

Rekonstruktionsquerschnitt spezieller Haaruntersuchungen

mit 4 Tafeln und 26 Abbildungen

HERBERT APPELT

1. Bedeutung

Im Querschnitt werden meist verschiedene Haare erfaßt. Sie stellen jedoch nur einen bestimmten Sektionsteil eines oder mehrerer zusammengefaßter Haare dar. Haare sind im Habitus, d. h. der äußeren Gestalt keine einheitlichen Gebilde. In der vereinfachten Dreiteilung, der Basal-, Schaft- und Spitzenzone sind vielfach Wachstums- oder Querschnittveränderungen festzustellen. Auch treten Haare auf, die im gesamten Haar ein verlaufendes Querschnittprofil aufweisen. Querschnittänderungen können durch einen Einzelhaar- bzw. durch einen Haarbündelschnitt nicht erkannt werden. Damit wird die wissenschaftliche Aussage von Haaruntersuchungen stark eingeengt. Ein Querschnittvergleich verschiedener Autoren kann deshalb recht unterschiedlich sein, weil im Querschnitt nicht die gleichen Schnittzonen vorhanden sind. Der biologischen und kriminaltechnischen Untersuchung gehen deshalb wesentliche Erkenntnisse verloren.

Beispiel: Haarquerschnitte von Spitzmäusen zeigen durch den Basalteil ein vollkommen anderes Querschnittbild als durch die Spitzenzonen. Im Basalteil sind Spitzmaushaare ovalrund, kantig bis eckig Grund strukturiert, während in der Spitzensektion ein typisches Profilbild in Form eines H oder in sternartiger Struktur vorliegt. (s. S. 85—86) Dies trifft auch auf Maulwurf-, Feldmaus-, Faultier-, Augenwimperhaare u. dgl. mehr zu.

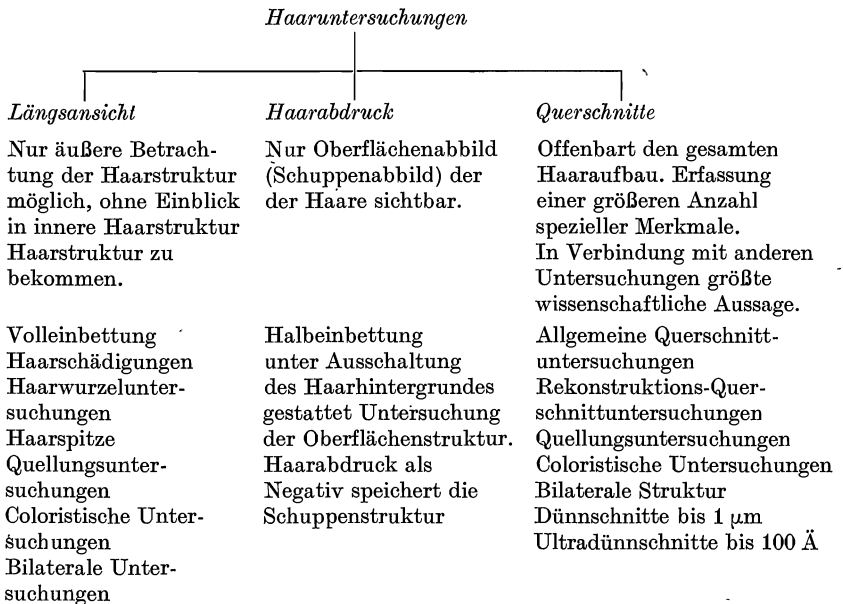
Um eine breite Querschnittsaussage zu erreichen, wird es notwendig, sogenannte Folge- oder Rekonstruktionsquerschnitte anzufertigen, d. h. solche, die von der Haarwurzel bis zur Haarspitze bestimmte Querschnittsektionen der Haare erfassen. Anhand derartiger Schnittfolgen läßt sich das wirkliche Haarprofil rekonstruieren. Eine derartige Technik setzt jedoch eine spezielle Präpariermethode als auch eine bestimmte Querschnittspeicherung und Auswertung voraus. Zufällig-

keiten, daß im Querschnitt bestimmte Profilzonen mit auftreten bzw. erfaßt werden, scheidet durch systematisch durchgeführte Folgeschnitte aus.

2. Allgemeine Haaruntersuchung

Die allgemeinen Haaruntersuchungen können nach 3 Gesichtspunkten eingeteilt werden. Dies zeigt Tafel 1, und zwar:

Tafel 1



Die 3 Untersuchungen ergeben isoliert keine schlüssige Aussage über die Haarbeschaffenheit. Längsansichten gestatten ein Studium der äußeren Haarstruktur, dem Habitus. Auch lassen sich größere innere Merkmale der Haare feststellen. Die wesentlichen Merkmale, d. h., das Haarprofil und der genauere innere Haaraufbau bleiben verborgen.

Haarabdrücke oder Halbeinbettungen eignen sich zum Studium der äußeren Haarstruktur, der sog. Schuppenschicht (Epidermis/Kutikulazeichnung).

Erst in Verbindung mit Haarquerschnitten ergibt sich ein globales Bild der Haarbeschaffenheit, und zwar sowohl der inneren als auch der

äußeren. Vor allem werden anhand von Querschnitten der innere Aufbau der Haare mit allen Einzelheiten offenbar.

Durch spezielle mikroskopische Untersuchungen, wie

lichtmikroskopische Hellfeld-Durchlicht
Hellfeld-Auflicht
Dunkelfeld- und Phasenkontrast
Polarisationsoptische- und
Fluoreszenzlicht-Untersuchungen

lassen sich die Ergebnisse nach den verschiedenen Richtungen auswerten und dokumentieren. Elektronenmikroskopische Untersuchungen geben über die Feinstruktur Auskunft.

3. Spezielle Haaruntersuchungen

Spezielle Haaruntersuchungen richten sich vor allem auf solche, die über die gesamte Haarstruktur Auskunft geben. LOCHTE zeigt in seinem Buch „Atlas der tierischen Haare“ an verschiedenen Beispielen, wie z. B. beim Hasen, Hamster, Nerz u. a. durch mehrere Haarabdrücke von Basalteil, Mittelschaft und Spitzensektion das sich verändernde Schuppenstrukturabbild. Dadurch wurde es möglich, vollständige Rekonstruktionsbilder der Schuppenstruktur zu erhalten.

Ein spezielles Gebiet der Haarrekonstruktion ergibt sich in der Anfertigung von Haarquerschnitten. Hierzu sind sowohl präparative Überlegungen als auch solche über die Art der Querschnittfolgen notwendig. Sie sind in der Tafel 2 zusammengefaßt. Sie beinhaltet verschiedene methodische Wege der Haarpräparation, der Querschnittanfertigung und der Querschnittpräparation.

Tafel 2

1. Haarquerschnitt-Präparations-Techniken
 - 1.1. Einzelhaarpräparation
 - 1.2. Willkürliche Haarbündelpräparation
 - 1.3. Gerichtete Haarbündelpräparation
 - 1.4. Planlagenpräparation
 - 1.5. Ausgewählte Haarpräparation nach Methode 1.1.—1.4.
2. Querschnittfolgen
 - 2.1. Orientierungs- oder Informationsschnitte
 - 2.1.1. Querschnitte durch willkürliche Schnittsektionen (statistische)
 - 2.1.2. Querschnitte durch spezielle Haarsektionen
 - 2.2. Gezielte Querschnittfolgen
 - 2.2.1. Vollständige Querschnittfolgen

Fortsetzung Tafel 2

- 2.2.2. Querschnitte durch Basal-, Mittelschaft- und Spitzensektionen (3 Schnittintervalle)
- 2.2.3. Rekonstruktionsquerschnitte
 - 2.2.3.1. Auflösung in Schnittfolgen oder Schnittbänder Stufen oder Folgeschnitte mit größeren Schnittintervallen (3—5—8)
 - 2.2.3.2. Folgeschnitte oder Schnittbänder mit engbegrenzten Schnittintervallen (3 bis unbegrenzt)
- 3. Querschnittpräparation
 - 3.1. Klassische Einschlußtechnik
 - 3.2. Mikro-Miniaturisierung
 - 3.2.1. Minitestplatten
 - 3.2.2. Reihentestplatten
 - 3.2.3. Rundtestplatten (Tondotestplatten)

Berichte über Rekonstruktionen biologischer und histologischer Schnittserien gehen aus den „Mikrotom-Nachrichten“ der Firma Jung AG, Heidelberg, hervor, und zwar:

- Heft 1/2 (1958), S. 21 : Schnittdicken- u. Schnittkonstanz;
- Heft 3 (1959), S. 55 : Das Serienschnittmikrotom 1120;
- Heft 7 (1967), S. 134: Methoden der dreidimensionalen Histologie.

Auch sind im Heft 7 reichhaltige Literaturangaben über das Thema der Rekonstruktionsschnitte enthalten.

Haarrekonstruktionsquerschnitte werden nicht beschrieben. Um die Bedeutung von Haar-Rekonstruktions-Querschnitten zu charakterisieren, wurde ein ausgewähltes Beispiel mit typischen Haarstrukturveränderungen gewählt. Die Bildfolge zeigt Rekonstruktionsquerschnitte von einem Seehundhaar (Bild 7—23).

3.1. Querschnitt-Präparations-Techniken

Um Haarquerschnitte anzufertigen, kann man sich folgender Methoden bedienen, wie sie in Punkt 1. bis 3./Tafel 2 angegeben sind. Zur Herstellung von Rekonstruktions-Querschnitten sollen folgende Methoden herausgegriffen und besprochen werden:

3.1.1. Einzelhaaruntersuchungen nach Methode 1.1./Tafel 2

Einzelhaaruntersuchungen werden durch fehlende Vergleichshaare stark in der Aussage eingengt, wenn man nicht diese speziell erreichen will. Sie dienen einer zielgerichteten Untersuchung mit einer speziellen Erwartung. Kontrollschnitte an anderem Haarmaterial ergänzen die Untersuchungen.

Sie werden vor allem bei folgenden Haaruntersuchungen notwendig, wie: vom Seehund, Faultier, den Spitzmäusen, vom Stachelschwein (Borsten und Stacheln), Schnabeltiergrannen, Tasthaaren aller Art u. dgl. mehr.

3.1.2. Gerichtete Faserstapel nach Methode 1.3./Tafel 2

Gerichtete Faserstapel enthalten Haare, die vor der Querschnittpräparation eine genaue Orientierung in Wurzel-Schaft-Spitzen-Ausrichtung erfahren haben. Die Vorarbeit ist zeitaufwendig, gestattet jedoch das gleichzeitige Erfassen mehrerer Haarquerschnitte in einem Schnittpräparat. Die Aussage wird dadurch wesentlich erhöht, da Haarquerschnittvergleiche durchgeführt werden können. Für Rekonstruktionsquerschnitte, bei dem das Haarprofil eines Haares voll erfaßt werden soll, ist diese Methode ungeeignet.

Werden mehrere Schnitte aus verschiedenen Sektionen des Haarbündels angefertigt, so ergeben sich gute Querschnittvergleiche mit einer breiten wissenschaftlichen Aussage.

Die engere Querschnittauswahl steht der Publikation zur Verfügung. Jedoch sollte beachtet werden, daß bei der Veröffentlichung von Querschnittbildern Angaben erscheinen, durch welchen Haarteil der Querschnitt vorgenommen wurde und im Bild wiedergegeben wird.

Man kann nach folgenden Methoden arbeiten:

1. Erfassen besonderer Haare,
2. Getrennte Erfassung von Grannen- und Unterhaar in 2 oder mehr Präparaten und
3. Globale Erfassung von Grannen- und Unterhaaren u. dgl. in einem Präparat.

Die genannten Methoden lassen sich unter die Querschnittpräparation Punkt 1.5./Tafel 2 einordnen.

Die Präparationstechniken und Querschnittmethoden richten sich nach der Zielstellung, d. h., nach dem, was erreicht werden soll. Zeit und Arbeitsaufwand spielen dabei eine wichtige Rolle.

3.1.3. Willkürliche Haarbündelpräparation nach Methode 1.2./Tafel 2

Sind Querschnittübersichten ohne bestimmte Aussage herzustellen, dann reichen Haarbündelschnitte an unausgerichteten Haaren vollkommen aus. Bei losen Haarmaterial, wie Wollen, ist es kaum möglich, gerichtete Bündelschnitte herzustellen, da durch die Schur sowohl Haarwurzeln als auch meist die Haarspitzen verlorengegangen sind. Schwierig sind auch solche Untersuchungen, die an äußerst kurzen Ha-

ren, wie z. B. beim Maulwurf, von Haselmäusen u. dgl. ausgeführt werden sollen. Die Haarentnahme muß bei gerichteten Schnitten (Methode 1.3./Tafel 2) unbedingt selbst erfolgen, so daß bis zur Schnittpräparation der Haarstapel zusammenhängend bleibt. Trotzdem sind durch Luftzug, Håndbewegung, Pinzettenhaftung u. a. Ursachen Richtungsveränderungen von Einzelhaaren im Haarstapel nicht ausgeschlossen.

Es ist dann zweckmäßiger, auf die Einzelhaarpräparation (s. Methode 1.1./Tafel 2) überzugehen, und mehrere Kontrollschnitte anzufertigen.

Um elektrostatische Haftung der kurzen Tierhaare zu vermeiden, ist es notwendig, auf Plastplattenunterlagen zu verzichten und geschliffene Milchglasplatten als Präparationsunterlage zu verwenden.

Man kann nach 2 Methoden Querschnitte anfertigen, und zwar:

1. Schnittanfertigung durch Schneiden des Haarbündels von einer Seite aus. Man erfaßt immer Basalteile und Übergänge zum Haarschaft als auch auslaufende Spitzenzonen.
2. Schnittanfertigung durch die Bündelmitte mit Erfassung relativ breit gestreuter Mittelschaft-Haarsektionen.

In beiden Fällen wird eine mikroskopische Durchmusterung der rohen Querschnitte notwendig.

3.2. Querschnitt-Technik

Einzelhaare werden auf dem Objektträger präpariert (s. Methode 1.4./Tafel 2). Man läßt auf einem Objektträger eine dünne Schicht Acrylharz oder Polyesterharz u. dgl. aushärten. Danach legt man die zu untersuchenden Fasern/Haare auf und überdeckt mit einer weiteren dünnen Acrylharzschicht. Von dem schwach mit Silikonöl/fett eingeriebenen Objektträger läßt sich das rohe Schnittpräparat nach Aushärtung des Einschlußharzes leicht abheben. Die Seiten werden beschnitten, so daß dünne, stäbchenförmige Gebilde anfallen. Diese werden nach der klassischen Methode der Paraffineinbettung umgossen und quergeschnitten.

Um ein zu starkes Kleben der Oberfläche bei Polyesterharzen zu vermeiden, wird vielfach ein Abreiben der Oberflächen mit Azeton notwendig.

Nach der Bündeltechnik (Methoden 1.2./1.3./Tafel 2) werden die Haare unter Spannung zusammengefaßt, am oberen und unteren Ende mit einem dünnen Faden abgebunden und mit einem aushärtenden Kunstharz gut durchtränkt. Unter Belastung läßt man das Bündel freihängend aushärten. Man bettet in Paraffin um und schneidet mit dem Mikrotom.

4. Rekonstruktion eines Seehundhaares durch Schnittfolgen

Die wissenschaftliche Aussage der Querschnittuntersuchungen nimmt von Punkt 2. bis 2.2.3.2. zu. Zu dichte Schnittfolgen sind bei Haaruntersuchungen nicht notwendig. Bei Haaren treten nur selten spontane Querschnittveränderungen auf, wie dies z. B. bei Schnabeltiergrannen der Fall ist. Sind derartige Veränderungen zu erwarten, so ist eine Kombination von Einzelhaarpräparation (Punkt 1.1./Tafel 2) mit Punkt 2.2.3.1. oder 2.2.3.2./Tafel 2 angebracht.

4.1. Untersuchung eines Seehundhaares

4.1.1. Herkunft der Haarproben

Zur Verfügung standen 2 Haarproben, und zwar ein Fellstück (Pelz) eines Seehundes (*Phoca vitulina* LINNÉ) vom VEB Bekleidungswerk „Elegant“, Beucha b. Leipzig und eine größere Anzahl Haare eines Ringelrobben-Ausstellungsstückes (*Phoca hispida*) des Naturkundlichen Museums „Mauritianum“ in Altenburg zum Haartypvergleich, die freundlicherweise von Herrn GROSSE, Museumsleiter, zur Herstellung von Kontrollschnitten (Bild 24) übersandt wurden. In beiden Fällen lagen Haare der Rückenpartie vor.

4.1.2. Längsstrukturuntersuchungen

Seehundhaare wurden bereits von LASSÉ, Cibarundschau, Heft 119/S. 4419 untersucht und beschrieben. Die Längs- und Querschnittstrukturen gleichen denen eigener Untersuchungen (s. Bild 1–24). Jedoch wurde nur an einigen Querschnitten auf die spezielle Haarstruktur hingewiesen. Vollständige Profiluntersuchungen wurden nicht vorgenommen.

Wie die Bilder

- Bild 1 Längsstruktur mit Schuppenzeichnung in Halbeinbettung von plastifiziertem Polystyrol,
- Bild 2 Längsstruktur eines Seehundhaares nach Bild 1 als Abdruck der Schuppenstruktur nach Entfernung des Haares aus plastifiziertem Polystyrol,
- Bild 3 Haarabdruck von Bild 2 im Dunkelfeld mit charakteristischer Schuppenzeichnung,
- Bild 4 Abdruck eines verschmutzten Seehundhaares in der verjüngenden Haarübergangszone vom Basalteil zum unteren Haarschaft,
- Bild 5 Polarisationsoptische Untersuchung von zwei gekreuzt liegenden Seehundhaaren zwischen 90° gedrehten Polarisationsfiltern

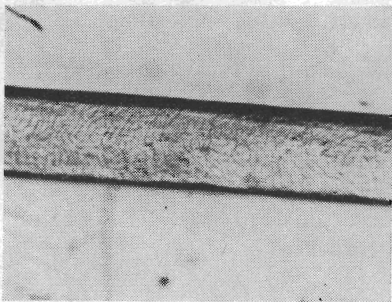


Bild 1. Seehundhaar (*Phoca vitulina* L.)
Halbeinbettung in plastifiziertem
Polystyrol 70:1

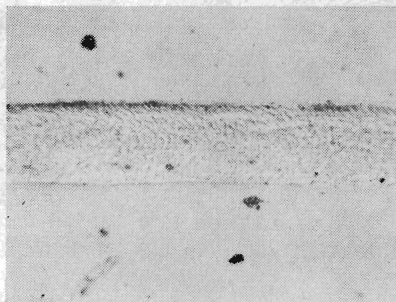


Bild 2. Haarabdruck eines Seehund-
haares mit typischer Schuppen-
zeichnung 70:1

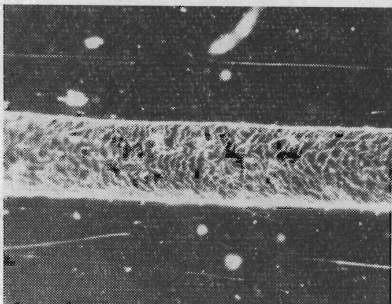


Bild 3. Haarabdruck eines Seehund-
haares nach Bild 2 im Dunkelfeld 70:1

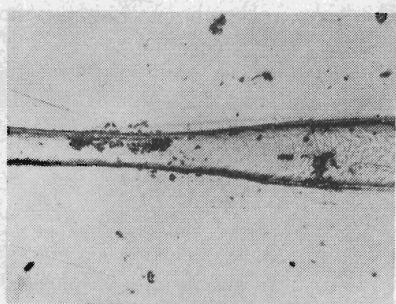


Bild 4. Haarabdruck eines Seehund-
haares in plastifiziertem Polystyrol.
Es ist der Übergang von Basalteil zum
Haarschaft mikrofotografisch erfaßt.
70:1

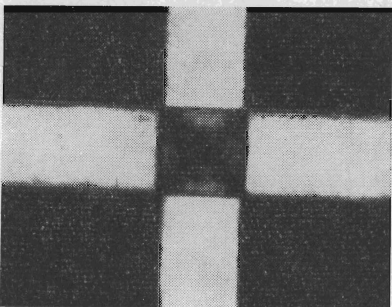


Bild 5. Zwei gekreuzt liegende See-
hundhaare im polarisiertem Licht.
Die Haarsubstanz leuchtet hell auf.
Bestimmte Interferenzen sind nicht zu
beobachten. 70:1

zeigen, ist die Aussage von Längsstrukturuntersuchungen nur begrenzt. Die Untersuchungen wurden nach den ersten beiden Methoden der Tafel 1 vorgenommen. Das Querschnittprofil kommt nicht zum Ausdruck. Bild 6 gibt eine zeichnerische Übersicht der Längsstruktur mit der typischen Haarprofilveränderung der einzelnen Schnittsektoren (Intervalle).

4.1.3. Rekonstruktionsquerschnitte

Zur Identifizierung und Rekonstruktion des gesamten Haarprofils wurde ein Seehundhaar nach der Methode 1.1. und 2.2.3. der Tafel 2 in 17 Schnittsektoren mit einem durchschnittlichen Schnittintervall von

$$\frac{23 \text{ mm Haarlänge}}{17 \text{ Schnittsektoren}} = 1,35 \text{ mm}$$

quergeschnitten. Die globale Profilzusammenfassung zeigt Bild 6, während die mikrofotografische Dokumentation in den Bildern 7 bis 23 zusammengestellt ist. Die einzelnen Mikrobilder wurden nach visuell-mikroskopischer Zwischenkontrolle aus einem Schnittintervall ausgewählt und nach der Methode 3.2.2. der Tafel 2 präpariert. Innerhalb eines Schnittintervalls (1,35 mm) können somit geringfügige Profilabweichungen vorhanden sein, die zum vorhergehenden oder folgenden Mikrobild gewisse Analogien aufweisen können. Bild 24 zeigt 3 Kontrollschnitte von Ringelrobberhaaren mit einer speziellen Haarpräparation nach Methode 1.5. der Tafel 2. Ringelrobber gehören der gleichen Gattung an wie die Seehunde (*Phoca vitulina*). Es wurden 3 verschiedene Querschnittzonen erfaßt und mikrofotografisch ausgewertet. Der Bildvergleich 7 bis 23 zeigt eine volle Übereinstimmung des Haarprofils mit Bild 24 als Kontrollschnitt.

Die Tafel 3 gibt in Zusammenhang mit Bild 6 eine Übersicht der laufenden Haarprofilveränderung von der Basis eines Seehundhaares bis zur Haarspitze.

Tafel 3

Bild-Nr.	Profilveränderung
7	Basalteil mit anhaftenden Haut(Leder)-Resten Bohnenförmig gebogene Querschnittstruktur
8	Verjüngter Basalteil (s. Bild 4) mit ovalrundem Profil und geringer, unregelmäßig gestreuter Pigmentierung
9	Einseitige Abflachung des Haares im verjüngenden Basalteil mit Ausrichtung der abgeflachten Haarseite zur Körperoberfläche

Bild-Nr.	Profilveränderung
10	Volle Ausbildung der Haarbreite im unteren Teil des Haarschaftes mit flacher Innen- und gewölbter Außenseite des Haares. Pigmente liegen zentral verdichtet. Die Vorstellung des Profilüberganges wird durch Bild 4 ergänzt.
11	Stärkere Abflachung des Haares mit abnehmender Pigmentierung. Gewölbte Oberseite zeigt eine dickere, lichtbrechende Rindenzone (Bild 25). Siehe Punkt 4.1.5.
12	Weiterer Übergang des Haares zum Mittelschaft. Volle Breite noch nicht erreicht (s. Bild 13). Lichtbrechende Rindensubstanz tritt deutlicher hervor.
13	Übergang zur vollen Haarbreite im Mittelschaft. Haarsubstanz (Matrix) nimmt körnigen Charakter an.
14	Profilzone des Mittelschaftes mit beginnender körperseitiger Wölbung. Beginn der seitlichen Haarüberlappung im Fell. Ausbildung von Diskusformen.
15	Verstärkung der körperseitigen Haarwölbung (Diskusform).
16	Mittelschaft-Querschnitt-Profil mit stärkster Auswölbung der Haarunterseite.
17	Endgültige Profilausbildung mit Abnahme der seitlichen Haarbegrenzung (s. Bild 16).
18	Übergang vom Haarschaft zur in der Breite abnehmenden Spitzenzone. Oberfläche wölbt stärker aus; Seiten werden abgeflacht.
19	Haar beginnt körperseitig nach innen zu wölben.
20	Stärkere Breitenabnahme unter Verstärkung der Profilwölbung.
21	Spitzenzone zeigt typische überhöhte Querschnittwölbung.
22	Profilstruktur wird charakteristisch gewölbt, wobei Seiten tragflächenartig abstehen.
23	Endsektion der Haarspitze mit trilobalem Querschnitt
24	3 verschiedene Kontrollschnitte von Ringelrobberhaaren in einem Schnittpräparat zum Haartypvergleich zusammengefaßt (Haarprobe: Mauritianum, Altenburg).

Aus den Querschnitten von Bild 7 bis 23 sind sowohl die Profil- als auch die Breitenveränderungen sichtbar. Anhand der Schnitte läßt sich das gesamte Haarprofil rekonstruieren.

4.1.4. Umwelt und Haarprofil

Seehunde sind wasserbewohnende Säugetiere, die zeitweise das Festland aufsuchen. Die dünnen, rundovalen Basalzonen gestatten einen dichten Haarbesatz in der Haut. Die flachen und relativ breit ausgebildeten Haarschäfte geben im gegenseitigen, dachziegelartigen Versatz eine gute Haar-Körper-Bedeckungsfläche und somit einen ausreichenden Schutz vor Verletzungen. Das Haarprofil steht im engen Zusammenhang zwischen den Umweltbedingungen und dem Körperschutz.

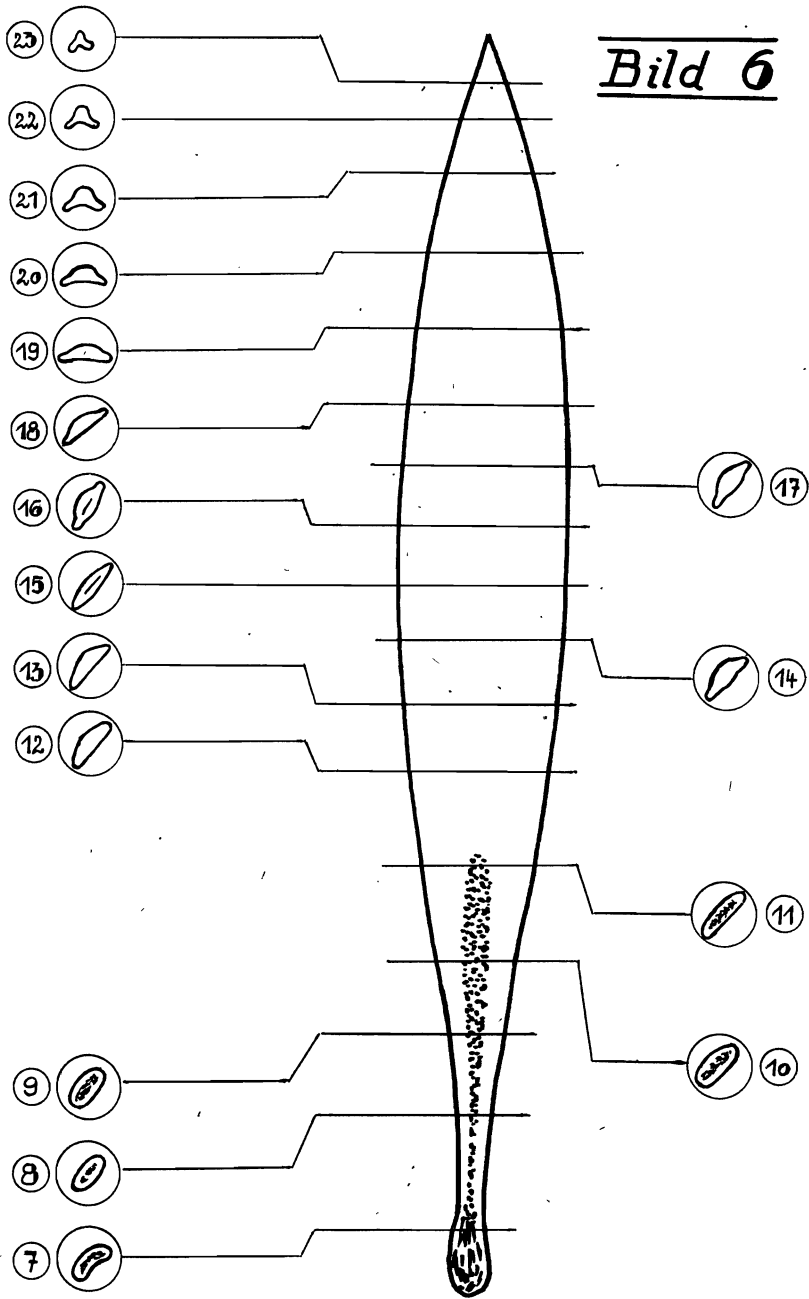


Bild 6. Zeichnerische Dokumentation des Haarprofils mit entsprechenden Querschnitten der verschiedenen Schnittsektoren.



Bild 7. Querschnitt-Rekonstruktion eines Sechundhaares (Bild 7 bis 23) 50:1
Basalteil mit anhaftenden Hautresten



Bild 8. Verjüngender, ovalrunder Basalteil

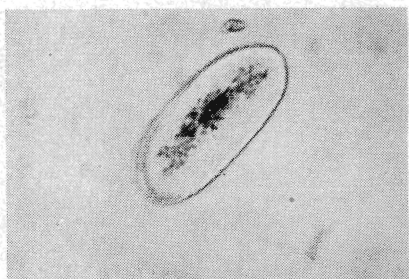


Bild 9. Abflachung des Haares im Übergang von Basalteil zum unteren Teil des Haarschaftes 50:1

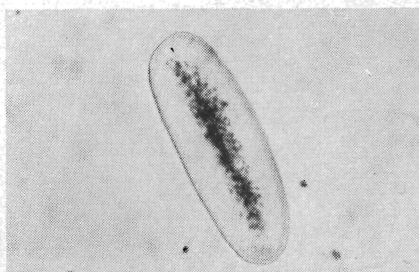


Bild 10. Querschnitt durch unteren Teil des Haarschaftes mit typischer Breitenveränderung 50:1

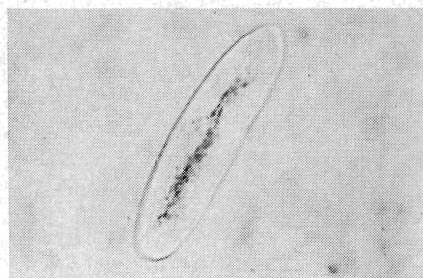


Bild 11. Stärkere Abflachung des Haares 50:1

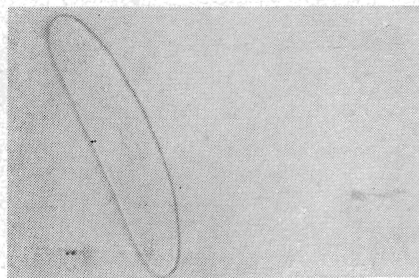


Bild 12. Volle Breite des Haarprofils noch nicht erreicht (Mittelschaft) 50:1

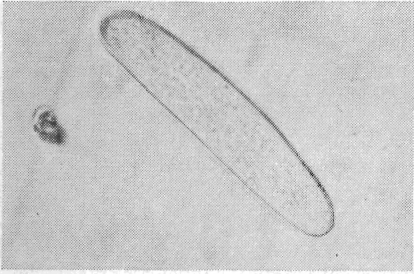


Bild 13. Erreichen der vollen Haarbreite im Mittelschaft 50:1

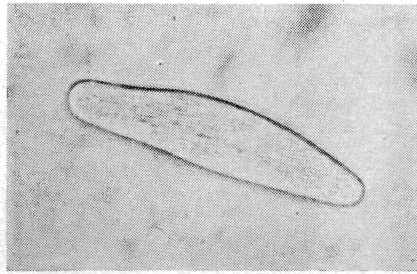


Bild 14. Profilveränderung in der Mittelschaftzone 50:1

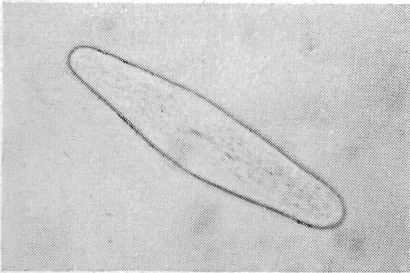


Bild 15. Stärkere Ausbildung des Haarprofils 50:1

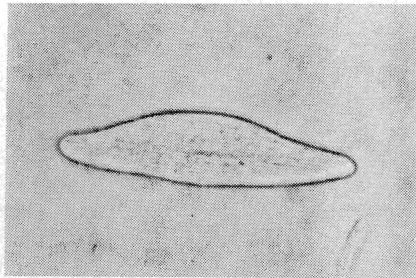


Bild 16. Profilverstärkung nimmt zu. 50:1

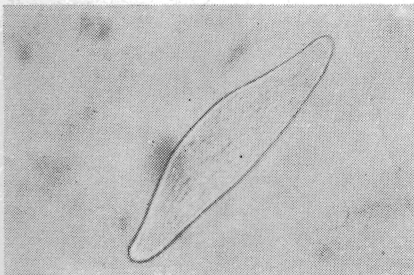


Bild 17. Endgültige Profilausbildung. Abnahme der Haarbreite. 50:1

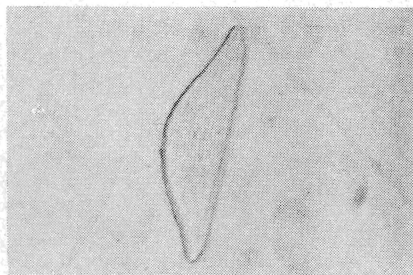


Bild 18. Übergang zur Spitzenzone mit Ausbildung des Haarendprofils 50:1



Bild 19. Verstärkung des Spitzenprofils
50:1

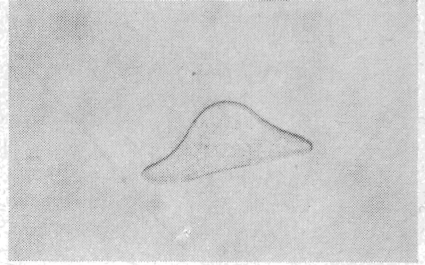


Bild 20. Weitere Verstärkung des Spitzen-
profils 50:1

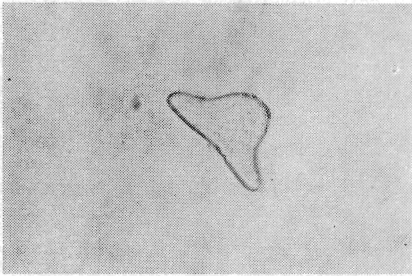


Bild 21. Ausbildung einer überhöhten
Wölbung in der auslaufenden Haarspitze
50:1



Bild 22. Zunahme der Wölbungsüber-
höhung 50:1

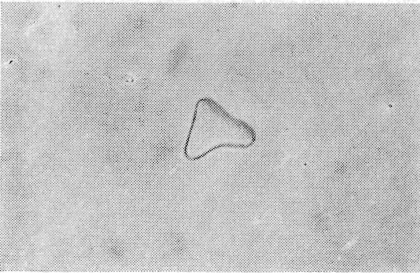


Bild 23. Trilobale Endsektion 50:1

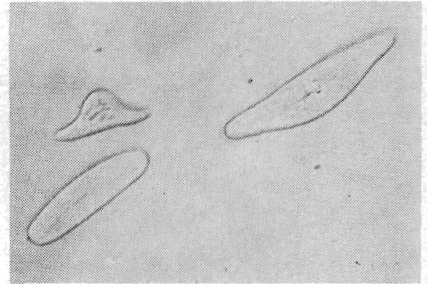


Bild 24. Kontrollschnitte von Ringel-
robberhaaren mit spezieller Haarprä-
paration zum Haartypvergleich
(Bild 7—23) 50:1

Die lanzettförmige Ausbildung des Haares zeigt in der weiteren Auswölbung auf der Haarunterseite (Bild 14—16) eine Anpassung an den gegenseitigen Haarversatz. Die Haare passen sich in die Versetzungslücken ein, erhalten eine gute, griffige Lage und bei Körperbelastung eine Lagestabilität, so daß eine fast ideale Längsorientierung der Haare gewährleistet wird.

Die Frage der Haarprofilveränderung läßt sich nur spekulativ beantworten. Es kann angenommen werden, daß das verlaufende Haarprofil dem auf der Körperseite entlangströmende Wasser eine laminare Strömung erteilen soll, an den Haarenden jedoch eine Mikrowirbelbildung vermeiden soll. Strömungstechnische Untersuchungen könnten gegebenenfalls Auskunft über die Wirkung und den späteren Einsatz im Schiffsbau geben.

4.1.5. Coloristische Querschnittuntersuchungen

Eine Besonderheit, die nur am Querschnitt untersucht werden kann, ergibt sich aus der mikroskopischen Durchmusterung der Schnittpräparate. Es wurde bereits darauf hingewiesen (Bild 11 u. a.), daß bei Querschnittpräparaten des Mittelschaftes lichtbrechende Substanzschichten auftreten. Um eine bessere Substanzdifferenzierung zu erreichen, wurden Querschnittfärbungen vorgenommen. Mit verschiedenen Farbstoffen wurden folgende Ergebnisse (Tafel 4) erzielt.

Tafel 4

Farbstoffe	Diagnosen
Säuregrün V	geringe Substanzdifferenzierung
Säurefuchsin 0	geringe Substanzdifferenzierung
Säureechtorange GB	keine
Chicagoblau 6 B	zu langsame Farbstoffaufnahme Präparate beim Färben deformiert
Rhodamin B	geringe Substanzdifferenzierung
Methylviolett	Präparat überfärbt Kontraste mikrofotografisch nicht auswertbar
Methylenblau Ia/D	gute Substanzdifferenzierung
Safranin TH	aussagekräftigste Substanzdifferenzierung

Die im Plastik eingeschlossenen Querschnitte wurden unter Deckglasverschluß nach seitlichem Zutropfen einer 2,5%igen Farbstofflösung 2 bis 3 Minuten auf einem separaten Heitzisch gefärbt. Zusätze erfolgten nicht. Die besten Ergebnisse wurden mit basischen Farbstoffen wie

Safranin TH und Methylenblau erzielt. Das safranindifferenzierte Querschnittpräparat wurde im Bild 25 mikrofotografisch dokumentiert. Es sind 2 Querschnitte von Seehundhaaren (s. Bildserie 12—18) der Mittelschaftpartie vorhanden. Ein Zahlenintervall des eingblendeten Okularmikrometers beträgt $\frac{1}{10}$ mm, was einem Strichintervall von $\frac{1}{100}$ mm entspricht.

Die beiden Haare stellen eine gegenseitige Kontrolle für die Kontrastfärbung dar. Beide Haarquerschnitte zeigen gleichartige coloristische Differenzierungsmerkmale. Es sind 3 Substanzschichten zu erkennen, und zwar

- | | |
|--|--|
| ... ungefärbte, gewölbte
Haaroberseite | = ca. 2—3 Strichintervalle, kompakte
Haarsubstanz- oder Rinderschicht |
| ... ungefärbte Zwischen-
schicht | = ca. 4 Strichintervalle, poröse Haar-
substanzschicht |
| ... farbdifferenzierte
Haarsubstanz/Unter-
seite | = ca. 9 Strichintervalle, stark gefärbte
Haarsubstanzschicht |

Demnach liegt wie bei Wollhaaren ein bilateraler Haaraufbau vor. Die beiden Substanzschichten können färberisch markiert werden. Somit bestehen Parallelen zu Wollhaaren, die sich aus 2 verschiedenen Substanzschichten, der Ortho- und Parakortex aufbauen. Während bei Wollhaaren eine spiralförmige Windung der beiden Substanzschichten zu verzeichnen ist, liegt beim Seehundhaar eine Schichtebenenstruktur vor.

Die kompakte Oberseite trägt (Punkt 4.1.4.) der mechanischen Abnutzung des Haares Rechnung. Sie gibt dem Haar einen speziellen Oberflächenschutz. In Zusammenhang damit stehen lichtoptische Brechungserscheinungen. Ob eine Lichtreflexion bereits in der Rinderschicht oder an den Grenzflächen der beiden Substanzschichten erfolgt ist nicht bekannt. Sie sind jedoch Ursache des grau-silbrig-glänzenden Haarglanzes. Dieser ist im Pelzgewerbe äußerst geschätzt.

5. Präparation der Querschnittfolgen

5.1. Bedeutung einer Querschnittpräparation

Liegen Serien- oder Folgeschnitte vor, so wurden diese unter einem relativ hohen präparationstechnischen Aufwand und Zeitaufwand hergestellt. Dies gilt im besonderen für spezielle Querschnittserien, wie sie z. B. bei Rekonstruktionsquerschnitten vorliegen. Sie sollten als wissenschaftlicher Beleg aufbewahrt, d. h. in Form von Einschußpräparaten

gespeichert werden. Der fotodokumentarische Beleg stellt bei Präparatverlust eine Sicherheit dar, ist aber nur von sekundärer Bedeutung.

Bei der klassischen Präparation auf handelsüblichen Objektträgern mit normalen Deckgläsern von 10 bis 18 mm Durchmesser lassen sich maximal 2 Präparate speichern. Bei größeren Querschnittfolgen ergibt

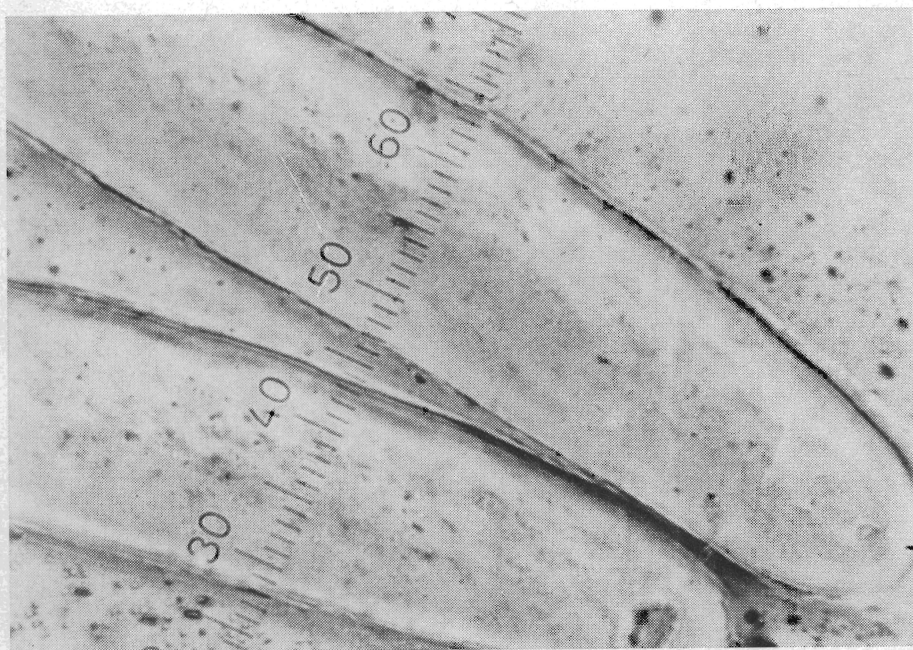


Bild 25. Haarquerschnitte mit coloristischer Differenzierung der Haarsubstanzschichten durch 2,5%iges Safranin TH 200:1

sich eine Vielzahl von Objektträgern bzw. Präparaten. Durch die geringe Speicherdichte ergeben sich Übersichts- und Raumfragen. Auch ist der Ausnutzungsgrad eines Objektträgers gering. Sieht man vom Wert der Querschnitte ab, so befinden sich in einem mikroskopischen Aufbewahrungskasten viele Objektträger, aber nur wenig Präparate. Eine Durchmusterung der Präparate ist ebenfalls mit einem relativ hohen Zeitaufwand verbunden. Um ein gutes Verhältnis von Speicherdichte, Zugriffszeit und Ausnutzungsgrad zu erreichen, wurden Wege der Miniaturisierung beschritten.

5.2. *Miniaturisierung im Bereich der mikroskopischen Präparation*

In Verbindung mit dem VEB Kombinat Technisches Glas Ilmenau konnten durch großzügige Unterstützung des Herrn Ing. Wolfgang Renn 3 Methoden der präparativen Miniaturisierung entwickelt werden. Sie sind in Tafel 2 unter Punkt 3.2.1.—3.2.3. zusammengefaßt. Alle 3

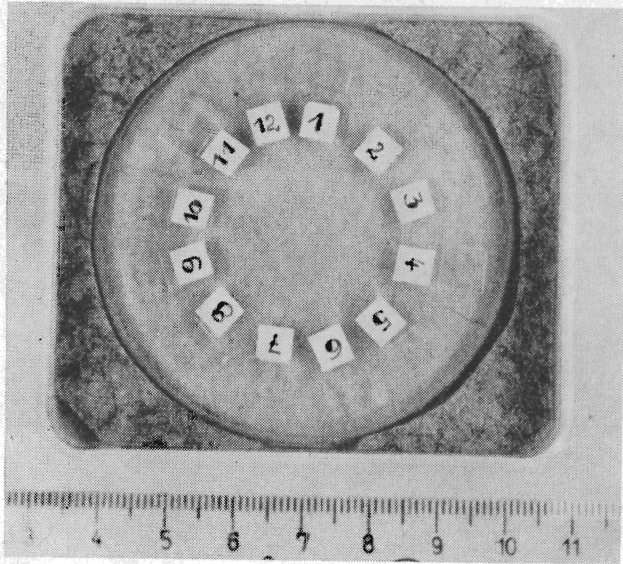


Bild 26. Minitestplatte in Rundform (Tondotestplatte) mit 12 Haarquerschnittpräparaten im Verpackungsbehälter. Maßstab: ca. 1:1

Arbeitstechniken der Miniaturisierung haben ein gemeinsames Merkmal, und zwar den Einsatz von Deckgläsern mit einer Seitenlänge von 6 mm (s. Bild 26).

5.2.1. *Minitestplatten (s. Punkt 3.2.1./Tafel 2)*

Sie stellen praktisch kleinste Objektträger mit einer Seitenlänge von $14 \times 38,5$ mm dar. In Verbindung mit 6 mm-Deckgläsern wird eine große Speicherdichte in mikroskopischen Aufbewahrungskästen erreicht. Das Fehlen derartiger Objektträger und Aufbewahrungskästen ist nach-

teilig. Obwohl eine größere Speicherdichte erreicht wird, bleibt der Zeitaufwand einer effektiven Durchmusterung bestehen. Das Einsatzgebiet derartiger Minitestplatten ist begrenzt.

5.2.2. Reihentestplatten (s. Punkt 3.2.2./Tafel 2)

Am günstigsten erscheint der Einsatz normaler Objektträger. Grund der kleinen Deckgläser lassen sich die Präparate in einer Reihe oder in Doppelreihen, parallel oder versetzt angeordnet unter Deckglasverschluß speichern.

Es wird eine hohe Speicherdichte, ein hoher Ausnutzungsgrad eines Objektträgers und eine effektive Durchmusterung der Präparate erreicht. Weitere Vorteile gehen aus dem Abschnitt 5.2.4. hervor.

5.2.3. Rundtestplatten (Tondotestplatten) (s. Punkt 3.2.3./Tafel 2).

Rundtestplatten (Bild 26) müssen zur Zeit noch aus abgewaschenen Fotoplatten geschnitten werden. Die Vorteile sind jedoch offensichtlich. Die deckglasverschlossenen Präparate sind je nach Anzahl in größeren oder kleinen Zwischenabständen radial angeordnet. In der Auflage der Rundtestplatten auf dem Mikroskopisch lassen sich durch leichte Drehung der Testplatte die einzelnen Objekte rasch in den Strahlengang des Mikroskopes einbringen. Rundtestplatten sind handlich und gestatten eine hohe Speicherdichte. Weitere Vorteile gehen aus dem Abschnitt 5.2.4. hervor.

5.2.4. Vorteile der präparativen mikroskopischen Miniaturisierung

Die Vorteile der Miniaturisierung auf dem mikroskopischen Gebiet sind in folgenden Punkten zu sehen:

1. Schnelle Durchführung von Reihenuntersuchungen an Haar- oder Faserquerschnitten.
2. Aushärtung des Einschlußharzes benötigt weniger Zeit als beim Einsatz von normalen Deckgläsern.
3. Es ist eine schnelle Durchmusterung mehrerer Präparate auf einem Objektträger (Testplatte) möglich. Reihenuntersuchungen mit einer mikrofotografischen Auswertung werden effektiv gestaltet.
4. In der Präparateanordnung, d. h. der Reihenfolge, liegt ein Folgeprogramm vor. Das bestehende Folgeprogramm gestattet das mikroskopische Abarbeiten nach algorithmischen Lernmethoden.
5. Eine Testplatte kann zur Speicherung einer ganzen Querschnittserie verwendet werden, und zwar von einheitlichen, unterschiedlichen,

homologen oder analogen Querschnittprofilen u. dgl. mehr. Die Bedeutung derartiger Testplatten wird bei wissenschaftlichen Vorträgen, im Unterrichtsgebrauch u. a. mehr offensichtlich. Der Einsatz liegt in Berufs-, Fach- und Hochschulen.

6. Man ist in der Lage, die unterschiedlichsten Objekte rationell zu speichern, wie Haarproben, Faserquerschnitte, Kristallfällungen, bakteriologische Objekte, Diatomeen, Faserschädigungen u. a. Rationelle Speicherung ganzer Schnittserien.
7. Der Einsatz liegt in Betriebslabors, bei Spinnröhrenkontrollschnitten, kriminaltechnischen Untersuchungen, bakteriologischen und immunbiologischer Untersuchungen, Reihenuntersuchungen an Faserquerschnitten u. a.
8. Mikroanalytische Untersuchungen können anhand kleinster Deckgläser rationeller durchgeführt werden.
9. Herstellung käuflicher Präparateplatten mit den verschiedensten Objekten für den Unterrichtsbedarf (Biologie, Textiltechnik u. a.). Testplatten enthalten mehrere Objekte. Rasches Abarbeiten durch Schüler und Studenten ist gewährleistet. Die Aufbewahrung weniger Testplatten ist unproblematisch. Präparate können in Schülerhand nicht verwechselt werden.
Schülern und Studenten ist auf Testplatten ein ganzer Objekt-komplex zugänglich. Sie können zielgerichtet arbeiten.
Klassensätze benötigen nur wenig Raum. Ordnungsarbeiten sind minimal.
10. Testplatten lassen sich als wissenschaftlicher Beleg in Dokumentationen, Abschlußberichten, Ingenieurarbeiten u. dgl. mehr beifügen.
11. Ein interessanter Gesichtspunkt besteht darin, daß für Körperbehinderte bzw. für Rehabilitanten ein interessantes Arbeitsgebiet erschlossen werden kann. Der Ausbildungsaufwand ist gering und läßt sich mit einer biologischen oder textilen Berufsausbildung verbinden. Der Verkauf von Testplatten, wie z. B. solche von Faserquerschnittpräparaten, ermöglicht Deviseneinnahmen. Reihen- und Rundtestplatten stellen neben einem intelligenzintensiven Erzeugnis ein international vergleichbares Spitzenprodukt dar.

5.2.5. Annotation

Die Vorteile und Einsatzgebiete mikrominiaturisierter Präparateplatten haben gezeigt, daß derartige Erzeugnisse nicht nur auf die Herstellung und Verwendung von Haarpräparateplatten beschränkt sind, sondern ein breites Arbeitsgebiet gestatten. Viele Vorteile ergeben sich

erst noch aus den speziellen Verwendungsmöglichkeiten. Leider kann vom Autor nur eine Inspirierung gegeben werden. Es bleibt der Industrie und Forschungsinstituten vorbehalten, entsprechend standardisierte Deckgläser und Rundtestplatten kommerziell zu entwickeln.

Eingang: 5. 3. 73

Anschrift des Verfassers:

HERBERT APPELT, DDR - 725 Wurzen, Erich-Weinert-Str. 4