

# Untersuchungen über die Unterscheidungsmerkmale der Deckhaare der Haustiere.

Von

Prof. Dr. med. **Th. Lochte**, Göttingen.

Mit 3 Textabbildungen.

Es ist ein Desiderat der gerichtlichen Medizin, die Herkunft eines einzelnen Haares genau bestimmen und angeben zu können, ob es ein Menschen- oder ein Tierhaar ist und von welchem Tiere das Haar stammt. Es ergibt sich die Schwierigkeit klarzustellen, an welchen Stellen des Haares sich die charakteristischen Merkmale vorfinden, welchen Gang die Untersuchung zu nehmen hat und wie die Unterschiede im Befunde möglichst sinnfällig zu machen sind.

Die bisherige Literatur bietet nicht viele Anhaltspunkte. Der Atlas von *Waldeyer* (1884) berücksichtigt, ebenso wie derjenige von *Lambert* und *Balthazard* (1910), im wesentlichen nur das Markbild. Die Bearbeitung von *Litterscheid* und *Lambardt* (1921) befriedigt nicht vollständig, weil die Abbildungen zum Teil schematisch gehalten und die Untersuchungsmethoden überholt sind. Immerhin war es ein wesentlicher Fortschritt, die Cuticulazeichnung für die Haardiagnostik heranzuziehen. Das gilt auch von *F. M. Litterscheid* und *C. Abeler*. Die Darstellung von *Köitnitz* [Jb. f. Jagdhunde 6, H. 1 (1922)] ermöglicht keine genaue Identifizierung, weil die Bilder halbschematisch gehalten sind und nur Bruchstücke der Haare wiedergeben.

In den letzten 12 Jahren sind eine große Reihe von Einzelarbeiten erschienen, von denen einige der wichtigsten in den folgenden Zeilen berücksichtigt werden sollen. Die Arbeiten finden sich in der veterinär-medizinischen und zoologischen Literatur; der Anatomische Anzeiger wurde vollständig durchgesehen. Einen referierenden Abschluß der hier interessierenden Fragen bringt die Arbeit von *Kronacher* und *Lodemann* (1930 im Handbuche von *Aberhalden*)<sup>1</sup>.

Wenn man ein Haar zur Untersuchung bekommt, wird man es zuerst natürlich makroskopisch und mit der Lupe betrachten. Es wird sich dabei feststellen lassen, ob das Haar lang oder kurz, dick oder dünn, schlicht oder gekräuselt ist, vor allem, ob es mit Spitze und Wurzel versehen ist oder ob nur ein Bruchstück vorliegt. Über Haarbruchstücke sollte i. a. kein gerichtliches Gutachten abgegeben werden. Die Lupenuntersuchung bzw. mikroskopische Untersuchung wird ergeben, ob das Haar in eine feine Spitze ausläuft, ob die Spitze unverletzt ist, quer abgeschnitten, scharfrandig oder gerundet oder ob sie gespalten oder aufgefaserst ist; weiter ob das Haar gleichmäßig dick oder stellen-

<sup>1</sup> Der Atlas von *Glaister*: A study of Hairs and Wools (Kairo 1931) war mir nicht zugänglich. Er befindet sich weder im Besitz der Staatsbibliothek, noch einer der preußischen Universitätsbibliotheken.

weise abgeplattet und wie es gefärbt ist<sup>1</sup>. Aus der Dicke und Art des Markstranges wird der Untersucher die Überzeugung gewinnen, daß ein Tierhaar, nicht ein Menschenhaar vorliegt. Die Erfahrung lehrt andererseits, daß Pferde- und Rinderhaare mit Menschenhaaren verwechselt werden können. Die dem Haare anhaftenden Partikel müssen sorgfältig untersucht werden (Parasiten, Blut, Spermaspuren usw.). Vor allem wird man sich auch darüber klar werden müssen, ob das vorgelegte Haar ein Leithaar, Grannenhaar oder Flaumhaar ist, denn man kann nur Leithaar mit Leithaaren, Grannenhaare mit Grannenhaar und Wollhaare mit Wollhaar vergleichen; es wäre gänzlich abwegig, ein Leithaar mit einem Wollhaare vergleichen zu wollen. Nun gibt es aber zwischen diesen drei *Toldtschen* Haartypen bei vielen Tieren Übergangsformen. Wenn man zu keinem sicheren Urteil gelangen kann, welcher der drei Haartypen das fragliche Haar angehört, wird es notwendig sein, ähnliche Haarformen zum Vergleich heranzuziehen, etwa Grannen- und Wollhaar oder Leit- und Grannenhaare.

Es ist allgemein bekannt, daß das menschliche Haar eine ziemlich schmale Marksubstanz und eine breite Rindensubstanz zeigt; betrachtet man das Tierhaar bei auffallendem Lichte im mikroskopischen Bilde, so stellt sich der Markstrang als weißliche lufthaltige Säule dar, an der Einzelheiten nicht zu erkennen sind. Der Gang der weiteren Untersuchung ist nun der, daß zunächst die Zeichnung der Cuticula des ganzen Haares nach sorgfältiger Reinigung in Alkohol und Äther an der Spitze, Mitte und Basis untersucht wird. Das geschieht am besten durch Herstellen von Negativen, sei es, daß man das Haar von einer Celluloidschicht (*Saxinger*) oder auf einer dünnen Gelatineschicht abzieht (*Lodemann*), wozu sich besonders die entsilberte Seite einer photographischen Platte eignet. Das Bild der Cuticulazeichnung kann nunmehr mikrophotographisch aufgenommen werden.

Dann ist es notwendig, die Luft aus dem Haar zu entfernen. Das geschieht am besten durch Auskochen in Wasser, dem einige Tropfen Kalilauge zugesetzt sind. Nunmehr kann die Untersuchung und Beschreibung des Markbildes erfolgen.

*Waldeyer* unterscheidet 1. Mark mit intracellulärem Luftgehalt (Hirsch, Reh) in kleinzelliger und großzelliger Form und 2. Mark mit intercellulärem Luftgehalt. Die letztere Form wird wieder in feinkörniges Mark, grobkörniges, maschiges (netzartiges) usw. und wechselspaltiges Mark unterschieden (Leitersprossen, Perlschnurform).

In ähnlicher Weise unterscheiden *Lambert* und *Balthazard*: Moelles cloisonnées; cloisons transversales, cloisons en tous sens; beide Gruppen mit Unterabteilungen.

<sup>1</sup> *Köttwitz* empfiehlt, Haare auf tiefschwarzem und auf rein weißem Glanzpapier auf seine Farbe zu untersuchen. Rote Töne leuchten stark auf einem frisch grünen Grunde. Zu beachten ist, daß man in vielen Fällen eine falsche Vorstellung von den Farbtönen gewinnt, wenn die Unterlage des Haares gelblich ist (S. 4). Man darf also die Haare nicht auf gelbem Konzeptpapier untersuchen.

Das Mark kann netzförmig, leiterförmig, einreihig, mehrreihig, durchlaufend oder unterbrochen sein. Aus der Zeichnung des Markstranges wird auf die Tierart geschlossen<sup>1</sup>.

Bei keinem Haar unserer Haustiere ist das Mark von der Spitze bis zur Wurzel gleichmäßig dick (vgl. die Angaben von *Heyk* bzw. der Katze von *Hofer*). Schließlich ist es notwendig, das Haar oder Teile davon in 10—20proz. Kalilauge zu macerieren und die unverletzten Markscheiben zu untersuchen.

*Lodemann* hat die Markscheiben beim Pferdehaar zuerst 1927 beschrieben (*G. Lodemann*, Das Pferdehaar. Z. Tierzüchtg 9, 349—455). Die Markschlange zerfällt nach seiner Schilderung zunächst in Markscheiben, die in ihrer Form dem Querschnitt entsprechen (S. 386). Er sagt: „Bemerkenswert ist, daß diese flachliegenden Scheibchen einen im Vergleich mit der zusammenhängenden Markschlange außerordentlich vergrößerten Durchmesser zeigen (30%). Mag hier auch der Druck des Deckglases eine Rolle mitspielen; das Ausschlaggebende ist zweifellos eine außerordentliche Quellung der Zellen in der Kalilauge, welche sich wohl deshalb an der noch zusammenhängenden Schlange nicht auswirken konnte, weil durch das Zusammenhaften der übereinanderliegenden Zellen dieselben sich unter einer gewissen Spannung befanden. Dadurch ließe sich auch die Neigung der Markschlange, in Scheiben auseinander zu springen, erklären. Ein weiterer leichter Druck auf das Deckglas oder ein leichtes Verschieben desselben läßt die Scheibchen wiederum in ihre einzelnen Zellen zerfallen“ (V. S. 386). Ähnlich sprechen sich *C. Kronacher* und *H. Lodemann* aus (*Handbuch von E. Abderhalden*, 1930, Lief. 316).

Es ist möglich, daß sich in der Literatur noch Angaben über Markscheiben beim Wollhaar des Schafes finden. Im übrigen habe ich in der Literatur keine Angaben gefunden. Sicher sind aber von anderen Autoren früher bereits Markscheiben gesehen worden. So hat z. B. *Hofer* 1914 seiner Arbeit über das Katzenhaar Bilder beigelegt, die man nur als Markscheiben deuten kann (Abb. A u. B). *Hofer* selbst spricht von Markzellen, „runde scheibenförmige, abgeplattete Zellen, die im Innern granuliert sind und an der Peripherie eine radiäre Streifung aufweisen. Ungefähr in der Mitte sah er bei diesen Zellen oft einen hellen glänzenden Fleck, der wohl nicht der Kern, vielmehr als Kernhöhle anzusprechen ist.“

Diese offenbare Verwechslung zwischen Markscheiben und Markzellen findet sich auch sonst vielfach in der Literatur. Bei unseren Untersuchungen hat die Laborantin Fräulein *v. Benda* die Markscheiben zuerst bei der Maceration von Rinder- und Pferdehaaren gesehen. Es war sofort klar, daß hiermit ein neues diagnostisches Hilfsmittel für die Haaruntersuchung gegeben war. Eine kurze Veröffentlichung in den *Kriminal. Mh.* 1933, H. 8, brachte die ersten Abbildungen, die an ungefärbten Präparaten aufgenommen wurden und die leider sehr wenig erkennen lassen. Später gelang eine Färbung mit ammoniakalischem Erythrosin, das wir unter dem Deckglas mit Fließpapier durchsaugten. Es gelang auf diese Weise einwandfreie Bilder von Markscheiben von Haaren verschiedener Tiere mikrophotographisch aufzunehmen.

<sup>1</sup> *Köttnitz* empfiehlt die Benutzung des *Abbéschen* Beleuchtungsapparates.

Der Einwand, daß es sich bei den Markscheiben um Kunstprodukte handle, kann nicht ernsthaft erhoben werden, denn es gelingt jederzeit dieselben Bilder bei Maceration der Haare in Kalilauge wieder zu erhalten.

Es ist unschwer festzustellen, daß die Markscheiben in demselben Haare nicht alle von gleicher Größe sind; gegen die Spitze hin werden die Markscheiben allmählich kleiner. Es ergibt sich auch, daß die stärksten Haare, z. B. die Schwanzhaare, die größten Markscheiben besitzen. Es wäre daher abwegig, aus der Größe der Markscheiben die Tierspezies bestimmen zu wollen; man wird vielmehr die Markscheiben des gesamten Haarkleides des Tieres untersuchen müssen und dadurch darauf aufmerksam werden, welches die konstanten Merkmale sind; nur diese sind diagnostisch verwertbar.

Die Methode der Maceration ergänzt demnach das Ergebnis der histologischen Untersuchung von Haaren an Längsschnitten und Querschnitten. Bei der Untersuchung im Schnittpräparat werden die Markscheiben zerschnitten, ihr Bild geht verloren<sup>1</sup>.

Das Studium des Rinderhaares zeigt nun auch deutlich, daß die Markscheiben nicht einfach geldrollenförmig eng übereinandergeschichtet liegen, sondern daß sich zwischen den Scheiben oder Gruppen von Scheiben ein Luftraum befindet, der die Markscheiben einbiegt. Die letzteren bekommen dadurch eine gekrümmte Form, die man als napfartig oder hohlspiegelartig bezeichnen kann, gelegentlich sieht man zwei Markscheiben so aneinandergelagert, daß im Querschnitt das Bild demjenigen einer bikonkaven Linse ähnlich wird. Diese Deutung führt nun auch weiter zu der Erkenntnis, daß die Zellen des Markbildes (Markstranges) nichts anderes darstellen als die peripheren Zellen der Markscheiben oder die Verbindung der Rinde mit diesen Zellen. Wahrscheinlich haben die Markscheiben nicht alle dieselbe Dicke. Es kann hier nicht unsere Aufgabe sein, darzulegen, wie das Bild der Zeichnung des Markstranges in Einklang zu bringen ist mit der Morphologie der Markscheiben. Es muß dies histologischen Spezialuntersuchungen überlassen bleiben<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> *Köttmätz* erklärt direkt S. 6, daß die Anfertigung von mikroskopischen Schnitten keinen praktischen Nutzen gewährt.

<sup>2</sup> Nach *F. Wernecke* hängen beim Mausehaar die Markbestandteile mit denen der Rinde zusammen und springen in den Hohlraum des Haares vor, wie die Untersuchung an Querschnitten zeigt „(Markpakete“ oder „Polster“). — Zu einer anderen Auffassung der Markstruktur kam *Aida Steiner Wowlisch* (1925), indem sie die allmähliche Entstehung des Markes des Mausehaares von der Wurzel her studierte. Sie gibt an, daß das Mark sich aus mehr oder weniger abgeplatteten, in horizontaler Richtung übereinandergeschichteten, zunächst noch kernhaltigen Zellen aufbaut, die erst später bei fortschreitender Verhornung schrumpfen, wobei zwischen je 2 Scheiben (bei der Maus) ein Luftraum entsteht (vgl. *W. Biedermann*, Physiologie des Integumentes der Wirbeltiere. Erg. Biol. 1928, 360—649). Ein

Niemals verlasse man sich auf das Aussehen einer einzelnen Markscheibe. Man berücksichtige stets das Gesamtbild vieler Scheiben. Wieweit die Markscheiben der im Handel befindlichen Pelze sich von denjenigen frischer Haare unterscheiden, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Es ist unbedingt notwendig, in Zukunft zwischen Markzellen und Markscheiben zu unterscheiden. Die Markscheiben sind aus Markzellen aufgebaut.

Unseren Untersuchungen liegen im wesentlichen weiße oder hellgefärbte Tierhaare zugrunde, weil die Entfärbung mittels Diaphanol oder Perhydrol die Haare schädigt.

Abgesehen von der Feststellung der allgemeinen Merkmale des Haares sind demnach zu untersuchen:

1. die Cuticula; 2. das Markbild; 3. die Markscheiben.

Es soll nachfolgend unsere Aufgabe sein, das Ergebnis der Untersuchung an den Haaren unserer Haustiere mitzuteilen, und zwar bei dem Pferd, Rind, Ziege, Hund und Katze. Die Untersuchungen erstrecken sich im wesentlichen auf das Deckhaar dieser Tiere.

### 1. Die Cuticula.

Nach *Kronacher* und *Lodemann* bilden die Cuticulasäume der Grannenhaare des Pferdes ein System feiner Linien, das in den peripheren Teilen dem des Menschenhaares ähnlich ist, aber *schärfer gezähnt* ist. In der Haarmitte gibt *Lodemann* die Schuppenhöhe auf  $9,4 \mu$  an. Während sich nach demselben Autor nennenswerte Rassenunterschiede an feineren Haaren nicht erkennen lassen, ist die Form der Schuppenzeichnung beim Araber eigenartig, die Schuppen liegen, fast wie die eines Tannenzapfens, dicht übereinander. Immerhin würde es nach *Lodemann* gewagt erscheinen, aus einem Schuppenzeichnungsbilde auf die Rasse eines Pferdes Schlüsse zu ziehen, weil es so viele Übergangsformen zu der eigentümlichen Araberzeichnung gibt, daß man ohne Untersuchung einer großen Zahl von Haaren leicht schwere Irrtümer begehen könnte (Z. Züchtungskde. 9, 432).

Nach den Untersuchungen im Göttinger gerichtsarztlichen Institute ist die Cuticulazeichnung des Pferdes, der Ziege und des Rindes derjenigen des Menschen ähnlich. Das Menschenhaar ist daran kenntlich, daß es in seiner ganzen Länge, also auch im basalen Teil die feingewellte Zeichnung zeigt, die beim Tierhaar erst nahe der Spitze des Haares angetroffen wird.

Bau, wie ihn *Wernecke* für das Mausehaar annimmt, findet sich sozusagen in vergrößertem Maßstab bei den Fellhaaren und Stacheln des Igels (daselbst S. 427). Die Darstellung von *Steiner-Wourtsch* ist meines Erachtens für das Haar der Haustiere zutreffend.

*A. Schröder* (Ist die Unterscheidung der Menschen- und Tierhaare durch die Untersuchung der Cuticula möglich? *Z. ger. Med.* 15) hat kein Tierhaar der Haustiere beobachtet, bei dem schon nahe der Wurzel eine ähnliche Zeichnung der Wurzel besteht wie beim Menschenhaar.

Vom *Rinderhaar*<sup>1</sup> gilt das bereits vom Pferdehaar Gesagte. *Waldeyer* (S. 179) und *Kronacher* und *Lodemann* (S. 237) heben hervor, daß das Rinderhaar ziemlich schwer vom Pferdehaar zu unterscheiden ist. Die Konturlinien an der Cuticulazelle sind ziemlich glatt. Nach *Fiebiger* treten die freien Ränder der Cuticulaschuppen des Rinderhaares an Längsschnitten ausgeprägter hervor.

Das *Ziegenhaar* erreicht die größte Dicke dicht unterhalb der Spitze; bei pigmentierten Haaren ist die Spitze am stärksten gefärbt. *Lambert* (1921) beschreibt die freien Ränder der Cuticulasäume der Ziege als vorwiegend glatt, höchstens leicht gewellt. Die Zeichnung entspricht der des Pferdes und des Rindes.

Beim *Hunde* findet sich eine dem Menschenhaare ähnliche feine Zeichnung der Cuticula (Abb. S. 241) bei *Kronacher* und *Lodemann*. Das Oberhäutchen ist fein, die durch die freien Zellenränder gebildeten Linien verlaufen unregelmäßig mit zahlreichen abgerundeten Spalten. Daneben kommen aber zahlreiche andere Formen vor, wie sie *A. Schröder* S. 147, Bd. 15 dieser Zeitschrift abgebildet hat. Die Zellen sind in der Längsachse des Haares ebenso groß wie in der Querachse, oder der Durchmesser überwiegt in der Längsachse.

Die verschiedene Cuticulazeichnung des Katzenhaares ist von *H. Hofer* (1914) und von *H. Lambardt* (1921) gut abgebildet. Bei *Kronacher* und *Lodemann* heißt es: Oberhalb der Haarmitte sind die von den Cuticulaschuppen sichtbaren Felder in der Querrichtung der Haarlänge gestreckt. Unterhalb der Mitte nimmt gegen die Haarbasis der gegenseitige Abstand der freien Schuppenränder zu. Die von *Lambardt* abgebildete Form der Schuppenzeichnung hat auch *A. Schröder* gefunden (vgl. seine Abb. 14, S. 147, Bd. 15 dieser Zeitschrift).

Überblickt man das Resultat dieser Untersuchungen, so ergibt sich, daß beim Pferde, Rind und Ziegenhaar im Spitzenteil die Zeichnung der dem Menschen ähnlich ist, dagegen verlaufen im basalen Teile der Tierhaare die Cuticulasäume wellenförmig und in weiteren Abständen voneinander.

Bei den Hundehaaren und dünneren Katzenhaaren kommt eine abweichende Zeichnung vor durch Zellen, die in der Längsachse größer sind als in der Querachse. Die Bilder sind so verschiedenartig, daß sie mit dem Haar des Menschen, des Pferdes, Rindes und der Ziege nicht

<sup>1</sup> Die Länge der Deckhaare des Rindes gibt *Bilek* in der Schultergegend beim ostfriesischen Rind auf 40 mm an. Das Haar ist gleichmäßig gebogen, schwarz, über der Wurzel stets lichter. — Beim Simmenthaler Rind, 30—40 mm Länge, am unteren Ende gebogen, ziegelrote, rotgelbe, semmelgelbe Haare. — Beim Montafoner Vieh, 20—30 mm Länge, ebenso böhmische rote Landrasse und Pinzgauer Rind.

verwechselt werden können. Dagegen würde es schwierig sein, Rinder- und Ziegenhaare vom Pferdehaar und ebenso Hunde- von Katzenhaaren lediglich auf Grund der Cuticulazeichnung voneinander zu unterscheiden<sup>1</sup>.

Eine Sonderstellung nehmen die Schweineborsten ein, deren Cuticulazeichnung äußerst eng ist, worauf schon *Litterscheid* und *Lambardt* aufmerksam gemacht haben. Eine solche Zeichnung kommt beim Menschenhaar nicht vor. Auf Grund dieser Feststellung lassen sich eventuell dünne Schweineborsten von Menschenhaar unterscheiden. Als Rassemerkmal lassen sich die Cuticulaschüppchen der Schweineborsten nicht verwerten, da bei den verschiedenen Haaren der einzelnen Individuen und Rassen mehr oder weniger große Schwankungen innerhalb derselben Maßgrenze festzustellen wären; andererseits geben *Kronacher* und *Lodemann* (S. 241) an, daß die Haare der Wildschweine einen besonders unregelmäßigen und wirren Linienverlauf zeigen.

## 2. Das Markbild.

Dasselbe weist die größten Verschiedenheiten auf und erschien deshalb zur Differentialdiagnose der Haare besonders geeignet.

Nach *Waldeyer* (S. 179) ist der Markzylinder des Pferdehaares schmal, ungefähr  $\frac{1}{6}$ ; er besteht aus kleinen quadratischen, rechteckigen oder rhombischen Felderchen, die dicht zusammenliegen und exquisit feinkörnig erscheinen; sie sind durch schmale, in der Abbildung helle Linien, die kleinen Luftspalten, getrennt.

Nach *H. Lambardt* (1921) sind die Markräume in der Querachse länger als in der Längsrichtung des Haares und in den Ecken mehr oder weniger abgerundet, spitze Winkel werden selten gebildet (S. 15).

<sup>1</sup> *Hofer* hält die Zeichnung der Cuticula der Katzenhaare nicht für charakteristisch (Arch. mikrosk. Anat. 1914, 242) „... da dieselben (die Cuticulazellen) eine derartige Variabilität an ein und demselben Haare zeigen; es müßte denn sein, daß die Art ihrer Anordnung an den verschiedenen Haarteilen ein Charakteristicum bedeutet.“ Das letztere ist in der Tat beachtlich. Beim Vergleich der Haarzeichnung muß man stets die entsprechenden Haare zum Vergleich heranziehen, wie das oben bereits bemerkt wurde. Die Natur verfährt niemals willkürlich. Es ist meines Erachtens abwegig, wenn *Möller* [Mikroskopische Beschreibung der Tierhaare. Arch. Kriminalanthrop. 2, 181 (1899)] erklärt: „Man hat versucht aus der Form, Größe und Anordnung der Schuppen unterscheidende Merkmale abzuleiten, ist aber darin viel zu weit gegangen. Nicht nur sind die Haare an verschiedenen Körperstellen eines Individuums hierin verschieden, sondern an einem und demselben Haarschaft kann die Art der Beschuppung mannigfach sein und es ist nichts Ungewöhnliches, daß von der Wurzel bis zur Spitze fortschreitend alle Schuppenformen, ineinander allmählich übergehend, vertreten sind.“ Meines Erachtens müssen sich bei denselben Tiere derselben Rasse in derselben Jahreszeit an derselben Körperstelle immer wieder an den gleichen Haaren dieselben Zeichnungen wiederholen; die Bedeutung des Cuticula-bildes betonen auch *Litterscheid* und *Abeler* (1925, 390).

*Kronacher* und *Lodemann* beschränken sich auf die Mitteilung, daß die Markzellen in der Längsrichtung des Haarschaftes abgeplattet sind. Die Zellen sind mit Luft gefüllt; männliche Tiere haben eine schwächere Marksubstanz als die weiblichen<sup>1</sup>.

Das Mark des *Rinderhaares* hat nach *Waldeyer*  $\frac{1}{3}$  Stärke; es ist von feinkörnig-maschigem Habitus. Der Markzylinder wechselt häufig, wenn auch in geringem Grade, sein Kaliber. Die Querschnitte von Rinderhaaren zeigen sich nahe der Basis und der Spitze mehr kreisförmig, in der Mitte, wo der Markzylinder am stärksten ist, abgeplattet (S. 117). *Lambardt* (S. 17) bezeichnet die Markräume als Netzmaschen, die 4—5eckig seien. Nach *Kronacher* und *Lodemann* entspricht der Bau des Markes dem der Pferdehaare (S. 237). Nach *Gareis* hat das Harzer Rind an Widerrist und Rippe den kleinsten Markstrang. Es verhält sich nämlich der Markstrang zur Rindensubstanz wie 1:3; das Murnau-Werdenfelder Rind dagegen zeigt den größten Markstrang, das Verhältnis von Markstrang zur Rindensubstanz beträgt 1:1,4; Allgäuer und Franken stehen zwischen diesen beiden Rassen. Die Bullenhaare besitzen bei allen untersuchten Rassen an sämtlichen Körperstellen einen kleineren Markstrang als die der Kühe.

Die Markröhre des *Ziegenhaares* erreicht ihre größte Ausdehnung da, wo der Haarstrang am dicksten ist; das ist dicht unterhalb der Spitze (übereinstimmende Angaben bei *Waldeyer-Nathusius* und *Kronacher* und *Lodemann*).

In den gut markhaltigen Partien beträgt der Markzylinder über  $\frac{1}{3}$ ; der Habitus derselben ist maschig-körnig und sind die Luftspalten unter einem Winkel zur Achse des Markkanales hin gegeneinander geneigt. *Litterscheid* und *Lambardt* bezeichnen die Grundform der Markräume als dreieckig, der offene Bogen der Basis ist nach der Haarspitze zu gerichtet. Die Zellwandungen sind mit leicht erkennbaren dornartigen Fortsätzen (Riffelfortsätzen) versehen.

Die Harzer Ziegenrasse hat nach *Joh. Lingk* (1922) einen kleineren Markstrang als die Saanenziegenrasse.

Das *Hundehaar* ist im ganzen weit stärker als das Katzenhaar, die Rinde ist mächtiger als bei der Katze (*Waldeyer*, S. 175). Das Mark ist in den starken Haaren unten und in der Mitte von feinkörnigem Habitus, weiter oben unregelmäßig maschig. Auch *Litterscheid* und *Lambardt* rubrizieren den Markzylinder des Hundes als unregelmäßig netzförmig (4—5eckig); er ist also dem des Rinderhaares ähnlich.

Nach *Kronacher* und *Lodemann* (S. 241—242) ist das Hundehaar

<sup>1</sup> Das Eselhaar unterscheidet sich nur wenig vom Pferdehaar (abgesehen von der Farbe). Die Markmaschen bilden mit der Rindensubstanz spitze, rechte und stumpfe Winkel. Beim Mauleselhaar soll die Rinde auffallend schwach ausgebildet sein (nach *Litterscheid-Lambardt*)  $\frac{1}{17}$  des Schaftdurchmessers.



sehr verschieden je nach Rassenzugehörigkeit. Der Markzylinder nimmt etwa  $\frac{1}{3}$ — $\frac{5}{6}$  der Haarbreite ein. Er zeigt eine deutliche Maschenstruktur. Die Zellen sind unregelmäßig geformt und in der Längsrichtung nicht so stark abgeplattet wie beim Rinderhaar (S. 242).

Nach *Alexander Roether* dagegen ist eine Differenzierung von Hundehaaren der verschiedenen Rassen mikroskopisch nicht möglich. Die Feststellung der von *Toldt* in seinem Dreihaarformsystem angegebenen drei Haartypen war beim Hunde unmöglich.

Das stärkere Haar der *Hauskatze* hat einen sehr beträchtlichen Markzylinder von ziemlich regelmäßiger maschiger und dabei grobkörniger Form. Am Flaumhaar tritt eine sehr regelmäßige Markzeichnung hervor; an den dünnsten Haarstellen ist sie rosenkranzförmig, an den dickeren mehr leitersprossenähnlich. *Waldeyer* und *H. Lambardt* (Diss. Gießen 1921) fanden ebenso wie *Hofer* das Mark in allen Katzenhaaren einreihig angeordnet.

*Lambardt* sagt S. 19: „In den oberen breiteren Teilen des Leithaares sind die Markzellen in der Richtung der Querachse bedeutend länger als hoch, ziemlich regelmäßig angeordnet und von wenig verschiedener Gestalt. Die einzelnen Zellen stehen an einer oder an mehreren Stellen durch mehr oder weniger starke Riffelfortsätze miteinander in Verbindung.“

Im mittleren Teile des Grannenhaares sind die Markzellen nur wenig länger als hoch, von kubischer, backenzahnähnlicher Gestalt und durch Riffelfortsätze miteinander verbunden.“

Nach *Kronacher* und *Lodemann* (S. 243) haben die sichtbaren Felder die Form in der Haarlängsrichtung verlängerter Fünfecke. Der Markstrang mißt nach *Fiebiger*  $\frac{4}{5}$ — $\frac{5}{6}$  der Haarbreite. Das Mark besteht aus gut erkennbaren Zellen (1—3reihig), die in der Längsrichtung des Haares ziemlich stark abgeplattet sind.

Nach diesen Feststellungen ist das Bild des Markes von Rind und Pferd schwer zu unterscheiden. Das Markbild des Hundes ist dem des Rindes ähnlich. Die meisten Eigentümlichkeiten zeigt das Ziegenhaar. Das Katzenhaar, besonders das feinere Haar, ist durch die einreihige Form und Lagerung der Markzellen charakterisiert.

Die Schwierigkeit der Diagnostik an der Hand des Markbildes ergibt sich ohne weiteres daraus, daß nach *Litterscheid* und *Lambardt* der Markzylinder des Ziegen-, Rinder-, Hundehaares „netzförmig“ ist (S. 24). Der Markzylinder des Pferdehaares, Maultier-, Esel- und Mauleselhaares wird als nur „wenig flach netzförmig“ bezeichnet (S. 25)<sup>1</sup>. Die Unterschiede sind also gering. Es wird daher in gerichtlich-medizinischen Fällen dringend erwünscht sein, weitere Möglichkeiten zu

<sup>1</sup> Nach *Heyck* (Z. Fleisch- u. Milchhyg. 1933, H. 22, 15—18) weisen die Markzellen der Haustiere charakteristische Formverschiedenheiten auf, so daß eine Bestimmung der Haare der genannten Haustiere nach der Beschaffenheit der Markzellen möglich ist. Die Möglichkeit ist aber an die Voraussetzung gebunden, daß das Mark gut entwickelt ist (S. 436). Diese Angabe mag zutreffend sein.

haben, die Diagnose der Herkunft eines Haares zu sichern. Dies ist bis zu einem gewissen Grade möglich durch die Untersuchung der Markscheiben.

### 3. Die Markscheiben.

Es gelingt beim *Pferdehaar* nicht, das Herausfallen der Markscheiben aus dem Markstrang direkt zu beobachten. Die Markscheiben des Deckhaares sind elliptisch. Peripher bestehen sie bei 230facher Vergrößerung aus kubischen bis zylindrischen, granulierten Zellen, deren Ränder nicht immer scharf abgegrenzt erscheinen. Am freien Rande sieht man die Granula vielfach in Reihen angeordnet, so daß der freie Zellrand ein gestricheltes Aussehen erhält. Die Zahl der Zellen mag

etwa 8—12 betragen. Dieses Bild der Markscheiben ist nicht überall, aber doch vielfach zu sehen. Das Zentrum besteht aus wenigen polygonalen Zellen, hin und wieder sieht man Andeutungen von Kernen.

Die Markscheiben aus anderen Pferdehaaren, z. B. den Schwanzhaaren, sind wesentlich größer, ebenfalls von elliptischer Gestalt. Sie mögen 25—30 und



Abb. 1. Markscheiben vom Pferdehaar. *a* (unten) vom Deckhaar; *b* (oben) vom Schwanzhaar. 230fache Vergr.

mehr Zellen enthalten, deren Ränder ebenfalls nicht immer scharf abgegrenzt sind (Abb. 1).

Beim *Rind* bekommt der Markstrang beim Aufquellen in Kalilauge ein querstreifiges Aussehen, insofern hellere und dunklere Partien abwechseln. Die Rindensubstanz zerfällt schneller und vollständiger als die des Pferdehaares. Die Darstellung der Markscheiben gelingt relativ leicht. Für den Anfänger bildet daher die Untersuchung des Rinderhaares ein günstiges Objekt.

Die Markscheiben sind so angeordnet, daß sie zum Teil quer durch die ganze Breite des Markstranges hindurchziehen. Manchmal scheint der Rand der Markscheibe breiter zu sein als die Mitte. Die Markscheiben sind elliptisch und granuliert. Die Zellgrenzen sind sehr schlecht, zum Teil gar nicht zu erkennen. Hin und wieder finden sich blasse Kerne oder kernähnliche Gebilde, die sich aber nicht färben ließen.

Periphere Strichelung war nicht festzustellen. In den Markscheiben des Schwanzhaares sind die Zellgrenzen deutlicher erkennbar, oft von dreieckiger Gestalt, mit der Zellbasis dem Rande zugewendet, mit der Spitze nach dem Zentrum zu gelegen, so daß anscheinend vom Zentrum aus Radialen zur Peripherie der Markscheibe laufen. Eine größere Anhäufung von zentralen Kernen haben wir in der Markscheibe des Rindes nicht festgestellt.

Wesentliche Unterschiede der Harzer und der Allgäuer Rinderrasse wurden im Markbilde nicht beobachtet. Ich möchte glauben, daß man auf Grund des Befundes an den Markscheiben Rinder- und Pferdehaare wohl unterscheiden kann. Von Menschenhaaren sind sie durch die Markscheiben deutlich unterschieden (Abb. 2).

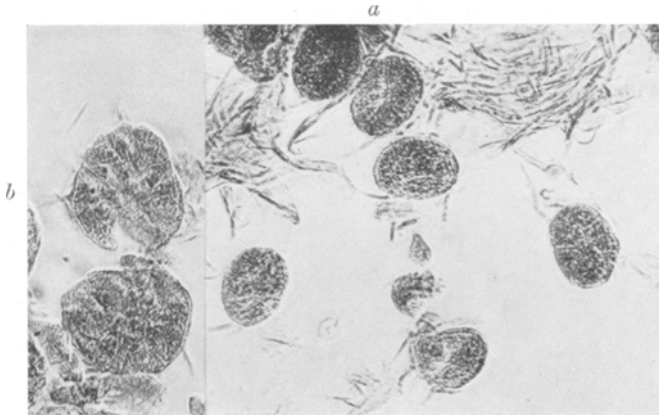


Abb. 2. Markscheiben vom Rinderhaar. *a* vom Deckhaar; *b* vom Schwanzhaar. 230fache Vergr.

Die Markscheiben der *Ziegenhaare* sind teils elliptisch, teils rundlich, gelegentlich sieht man auch granuliert Scheiben mit deutlicher Zellabgrenzung. Die Markscheiben der Ziege sind meist größer als die des Rindes. Es kommen auch kreisrunde Formen vor, die dann den Markscheiben des Hundes ähnlich sehen; bei den letzteren wird aber der zellige Aufbau vermißt.

Die Peripherie der Markscheiben der Ziege zeigt hohe zylindrische Zellen, in denen sich anscheinend Kerne nachweisen lassen, deren Färbung uns aber bislang nicht gelungen ist. Alle peripheren Zellen sind stark granuliert.

In der Mitte der Markscheiben der Schwanzhaare befinden sich oft große glasig aussehende Zellmassen; die letzteren dürften für die Ziegenmarkscheiben charakteristisch sein; jedenfalls haben wir sie bei den anderen Haustieren nicht gefunden.

Die großen elliptischen Markscheiben der Ziegenhaare sind recht

charakteristisch, und sie sind geeignet, die Diagnose des Ziegenhaares zu stützen (Abb. 3).

Vom Hunde wurde das Haar eines großen Bernhardiners, eines Wolfshundes, eines Schäferhundes und zweier drahthaariger Dackel untersucht. Die Markscheiben des Haares waren gut isolierbar.

Die Markscheiben des Bernhardiners waren i. allg. kreisrund, stark granuliert. Zellgrenzen ließen sich in den Scheiben nicht feststellen. Im Schwanzhaar eines Hundes wurden auch große ovale Markscheiben gefunden mit kernähnlichen, nicht gefärbten runden Körperchen oder Vakuolen.

Das Katzenhaar ist durch seine feine seidenartige Beschaffenheit charakterisiert. Die dünneren Haare zeigen die rosenkranzartige oder

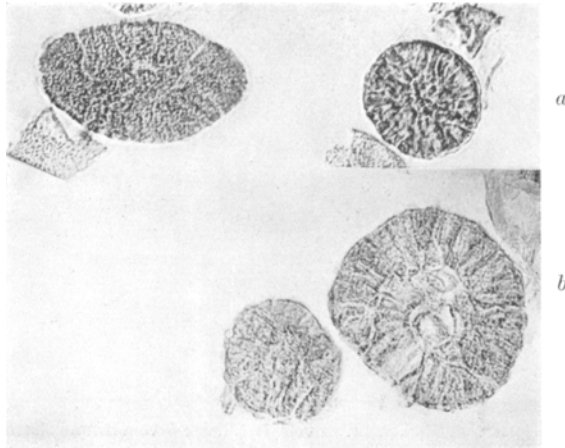


Abb. 3. Markscheiben der Ziegenhaare. *a* vom Deckhaar; *b* vom Schwanzhaar mit glasigen, zentralen Zellen. 230fache Vergr.

perlenschnurartige Struktur des Haares. Die kompakte Marksubstanz zeigt einzelne Querlinien, die ganz oder teilweise den Markstrang durchsetzen. Häufig ist die geldrollenartige Anordnung der Markscheiben deutlich ausgesprochen. An manchen Stellen hat der Markstrang ein feingranuliertes oder homogen-hyalines Aussehen ohne Zeichnung. Die Markscheiben sind rund oder oval, fein granuliert, ohne erkennbare Zellgrenzen, am freien Rande fein gestrichelt (*Hofer*). Sie ähneln denen der Hundehaare, von denen sie wohl nicht immer unterschieden werden können.

Indem ich diese Schilderung gebe, bin ich mir der Unvollkommenheit derselben wohl bewußt. Es würde die genaue Kenntnis des gesamten Haarbildes aller Altersstufen, des Sommer- und Winterkleides, aller Rassen der Tiere notwendig sein, um die hier gestellte Aufgabe endgültig zu lösen.

Ich bin mir auch bewußt, daß die Zusammenstellung keine vollständige ist, weil z. B. das Haar des Esels fehlt. Es taucht aber dann sofort die Frage auf, wie sich das Haar des Pferdes von dem des Esels und wie vom Maultier und Maulesel unterscheidet. Auch beim Hundehaar fehlen genaue Untersuchungen über die Unterschiede vom Wolfs- und Fuchshaar. Hierzu sind Spezialuntersuchungen erforderlich, zu deren Untersuchung ich anregen möchte. Es kann gar kein Zweifel sein, daß die Unterscheidung der Wollhaare auf große Schwierigkeiten stoßen wird, und daß Bruchstücke überhaupt keine Identifizierung erlauben. Das Wollhaar und die Spürhaare müssen besonders untersucht werden. Trotzdem wird es nach meiner Überzeugung an der Hand der angegebenen Merkmale in einer Reihe von Fällen möglich sein, ein sicheres Urteil über die Herkunft eines Haares abzugeben. Aus Menschenhaaren und Schweineborsten haben wir niemals Markscheiben erhalten.

Die Mühe und die Zeit, die wir für die mitgeteilten Untersuchungen aufgewendet haben, würden reichlich belohnt sein, wenn sie zur Nachuntersuchung in anderen Instituten Anlaß geben würden, denn nur durch möglichst zahlreiche Untersuchungen von verschiedenen Seiten werden sich die Resultate dergestalt sichern und erweitern lassen, daß die Wiedererkennung einzelner Haare mit der für gerichtliche Zwecke erforderlichen untrüglichen Sicherheit möglich ist.

Die Mikrophotogramme sind von Fräulein *v. Benda* angefertigt worden. Ich möchte für ihre freundliche und andauernde Hilfe auch bei Herstellung und Untersuchung der Präparate ihr meinen herzlichen Dank aussprechen:

Ergebnisse der Untersuchung:

1. Zur vollständigen Haaruntersuchung gehört die Untersuchung der Cuticula, des Markbildes und der Markscheiben.

2. Das Cuticulabild des Deckhaares des Pferdes, des Rindes und der Ziege bietet große Ähnlichkeit; von diesen sind unterscheidbar manche Haare des Hundes und der Katze.

3. Das Markbild ist bei wohlausgebildetem Mark verschieden, die Unterschiede sind aber nicht sehr sinnfällig.

4. Es empfiehlt sich, das Bild der Markscheiben als Unterscheidungsmerkmale heranzuziehen.

a) Die Markscheiben des Deckhaares des Pferdes sind elliptisch. Sie bestehen aus kubischen bis zylindrischen granulierten Zellen, die am Rande häufig ein gestricheltes Aussehen zeigen.

b) Die Markscheiben des Deckhaares des Rindes sind elliptisch. Die Zellgrenzen sind schlecht, zum Teil gar nicht zu erkennen.

c) Die Markscheiben des Ziegenhaares sind meist größer als die des Rinderhaares und stark granuliert, die peripheren Zellen sind zylindrisch.

In der Mitte der Markscheiben finden sich gelegentlich glasig aussehende Zellmassen. Diese dürften für die Markscheibe der Ziege charakteristisch sein.

d) Die Markscheiben des Hundehaares sind i. allg. kreisrund, stark granuliert, ohne erkennbare Zellgrenzen im Innern.

e) Die dünneren Katzenhaare zeigen eine rosenkranzartige oder perlchnurartige Struktur.

Die Markscheiben der dickeren Haare sind rund oder oval, fein granuliert, ohne erkennbare Zellgrenzen, am freien Rande fein gestrichelt. Von Hundehaaren sind sie wohl nicht immer sicher zu unterscheiden.

### Literaturverzeichnis.

- Bessel, A.*, Z. Tierzüchtg **7**, 277—318 (1926). — *Bethcke, Fr.*, Das Haarkleid des Rindes. Inaug.-Diss. Dresden 1917. — *Biedermann, W.*, Erg. Biol. **4**, 360—680 (1926). — *Bilek*, Dtsch. tierärztl. Wschr. **27** (1919). — *v. Brunn, A.*, Die Haut. Handbuch der Anatomie des Menschen; herausgegeben von K. v. Bardeleben. Jena: Fischer 1897. — *Duill, H.*, Vergleichende makroskop. und mikroskop. Untersuchungen der Haare von Rind und Ziege. Vet.-med. Inaug.-Diss. Berlin 1924. — *Enneker, G.*, Vergleichende mikroskop. Untersuchung der Haare von Pferd, Rind, Hund und Katze. Vet.-med. Inaug.-Diss. Hannover 1919. — *Fiebiger, I.*, Haare. Tierheilkunde und Tierzucht. **5**. Berlin u. Wien: Urban u. Schwarzenberg 1928. — *Gareis, M.*, Das Rinderhaar als Rassenmerkmal. Inaug.-Diss. Hannover 1922. — *Gröttrup, I. H.*, Vergleichende histolog. Untersuchungen der Haare von Ziege, Reh, Hirsch. Vet.-med. Inaug.-Diss. Hannover 1920. — *Heyck, Z.* Fleisch- u. Milchhyg. **1933**, H. 22, 434—437. — *Hofer, H.*, Das Katzenhaar. Inaug.-Diss. München 1914 — Arch. mikrosk. Anat. — *Köttnitz, R.*, Jb. Jagdkde **6**, H. 1 (1922). — *Kronacher, G.*, u. *G. Lodemann*, Technik der Haar- und Wolluntersuchung. Abderhaldens Handbuch **1930**, Lief. 316, Abt. 7, Teil 2, H. 1. — *Lambardt, Hans*, Ein Beitrag zur Erkennung der Haare unserer Haussäugetiere und verschiedener Wildarten. Vet.-med. Inaug.-Diss. Gießen 1921. — *Lambert u. Balthazard*, Le poil de l'homme et des animaux. Paris 1910. — *Lingk, Joh.*, Das Ziegenhaar als Rassenmerkmal. Inaug.-Diss. Hannover 1922. — *Litterscheid, F. M.*, u. *C. Abeler*, Zool. Jb. Abt. System., Geogr. u. Biol. **50**, 377—450 (1925). — *Litterscheid u. Lambardt*, Die Erkennung der Haare unserer Hausäugetiere und einiger Wildarten. Hamm: Reimann & Co. 1892. — *Lochte, Kriminal.* Mh. **7**, H. 8 (1933). — *Lodemann, Z.* Tierzüchtg **9**, 349—454 (1927). — *Moeller*, Arch. Kriminalanthrop. **2** (1899). — *Pinkus, Felix*, Die normale Anatomie der Haut. Im Handbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten von J. Jadassohn. **1**, 1—378. Berlin: Julius Springer 1927. — *Reissner, E.*, Beiträge zur Kenntnis der Haare des Menschen und der Säugetiere. Breslau. — *Roether, A.*, Vergleichende mikroskop. Untersuchungen der Haare von verschiedenen Hunderassen. Vet.-med. Inaug.-Diss. Hannover 1921. — *Schaffer*, Verh. anat. Ges. **1914**, 99. — *Schröder, A.*, Ist die Unterscheidung der Menschen- und Tierhaare durch die Untersuchung der Cuticula möglich? Inaug.-Diss. — Z. Dtsch. gerichtl. Med. **15**. — *Schwarte, W.*, Vergleichende mikroskop. Untersuchungen der Haare von Reh und Ziege, sowie Hase und Kaninchen. Vet.-med. Inaug.-Diss. Hannover 1921. — *Steiner-Wourtsch, Aida*, Z. Zellforsch. **2**, 474—475 (1925). — *Stroh, Z.* Fleisch- u. Milchhyg. **29**, 3. — *Waldeyer, W.*, Atlas der menschlichen und tierischen Haare, sowie der ähnlichen Fasergebilde. Lahr 1884.