r*-Rasse in sämtlichen Orten mit Ausnahme von Kissingen und Stolp. Die durchschnittliche prozentische Zunahme beträgt in den übrigen Orten 1.85%, im Maximum 4% in Rendsburg, im Minimum 0.2% in Iserlohn. Hierbei ist zu beachten, daß die untersuchten Orte mit Ausnahme von Kissingen, Mühlhausen und Langensalza in Norddeutschland gelegen sind, so daß bei ihnen eine Zuwanderung aus Süddeutschland zu erwarten ist mit der Tendenz, den Prozentsatz von *r* an das allgemeine deutsche Mittel anzugleichen. Umgekehrt hat Kissingen, ein ausgesprochen süddeutscher Ort, wie zu erwarten war, eine beträchtliche Zunahme von *R*-Rasse aufzuweisen¹.

Der Vergleich zwischen den Zahlen der *R*- bzw. *r*-Rasse und den in der Arbeit über Singstimmen gegebenen Zahlenwerten läßt eine große Übereinstimmung zwischen dem Prozentsatz *p* der Baß-Sopran-Rasse und dem Prozentsatz der *r*-Rasse erkennen, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht:

	Gesamtbevölkerung			Ortsansässige				
	Anzahl	<i>p</i>	<i>R</i>	Anzahl	Anzahl	<i>p</i>	<i>R</i>	Anzahl
Göttingen.....	1804	0.602	0.598	301				
Flensburg.....	340	0.528	0.556	144	248	0.530	0.595	109
Schleswig.....	275	0.560	0.568	218	222	0.561	0.575	178
Husum.....	204	0.620	0.604	115	180	0.617	0.620	102
Rendsburg.....	186	0.586	0.639	59	147	0.568	0.679	41
Stolp.....	429	0.565	0.554	249	370	0.562	0.541	221
Schivelbein.....	207	0.551	0.478	64	181	0.550	0.500	57

Dieses Resultat legt die Vermutung nahe, daß die *R*-Rasse mit der Baß-Sopran-Rasse identisch ist. Da wir nun andererseits in der Baß-Sopran-Rasse wesentlich das zu erblicken haben, was A. RETZIUS als nordische Rasse charakterisiert, so würde sich ergeben, daß der — Drehsinn des Haarwirbels ein dominantes Merkmal der nordischen Rasse ist, und daß wir in der Auszählung desselben eine Methode besitzen, den Prozentgehalt der nordischen Rasse an jeder Stelle exakt zu bestimmen. Freilich besitzen wir noch kein Material über den Drehsinn des Haarwirbels in Italien, und deshalb müssen wir noch die Möglichkeit offen lassen, daß es sich um ein nur zufälliges Zusammentreffen der beiden Prozentsätze in den genannten deutschen Orten handelt.

Für die Richtigkeit unserer Gesamtauffassung spricht besonders der Umstand, daß auch hier die Nordseeküste das Maximum der *R*-Rasse zeigt, und daß dieses entsprechend der Abnahme des nordischen Bestandteils nach Osten und Süden abklingt. Das entspricht dem stufenweisen Vordringen der Germanen, insbesondere der Friesen, von Westen nach Osten. Andererseits er-

¹ Für eine differentielle Auslese der *R*- und *r*-Rasse, bzw. Baß-Sopran- und Alt-Tenor-Rasse haben sich keine Anhaltspunkte ergeben.

klärt sich die relativ hohe Ziffer des R in Göttingen ebenfalls aus der alten Besiedlung dieses Gebiets durch die Cherusker und späteren Sachsen, zu der erst nach den Gräberfunden etwa seit dem Jahre 1000 eine solche durch brachycephale Rasse hinzugetreten ist (vgl. 14).

Literaturnachweis.

1. F. BERNSTEIN, Zur Statistik der sekundären Geschlechtsmerkmale beim Menschen, Göttinger Nachrichten, math.-phys. Klasse 1923.
2. A. RETZIUS, Om formen of Nordboernes Cranier, 1842.
3. LANDSTEINER, Über Agglutinationserscheinungen des normalen menschlichen Blutes, Wiener Klin. Wochenschr. 1901, 26.
4. v. DUNGERN u. HIRSCHFELD, Über gruppenspezifische Strukturen; Über Vererbungsgruppenspezifischer Strukturen des menschlichen Blutes usw., Zeitschr. f. Immunitätsforschung 1909, 1910, 1911.
5. L. u. H. HIRSCHFELD, Serological difference between the blood of different races, Lancet, Oktober 1919.
6. F. BERNSTEIN, Zusammenfassende Betrachtungen über die erblichen Blutstrukturen des Menschen, Zeitschr. f. ind. Abst. u. Vererbungslehre (noch nicht erschienen).
7. F. BERNSTEIN, Ergebnisse einer biostatistischen zusammenfassenden Betrachtung über die erblichen Blutstrukturen des Menschen, Klin. Wochenschr. 1924, Nr. 33, S. 1495—97.
8. WEINBERG, Archiv f. Rass. u. Gesellschaftsbiologie Bd. 7, 1910, S. 35.
9. S. BERNSTEIN, Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences 1923, Heft 12.
10. TIETZE, Zeitschr. f. angewandte Mathematik und Mechanik 1923.
11. v. BEHR, Zur Theorie Mendelistischer Massenerscheinungen. Diss., Göttingen 1924.
12. SPEMANN in zahlreichen Arbeiten (vgl. auch Literaturangaben in Selbstreferaten in »Naturwissenschaften«, 1924).
13. V. HAECKER, Methoden der Vererbungsforschung beim Menschen, in Abderhaldens Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden, 1924.
14. M. W. HAUSCHILD, Die Göttinger Gräberschädel, Zeitschr. für Morphologie und Anthropologie Bd. 21, 1919—21.
15. G. SCHWALBE, Über die Richtung der Haare bei den Affenembryonen, in Studien über Entwicklungsgeschichte der Tiere von EMIL SELENKA, Heft 15, Menschenaffen, 1911.

Spektralphotomet

Zu Anfang des Jahres 1924
von Mexiko an die amerikanische
Expedition von der Universität
hinsterns von 1924 Sept. 1924
die mexikanische Regierung
die gesamten Kosten der Expedition
zurück zu tragen. Mit dieser
als Teilnehmer gewährt die
Hamburger Sternwarte dem
mechaniker W. H. H. H. H.
Wir sind der amerikanischen
personen, die uns während
zu tiefstem Danke verpflichtet.
Über den Verlauf der
ganz kurz in den Astron.
Unser Beobachtungsort war
56', $\lambda = 103^{\circ} 40'$ westl.
wurden vom Wetter selbst
Totalität war der Himmel
klar und die Luft war
hatten die zahlreichsten
Kalifornien und auf der
völlig trüben Himmel.
pedition, die südlich von
wurden während der ersten
Wolken gestört; eine zu
Staate San Luis Potosi
außer der übrigen nur d
in Puerto Libertad am 2
In der vorliegenden
der von mir persönlich
Untersuchung des Verlaufs