

Tierhaaranalytik in der Forensik

ZEISS Lichtmikroskop

Tierhaaranalytik in der Forensik

ZEISS Lichtmikroskop

Autoren: Dr. Ulrike Schacker, Martin Schatzl
Galantos Genetics GmbH, Deutschland

Dr. Werner Hecht
Institut für Veterinärpathologie Gießen, Deutschland

Dr. Thorsten Kern, Dr. Michael Gögler, Anke Koenen
Carl Zeiss Microscopy GmbH, Deutschland

Datum: Januar 2018

Sowohl menschliche als auch tierische Haare spielen eine entscheidende Rolle in der Aufklärung von Kriminaldelikten. In den meisten Fällen ist die Identifikation und Unterscheidung menschlicher und tierischer Haare aufgrund spezifischer Charakteristika relativ unkompliziert möglich. Unter Umständen ist es allerdings erforderlich, zur Unterscheidung verschiedener Spezies die lichtmikroskopische Auswertung einzelner Strukturen wie Markstrang, Pigmentierungsform und Cuticulazeichnung vorzunehmen.

Einleitung

Haare gehören zu den biologischen Fasern, die am weitesten verbreitet sind. Relevanz hat ihre Untersuchung unter anderem für die Aufklärung von Diebstahl, Wildunfällen im Rahmen der Versicherungsregulierung, die Untersuchung von Zollvergehen / Wilderei aber auch Kriminaldelikte wie Mord. Je nach Art, Anzahl und Zustand der Haarproben finden verschiedene Methoden der forensischen Haaranalyse ihre Anwendung. Fragen, die geklärt werden sind: Handelt es sich tatsächlich um ein Haar oder eine Pflanzen- oder Textilfaser? Falls es ein Haar handelt, ist es ein menschliches Haar oder ein Tierhaar? Von welcher Körperregion stammt das Haar? Ist das Haar ausgerissen, abgeschnitten, abgequetscht oder versengt?

Das Haar

Jede Säugetierspezies besitzt Haare mit charakteristischen Merkmalen wie Länge, Farbe und Wurzelstruktur sowie spezifischen morphologischen Merkmalen (Abbildung 1).

Haare (lat. pili) sind Hornfäden (Abbildung 2), die hauptsächlich aus Keratin bestehen und bei allen Säugetieren vorkommen. Ein Haar besteht aus der Haarwurzel und dem Haarschaft. Der Haarschaft ist prinzipiell aus Mark, Rinde und Kutikula (Abbildung 1) aufgebaut. Die Kutikula oder die äußere aus verhornten, abgestorbenen Zellen gebildete Schup-

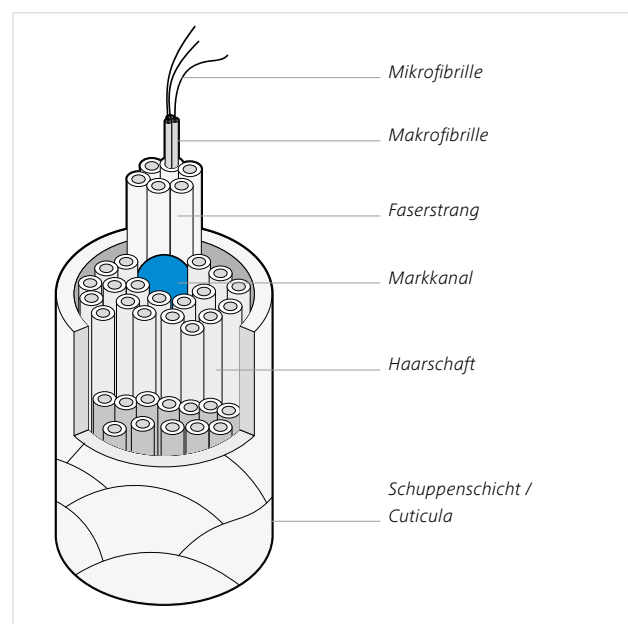


Abbildung 1 Prinzipieller Aufbau eines Haares

penschicht. Die Rinde (Cortex) bezeichnet den Faserstamm des Haares, welcher sich aus Faserbündeln zusammensetzt, die wiederum aus feinsten Unterfasern, den Fibrillen aufgebaut sind. Das Mark (Medulla) bezeichnet den inneren Bereich, der auch Hohlräume bilden kann.

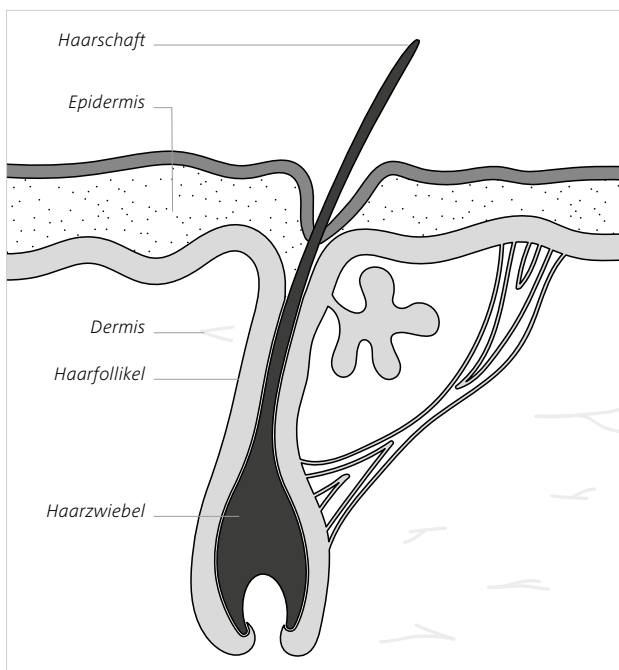


Abbildung 2 Schematischer Querschnitt durch ein Haar

Haare von Wildtieren unter dem Mikroskop

Unter dem Lichtmikroskop sind Haare eine umfassende Quelle für Informationen, da das Licht als Informationsträger die genannten Strukturen durchdringen kann. Jede Säugerspezies besitzt Haare mit charakteristischer Länge, Farbe und Wurzelstruktur sowie spezifischen morphologischen Merkmalen, anhand derer die Bestimmung von Art und Gattung möglich ist. Die Behaarung von Säugetieren wird in der Regel als Fell bezeichnet und in Fellhaare (Capilli, als Leit- und Grannenhaare), Borstenhaare (Setae), Wollhaare (Pili laniei) und Langhaare unterschieden. Viele Säugetiere besitzen Vibrissen (Tasthaare) [1]. Hierbei dienen die Nervenenden um die Haarwurzel (Follikel) als Sensoren. Die Haare verschiedener Körperregionen desselben Individuums können dabei beträchtliche Variabilität aufweisen. Die Struktur von Mark und Kutikula der Haare ist streng tierartspezifisch. Sie erlaubt daher auch eine sichere Unterscheidung zwischen Mensch und Tier. Als Kriterien zur genauen Speziesbestimmung dienen die Struktur der Markzellen, Markdicke, der Markstrahl, die Anzahl der Markzellschichten sowie das Dickenverhältnis von Haarmark zu Haarrinde. Außerdem können Gehalt und Verteilung von Pigmenten sowie das Oberflächenprofil der Kutikulazellen analysiert werden. Eine mikroskopische Analyse der Haarwurzel erlaubt sowohl die Bestimmung der Wach-

tumsphase, als auch eine Unterscheidung zwischen „ausgerissen“ und „ausgefallen“. Die klassische Mikroskopie ermöglicht folglich eine Bestimmung von Spezies, Rasse, Haartyp und Haarstatus [2].

Typ, Anzahl und Erhaltungszustand der sichergestellten Haare beeinflussen dabei erheblich ihren Wert als Spurenmaterial für die forensische Untersuchung mit dem Lichtmikroskop.

Die typischen, unfallrelevanten Tierklassen sind Bestandteil der Routineuntersuchung in den meisten Laboratorien, da zum Beispiel die Versicherungsleistung abhängig vom unfallverursachenden Tier ermittelt wird. Für die mikroskopische Betrachtung wird dabei das Haar auf einem Objektträger fixiert [3]. Typische Vergrößerungen sind 10x, 20x und 40x. In seltenen Fällen findet auch ein 100x Öljektiv Verwendung. Mitunter macht die Pigmentierung ein Anpräparieren der Medulla notwendig. Mit Glycerin als Einbettmedium werden gute Resultate erzielt.

Fallbeispiel: Kunstfaser oder Naturfell

Die morphologische Haaranalyse eignet sich bis zu einem gewissen Grad zur Speziesidentifizierung. Anwendungsgebiete sind z.B. Wildunfälle, bei denen die Überprüfung auf Haarwild erforderlich sein kann. Auch die Analyse von Pelzapplikationen an Kleidungsstücken auf tierische Herkunft ist von Bedeutung; insbesondere wenn solche Applikationen als Kunstpelz deklariert werden. In solchen Fällen kann durch Ausführung eines geeigneten Untersuchungsganges Klarheit erzielt werden. Zu prüfen ist dabei zunächst, ob es sich um tierische Haare handelt. Dazu kann nach dem Abdruckverfahren auf Vorhandensein der für tierische Haare typischen Cuticulastruktur geprüft werden. Ist das Ergebnis positiv kann durch zusätzliche Analyse der Medulla und eventuell des Haarquerschnittes eine Bestimmung der Spezies oder zumindest einer Gruppe von Spezies erreicht werden. Das Ergebnis der rein mikroskopischen Untersuchung in einem Fall von Kunstpelz-Deklaration ist den Abbildungen 3 – 6 zu entnehmen. Durch Vergleich mit entsprechendem Referenzmaterial lautete das Ergebnis in diesem Fall: 1. Es handelt sich um tierische Haare und 2. Es handelt sich mit Sicherheit um Haare eines Leporiden (Hasenartige). Es lag also klar eine Falschdeklaration vor. Um eine definitive Speziesidentifizierung zu erzielen wurde zusätzlich ein DNA-Test durchgeführt. Dieser ergab, dass es sich um Haare eines Kaninchens (*Oryctolagus cuniculus*) handelte. Selbst wenn letztlich ein DNA-

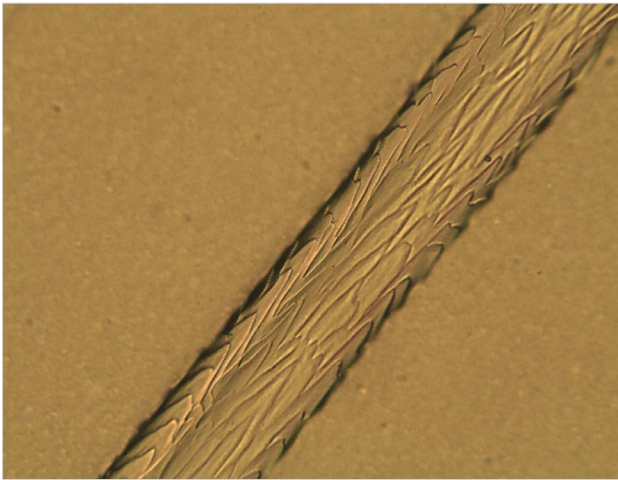


Abbildung 3 Cuticula medial – proximal

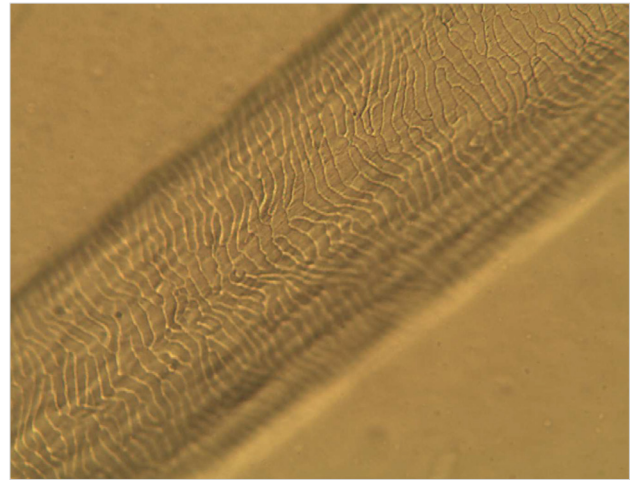


Abbildung 4 Cuticula medial – proximal

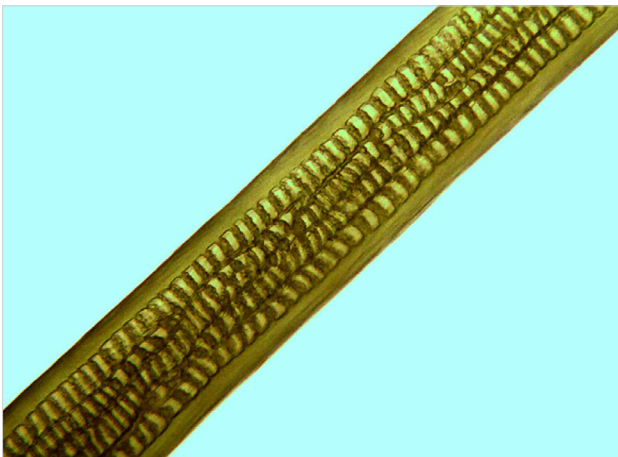


Abbildung 5 Cuticula medial – proximal

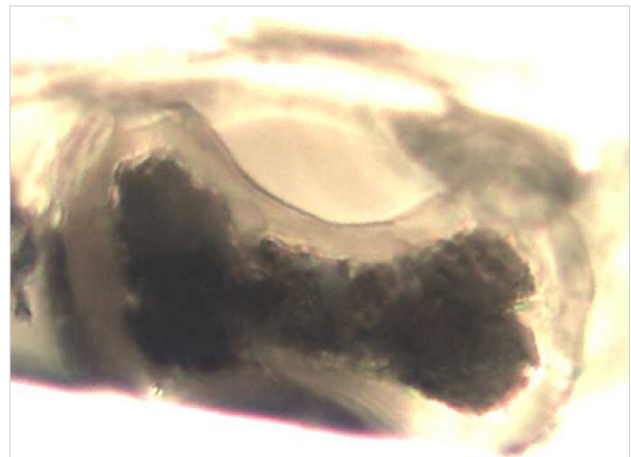


Abbildung 6 Cuticula medial – proximal

Test durchgeführt wird, sollte auf die lichtmikroskopische morphologische Analyse nicht verzichtet werden, da bei Versagen des DNA-Tests trotzdem eine Aussage möglich ist. Dies wäre nach Lyse und Extraktion des Haares nicht mehr möglich.

Empfohlene Mikroskopausstattung

Mit den Lichtmikroskopen ZEISS Axio Lab.A1 oder auch ZEISS Axio Scope.A1 stehen aufrechte Mikroskope dem untersuchenden Labor zur Verfügung. Da es in der Betrachtung auf

die feinen Strukturen der Cuticula ankommt, sind einerseits lichtstarke, aber auch hochaperturige Optiken von Vorteil. Der Kondensor sollte ebenfalls so gewählt sein, dass er neben Hellfeld auch Dunkelfeld zulässt, z.B. der ZEISS achromatisch – aplanatische Kondensor mit Apertur 0,9 (H D Ph DIC). Für die Dokumentation sollte eine Mikroskopkamera gewählt werden, die die fein aufgelösten Strukturen präzise darstellt. Ein einfaches, präzises Bilddokumentationssystem, wie zum Beispiel ZEISS Labscope kann auf einem handelsüblichen Tablet (iPad) oder auch mittels Windows-PC betrieben werden.

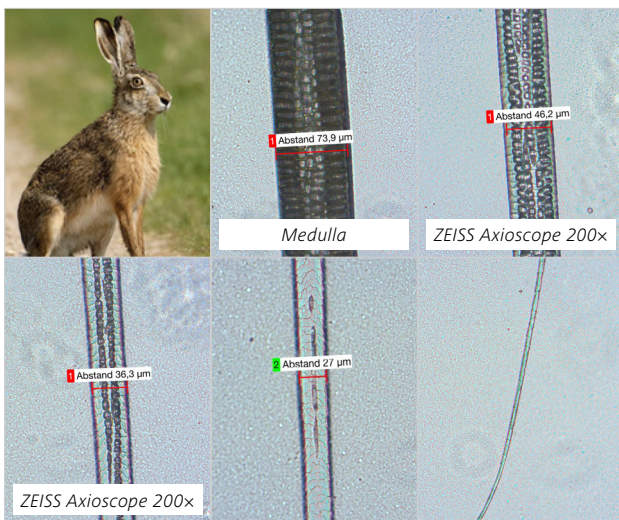


Abbildung 7 Feldhase (*Lepus europaeus*)

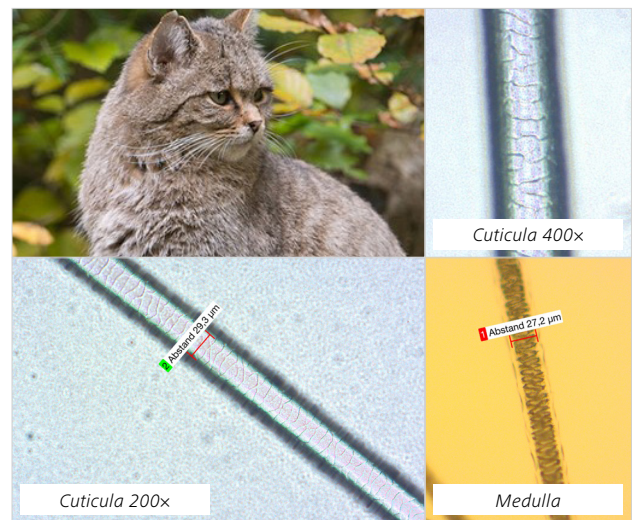


Abbildung 8 Wildkatze (*Felis silvestris*)

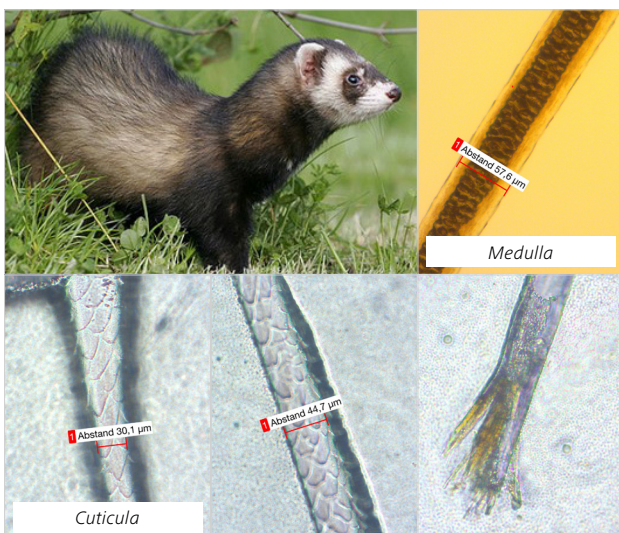


Abbildung 9 Iltis (*Mustela putorius*)

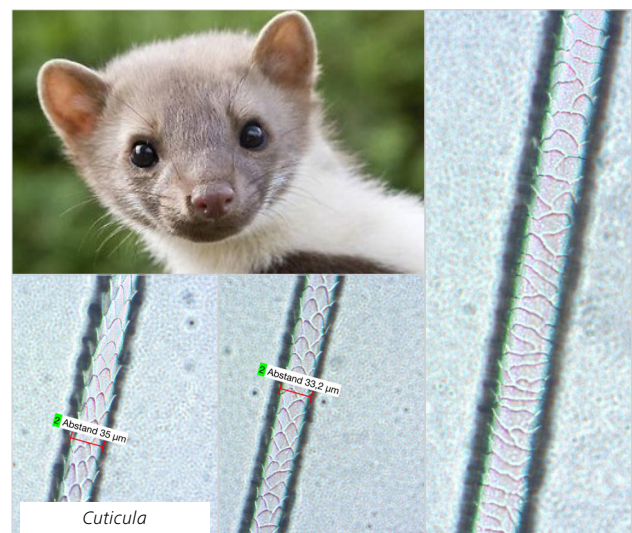


Abbildung 10 Marder (*Mustelidae*)

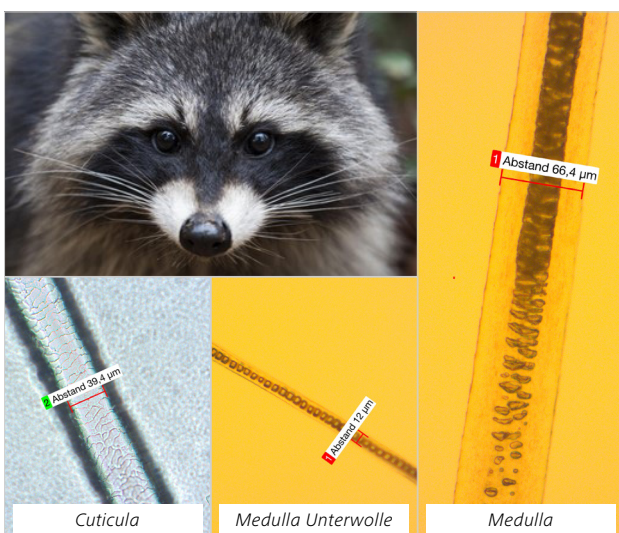


Abbildung 11 Waschbär (*Procyon lotor*)

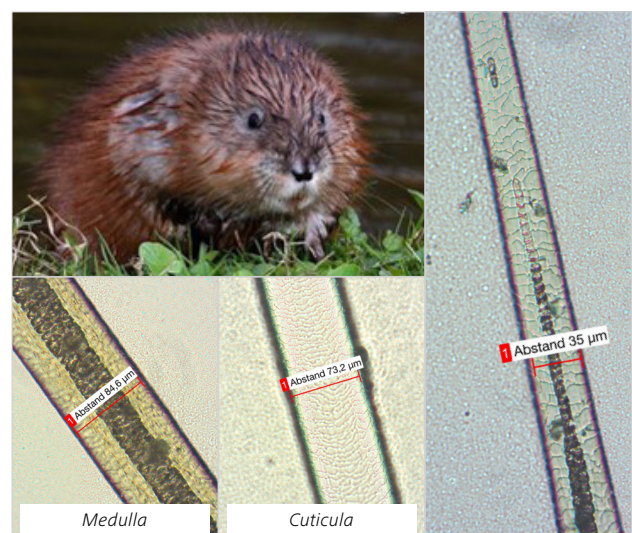


Abbildung 12 Bisam (*Ondatra zibeticus*)

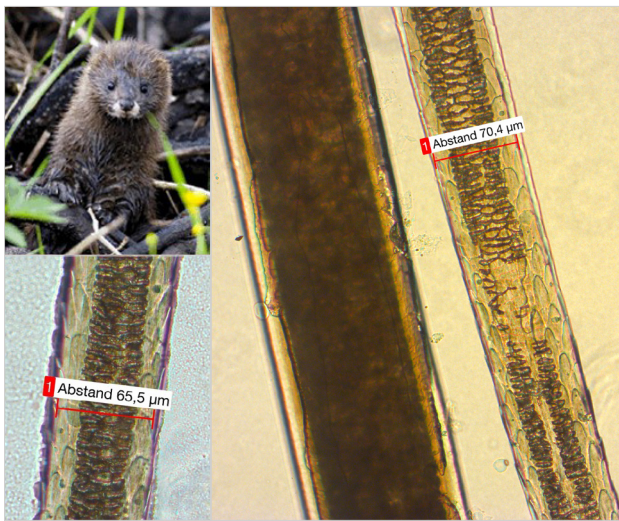


Abbildung 13 Nerz (*Mustela nutreola*)



Abbildung 14 Hirsch (*Cervidae*)

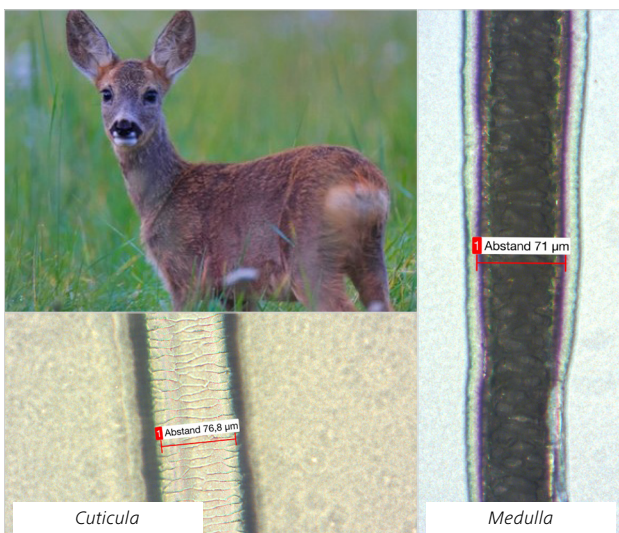


Abbildung 15 Reh (*Capreolus*)

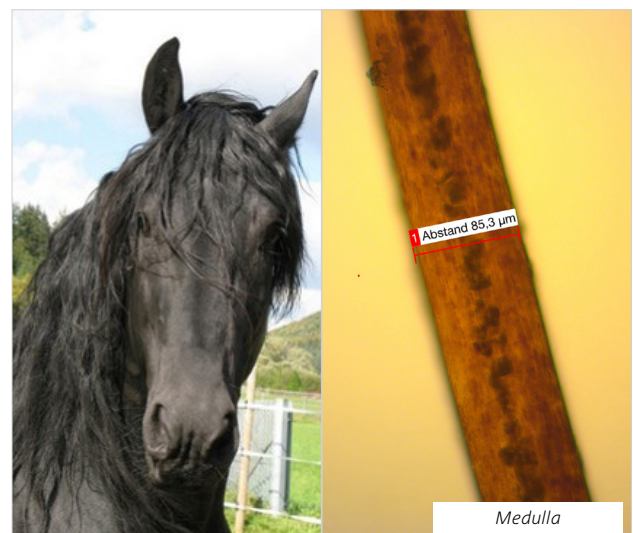


Abbildung 16 Pferd

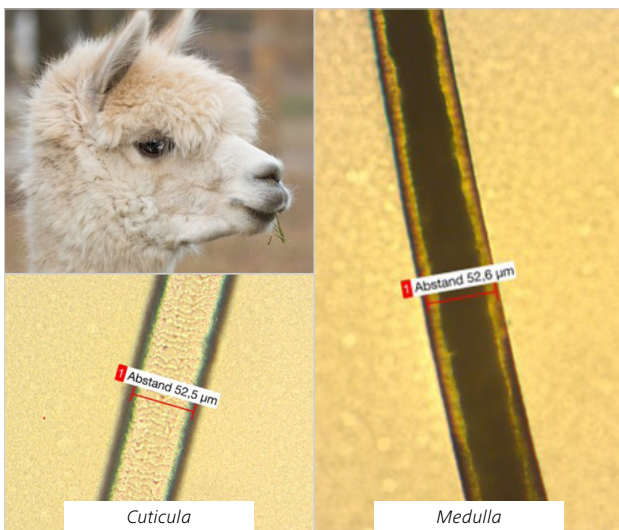


Abbildung 17 Alpaka (*Vicunia pacos*)

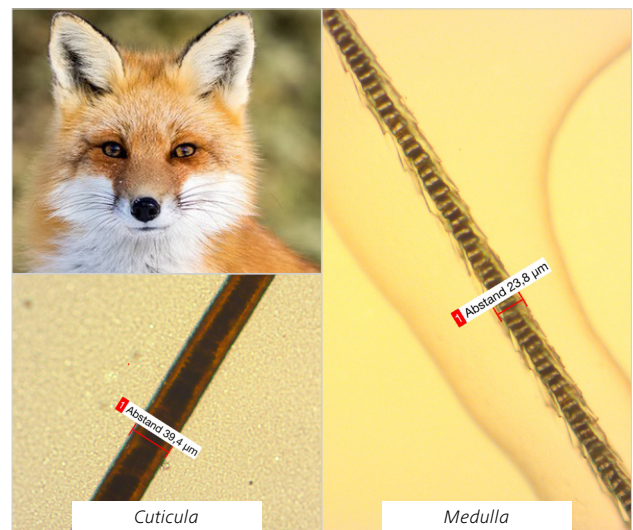


Abbildung 18 Fuchs (*Vulpes vulpes*)



Abbildung 19 Kuh (Bos taurus)

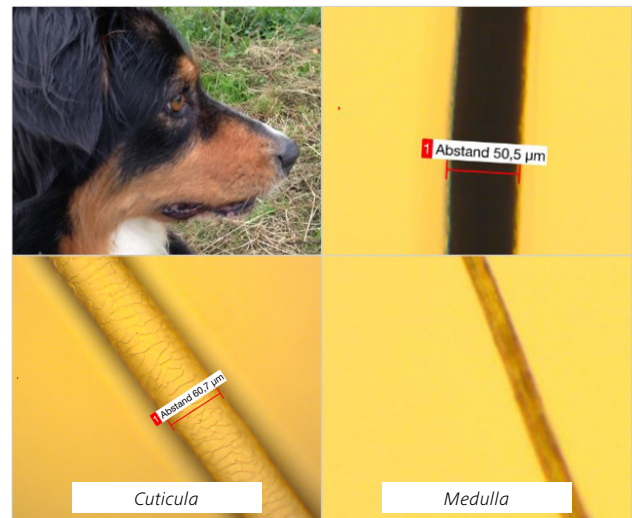


Abbildung 20 Hund (Canis lupus)

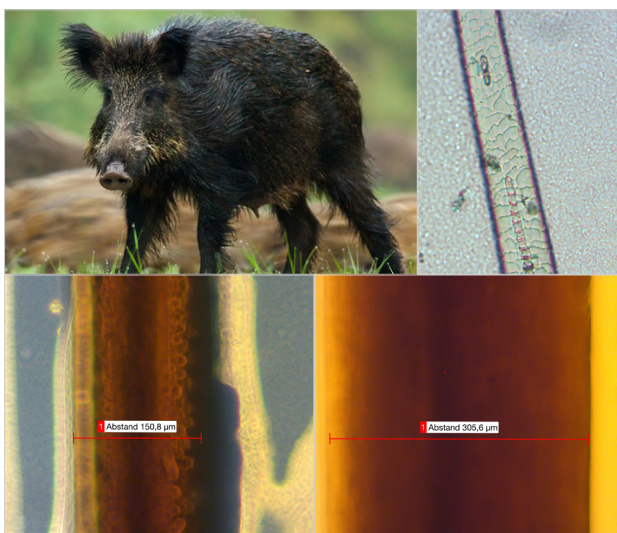


Abbildung 21 Schwarzwild

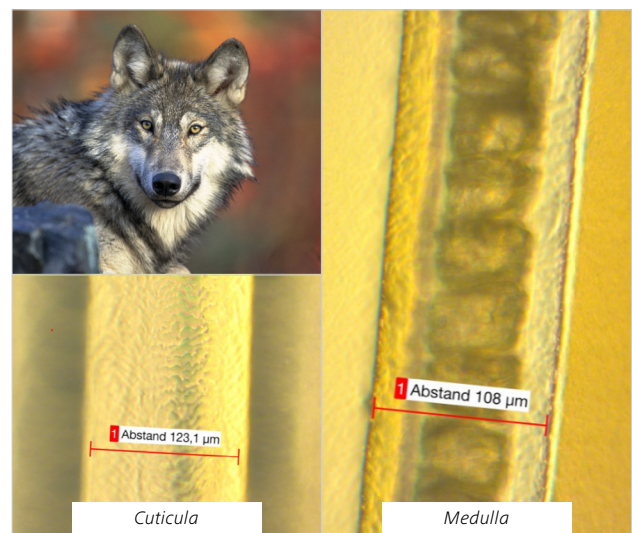


Abbildung 22 Wolf (Canis lupus)

Literatur:

- [1] <https://de.wikipedia.org/wiki/Haar#Tierhaare.2FFell>
- [2] https://de.wikipedia.org/wiki/Animal_Forensics#Haare
- [3] B.J. Teerink; „Hair of Westeuropean Mammals“; Cambridge University Press; ISBN: 0-521-54577-3

Proben:

Mit freundlicher Genehmigung von:
 Herrn Immo Ortlepp, Berufsjäger, Negenborn
 Frau Dipl.-Ing. Gudrun Westermann-Hoyer, Brelingen, Fasanerie Wiesbaden, Wolfscenter Dörverden



Carl Zeiss Microscopy GmbH
07745 Jena, Germany
microscopy@zeiss.com
www.zeiss.com/axiolab



Nicht alle Produkte sind in jedem Land erhältlich. Die Verwendung von Produkten für medizinische Diagnosen, Therapien oder Behandlungen unterliegt möglicherweise lokalen Beschränkungen. Nähere Informationen erhalten Sie bei Ihrem ZEISS Vertriebsmitarbeiter.
DE_41_013_163 | CZ 01-2018 | Design, scope of delivery and technical progress subject to change without notice. | © Carl Zeiss Microscopy GmbH