



ILLiad TN: 549798

ILL Number: -3684388



Borrower: RAPID:DLM

Lending String:

Patron:

Journal Title: Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie.

Volume: 26 Issue:

Month/Year: 1927 Pages: 195-223

224

Article Author: Schwarzburg, V.W.

Article Title: Statistische untersuchungen über den menschlichen scheitelwirbel und seine vererbung

Imprint:

Notes:

RAPID

Receive Date: 9/17/2010 2:04:20 PM

Call #: QM1 .Z4

Location: REMOTE STORAGE A

Charge

Maxcost:

Shipping Address:

NEW: Main Library

Fax:

Ariel: 128.175.82.31

Odyssey: 206.107.43.75

Statistische Untersuchungen über den menschlichen Scheitelwirbel und seine Vererbung.

Von Walter Schwarzburg.

(Mit 6 Textabbildungen und 12 Tabellen.)

Inhaltsübersicht.

	Seite
Ziel der Arbeit	195
Die verschiedenen Formen des Scheitelwirbels	197
Statistische Massenuntersuchungen über den Wirbeldrehsinn	197
Unabhängigkeit des Drehsinns von Alter und Geschlecht	199
Die Vererbung des Drehsinns	200
Die Vererbung der Doppelwirbelanlage	208
Die Lage des Wirbelmittelpunktes:	
a) bei einfachen Wirbeln	210
b) bei Doppelwirbeln	212
Beziehungen zwischen Drehsinn und Lage	216
Beziehungen zwischen Drehsinn und Augenfarbe	217
Beziehungen zwischen Drehsinn und Singstimme	218
Beziehungen zwischen Scheitelwirbel und Wachstumsrichtung der Haare im Nacken	218
Stirnwirbel und ihre Beziehungen zum Scheitelwirbel	220
Der Scheitelwirbel als Rassenmerkmal	221
Ergebnis	222
Literaturverzeichnis	223

Ziel der Arbeit.

Die vorliegende Arbeit verdankt ihre Entstehung der Anregung von Herrn Prof. BERNSTEIN. Sie bildet einen Beitrag zu seinen Arbeiten auf dem Gebiet der mendelistischen Anthropologie. In einer Abhandlung „Zusammenfassende Betrachtungen über die erblichen Blutstrukturen des Menschen“ zeigt Herr Prof. BERNSTEIN, wie es auf Grund von Untersuchungen des Blutes möglich ist, drei Menschenrassen zu unterscheiden und die Verteilung der einzelnen Rassen festzustellen. In einer weiteren Arbeit „Quantitative Rassenanalyse auf Grund von statistischen Beobachtungen über den Klangcharakter der Singstimme“ wird ein Mittel gegeben, mit Hilfe von statistischen Untersuchungen über den Klangcharakter der Singstimme eine

quantitative Rassenanalyse vorzunehmen. Der Klangcharakter wird nach dem monohybriden MENDEL'schen Schema vererbt durch ein Genpaar A, a. Der Typus AA bedingt Baß bzw. Sopran, Aa Bariton bzw. Mezzosopran und aa Tenor bzw. Alt. Bei Kenntnis der Häufigkeit der drei Gruppen in einer durchgemischten Bevölkerung lassen sich die Prozentsätze der reinen Rassen (Tenor- Alt- und Baß-Sopranrasse) ermitteln. Die Baß-Sopranrasse wird als identisch mit der nordischen Rasse von A. RETZIUS angesehen.

Nachdem die Singstimmenuntersuchung zu einem erfolgreichen Resultat geführt hatte, entstand die Frage, ob vielleicht der Scheitelwirbel des Menschen bei den verschiedenen Rassen in verschiedener Form aufträte und damit ein Mittel zur Rassenanalyse bilden könnte. Eine notwendige Voraussetzung dafür ist, daß eine Vererbung der Form des Wirbels stattfindet.

Die Haarwirbel, sowohl die des Menschen wie auch die der Tiere, sind schon häufig in der Literatur behandelt worden, meist im Zusammenhange mit dem gesamten Haarkleid. Die älteste systematische Abhandlung stammt von OSLANDER (1816—18), welcher glaubt, daß der Wirbel und seine Strahlen mit den unterliegenden Blutbehältern zusammenfallen.

ESCHRICHT (1837) faßt die Wirbel als Ausströmungspunkte auf. Auf dem Kopf nimmt die Strömung in drei Punkten ihren Ausgang: dem Scheitel und den beiden inneren Augenwinkeln. Der Scheitelwirbel ist in der Regel rechts gedreht; manchmal treten auch zwei Wirbel am Scheitel auf. Die Stellung der Haare erklärt ESCHRICHT dadurch, daß er manchen Stellen des Körpers eine größere Anziehung, anderen eine größere Abstoßung auf die Haarspitzen zuschreibt.

VOIGT (1857) glaubt die Richtung der Haare durch die Gesetze des Wachstums der Haut erklären zu können. An denjenigen Stellen des Körpers, „die verhältnismäßig am ruhigsten bleiben“, bilden sich divergierende Wirbel, konvergierende dort, wo die Haut rasch wachsende Teile des Skelettes bedeckt. Auch soll die funktionelle Ausbildung des Nervensystems und der Sinnesorgane Einfluß auf die Ausbildung von Haarwirbeln haben.

Am eingehendsten wird die Wirbelbildung im Haarkleid des Menschen von LUDWIG in seiner 1921 erschienenen Arbeit „Morphologie und Morphogenese des Haarstrichs“ besprochen. LUDWIG hat seine Untersuchungen an 50 Foeten vorgenommen und gibt eine genaue Beschreibung des gesamten Haarkleides. Er kommt zu dem Ergebnis, daß nur eine mechanische Erklärung des Haarstrichs möglich ist, und nimmt an, daß die Richtung der Haare im allgemeinen mit der Richtung zusammenfällt, in der die flächenhaften Elemente der Oberhaut mit größter Geschwindigkeit wachsen.

Auch über das Haarkleid einer Anzahl von Tieren und die darin befindlichen Wirbel liegt eine Reihe von Arbeiten vor. So beschreibt NIEBODA das Haarkleid der Ziege und des Hundes, SIEGEL ebenfalls das des Hundes,

BETHCKE das des Rindes und SCHWALBE das vom Affen und Halbaffen. V. SCHOUPPÉ und WIEGMANN sehen in den Haarwirbeln ein Mittel zur Feststellung der Identität von Pferden.

Die verschiedenen Formen des Scheitelwirbels.

Im folgenden soll die Frage der Vererbung des menschlichen Scheitelwirbels behandelt werden. Die Frage ist zwar schon öfters aufgeworfen worden, hatte aber bisher noch keine Beantwortung gefunden.

Der menschliche Scheitelwirbel ist charakterisiert durch seinen Drehsinn und seine Lage. Es sind zwei Arten von Drehsinn zu unterscheiden: Die Spiralen, welche man deutlich sieht, sind entweder rechts- oder linksgewunden. Im ersten Falle, wenn also die Spirale, von innen nach außen verfolgt, im Sinne des Uhrzeigers verläuft, bezeichne ich den Drehsinn als negativ (—), im zweiten Falle als positiv (+), so daß also eine Alternative vorliegt. Der Verlauf des Wirbels ist sehr verschieden. Die Krümmung der Spiralen nimmt bald ab, bald zu. Auch die Ausdehnung des Wirbels variiert stark. Der Zusammenhang des Wirbels mit der Haarrichtung im Nacken wird später besprochen werden. Außer dem bisher erklärten einfachen Wirbel kommen häufig Doppelwirbel vor, d. h. Wirbel, die sich aus zwei einfachen Wirbeln zusammensetzen. Das Auftreten von Doppelwirbeln ist bereits seit langem bekannt. Sie werden schon von ARISTOTELES erwähnt. Die Erklärungsversuche für den Doppelwirbel sind zahlreich. ALBERTUS MAGNUS sieht in ihnen ein Zeichen dafür, daß in dem betreffenden Individuum zwei verschiedene Seelen wohnen, und im 16. Jahrhundert galten sie als Anzeichen langen Lebens. FERÉ und D'AJUTOLO sehen sie als Stigmata der Degeneration an und behaupten, daß bei Taubstummen, Epileptikern usw. Doppelwirbel und überhaupt überzählige Wirbel häufiger auftreten als bei Normalen. An der Stelle, an der die beiden von den Wirbeln ausgehenden Haarströme aufeinander treffen, entsteht ein Haarkreuz (LUDWIG). Die Lage der Doppelwirbel ist sehr verschieden, zuweilen liegen beide Wirbel auf derselben Seite der Medianebene. Es sind vier Arten von Doppelwirbeln möglich, die auch wirklich auftreten. Ich bezeichne sie als — +, + —, — — und + + Doppelwirbel, wobei das erste Zeichen den Drehsinn des links, das zweite den des rechts gelegenen Wirbels angibt. Die beiden ersten Arten von Doppelwirbeln sollen nach dem Vorschlage von Herrn Prof. BERNSTEIN polare Doppelwirbel genannt werden. In ganz seltenen Fällen wurde auch ein dreifacher Wirbel beobachtet.

Statistische Massenuntersuchungen über den Wirbeldrehsinn.

Statistische Massenuntersuchungen an Schulknaben gaben Aufschluß über die Verteilung der einzelnen Wirbelarten in Deutschland. Ihr Ergebnis findet sich in den Tabellen I a und I b. Es zeigt sich, daß der — Drehsinn

bei weitem überwiegt. Seine Häufigkeit beträgt im Durchschnitt 74,4 % gegenüber 18,6 % des + Drehsinns. Doppelwirbel traten in 7 % aller Fälle auf. Das Vorkommen von — — und + + Doppelwirbeln ist sehr selten: von 3400 Knaben besaßen nur 21 einen solchen Doppelwirbel, also nur ungefähr 6 ‰. Bei Flensburg, Schleswig, Husum, Rendsburg, Stolp und Schivelbein fehlt die Angabe des Drehsinns der Doppelwirbel. Ein außerordentlich interessantes Resultat ergibt sich, wenn man das Verhältnis der + zu den — Wirbeln mit dem der + — zu den — + Doppelwirbeln vergleicht. Das erste ergibt:

$$\frac{642}{2535} \sim 0,25, \text{ das zweite}$$

$$\frac{41}{167} \sim 0,25.$$

Tabelle Ia.

Verteilung der verschiedenen Wirbelarten.

Ort	+	—	Doppelwirbel					Gesamt- zahl
			+ —	— +	— —	+ +	ohne nähere Angabe	
Göttingen	45	239	3	10	2	/	2	301
Mühlhausen	63	234	7	8	1	/	2	315
Langensalza	77	282	2	12	/	/	/	373
Iserlohn:								
1. Ev. Südschule	23	132	3	9	1	/	/	168
2. „ Ostschule	73	259	6	21	1	/	/	360
3. „ Westschule	43	150	/	10	1	/	/	204
4. Kath. Westschule . .	33	158	3	17	2	1	/	214
5. „ Südschule	60	193	2	16	5	/	/	276
6. Hilfsschule	11	48	/	6	/	/	/	65
Breslau:								
1. Schule 34	51	226	5	14	3	/	/	299
2. „ 45	53	166	1	12	1	/	/	233
3. „ 25	62	274	6	20	3	/	/	365
Kissingen	48	174	3	12	/	/	/	237
Flensburg ¹	27	110	/	/	/	/	7	144
Schleswig ¹	39	170	/	/	/	/	9	218
Husum ¹	16	86	/	/	/	/	13	115
Rendsburg ¹	7	47	/	/	/	/	5	59
Stolp ¹	45	181	/	/	/	/	23	249
Schivelbein (Pommern) ¹ .	15	40	/	/	/	/	9	64
	791	3169	41	167	20	1	70	4259

¹ Die Untersuchungen in diesen Orten wurden von Herrn Musiklehrer Heuke durchgeführt.

Tabelle Ib.

Verteilung der verschiedenen Wirbelarten in Prozenten.

Ort	+	—	Doppelwirbel	Anzahl
Göttingen	15,0	79,4	5,6	301
Mühlhausen	20,0	74,3	5,7	315
Langensalza	20,6	75,6	3,8	373
Iserlohn	18,9	73,0	8,1	1287
Breslau	18,5	74,3	7,2	897
Kissingen	20,3	73,4	6,3	237
Flensburg	18,7	76,4	4,9	144
Schleswig	17,9	78,0	4,1	218
Husum	13,9	74,8	11,3	115
Rendsburg	11,9	79,6	8,5	59
Stolp	18,1	72,6	9,3	249
Schivelbein	23,5	62,4	14,1	64
	18,6	74,4	7,0	4259

Die Quotienten sind sich also gleich, oder anders ausgedrückt: Der Prozentsatz der + Wirbel unter den einfachen Wirbeln (20,21 %) ist gleich dem Prozentsatz der + — Wirbel unter den polaren Doppelwirbeln (19,71 %). Dieses Ergebnis legt die Vermutung nahe, daß die — mit den — + Wirbeln einerseits und die + mit den + — Wirbeln andererseits je eine Klasse für sich bilden. Vielleicht ist der einfache — Wirbel als ein verkümmerter — + und der + Wirbel als ein verkümmerter + — Doppelwirbel anzusehen. — Es ist noch zu bemerken, daß in Iserlohn unter 1300 Kindern einer und in Breslau unter 900 Kindern zwei dreifache Wirbel festgestellt wurden.

Unabhängigkeit des Drehsinns von Alter und Geschlecht.

Um die Unabhängigkeit des Drehsinns vom Alter festzustellen, wurde eine Einteilung der Knaben nach Schulklassen vorgenommen, die in Tabelle II wiedergegeben wird. Die Klassen OI, MI, MII, MIII, MIV wurden hierbei zusammengefaßt. Die ihnen angehörenden Knaben werden z. T. älter als die der Klasse I sein. Die + und + — Wirbel sind zusammengezogen worden auf Grund der oben festgestellten Relation. Ihre Häufigkeit beträgt im Durchschnitt 19,98 %. In Spalte 1 ist die beobachtete Anzahl der + und + — Wirbel angegeben, in Spalte 2 die zu erwartende (theoretische) Anzahl und der dazu gehörige mittlere Fehler. Unserer Vermutung, daß der Wirbel drehsinn vom Alter unabhängig sei, tragen wir bei der Bestimmung der theoretischen Anzahl dadurch Rechnung, daß wir uns ein Urnenschema zugrunde gelegt denken, bei dem es sich um wiederholte Ziehungen aus der-

74,4 %
r. Fälle
selten:
ur un-
chivel-
entlich
zu den
i. Das

esamt-
zahl

301
315
373

168
360
204
214
276
65

299
233
365
237
144
218
115
59
249
64
1259

Ieuke

selben Urne handelt. Dann ergibt sich für die theoretische Anzahl die bekannte Formel $p \cdot s$, für den mittleren Fehler $\sqrt{pqs}$, wobei hier $p = 0,1988$ die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von $+$ und $+$ — Wirbeln bedeutet, s ist die Zahl der in den einzelnen Klassen untersuchten Knaben und findet sich in Spalte 3 tabuliert. Wie die Tabelle zeigt, liegen sechs Werte innerhalb und zwei außerhalb des einfachen mittleren Fehlers, was mit der Erwartung gut übereinstimmt. In der 4. Spalte wird noch zur besseren Übersicht die Prozentzahl angegeben. Ein gleichmäßiger Gang der Prozentzahlen besteht nicht. Die Unabhängigkeit des Drehsinns vom Alter ist also erwiesen. Ebenfalls unabhängig ist der Drehsinn vom Geschlecht. Die Bestimmung des Wirbels im Frauenkopfhaar bietet Schwierigkeiten, es ist besonders darauf zu achten, daß kein Doppelwirbel übersehen wird. Die vorliegenden Untersuchungen wurden in den meisten Fällen mit Hilfe von Friseuren vorgenommen. Es ergab sich folgende Verteilung bei 161 Frauen und Mädchen:

—	+	— +	+ —	— —	
121	31	7		2	161
75,1 %		19,3 %	5,6 %		

Tabelle II.

Verteilung der Wirbelarten nach Schulklassen.

Klasse	+ und + —		Anzahl	+ und + — in %		theoret.
	beob.	ber.		beobachtet		
MI, MII, MIII, MIV, OI.	64	$58,0 \pm 6,8$	290	22,1	19,98%	
I	80	$75,0 \pm 7,7$	375	21,3		
II	74	$73,8 \pm 7,7$	377	19,6		
III	84	$88,6 \pm 7,9$	394	21,3		
IV	96	$112,2 \pm 9,5$	562	17,1		
V	84	$88,8 \pm 8,4$	444	18,9		
VI	84	$72,8 \pm 7,6$	364	23,1		
VII	55	$60,4 \pm 7,0$	302	18,2		

Die Vererbung des Drehsinns.

Um zu prüfen, ob der Wirbeldrehsinn erblich ist, wurden die im folgenden beschriebenen Familienbeobachtungen angestellt. Leider war es mir nicht immer möglich, die Untersuchung selbst vorzunehmen, ich mußte mich vielmehr häufig auf Angaben verlassen, so daß Fehler nicht ausgeschlossen sind. In allen Fällen jedoch waren die Untersucher vollkommen über die zu erwartenden Zahlen unorientiert. Ein Vergleich der bei den Familien-

beobachtungen gewonnenen Verteilung der Wirbelarten mit den Prozentzahlen der Schulbeobachtungen zeigt, daß die Angaben im großen und ganzen als richtig anzusehen sind. Es ergab sich (s. Tabelle III) folgende Verteilung:

	—	+	Doppelwirbel
Familienbeobachtungen . . .	73,6 %	19,1 %	7,3 %
Schulbeobachtungen	74,4 %	18,6 %	7 %

Die Untersuchung erstreckte sich auf 46 Familien mit 154 Kindern, die in Tabelle IV einzeln aufgeführt werden. Gruppiert man nach den verschiedenen Ehetypen, so ergibt sich folgendes Bild:

Ehetypus	Anzahl der Familien	Anzahl der Kinder					Gesamtzahl der Kinder
		—	+	— +	+ —	— —	
— × —	27	69	13	4	/		86
— × +	15	35	14	4	2		55
+ × —							
+ × +	1	/	3	/	/		3
— × d	3	5	/	5	/		10
d × —							
	46	109	30	13	2		154

d bedeutet Doppelwirbel.

Tabelle III.

Verteilung der Wirbelarten im Familienmaterial.

	—	+	— +	+ —	— —	Gesamtzahl
Väter	38	7	1	/	/	46
Mütter	34	10	1	/	1	46
Söhne	56	16	8	2	/	82
Töchter	48	14	5	/	/	67
??	5	/	/	/	/	5
Insgesamt	181	47	15	2	1	246
In Prozenten . . .	73,6	19,1	/	7,3	/	/

Bei vollkommen zufälliger Verteilung der verschiedenen Ehetypen — eine Annahme, die bei der durch den Wirbeldrehsinn bewirkten Falleinteilung sicher zulässig ist — ergeben sich auf Grund der auf S. 199 gefundenen Wahrscheinlichkeit für (+ und + —) Wirbel = 0,2 und für (— und — +)

Wirbel = 0,8 folgende Wahrscheinlichkeiten für das Auftreten der verschiedenen Ehetypen:

$$\begin{aligned} - \times - &: 0,8 \cdot 0,8 = 0,64 \\ 2 (- \times +) &: 2 \cdot 0,2 \cdot 0,8 = 0,32 \\ + \times + &: 0,2 \cdot 0,2 = 0,04 \end{aligned}$$

Unter Auslassung der drei Ehen, in denen ein Doppelwirbel auftritt, sind also zu erwarten:

$$\begin{aligned} - \times - \text{ Ehen: } & 0,64 \cdot 43 = 27,52 \pm 3,15 \text{ gegen 27 beobachtete} \\ \left. \begin{array}{l} - \times + \\ + \times - \end{array} \right\} & \text{ „ : } 0,32 \cdot 43 = 13,76 \pm 2,82 \text{ „ 15 „} \\ + \times + & \text{ „ : } 0,04 \cdot 43 = 1,72 \pm 1,29 \text{ „ 1 „} \end{aligned}$$

Die mittlere Abweichung ist hierbei wieder nach der Formel $\sqrt{pqs}$ berechnet, wobei p hier = 0,64 bzw. 0,32 oder 0,04 gesetzt ist. p ist demnach als Wahrscheinlichkeit a priori, d. h. als fehlerfrei aufgefaßt, eine Annahme, die den theoretischen mittleren Fehler verkleinert. Es zeigt sich aber, daß die Abweichungen noch innerhalb dieses mittleren Fehlers liegen, so daß die Eheverteilung in den 46 Familien als repräsentative Darstellung der Eheverteilung in der Bevölkerung aufgefaßt werden kann.

Ich gehe nunmehr zur Untersuchung der Frage über: Ist der Drehsinn des Scheitelwirbels erblich? Die Einzelbetrachtung der Familien macht die bejahende Antwort bereits wahrscheinlich. Eine Familie der Art von Nr. 42 wäre sonst kaum zu erwarten, denn ihr Auftreten infolge reinen Zufalls besitzt nur eine Wahrscheinlichkeit von $(0,2)^5 = 0,00032$. Die Beobachtungen deuten auf Dominanz des negativen Drehsinns gegenüber dem positiven hin, was auch schon durch die bei den Massenbeobachtungen sich ergebende Verteilung wahrscheinlich gemacht worden ist. Die Häufigkeit für das Vorkommen des negativen Drehsinns war 80,04 %, des positiven 19,96 %, wobei die Doppelwirbel zunächst ganz weggelassen sind. Auch werden vorerst alle Familien, in denen ein Doppelwirbel auftritt, nicht berücksichtigt unter der Voraussetzung, daß die Eigenschaft der Doppelwirbelbildung mit keiner der beiden Arten des Drehsinns gekoppelt ist, so daß also das Ausscheiden dieser Familien keine einseitige Auslese bedeuten würde.

Unter Annahme der monohybriden Vererbung nenne ich das — Gen R , das antagonistische + Gen r . Dann sind genotypisch folgende Gruppen zu unterscheiden:

$$\begin{array}{ccc} \text{I} & \text{II} & \text{III} \\ RR & Rr = rR & rr \end{array}$$

Es sei die relative Häufigkeit des Gens R in der Bevölkerung = p . Dann ist die relative Häufigkeit von $r = 1 - p$. Unter der Voraussetzung, daß

Tabelle IV.
Familienbeobachtungen.

Nr.	Vater	Mutter	Söhne				Töchter			
			-	+	- +	+ -	-	+	- +	+ -
1	-	-	3	/	/	/	/	/	/	/
2	-	-	/	/	/	/	2	/	/	/
3	-	-	3	/	/	/	/	/	/	/
4	-	-	1	/	/	/	/	/	/	/
5	-	-	3	/	/	/	3	/	/	/
6	-	-	1	/	/	/	2	/	/	/
7	-	-	1	/	/	/	1	/	/	/
8	-	-	/	/	/	/	1	/	/	/
9	-	-	2	/	/	/	1	/	/	/
10	-	-	4	/	/	/	1	/	/	/
11	-	-	1	/	/	/	2	/	/	/
12	-	-	2	/	/	/	1	/	/	/
13	-	-	/	/	/	/	2	/	/	/
14	-	-	/	/	/	/	1	/	/	/
15	-	-	/	/	/	/	1	/	/	/
16	-	-	1	1	/	/	2	/	/	/
17	-	-	/	/	/	/	2	1	/	/
18	-	-	/	1	/	/	/	1	/	/
19	-	-	2	1	/	/	3	1	/	/
20	-	-	1	1	/	/	/	/	/	/
21	-	-	/	1	/	/	1	/	/	/
22	-	-	4	1	/	/	/	/	/	/
23	-	-	2	/	/	/	/	1	/	/
24	-	-	1	/	1	/	1	1	/	/
25	-	-	2	1	2	/	1	1	/	/
26	-	-	1	/	1	/	1	/	/	/
27	-	+	1	/	/	/	1	/	/	/
28	-	+	2	1	/	/	/	/	/	/
29	-	+	/	1	/	/	1	/	/	/
30	-	+	/	/	/	/	2	1	/	/
31	-	+	2	/	/	/	/	2	/	/
32	-	+	4	/	1	/	4	/	/	/
33	-	+	/	/	1	/	2	/	/	/
34	-	+	2	/	1	/	1	/	/	/
35	-	+	1	/	1	/	1	1	/	/
36	+	-	2	/	/	/	/	/	/	/
37	+	-	/	/	/	/	2	/	/	/
38	+	-	/	2	/	/	2	/	/	/
39	+	-	2	4	/	/	1	1	/	/
40	+	-	1	/	/	1	1	/	/	/
41	+	-	/	/	/	1	/	1	/	/
42	+	+	/	1	/	/	/	2	/	/
43	- +	-	/	/	/	/	/	/	1	/
44	-	- +	2	/	/	/	1	/	3	/
45	-	- -	2	/	/	/	/	/	1	/
46	-	-	5 ¹	/	/	/	/	/	/	/

¹ Bei Nr. 46 fehlt die Angabe, ob die Kinder Söhne oder Töchter sind.

die Bevölkerung sich in völliger Panmixie befindet, sind die drei Genotypen mit folgenden Häufigkeiten zu erwarten:

$$\begin{aligned} RR &= p^2 \\ 2 Rr &= 2 p (1 - p) = 2 pq \\ rr &= (1 - p)^2 = q^2. \end{aligned}$$

Wenn der — Drehsinn dominant ist, so bedeutet $p^2 + 2 pq$ die erwartungsgemäße Häufigkeit der — Wirbel und q^2 die der + Wirbel. Es ist $q^2 = 0,1996$, woraus sich $q = 0,447$ und damit $p = 1 - q = 0,553$ ergibt. Daraus erhält man als Wahrscheinlichkeit für das Auftreten der Individuen in der Bevölkerung

$$\begin{aligned} RR &= 0,3058 \\ 2 Rr &= 0,4946 \\ rr &= 0,1996. \end{aligned}$$

Auf Grund dieser durch die Schulbeobachtungen, also unabhängig von den Familienuntersuchungen, gefundenen Zahlen ergibt sich folgendes Schema für die erwartungsgemäßen Prozentsätze der Ehen:

	RR	Rr	rr
I		IV	VII
RR	9,35	15,13	6,10
II		V	VIII
Rr	15,13	24,46	9,87
III		VI	IX
rr	6,10	9,87	3,99

Mit Hilfe dieses Schemas erfolgt die Prüfung des Erbganges.

1. Die Felder I, II, IV und V geben die theoretische Häufigkeit der Ehen vom Phänotypus — x —. Bei den Ehetypen $RR \times RR$, $RR \times Rr$, die den Feldern I, II und IV entsprechen, sind, wenn R über r dominant ist, nur — Kinder zu erwarten, während sich bei den Ehen vom Typus $Rr \times Rr$ die Anzahl der — Kinder zu der Anzahl der + Kinder theoretisch wie 3 : 1 verhalten muß. Insgesamt sind unter den 72 Kindern der — x — Ehen — Kinder zu erwarten:

$$\frac{9,35 + 30,26 + 24,46 \cdot \frac{3}{4}}{64,07} \cdot 72 = 0,906 \cdot 72 = 65,23.$$

Das Quadrat des Fehlers ist gleich der Summe der Quadrate der mittleren Fehler, die von den einzelnen Familien herrühren. Die Felder I, II und IV liefern zu dieser Summe keinen Beitrag. Also ist der mittlere Fehler einfach gleich dem mittleren Fehler, der sich für die Vererbung in dem Ehetyp V ergibt, also $\sqrt{pq}$, wobei $p = \frac{3}{4}$, $q = \frac{1}{4}$ und $s =$ der Anzahl der Kinder ist, deren Eltern dem Typ V zugehören. Diese Anzahl ist natürlich unbekannt,

aber da kein Grund vorliegt anzunehmen, daß der Typ eine andere Fruchtbarkeit als die Typen I, II oder IV hat, so wird man $s = 72 \cdot \frac{24,46}{64,07}$ setzen.

Als mittlerer Fehler ergibt sich also

$$\sqrt{\frac{3}{4} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{24,46}{64,07} \cdot 72} = 2,27.$$

Gegenüber $65,23 \pm 2,27$ zu erwartenden — Kindern sind 62 wirklich aufgetreten.

2. Die Ehen der Formel $-x+$ setzen sich aus den Ehen $RR \times rr$ und $Rr \times rr$ zusammen; das sind die Felder III, VI, VII und VIII. III und VII ergeben nur — Kinder, VI und VIII zur Hälfte — und zur Hälfte + Kinder. Die Wahrscheinlichkeit für — Kinder in den Ehen der Form $-x+$ ist demnach

$$\frac{12,2 + 19,74 \cdot \frac{1}{2}}{31,94} = 0,691.$$

Der aus den Ehetypen VI und VIII herrührende mittlere Fehler ist

$$\sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{19,74}{31,94} \cdot 30}.$$

Unter den 30 Kindern der in Betracht kommenden Familien verlangt die Theorie $20,73 \pm 2,15$ — Kinder. Die Untersuchung ergab 18 — Kinder.

3. Die Familien, bei denen beide Eltern einen + Wirbel besitzen, dürfen nur + Kinder haben. Die Kinder der Ehe 42 sind tatsächlich alle drei vom rr -Typus.

4. Die schärfste Prüfung des Erbganges gestatten die Familien, in welchen sowohl Vater als auch Mutter einen — Wirbel zeigen, während bei den Kindern auch der positive Drehsinn auftritt, weil in diesem Falle der Genotypus der Eltern bekannt ist. Beide Eltern müssen heterozygot, also vom Genotypus Rr sein. In solchen Fällen wie dem vorliegenden wurde bisher die WEINBERG'sche Geschwistermethode zur Prüfung benutzt. BERWALD zeigt jedoch in seiner Arbeit „Über die WEINBERG'sche Geschwistermethode“, daß die Anwendung der WEINBERG'schen Geschwistermethode bei bekanntem p nicht begründet ist und daß sie im übrigen auch einen von p abweichenden Wert liefert. p bedeutet hierbei die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines rezessiven Kindes. Zur Prüfung des Erbganges bei den Familien mit heterozygoten Eltern verwende ich ein von Herrn Prof. BERNSTEIN angegebenes Verfahren, das ich im folgenden mitteile. p ist bekannt und gleich 0,25, denn es sind bei den in Rede stehenden Familien $\frac{1}{4}+$ und $\frac{3}{4}-$ Kinder zu erwarten. Es mögen B — Familien des angegebenen Typus beobachtet worden sein. Diese bilden eine Auslese aus allen im Material vorhandenen heterozygoten Ehen, in dem die Ehen, bei denen zufällig kein rezessives Kind

auftritt, nicht festgestellt werden können. Diese Auslese gilt es zu korrigieren. Die Wahrscheinlichkeit, daß in einer Familie mit k Kindern sämtliche Kinder — Drehsinn haben, ist $(\frac{3}{4})^k$, die Wahrscheinlichkeit, daß mindestens ein + Kind auftritt, demnach $1 - (\frac{3}{4})^k$. Ist R die Zahl aller heterozygoten Ehen in unserem Material, dann ist offenbar $R (1 - (\frac{3}{4})^k)$ die wahrscheinliche Zahl der Ehen, die mindestens ein Kind mit + Wirbel hervorbringen.

$$R (1 - (\frac{3}{4})^k) = B$$

$$R = \frac{B}{1 - (\frac{3}{4})^k}$$

Die Anzahl der zu erwartenden + Kinder beträgt

$$\frac{1}{4} k \cdot R = \frac{1}{4} \cdot k \cdot \frac{B}{1 - (\frac{3}{4})^k}$$

Exakter ist folgende Überlegung, die zum gleichen Resultate führt: Die Wahrscheinlichkeit dafür, daß q + Kinder bei Ehen vom Typ $Rr \times Rr$ auftreten, wenn der Fall, daß alle Kinder — Wirbel haben, ausgeschlossen ist, wird:

$$W(q) = \frac{p(q)}{1 - q^k} = \frac{\binom{k}{q} p^q q^{k-q}}{1 - q^k}$$

$$\sum_{q=1}^k W(q) = 1$$

Der wahrscheinliche Wert oder die mathematische Erwartung von q ist dann:

$$E(q) = \sum_{q=1}^k q W(q) = \sum_{q=1}^k q \frac{\binom{k}{q} p^q q^{k-q}}{1 - q^k}$$

$$E(q) = \frac{p k}{1 - q^k}$$

Der mittlere Fehler berechnet sich folgendermaßen:

$$\begin{aligned} \mu^2 &= \sum_{q=1}^k W(q) (q - E(q))^2 \\ &= \frac{1}{1 - q^k} \sum (q^2 - 2q E(q) + (E(q))^2) W(q) \\ &= \frac{1}{1 - q^k} (\sum q^2 W(q) - 2 \frac{p k}{1 - q^k} \sum q W(q) \\ &\quad + \frac{p^2 k^2}{(1 - q^k)^2} \sum W(q)) \\ &= \frac{p^2 k^2 + p q k}{1 - q^k} - 2 \frac{p k}{(1 - q^k)^2} p k + \frac{p^2 k^2}{(1 - q^k)^2} \\ &= \frac{p^2 k^2 + p q k}{1 - q^k} - \frac{p^2 k^2}{(1 - q^k)^2} \\ \mu^2 &= \frac{p q k}{1 - q^k} - \frac{p^2 k^2 q^k}{(1 - q^k)^2} \end{aligned}$$

Für $p = 0,25$ ergeben sich aus diesen Formeln folgende Werte:

k	E(ϱ)	μ^2	μ
2	1,143	0,122	0,349
3	1,297	0,263	0,513
4	1,463	0,420	0,648
5	1,640	0,592	0,769
6	1,825	0,776	0,881
7	2,020	0,970	0,985
8	2,222	1,172	1,083
9	2,433	1,380	1,187

Mit Hilfe dieser Tabelle läßt sich die zu erwartende Anzahl der + Kinder leicht berechnen. Bei einer Familie mit k Kindern sind E(ϱ) + Kinder zu erwarten. Für eine Summe von Familien hat man die betreffenden, der Tabelle zu entnehmenden wahrscheinlichen Werte zu addieren. Den mittleren Fehler der Summe findet man dann, indem man die zugehörigen Fehlerquadrate addiert und aus der Summe die Wurzel zieht. In meinem Material ergibt sich auf diese Weise für die in Betracht kommenden Familien Nr. 16 bis 23 als wahrscheinlicher Wert für die Anzahl der + Kinder 11,15 und eine mittlere Abweichung von 1,69. Da in Wirklichkeit 10 + Kinder auftraten, ist die Übereinstimmung sehr gut.

In allen vier Fällen, die eine Nachprüfung gestatten, hat sich also kein Widerspruch gegen die Annahme des monohybriden Erbschemas ergeben.

Bisher waren alle Familien unberücksichtigt geblieben, bei denen bei den Eltern oder bei den Kindern Doppelwirbel auftraten. Die statistischen Massenuntersuchungen legen es nahe, wie wir S. 199 sahen, die — + Doppelwirbel zu den —, die + — Doppelwirbel zu den + Wirbeln zu rechnen. Die Prozentzahl, diesmal also der + und + — Wirbel, zusammengezogen, ergibt 19,96. Das zu benutzende Eheschema ist infolgedessen dasselbe wie vorhin. Nach Hinzunahme der Doppelwirbel ergibt die Prüfung der Familienresultate folgendes:

Im Fall 1 bei den — × — Ehen sind

	zu erwarten	beobachtet
— Kinder	84,26 ± 2,58	80
Fall 2 bei den — × + Ehen:		
— Kinder	38,01 ± 3,00	39
Fall 3 wie vorhin,		
Fall 4 bei Ehen mit heterozygoten Eltern		
+ Kinder	14,63 ± 2,06	13.

Nach diesen Ergebnissen kann an der Vererbung des Drehsinns des menschlichen Scheitelwirbels

nach dem monohybriden MENDEL'schen Schema nicht gezweifelt werden.

Die Familienuntersuchungen geben Gelegenheit, die Unabhängigkeit des Wirbeldrehsinns vom Geschlecht erneut festzustellen, indem man Knaben und Mädchen getrennt betrachtet. Es ergibt sich in den verschiedenen Fällen:

I. unter Auslassung der Doppelwirbel		theoretisch	beobachtet
1 a) *		$27,18 \pm 1,46$	26
b) *		$33,52 \pm 1,63$	31
2 a)		$16,58 \pm 1,93$	18
b)		$11,75 \pm 1,62$	9
3 a)		2 ± 0	2
b)		1 ± 0	1
4 a)		$7,05 \pm 0,96$	6
b)		$7,22 \pm 1,05$	6
II. unter Einschluß der Doppelwirbel:			
1 a)		$36,24 \pm 1,69$	34
b)		$43,49 \pm 1,85$	41
2 a)		$16,58 \pm 1,93$	18
b)		$21,42 \pm 2,19$	21
3 a)		2 ± 0	2
b)		1 ± 0	1
4 a)		$7,05 \pm 0,96$	6
b)		$8,86 \pm 1,30$	7

* unter a) stehen die Mädchen,

* „ b) die Knaben.

Die Vererbung der Doppelwirbelanlage.

Das nächste Interesse richtete sich auf die Frage der Vererbung der Doppelwirbelanlage. In meinem Material treten 12 Ehen mit Doppelwirbeln auf mit 49 Kindern, von denen 14 einen Doppelwirbel besitzen. Im Hinblick auf die Zahlenverhältnisse muß die Doppelwirbelanlage ein rezessives Merkmal sein. Ich will das Gen für Doppelwirbel mit d, das antagonistische mit D bezeichnen. Die Ehe 44 muß dann von der Form $Dd \times dd$ sein. Bei ihren Kindern ist die Zahl der Doppelwirbel gleich der Zahl der einfachen Wirbel zu erwarten. Und in der Tat fanden sich drei Kinder mit Doppelwirbel und drei Kinder mit einfachem Wirbel. Wie ich schon früher bemerkte, ist das Übersehen eines Doppelwirbels bei Frauen leicht möglich. Daß letzteres wirklich eingetreten zu sein scheint, zeigt sich bereits in der Verteilung der Ehen. Im Schulmaterial traten Doppelwirbel im Mittel mit 7,02 % auf. Legt man diesen Prozentsatz für die ganze Bevölkerung zugrunde, so sind,

da man zwischen Gattenwahl und Wirbeleigentümlichkeiten keinen Zusammenhang annehmen wird, zu erwarten:

$$\mathbb{E} \times \mathbb{E} \text{ Ehen: } 0,93 \cdot 0,93 \cdot 46 = 39,78 \pm 2,31$$

$$\mathbb{D} \times \mathbb{E} \text{ Ehen: } 2 \cdot 0,93 \cdot 0,07 \cdot 46 = 6,00 \pm 2,28$$

$$\mathbb{D} \times \mathbb{D} \text{ Ehen: } 0,07 \cdot 0,07 \cdot 46 = 0,22 \pm 1,07.$$

$\mathbb{E}$ = Einfacher Wirbel, $\mathbb{D}$ = Doppelwirbel.

Beobachtet wurden hingegen 43 $\mathbb{E} \times \mathbb{E}$ Ehen, 3 $\mathbb{D} \times \mathbb{E}$ Ehen und 0 $\mathbb{D} \times \mathbb{D}$ Ehen, also zu wenig $\mathbb{D} \times \mathbb{E}$ und zu viel $\mathbb{E} \times \mathbb{E}$ Ehen. Offenbar sind bei einigen Müttern die Doppelwirbel übersehen worden. Infolgedessen ist zu erwarten, daß bei den $\mathbb{E} \times \mathbb{E}$ Ehen zu wenig Kinder mit einem einfachen und zu viel Kinder mit einem Doppelwirbel auftreten. Dieses tritt auch ein. Wegen der Unsicherheit der Bestimmung bei den Mädchen beschränke ich mich bei der Prüfung des Erbganges auf die Knaben. Wenn die Doppelwirbelanlage rezessiv monohybrid vererbt wird, so entspricht ihr die Gen-Formel dd, während die Genotypen DD und Dd phänotypisch den einfachen Wirbel darstellen. Bezeichnet man die relative Häufigkeit des Gens d mit p, die relative Häufigkeit des Gens D mit q = 1 - p, so ist in einer durchgemischten Bevölkerung die Wahrscheinlichkeit

für den Genotyp DD = p^2

„ „ „ Dd = 2 pq

„ „ „ dd = q^2

Nach den Untersuchungen an den Schulknaben ist $q^2 = 0,07$, also q = 0,268 und p = 0,732. Die Wahrscheinlichkeit beträgt dann für das Auftreten von Individuen der Form

$$DD = 0,536$$

$$Dd = 0,392$$

$$dd = 0,072.$$

Die verschiedenen Ehetypen sind dann mit folgenden Prozentsätzen zu erwarten:

	DD	Dd	dd
DD	28,73	21,01	3,86
Dd	21,01	15,37	2,82
dd	3,86	2,82	0,52

1. Die zu erwartende Anzahl der Knaben mit einfachem Wirbel beträgt bei denjenigen Ehen, bei denen beide Eltern ebenfalls einen einfachen Wirbel besitzen,

$$\frac{28,73 + 42,02 + 15,37 \cdot \frac{3}{4}}{86,12} \cdot 78 = 0,955 \cdot 78 = 74,49 \pm 1,61.$$

Der mittlere Fehler ist nach der Formel

$$\sqrt{\frac{3}{4} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{15,37}{86,12} \cdot 78}$$

zu berechnen. Es traten in Wirklichkeit nur 68 Knaben ohne Doppelwirbel auf, während 10 Knaben mit Doppelwirbel gegen $3,51 \pm 1,61$ zu erwartende beobachtet wurden, was der S. 209 oben aufgestellten Behauptung entspricht.

2. Bei den Ehen, bei denen nur ein Elter einen Doppelwirbel zeigt, ist die Übereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung gut. Es wurden vier Knaben mit einfachem Wirbel beobachtet, während die Rechnung $\frac{7,72 + 5,64 \cdot \frac{1}{2}}{13,36} \cdot 4 = 3,15$ Knaben liefert. Der mittlere Fehler beträgt

$$\sqrt{\frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,64}{13,36}} \cdot 4 = 0,65.$$

3. Eine Ehe dd $\times$ dd war nicht zu erwarten und wurde auch nicht beobachtet.

4. Die Prüfung der Familien, in welchen ein Doppelwirbel auftrat, während kein Elter einen Doppelwirbel zeigte — beide Eltern also vom Typ Dd sind —, geschieht nach dem auf S. 205 angegebenen Verfahren und ergibt eine gute Übereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung. Mit Hilfe der vorhin berechneten Tabelle erhalten wir für die erwartungsgemäße Anzahl der Knaben mit Doppelwirbeln 11,15 und einen mittleren Fehler von $\pm 1,39$. Beobachtet wurden 10.

Die Untersuchungen lassen die Behauptung gerechtfertigt erscheinen, daß auch die Doppelwirbelanlage nach dem monohybriden MENDEL'schen Schema vererbt wird.

Die Lage des Wirbelmittelpunktes.

a) Bei einfachen Wirbeln.

Neben dem Drehsinn wurde auch die Lage der Wirbel zur Medianebene studiert. Zunächst bringe ich die Ergebnisse der Untersuchungen an den einfachen Wirbeln. Die Messungen wurden vorgenommen gelegentlich der Aufnahme des Drehsinns an den Schulknaben in Göttingen, Langensalza, Iserlohn und Breslau. In den ersten beiden Orten wurde die Medianebene bestimmt, indem ein Bandmaß von einem bestimmten Punkte, nämlich der höchsten Stelle des Ohransatzes, des einen Ohrs über den Hinterkopf bis zum entsprechenden Punkt des anderen Ohransatzes gelegt wurde, die dazwischenliegende Entfernung abgelesen und davon die Mitte genommen wurde. In Iserlohn und Breslau wurde die Medianebene durch Schätzung festgestellt. Die Messungen in Breslau geschahen nur roh. Es wurde gemessen:

in Göttingen	die Lage von 280 Wirbeln
in Langensalza	„ „ „ 283 „
in Iserlohn	„ „ „ 1188 „
in Breslau	„ „ „ 823 „
insgesamt	„ „ „ 2574 „

Die Messungen in Iserlohn und Breslau wurden von Herrn Dr. SIEPMANN vorgenommen. Die Ergebnisse werden in den Tabellen Va—Vd mitgeteilt. Die Häufigkeitskurven bieten das Bild der GAUSS-Verteilung (s. Fig. 1—4). In

Verteilungskurve der Wirbellage.

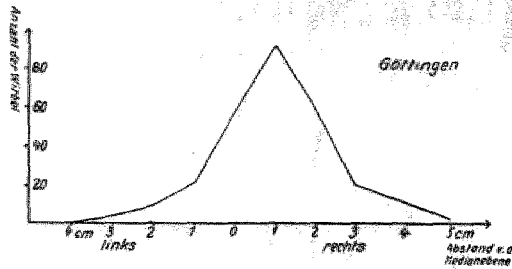


Fig. 1.

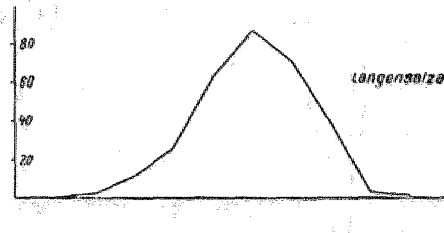


Fig. 2.

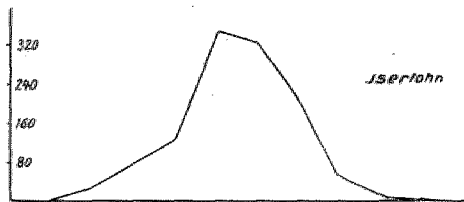


Fig. 3.

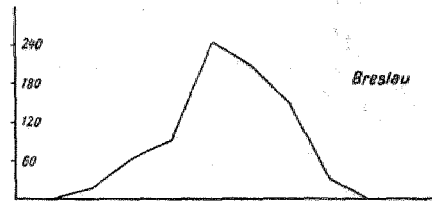


Fig. 4.

Tabelle VI (S. 215) gebe ich eine Zusammenstellung der Variationsgrenzen, der Variationsbreiten, der durchschnittlichen Lagen und der mittleren Abweichungen. Der Wirbelmittelpunkt liegt im Mittel rechts der Medianebene. Die verhältnismäßig große Differenz zwischen den durchschnittlichen Lagen in den einzelnen Orten ist durch die ungenaue Messung in Iserlohn und Breslau zu erklären. Die Lage des Wirbelmittelpunktes schwankt zwischen 4 cm links und 4,6 cm rechts der Medianebene. In der Aufstellung ist übrigens die Trennung zwischen — und + Wirbeln durchgeführt aus Gründen, auf welche ich später noch eingehen werde.

Umfangreiche Messungen der Lage von Haarwirbeln sind auch von GAUDE vorgenommen worden, der die Lage der Stirnwirbel und des ersten Rückenhaarwirbels von 709 Kühen bestimmt hat. Auch bei diesem Material ergibt sich GAUSS-Verteilung, wie die von mir gezeichneten Kurven S. 212 zeigen. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die Kurve bei den Rückenhaarwirbeln offensichtlich in zwei Teile zerfällt, so daß man zwei Zentren für den Sitz des gemessenen Rückenhaarwirbels annehmen muß.

Da es sich bei der Lage des Wirbels um ein stetig variierendes Merkmal handelt, ist eine monohybride Vererbungsweise nicht wahrscheinlich. Ge-

nauere Angaben über die Lage des Wirbels bekam ich nur von wenigen Familien. Meistens wurde nur links —, Mitte —, rechts — angegeben. Der Versuch, mit dieser Klasseneinteilung Gesetzmäßigkeiten zu finden, führte zu keinem Resultat.

Verteilungskurve der Lage des 1. Rückenhaarwirbels
bei Kühen.

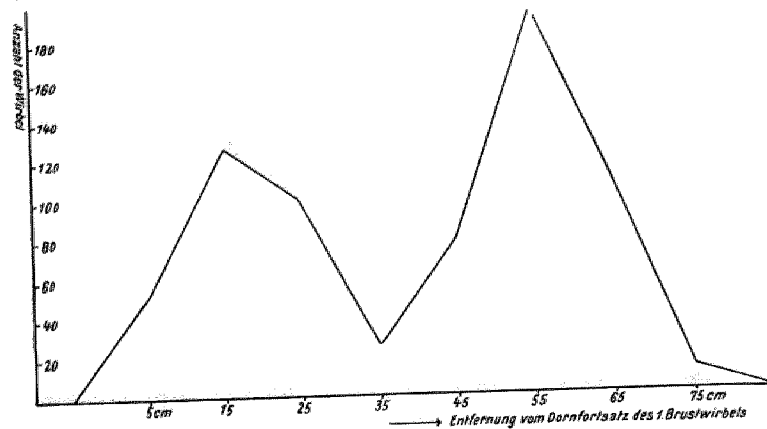


Fig. 5.

Verteilungskurve der Lage
des oberen Stirnhaarwirbels des unteren Stirnhaarwirbels
bei Kühen

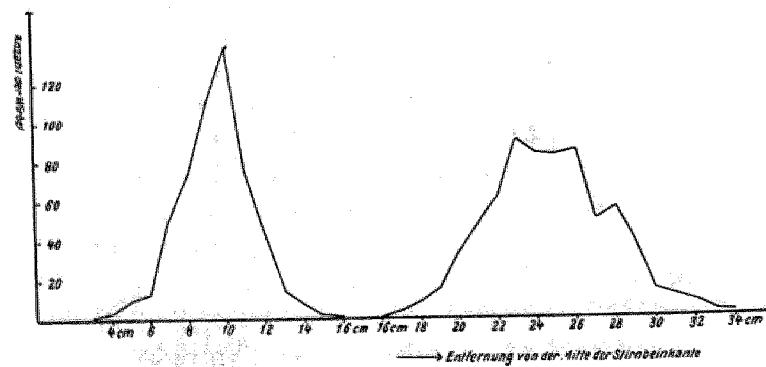


Fig. 6.

b) Bei Doppelwirbeln.

Auch die Lageverhältnisse der Doppelwirbel habe ich eingehend untersucht. Schon früher ergab sich, daß die ungleichsinnigen, polar genannten Doppelwirbel eine Gattung für sich bilden gegenüber den gleichsinnigen — — und + + Doppelwirbeln. Auch in bezug auf die Lage wird diese Ansicht

Tabelle Va.
Verteilung der Wirbellagen in Göttingen.

Intervall	Anzahl der		Gesamtzahl
	+ Wirbel	- Wirbel	
4,25 cm l. — 3,75 cm l.	—	—	—
3,75 „ „ — 3,25 „ „	1	1	2
3,25 „ „ — 2,75 „ „	1	2	3
2,75 „ „ — 2,25 „ „	0,5	1	1,5
2,25 „ „ — 1,75 „ „	1	2	3
1,75 „ „ — 1,25 „ „	3,5	6	9,5
1,25 „ „ — 0,75 „ „	—	8,5	8,5
0,75 „ „ — 0,25 „ „	2,5	21	23,5
0,25 „ „ — 0,25 „ „ r.	3,5	23,5	27
0,25 „ r. — 0,75 „ „	7,5	23	30,5
0,75 „ „ — 1,25 „ „	9,5	45	54,5
1,25 „ „ — 1,75 „ „	2	33	35
1,75 „ „ — 2,25 „ „	4,5	34	38,5
2,25 „ „ — 2,75 „ „	4,5	12	16,5
2,75 „ „ — 3,25 „ „	—	9	9
3,25 „ „ — 3,75 „ „	—	9	9
3,75 „ „ — 4,25 „ „	1	5	6
4,25 „ „ — 4,75 „ „	2	1	3
	44	236	280

Tabelle Vb.
Verteilung der Wirbellagen in Langensalza.

Intervall	Anzahl der		Gesamtzahl
	+ Wirbel	- Wirbel	
4,25 cm l. — 3,75 cm l.	—	—	—
3,75 „ „ — 3,25 „ „	1	—	1
3,25 „ „ — 2,75 „ „	—	—	—
2,75 „ „ — 2,25 „ „	1	1	2
2,25 „ „ — 1,75 „ „	3	4	7
1,75 „ „ — 1,25 „ „	1,5	7	8,5
1,25 „ „ — 0,75 „ „	4,5	10	14,5
0,75 „ „ — 0,25 „ „	4	15	19
0,25 „ „ — 0,25 „ „ r.	2,5	25,5	28
0,25 „ r. — 0,75 „ „	10,5	37	47,5
0,75 „ „ — 1,25 „ „	6,5	29	35,5
1,25 „ „ — 1,75 „ „	10,5	39,5	50
1,75 „ „ — 1,25 „ „	8,5	27	35,5
2,25 „ „ — 2,75 „ „	4,5	16	20,5
2,75 „ „ — 3,25 „ „	3	6,5	9,5
3,25 „ „ — 3,75 „ „	—	2,5	2,5
3,75 „ „ — 4,25 „ „	—	1	1
4,25 „ „ — 4,75 „ „	—	1	1
	61	222	283

Tabelle Vc.

Verteilung der Wirbellagen in Iserlohn.

Intervall Mitte	Anzahl der		Gesamtzahl
	+ Wirbel	- Wirbel	
4 cm l.	1	3	4
3,5 „ „	1	1	2
3 „ „	8	14	22
2,5 „ „	1	11	12
2 „ „	12	34	46
1,5 „ „	10	33	43
1 „ „	18	53	71
0,5 „ „	13	55	68
0 „ „	26	207	233
0,5 „ r	38	130	168
1 „ „	35	142	177
1,5 „ „	22	106	128
2 „ „	40	93	133
2,5 „ „	7	24	31
3 „ „	9	30	39
3,5 „ „	—	5	5
4 „ „	—	4	4
4,5 „ „	1	1	2
	242	946	1188

Tabelle Vd.

Verteilung der Wirbellagen in Breslau.

Intervall Mitte	Anzahl der		Gesamtzahl
	+ Wirbel	- Wirbel	
4 cm l.	—	—	—
3 „ „	4	13	17
2 „ „	15	49	64
1 „ „	27	64	91
0 „ „	46	198	244
1 „ r.	37	190	227
2 „ „	33	113	146
3 „ „	3	30	33
4 „ „	—	—	—
	165	657	822

bestätigt. Es zeigt sich nämlich, daß die polaren Doppelwirbel im Durchschnitt symmetrisch zur Mitte liegen, die gleichsinnigen nicht. Die Lage wurde bestimmt bei 98 —+, 90 +— und 12 —— Doppelwirbeln. Die Lagenverhältnisse sind folgende:

1. — + Doppelwirbel:

Der — Wirbel liegt im Durchschnitt 1,34 cm links der Medianebene

„ + „ „ „ „ 1,37 „ rechts „ „

2. + — Doppelwirbel:

Der + Wirbel liegt im Durchschnitt 1,76 cm links der Medianebene

„ — „ „ „ „ 1,83 „ rechts „ „

3. — — Doppelwirbel:

Der linke — Wirbel liegt im Durchschnitt 0,74 cm links der Medianebene

„ rechte — „ „ „ „ 2,33 „ rechts „ „

Tabelle VI.

Ort	Variationsgrenzen		Var. Breite cm	durchschn. Lage		mittl. Abweichg. cm
	cm l.	cm r.		cm l.	cm r.	
Göttingen	3,55	4,65	8,20	0,99		1,74
— Wirbel	3,4	4,65	8,05	1,03		1,72
+ Wirbel	3,55	4,55	8,10	0,76		1,88
Langensalza	3,45	4,65	8,10	0,86		1,54
— Wirbel	2,65	4,65	7,30	0,90		1,52
+ Wirbel	3,45	3,1	6,55	0,72		1,63
Göttingen und Langensalza . .	3,55	4,65	8,20	0,92		1,65
— Wirbel	3,4	4,65	8,05	0,97		1,63
+ Wirbel	3,55	4,55	8,10	0,73		1,74
Iserlohn	4	4,5	8,5	0,48		1,44
— Wirbel	4	4,5	8,5	0,48		1,41
+ Wirbel	4	4,5	8,5	0,48		1,57
Breslau	3	3	6	0,43		1,4
— Wirbel	3	3	6	0,46		1,4
+ Wirbel	3	3	6	0,26		1,30

Noch deutlicher wird die Sachlage durch die folgende Tabelle. Ich bezeichne mit „Mitte“ die Strecke von 0,5 cm l. einschließlich bis 0,5 cm r. einschließlich der Medianebene. Bei den — — Wirbeln liegen in über 40 % aller Fälle beide Wirbel rechts.

		links	Mitte	rechts	
— + Doppelwirbel	— Wirbel	83	7	8	98
	+ Wirbel	7	3	88	98
+ — Doppelwirbel	+ Wirbel	17	/	2	19
	— Wirbel	/	/	19	19
— — Doppelwirbel	l. — Wirbel	5	2	5	12
	r. — Wirbel	/	1	11	12

Beziehungen zwischen Drehsinn und Lage

Nachdem Drehsinn und Lage einzeln untersucht worden sind, soll nunmehr die Frage geklärt werden, ob Beziehungen zwischen den beiden Merkmalen vorhanden sind. Um die Untersuchung durchzuführen, habe ich die — und + Wirbel getrennt und ihre Verteilung einzeln betrachtet. Die Einteilung der Lage geschah wie vorhin bei den Doppelwirbeln in links — Mitte — rechts. Die Tabelle VII gibt das gefundene Bild wieder. In der ersten Zeile ist jedesmal der Prozentsatz der links gelegenen +, in der zweiten Zeile der Prozentsatz der links gelegenen — Wirbel eingetragen. Überall, außer in Husum, welches wegen der Kleinheit des Materials unberücksichtigt bleiben kann, liegen relativ links mehr + als — Wirbel. Im Durchschnitt liegen von den + Wirbeln links 21,6 %, von den — Wirbeln 15,1 % bei einem Material von 719 + und 2926 — Wirbeln. Der Unterschied beträgt also 6,5 %. Entsprechend erhält man natürlich auch für den Prozentsatz der + Wirbel unter den links gelegenen Wirbeln einen höheren als im allgemeinen. Die Zahlen hierfür sind in Tabelle VIII wiedergegeben.

Tabelle VII.

Göttingen	+ Wirbel	15,9 %	von 44 + Wirbeln
	— Wirbel	11,4 %	„ 236 — Wirbeln
Langensalza	+ Wirbel	19,7 %	„ 61 + Wirbeln
	— Wirbel	12,2 %	„ 222 — Wirbeln
Mühlhausen	+ Wirbel	13,3 %	„ 60 + Wirbeln
	— Wirbel	7,2 %	„ 235 — Wirbeln
Iserlohn	+ Wirbel	21,1 %	„ 242 + Wirbeln
	— Wirbel	15,8 %	„ 946 — Wirbeln
Breslau	+ Wirbel	27,9 %	„ 165 + Wirbeln
	— Wirbel	19,2 %	„ 657 — Wirbeln
Flensburg	+ Wirbel	22,2 %	„ 27 + Wirbeln
	— Wirbel	17,3 %	„ 110 — Wirbeln
Schleswig	+ Wirbel	15,4 %	„ 39 + Wirbeln
	— Wirbel	13,5 %	„ 170 — Wirbeln
Husum	+ Wirbel	6,3 %	„ 16 + Wirbeln
	— Wirbel	16,3 %	„ 86 — Wirbeln
Rendsburg	+ Wirbel	33,3 %	„ 6 + Wirbeln
	— Wirbel	14,0 %	„ 43 — Wirbeln
Stolp	+ Wirbel	28,9 %	„ 45 + Wirbeln
	— Wirbel	16,0 %	„ 181 — Wirbeln
Schivelbein	+ Wirbel	21,4 %	„ 14 + Wirbeln
	— Wirbel	17,5 %	„ 40 — Wirbeln
Insgesamt	+ Wirbel	21,6 %	719 + Wirbeln
	— Wirbel	15,1 %	2926 — Wirbeln

Tabelle VIII.

Ort	% der l. gelegenen + Wirbel	Anzahl der l. gelegenen Wirbel	Allgemeiner %-Satz der + Wirbel
Göttingen	20,6	34	15,7
Langensalza	30,8	39	21,6
Mühlhausen	32	25	20,4
Iserlohn	25,5	200	20,4
Breslau	26,8	172	20,0
Flensburg	24	25	19,7
Schleswig	21,4	28	18,7
Husum	6,7	15	15,7
Rendsburg	25	8	12,2
Stolp	31	42	19,9
Schivelbein	30	10	25,5
Insgesamt	26	598	19,8

Da das Überwiegen der + Wirbel in allen Fällen vorhanden ist, kann mit Sicherheit geschlossen werden, daß eine, wenn auch verhältnismäßig schwache statistische Korrelation zwischen Linkslage und + Drehsinn vorhanden ist. Entsprechend ist auch ein Zusammenhang des — Wirbels mit der Rechtslage festzustellen. Diese Tatsachen kommen auch schon in den Zahlen für die durchschnittliche Lage zum Ausdruck. Deshalb wurde oben (S. 211) ihre Bestimmung für + und — Wirbel getrennt durchgeführt; wie die Tabelle VI zeigt, liegt der + Wirbel durchschnittlich etwas weiter links als der — Wirbel. Aus der festgestellten statistischen Korrelation kann man nicht auf eine genetische schließen, um so weniger, als sich im Familienmaterial keinerlei Anhaltspunkte dafür ergeben. Im übrigen äußert sich — wie Dr. v. BEHR in seiner Dissertation gezeigt hat —, eine Faktorenkoppelung auch gar nicht in den statistischen Massenverhältnissen einer völlig durchgemischten Bevölkerung. Möglicherweise sind morphologische Gründe für die Verbindung von Lage und Drehsinn maßgebend.

Beziehungen zwischen Drehsinn und Augenfarbe.

Gleichzeitig mit den Wirbelaufnahmen wurde auch die Augenfarbe der Kinder notiert, um etwaige Zusammenhänge zwischen Wirbeldrehsinn und Augenfarbe festzustellen. Es wurde unterschieden zwischen Simplex und Duplex, wobei nach VIRCHOW alle Augen mit pigmentierter Iris mit Duplex und alle blauen und rein grauen Augen mit Simplex bezeichnet wurden. In folgender Tabelle sei das Ergebnis der Untersuchung wiedergegeben:

Es sind Duplex

	von den + Wirbeln	von der Allgemeinheit
in Iserlohn	25,5 %	25 %
Mühlhausen	32,8 %	31,8 %
Langensalza	24,7 %	24,8 %
Breslau	39,8 %	42,6 %
Fle, Schl., Hus., Re., St. u. Sch.	16,1 %	15,1 %
	27,4 %	27,4 %

von den Duplex sind:

	+ Wirbel	Allg. %-Satz der + Wirbel
in Iserlohn	21 %	20,1 %
Mühlhausen	20,6 %	22,4 %
Langensalza	20,2 %	21,2 %
Breslau	18 %	20 %
in den übrigen 6 Orten	18,9 %	17,6 %
	19,8 %	20,5 %

Es ist also kein Zusammenhang zwischen Augenfarbe und Wirbeldrehsinn nachweisbar.

Beziehungen zwischen Drehsinn und Singstimme.

Dasselbe negative Resultat ergibt sich auch beim Vergleich mit den Singstimmen. Diese sind durch die Untersuchungen von Herrn Prof. BERNSTEIN als einfach MENDEL'sches Merkmal erwiesen worden mit den homozygoten Klassen Sopran und Alt und der heterozygoten Klasse Mezzosopran. Die Verteilung der Wirbelarten auf die einzelnen Singstimmencharaktere zeigt folgendes Bild:

	—	+	⊕	Anzahl der unter- suchten Kinder
Sopran	76,9 %	15,8 %	7,3 %	317
Mezzosopran	74,5 %	17,7 %	7,8 %	434
Alt	71,5 %	19 %	9,5 %	179
Allgemein	74,6 %	17,4 %	8 %	/

Es ist also keine Korrelation vorhanden.

Beziehungen zwischen Scheitelwirbel und Wachstumsrichtung der Haare im Nacken.

Weiterhin habe ich die Frage geprüft: Besteht eine Beziehung zwischen dem Drehsinn bzw. der Lage des Scheitelwirbels und der Wachstumsrichtung der Haare im Nacken? Von vornherein wäre es ja durchaus denkbar, daß

der Einfluß des Wirbels sich auch auf die Haarrichtung im Nacken ausdehnt, daß etwa ein links gelegener + Wirbel immer ein von links nach rechts gerichtetes Wachstum der Haare im Nacken hervorruft. Der Haarstrich im Nacken ist schon von einer großen Anzahl von Forschern untersucht worden. Wie MAWE berichtet, ist in Japan der Glaube verbreitet, daß man aus der Richtung des Haarstromes im Nacken eines Kindes das Geschlecht des nächstjüngeren Kindes vorhersagen kann. Seine zwecks Nachprüfung dieses Glaubens angestellten Untersuchungen ergaben seine Haltlosigkeit. Ausgedehnte statistische Untersuchungen hat KIDD in England durchgeführt. KIDD unterscheidet zwei Fälle: den normalen, bei dem im Nacken eine mediane Divergenzlinie liegt, und den exzeptionellen, der durch eine mediane Konvergenzlinie der Haare charakterisiert ist. Beide Fälle findet er ungefähr gleich häufig. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß nicht zwei, sondern fünf Fälle zu unterscheiden sind:

1. die Haare laufen in der Mittellinie des Nackens zusammen,
2. „ „ „ „ „ „ „ auseinander,
3. „ „ „ parallel nach links,
4. „ „ „ „ „ unten,
5. „ „ „ „ „ rechts.

Bei 1012 beobachteten Knaben ergab sich folgende Verteilung:

in Klasse 1	409 Knaben
„ „ 2	404 „
„ „ 3	96 „
„ „ 4	84 „
„ „ 5	19 „

Klasse 1 und 2 verhalten sich auch hier, wie von KIDD behauptet, wie 1 : 1. Jedoch sind die anderen Klassen nicht zu vernachlässigen. Die Trennung nach den einzelnen Wirbelarten ergibt:

	Klasse 1	2	3	4	5
— Wirbel	291	298	73	63	13
+ Wirbel	87	72	14	13	1
— + Doppelwirbel	23	26	6	6	1
+ — Doppelwirbel	4	3	2	2	/
— — Doppelwirbel	3	5	1	/	/
+ + Doppelwirbel	1	/	/	/	/

Es findet sich also bei allen Wirbelarten dieselbe Verteilung. Der Drehsinn des Scheitelwirbels hat keinen Zusammenhang mit der Wachstumsrichtung der Haare im Nacken.

Ich komme nun zu der Frage: hat die Lage des Wirbels einen Einfluß? Auch hier ergibt sich ein negatives Ergebnis, wie nach-

stehende Übersicht zeigt: rechts — Mitte — links haben dieselbe Bedeutung wie früher:

		rechts	Mitte	links
Klasse	1	198	63	104
„	2	194	81	80
„	3	56	16	7
„	4	40	13	8
„	5	9	2	5

Die Lage hat keinen Zusammenhang mit der Wachstumsrichtung der Haare im Nacken.

Stirnwirbel und ihre Beziehungen zum Scheitelwirbel.

Außer dem Scheitelwirbel, den jeder Mensch besitzt, sei es, wie wir sahen, als einfachen, doppelten oder gar dreifachen Wirbel, kommen im Kopfhaar mancher Menschen auch noch andere Wirbel vor. Eine nicht allzu seltene Erscheinung bilden Wirbel im vorderen Haarfeld, die als Stirnwirbel bezeichnet werden. Unter diesen ist zu unterscheiden zwischen solchen, deren Zentrum an der Grenze des Haarfeldes oder gar außerhalb desselben liegt, und solchen, die vollständig im Haarfeld liegen. Ich spreche nur von den letzteren, also denjenigen, die LUDWIG als akzessorische Störungen im Scheitelstrom bezeichnet. Die vorkommenden Modifikationen sind dieselben wie bei dem Scheitelwirbel, es gibt also einfache und Doppelstirnwirbel mit — und + Drehsinn links und rechts. Vollständige Korrelation zwischen Lage und Drehsinn besteht auch bei ihnen nicht, wie schon D'AJUTOLO angegeben hat. Wie weit Abhängigkeit vorhanden ist, kann bei dem geringen Material nicht festgestellt werden. Unter rund 1800 Knaben wurden (in Iserlohn und Breslau) von Herrn Dr. SIEPMANN 20 einfache Stirnwirbel gefunden. Es ist übrigens natürlich, daß leicht ein Stirnwirbel übersehen werden kann. Von den 20 Wirbeln liegen 19 rechts, einer links. Der Drehsinn ist bei allen negativ. Außerdem wurde in Göttingen ein auf der rechten Seite liegender Stirnwirbel mit positivem Drehsinn beobachtet. Weiterhin wurden zwei Doppelwirbel festgestellt, die vollkommen innerhalb des Haarfeldes lagen und beide + — waren, wobei das linke Zeichen wieder den Drehsinn des linken Wirbels angibt. Ferner kam noch ein — + Doppelwirbel vor, wobei der linke jedoch an der Haargrenze lag, sowie ein + —, dessen rechter Wirbel sein Zentrum an der Haargrenze hatte.

Es wäre denkbar, daß ein Stirnwirbel ein nach vorn gewandelter Wirbel eines Scheiteldoppelwirbels ist. Das ist jedoch kaum der Fall, wie die folgenden Zahlen zeigen. Von den Knaben mit Stirnwirbel hatten

15 einen — Scheitelwirbel,

3 „ + „

4 „ Doppelwirbel.

Es sind also sogar mehr Doppelwirbel aufgetreten als zu erwarten waren. Ein Zusammenhang zwischen Scheitel- und Stirnwirbeln scheint nicht zu bestehen.

Der Scheitelwirbel als Rassenmerkmal.

Nachdem die Vererbung des Drehsinns des menschlichen Scheitelwirbels festgestellt worden war, konnte zur Untersuchung der Frage übergegangen werden, ob er ein zur Rassenanalyse geeignetes Merkmal sei. Betrachten wir die in verschiedenen Städten ermittelten Häufigkeiten des Auftretens der — und der + Wirbel, so zeigt sich, daß die vorhandenen Differenzen so klein sind, daß sie alle innerhalb des doppelten mittleren Fehlers liegen und also als reine Zufallsabweichung aufgefaßt werden können. Die beiden extremsten Fälle sind Kissingen mit 21,6 % + Wirbeln, 78,4 % — Wirbeln und Göttingen mit 15,9 % + Wirbeln und 74,1 % — Wirbeln. (Die Doppelwirbel sind hierbei ausgelassen.) Aus diesen Zahlen ergibt sich für die relative Häufigkeit der rr-Rasse in Kissingen $r_1 = 0,465$, in Göttingen $r_2 = 0,399$, für die relative Häufigkeit der RR-Rasse demnach $R_1 = 0,535$ bzw. $R_2 = 0,601$. Der mittlere Fehler von R_1 ist $\mu_1 =$

$$\sqrt{\frac{0,535 \cdot 0,465}{222}} = 0,0335, \text{ der mittlere Fehler von } R_2 : \mu_2 = \sqrt{\frac{0,601 \cdot 0,399}{284}}$$

$= 0,0291$. Der nach der Formel $\mu_d = \sqrt{\mu_1^2 + \mu_2^2}$ berechnete mittlere Fehler der Differenz beträgt 0,0443, während die Differenz selbst 0,066, also nur $1\frac{1}{2}$ mal so groß wie der mittlere Fehler ist. Wenn wir aber doch einmal annehmen, der Wirbeldrehsinn sei ein Rassenmerkmal, so müßte im Hinblick auf die Zahlenverhältnisse der negative Drehsinn ein die nordische Rasse auszeichnendes Merkmal sein und die auf Grund der Singstimmenuntersuchungen gefundenen Häufigkeiten p der AA-Rasse müßten mit den Häufigkeiten R der RR-Rasse übereinstimmen. In der Tat ist das weitgehend der Fall, wie die folgende Tabelle zeigt:

	Anzahl	p	R	Anzahl
Göttingen	1804	0,602	0,598	297
Flensburg	340	0,528	0,556	144
Schleswig	275	0,560	0,568	218
Husum	204	0,620	0,604	115
Rendsburg	186	0,586	0,639	59
Stolp	429	0,565	0,554	249
Schivelbein	207	0,551	0,478	64

Zur weiteren Klärung der Frage wurden durch Herrn Dr. SIEPMANN in Österreich (Innsbruck) und Italien (Modena), sowie auf Veranlassung von Herrn Prof. BERNSTEIN in Rumänien statistische Untersuchungen über den Haarwirbeldrehsinn vorgenommen.

Es ergab sich folgende Verteilung der Wirbelarten:

	—	+	— +	+ —	— —	+ +	Ges.- Zahl
Innsbruck . . .	552	134	39	8	8	/	741
Modena	413	120	27	4	3	1	568
Rumänien . . .	365	64	36	8	1	/	474

in Prozenten:

Innsbruck	74,5	18,1	7,4
Modena	72,7	21,1	6,2
Rumänien	77,0	13,5	9,5

Die Untersuchungen in Rumänien wurden in verschiedenen Ortschaften von den Lehrern der betreffenden Schulen durchgeführt. Die Einzelergebnisse sind:

	—	+	— +	+ —	— —	(+ u. + —) in %
Ecole de Flammanda . .	19	4	3	/	/	15,4
„ Draguvesto . . .	10	3	1	1	/	26,6
„ Hodiovaia . . .	27	7	7	2	/	21,0
„ Jepuresti . . .	25	4	4	/	/	12,1
„ Stenesto	40	10	2	/	1	19,2
„ Giurgiu	131	12	5	2	/	9,3
„ Gradistea et Nogosesti . . .	113	24	14	3	/	17,6

Diese Ergebnisse sprechen nicht dafür, daß der — Wirbel als ein Merkmal der nordischen Rasse anzusehen ist, denn der Prozentsatz der nordischen Rasse wird in Modena kaum 52,8 % betragen. Andererseits ist jedoch die oben festgestellte große Übereinstimmung der Prozentsätze der Baß-Sopranrasse mit den Prozentsätzen der RR-Rasse in Deutschland sehr auffallend. Zur Entscheidung der Frage, ob der Wirbeldrehsinn ein Rassenmerkmal ist, brauchte man Untersuchungen in Gebieten mit rein-rassiger Bevölkerung¹.

Ergebnis.

Die vom Mittelpunkt des Scheitelwirbels ausgehenden Haarlinien verlaufen niemals radial, sondern sind in Spiralen angeordnet, die sowohl links- als auch rechtsläufig sein können. Der — Wirbel tritt ungefähr viermal

¹ Anmerkung während der Korrektur: Inzwischen hat Herr Musiklehrer Heucke Feststellungen über Singstimmen und Haarwirbel in Jütland gemacht. Die Parallelität zwischen Baß-Sopranrasse und RR-Rasse wurde im Friesengebiet zweifelsfrei festgestellt. Nach Ansicht von Herrn Prof. BERNSTEIN ist das RR-Merkmal wie die Dolichocephalie im Süden und Norden Europas aus verschiedenen Quellen rassenmäßig bedingt, wodurch das erneute Ansteigen in Italien und Rumänien sich erklären würde.

so häufig auf wie der + Wirbel, wie durch ausgedehnte Untersuchungen an Schulknaben festgestellt wurde.

Familienuntersuchungen ergaben die Vererbung des Wirbeldrehsinnes nach dem monohybriden MENDEL'schen Schema, wobei der negative Drehsinn dominant über den positiven ist.

In etwa 7 % aller Fälle befindet sich auf dem Scheitel ein Doppelwirbel. Die Doppelwirbelanlage wird ebenfalls nach dem monohybriden MENDEL'schen Schema vererbt. Sie bildet ein rezessives Merkmal gegenüber den einfachen Wirbeln. Nach dem Drehsinn unterschieden sind vier Arten von Doppelwirbeln möglich. — — und + + Doppelwirbel sind sehr selten. Von den polaren Doppelwirbeln sind die — + Doppelwirbel weit häufiger als die + — Doppelwirbel. Es zeigt sich das auffallende Ergebnis, daß der Prozentsatz der + — Doppelwirbel unter den polaren Doppelwirbeln gleich dem Prozentsatz der + Wirbel unter den einfachen Wirbeln ist.

Die Lage der Scheitelwirbel ist ein stetiges Merkmal. Der Wirbelmittelpunkt liegt zwischen 4 cm links und 4,65 cm rechts der Medianebene, seine durchschnittliche Lage befindet sich zwischen 0,5 und 1 cm rechts der Mitte. Die Verteilung zeigt das Bild einer GAUSS-Kurve. Über die Vererbung der Wirbellage kann nichts ausgesagt werden. Entsprechend der stetigen Variation dieses Merkmals ist kein einfacher Vererbungsmodus zu erwarten. Bei der Untersuchung der Lage der Doppelwirbel stellt sich heraus, daß die Einzelwirbel der polaren Doppelwirbel im Durchschnitt symmetrisch zur Medianebene liegen, während die — — Wirbel eine starke Tendenz nach rechts zeigen.

Zwischen dem Drehsinn und der Lage der einfachen Wirbel konnte mit Sicherheit eine statistische Korrelation festgestellt werden in dem Sinne, daß unter den links gelegenen Wirbeln der Prozentsatz der + Wirbel höher ist als unter den rechts gelegenen.

Mit der Wachstumsrichtung der Haare im Nacken hat weder der Drehsinn noch die Lage des Scheitelwirbels einen Zusammenhang. Das Auftreten von Stimwirbeln ist ebenfalls unabhängig vom Scheitelwirbel.

Die Frage, ob der Drehsinn des Scheitelwirbels ein Rassenmerkmal ist und also zur quantitativen Rassenanalyse benutzt werden kann, konnte mit dem vorhandenen Material nicht entschieden werden. Eine Korrelation mit Augenfarbe und Singstimme am einzelnen Ort ist erwartungsgemäß nicht vorhanden. Jedoch zeigt sich eine gute Übereinstimmung geographisch zwischen der Häufigkeit der Baß-Sopranrasse und der Häufigkeit der homozygoten RR-Rasse. Daß jedoch die Baß-Sopranrasse nicht mit der RR-Rasse identisch ist, lehren die Ergebnisse in Innsbruck, Modena und Rumänien.

Ges.-

Zahl

741

568

474

schaften
gebnisse

u. + —)

1 %

15,4

26,6

21,0

12,1

19,2

9,3

17,6

in Merk-
ordischen
die oben
ranrasse
nd. Zur
mal ist,
lkerung¹.nien ver-
ohl links-
viermallusiklehrer
gemacht.
iesengebiet
l-Merkmal
n Quellen
änien sich

Literaturverzeichnis.

- D'AJUTOLO, G.: Sulla direzione anomala dei capelli. Mem. della R. Acad. delle scienze dell' istituto di Bologna. Ser. 6. Tome 3. 1906.
- V. BEHR, J.: Zur Theorie Mendelistischer Massenerscheinungen. Diss. Göttingen 1924.
- BERNSTEIN, F.: Zusammenfassende Betrachtungen über die erblichen Blutstrukturen des Menschen. Zeitschr. f. ind. Abstammung und Vererb.-Lehre. 1925. Bd. 27. Heft 3.
- Zur Statistik der sekundären Geschlechtsmerkmale. Nachr. d. Ges. d. Wiss. zu Gött. Math.-physik. Kl. 1923.
- Beiträge zur Mendelistischen Anthropologie I. Sitz.-Ber. d. preuß. Akad. d. Wiss. Math.-Physik. Kl. 1925.
- BETHCKE, F.: Das Haarkleid des Rindes. Diss. med. vet. Leipzig 1917.
- ESCHRIECHT, E.: Kopenhagen, MÜLLER's Archiv für Anat. u. Physiol. 1837.
- FERÉ, CH.: Les stigmates tératologiques de la dégénérescence chez les sourds-muets. Journ. de l'Anat. et de la Physiol. Année 32. 1896.
- GAUDE, W.: Beziehungen zwischen Körperform und Leistungen in der Rindviehzucht. 1911.
- KIDD, W.: Notes on the hairslope of man. Journ. of Anat. and Phys. 1901.
- Certain Habits of Animals traced in the Arrangement of their Hair. Proc. Zool. Soc. 1902. Vol. II. No. 10.
- LUDWIG, EUGEN: Morphologie und Morphogenese des Haarstrichs. Zeitschr. f. d. ges. Anat. I. Abt. 62. Bd. 1921.
- MAWE, E. S.: Types of nuchal hair and a possible theory of the production of sex. Journ. of Anat. and Phys. 45. 1910.
- OSLANDER, B.: Commentationes societatis regiae scientiarum Goettingensis recentiores. Vol. IV. ad annum 1816—1818.
- V. SCHOUPPE, K.: Die Haarwirbel beim Pferde, ein Mittel zur Feststellung der Identität. Zeitschr. f. Tiermed. Bd. 14. 1910.
- SCHWALBE, G.: Über die Richtung der Haare bei den Affenembryonen. Selenka, Menschenaffen 10. Wiesbaden 1911.
- SIEGEL, R.: Anatomische Untersuchungen über die äußere Haut des Hundes. Diss. med. vet. Leipzig 1917.
- VOIGT, CH. A.: Abhandlung über die Richtung der Haare am menschlichen Körper. Wien 1875.
- WIEGMANN, K.: Über die Haarwirbel bei Pferden. Diss. Tierärztl. Hochsch. Hannover 1920.