

Beiträge zur Gewinnung und Bewertung von Befunden in der forensischen Haaruntersuchung

Von
S. BERG

Mit 13 Textabbildungen
(Eingegangen am 25. März 1957)

Die Erfahrungen der Praxis zeigen, daß viele mit der Kriminal-Ermittlung befaßte Stellen auch heute noch den Gesichtspunkt der „Identitätsbestimmung“ im daktyloskopischen Sinne mehr oder weniger unverändert auf andere biologische oder medizinische Vergleichsuntersuchungen übertragen; so wird z. B. vom Gutachter gewissermaßen als Regelfall erwartet, daß er auf Grund mikroskopischer oder chemischer Befunde etwa die Herkunft am Tatort gefundener Haare von einer bestimmten Person beweise.

Trotzdem eine solche Möglichkeit gelegentlich auch von berufener Seite als gegeben angesehen wurde — man ging von der Frage aus, welche Kriterien der Übereinstimmung zwischen Tat- und Vergleichshaaren vorliegen müßten, damit „die Identität mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit angenommen werden“ könne —, stehen wohl praktisch die meisten Bearbeiter diesem Ziel sehr skeptisch gegenüber. Man pflegt darauf hinzuweisen, daß die Übereinstimmung der „normalen“ Detailmerkmale allein nicht ausreiche, um die Identität des Ursprungs darzutun, und spricht von der erhöhten Beweiskraft zusätzlicher „besonderer“ Befunde.

Unstreitig ist jedenfalls die Notwendigkeit, die Untersuchung von Haarproben nach verschiedenen Gesichtspunkten durchzuführen und das Untersuchungsmaterial in möglichst zahlreichen Merkmalsgruppen zu charakterisieren. — Im folgenden sind in der Reihenfolge des praktischen Vorgehens bei der Begutachtung von Haaren — etwa im Lochteschen Sinne — zunächst einige neuere methodische Möglichkeiten angeführt; ferner sollen verschiedene morphologische und experimentelle Beobachtungen zum Thema mitgeteilt werden.

A. Menschliche Haare

Die morphologische Untersuchung einer Haarprobe beginnt herkömmlich mit der Festlegung der *makroskopischen Daten* — Anzahl und Länge der Haare, ihre Form, Farbe, allgemeine Beschaffenheit —, wobei man gegebenenfalls auch einen Geruchseindruck vermerken wird.

Wenngleich bei größeren Büscheln der optische Gesamteindruck bedeutungsvoll sein kann, kommt es wesentlicher doch auf die *mikromorphologischen Detailmerkmale* an.

1. Bevor man an die mikroskopische Präparation geht, empfiehlt es sich zunächst, den Haaren etwa anhaftende *Oberflächenelemente* zu untersuchen. Wenn andere Bedingungen nicht entgegenstehen, bringen wir einfach die ganze Probe in ein Reagensglas mit Aq. dest. und suchen den Haarstaub durch Schütteln abzuwaschen und in der Flüssigkeit zu suspendieren; Ultraschallanwendung fördert die Ablösung (Aufsetzen

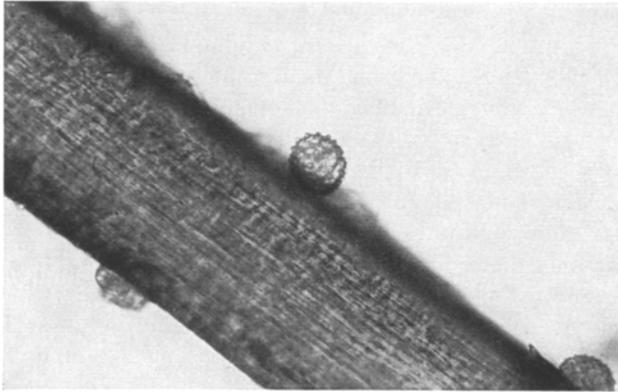


Abb. 1. Dem Haarschaft angelagerte Pollen von Blütenstaub (Goldrute), als Hinweis auf das Anstreifen des Kopfes an Blütenstände in einem Gartenbeet (Notzuchtäter)

des — möglichst dünnwandigen — Reagensglasbodens auf den Schallkopf, Ölkoppelung). Die Haare werden anschließend über Alkohol-Äther noch weiter gereinigt und getrocknet, die Schmutz-Suspension zentrifugiert und der dekantierte Schleudersatz zunächst in Nativ-Präparaten mikroskopisch durchuntersucht. Liegen nur einzelne Haare oder Fragmente vor, wird man unter Umständen Oberflächen-Auflagerungen lieber in situ mikroskopieren, wobei die Anwendung polarisierten Lichtes vielfach zur Differenzierung einzelner Elemente, auch gegenüber dem Haarschaft, überraschende Beiträge leistet.

Die *morphologische Ausmittlung* bestimmter Staubelemente gestattet zuweilen Rückschlüsse auf den Tathergang (Abb. 1) oder auf das Lebensmilieu des Täters.

Neben der morphologischen kommt die mikrochemische, ferner auch die *spektralanalytische Auswertung* in Frage, wenn der Schmutzanfall einigermaßen reichlich ist. Auch gereinigte Haare verschiedener Personen können, wie das aus der folgenden Aufnahme (Tabelle I, Auswertung Dr. SCHÖNTAG, München) hervorgeht, geringe Unterschiede in den Spurenelementen aufweisen. Probe I hat deutlich weniger Calcium,

Aluminium und Eisen, dagegen einen Mangangehalt, welcher der Probe 2 fehlt; die übrigen Elemente treten in gleicher Intensität in Erscheinung.

Derartige Unterschiede in der Verteilung der Spurenelemente sind aber nicht die Regel, weshalb auf der anderen Seite ein übereinstimmender Befund keine große Bedeutung hat.

Die *bakteriologische Überprüfung* setzt große Vorsicht in der Bewertung von Befunden voraus. Mykosen im Wurzelbereich können oft schon mikroskopisch gesehen werden; sie können, besonders nach kultureller Identifikation

des Erregers, einen gewichtigen Beitrag zur Charakteristik einer Haarprobe liefern. Die Besiedelung der Haaroberfläche mit apathogenen Bakterien ist natürlich äußeren Einflüssen unterworfen; z. B. werden Haare, die im Freien gelegen haben und entweder der Sonnenbestrahlung oder aber einem feuchten Milieu ausgesetzt waren, unter

Tabelle 1

Nachgewiesene Elemente	Probe		
	1	2	
Calcium . .	1	2	sp = Spur 1 = 0,001—0,01 % 2 = 0,01—0,1 %
Chrom . . .	—	—	
Kupfer . . .	sp	sp	
Titan . . .	—	—	
Aluminium .	sp	1	
Eisen . . .	(sp)	sp	
Silicium . .	sp	sp	
Magnesium .	(sp)	(sp)	
Mangan . .	1	—	

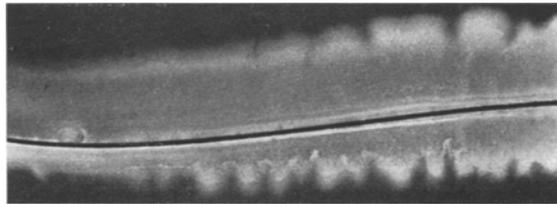


Abb. 2. Menschliches Kopfhaar, Vers.-Pers. S.; Oberflächenkultur auf Nähragar, 24 Std. Vom Haarschaft ausgehender Bakterienrasen. Lupenvergrößerung

Umständen eine andere Mikrobekultur ergeben als solche, die zum Vergleich von einer tatverdächtigen Person abgeschnitten und gleich in einem Kuvert verwahrt wurden. Differente mikrobiologische Befunde können deshalb nicht vorbehaltlos zur Ausschlußdiagnose herangezogen werden. Zur Orientierung ergibt die simple Bebrütung einiger auf die Oberfläche einer Agarplatte gelegter Haare manchmal schon brauchbare Befunde (Abb. 2); anzustreben ist aber die selektive Züchtung und Identifizierung der vorhandenen Organismen nach Anreicherung in der Bouillonkultur.

2. *Schaftbreite, Pigmentierung und Ausbildung des Markstranges* zeigen bei den einzelnen Kopfharen der gleichen Person bekanntlich eine so

starke Variation, daß sie nur innerhalb größerer Proben statistisch ausgewertet werden können. Da außerdem z. B. gewisse Strukturmerkmale des Rindenkeratins, Besonderheiten der Cuticularzeichnung, die Morphologie der Haarspitzen usw. von Haar zu Haar auch des gleichen Kopfes Unterschiede aufzuweisen pflegen, kann sicher keine Rede davon sein, daß die Haare ein und derselben Person untereinander überwiegend gleich seien (1. Voraussetzung einer Berechnung der Identitätswahrscheinlichkeit nach SCHWARZACHER). Verglichen werden können bei der Auszählung an je mindestens 100 Haaren verschiedener Proben der prozentuale Anteil markloser und markhaltiger Haare, der durchlaufenden gegenüber den unterbrochenen sowie der lufthaltigen gegenüber den luftfreien Marksträngen. Bezüglich der Pigmentierung kann man eine Aufgliederung in 6—8 Intensitätsstufen vornehmen; die Erfassung des Farbcharakters verfügt nur über geringere Möglichkeiten. Die Variation der Schaftbreite gestattet die Ermittlung des Durchschnittswertes neben einem unteren und oberen Grenzwert. Will man auf Grund eines abweichenden Detailbefundes (etwa einer Schaftbreite des Tathaares über 0,09 mm bei oberer Variationsgrenze der Vergleichshaare von 0,07 mm) die Herkunft einer Haarspur von einer bestimmten Person ausschließen, so ist es nötig, Vergleichsproben von mehreren Stellen der Kopfhaut zu untersuchen, da hier Unterschiede vorkommen.

3. Die Bewertung des *Querschnitts* wird bei der Routine-Untersuchung von Haarproben zu Unrecht vernachlässigt. Genauere metrische Daten über den Schaftdurchmesser im Verlauf der Haarlänge z. B. lassen sich nur an Reihen-Querschnitten gewinnen, weil die Messung bei seitlichem Anvisieren im optischen Längsschnitt immer dann zu falschen Resultaten führen kann, wenn Haare von nicht idealrundem Querschnitt vorliegen: Durch wechselnde Achsenstellung im Einbettungsmedium erscheint das Haar einmal dicker, einmal dünner (wie ja auf diese Weise auch eine exzentrische Lage des Markstranges vorgetäuscht werden kann (LOCHTE und MARTIN). Auch ein Zerschneiden der Haare in kurze Stücke (PINKUS) gibt keine Garantie dafür, daß sich jeweils der größte Durchmesser der Ellipse projiziert. Echte Dickenschwankungen kommen aber tatsächlich vor und wurden zum Teil als Hinweis auf eine tiefgreifende somatische Beeinträchtigung in der Anamnese ihres Trägers gewertet (MATSUURA). Straffe oder schlichte Haare besitzen, wie LOCHTE zusammenfaßt, in der Regel einen runden Querschnitt, wellige einen ovalen, krause einen länglichen. Die Form des Querschnitts kann im übrigen auch bei Kopffaaren über „rund“ oder „oval“ hinaus in einzelnen Fällen abweichend gestaltet sein; es ist wichtig, daß man sich demnach bei der Diagnose von Körperhaaren nicht unbedingt auf den abweichenden Querschnitt verlassen kann. Bei der systematischen Untersuchung menschlicher Kopffaare konnten wir die Ergebnisse von NEUERT und

HIRSCH bestätigen, daß auch bei ganz straffhaarigen Personen ovale Querschnittsformen nicht nur vorkommen, sondern sogar recht häufig sind. — Damit entfällt die von NICKOLLS herausgestellte diagnostische Bedeutung der Querschnittsform für die Unterscheidung natürlich und künstlich gewellter Haare zumindest in der einen Richtung, nämlich, daß ein Nachweis der ovalen Form für Naturwellung spreche. Umgekehrt wurde bei natürlich gewelltem Haar nie ein völlig runder Querschnitt gesehen — welcher somit gegebenenfalls als Hinweis auf das Vorliegen einer artefiziellen Wellung dienen kann.

Methodisch genügt es vielfach, das von Hand gestraffte Haar mit einer präzis geschliffenen Präparierschere in etwa 5 mm lange Stückchen zu zerlegen, welche man der Reihe nach mit einem Ende an die mit Eiweiß-Glycerin präparierte Unterfläche eines Deckglases hängt, das durch Unterkleben von Glasstäben auf dem Objektträger nach Art einer feuchten Kammer erhöht wurde.

4. Die Untersuchung der *Cuticularzeichnung* ist beim menschlichen Haar meist nur von untergeordneter Bedeutung. WALCHER ließ 1938

von CHEN ANLIONG im Rahmen einer Dissertation den Versuch unternehmen, an Hand des Cuticularbildes unter 20 Haarproben einen bestimmten Urheber herauszufinden; dies gelang nicht. Immerhin kommen gewisse Varianten vor, sowohl im allgemeinen Charakter des Schuppenbildes, wie auch in einigen Details. Zum Beispiel können strichförmig gereichte Ausziehungen der Schuppenränder bei den Kopfharen einer bestimmten Person (Abb. 3) gehäuft vorkommen oder nur in bestimmter Weise — etwa bogenförmig oder schräg — verlaufen, während sie bei anderen Personen fehlen oder in anderer Weise — etwa geradlinig in der Längsrichtung — angeordnet sind. Es gibt auch Haare mit relativ weitständiger Cuticularzeichnung, während andere engezügigere Schuppenränder zeigen oder zur zungenförmigen Vorschubung derselben neigen (Abb. 4). Man muß auch bei der Bewertung isolierter Cuticula-Befunde des Menschen vorsichtig sein, weil von Haar zu Haar der gleichen Person Unterschiede vorkommen; so wird etwa ein frisch nachgewachsenes Haar unter Umständen ruhigere Schuppenränder zeigen als ein schon Jahre altes, abgewachsenes Exemplar.

Die Cuticula ist übrigens, wie ja Haare überhaupt (KREFFT), ein gegen postmortale Zerstörung sehr widerstandsfähiges Substrat. An einer bis auf wenige, nicht mehr identifizierbare Gewebsbrocken restlos zerfallenen Gruffleiche aus dem 12. Jahrhundert fanden wir Haare als

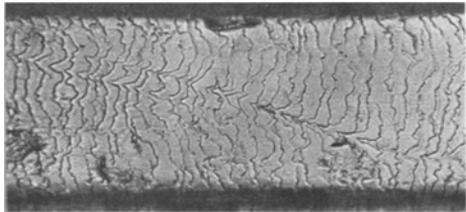


Abb. 3. Menschliches Kopfhhaar, Cuticularzeichnung, Abdruck; schräg verlaufende doppelreihige Ausziehung der Schuppenränder

einziges, auf Grund der guterhaltenen Cuticula (Abb. 5) einwandfrei ansprechbares Relikt; ähnliches sah KREFFT bei Mumien, VOIGT bei einem Höhlenfund.

Methodisch ist es wohl nach dem Vorgang von NISTLER am praktischsten, das Haar auf einem Celluloid-Objektträger mit acetongefeuchtem Pinsel zu überstreichen. Das Objekt klebt unter leichtem Einsinken in die oberste Schicht auf dem Kunststofflager an, das aber schon mit dem Weitergleiten des Pinsels wieder erhärtet; das Haar kann deshalb sofort anschließend mit der Pinzette wieder ab-

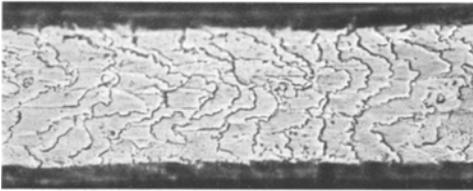


Abb. 4. Menschliches Kopfhhaar, Cuticularzeichnung (Schaftmitte), Abdruck; Schuppenränder gegenüber der Norm weitständiger, mit Neigung zu zungenförmiger Vorschübung

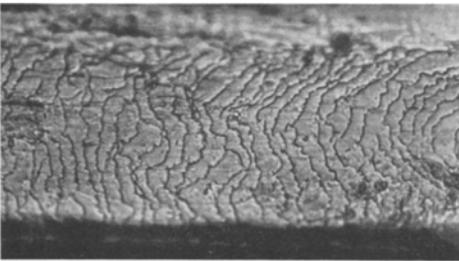


Abb. 5. Körperhaar einer 1000jährigen, sonst völlig zersetzten Grufftleiche; wohlerhaltene Cuticula (Abdruck)

gehoben und der Abdruck betrachtet werden. Gut ist auch der von SCHAIDT beschriebene Abdruck mittels Eisessig in Filmstreifen, während die Anwendung von Färbungen oder der Phasenkontrast-Optik (VOIGT) bei dunklen Haaren wenig nützt.

5. Wertvoll ist, worauf schon HILDEBRAND hinwies, die Analyse der Art, in welcher das geformte Pigment dem *Rindenkeratin* eingelagert ist, am glycerin-, wasser- oder caedaxeingebetteten Haar. Es kommt eine ganze Reihe von Varianten in der Gestaltung der Körnchenreihen und -haufen und deren Anordnung, bezogen auf die Haarbreite, vor. Auch das Auftreten von *Luft einschließen* in der Rindensubstanz

und deren Form ist eine Besonderheit, welche zur Individualisierung des morphologischen Bildes dienen kann. In diesem Arbeitsgang wird mar auch der morphologischen Gestaltung der Markinseln besondere Aufmerksamkeit widmen. Dazu kann die *Entlüftung des Markstranges* erforderlich werden. Allen anderen Verfahren überlegen ist zu diesem Zweck die Behandlung 5—10 mm langer Haarabschnitte mit Ultraschall in Methylalkohol unter Ölkoppelung des Ragensglases an den Schallgeber eines üblichen Behandlungsgerätes (1000 kHz, 30—40 Schallwatt) (BERG und SPECHT).

6. Der Nachweis *kosmetischer Veränderungen* ist oft von ausschlaggebender Bedeutung. Die älteren Literaturangaben über die Erkennung künstlicher Färbungen sind, worauf schon MUELLER hinwies, durch die modernen Oxydationsfarbstoffe vollständig überholt. Statt der von ihm

angegebenen Reduktionsmethode zur Testung der gelösten Pigmente einer größeren Haarprobe benutzen wir die Beobachtung einer Aufhellung des Farbtones am intakten Einzelhaar nach Einlegen einer Hälfte desselben in einen Tropfen 10%iger Kalilauge und Zufügen einer Messerspitze Natriumdithionit (BERG und SCHAIDT, 1954). Darüber hinaus haben sich uns die Erfahrungen MUELLERS über die unterschiedliche Verteilung künstlicher (peripher) und natürlicher (diffus bis mehr zentral) Pigmente im Querschnittsbild (hier sind dünne Paraffinschnitte notwendig) vielfach bestätigt. Neben der vom gleichen Autor zur Erkennung einer Blondierung empfohlenen Diazo-Reaktion nach KRONACHER-LODEMANN kann man auch die Reaktion von ALLWÖRDEN zur Darstellung der Epicuticula anwenden, sie fällt am peroxyd-geschädigten Haar teilweise oder ganz negativ aus. Hierzu sei bemerkt, daß bei der modernen „Haartönung“ vielfach Blondierungs- und Färbungsvorgänge kombiniert werden. — Die Bedeutung der Querschnittsform für die Unterscheidung künstlich und natürlich gewellter Haare wurde schon erwähnt. Daß kosmetische Einwirkungen aller Art naturgemäß einer zeitabhängigen Alteration unterliegen, woraus wieder die Diagnose konkreter Intervallabläufe möglich wird (Nachwachsen in der Naturfarbe, Abschleifung der Haarspitzen usw.), ist ja seit langem bekannt; Farbabstufungen der Haarbasis gegenüber dem medialen Schaft und (oder) der Spitze sind aber nicht allein beweisend für künstliche Färbung, weil derartige Differenzen auch natürlicherweise vorkommen.

7. Die Prüfung der *mechanischen Eigenschaften* des Haares ist bisher zur vergleichenden Haaruntersuchung in der Kriminalistik meines Wissens nicht herangezogen worden. Das mag verschiedene Gründe haben. Schon KREFFT erwähnte bei seinen Untersuchungen über die Änderung der Reißfestigkeit und Dehnbarkeit von Leichenhaaren, bezogen auf Todeszeit und Lagerungsbedingungen, die Abhängigkeit der physikalischen Größen von zahlreichen äußeren und inneren Einflüssen. Dieser Gesichtspunkt muß natürlich erst recht im Rahmen einer Identitätsbegutachtung berücksichtigt werden, braucht aber von der Einbeziehung derartiger Prüfungen in das Untersuchungsprogramm der Haarexpertise nicht abzuschrecken. Zu vergleichende Haarproben müssen jedoch unter vergleichbaren Bedingungen untersucht werden, d. h. also bei gleicher Luftfeuchte, gleich langer Reißstrecke, gleichem Tempo des Belastungszuwachses, usw., praktisch also im gleichen Arbeitsgang. Auch empfiehlt es sich, annähernd gleich dicke Haare einander gegenüberzustellen und den gleichen Abschnitt des Haarschaftes einzuspinnen, weil die Reißfestigkeit schlechthin natürlich in erster Linie von der Dicke des untersuchten Haares abhängt, aber auch verschiedene Teile des Haarschaftes (Spitze — Basis) gelegentlich Unterschiede zeigen.

Wir verwendeten für unsere Versuche den Schopperschen „Feinfaserfestigkeitsprüfer“ Type *F01c*. Das Gerät ist mit einem selbsttätigen Schaulinienzeichner ausgerüstet, der die Kraft-Dehnungs-Kurve aufzeichnet.

Aus dem Diagramm läßt sich die Fläche der Zerreiẞarbeit ermitteln; auch können Völligkeitsgrad und Arbeitsmodul durch Einführung der Reißlänge berechnet werden. Die elastische Dehnung wird als Unterschied zwischen der Gesamtdehnung beim Belasten und der bleibenden Dehnung nach der Entlastung auf die Null-Lasten ermittelt. Der hydraulische Antrieb des Prüfgerätes kann durch ein fein regelbares Ventil in jedem Falle so eingestellt werden, daß die Zerreiẞdauer beim Einzelversuch der in den technischen Normen verwendeten Zeit von 20 sec entspricht. Die Reißstrecke kann variiert werden.



Abb. 6. Kraftdehnungs-Diagramm eines menschlichen Kopphaares. Versuchsbedingungen hier und in den folgenden Abbildungen: Reißstrecke 30 mm, Zerreiẞdauer 20 sec. Die 45° geneigte Ordinatenführung entspricht einem dehnungslosen Versuchsablauf. Die am Kurvenende auftretenden Striche rühren von Nachschwankungen des Schreibhebels her

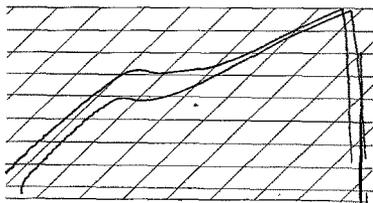


Abb. 7. Kraftdehnungs-Diagramme zweier gleich starker menschlicher Kopphaare von verschiedenen Personen, unter sonst gleichen Bedingungen, übereinander kopiert. Bei gleicher Bruchfestigkeit ergibt sich ein Unterschied im Auftreten der Mitteldehnung

Bei den verschiedenen Materialien bestehen zwischen Festigkeit und Dehnung zu Beginn, in der Mitte und gegen Ende des Versuchs verschiedene Abhängigkeiten. Diese Kurven sind daher außerordentlich aufschlußreich und gewissermaßen als Charakteristik des untersuchten Materials anzusprechen (L. SCHOPPER). Das Arbeitsvermögen verschiedener Materialien kann, selbst bei gleicher Bruchlast und Bruchdehnung, sehr verschieden groß sein, je nachdem die Kurve einen mehr konkaven oder konvexen Verlauf nimmt. Das Diagramm eines vollkommen dehnungslosen Probekörpers wird sich bei starrer Koppelung zwischen Zugbelastung und Papiertransport als eine unter 45° geneigte gerade Linie darstellen. Diese Linie ist in der Schraffierung des Registrierpapiers zur Ermittlung der Dehnung für

alle Diagramme zugrunde gelegt. Die Dehnung ergibt sich dann jeweils aus der Größe der senkrechten Koordinaten über dem vom Anfangspunkt des Diagramms ausgehenden, unter 45° geneigten Strahl bis zum Schnittpunkt mit der aufgezeichneten Kurve. Die Dehnung kann dann zu jedem Punkt der Kurve unmittelbar aus dem Diagramm abgelesen werden, ohne daß das Schaubild umgezeichnet zu werden braucht. Für Vergleichsuntersuchungen empfiehlt es sich, die jeweiligen Kurven nach Rückspulung des Registrierpapiers übereinander zu schreiben; man kann die Diagramme natürlich auch hintereinander schreiben, dann photographieren und die Diapositivstreifen übereinandergelegt im Projektor zur Deckung bringen.

Man unterscheidet im Kraft-Dehnungs-Diagramm eine Anfangs-, Mittel- und Enddehnung, auf welche der Bruch folgt. Anfangs ist die Dehnung der Belastung proportional, man befindet sich im hochelastischen Bereich. Bei verschiedenen Substanzen ist diese Dehnungsform

allein vorherrschend; sie kann kleiner (z. B. Nylon) oder größer (Gummi) sein. Beim Haar tritt bei einer individuell variablen Belastungsgröße eine erhebliche Verstärkung der Dehnbarkeit auf (plastische Deformation); die Enddehnung bis zur Reißgrenze verhält sich wieder ähnlich wie die Anfangsdehnung, ist aber meist deutlich größer (Abb. 6).

Die Untersuchung zahlreicher Kopfhhaarproben mit dieser Methode hatte zusammengefaßt folgendes Ergebnis:

a) Die zu einer bestimmten Zeit entnommenen Kopfhhaare einer Person zeigen, von wenigen Ausnahmen abgesehen, ihrer Dicke entsprechend größere oder geringere Bruchfestigkeit, jedoch einen prinzipiell gleichartigen Verlauf der Kraftdehnungskurve. — Die Ausnahmen können z. B. darin bestehen, daß irgendwie isoliert geschädigte Haare schon reißen, bevor die Proportionalitätsgrenze (zwischen Anfangs- und Mitteldehnung) überhaupt erreicht ist; das ist häufig bei jüngeren, ergrauten Haaren der Fall. Unregelmäßigkeiten wurden auch bei dauergewelltem Haar an nicht mitbehandelten Stellen gesehen.

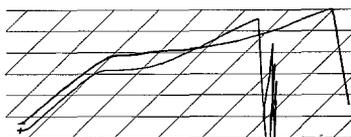


Abb. 8. Wie Abb. 7, von 2 anderen Personen. Hier liegt der Unterschied vor allem im Verlauf und Ausmaß der Enddehnung

b) Die Haare verschiedener Personen können weitgehend abweichende Diagrammformen ergeben. Die Mitteldehnung kann relativ früh auftreten, die Anfangsdehnung kann verlängert sein, die Mitteldehnung kann besonders

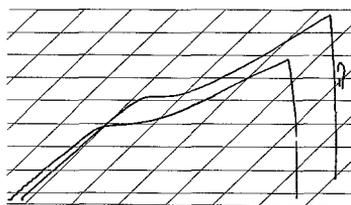


Abb. 9. Dehnungsdiagramme gleichdicker Kopfhhaare der gleichen Person, im Abstand von 6 Monaten aufgenommen

ausgeprägt oder nur angedeutet verlaufen, die Enddehnung kann stark oder schwach, kurz oder lang auftreten; schließlich kann die Bruchfestigkeit schlechthin, also unabhängig von der Haardicke, relativ groß oder klein befunden werden (Abb. 7 und 8).

c) Es können aber auch die Haare ein und derselben Person zu verschiedenen Zeiten verschiedene Kraftdehnungskurven ergeben (Abb. 9).

Da die mechanischen Konstanten also auch zeitlich, offenbar unter dem Einfluß der wechselnden Individualsomatik, zuweilen nicht unerheblich variieren, ergeben sich einerseits beim Auftreten von Unterschieden im Kraftdehnungsdiagramm beim Haarvergleich Bedenken bezüglich einer Ausschlußdiagnose, wenn die Vergleichsprobe wesentlich später entnommen wurde als die fragliche Probe. Andererseits leiten sich aus den zahlreichen äußeren und inneren Ursachen derartiger Änderungen der physikalischen Eigenschaften des Haares auch vielfältige Möglichkeiten für die Individualcharakterisierung her.

Die Gründe der erwähnten Variabilität sind recht verschieden. MARCHIONINI und WEISS zeigten z. B., daß Dehnbarkeit, Elastizität und Reißfestigkeit vom Säuglings- zum Erwachsenenalter hin zunehmen, um im Senium wieder abzusinken. Bei Diabetes fanden sich die Haare physikalisch geschwächt (MARCHIONINI, DRAESCHE und KREFFT). MENSCHEL erwähnt Abnahme der Reißfestigkeit unter dem Einfluß von Alkalien. Umfangreiche Untersuchungen auf diesem Gebiet stammen von FR. HIRSCH, der unlängst in monographischer Form darüber berichtete; er verwendet zwar im Rahmen seiner „Bonitierungsverfahren“ die rechnerische Aufnahme eines Last-Dehnungsdiagramms; die Ergebnisse sind jedoch denen der Kraft-Dehnungsmessung ganz gut vergleichbar. Unter Zugrundelegung der Abweichungen von Proportionalitäts-, Plastizitäts- und Reißrelation von einer Standardformel ermittelt HIRSCH einen summativen Haarindex oder Schädigungsfaktor „Hi“, welchen er bei Schwangerschaft, Menstruation, entzündlichen und fieberhaften Erkrankungen, Hypophysenstörungen, Hyperthyreosen, Ikterus, Kachexie, Behandlung mit Antikoagulantien erhöht fand. Nach Kaltwellenanwendung fand er Verminderung der Reißfestigkeit bei geringer Erhöhung der Reißdehnung; reduzierende Vorgänge bewirkten eine Verlängerung der Mitteldehnung, oxydierende Agentien eine Heraufsetzung der Proportionalitätsgrenze und Verkürzung der Mitteldehnung. CAJKOVAC allerdings hatte Verminderung der Elastizität nach Peroxydbehandlung gesehen. LOCHTE und BRAUCKHOFF stellten ein Absinken der Reißdehnung trocken erhitzter Haare von 35—45% im Normalzustand auf 5—15% bei 200° C fest. KREFFT berichtet über verminderte Dehnbarkeit von Mumienhaaren.

Wodurch im konkreten Fall der kriminalistischen Haarvergleichung bestimmte Abweichungen bedingt sind, ist wohl nur selten aus dem Diagramm zu diagnostizieren. Die Aufnahme vergleichender Dehnungsdiagramme scheint jedenfalls geeignet, zur individualisierenden Charakterisierung menschlicher Haarproben beizutragen. Natürlich muß man die Bedingungen der Proben-Entnahme entsprechend berücksichtigen. Findet sich z. B. an einem Unfallkraftwagen ein Haarbüschel, und würde die eine Vergleichsprobe vom Kopf eines Unfalltoten, die andere am folgenden Morgen von dem tatverdächtigen Fahrer entnommen, so hätte ich keine Bedenken, die Reißdehnungsdiagramme von je 10 Haaren unter den erwähnten Kautelen miteinander zu vergleichen. Handelt es sich dagegen um Haare aus einem Kamm, welchen eine Einschleichebin am Tatort benutzt und liegen gelassen hatte, und würde die Vergleichsprobe von einer tatverdächtigen Streunerin 3 Wochen später (nachdem also Gelegenheit zu Friseurbesuch, Kopfwäsche, Menstruationseintritt usw. bestand) entnommen, so würde man zweckmäßigerweise einer Differenz der Befunde skeptisch gegenüberstehen.

8. Die Bestimmung der *Blutgruppeneigenschaften* aus Haaren ist uns in zahlreichen Versuchen bei genauer Nacharbeitung der diesbezüglichen positiven Mitteilungen (KREFFT, TESAR) nicht gelungen. Es war in vereinzelten Fällen jedoch möglich, bei größeren unsauberen Haarproben aus der eingeeengten Waschflüssigkeit gem. Ziffer 1) dieser Arbeit die Blutgruppensubstanzen des angetrockneten Schweißes zu bestimmen.

B. Tierische Haare

Bei der Untersuchung des tierischen Haares ist im Gegensatz zum menschlichen Haar das Hauptgewicht vielfach auf die Untersuchung der Cuticula zu legen, deren Varianten gerade hier die ausschlaggebende Rolle spielen. Sie erleichtern nicht nur in bekannter Weise die Diagnose der Tiergattung, oft auch der Art, sondern können nach unseren Erfahrungen bei den Haustieren auch eine Rolle für die Differenzierung der einzelnen Rassen spielen. Die diesbezügliche Literatur ist bislang ziemlich dürftig. So findet man z. B. einzelne Mikroaufnahmen als charakteristisch für „das Hundehaar“ abgebildet; ein solches existiert aber im morphologischen Sinne gar nicht. Es gibt Schäferhundhaare (und zwar wird man im Fellquerschnitt dieses Tieres rund 30 verschiedene Haartypen finden, von denen mindestens 10 wesentliche Unterschiede auch der Cuticularzeichnung aufweisen), oder Setterhaare, oder Dackelhaare, oder Terrier-, Pudel-, Boxer- usw. -Haare; der Typenbegriff des „Hundehaares“ schlechthin aber hat meines Erachtens viel weniger Berechtigung als etwa derjenige des Leporidenhaares oder Cervidenhaares: Ein Setterhaar z. B. ist von der Wollgranne eines Schäferhundes stärker verschieden als die Haare so heterogener Familienangehöriger wie Dackel und Rind! Es sei deshalb erlaubt, an dieser Stelle einige charakteristische Befunde an *Hundehaaren* einzufügen. Deren Untersuchung kommt in der kriminalistischen Praxis eine nicht geringe Bedeutung zu; unser Bearbeitungsanfall von Hundeschadensfällen übersteigt zeitweise den von Sittlichkeitsdelikten! Die Haare finden sich als Hinweis auf den Schadensheber an den verschiedensten Tatorten, an Objekten und Personen, anlässlich von Tötung bzw. Entwendung von Zucht- und Haustieren, Wildern jagdbarer Tiere, Verursachen von Verkehrsunfällen, aber auch Verletzung und Tötung von Menschen, insbesondere Kindern.

Neben Unterschieden der Haarformen und Pigmentierung spielt die Gestaltung des Markstranges nur eine untergeordnete Rolle, wichtig ist wiederum die Untersuchung der Cuticularschuppen. Man kann auch hier nicht von dem einfachen Vergleich der Cuticularzeichnung einzelner Haare ausgehen, weil, wie schon gesagt, die Variation der Formen meist viel weiter geht als etwa in der Kopfbehaarung eines Menschen. An jedem unterscheidbaren Haartyp (Leithaar, Grannenhaar, Wollhaar sowie den

zahlreichen Übergängen zwischen diesen 3 Grundformen) können die Cuticularschuppen an Basis, Schaftmitte und Spitze jeweils etwas anders gestaltet sein, wobei die wesentlichsten Charakteristika an der Haarbasis zu finden sind, während das Bild im Grannen- und Spitzenbereich eher einförmig zu sein pflegt. Es kommt also darauf an, durchaus korrespondierende Stellen von Haaren des gleichen Typs zu vergleichen. Tut man dies, so ergeben sich immer noch erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Hunderassen, wie dies in Abb. 10 belegt wird.

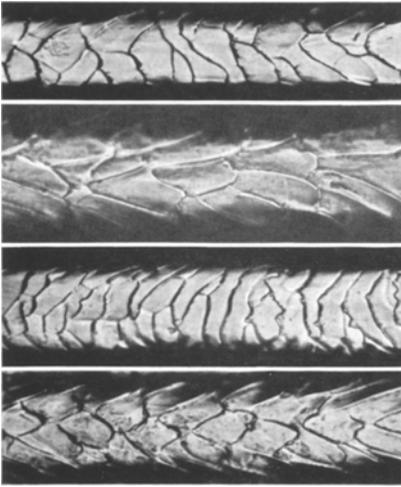


Abb. 10. Hundehaare (vergleichbare Haartypen), Cuticularzeichnung basal; untereinander: Irischer Setter, Airedale-Terrier, Rauhaar-Dackel, Langhaar-Dackel

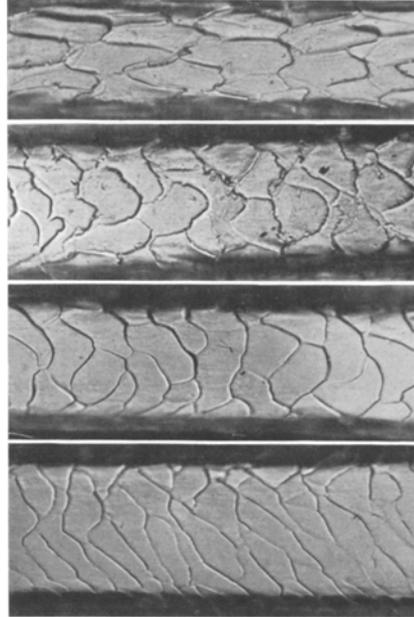


Abb. 11. Variation des Cuticularbildes an vergleichbaren Stellen des gleichen Haartyps bei verschiedenen Individuen der Schäferhundrasse

Die Möglichkeiten gehen aber noch weiter, offenbar bedingt durch die weitgehende Durchbastardierung auch der scheinbar rassereinen Typen. Hierdurch sind zahlreiche, wenn auch meist nur geringfügige Varianten der Haartypenkoordination im Fellquerschnitt, der Pigmenteinlagerung, des Mark- und Cuticularbildes usw. entstanden, so daß manchmal über die Rasse hinaus auch am Einzelhaar noch eine weitere Untergliederung möglich ist. Unsere Untersuchungen haben gezeigt, daß sich z. B. Deutsche Schäferhunde, deren makroskopisches Fellbild ganz gleich erscheint, bei der mikroskopischen und mikrometrischen Differenzierung der anatomischen Detailmerkmale vielfach doch unterscheiden lassen. Natürlich ist hier noch größere Vorsicht nötig, als bei der Rassendiagnose. Gerade die mittleren Wollgrannen des Schäferhundes

zeigen in der Regel einen mehrmaligen Gestaltwechsel der Cuticularschuppen im Verlauf schon der Haarbasis — meist verbunden mit einem Wechsel der Schaftbreite —, wobei sich an den verjüngten Stellen gern eine tannenzapfenartige Schuppung (sog. Fuchszeichnung), an den Verdickungen eine mehr quaderartige Querzeichnung findet; ebenso sinnlos wie etwa die Gegenüberstellung eines Leithaares und eines Grannenhaares wäre deshalb auch die Vergleichung von Stellen verschiedener Schafthöhe an sich vergleichbarer Haare. Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse findet man nun, bei gewissenhafter mikrozologischer Überprüfung entsprechend umfangreicher Proben von verschiedenen Körperstellen (!) z. B. gewisse individuelle Verschiedenheiten der Cuticularvariation, wie sie z. B. in Abb 11 wiedergegeben sind. Hierdurch ist man, worauf bereits in der kriminalistischen Literatur hingewiesen wurde (BERG 1955, FREI), in manchen Fällen in der Lage, innerhalb eines Kollektivs äußerlich gleich aussehender Tiere eine fragliche Haarspur dem wirklichen Urheber zuzuordnen.

Auch an Tierhaaren ist eine Messung der Dehnung und Reißfestigkeit zuweilen sinnvoll. Abb. 12 zeigt den charakteristischen Unterschied in der mechanischen Beanspruchbarkeit des Rehwinter- und -sommer-, sowie des Ziegenhaares, welcher zweifellos ein Ausdruck der zunehmenden Beteiligung des Rindenkeratins neben dem stärker lufthaltigen Maschenmark ist. Unterschiede, die diagnostisch schon bedeutungsvoller erscheinen, zeigt Abb. 13 für vergleichbare Haare zweier Rinderrassen; eine ähnliche Differenz fand sich auch bei Haaren des Langhaar- und Rauhaardackels.

Zusammenfassend gelangt man für die Vergleichsuntersuchung menschlicher und tierischer Haare zu der Auffassung, daß große Vorsicht in der gutachtlichen Bewertung der Befunde, nicht nur im Falle der Übereinstimmung der Haarproben, sondern auch bei deren Verschiedenheit notwendig ist.

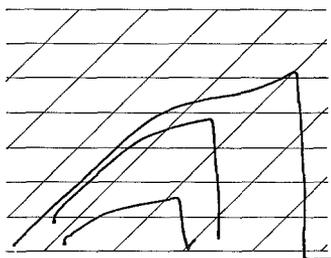


Abb. 12. Kraftdehnungs-Diagramme vergleichbarer Haartypen, Reißlänge 28 mm, Belastungszeit 20 sec. Untereinander: Ziegenhaar, Schaftbreite 0,096 mm; Reh-Sommerhaar, Schaftbreite 0,108 mm; Reh-Winterhaar, Schaftbreite 0,192 mm. Trotz steigender Haardicke abnehmende Dehnbarkeit und Reißfestigkeit

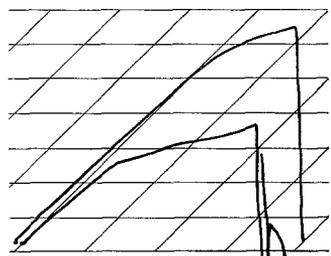


Abb. 13. Wie Abb. 12. Untereinander: Werdenfelser Rind, Schaftbreite 0,084 mm; Allgäuer Rind, Schaftbreite 0,074 mm

Im Sinne der eingangs erwähnten Laienvorstellung sind die Ausichten für eine „Identifizierung“ von Haarproben insgesamt natürlich schlecht, weil diese eben davon ausgehen müßte, daß die Haare jedes Menschen ebenso wie die Papillarlinien verschieden seien. Auch gegen die von SCHWARZACHER mit aller Vorsicht für den praktischen Gebrauch formulierte Forderung, daß sich erst innerhalb einer sehr großen Anzahl von Individuen 2 solche befinden dürften, deren Haare von gleicher Beschaffenheit sind (2. Voraussetzung seiner Wahrscheinlichkeitsberechnung), bestehen erhebliche Bedenken. Man wird sich wohl, auch bei sehr vielfältiger Differenzierung der Untersuchungsgänge, damit bescheiden müssen, daß aus dem bloßen Übereinstimmen auch einer größeren Anzahl von Tathaaren mit einer entsprechenden Vergleichshaarprobe die Herkunft von einem bestimmten Individuum überhaupt nicht mit der nötigen Beweissicherheit abgeleitet werden kann, auch dann nicht, wenn bestimmte Besonderheiten morphologischer, physikalischer oder chemischer Natur vorliegen. Die mehr oder minder große Wahrscheinlichkeit der „Identität“, welche sich aus dieser Übereinstimmung ergibt, läßt sich nur dann zu einer an Sicherheit grenzenden erhärten, wenn gleichzeitig gegenüber allen anderen, für die Verursachung der Spur noch allenfalls in Frage kommenden Individuen eine entsprechende Verschiedenheit der einzelnen oder wenigstens einiger Detailmerkmale dargetan werden kann. Ähnlich wie beim erbbiologischen Gutachten *müssen sich Identitäts- und Ausschlußbeweis im biologischen Sinne ergänzen.*

Für die Praxis der kriminalistischen Arbeit ergibt sich deshalb folgende Forderung: Schon der Ermittlungsbeamte sollte nicht aus einem theoretisch imaginär großen Urheberkreis *ein* Vergleichsindividuum, nämlich das tatverdächtige, zur Probeentnahme heranziehen, sondern von vornherein unter dem Gesichtspunkt arbeiten, daß eine ermittlungstechnische Einengung des möglichen Urheberkreises der Haarspur die Grundvoraussetzung der Haarvergleichsuntersuchung ist. Die diesbezüglichen beweisfähigen Feststellungen des Ermittlungsbeamten müssen als Baustein des Sachverständigengutachtens herangezogen werden können. Dann, aber auch nur dann, wird die Haarvergleichsuntersuchung in der Ermittlung und im Strafverfahren gute Erfolge haben. Wir haben es jedenfalls bisher noch nicht erlebt, daß von *mehreren* zur Auswahl gestellten Vergleichsindividuen bei Anwendung der beschriebenen Untersuchungsgänge nicht der richtige Urheber einer Haarspur bestimmt werden konnte.

Literatur

ALLWÖRDEN: Zit. nach HIRSCH. — BERG, S.: Hundeschadensfälle. In Taschenbuch für Kriminalisten. Hamburg 1955. — BERG, S., u. G. SCHAIDT: Eine Methode zum Nachweis kosmetischer Haarfärbungen an einzelnen Haaren. Kriminalistik, Beilage Kriminalwiss. 1954, 23. — BERG, S., u. W. SFECHT: Eine Methode

zur Darstellung des Markstrangs bei der mikroskopischen Haaruntersuchung. Säuger-tierkundl. Mitt. **1**, 151 (1954). — CAJKOVAC: Zit. nach MUELLER, Gerichtliche Medizin, S. 114. Berlin: Springer 1953. — CHEN ANLIONG: Experimentelle Untersuchungen über die Möglichkeit einer Individualdiagnose auf Grund forensischer Haaruntersuchung. Inaug.-Diss. Würzburg 1938. — FREI, M.: Kaninchendiebstähle und Sachbeschädigungen an Kleintierställen. Kriminalistik **1956**, 134. — HILDEBRAND: Die Untersuchung von Haaren. In LOCHTE, Gerichtsärztliche Technik, S. 220. Wiesbaden 1914. — HIRSCH, F.: Das Haar des Menschen. Ulm: Haug 1956. — KREFFT, S.: Morphologische, chemische und physikalische Untersuchungen an Leichenhaaren. Habil.-Schr. Leipzig 1949. — Über das Vorkommen von Gruppensubstanzen in menschlichen Haaren. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **42**, 395 (1953). — KRONACHER, C., u. G. LODEMANN: Technik der Haar- u. Wolluntersuchung. Berlin 1930. — LOCHTE, TH.: Haaratlas. Leipzig: Schöps 1938. — LOCHTE, TH., u. H. BRAUCKHOFF: Übererhitzte Haare in gerichtsmedizinischer Beziehung. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **39**, 1 (1948). — LOCHTE, TH., u. O. MARTIN: Gibt es einen exzentrisch gelagerten Markstrang bei menschlichen Haaren? Beitr. gerichtl. Med. **18**, 37 (1949). — MARCHIONINI, A., u. L. DRAESCHE: Physikalisch-chemisch nachweisbare Veränderungen der Haare bei Haarkrankheiten und inneren Leiden. Dermat. Wschr. **107**, 917 (1938). — MARCHIONINI, A., u. L. WEISS: Weitere physikalisch-chemische Untersuchungen an menschlichen Haaren unter physiologischen Bedingungen. Dermat. Wschr. **106**, 661 (1938). — MATSUURA, A.: Die Dickenschwankungen des Kopfhaares des gesunden und kranken Menschen. Arch. f. Dermat. **62**, 273 (1902). — MENSCHEL: Zit. nach KREFFT. — MUELLER, B., u. H. BARTH: Nachweis kosmetischer Haarveränderungen. Dtsch. Z. gerichtl. Med. **40**, 553 (1951). — NEUBERT, W.: Untersuchungen über Korrelation von Krümmung und Querschnittsform menschlicher Kopfhare. Anthropol. Anzeiger **6**, 144 (1929). — NICKOLLS, L. C.: Scientific Investigation of Crime, S. 96. London: Butterworth 1956. — NISTLER, L.: Mündliche Mitteilung 1952. — PINKUS, F.: Die Einwirkung von Krankheiten auf das Kopfhhaar. Berlin 1917. — SCHAIDT, G.: Eine neue Methode zur Darstellung der Haareuticula. Kriminalistik, Beilage Kriminalwiss. **1954**, 127. — SCHWARZACHER, W.: Über die Grundlagen der vergleichenden Haaruntersuchung. Arch. Kriminol. **113**, 11 (1943). — TESAR, J.: Die Bestimmung von Gruppeneigenschaften in Haaren. Casopis lékaru ceskyh **1954**, 1078. — VOIGT, G.: Zit. nach MUELLER. Gerichtl. Medizin. S. 109, 110. Berlin: Springer 1953.

Dr. med. STEFFEN BERG,
Bayer. Landeskriminalamt, München 2, Türkenstr. 4