

Die subjektive Wollbeurteilung, kritisiert vom Standpunkte der psychophysiologischen Forschung.

(Mit 1 Textfig.)

Von

Ernst Tänzer

(Aus dem Institut für Tierzucht und Molkereiwesen der Universität Halle:
Direktor Prof. Dr. Frölich).

Helmholtz: „Was ist Wahrheit in unserem
Anschauen und Denken?“

An kritischen Betrachtungen der sogenannten objektiven Feinheitsbestimmungen der Wolle ist seit dem Wiedererwachen des Interesses an der Schaf- und Wollkunde eine Fülle von interessantem Material geliefert worden. Die diesbezüglichen Untersuchungen beschäftigen sich mit der Methodik der mikrometrischen Technik¹⁾ und suchen diese auszubauen und zu verfeinern. Es sei hier auf die Veröffentlichungen von Spöttel (1923 und 1925), Herbst (1923), Herbst und Witt (1925), Kronacher und seine Mitarbeiter (1924, 1925), Mansfeld (1925), Naumann (1925) und Heydenreich (1926) verwiesen.

Angesichts der eigenartigen Tatsache, daß man die Ergebnisse der objektiven Feinheitsbestimmung des Wollhaares bei

¹⁾ Die Feinheitsbestimmung auf Grund der Kräuselung — ausgehend von der Wahrnehmung, „daß je kleiner die einzelnen Bögen des Strähnchens sind, d. h. je mehr solcher Bögen auf ein gewisses Maß gehen, desto feiner auch das einzelne Wollhaar sei“ (Bohm) — kann bei der durch Völtz nachgewiesenen Unzulänglichkeit der mikroskopischen Dickenmessung des Haares nicht gleichgestellt werden. Daß mit Hilfe der durch den Defordenapparat ermittelten Ergebnisse bezüglich Tragkraft und Dehnbarkeit „ohne vorausgegangene mikroskopische Untersuchung der Feinheitsgrad des Wollhaares bestimmt werden kann“ (Kronacher), dürfte sich angesichts des Transgredierens der Grenzwerte keinesfalls verallgemeinern lassen, wie Tänzer schon 1924 geäußert hat.

Festsetzung eines Boniturschlüssels²⁾ in Übereinstimmung mit der subjektiven Haardickenermittlung des Wollhandels, welch letztere ja bei ihrer bekannten Unsicherheit in der mikrometrischen Technik gerade erst auf eine von der Person des Untersuchers unbeeinflussbare Basis gebracht und kontrolliert werden sollte, zu bringen sucht, dürfte eine Kritik der subjektiven Wollbeurteilung vom physiologisch-psychologischen Standpunkte einmal angebracht sein, inwieweit die Praktiken der Wollbonitur sich mit der Sinnes-Physiologie und -Psychologie vereinbaren lassen. Es sei in diesem Rahmen einmal verstattet, daß nicht das Tier, sondern der Mensch Objekt der Betrachtung sei, naturgemäß mit Rücksicht auf die Zwecke der Züchtungskunde. Da aber alles Erkennen der Außendinge durch die Sinnesorgane vermittelt wird, wird das Studium letzterer wesentlich das Wissen von den Dingen um uns fördern.

Wir müssen uns auch darüber klar sein, daß die objektive Untersuchung der Wolle, ausgeführt durch eine wissenschaftlich geleitete Stelle, bei dem großen Wollgefälle nur eine quantitativ untergeordnete Bedeutung hat, daß in der Praxis die subjektive Methode immer vorherrschend sein wird. So dürfte die kritische Betrachtung der letzteren in ihrer Wirkungsweise wichtige Fingerzeige für die Grenzen einerseits, wie für die Ausnutzungsmöglichkeiten des Verfahrens andererseits geben können.

Vergegenwärtigen wir uns von vornherein, daß die Sortimenteinteilung der Wollen bezüglich ihrer Feinheit erhebliche

²⁾ Als erster brachte Herbst eine Tabelle zur Bestimmung des Gesamtsortimentes einer Wollprobe:

	Variationsbreite der Probe:		
	20—40 ‰	41—60 ‰	61—80 ‰
zulässige gröbere Haare im			
nächst größeren Sortiment	25 ‰	20 ‰	15 ‰
im zweit größeren Sortiment	12,5 ‰	10 ‰	7,5 ‰
im dritt größeren Sortiment	8,3 ‰	6,7 ‰	5 ‰

In fortgesetzter Kontrolle mit den Handelsbonituren wurde durch die Arbeiten des Hallenser Tierzuchtinstitutes ein Boniturschlüssel herausgebildet, der ersteren, wie der unten aufgeführte Elbesche (an der Merinostammschäferei Nebra) mit 76 ‰, größere Annäherung zeigt:

2a: 5 ‰ dürfen	26,4 ‰	und größer sein, davon	2 ‰ 31,2 ‰	und größer.
a: 10 ‰	31,2		4 ‰ 33,6	und
ab: 10 ‰	33,6			
b: 25 ‰	33,6			
c: 10 ‰	45,6			
d: 5 ‰	62,4	„		
e: alle gröbere Wollen.				

Die Notwendigkeit, für jede Herdenuntersuchung fast einen neuen Schlüssel aufstellen zu müssen, beleuchtet die Schwierigkeit einer Identifizierung mit einer „subjektiven“ Methode.

Die Kronachersche Angabe des Hauptsortiments (50 ‰ des Vlieses) in Verbindung mit den Nebensortimenten, die über 33 ‰ vertreten sind, ist zu unbestimmt.

Anforderungen an das Unterscheidungsvermögen des Wollboniteurs stellt, die zunächst durch Wiedergabe der früher gebräuchlichen Tuchwoll- und der jetzt üblichen Kammwollsortimente beleuchtet seien.

Tuchwollsortimente ³⁾			Kammwollsortimente ⁴⁾		
	Querdurchmesser in μ			Querdurchmesser in μ	
Superelecta plus plus	12,5	—15,0	A A A A A	18 μ u.	weniger
Superelecta plus	15,0	—16,5	A A A A	18—20	
Superelecta	16,5	—17,75	A A A	20—22	
I. Electa	17,75	—19,0	A A	22—24	
II. Electa	19,0	—20,3	A ₁	24—25	
Hohe Prima	22,25	—24,0	A ₂	25—26	
Geringe Prima	24,0	—25,4	B ₁	26—28	
Hohe Sekunda	25,4	—26,66	B ₂	28—30	
Sekunda	26,66	—29,0	C	30—37	
Tertia	31,75	—37,0	D	37—45	
Quarta	37,0	—	E	45—60	
			F	über 60	

Durch Einschlebung von Zwischensortimenten, wie sie in der Praxis üblich sind, (z. B. a a/a, a/a b, starkes oder schwaches a) wird die Schwierigkeit erhöht.

Bei der Beurteilung der Wolle sind beteiligt der Gesichtssinn und der Tastsinn, die uns bekanntlich die präzisesten und differenziertesten Leistungen der Raumanschauung liefern.

Dem ersteren kommt nun offensichtlich in unserem Falle die größere Bedeutung zu. Deshalb soll mit der Beurteilung der Wolle, resp. des Wollhaares mit Hilfe des Auges begonnen werden. Die bisherigen Untersuchungen aus dem Gebiete der Physiologie und Psychologie unserer Gesichtsempfindungen, -wahrnehmungen und -vorstellungen lassen sich nicht ohne weiteres für unsere Fragestellung verwerten, bedürfen vielmehr der Umformung und Auswertung für unseren speziellen Zweck, die den theoretischen Ausführungen folgen soll.

Der Reproduktion der Außendinge dient bekanntlich das Auge, das zu diesem Zwecke mit lichtbrechenden und lichtperzipierenden Elementen ausgerüstet ist. Die lichtempfindenden Teile der Netzhaut sind die Stäbchen (ca 130 Millionen) und Zapfen (ca 7 Millionen). In der Fovea centralis retinae, dem Ende der Sehachse auf der Netzhaut, die bekanntlich mit der optischen Achse im Knotenpunkt einen Winkel von 3,5-7° bildet und der Stelle des „direkten Sehens“ (mit direkter Richtung der Sehachsen auf die Objektpunkte) finden sich nur Zapfen und

³⁾ aus B o h m.

⁴⁾ aus L e h m a n n.

zwar am dichtesten nebeneinander, sie bilden an der Stelle des schärfsten Sehens ein regelmäßiges Mosaik sechseckiger Querschnitte⁵⁾.

Für die Wollbeurteilung kommt offensichtlich nur das direkte Sehen in Frage; da hierbei auch die Tiefenbeurteilung nicht mitspielt, kann das binokulare Sehen außer acht gelassen werden.

Zur Kritik der obigen Sortimente bezüglich ihrer Erkennbarkeit soll zunächst der kleinste Seh- oder Gesichtswinkel behandelt werden⁶⁾. Man versteht darunter bekanntlich den Winkel ($\angle AKB$) (Fig. 1) im Knotenpunkt zwischen den vom oberen und unteren Ende des Gegenstands gezogenen Richtungsstrahlen; er ist gleich dem Winkel ($\angle cKd$), den im Auge die vom Knotenpunkt nach dem oberen und unteren Ende des (bekanntlich umgekehrten) Netzhautbildes verlaufenden Strahlen im Knotenpunkt miteinander bilden.

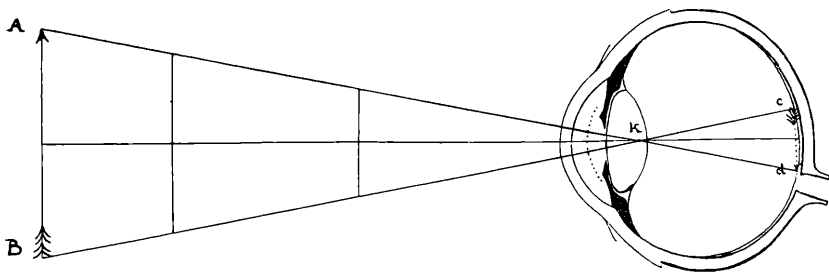


Fig. 1.

Dabei haben alle Gegenstände, deren Endpunkte verbunden mit dem Knotenpunkt einen gleich großen Sehwinkel bilden, und deren Netzhautbildchen dementsprechend gleich groß sind, eine gleiche scheinbare Größe. Die wirkliche Größe kann nur durch Heranziehung der Schätzung der Entfernung beurteilt werden.

Die Fähigkeit, feinste Einzelheiten der Objekte wahrzunehmen, bezeichnet man ganz allgemein als das Auflösungsvermögen (H o f m a n n). Entsprechend der ophthalmologischen Termino-

⁵⁾ Nach Salzer stehen 138 Zapfen pro $0,01 \text{ mm}^2$ in der Fovea centralis, nach du Boys-Reymond sogar 150. Der Zapfendurchmesser, der Grenzwert des Durchmessers der Empfindungskreise (diejenige Abteilung, welche durch nur eine Nervenfasern mit dem Sensorium zusammenhängt [Weber] beträgt nach Kölliker $4,5\text{--}6,7 \mu$, nach H. Müller $4\text{--}6 \mu$, nach Bergmann ca. $4,5 \mu$, nach Schultze (aus Volkmann) $2,2\text{--}2,7 \mu$ in der Fovea centralis. Nach Fritsch variiert der Zapfendurchmesser bei verschiedenen Personen sehr, von $1,5$ im Minimum bis zu $4\text{--}5 \mu$ im Maximum mit $0,1 \mu$ Zwischenraum. Auch Rassenunterschiede will Fritsch gefunden haben.

⁶⁾ Zu Grunde gelegt ist hierbei, wie üblich, das vereinfachte dioptrische System des Auges (nach Listing).

logie entspricht die Grenze der Sehschärfe⁷⁾ dem Minimum separabile, die untere Grenze für das Sehen einzelner Punkte und Striche dem Minimum visibile, die Grenze für das Formensehen dem Minimum legibile (cognoscibile). Dabei ist ein Auge mit normaler Refraktion oder nach Korrektur etwaiger Refraktionsanomalien vorausgesetzt.

Den kleinsten wahrnehmbaren Punkt der „Punktsehschärfe“ bezeichnet A u b e r t als „physiologischen Punkt“⁸⁾. Dieser ist etwas anderes als ein mathematischer Punkt; denn er hat eine Ausdehnung; er ist auch etwas anderes als ein materieller Punkt, denn wir können uns einen physiologischen Punkt nicht von beliebiger, von zufälligen Umständen abhängige Größe denken; wir können vielmehr seine Größe für ein individuelles Auge fest bestimmen und messen. Bezüglich der unteren Reizgrenze der räumlichen Wahrnehmung kann die Beobachtung der Astronomen herangezogen werden, daß Fixsterne, deren scheinbarer Durchmesser gleich Null gesetzt werden muß, doch nicht als wirkliche Punkte erscheinen, sondern selbst in den besten Fernrohren als kleine Flächen erscheinen, deren Durchmesser indessen nicht gemessen, sondern nur geschätzt werden kann.

Der kleinste Gesichtswinkel terrestrischer Objekte wurde nach A u b e r t zu 0,43 Sekunden berechnet: bei Beobachtungen mittelst des Gaußschen Heliotroplichtes wurde der Spiegel 3 Zoll Durchmesser, welcher das Sonnenlicht reflektierte, in von einer Entfernung von 213000 Pariser Fuß (à 0,325 m) noch mit bloßen Augen als heller Punkt wahrgenommen (H u m b o l d t, Kosmos III.).

Weiter sei das bekannte Beispiel von H u m b o l d t angeführt, dessen Gefährte Bonpland, in den landesüblichen, weißen Poncho gehüllt, bei der Besteigung des Vulkans Pichincha auf eine Entfernung von 27½ km noch als ein weißer, vor den schwarzen Basaltfelsen sich fortbewegender Punkt — unter einem Gesichtswinkel von 12—7 Sekunden — gesehen wurde⁹⁾.

⁷⁾ Auf die praktische Bestimmung der Sehschärfe, die in der Regel unter Benutzung der S n e l l e n s c h e n Probebuchstaben ausgeführt wird, kann hier nicht eingegangen werden. Da zwischen Sehschärfe und Beleuchtungsintensität eine Abhängigkeit besteht (K ö n i g), so ist für ein helles, nicht blendendes Licht stets Sorge zu tragen! Nach U h t h o f f nimmt die Sehschärfe bis zu einer Belichtungs-Intensität von 4 Meterkerzen, nach L a a n und P i c k e m a bis zu 7 Meterkerzen rasch, dann zunehmend langsamer zu; nach U h t h o f f ist das Maximum bei 33 Meterkerzen, nach L a a n und P i c k e m a bei 30—50 Meterkerzen erreicht.

⁸⁾ „Empfindlicher Punkt“ nach S m i t h (S m i t h - K ä s t n e r, Lehrbegriff der Optik, 1755. Aus dem Gesichtswinkel des physiologischen Punktes läßt sich u. a. der Zapfendurchmesser berechnen.

⁹⁾ Wieviel dabei, wie bei der Erkennung von Sternen, Feuern u. dgl., auf die Wirkung der Lichtstreuung zurückzuführen ist, sei dahin gestellt. In diesem Zusammenhang sei das von F r i t s c h festgestellte geringere Sehvermögen der europäischen Rassen gegenüber vielen

In der folgenden Tabelle sind nach Aubert einige Bestimmungen kleinster Gesichtswinkel zusammengestellt, unter denen verschieden helle Objekte von verschiedenen Beobachtern als eben noch sichtbar angegeben worden sind¹⁰⁾:

Objekt	Beleuchtung	Gesichtswinkel	Beobachter
Gauß'scher Heliotrop	Sonnenlicht (reflekt.)	0,43"	A. Humboldt
weißer Punkt auf schwarzem Grund	Sonne	10"	Hueck
weißes Quadrat auf schwarzem Grund		12"	Plateau
	diffuses Tageslicht	18"	
Schwarzer Punkt auf weißem Grund		30—36"	T. Mayer
		25—29"	Aubert
weiße Linie auf schwarzem Grund 25mal läng. als breit ¹¹⁾		3,5" auf die Breite d. Linie berech.	
schwarze Linie auf weißem Grund wie vor.		9"	

Bemerkenswert ist die Feststellung von E i n t h o v e n, demzufolge Fäden von 0,1 μ als helle Linien auf einem dunklen Hintergrund mit unbewaffnetem Auge bei Tageslicht leicht gesehen werden können.

Ein dunkler Faden auf hellem Hintergrund kann nach E i n t h o v e n sogar noch unter einem Gesichtswinkel von 2" gesehen werden. „Das Vermögen, mit unbewaffnetem Auge die dünnsten dunklen Fäden gegen hellen Hintergrund sehen zu können, wird nicht durch die Abmessungen der Netzhautzapfen, sondern durch die Fähigkeit bestimmt, zwei Helligkeiten von einander zu unterscheiden!“

V o l k m a n n bestimmt den kleinsten Gesichtswinkel für einen Spinnwebfaden zu 13,7 Sekunden, für ein Haar zu 13,8

anderen Rassen, welche durchaus nicht ausschließlich Naturvölker zu sein brauchen. Kinder sollen eine ebenso hohe Längenunterschiedsempfindlichkeit haben wie Erwachsene.

¹⁰⁾ Um einen Anhalt über die hier vorausgesetzten Größen zu haben, sei erwähnt, daß 1 mm² in einer Entfernung von 5 m mit bloßem Auge unter 41" gesehen wird.

¹¹⁾ Hier bestätigt sich die Tatsache, daß, je schwächer ein Reiz ist, die Zahl der empfindenden Elemente um so größer sein muß, wenn überhaupt eine Empfindung zustande kommen soll. Hier wirkt die Richtungswahrnehmung mit.

Sekunden, während nach ihm ein Schüler von Balos ein Haar unter einem Gesichtswinkel von 1 Sekunde, Hueck einen Spinnfaden unter 0,6 Sekunden und einen glänzenden Draht unter 0,2 Sekunden wahrnehmen konnte. Eine genaue Beurteilung ist bei dem Fehlen von Angaben über Helligkeit und Kontrast zur Umgebung unmöglich.

Im allgemeinen darf der Gesichtswinkel eines physiologischen Punktes als größer angenommen werden. Nach A u b e r t s Untersuchungen beträgt dieser innerhalb weiter Grenzen der Differenz der Helligkeit des Objektes zur Umgebung 32"—37" und wächst selbst für sehr geringe Kontraste auf nur 45"—50".

Nach P ü t t e r können wir als absolutes Maß für die Sehschärfe die auflösende Kraft der Augen benutzen, die Fähigkeit, zwei Punkte getrennt aufzufassen. Bei normaler Sehschärfe wird die Unterscheidungsfähigkeit zweier Punkte oder Linien unter einem Gesichtswinkel von einer Bogenminute angenommen. Nach Hooke erscheinen 2 Sterne, deren scheinbare Entfernung weniger als 30 Sekunden beträgt, stets wie ein Stern, und von Hunderten kann kaum einer die beiden Sterne unterscheiden, wenn ihre scheinbare Entfernung weniger als 60 Sekunden beträgt.

Von dem besten, von E. H. W e b e r untersuchten Auge wurden 2 weiße Striche unterschieden, deren Mittellinien 73 Sekunden von einander entfernt waren. Bei stärkerer Beleuchtung kommt H u m b o l d t unter möglichst günstigen Umständen bis 64 Sekunden. Dem genannten Verfasser zufolge hat A d a m s (1710) bemerkt, daß eine lange, dünne Stange viel weiter sichtbar ist, als ein Quadrat, dessen Seite dem Durchmesser derselben gleich ist. J u r i n (1755) (nach A u b e r t) bestimmt den Gesichtswinkel für einen Seidenfaden zu $2\frac{1}{2}$ Sekunden, für einen Silberdraht auf weißem Papier zu $3\frac{1}{2}$ Sekunden.

In der nachstehenden Tabelle ist die Sehschärfe in dem P ü t t e r s c h e n Sinne nach einigen älteren Autoren zusammengestellt:

Objekt	Größe des Objektes	Entfernung vom Auge	Gesichtswinkel	Untersucher
Parallele Linien mit gleichen Zwischenräumen	0,72 Par. Lin.	11 Par. Fuß ¹²⁾	94"	Tob. Mayer
ebensolche m. breiteren u. schmal. Zwischenräumen	0,6 Par. Lin.	9½ Par. Fuß	90"	
Parallele Drähte	—	—	50"	Hirschmann

¹²⁾ 1 Pariser Fuß = 0,32484 m; 1 Fuß = 12 Zoll; 1 Zoll = 12 Linien = 2,707 cm; 1 Linie = 2,256 mm.

Objekt	Größe des Objektes	Entfernung vom Auge	Gesichtswinkel	Untersucher
Parallele schwarze Linien mit gleich breiten weißen abwechselnd	2 mm	5500 – 8000 mm	51,6" 1' 15"	Bergmann
wie vor.	—	138 Par. Lin.	73"	E. H. Weber
wie vor.	0,05 Par. Lin.	110½ P. Lin.	90,6"	E. H. Weber
Spinnwebfäden	0,0052 Par. Zoll	7 Par. Zoll	147,5"	Volkman
	—	13 Par. Zoll	80,4"	

Die große Verschiedenheit der mit Hilfe verschiedener Objekte unter verschiedenen Umständen von den einzelnen Beobachtern ermittelten Werte weist schon darauf hin, daß derartige Bestimmungen durch die besonderen Verhältnisse der einzelnen Beobachtungen wesentlich beeinflußt werden können. (Nagels Handbuch der Physiologie.)

Best, der zur Prüfung des optischen Raumsinnes mit der Verschiebung der Trennungslinien einer schwarzen und einer weißen Fläche (an Stelle der Noniusmethode) experimentierte, stellte einen Erkennungsgesichtswinkel von 13" bei vertikaler und von 16—19" bei schräger Einstellung fest; auch bei horizontaler Richtung war nach ihm die Unterschiedsempfindlichkeit geringer.¹³⁾

Wie schon oben gesagt, sammelt sich das Licht eines Fixsterns, dessen Gesichtswinkel gleich 0 gesetzt werden darf, im Auge infolge der lokalen Abirring des Lichtes nicht in einem Punkte, sondern in einem kleinen Raum, welcher selbst bei bester Akkommodation von der Empfangsfläche der Netzhaut in einer kleinen Fläche durchschnitten wird, die auch im günstigsten Falle viel größer ist, als der Querschnitt eines Zapfens¹⁴⁾.

Die Bestimmung der Irradiationsgröße hat sich Volkman zur Aufgabe gemacht. Er fand, daß dank der Irradiation sehr feine schwarze Fäden auf weißem Grunde ebenso wie weiße auf dunklem Grunde für breiter gehalten werden als sie sind.

Der genannte Verfasser hat darauf aufmerksam gemacht, daß die Größe der Irradiation von dem Unterschiede der Licht-

¹³⁾ Daß auch zwischen dem linken und rechten Auge Unterschiede der Unterschiedsempfindlichkeit bestehen, hat Bourdon nachgewiesen, der mit seinem rechten Auge einen Unterschied von 7" schon sicher, mit seinem linken und binokular sogar 5" fast ohne Fehler erkannte.

¹⁴⁾ Wenn man nun trotz der Abirring des Lichtes im Auge ein scharfes Bild der Außendinge erkennt, so beruht das nach Hering auf der Wechselwirkung der Sehfeldstellen, dem Vermögen des Auges, auf Grund eines unvollkommenen Netzhautbildes bei zureichender Lichtstärke im psychischen Sehfelde scharf umrissene Sehdinge zu schaffen.

stärke des Objektes und seines Grundes abhängig ist. Es ist eine bekannte von der Irradiation abhängige Erscheinung, daß beispielsweise ein weißes Quadrat auf schwarzem Grunde bei guter Beleuchtung größer aussieht als ein in Wirklichkeit gleich großes schwarzes Quadrat auf weißem Grunde.

Aus den Plateauschen Untersuchungen ist ersichtlich, daß die Irradiationsgröße unter sonst gleichen Umständen außer dem Kontrast zwischen Objekt und Grund abhängig ist von dem Ausmaß der Lichtausbreitung im Auge und individuell sehr schwankt.

Bekanntlich hängen die Empfindungen, die durch die Einwirkung des Lichtes auf die Netzhaut hervorgerufen werden, nicht nur von den objektiven Eigenschaften des Lichtes ab, sondern werden in hohem Maße beeinflusst von dem Zustande, in dem sich das Auge in dem Zeitpunkte der Einwirkung befindet, der Stimmung der Adaption des Auges ¹⁵⁾.

Den Versuchen von Bloom und Garten ist zu entnehmen, daß bei gleicher subjektiver Helligkeit des helladaptierten Auges die Sehschärfe besser ist als die des dunkeladaptierten. Die Sehschärfe des normalen oder von etwaigen Refraktionsanomalien korrigierten Auges kommt ebenso wie die günstigste Wollbeurteilung nur zur Wirksamkeit beim Optimum der Beleuchtung und Adaption.

Hering macht darauf aufmerksam, daß das Sehen beispielsweise einer Schrift bei schwacher Beleuchtung an und für sich nicht ermüdet, wohl aber das Lesen derselben, es handelt sich nicht um eine Ermüdung des Auges, sondern des Gehirns. Die Anspannung der Aufmerksamkeit ist das Ermüdende, nicht der Lichtreiz. „Außer von der Nachwirkung früherer Eindrücke in Form von Erfahrung hängt die „Stimmung“ des Sehorgans auch von sonstigen Vorgängen im Zentralnervensystem ab, vor allem kann sich die Lokalisation eines Netzhautbildes infolge des Hinzutretens anderer optischer Reizungen ändern.“ (Hering.)

Niemals darf ein Objekt zu lange fixiert werden, sondern lieber häufiger mit Pausen von einigen Sekunden, weil das Auge, vielleicht nur der Akkommodationsapparat rasch ermüdet und man deshalb zu große Gesichtswinkel erhält ¹⁶⁾.

Tröstlich für die Begutachtung der Wolle ist, daß es möglich ist, durch Übung die Fähigkeit, sehr kleine Distanzen zu erkennen, zu steigern, wie Volkmann an sich selbst und seiner Versuchsperson zeigen konnte:

¹⁵⁾ Ist das Auge eine zeitlang dem Lichte ausgesetzt gewesen, ist es „helladaptiert“; ist es dagegen wenig oder gar nicht beleuchtet gewesen, ist es „dunkeladaptiert“. Die Größe der Adaption ist individuell verschieden.

¹⁶⁾ Volkmann durfte die Beobachtung kaum länger als 15–20 Sekunden fortsetzen; doch bedurfte es nur äußerst kurzer Pausen, um die Sehkraft wieder herzustellen.

Versuchsperson: Jahn, Sehweite 257 mm.

Beobachtung je Centurie	Wert der kleinsten erkennbaren Distanz		
	Minimum	Maximum	Mittelwert
I	0,070 mm	0,096 mm	0,0752 mm
II	0,067	0,087	0,0740
III	0,065	0,082	0,0733
IV	0,060	0,080	0,0686
V	0,060	0,081	0,0701
VI	0,056	0,074	0,0627
VII	0,056	0,067	0,0623
VIII	0,056	0,065	0,0607

In Folgendem seien die Beziehungen zwischen Sehschärfe und Optik des Auges etwas beleuchtet.

Es gilt die Regel, daß zwischen 2 gleichzeitig gereizten Sinnespunkten mindestens ein ungereizter liegen muß, wenn ein Doppeleindruck zustande kommen soll. Liegen die Bilder auf 2 unmittelbar neben einander liegenden Zapfen, so würde die Wahrnehmung einer sehr kurzen Linie, nicht eines Doppelpunktes resultieren ¹⁷⁾).

Je schmaler die Zapfen der Netzhaut sind, um so enger können die Reizmaxima aneinanderrücken. Nach Bühler beträgt für die Fovea centralis die Minimalforderung die Zweipunktschwelle als Durchschnitt der (unokularen) Sehschärfe von 1 Winkelminute, eine Größe, der ein Netzhautbild von 4 μ entspricht, während der Zapfendurchmesser nach ihm 3 μ beträgt. Wie der Vergleich zeigt, sind die Minimalwerte zum Teil erheblich geringer als die hier angeführte Zweipunktschwelle. Man muß annehmen, daß diese überdurchschnittliche Sehschärfe durch schmalere Netzhautelemente ermöglicht wird.

In Listings schematischem Auge entspricht auf der Netzhaut ein Gesichtswinkel von

	einem Abstände ¹⁸⁾ von
73"	0,00526 mm
63"	0,00464
60"	0,00438

Aus den obigen Ausführungen ist ersichtlich, daß die eben merklichen Gesichtswinkel noch erheblich kleiner sind und dementsprechend einen kleinen Netzhautabstand haben müßten. Schon

¹⁷⁾ Zur Wahrnehmung getrennter Empfindungen müssen 72 Lichtpunkte auf 0,01 mm² der Fovea centralis entfallen (Claude Du Boys-Reymond).

¹⁸⁾ Die Größe der Bilder auf der Netzhaut hängt bekanntlich ab von der absoluten Größe der linearen Verkleinerung: Diese ist beim Menschen das 62fache. Wohl infolge der abweichenden Werte des optischen Apparates stimmen die Angaben der Bildgröße und des Gesichtswinkels bei den einzelnen Autoren nicht immer überein.

Volkman n sagt: „Hiernach sind die kleinsten erkennbaren Distanzen über viermal kleiner als die Durchmesser der Zapfen, wenn K ö l l i k e r s Angaben gelten, und mehr als das Doppelte kleiner, wenn die Messungen von M. S c h u l t z e und H. M ü l l e r den Vorzug verdienen.“

Nach Abzug des Zerstreuungskreises der kleinsten erkennbaren Distanz soll nach Volkman n letztere sogar elfmal kleiner sein, als der Durchmesser der Zapfen nach K ö l l i k e r. Er vermutet daher, daß die sensiblen Elementarteile der Netzhaut noch viel kleiner sind.

S c h o u t e will nach einiger Übung imstande sein, an Objekten, deren schematisches Netzhautbild den Durchmesser eines einzigen Zapfens ($4,4 \mu$) nicht übersteige, noch 8 verschiedene Größen zu unterscheiden (einem Gesichtswinkel von $7,5''$ entsprechend), Resultate, die eine hervorragend gute Sehschärfe voraussetzen.

Unter Zugrundelegung eines Zapfendurchmessers von $1,5 \mu$ und unter Heranziehung von kleinen Augenbewegungen und der Irradiation ist die Annahme doch wahrscheinlich, daß die Zapfen die Elemente der Netzhaut darstellen. Bei Benutzung der Angaben von M. S c h u l t z e (aus H e l m h o l t z), daß die gegen die Aderhaut gewendeten und durch schwarzes Pigment von einander getrennten, stabförmigen Enden der Zapfen des gelben Flecks nur $0,66 \mu$ messen, erscheint dies umso wahrscheinlicher.

Nach H e r i n g wird es, angesichts der Berechnung, daß der Lagenunterschied der Netzhautbilder bloß einen Teil des Durchmessers eines Zapfens beträgt, sehr darauf ankommen, wie steil die Grenze der Lichtfläche absinkt. Je steiler letzteres erfolgt, auf je engeren Raum sich also starke Unterschiede der Belichtung ergeben, desto geringerer Verschiebung bedarf es, um schon eine eben merkliche Mitreizung neuer Zapfen hervorzurufen.

Bei der Bestimmung der kleinsten Distanz zwischen zwei Punkten ist tatsächlich nur der Zwischenraum zwischen diesen festgestellt. Wie groß aber tatsächlich das Bild der Punkte bzw. ihres Zwischenraumes ist, kann nur unter Berücksichtigung verwickelter, noch nicht hinreichend bekannter Irradiations- und Kontrastverhältnisse berechnet werden. Die Irradiation wächst nun nach L e h m a n n derart mit der Abnahme des Gesichtswinkels, daß die scheinbare Größe des Objektes konstant bleibt. Daraus erklärt sich vielleicht auch, daß die Sehdinge nicht unter einem gewissen Schwinkel erscheinen und die Elementareinheiten an Größenausdehnung der Netzhautbilder nicht unterschritten werden.

Nun hängt, wie schon angedeutet, die Sehschärfe nicht nur von der Beschaffenheit der Optik des Auges und der Netzhaut, sondern auch von der B e l e u c h t u n g s a r t und -stärke, ferner von

der Beobachtungszeit ab. Die Deutlichkeit eines Objektes hängt außer von dem Gesichtswinkel ab von der absoluten und relativen Helligkeit. Die oben angeführten Versuche sind bei verhältnismäßig starkem Kontrast¹⁹⁾ zwischen Grund und Objekt ausgeführt.

So wichtig zur Einführung und zum Verständnis der Physiologie des Auges die Ermittlung der Minimalleistungen des optischen Apparates sind, so ist bei der Beurteilung der Wille die Leistungsfähigkeit des Auges — der Fähigkeit, die Größe der Sehdinge miteinander zu vergleichen — ausschlaggebend! Dabei ist maßgebend, 1. das Vermögen, Größenunterschiede zu erkennen, 2. Größenverhältnisse abzuschätzen.

Das für die Wollbonitur für die Unterscheidung der Haarstärken verschiedener Sortimente wichtige Problem, wie groß ein Reiz sein muß, um von einem bereits vorhandenen als verschieden empfunden zu werden („Unterschiedsschwelle“), hat Weber zur Aufstellung einer für verschiedene Sinnesgebiete geltenden gesetzlichen Beziehung geführt, daß der Zuwachs des Reizes, der eine eben merkbare Änderung der Empfindung hervorrufen soll, zu der Reizgröße, zu der er hinzukommt, immer im selben Verhältnis stehen muß²⁰⁾: soll in unserer Auffassung die Merkbarkeit der Empfindung um gleiche absolute Größen zunehmen, so muß der relative Reizzuwachs konstant bleiben. Dieses „Weber'sche Gesetz“ gehört zu den am meisten umstrittenen Punkten der Sinnesphysiologie.

Schon Fechner hat darauf hingewiesen, daß das Weber'sche Gesetz nach den entgegengesetzten Seiten der großen und kleinen Dimensionen eine endliche Grenze habe.

¹⁹⁾ Aubert hat den Einfluß des Kontrastes gegen den Grund auf die zur Wahrnehmung erforderliche Größe des Gesichtswinkels experimentell untersucht.

Die Versuche ergaben eine Zunahme des erforderlichen Gesichtswinkels bei Abnahme des Kontrastes, die jedoch nur bei sehr großen und sehr kleinen Kontrasten stärker ins Gewicht fällt. Daß der Gesichtswinkel schwarzer Objekte auf hellem Grunde größer sein muß, als umgekehrt, führt Aubert auf den Einfluß der absoluten Helligkeit von Objekt und Grund zurück, wobei die Irradiation eine Rolle spielt.

Mit der Abnahme der absoluten Helligkeit nimmt die Empfindlichkeit für Helligkeitsunterschiede gleichfalls ab.

Wie bei stark herabgesetzter Beleuchtung, so ist auch bei sehr hohen Lichtintensitäten ein leichtes, ungezwungenes Sehen erschwert.

²⁰⁾ Zum Verständnis dieses für unsere Betrachtungen wichtigen Gesetzes sei ein triviales Beispiel angeführt: hat man zu einem Gewicht 1 ein Gewicht $\frac{1}{10}$ zuzulegen, so muß ein Gewicht 2 um $\frac{2}{10}$, ein Gewicht 3 um $\frac{3}{10}$ wachsen, wenn wieder eine minimale Änderung der Empfindung bemerkt werden soll. Zur Ermittlung der Unterschiedsempfindlichkeit für Reizgrößen hat Fechner folgende 3 Meßmethoden aufgestellt: 1. die Methode der eben merklichen Unterschiede; 2. die Methode der richtigen und falschen Fälle; 3. die Methode der mittleren Fehler.

Volkman n meint, daß bei fortwährender Verkleinerung der Normaldistanz an einem Punkte der Fall eintreten müßte, wo der sich verkleinernde Unterschied nicht mehr groß genug sei, ein gesondertes Netzhautelement zu affizieren und so einen Größeneindruck hervorzurufen. Wenn das Netzhautbild eines Objektes mehr als 100 Elementarteile überspannt, so kann man sich mit Volkman n denken, daß ein Unterschied von $\frac{1}{100}$ erkennbar sei, wenn es dagegen weniger als 100 überspannt, scheint dies nicht denkbar. Deckt das Netzhautbild nur gar 50 oder nur 10 Raumelemente, so würde man im ersten Falle nur einen Unterschied von $\frac{1}{50}$, im letzteren nur von $\frac{1}{10}$ wahrzunehmen vermögen. Volkman n fand, daß der eben noch erkennbare Größenunterschied sehr kurzer Strecken, die bloß unter einem Gesichtswinkel von 8—20° gesehen wurden, einen von der Länge der Vergleichsstrecke unabhängigen, konstanten Wert von $\frac{1}{90}$ mm (11,11 μ) aus 200 mm Abstand vom Auge annimmt, der einem Gesichtswinkel von 11° entspricht. In einer anderen Versuchsreihe an einer anderen Versuchsperson ergab sich mit Vergleichsstrecken von 4—6' ein Wert von 7°

Der relative kleinste, erkennbare Unterschied mag innerhalb der Reichweite des Weberschen Gesetzes bei guter Sehschärfe $\frac{1}{100}$ betragen. Bei Vergleichung kleinerer Distanzen wachsen die kleinsten erkennbaren Unterschiede mit zunehmender Kleinheit der Distanzen. Für Vergleichsstrecken, die unter Gesichtswinkeln von 22° bis 1'30" betrachtet wurden, betrug der eben merkliche Größenunterschied nach Bourdon 10,3—13,4°, wenn gleich nach Asher für Gesichtswinkel unter 2' die ins Auge entsandte Lichtmenge allein für die scheinbare Größe maßgebend sein soll.

Nach Laub bildet der ebenmerkliche Unterschied eine mit dem absoluten Wert des Reizes wachsende Größe; er behauptet, „daß die Fechnersche psychophysische Maßformel keine allgemeine Gültigkeit besitzt“.

Nach Binet und Henri werden große Distanzen unterschätzt, kleine dagegen überschätzt.

Die empirische Grenze des stereoskopischen Sehens wird von Pulfrich unter optimalen Bedingungen mit 10° und noch weniger angegeben.

Dem Physiologen liegt es nach Pütter viel näher, heute die Tatsachen, welche dem Weber-Fechnerschen Gesetz²¹⁾ zu Grunde liegen, ganz anders aufzufassen: Die einzelne Nerven-faser arbeitet nach dem Gesetz des „Alles oder Nichts“, d. h.

²¹⁾ Auf die psychologische Deutung, die den Grund für die Geltung des Weberschen Gesetzes in die psychischen Vorgänge verlegt, die bei der Vergleichung der Empfindungen wirksam sind, kann hier nicht eingegangen werden.

eine Erregung, die überhaupt imstande ist, eine Nervenfaser in Tätigkeit zu versetzen, setzt sie sogleich in maximale Tätigkeit, sodaß die Impulse, welche eine einzelne Ganglienzelle erhält, stets von gleicher Stärke sein und dementsprechend auch gleich intensive Reaktionen auslösen müssen, solange der Zustand ihrer Erregbarkeit keine Veränderungen zuläßt. Die Erregung einer einzigen Ganglienzelle würde dann die eben merkbare Empfindung, die Minimalempfindung auslösen, und die Zunahme der Intensität der Empfindung würde bedeuten, daß die Zahl der Ganglienzellen wächst, die in Erregung versetzt sind. Sobald alle Ganglienzellen eines bestimmten Sinneszentrums in Erregung versetzt sind, würden wir die Maximalempfindung haben. Wir würden dann weiter anzunehmen haben, daß ein eben merklicher Zuwachs einer Empfindung stattfindet, so bald die Zahl der in Erregung befindlichen Ganglienzellen um einen gewissen Bruchteil wächst.

Wenn eine Linie in weit größerer Entfernung sichtbar ist, als ein Punkt, so liegt das an der Menge der erregten Elementar-einheiten der Netzhaut. Mit der Zahl der in Tätigkeit gesetzten Empfindungskreise (vergl. oben) wachsen also auch unsere Größenanschauungen.

Bezüglich der Größenbeurteilung in den verschiedenen Raumlagen ist aus der Literatur eine starke individuelle Veranlagung ersichtlich. Nach Chodin²²⁾ ist die Feinheit des Augenmaßes für horizontale Strecken merklich größer als für vertikale, was schon Hegelmaier und an sehr kurzen Strecken auch Volkmann bemerkt hatten. Auch Bühler hält die horizontale Lage für günstiger.

Bourdon konstatiert bei sich ein besseres Unterscheidungsvermögen für vertikale Strecken, allerdings nur an äußerst kurzen Strecken. Nach Helmholtz werden bei der Schätzung vertikaler Linien gegenüber horizontalen erstere um 1,7—3,3% zu klein gemacht. Nach Leeser erfolgt eine Verlängerung der Horizontalen bei Verengerung der Lidspalten in vertikaler Richtung schon bei gewöhnlichem Licht (wohl als eine Folge der Erweiterung des peripherischen Sehfeldes in horizontaler und einer Abblendung desselben in vertikaler Ausdehnung). Eine Überschätzung vertikaler Strecken im Vergleich zu horizontalen findet Münsterberg nur bei Punktdistanzen und nur bei freibewegtem Auge, angeblich durch Erschwerung der Aufwärtsbewegung der Augen gegenüber den übrigen Bewegungen bedingt. Zu einer beträchtlichen Überschätzung der vertikalen Distanzen, besonders der unteren Distanz, kommt auch Fischer. Kundt überschätzt die nasale und die obere, Feilchenfeld die temporale und die obere Hälfte.

²²⁾ In der Methodik nicht exakt genug (vergl. auch Fischer).

Daß bei der Größenbeurteilung die unaufhörlichen Augenbewegungen die Hauptrolle spielen, hat schon Fechner behauptet und zwar soll nach ihm das Muskelgefühl das Ausschlaggebende sein²³⁾.

Man hat daher auch die eben merkliche Bewegungsgröße der Augen als Grundlage der Feinheit des optischen Raumsinns und des Augenmaßes benutzt. Volk mann fand als Schwelle für die eben merkliche Bewegungsgröße an verschiedenen Versuchspersonen Werte, die meist zwischen 7" und 18" lagen, Basler beobachtete an sich selbst 20", Stern 15", Stratton an 2 Versuchspersonen 6,8" bzw. 8,8". Nach Münsterberg ist das Augenmaß bei Strecken von einiger Ausdehnung bei bewegtem Blick dem bei fester Fixation erheblich überlegen. Beim Durchwandern von Strecken ist auch die Kopfbewegung beteiligt.

Wenn auch nachgewiesen wurde, daß die Augenbewegungen nicht zu Gestaltwahrnehmungen ausreichen (Bühler) und wir ohne orientierende Gesichtsempfindung außerordentlich schlecht über die Stellung der Augen unterrichtet sind, wobei Hering sogar behauptet, daß die Blickbewegung von einem Punkte zum anderen erst auf Grund der Abstandsschätzung erfolgt (vergl. auch v. Kries, Binnefeld und Sundberg), so ist nach Hering „nicht außer acht zu lassen, daß beim Durchwandern der ganzen Streckenlänge mit dem Blick, wie die Versuche deutlich zeigen, die Schätzung der Streckenlänge wesentlich begünstigt ist“.

Bei der Größenschätzung spielt offensichtlich das Psychische eine große Rolle. Die Bildungsstufe, assoziative Vorstellungen sind sehr bedeutungsvoll. Wenn bei der Ablesung von Mikrometerschrauben, Chronographenstreifen u. s. w., die auf $\frac{1}{10}$ mm abgeschätzt werden, nicht die volle Aufmerksamkeit angewandt wird, so äußern sich die Fehler nach Großmann darin, daß unter einer großen Zahl solcher Schätzungen gewisse Zehntel bevorzugt werden. Dem genannten Verfasser scheint es, als ob der Schätzungsfehler mit der Zeit (also der Übung im Beobachten) nicht ab-, sondern zunähme. Bei allen Arten der Schätzung wären die niedrigsten und höchsten Werte sehr weit auseinander. So verhalten sich Maxima und Minima, die Wolfe aus je 100₁₀ der höchsten und der niedrigsten Werte berechnet, wie 2:1. „Hier, wo das Gedächtnis für mehr oder weniger eingeübte Größen der ausschlaggebende Faktor ist, wird man sehr große Schwankungen der Fehler bei den einzelnen Individuen sowohl,

²³⁾ Er geht davon aus, daß jede Augenbewegung von einer Änderung der Innervation der Augenmuskeln hervorgerufen wird, die in einer Verstärkung der Innervation der Agonisten und einer gleichzeitigen Herabsetzung (Hemmung) der Innervation der Antagonisten besteht.

wie bei den einzelnen Größen voraussetzen“ (Leeser). Forziertes Fixieren kann nach Leser Anlaß zu Täuschungen geben; man muß das Objekt mit ruhigem oder gar ruhendem Blick auf sich wirken lassen (vergl. oben).

Helmholtz sieht den ursprünglichen Sinn jedes Raumvergleichs²⁴⁾, wie der Größe in der Deckung der Netzhautbilder. „Die Netzhaut ist wie ein Zirkel, dessen Spitze wir nach einander an die Enden verschiedener Linien ansetzen, um zu sehen, ob sie gleich lang sind oder nicht, wobei wir über die Entfernung der Zirkelspitzen und die Form des Zirkels nichts weiter zu wissen brauchen, als daß sie unverändert geblieben sind.“ Wenn auch diese Anschauung nicht ohne gewisse Bedenken ist und wenn auch z. B. die Augenbewegung bei der Größenabschätzung eine gewisse Rolle spielt, so bietet die Helmholtz'sche Auffassung doch einen Anhalt für den physiologische Vorgang.

Nach Laub äußerten die Versuchspersonen, daß ein wirkliches Messen und Projizieren der Raumgrößen nie stattfand, sondern nur nach den Eindrücken geschätzt wurde. Der absolute Eindruck soll keine Rolle gespielt haben.

Nach Panum und Foerster haben wir kein einheitliches Maß für unser Netzhautbild oder für die scheinbare Größe. Wie gering selbst unter Gebildeten das Augenmaß ausgebildet ist, dafür gibt Foerster ein anschauliches Beispiel: er gab einer Gesellschaft von Ärzten die Aufgabe, die Größe des Mondes auf ein Blatt Papier in 12 Zoll Entfernung aufzuzeichnen; der eine malte einen Kreis von 1 Zoll, ein anderer von 8 Zoll u. s. w., da doch entsprechend dem Gesichtswinkel von $1/2^\circ$ ein Kreis von $1 1/2$ Linien Durchmesser hätte gezeichnet werden müssen. Bei der Schätzung der Größe aus der scheinbaren Größe des Objektes und der Entfernung kann es sich selbstverständlich nur um relative Größen handeln, wobei wir ein Objekt größer oder kleiner schätzen als ein anderes unter Korrektur unseres Urteils.

Bei der Wollbeurteilung auf Grund des Querdurchmessers der Haare spielt das Größenschätzungsvermögen die ausschlaggebende Rolle; es wird die Rekognoszierung mit der durch Erfahrung und Übung eingprägten Größe der Sortimente erforderlich, dabei ist erst eine gewisse Übung bei Auffassung der Normaldistanzen erforderlich²⁵⁾.

²⁴⁾ Die Fähigkeit, Raumgrößen zu beurteilen, stellt sich nach Giering im 3. Lebensjahre ein, und zwar zunächst an Gegenständen der gewöhnlichen Umgebung.

²⁵⁾ Nach Leser war eine Erhöhung der Schätzungsgenauigkeit durch Übung nicht zu erzielen.

Nach v. Kries sind nur die Größenwahrnehmungen, nicht aber ihre sinnlichen Bestandteile unmittelbar für das Bewußtsein verwertbar.

Welchen Einfluß dabei das Gedächtnis für Raumgrößen, resp. der Einfluß der Zwischenzeit auf die Größenschätzung hat, ist verschiedentlich untersucht worden. Bei Auswahl experimenten von Baldwin und Shaw mit Quadraten ergaben sich in 2 Versuchsreihen nach 10 Minuten 64,10%, resp. 87,60%, nach 20 Minuten 59,30%, resp. 82,70% und nach 40 Minuten 36,40%, resp. 58,50% richtige Fälle. Nach Warren und Shaw erwies sich bei größeren Zwischenzeiten die Schwelle als abhängig davon, ob die Vergleichsquadrate größer oder kleiner waren als das Normalquadrat. Nach größeren Zeitintervallen tritt eine erhebliche Überschätzung der Normalquadrate ein, worin die Verfasser ein direktes Anwachsen des Erinnerungsbildes mit der Zeit sehen.

Lewy konstatiert bei Gedächtnisversuchen, bei denen die Zwischenzeit durch Zwischeneindrücke (fortwährend wechselnde Distanzen, Zeigen von Photographien, Lösung von Rechenaufgaben u. dgl.) ausgefüllt waren, eine Vergrößerung der Fehler²⁶⁾, ebenso wie nach Verkürzung der Merkzeit.

Nach Münsterberg werden die relativ kleinen Distanzen im Gedächtnis vergrößert, die großen eher verkleinert. Bekanntlich sind Gedächtnisbilder viel weniger intensiv als die Wahrnehmungsbilder; ein gutes visuelles Gedächtnis erweist sich dabei von Vorteil.

Die Reproduktionszeiten bei Rekognoszierung einer Normaldistanz waren viel schwankender und größer als die Merkzeiten (Radoslawow-Hadji-Denkow), offensichtlich deshalb, weil das Auffassen mit vergleichender Beziehung auf die gemerkte Distanz komplizierter ist, als das bloße Merken. Die Exaktheit der Versuche ist nach Leeser dadurch zu sichern, daß die Normalgröße immer wieder der Versuchsperson dargeboten wird.

Während nach Radoslawow-Hadji-Denkow das „negative Gedächtnis“ für die Abschätzung der Vergleichsdistanz eine hervorragende Rolle spielen soll unter Hinzuziehung eines „Gefühls für Übereinstimmung“ (Wundt), bezeugen Schumann's Versuchspersonen, daß beim Auftreten des zweiten zur Vergleichung sukzessiv dargebotenen Eindrucks kein Vorstellungsbild des ersten Eindrucks mehr vorhanden war: „Da nun beim Zustandekommen des Vergleichsurteils die vom ersten Eindruck zurückbleibenden Residuen ebenfalls mitwirken müssen, so liegt es nahe, die Nebeneindrücke als die Grundlagen

²⁶⁾ Von Leeser wegen der geringen Versuchszahl etwas in seiner Bedeutung angezweifelt.

des Vergleichsurteils in Anspruch zu nehmen, zumal da das sonst wohl angenommene unmittelbare Verschiedenheitsbewußtsein ein etwas mythisches Phänomen ist, das durch Selbstbeobachtung nicht nachgewiesen werden kann“ (Schumann). „Je einfacher die Objekte in ihrer Beschaffenheit sind und infolge dessen weniger assoziative Anknüpfungspunkte bieten, um so schwieriger ist ihre Reproduktion“ (Radoslawow-Hadji-Denkow).

Einen Einfluß der Übung konnte Lewy angeblich nicht feststellen, im Gegensatz zu Radoslawow Hadji-Denkow. Letzterer findet die Gedächtnisschärfe durch in der Zwischenzeit eingeschalteten Sinneseindruck auch im Gegensatz zu ersterem erhöht. Er stellt fest, daß die Schwelle bei negativer Reizdifferenz fast immer niedriger war als bei positiver. Bei objektiver Gleichheit der Reize sollen die Urteile „größer“ weit zahlreicher sein als die Urteile „kleiner“. Die Übung hatte nach Radoslawow-Hadji-Denkow bereits am 2. Versuchstage ihr Maximum erreicht.

Wie bei der Größenschätzung, so spielt auch beim Größengedächtnis das Psychische eine große Rolle. Eine veränderte Umgebung bewirkt dem letztgenannten Verfasser zufolge eine Ablenkung der Aufmerksamkeit. Bei dem Einprägen der Normalgröße erwies sich eine entsprechend den Qualitäten der Versuchsperson willkürlich von dieser gewählte Merkzeit gegenüber einer konstanten als überlegen.

Die Ursachen der falschen Urteile bei geometrisch-optischen Täuschungen können entweder darauf beruhen, daß wir die überschätzte Distanz tatsächlich größer sehen als die andere, oder aber, daß zwar die Wahrnehmungsinhalte das objektive Größenverhältnis zeigen und erst das Urteil irgendwie abgelenkt wird (Schumann). Beteiligt sind die Augenbewegungen, die bei komplizierteren Raumwahrnehmungen regelmäßig auftreten. Nach dem genannten Verfasser soll es sich um reine Urteiltäuschungen handeln (Störungen des Vergleichsvorganges).

Schon Aubert weist darauf hin, daß wir die Objekte mittels des Tastsinns größer schätzen, als mittels des Gesichtsinns. Wie bei der Netzhaut, so ist auch das räumliche Unterscheidungsvermögen der Haut abhängig von den Nervenendpunkten und ihrer Verteilung. Weber stellte schon fest, daß die Entfernung von 2 Zirkelspitzen an Stellen mit feinem Tastsinn für größer gehalten wird, als an solchen mit schlechtem Tastsinn. Der reziproke Wert des Abstandes, bei dem die Empfindung einer doppelten Berührung auftritt, ist das Maß für die Feinheit des örtlichen Unterscheidungsvermögens. Durch Übung läßt sich häufig eine Verkleinerung der simultanen Raumschwelle nachweisen. Benetzung mit indifferenten Flüssigkeiten

steigert die Schärfe, während Kälte, starke Dehnung der Haut, Anämie, sowie einige Gifte (Alkohol) sie herabsetzen (Judd).

Es wird angenommen, daß es dieselben nervösen Endorgane sind, die die flüchtige Empfindung der Berührung wie die relativ andauernde des Druckes und Zuges hervorrufen. Eine Aufteilung des Tastsinnes in einen Berührungs- und einen Drucksinn erscheint nicht gerechtfertigt. Je nach der Dichte der Tast- oder Druckpunkte variiert die Reizempfindlichkeit.

Nach v. Frey und Kiesow entfallen pro qcm an Druckpunkten 9—10 am Unterschenkel, 10—22 am Oberschenkel, 7—16 am Oberarm, 10—26 am Unterarm, 12—44 am Handgelenk, 111—135 am Daumenballen und 115—300 auf der Kopfhaut. Meißner fand auf den Tastballen erster Ordnung (Volarseite der Endphalangen) 21 Tastkörperchen pro qmm. Die Schwelle ist im allgemeinen kleiner, wenn die Verbindungslinie der beiden Reize quer zur Längsachse des untersuchten Gliedes liegt, als wenn sie in der Längsrichtung steht.

Zwei gleichzeitige Reize ziehen sich nach Basler an, d. h. ihre Entfernung erscheint kleiner als sie wirklich ist. Aktive tastende Bewegungen erhöhen die Empfindlichkeit. Nach Fitt werden Strecken auf Hautstellen mit sehr niedriger Raumschwelle überschätzt, auf solchen mit hoher Schwelle unterschätzt. Zwischen beiden Extremen finden sich Hautbezirke von mittlerer Schwelle, durch die keine richtige Schätzung erfolgt. Nach Gellhorn tritt mit zunehmender Größe der taktilen Strecke eine Unterschätzung ein, resp. nimmt zu. Weber ermittelte die Duplizitätsschwelle an der Volarseite des letzten Fingergliedes, die für unsere Zwecke hauptsächlich in Frage kommt, mit 2 mm. Man hat schon früh festgestellt, daß häufig bei Simultanreizung eine Empfindung nur einer einzigen Spitze entstand, obgleich zwischen den berührten Punkten mindestens ein, möglicherweise mehrere ungereizte Empfindungskreise angenommen werden mußten, daß sogar viele ungereizte Empfindungskreise dazwischen liegen mußten, um durch 2 Spitzen des Ästhesiometers auch 2 getrennte Empfindungen hervorzurufen. Auf diese Erscheinung wird die Empfindungssteigerung durch Übung zurückgeführt und weiter die Beobachtung, daß der Schwellenwert bei sukzessiver Reizung bedeutend niedriger als bei simultaner Reizung ist.

Die Empfindung von Glätte oder Rauigkeit, wie sie bei der Wollbeurteilung mitwirkt, gehört zu den zusammengesetzten Empfindungen.

Überblicken wir die obigen Angaben der psychophysischen Forschung, so müssen wir hier den folgenden Betrachtungen nochmals voranstellen, daß Experimente, die für die Zwecke der Wollbeurteilung direkt verwendbar sind, bisher völlig fehlen.

Ob eine Übertragung der Ergebnisse, wie sie in den nachfolgenden Ausführungen versucht wird, ohne weiteres möglich ist, müßte erst durch eigens angestellte Untersuchungen erwiesen werden.

Vor der Anstellung von zeitraubenden und kostspieligen speziellen Versuchen sollen jedoch hier zunächst einmal die Grenzen und Richtlinien gezogen werden.

Da das Auflösungsvermögen des Gesichtssinnes gegenüber dem Tastsinn eine größere Rolle bei der Wollbonitur spielt, so ist angesichts der Tatsache, daß die oben aufgeführten Experimente der psychophysiologischen Forschung unter optimalen Bedingungen ausgeführt sind, diesen Bedingungen auch bei der Wollbeurteilung Rechnung zu tragen. Man stößt dabei auf Schwierigkeiten, je nach dem es sich um die Wolle im Schweiß — auf dem Tier oder nach der Schur im Vlies — oder um die gewaschene Wolle handelt. Damit ist eng verknüpft die Ortsfrage, die wieder ein Verschiedenerlei in der Beleuchtung, die ja, wie wir oben sahen, für die Erkennung und Differenzierung der Wolle auf die Durchmessergröße der Einzelhaare eine wichtige Rolle spielt. So kann ein dunkler Raum infolge der Vergrößerung des Gesichtswinkels zu einer Vernachlässigung der feineren Haare führen, ganz abgesehen davon, daß infolge der größeren Anstrengung eine Ermüdung leichter eintritt und Anlaß zu Fehlschätzungen gibt²⁷⁾. Die Folge davon wird sein, daß eine Wolle zu grob beurteilt wird. Am wünschenswertesten ist diffuses Tageslicht, da Sonnenlicht leicht blendet und infolgedessen wieder Urteilsbeeinträchtigungen eintreten. Wo es sich ermöglichen läßt, wird eine gleichbleibende künstliche Lichtquelle („künstliches Tageslicht“) vorzuziehen sein.

Dabei spielt der Kontrast noch eine wichtige Rolle, da bei Abnahme des Kontrastes eine Zunahme des Gesichtswinkels erfolgt und infolgedessen nur noch die gröberen Haare erkannt werden. Am günstigsten ist natürlich der extreme Kontrast: weiße Haare auf schwarzem, nicht glänzenden Grund und umgekehrt schwarze oder dunkle Haare auf weißem Grund. Dabei werden infolge der Irradiation die weißen Haare auf dunklem Grund für breiter gehalten. Am ungünstigsten wird sich dabei die Haarbeurteilung im Vlies auf dem Körper erweisen, da innerhalb der Wolle der Kontrast keineswegs den zu der Beurteilung so feiner Unterschiede erforderlichen Ansprüchen genügt. Zu einer sicheren Bonitur der Haarfeinheit ist also eine Wollprobe abzuschneiden und unter Zerpfeifen ist das Einzelhaar auf kontrastierender Unterlage zu beurteilen. In Wollsortierräumen muß auf ein Gleichbleiben des Kontrastes geachtet werden, um den durch Kontrastunterschiede bedingten Urteilstäuschungen zu entgehen.

²⁷⁾ Die Adaption und persönliche Stimmung spielt dabei mit.

Für die subjektive Wollbeurteilung muß ein normales oder von Refraktionsanomalien korrigiertes Auge²⁸⁾ vorausgesetzt werden. Das zentrale Sehen ist erforderlich, um die optimale Sehschärfe in dem günstigen normalen Sehabstand von 25 cm²⁹⁾ zu erreichen. Eine weitere Voraussetzung für die Berufseignung als Wollboniteur oder Schafzuchtleiter ist eine hervorragende Auflösungsfähigkeit des Auges bei geringstmöglichem Zapfendurchmesser innerhalb der Netzhaut. Denn zur Erkennung eines Haares von $2,0\ \mu$ ³⁰⁾ ist ein Gesichtswinkel von 2" erforderlich, bei normalem Sehabstand. Ein Fernerrücken verringert den Gesichtswinkel noch mehr. Ein noch weiteres Nähern der Probe bringt die Probe aus dem Bereich des optimalsten Sehens (wohlgemerkt, bei normalem oder korrigiertem Auge!).

Es handelt sich hier also um außergewöhnliche Anforderungen an die Sehschärfe, da die normale Grenze des Gesichtswinkels nach Aubert (35") in 25 cm Sehabstand einem Haar von ca $28\ \mu$ entsprechen würde (als Reizschwelle der Wollbonitur). Unter Zugrundelegung eines Gesichtswinkels von einer Bogenminute als der normalen Unterscheidungsfähigkeit zweier Punkte oder Linien — wenn wir das Haar als Inhalt zweier Begrenzungslinien auffassen, würden wir sogar zu noch höheren Werten kommen ($46,54\ \mu$).

Dank der Irradiationswirkung wird immerhin das Haar, zumal im Fettschweiß noch eher erkannt werden können, als es seinen optischen Verhältnissen entsprechen würde. Dadurch kommt es vielleicht auch, daß die scheinbare Größe der Haare nicht unter einen gewissen Gesichtswinkel geht.

Die Erkennung der feinen Haare ist vielleicht mit Einthoven verständlich aus der Fähigkeit, zwei Helligkeiten von einander zu unterscheiden, die es ermöglicht, das Haar wahrzunehmen, unbeschadet der Auflösungsfähigkeit des dioptrischen Apparates. Durch die Irradiation der feinen Haare ist es vielleicht erklärlich, daß die subjektive Beurteilung gegenüber der objektiven viel gröber ausfällt, wie am auffälligsten aus den Klischschen Untersuchungen der Friedeburger Merinofleischschafherde hervorgeht. $\frac{1}{3}$ der Herde gehört dem genannten Verfasser zufolge zu dem Sortiment 3 A, ein weiteres zu 2 A, während das restliche Drittel sich auf die Sortimente A, A B und

²⁸⁾ Dabei ist es unbedingt erforderlich, daß nicht während der Wollbeurteilung mit den korrigierenden Gläsern gewechselt wird.

²⁹⁾ Zur Errechnung des Gesichtswinkels, der bekanntlich vom Knotenpunkt des reduzierten Auges ausgerechnet wird, muß dem Sehabstand der Abstand des Knotenpunktes von der Hornhaut (ca. 7 cm) zugezählt werden.

³⁰⁾ Die allerfeinsten Haare, die Scupin in der Edelpfellschafherde Seppau feststellte, waren $4,8\ \mu$ dick. Haardurchmesser von $2,4\ \mu$ können im allgemeinen als Haarspitzen aufgefaßt werden.

B verteilt³¹⁾. Die subjektive Beurteilung³²⁾ weist die Wolle der Friedeburger Stammherde in das Sortiment a/a b.

Für die Beurteilung der Wolle begünstigend wirkt die Längserstreckung des Haares, die durch die Erregung einer größeren Zahl von Netzhautelementen ein sichereres Erkennen und Urteilen erlaubt, als unter lediglicher Zugrundelegung des Haardurchmessers möglich wäre. Weiter förderlich ist ein langsames Entlangfahren des Auges an dem Haar, dessen Durchmesser man ja als Distanz auffassen kann, unter Vernachlässigung der räumlichen Qualitäten des Haares, die vielleicht auch noch im Sinne einer Vergrößerung des scheinbaren Durchmessers wirken.

Für das Vermögen, Größenunterschiede zu erkennen, kommt bekanntlich für die Wolle das Webersche Gesetz nicht in Frage, wir wären ja sonst entsprechend dem Verhältnis 100:101 imstande, außerordentlich feine Unterschiede wahrzunehmen.

Nach Hering ist das Unterscheidungsvermögen geringer als das Auflösungsvermögen. Entsprechend den Resultaten der Sinnesphysiologie wird das Urteil mit dem Wachsen der Größen sicherer. Es erklärt das auch die Tatsache, daß die größten Urteilsverschiedenheiten in den feinen Sortimenten vorliegen, ganz abgesehen davon, daß die größeren Raumintervalle in der Abgrenzung ein Urteilsschwanken verhindern oder wenigstens verdecken.

Wenn wir den für kleine Größen konstanten Gesichtswinkel von 10" als den relativen kleinsten Unterschied, der entsprechend den Ergebnissen der Augenoptik schon hohe Anforderungen an die Auflösungsfähigkeit stellt, unseren Betrachtungen zugrundelegen, würden wir zu einem Wert von 7,757 μ kommen, welcher also beträchtlich höher ist, als der in den feinen Sortimenten (A - B) dem Auge zugemutete Größenunterschied. Die Differenzierung der feineren Sortimente wird immerhin dadurch eine Erleichterung erfahren, daß, wie erst die objektive Wolluntersuchung einwandfrei nachweisen konnte, den betreffenden Sortimenten Haare von einer mehr oder minder großen Variationsbreite angehören; man könnte demnach eine Wolle mit einer Feinheit von 10—18 μ von einer anderen mit der Variationsbreite von 18—26 μ , die ja beide vom Merinoschaf stammen können, analytisch unterscheiden³³⁾. Daß dabei sehr hohe Anforderungen an die Sehschärfe des Boniteurs, der außerdem immer bestrebt

³¹⁾ Boniturschlüssel nach Kliesch:

3A: über 90% 24 μ und feiner, nicht mehr als 5% gröber als	31,2 μ
2A: 80—90% 24	31,2
A: 70—80% 24	31,2
AB: 60—70% 24 „	31,2
B: unter 60% 24 „ „ „	31,2

³²⁾ Daß die subjektive Beurteilung auch noch auf andere Merkmale Rücksicht nimmt, darf als bekannt vorausgesetzt werden.

³³⁾ Vergl. Spöttel.

sein muß, unter optimalen Bedingungen (vergl. oben) zu arbeiten, soll auch in diesem Zusammenhang noch betont werden.

Bei der Berufseignung als Wollboniteur muß dem viel mehr Rechnung getragen werden und bei der Berufsprüfung Sehschärfe und Auflösungsvermögen untersucht werden³⁴⁾, um in Boniteurschulen einen geschulten Nachwuchs heranzubilden. Unterziehen wir das subjektive Wollbeurteilungsverfahren einer objektiven Kritik, so handelt es sich — zum mindesten vorwiegend — um ein Vergleichen, ob gröber oder feiner, da uns einwandfreie Wolltestsortimente bislang noch nicht vorliegen. So ist schon das Erlernen und Einprägen der Sortimente subjektiv und erhält von dem Lehrer dessen subjektive Note, die von Urteils-täuschungen beeinflußt sein können, vielleicht derart, daß eine Bevorzugung gewisser Werte vorliegt. Auch ist die Einübungs- und Einprägungszeit viel zu kurz, um für eine Lebenszeit Wollbonitieren auszureichen. Es sei hier nochmals der Satz Leesers zitiert: „ . . . wo das Gedächtnis für mehr oder weniger eingeübte Größen der ausschlaggebende Faktor ist, wird man schon große Schwankungen der Fehler bei den einzelnen Individuen sowohl, wie bei den einzelnen Größen voraussetzen“. Daß die Wolle wegen der Einfachheit der Faser und damit des Sinnes-eindrucks geringen Anhalt für das Gedächtnis bietet, erschwert die Wollbonitur noch mehr.

Aus der verschiedenartigen Ausbildung, aus der persönlichen Einstellung, ob für feine oder für grobe Wolle, aus dem Wechsel der Herden und Vließe, ob zur Voruntersuchung ein feines oder grobes Vließ vorgelegen hat, erklärt sich die verschiedene Bewertung einer Wolle zwischen verschiedenen Wollboniteuren, bzw. zwischen den Beurteilungen derselben Person, da durch das Wechseln der Sinneseindrücke bei einem Fehlen einer greifbaren Normalsortiments-Sammlung eine Beeinträchtigung der Sehschärfe eintritt. Daß dabei das objektive Größenmaß, soweit ein solches in der subjektiven Wollbonitur überhaupt möglich ist, verloren geht, dürfte aus den obigen Ausführungen verständlich sein und es bleibt nur noch das Vergleichsurteil. Ob die Angabe Münsterbergs, wonach die relativ kleinen Distanzen im Gedächtnis vergrößert, die großen eher verkleinert werden, für die subjektive Wollbonitur zutrifft, sei dahingestellt.

Für die Sortimentseinteilung hat schon Kronacher eine Unterscheidung von nur 3 A Sortimenten (fein: weniger als 17,93 μ , mittel: 18,74—23,63 μ und stark: 24,45—26,08 μ) vorgeschlagen, was allerdings nicht den Leistungen unseres Auges genügend Rechnung trägt, da hiefür die Grenze ca 10 μ betragen

³⁴⁾ Das von Doehner vorgeschlagene Projektionsverfahren verringert durch die Vergrößerung der Haare die Anforderungen an das Augenmaß, kommt aber auch für die Allgemeinheit nicht in Frage.

müßte. Auch die ungarische wissenschaftliche wie kaufmännische Praxis unterscheidet nur 3 A-Feinheiten: A A A (16—18 μ), A A (18—20 μ), A (20—22 μ), B (22—26 μ), C (26—32 μ), D (32—40 μ). Noch besser ist die französische Klassifikation:

Laine extra fine	μ 10—20
Laine fine	20—25
Laine intermedie	25—30
Laine comuni	30—50
Laine ordinarie	50—100

Eine Einteilung von 10 μ Differenzen würde von 15—25 μ etwa alle Merinos, 25—35 μ die feinwolligen und 35—45 μ die grobwolligen Landschaften, von 45 μ an die mischwolligen Rassen umfassen. Bei sachlicher Kritik der Sortimente auf Grund der objektiven Wollbeurteilung muß man sich doch fragen, ob ein Einengen auf so schmale Grenzen, wie es in den Sortimenten wie in dem Boniturschlüssel (mit der scharfen prozentualen Abgrenzung) vorgenommen wird, zweckmäßig oder berechtigt ist.

Greifen wir ein beliebiges Beispiel heraus: es ergaben 2 zur gegenseitigen Kontrolle durchgeführte Messungen zu je 100 Haaren von Meuderscheid an der Roklumer Merinofleischschafherde — durchgeführt und erwähnt, um die Ausgeglichenheit (!) der Wolle zu dokumentieren — folgende Differenzen:

Tier 573 μ :	14,4	16,8	19,2	21,6	24,0	26,4	28,8
1. Messung	4	26	29	27	8	5	1
2. Messung	8	20	38	29	4	—	—

Das eine Prozent 28,8 μ der ersten Messung reicht dazu aus, die erste Messung dem Elbeschen Boniturschlüssel nach in das a-Sortiment gegenüber 2a der 2. Messung zu weisen. Wie schwankend die Feinheit der Wolle ist, hat Spöttel an einem schlesischen Tuchwollschaf aus dem Haustiergarten des Institutes, in Abhängigkeit von Fütterungsunterschieden, gezeigt (ohne Zeitangabe):

Lebendgewicht	5 A	4 A	3 A	2 A	A
105 Pfd.	24	36	28	8	4
70 Pfd.	85	13	2	—	—

Wie stark selbst bei demselben Haar die Schwankungen im Haardurchmesser sind, hat Dimitriadis an 10 gesunden, dem Durchschnitt der Herde entsprechenden weiblichen 22—26 Monate alten Schafen der Merinofleischschafstammschäfferei Friedeburg gezeigt, der anlässlich seiner Untersuchungen der physikalischen Eigenschaften den idealen Durchmesser als den eines

dem Haarquerschnitt flächengleichen Kreises an der Basis und der Stapelmitte bestimmte:

relative Dickenwerte der Stapelmitte

	14,4	16,8	19,2	21,6	24,0	26,4	28,8	31,2	33,6
supponierte Dickenwerte der Basis	14,4		2	1					
	16,8	2	24	8	5				
	19,2	3	42	62	22	5			
	21,6		13	65	45	13	3		
	24,0		4	13	47	32	12	1	
	26,4			2	14	15	16	3	2
	28,8					3	8	2	
	31,2					1	1	2	1
	33,6							1	1

Der Stand der Friedeburger Herde ist züchterisch derartig hoch, daß man hier nicht beliebige Wachstums- oder andere Störungen zur Erklärung zu Hilfe ziehen kann, es sei denn im allgemeinen eine Verfeinerung mit fortschreitender Entwicklung, doch wie ersichtlich, nicht durchgehend.

Die Folge davon muß sein, daß wir das Kleben an den Zahlen aufgeben müssen und die Feinheit der Wolle und deren Ausgeglichenheit aus dem Kurvenverlauf schematisch ablesen müssen. Die obigen Zahlen lassen erkennen, daß die Zahlen innerhalb der 10 μ -Grenze schwanken, daß die innerhalb der vom Verfasser auf Grund der Sinnesphysiologie geforderten Grenzen ein Schwanken des Sortiments wegfallen würde oder nicht den Umfang wie bei den bisherigen Sortimenten annehmen würde.

Bei der Sortimenteinteilung hat man bisher viel zu sehr Rücksicht auf den Wollhändler genommen; der Wollfabrikant wie der Textilindustrielle überhaupt berücksichtigt die Haarstärke nur insoweit sie in der metrischen Garnnummer mit Einschluß der Haarlänge zum Ausdruck gelangt: „Der Titer einer Faser (z. B. auch bei Kunstseiden) wird in der Regel durch Bestimmung des Gewichtes einer Längeneinheit ermittelt“. (H e e r m a n n.)

Während bekanntlich für die Kammgarne die gramm-metrische³⁵⁾ Numerierung fast ganz allgemein durchgeführt ist, sind bei Streichgarnen noch immer verschiedene Numerierungen (preußische, sächsische, österreichische, englische, Sedaner, elb-oeufer) im Gebrauch.

Bei Zugrundelegung der Sortimente der subjektiven Woll-untersuchung müßte der Feinheit des Haardurchmessers der verschiedenen Garnnummern mehr als bisher Rechnung getragen werden, wobei allerdings eine genaue Untersuchung der me-trischen Garnnummern erfolgt sein müßte. Daß eine Stan-dardisierung — entgegen manchen Ansichten — möglich ist, hat Amerika gezeigt, wo einer Notiz in der „Textilen Forschung“³⁶⁾ von der landwirtschaftlichen Abteilung des Bureau of Markets auf Grund mehrjähriger Studien an tausenden vom Wollhandel und von der Industrie gelieferten und begutachteten Wollproben mit gutem Erfolge Rohwoll-Standardisierungsversuche gemacht sind.

Unbedingt erforderlich für eine einwandfreie Haardicken-beurteilung im Rahmen der subjektiven Wollbonitur ist, dem Boniteur einen Maßstab an die Hand zu geben, der eine fort-gesetzte Wiederauffrischung der Sortimente zu ermöglichen im-stande ist oder gegebenenfalls den simultanen Vergleich erlaubt. In diesem Sinne ist der von Schandl konstruierte Woll-klassifikator als gewaltiger Fortschritt zu begrüßen, der die Vergleichung einer Wollprobe mit Platinfäden von genau 17, 19, 21, 24, 29, 36 μ Dicke erlaubt. Vorteilhafter würden statt der Platinfäden Wollhaare zu verwenden sein, weil dem Vergleich mit Wollproben dadurch die optisch gleichen Verhältnisse geboten werden. Die Beurteilung muß dann auch mit unbewaffnetem Auge ermöglicht werden. Die Hygroskopizität der Wolle müßte dabei noch mehr als bisher beachtet werden.

Ob das Haar zur Dickenbeurteilung in eine horizontale oder in eine vertikale Richtung zu bringen ist, ist bei dem ver-schiedenen Ausfall der psychophysischen Experimente nicht zu entscheiden, da hier sicher individuelle Verschiedenheiten ob-walten.

Daß der Tastsinn bei der Wollbeurteilung eher die durch den Gesichtssinn gewonnenen Eindrücke vergrößert, dürfte nach

³⁵⁾ Die Nummer gibt an, wieviel Meter des betreffenden Garnes auf 1 kg gehen: 1000 m Garn pro 1000 g = Nr. 1 = 1000 m
 1000 m 100 g = Nr. 10 = 10000 m
 1000 m 50 g = Nr. 20 = 20000 m
 1000 m „ „ 33½ g = Nr. 30 = 30000 m

In der niedrigeren Nummer und dem höheren Gewicht kommt die gröbere Wolle zum Ausdruck.

³⁶⁾ III. Jahrg., 1921, S. 113.

den obigen Ausführungen einleuchten. Da die Reizschwelle des Berührungsempfindens sehr hoch ist, kann der Raumsinn der Haut nur in Frage kommen für die Beurteilung der Härte oder Weichheit, des Griffes und der Masse der Wolle und hier die Feinheitsbonitur ergänzen. Im Falle der Versuchsanstellung wäre zu arbeiten mit außerordentlich feinfühligem Blinden oder mit sehr tastempfindlichen Versuchspersonen nach Verbinden der Augen.

Wenn sich eine Vereinheitlichung und Vereinfachung der verschiedensten Zuchttypen und Zuchtziele erreichen ließe, die nur im Sinne der textilen Industrie liegt, da es nicht so sehr auf die Haarstärke, wie auf ein großes Gefälle ausgeglichener Wolle ankommt, so würde das sich mit den hier angeführten Forderungen vom Standpunkte der psychophysiologischen Forschung kreuzen. Daß eine Vereinheitlichung trotz widerstrebender sachlicher und persönlicher Momente der Schafzucht nur nützen kann, das zu betonen, dürfte angesichts der drohenden „synthetischen Gefahr“ nicht überflüssig sein; eine fabrikmäßige Herstellung von künstlicher Wolle³⁷⁾ aus Baumwolle („Sniafil“) würde ein in Dicke und sonstigen Eigenschaften in jeder Richtung ausgeglichenes Material in jeder gewünschten Menge liefern können.

Literatur.

D'Alfonso, C. Determinazioni eseguite sui caratteri delle lane die ovini Rambouilletse gentili di Puglia. Napoli 1920. — **Aubert, H.** Physiologie der Netzhaut. 1865. — **Basler, A.** Über das Sehen von Bewegungen. Pflügers Arch. f. Physiol. 115. Bd. 1906. — **Basler, A.** Hautsinne. Handwörterbuch d. Naturwissenschaften. 1914. — **Berliner, A.** und **Scheel, K.** Physikalisches Handwörterbuch. 1924. — **Bloom, S.** und **Garten S.** Vergleichende Untersuchungen der Sehschärfe des hell- und dunkeladaptierten Auges. Pflügers Arch. f. Physiologie. 72. Bd. 1898. — **Bohm, J.** Die Schafzucht nach ihrem jetzigen rationellen Standpunkt. 1878. — **Bühler, K.** Die Gestaltwahrnehmungen. Experimentelle Untersuchungen zur psychologischen und ästhetischen Analyse der Raum- und Zeitanschauung. 1913. — **Buttmann, H.** Untersuchungen über Sehschärfe. Diss. Freiburg. 1816. — **Chodin, A.** Über die Empfindlichkeit für Farben in der Peripherie der Netzhaut. Graefe's Arch. f. Ophthalmolog. 23. Bd. 1877. — **Chodin, A.** Ist das Weber-Fechnersche Gesetz auf das Augenmaß anwendbar. Ibidem. — **Dimitriadis, J. N.** Die physikalischen Eigenschaften der Merinojährlingswolle aus der Stammschäferei Friedeburg a. Saale. Inaug. Diss. Halle. 1926. — **Doehner, H.** Eine neue Methode zur Feinheitsbestimmung von Haaren und ihre praktische Auswirkung zur Sortimentsbestimmung von Schafherden, anwendbar auch für die Bestimmung der Feinheit der Textilfasern. Inaug. Diss. München. 1925. — **Einthoven, W.** Über die Beobachtung und Abbildung dünner Fäden. Pflügers Arch. f. Physiologie. 191. B. 1921. — **Elbe, G.** Studien in der Merinostamm-

³⁷⁾ Künstliche Wolle nach Barkers Referat in „Textile Forschung“, 1920. pg. 105. — **Tänzer E.** Künstliche Wolle. Deutsche Schäferei-Ztg. 1926.

schäfferei Nebra unter besonderer Berücksichtigung der Wolle und der Körperproportionen. Inaug. Diss. 1925. — **Fechner, G. Th.** Elemente der Psychophysik. 1860. — **Feilchenfeld, H.** Über die Größenschätzung im Sehfeld. Graefes Arch. f. Ophthalmolog. 53. Bd. 1902. — **Fischer, R.** Größenschätzungen im Gesichtsfeld. Graefes Arch. f. Ophthalmolog. 37. Bd. 1891. — **Fischer, R.** Weitere Größenschätzungen im Gesichtsfeld. Ibidem. — **Frey, M. v.** Die sensorischen Funktionen der Haut und der Bewegungsorgane. Tigerstedts Handbuch der physiologischen Methodik. III. Bd. 1910. — **Fröhlich, F. W.** Über die Methoden der Empfindungszeitmessung im Gebiete des Gesichtssinnes. Pflügers Arch. 208. Bd. 1925. — **Fröhlich, F. W.** und **Vogelsang, K.** Über eine physiologische Methode, die Ausdehnung der Fovea centralis zu bestimmen. Pflügers Arch. 207. Bd. 1925. — **Ganswindt, A.** Die Wolle und ihre Verarbeitung. 1919. — **Gellhorn, E.** und **Wertheimer, E.** Über den Parallelitätseindruck. Pflügers Arch. 194. Bd. 1922. — **Guillery.** Über das Augenmaß der seitlichen Netzhautteile. Ztschrft. f. Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane. 10. Bd. 1896. — **Heermann, P.** Mechanisch- und physikalisch-technische Textiluntersuchungen. 1923. — **Helmholtz, H. von.** Handbuch der physiologischen Optik. III. Aufl. 1910. — **Herbst, W.** Die theoretischen Grundlagen der mikrometrischen Wollhaaruntersuchung und ihre praktische Bedeutung. Inaug. Diss. Königsberg. 1923. — **Herbst, W.** In welcher Weise ist bei der mikrometrischen Messung von Wollhaaren zu verfahren, um zu praktisch-brauchbaren Ergebnissen zu gelangen? Dtsche. landw. Tierzucht, 1923. — **Herbst, W.** und **Witt, M.** Neuere Methoden der Wollhaarmessung. Ztschrft. f. Tierzüchtung und Züchtungsbiologie. II. Bd. 1925. — **Hering, E.** Über Ermüdung und Erholung des Sehorgans. Graefes Arch. f. Ophthalmolog. 37. Bd. 1891. — **Hering, E.** Grundzüge der Lehre vom Lichtsinn. Handbuch der ges. Augenheilkunde, begr. von A. Gräfe und Th. Sämis, fortgeführt von C. Hess. — **Heydenreich, M.** Studien über die Zucht des Merinofleischschafes in der Stammschäfferei Wülperode a. H. unter besonderer Berücksichtigung der Leistungen. Inaug. Diss. Halle. 1926. — **Heymons, R., Lehmann, C., Völtz, W., Freyer.** Fragen der Schafzucht. II. Beiträge zur Wollkunde und Schafbeurteilung. Arb. d. D. L. G. 306. 1920. **Higier, C.** Experimentelle Prüfung der psychophysischen Methoden im Bereich des Raumsinnes der Netzhaut. Inaug. Diss. Dorpat. 1890. — **Hoefler, G.** Beitrag zur Lehre vom Augenmaß bei zweiäugigem und bei einäugigem Sehen. Pflügers Arch. 115. Bd. 1906. — **Jaensch, E. R.** Zur Analyse der Gesichtswahrnehmungen. Ztschrft. f. Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane. 4. Ergänzungsbd. 1909. — **Kliesch, G.** Studien in der Mutterherde der Merinofleischschafstammschäfferei Friedeburg unter besonderer Berücksichtigung der Wolle. Inaug. Diss. Halle. 1924. — **Kronacher, C.** Neues über Haar und Wolle. Ztschrft. f. Tierzüchtung und Züchtungsbiologie. I. Bd. 1924. — **Kronacher, C.,** Bemerkungen zur Untersuchung von Mele-Wollen. Ztschrft. f. Tierzüchtung und Züchtungsbiologie. III. Bd. 1925 und Jahrb. f. Tierzucht. 17. Jahrg. 1925. — **Kronacher, C., Saxinger, G.** und **Schäper, W.** Die Wollfeinheitsbestimmung am Querschnitte im Projektionsbild. Ztschrft. f. Tierzüchtung und Züchtungsbiologie. IV. Bd. 1925. — **Kronacher, C.** und **Schäper, W.** Untersuchungen der qualitativen Beschaffenheit verschiedener Abschnitte desselben Wollhaares mittels des Defordenapparates. Ztschrft. f. Tierzüchtung und Züchtungsbiologie. III. Bd. 1925. — **Laub, J.** Über das Verhältnis der ebenmerklichen zu den übermerklichen Unterschieden auf dem Gebiete der optischen Raumwahrnehmung. Arch. f. d. ges. Psychologie. XII. Bd. 1908. — **Leeser, O.** Über Linien- und Flächenvergleich. Ein Beitrag zur Lehre vom Augenmaß. Ztschrft. f. Psychologie, 1916, I. Abt. Bd. 74. — **Lehmann, A.** Kritische und experimentelle Studien über das Wiedererkennen. Wundts Philosoph. Studien. 7. Bd. 1892. — **Lipps, G. F.** Psychophysik. Handwörterbuch d. Naturwissenschaften, 1914. — **Mansfeld, R.**

Untersuchungen über die Treue des Wollhaares beim württembergischen veredelten Landschaf mit Beiträgen zur Technik der Messung der Wollfeinheit. Ztschrft. f. Tierzüchtung und Züchtungsbiologie. IV. Bd. 1925. — **Meuderscheid, O.** Studien in der Merinofleischschafherde Roklum unter besonderer Berücksichtigung der Wolle. Inaug. Diss. Halle 1925. — **Müller, G. E.** Zur Psychophysik der Gesichtsempfindungen. Ztschrft. f. Psychologie u. Physiologie der Sinnesorgane. 10. Bd. 1896. — **Münsterberg, H.**, Beiträge zur experimentellen Psychologie. 1889. — **Nagels** Handbuch der Physiologie. 1904. III. Bd. — **Naumann, K.** Die Bestimmung des Feinheitsgrades von Wollhaaren durch Messung an ihren Projektionsbildern. Ztschrft. f. Tierzüchtung und Züchtungsbiologie. III. Bd. 1925. — **Oppenheimer, C.** und **Pinkus, L.** Tabulae biologicae. Bd. I. 1925. — **Pütter, A.** Sinnesorgane. Handwörterbuch d. Naturwissenschaften. 1914. — **Radoslawow-Hadji-Denkow, Z.** Untersuchungen über das Gedächtnis für räumliche Distanzen des Gesichtssinnes. Wundts Philosoph. Studien. 15. Bd. 1900. — **Schandi, J.** Ein neuer Apparat zur Bestimmung der Feinheit und Ausgeglichenheit der Wolle. Dtsche. landw. Tierzucht. 1925. — **Schumann, F.** Beiträge zur Analyse der Gesichtswahrnehmungen. Ztschrft. f. Psychologie und Physiologie d. Sinnesorgane. Bd. 24. 1900 und Bd. 30. 1902. — **Scupin, R.** Die Edelwollschafherde Seppau (Geschichte, Wolle, Körperbau und Korrelationen zwischen den letztern beiden) Inaug. Diss. Halle, 1924. — **Spöttel, W.** Über die objektive Feinheitsbestimmung von Wollen. Der Tierzüchter. IV. Bd. 1923. **Spöttel, W.** Bemerkungen zur Untersuchung von Mele-Wollen. Jahrb. f. Tierzucht. 17. Jahrg. 1925. — **Spöttel, W.** Über Variabilität, korrelative Beziehungen und Vererbung der Haarfeinheit bei Schafen. Bibliotheca genetica. VII. Bd. 1925. — **Tänzer, E.** Untersuchungsmethoden der physikalischen Eigenschaften der Wolle. Dtsche. landw. Tierzucht. 1924. — **Treitel.** Das Vibrationsgefühl der Haut. Arch. f. Psychiatrie. Bd. 40. 1905. — **Völtz, W.** Beziehungen zwischen der Feinheit der Wollhaare und dem Durchmesser ihrer Kräuselungsbögen. Mitt. d. D. L. G. 1921. — **Wundt, W.** Grundzüge der physiologischen Psychologie. I. Bd. 1902.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Naturgeschichte](#)

Jahr/Year: 1925

Band/Volume: [91A_9](#)

Autor(en)/Author(s): Tänzer Ernst

Artikel/Article: [Die subjektive Wollbeurteilung, kritisiert vom Standpunkte der psychophysiologischen Forschung 73-101](#)