

Schweizerische  
Gesellschaft  
für Rechtsmedizin  
SGRM  
Société Suisse  
de Médecine Légale  
SSML  
Società Svizzera  
di Medicina Legale  
SSML

**Arbeitsgruppe Haaranalytik**

---

## **Die forensisch-toxikologische Haaranalytik**

---

Version 12/2009

Vom Vorstand der SGRM genehmigt und zur Publikation freigegeben am 27.01.2010.



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>VORWORT</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>THEORETISCHE GRUNDLAGEN</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>Definitionen/Glossar</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3</b>	<b>Das Haar</b> .....	<b>6</b>
2.3.1	Allgemeines .....	6
2.3.2	Haarwachstum.....	6
2.3.3	Eignung von Kopfhaar zur Prüfung von Substanzmissbrauch.....	7
<b>2.4</b>	<b>Anwendungsbereiche</b> .....	<b>7</b>
2.4.1	Klinische Forensik.....	8
2.4.2	Arbeitsplatz (Workplace-Testing) .....	8
2.4.3	Leichenbereich (Post-mortem).....	8
<b>3</b>	<b>PRAKTISCHES VORGEHEN</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>9</b>
<b>3.2</b>	<b>Asservierung, Transport</b> .....	<b>9</b>
3.2.1	Probensicherstellung, Identifikation .....	9
3.2.2	Transport, Aufbewahrung .....	10
<b>3.3</b>	<b>Präanalytik</b> .....	<b>10</b>
3.3.1	Identifikation / Verwaltung .....	10
3.3.2	Probenbeschreibung.....	10
3.3.3	Rückstellmuster (B-Probe).....	10
3.3.4	Waschen, Segmentieren, Zerkleinern .....	10
3.3.5	Interner Standard (ISTD) .....	11
3.3.6	Extraktion, Reinigung, Derivatisierung .....	11
<b>3.4</b>	<b>Analytik, Qualitätskontrollen</b> .....	<b>11</b>
<b>3.5</b>	<b>Postanalytik</b> .....	<b>12</b>
<b>3.6</b>	<b>Prüfbericht, Gutachten</b> .....	<b>12</b>
<b>3.7</b>	<b>Empfehlungen zur Interpretation</b> .....	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>LITERATUR / MITGELTENDE UNTERLAGEN</b> .....	<b>12</b>

## 1 VORWORT

Dieses Dokument wurde von den Mitgliedern der Arbeitsgruppe „Haaranalytik“ der SGRM (Schweizerischen Gesellschaft für Rechtsmedizin) erarbeitet. Es handelt sich um ein Konsenspapier und dient der Harmonisierung der Terminologie und der Interpretation von Haaranalysebefunden innerhalb der SGRM. Gleichzeitig definiert es Minimalanforderungen und stellt damit die Grundlage für das Qualitätsmanagement in der forensischen Haaranalytik dar.

Mitglieder der Arbeitsgruppe:

Herr Dr. phil. II M. Baumgartner, IRM Zürich

Herr Dr. phil. II F. Dussy, IRM Basel

Frau Dr. rer. nat. C. Klemm, IRM St.Gallen

Herr Dr. med. B. Liniger, IRM Zürich

Herr Prof. Dr. med. Th. Sigrist, IRM St.Gallen

Herr Dr. rer. nat. F. Sporkert, CURML Lausanne

In diesem Dokument gilt für Personen die geschlechtsneutrale Formulierung; zum besseren Verständnis wird zumeist die männliche Form angewandt.

## 2 THEORETISCHE GRUNDLAGEN

### 2.1 Definitionen / Glossar

<b>A/B-Probe</b>	Sicherstellung von mindestens 2 Proben (vgl. Asservat), so dass zwei unabhängige Analysen durchgeführt werden können.
<b>Analyt</b>	Stoff (z.B. Wirksubstanz) in einem Asservat, über den mittels einer chemischen Analyse eine Aussage gemacht werden soll.
<b>Applikation</b>	In gegenständlichen Zusammenhang eine Anwendung, Einnahme oder Beibringung einer Substanz.
<b>Asservat</b>	Probe oder Probenmaterial wie z.B. Haare, das im Rahmen eines Untersuchungsschrittes genommen (asserviert) wurde und für nachfolgende, namentlich analytische Untersuchungen zur Verfügung steht.
<b>Asservierung</b>	Sachgerechte Probennahme und –aufbewahrung.
<b>Drogen</b>	Stoffe und Zubereitungen, die primär zur Erzeugung eines Rauschzustandes oder zur Befriedigung einer Sucht verwendet werden.
<b>Drug facilitated crime</b>	Die Beibringung einer bewusstseinsverändernden Substanz zum Zwecke der Ausübung einer krimineller Handlung wie z.B. sexuelle Handlungen oder Diebstahl.
<b>Extrahieren</b>	Herauslösen der Analyten aus dem Probenmaterial (Asservat).
<b>Extraktionskinetik</b>	Zeitlicher Verlauf der Extraktionsvorgänge.
<b>Extraktionsrate</b>	Extraktionsmenge pro Extraktionsschritt. 100 % Extraktionsrate entspricht dem kompletten Transfer des Analyten aus der Matrix in den Extrakt.
<b>Forensik</b>	Arbeitsgebiete, in denen systematisch rechtlich relevante Handlungen für gerichtliche Belange identifiziert bzw. ausgeschlossen sowie analysiert oder rekonstruiert werden. Ein Untergebiet der Forensik ist die Rechtsmedizin.
<b>forensisch</b>	Für rechtliche, namentlich gerichtliche Belange im Zusammenhang mit rechtlichen Fragestellungen.
<b>Haaranalytik</b>	Analytische Methode zum qualitativen Nachweis oder Ausschluss resp. zur quantitativen Bestimmung von Substanzen im Haar im Hinblick auf Aussagen zum Konsumverhalten in Bezug auf die getesteten Substanzen.
<b>Homogenisierung</b>	Gesamtheit der mechanischen Tätigkeiten (z.B. Schneiden, Pulverisieren, Segmentieren), die zur Schaffung einer gleichmässigen Struktur führt, welche das Erzielen wiederholbarer Ergebnisse ermöglicht.
<b>IRM</b>	Institut für Rechtsmedizin.
<b>ISTD</b>	Interner Standard: Zusatzsubstanz, welche im Verlauf des Analyse dem untersuchten Teil des Asservates beigegeben wird mit dem

---

	Zweck, den Analysenvorgang zu kontrollieren und die Analyten zu quantifizieren.
<b>Klinische Forensik</b>	Anwendung der Forensik bei lebenden Personen.
<b>Kontamination</b>	Verunreinigungen bzw. Anhaftungen von Stoffen, die zur Beeinträchtigung oder Verfälschung des Analyseergebnisses führen können.
<b>LLOQ</b>	Lower Limit of Quantification = Tiefste Konzentration des Arbeitsbereichs.
<b>LOD</b>	Limit of Detection = Nachweisgrenze = Grenze des verlässlichen, qualitativen Nachweises einer Substanz.
<b>Matrix</b>	Bestandteile der Probe, die nicht analysiert werden.
<b>Metabolitenprofil</b>	Zusammensetzung von Wirksubstanz und Stoffwechsel- resp. Abbauprodukten der Wirksubstanz.
<b>Postanalytik</b>	Arbeitsschritte nach einer chemischen Analyse.
<b>Präanalytik</b>	Arbeitsschritte vor einer chemischen Analyse.
<b>Probenahme</b>	Technischer Vorgang der Sicherstellung eines Asservates/einer Probe nach einem festgelegten Verfahren.
<b>Rückstellmuster</b>	Nicht für die Analyse gebrauchtes Probenmaterial, welches eine unabhängige Zweitanalyse ermöglicht.
<b>Segmentierung</b>	Festlegung der Länge von Abschnitten einer Haarprobe, ausgehend von der proximalen (d.h. körpernahen) Trennstelle <i>oder:</i> längenbezogene Auftrennung von Haarproben in einzelne Segmente, ausgehend von der proximalen Trennstelle.
<b>SoHT</b>	Society of Hair Testing ( <a href="http://www.soht.org">www.soht.org</a> ).
<b>Stoffe, Substanzen</b>	Im gegenständlichen Zusammenhang gleichwertig verwendete Begriffe für Stoffe (z.B. Drogen, Alkohol, Medikamente oder deren Stoffwechselprodukte von Stoffen), die konsumiert oder anderswie in den Körper gelangten und im Rahmen der Verteilung auf den Organismus auch über die Haarwurzeln in die Haare eingelagert wurden.
<b>Toxikologie</b>	Lehre von den Giftstoffen (inkl. deren Nachweisverfahren), den Vergiftungen sowie ihrer Behandlung.
<b>Waschen</b>	Im vorliegenden Kontext: Entfernen von an der Probe haftendem Schmutz und allfälligen externen Substanzen (Kontamination) durch einen mehrstufigen Waschvorgang nach einem festgelegten Verfahren.

## 2.2 Einleitung

Forensisch-toxikologische Untersuchungen von Haarproben werden im Zusammenhang mit rechtlichen oder klinischen Fragestellungen durchgeführt. Durch den Nachweis oder Ausschluss von Drogen, Medikamenten, anderen chemischen Stoffen oder Stoffwechselprodukten können Aussagen zur Konsumabstinenz oder zur Langzeiteinnahme oder -applikation von Substanzen gemacht werden. Der Untersuchungszeitraum (Beobachtungszeitraum) wird dabei durch die Haarlänge definiert. Für den Nachweis von Substanzen bei der Fragestellung nach einmaliger Applikation (z.B. drug facilitated crime) sind besondere Anforderungen zu berücksichtigen, insbesondere an die Segmentierung und die LOD resp. LLOQ der eingesetzten Analysemethoden.

Bei Haaranalysen und der Interpretation der Ergebnisse muss Folgendes berücksichtigt werden:

- Das Untersuchungsmaterial ist in der Regel nicht homogen. Die Gründe dafür sind Unterschiede im Wachstum von Haaren, wechselhafte Verteilung der Analyt-Konzentration innerhalb der Haare und mögliche Matrixeffekte durch andere Inhaltsstoffe wie z.B. Melanin;
- Die Analyten müssen aus der festen Haarmatrix herausgelöst (extrahiert) werden, sodass die Kenntnis der Extraktionskinetik, der Extraktionsrate und der Stabilität der Analyten im Hinblick auf das Extraktionsverfahren sehr grosse Bedeutung haben;
- Äussere Einflüsse wie etwa externe Kontamination, kosmetische Behandlungen etc. können die Befunde verändern oder verfälschen.

Forensisch-toxikologische Haaranalysen stellen hohe Anforderungen an die Qualität, namentlich in Bezug auf das Personal, die Gerätschaften, die Abläufe, die Räumlichkeiten und die Sicherheit. Im Besonderen dürfen Haarproben nicht in den gleichen Laborräumen untersucht werden wie Stoffproben (beispielsweise Drogen), um Kontaminationen zu vermeiden.

## 2.3 Das Haar

### 2.3.1 Allgemeines

Haare sind ein mehrschichtiges Hautanhangsgebilde, welches grösstenteils aus Keratinfäden besteht und daneben noch Lipide, Pigmente, Spurenelemente und Wasser enthält. Die Farbpalette der humanen Behaarung reicht von blond über rot und braun bis hin zu schwarz. Für die Haarfarbe, welche genetisch determiniert wird, ist das Pigment Melanin verantwortlich. Es existiert in vier verschiedenen Variationen, nämlich als Eumelanin, als Pheomelanin und als deren Oxydationsprodukte Oxyeumelanin und Oxypheomelanin. Je nach Verhältnis zwischen intaktem und oxydiertem Pigment variiert die Haarfarbe. Die Art der Haarausbildung (gerade, gewellt oder gelockt) ist in erster Linie von der Haarform bzw. dem Haarquerschnitt abhängig. Aber auch in der Anzahl einzelner Haare unterscheiden sich Kopfbehhaarungen stark: Blonde haben durchschnittlich 150'000 Haare auf dem Kopf, bei Rothaarigen sind es nur knapp halb so viele, dafür dickere Haare. Schwarze und braune Haare liegen bezüglich dieser beiden Kriterien zwischen den beiden genannten Extremen.

### 2.3.2 Haarwachstum

Die durchschnittliche Wachstumsrate von humanem Kopfhhaar ist für Frauen und Männer etwa gleich gross, nämlich ungefähr 0,35 mm pro Tag, kann jedoch deutlich davon abweichen. Studien haben gezeigt, dass als Faustregel eine gemittelte Wachstumsrate von ca. 1 cm pro Monat (bzw. 0,35 mm pro Tag) gilt. Bei speziellen Fragestellungen oder strittigen Befunden sollte die Tatsache, dass grössere Abweichungen von dieser durchschnittlichen Wachstumsrate

existieren, berücksichtigt werden. Weiter zeigt die Haarwachstumsrate ethnische Unterschiede. So wächst z.B. das Haar von Schwarzafrikanern im Durchschnitt um bis zu 30% langsamer als das Haar von Kaukasiern, das Haar von Asiaten hingegen weist eine eher grössere Wachstumsrate auf.

Das humane Haarwachstum verläuft in drei Phasen: anagene Phase (aktive Wachstumsphase), katagene Phase (Rückbildung der Haarwurzel) und telogene Phase (Ruhephase) (vgl. Abbildung 1). Im Normalzustand befinden sich zu jedem Zeitpunkt Haare in verschiedenen Entwicklungsphasen auf dem Kopf, wobei Haare aus der Anagenphase (sog. Papillarhaare) zwischen 80 und 90% der Kopfbehaarung ausmachen. Andere Haarsorten (z.B. Bein-, Brust-, Scham- oder Achselhaare) haben eine abweichende Wachstumskinetik und in der Regel einen bedeutend grösseren Anteil nicht wachsender (telogener) Haare von 40-60%.

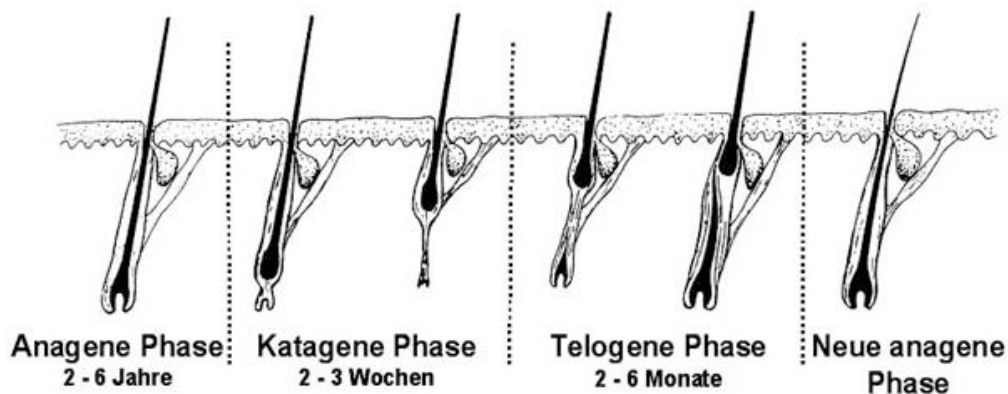


Abbildung 1: Wachstumsphasen von Kopfhaaren (aus: Attenberger A., Würfl O.: Fachkunde für Friseure, 3. überarbeitete Auflage. Ernst Kieser GmbH, Augsburg (1981)).

### 2.3.3 Eignung von Kopfhaar zur Prüfung von Substanzmissbrauch

Der Einbau von Wirkstoffen und deren Abbauprodukten ins Haar erfolgt über passive Diffusion aus Blutkapillaren in die wachsenden Zellen des Haarfollikels. Ein alternativer Mechanismus beschreibt eine Diffusion der Substanzen aus Schweiß und Sebum in den fertig ausgebildeten Haarschaft. Die Möglichkeit einer Kontamination der Haare über externe Quellen ist grundsätzlich zu erwägen (z.B. Staubpartikel, Dämpfe oder Haarwaschmittel) resp. durch geeignete Massnahmen auszuschliessen.

(Kopf-)Haare eignen sich besonders zur Prüfung auf Substanzmissbrauch, da sie wegen der dauerhaften Einlagerung der Substanzen in die Haarmatrix ein viel grösseres Zeitfenster abdecken als z.B. Blut oder Urin. Allerdings resultiert aus der Physiologie des Haarwachstums eine zeitliche Unsicherheit, die sich aus der intra- und interindividuellen Variabilität des Haarwachstums und der gleichzeitigen Anwesenheit katagener und telogener Haare ergibt.

Ein einmaliger Konsum ist unter Umständen mit modernster Analysetechnik auch mittels Haaranalyse nachweisbar (z.B. drug facilitated crime).

## 2.4 Anwendungsbereiche

Forensisch-toxikologische Haaranalysen sind geeignet, Entscheidungsgrundlagen für verschiedene Tätigkeitsbereiche zu liefern.

### **2.4.1 Klinische Forensik**

Bei lebenden Personen können Aussagen in folgenden Sachlagen gemacht werden:

- wiederholte (chronische) Konsumation bestimmter Stoffe (Alkohol, Drogen usw.);
- Veränderungen im Konsumverhalten;
- Bestätigung oder Widerlegung eines geltend gemachten Eigenkonsums (sogen. Schutzbehauptung);
- Nachweis einer ev. deliktischen Einzelapplikationen (drug facilitated crime).

In einigen Rechtsbereichen hat sich der Einsatz der Haaranalytik bereits etabliert, in anderen ist dies zu erwarten:

- Im Verwaltungsrecht im Zusammenhang mit der Abklärung der Fahreignung, speziell bei der Erstabklärung sowie bei der Wiedererteilung des Führerausweises (mit oder ohne Auflagen);
- Im Strafrecht, insbesondere auch zur Beurteilung und Kontrolle von Massnahmen im Strafvollzug;
- Im Zivilrecht, zum Beispiel bei der Abklärung bzw. Beurteilung des Sorgerechts für Kinder;
- Im Versicherungsrecht;
- Im Kinder- und Jugenschutzrecht: Kinderschutz, Häusliche Gewalt, etc.

### **2.4.2 Arbeitsplatz (Workplace-Testing)**

Bei bestimmten Berufsgruppen wie etwa Wach-, Schutz- oder Transportunternehmen, Spitälern etc. wird zunehmend ein substanzspezifisches Abstinenzverhalten gefordert, was durch periodische Haarkontrollen überprüft werden kann.

Sinngemäßes gilt für gewisse Lebensbereiche wie etwa die behördliche Beurteilung der Fragen zum Besitz bzw. zum häuslichen Aufbewahren einer Schusswaffe.

Fragliche Langzeitexposition gegenüber anorganischen oder organischen, potentiell toxischen Stoffen kann ebenfalls zu Anfragen für Haaranalysen führen. Insbesondere bei der Interpretation von Befunden ist hier grösste Vorsicht geboten. Zudem gelten gerade in solchen Gebieten spezielle Regelungen, und die zugehörige Analytik ist normativ geregelt.

### **2.4.3 Leichenbereich (Post-mortem)**

Bei verstorbenen Personen können retrospektive Aussagen zu verschiedenen Aspekten gemacht werden wie etwa zur Frage einer Drogenfreiheit resp. der Konsumgewohnheiten hinsichtlich einer möglichen Toleranz.



### **3 PRAKTISCHES VORGEHEN**

#### **3.1 Allgemeines**

Grundsätzlich sollen wenn immer möglich Kopfhaare als Haarproben gewonnen und untersucht werden, da die Kenntnisse über den Wachstumszyklus von Kopfhaaren als gesichert gelten können. In Ausnahmefällen oder als Ergänzung können bedarfsweise auch Körperhaare (Bart-, Brust-, Rücken-, Bein-, Achsel- oder Genitalhaare) zur Analyse gewonnen werden - idealerweise wenn zuvor eine Rasur erfolgt und deren Zeitpunkt dokumentiert ist. Die gleichzeitige Asservierung von Kopf- und Körperhaaren empfiehlt sich insbesondere bei sehr kurzen Kopfhaaren, bei Haftfällen, bei Fällen mit intensiver kosmetischer Behandlung der Kopfhaare oder bei speziellen Fragestellungen.

Zur Gewinnung von Haarproben sind Instrumente zu verwenden, die ausschliesslich zu diesem Zweck benutzt und nach jedem Gebrauch gereinigt werden.

#### **3.2 Asservierung, Transport**

Haarproben können entweder durch das Untersuchungslabor selbst oder durch eine andere qualifizierte Institution asserviert werden. Im letzteren Fall empfiehlt sich eine exakte Instruktion resp. die Abgabe von Probeentnahme-Sets.

Der Proband soll über das Vorgehen der Haarprobenahme und über ev. kosmetische Beeinträchtigungen informiert werden.

##### **3.2.1 Probensicherstellung, Identifikation**

Folgende Vorgehensweise bei der Identifikation und der Sicherstellung der Probe (Asservierung) hat sich bewährt:

- Überprüfung der Identität des Probanden (z.B. mittels Pass oder Identitätsausweis, ev. durch Fotografie);
- Asservierung der Haarprobe:
  - von der Hinterhauptregion (ev. alternativ auch Scheitelregion, in Asservierungsprotokoll festhalten),
  - nach Möglichkeit mindestens 2 Büschel (Probe A und B),
  - in genügender Dicke (zwischen Strohalm und Bleistift); das zu untersuchende Segment sollte mindestens 30 mg Probenmaterial je Büschel hergeben,
  - Büschel mit Faden zusammenbinden,
  - direkt an der Kopfhaut abschneiden;
- Das kopfnahere Ende der Büschel ist zu kennzeichnen;
- Die Länge der ev. am Kopf verbleibenden Stoppeln soll geschätzt und festgehalten werden;
- Die Proben sind eindeutig zu kennzeichnen;
- Die Haare sind zu charakterisieren und Haarfarbe, Länge sowie kosmetische Auffälligkeiten zu dokumentieren; eine bildgebende Dokumentation empfiehlt sich.

Für den Fall, dass Körperhaare asserviert werden, erübrigen sich ein Zusammenbinden und eine Kennzeichnung der Hautseite. Die Abnahmestellen sind genau zu bezeichnen.

Die Verwendung eines Dokuments (Formblatt) über die Haarasservierung wird empfohlen, zudem die Unterschrift des Probanden unter dieses Dokument.

### 3.2.2 Transport, Aufbewahrung

Für den Versand ist sicherzustellen, dass die Haarprobe eindeutig beschriftet ist, so dass eine Verwechslung ausgeschlossen werden kann. Die Probe muss sicher und dicht (gegen Feuchtigkeit) verpackt sein.

Der Versand per Briefpost ist geeignet; über die Versandart (Eingeschrieben, A- oder B-Post) entscheidet das Labor oder der Auftraggeber.

Haarproben sind trocken, vor Licht geschützt und bei Raumtemperatur sicher aufzubewahren, bspw. in einer Aluminiumfolie.

## 3.3 Präanalytik

### 3.3.1 Identifikation / Verwaltung

Vor Beginn der Untersuchung ist die Identität jeder Haarprobe festzustellen.

Während und nach dem gesamten Untersuchungsgang muss die Identität der Proben und der daraus hergestellten Folgeprodukte gewährleistet sein. Im Übrigen gelten die in der Forensischen Toxikologie üblichen Richtlinien der Qualitätssicherung.

### 3.3.2 Probenbeschreibung

Zu Beginn des Untersuchungsgangs ist der Zustand jeder Haarprobe festzuhalten, namentlich Länge, Farbe, Erhaltungs- und ev. Behandlungszustand. Die bildgebende Dokumentation der Probe wird empfohlen.

### 3.3.3 Rückstellmuster (B-Probe)

Steht genügend Probenmaterial zur Verfügung, ist eine angemessene Probe als Rückstellmuster zu belassen.

### 3.3.4 Waschen, Segmentieren, Zerkleinern

Um einer möglichen externen Kontamination zu begegnen, sollen Haarproben durch **Waschen** dekontaminiert werden. Der Waschprozess soll substanzspezifisch ausgerichtet werden. Haare von Verstorbenen sind gegebenenfalls mehrfach zu dekontaminieren.

Es ist zu beachten, dass bei jedem Waschvorgang grundsätzlich mit einer Extraktion und folglich mit einem gewissen Substanzverlust gerechnet werden muss.

Das Labor regelt, in welchen Fällen und wie die Waschflüssigkeiten zu untersuchen sind.

Die **Segmentierung** der Haarproben in bestimmte Längenabschnitte ergibt sich in der Regel aus dem Untersuchungsauftrag.

Das Untersuchungslabor legt allgemeine Segmentierungsregeln selbst fest. Bei Unklarheiten soll der Auftraggeber kontaktiert und beraten werden.

Im Grundsatz sollten maximal die proximalen 6 cm untersucht werden. Diese Länge muss je nach Fragestellung und/oder analyt-abhängig kürzer gewählt werden.

Die Art der **Zerkleinerung/Homogenisierung** der Haarprobe resp. des Haarsegmentes wird durch das Labor selbst festgelegt. Verschiedene Verfahren können zu unterschiedlichen Analyseergebnissen führen.

Geeignete Verfahren sind:

- Zerkleinern durch Zerschneiden der Haare in kleine Stücke (maximal 3 mm);
- Homogenisieren durch Pulverisieren beispielsweise in einer Kugelmühle.

### 3.3.5 Interner Standard (ISTD)

Für quantitative Analysen sollen interne Standards (ISTD's) verwendet werden. Dabei ist die Verwendung deuterierter Substanzen empfohlen. Je nach Stoffgruppe oder nachzuweisenden Substanzen sind ein oder mehrere ISTD's einzusetzen.

### 3.3.6 Extraktion, Reinigung, Derivatisierung

Das Labor legt die **Extraktionsmethodik** fest unter Berücksichtigung

- Der gesuchten Analyten (substanzspezifische Extraktion);
- Der Extraktionskinetik und -rate (experimentell bestimmt).

Die **Reinigung** des Extrakts ist methodenabhängig und laborintern zu regeln.

Die Art der **Derivatisierung** orientiert sich am Analyten und am nachfolgenden Bestimmungsverfahren und wird vom Labor festgelegt.

## 3.4 Analytik, Qualitätskontrollen

Alle gängigen **Analysenmethoden** der Forensischen Toxikologie können zur Anwendung kommen. Speziell sind die in den Haaren bekannten substanzspezifischen Metabolitenprofile zu beachten. Das Labor legt in Bezug auf die nachzuweisenden resp. zu bestimmenden Analyten das jeweilige Analysenverfahren fest.

Für die internen **Qualitätskontrollen** empfehlen sich reale Haarproben.

Die zur Verfügung stehenden Probenmengen sind in der Regel sehr klein. Das Labor muss deshalb Kriterien festlegen betreffend:

- Vortest-Verfahren;
- Einfach- oder Doppelbestimmung (echte Doppelbestimmung, ev. Zweitanalyse desselben Extraktes);
- Rückstellprobe;
- Prozess-controlling;
- Untersuchung der Waschphasen.

### **3.5 Postanalytik**

Nach der Untersuchung werden die nicht eingesetzten Proben in gleicher Art aufbewahrt wie vor der Untersuchung (siehe oben). Die Aufbewahrung der Waschlösungen und des extrahierten Probenmaterials muss durch das Labor geregelt werden.

Die minimale Aufbewahrungsdauer (in der Regel 1 Jahr) ist mit den Auftraggebern abzusprechen und geregelt.

Nach Ablauf der Aufbewahrungsfrist werden die Asservate in vergleichbarer Art entsorgt wie anderes forensisches Probenmaterial. Bei der Entsorgung ist auf den Datenschutz zu achten.

Die Aufbewahrungsdauer und die anschließende Entsorgung der Proben werden im Prüfbericht oder im Gutachten erwähnt. Ist die Haarprobe aufgebraucht, so ist dies zu vermerken.

### **3.6 Prüfbericht, Gutachten**

Die Berichte/Gutachten sind analog den Toxikologie-Gutachten zu verfassen:

- Beschreibung der Haare;
- Beschreibung einer allfälligen Segmentierung;
- Angaben zum Beobachtungszeitraum korrespondierend zum untersuchten Haarsegment;
- Analysenresultate inkl. Messunsicherheit, Angabe von Grenz- und Cutoff-Werten;
- Interpretation der Analysenresultate;
- Beschreibung der Analytik resp. ein Vermerk dazu;
- Aufbewahrungsfristen der Asservate/Rückstellprobe und des Berichtes.

### **3.7 Empfehlungen zur Interpretation**

Cutoff- und Grenzwerte sollen sich an Literaturdaten und insbesondere an den Empfehlungen der Society of Hair Testing (SoHT) orientieren. Entsprechende Empfehlungen finden sich in weiterführenden, substanzspezifischen Methodendokumenten, die unter der Federführung dieser Arbeitsgruppe verfasst werden.

## **4 LITERATUR / MITGELTENDE UNTERLAGEN**

Empfehlungen der Society of Hair Testing ([www.soht.org](http://www.soht.org))

Jedes Labor ist im Rahmen seiner Methoden- und Verfahrensvorschriften für eine entsprechende Zusammenstellung von Fachinformationen und wissenschaftlicher Literatur verantwortlich.