

Human-Biomonitoring: Haaranalyse als Methode*

Im Human-Biomonitoring werden in der Regel Blut- bzw. Blutplasmaproben und/oder Urinproben der Probanden analysiert. In den vergangenen Jahren gab es in den Medien jedoch zahlreiche Berichte, dass viele Substanzen – unter anderem bestimmte Drogen – auch durch die Analyse von Haaren identifiziert werden können. Dies suggerierte, dass diese Methode auch zum Nachweis von Umweltsubstanzen geeignet sei. Zahlreiche klinisch-chemische Laboratorien, (Umwelt)Apotheken, Reformhäuser, Heilpraktiker und kommerzielle Haaranalyse-Institute bieten mittlerweile – auch über das Internet – Haaranalysen als Dienstleistung an. Der Interessent kann – so die vollmundigen Versprechungen – über seinen Versorgungsstatus mit Mineralstoffen und Spurenelementen und seine Belastung mit Umweltschadstoffen wie zum Beispiel Schwermetallen informiert werden. Die Korrektheit und damit Aussagekraft vieler solcher Haaranalysen ist jedoch äußerst fragwürdig. In diesem Papier der „Informationsstelle Human-Biomonitoring“ des Helmholtz Zentrums München sollen die wichtigsten Aspekte der Haaranalyse und ihre Möglichkeiten und Grenzen dargestellt werden.

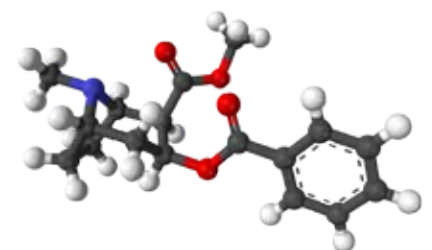
Anwendungsgebiete von Haaranalysen

Die bekannteste Anwendung von Haaranalysen ist der Nachweis von **Sucht- und Arzneistoffen bei rechtsmedizinischen Fragestellungen**. Selbst längere Zeit nach ihrer Einnahme können solche Substanzen – Inhaltsstoffe von Cannabis, Kokain, Ecstasy, Heroin und Dopingmittel wie Anabolika und Nandrolon – noch zuverlässig nachgewiesen werden. Die im Blutstrom zirkulierenden Stoffe werden in das wachsende Haar eingelagert und können auch durch Waschen, Tönen oder andere Behandlungen nicht entfernt werden. Wird die Wachstumsgeschwindigkeit der Haare berücksichtigt – bei Haupthaaren etwa ein Zentimeter pro Monat – erhält man darüber hinaus auch eine Vorstellung über die Dauer der Drogen- beziehungsweise Medikamenteneinnahme.

Ein **Nachweis von Vergiftungen** – beispielsweise durch Arsen, Selen oder Thallium – erfolgt heutzutage nur noch selten durch Haaranalyse. In bestimmten Fällen ist dieses Verfahren aber durchaus sinnvoll, zum Beispiel um durch Analyse einzelner Haarabschnitte Informationen über den zeitlichen Verlauf einer Vergiftung zu erhalten.

Auch bei **historischen Fragestellungen** waren und sind Haaranalysen oft hilfreich. So wurde zum Beispiel die Arsenbelastung Napoleons auf diese Weise nachgewiesen. Auch der Befund, dass sich

*Dieses Informationspapier wurde erstellt im Rahmen der Informationsstelle „Human-Biomonitoring“, die mit Mitteln des Verbandes der Chemischen Industrie e. V. gefördert wird. Verantwortlich für den Inhalt ist das Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt.



Strukturformel von Cocain.

der Ötztaler Gletschermann („Ötzi“) vorwiegend vegetarisch ernährt hat, beruht auf der Analyse seiner Haare.

Bei der **Erfassung des Versorgungszustandes** mit Spurenelementen und Mineralstoffen durch Haaranalyse muss allerdings sehr genau differenziert werden: Eine wiederholt durchgeführte Untersuchung des Gehalts an diesen Stoffen in Haaren kann – unter standardisierten Bedingungen – durchaus Veränderungen bei der Nahrungszufuhr dieser Stoffe aufdecken. Eine einzelne solche Untersuchung ist jedoch vollkommen ungeeignet, die Versorgung mit Spurenelementen und Mineralstoffen zu bewerten oder daraus gar Stoffwechselstörungen oder Mangelkrankheiten zu diagnostizieren. Nach Aussage der Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes (2005) ist daher „eine Ableitung von Therapie- oder Diätvorschlägen aus Haaranalysen grundsätzlich abzulehnen“.

Einsatz im Bereich Human-Biomonitoring

Human-Biomonitoring dient zur Abschätzung der inneren Exposition gegenüber Schadstoffen. Es wäre vorteilhaft, neben Blut beziehungsweise Blutplasma und Urin auch Haare als Probenmaterial für solche Analysen verwenden zu können. Diese sind – besonders wichtig bei der Untersuchung von Kindern! – leicht zugänglich, können einen längeren Zeitraum reflektieren und erlauben im Prinzip eine Simultanbestimmung von annähernd 60 Elementen durch Massenspektroskopie (ICP-MS).

Zur Bestimmung von Metall- und Metalloidgehalten in Haaren stehen empfindliche Analyseverfahren zur Verfügung. Im Hinblick auf eine Belastung durch Umweltschadstoffe sind hier besonders Arsen, Blei und Quecksilber von Interesse. Bei der Untersuchung größerer Probandengruppen zeigte sich, dass der Metall-/Metalloidgehalt in den Haaren tatsächlich häufig eine erhöhte äußere Exposition widerspiegelt.

Für organische Stoffe gibt es hingegen nur wenige erprobte Verfahren zum Nachweis aus Haaren. Ausnahmen sind die schon oben erwähnten Sucht- und Arzneistoffe, methyliertes Quecksilber sowie Nikotin und Cotinin.

Auf individueller Basis ist die Aussagekraft von Haaranalysen aus folgenden Gründen jedoch sehr begrenzt:

a) Art und Umfang der Inkorporation von Stoffen aus dem Blut ins Haar sind trotz zahlreicher Untersuchungen immer noch wenig bekannt.

b) Häufig findet man keine oder nur schwache Korrelationen zwischen dem Gehalt einer Substanz in Haaren und dem in Blut/Urin oder Organen.

c) Oft sind keine Zusammenhänge zwischen hohen Stoffkonzentrationen in Haaren und gesundheitsschädlichen Effekten bekannt.

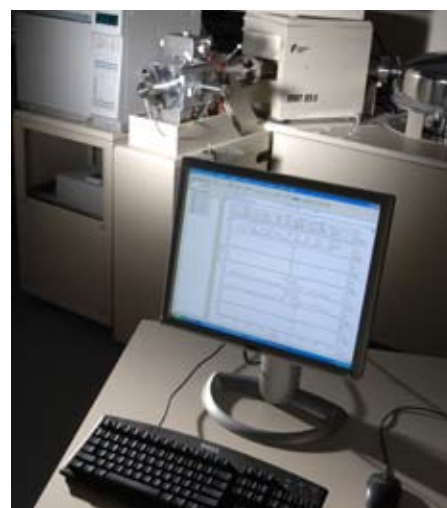
d) Es ist sehr schwierig, zwischen dem endogenen und exogenen Anteil einer Substanz zu unterscheiden. Dies trifft für alle Stoffe zu, die als äußere „Verunreinigung“ zum Beispiel in der Luft, in Pflegeprodukten und Kosmetika und im Wasser (Leitungswasser, Regenwasser, Badewasser) vorkommen können.



Ecstasy-Pillen.



Napoleon Bonaparte.



Als analytische Methode wird im Human-Biomonitoring die Massenspektroskopie eingesetzt.

e) Es existieren keine für alle Labors verbindlichen Richtlinien zur Probennahme und der zu berücksichtigenden Einflussfaktoren wie Alter, Geschlecht, Ethnie, Wohnort, Ernährung, Lebensstil, Medikamenteneinnahme, Haartyp, Haarfarbe und Haarbehandlung.

f) Es gibt bisher keine Qualitätssicherungsmaßnahmen. Regelmäßige Ringversuchsprogramme wären zur externen Qualitätskontrolle von Haaranalysen jedoch unabdingbar. Untersuchungen haben gezeigt, dass insbesondere kommerzielle Anbieter häufig unzuverlässige Ergebnisse liefern.

Die US-amerikanische Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) hat daher schon im Jahr 2001 festgestellt, dass eine Haaranalyse – mit Ausnahme der Methylquecksilber-Bestimmung – nicht geeignet ist, eine individuelle Schadstoffbelastung zu erfassen.



Methylquecksilber, Blei, Arsen, Nikotin und Cotinin

Auf einige Aspekte bestimmter Substanzen soll im Folgenden gesondert eingegangen werden.

Methylquecksilber spielt eine Sonderrolle bei der Haaranalyse. Epidemiologische und toxikokinetische Untersuchungen haben gezeigt, dass Haar in diesem Fall ein guter Indikator ist, um eine individuelle Belastung mit Methylquecksilber anzuzeigen. Normalerweise wird bei einer Haaranalyse nur der Gesamtgehalt an Quecksilber bestimmt, aber man kann davon ausgehen, dass bei Quecksilberbelastung durch Nahrung der Anteil an methyliertem Quecksilber und anderer organischer Quecksilberverbindungen in Haaren deutlich über 50 Prozent liegt. Obwohl in Deutschland repräsentative Studien zu Quecksilbergehalten in Haaren fehlen, gibt es die Empfehlung, dass der Gesamtgehalt an Quecksilber in Haaren von Frauen im gebärfähigen Alter nicht über 1 µg/g liegen sollte. Zur Beurteilung der individuellen Quecksilberbelastung durch Amalgamfüllungen ist die Haaranalyse – entgegen den Behauptungen mancher Anbieter – nicht geeignet, da es sich hier nicht um Methylquecksilber, sondern um anorganische Quecksilberverbindungen handelt.

Zur Bestimmung der Bleibelastung in umweltepidemiologischen Untersuchungen größerer Kollektive ist die Haaranalyse ein probates Mittel. Da es eine nicht-invasive Probennahme ist, ist sie auch für Tests von Kinderkollektiven gut geeignet. Aus dem Umwelt-Survey 1990/92 liegen repräsentative Daten über die Bleigehalte im Kopfhair der deutschen Bevölkerung vor.

Arsen wird sehr schnell aus Blut und Urin eliminiert, daher sind diese Körperflüssigkeiten zur Beurteilung der Arsenbelastung bei umweltmedizinischen Fragestellungen wenig geeignet. Aus diesem Grund und wegen der großen Affinität von Arsen zu schwefelhaltigen Verbindungen wie Keratin wurden in epidemiologischen Studien zur Abschätzung der Belastung mit anorganischen Arsenverbindungen Haare, aber auch Nägel als Indikatoren verwendet. Repräsentative Daten zu Arsen in Haaren in der deutschen Bevölkerung liegen jedoch nicht vor. Die Literaturangaben zeigen eine breite Streuung und liegen zwischen 0,01 und 0,2 µg/g.



Fisch ist die hauptsächliche Quelle von Methylquecksilber in der Nahrung.

Der **Nikotingehalt** im Haupthaar hat sich bei umweltepidemiologischen Studien als Indikator für aktives und passives Rauchen bewährt. Es lassen sich nicht nur Raucher von Nichtrauchern unterscheiden, sondern auch Unterschiede zwischen keiner, schwacher und starker Passivrauch-Belastung messen. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass die Einlagerung von Nikotin in den Haaren von der Haarfarbe (Melanin) abhängt. Insofern ist die Unterscheidung zwischen Rauchern und Nichtrauchern anhand der Bestimmung des Nikotinmetaboliten Cotinin im Urin sehr viel aussagekräftiger.

Praxistest mit erschreckenden Ergebnissen

Im Jahr 2004 untersuchte die Stiftung Warentest (test 10/2004) das Angebot mehrerer Anbieter von Haaranalysen. Die Ergebnisse, die mit Haarproben von acht Männern und Frauen erhalten wurden, waren – nach Aussage der Tester – niederschmetternd. Die Analysenwerte für individuelle Probanden schwankten von Labor zu Labor zum Teil erheblich und selbst im gleichen Labor wurden bei Haaren von ein und derselben (anonymisierten) Person häufig unterschiedliche Werte gemessen. Ferner gaben die einzelnen Labore oft sehr unterschiedliche „Normalwerte“ an, obwohl unbekannt ist, welcher Gehalt an Mineralstoffen und Spurenelementen im Haar tatsächlich normal ist. Auch für die verschiedenen Schadstoffe ergaben sich keine übereinstimmenden Messergebnisse. So fanden sich beispielsweise in den Haarproben der gleichen Person je nach Testlabor sowohl die höchsten als auch die niedrigsten Quecksilberwerte.

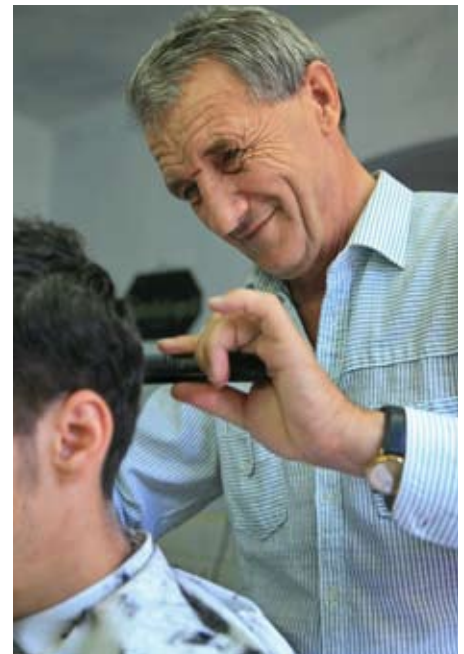
Referenz- und HBM-Werte

Die Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes stellt in ihrer Stellungnahme „Haaranalyse in der Umweltmedizin“ aus dem Jahr 2005 fest, dass sie es nicht als sinnvoll erachtet, Referenzwerte („Normalwerte“) für Schadstoffe in Kopfharen festzulegen. Als Begründung führt sie an, dass zurzeit „keine standardisierten Analyseverfahren einschließlich Probenahme, Waschprozedur, Aufschluss und Messverfahren sowie keine externe Qualitätskontrolle zur Verfügung stehen“ und sie „die Haaranalyse als nicht geeignet ansieht, auf individueller Ebene diagnostische Aussagen zu treffen“.

Nach Aussage der Kommission lassen sich auch keine umweltmedizinisch-toxikologisch begründete HBM-Werte ableiten, weil außer für Methylquecksilber keine Dosis-Wirkungsbeziehungen zwischen Stoffgehalten in Haaren und gesundheitsschädlichen Effekten bekannt sind. Und auch für Quecksilber wurde kein HBM-Wert abgeleitet, da zur Bestimmung von Gesamtquecksilber bzw. Methylquecksilber in Haaren derzeit kein standardisiertes Analyseverfahren zur Verfügung steht.

Fazit

Von der Methylquecksilber-Bestimmung abgesehen, eignet sich die Haaranalyse nicht zur Bestimmung der individuellen Belastung mit Schwermetallen und ebenso wenig zur Ermittlung des individuellen Versorgungsstatus mit Mineralstoffen und Spurenelementen. Therapieempfehlungen, die auf solchen – meist kommerziell angebotenen – Analysen beruhen, sind wertlos!



Als Screeningverfahren großer Populationen kann die Haaranalyse nach Einschätzung der Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes zur Beurteilung der Belastung mit Nikotin, anorganischen Arsenverbindungen und Blei eingesetzt werden. Allerdings kann in der Regel nicht auf die Quelle der Exposition geschlossen werden, da bei erhöhten Schadstoffgehalten in den Haaren nicht immer die interne Einlagerung über das Blut von externen Verunreinigungen über Luft, Wasser, Kosmetika etc. unterschieden werden kann.

Literatur und Internet

Umweltbundesamt (2005): Haaranalyse in der Umweltmedizin. Stellungnahme der Kommission „Human-Biomonitoring“. Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 48: 246-250
www.umweltdaten.de/daten/monitor/Haaranalyse.pdf

Ergebnisse eines Ringversuchs mit Haarproben eines gesunden Probanden - ein Beitrag zur kritischen Bewertung der Haarmineralanalyse. Teresa Hamilton, Fritz Schweinsberg; Umweltmedizin in Forschung und Praxis Bd. 8 (3) pp. 123-130 (2003)

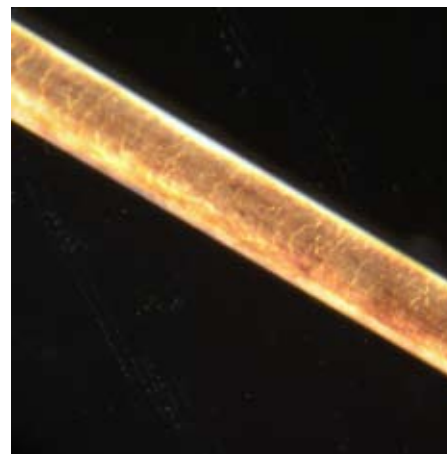
ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry (eine Behörde des U.S. Department of Health and Human Services): Summary Report Hair Analysis Panel Discussion Exploring The State Of The Science (Juni 2001)
www.atsdr.cdc.gov/HAC/hair_analysis/index.html

Allergie – Umwelt – Gesundheit: Stellenwert der Haaranalyse (Haarmineralanalyse) (2007); www.allum.de/index.php?mod=diagnostik&d_id=25
 Drexler, H., Schaller, K.-H. (2002): Haaranalysen in der klinischen Umweltmedizin: Eine kritische Betrachtung. Dtsch Arztebl 99: A 3026-3029
www.aerzteblatt.de/v4/archiv/artikel.asp?src=heft&id=34322

Umweltbundesamt: Umwelt-Survey 1990/92
www.umweltbundesamt.de/survey/us9092/uprog.htm

Stiftung Warentest (2004): An den Haaren herbeigezogen. Ein Test verschiedener Anbieter von Haaranalysen und die erschreckenden Ergebnisse. test 10/2004. Download als pdf unter: www.test.de/themen/gesundheit-kosmetik/test/-Haaranalyse/1206409/1206409/1206639/

*Dieses Informationspapier wurde erstellt im Rahmen der Informationsstelle „Human-Biomonitoring“, die mit Mitteln des Verbandes der Chemischen Industrie e. V. gefördert wird. Verantwortlich für den Inhalt ist das Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt.



Menschenhaar 200-fach vergrößert.

Redaktion:

Informationsstelle Human-Biomonitoring,
 Helmholtz Zentrum München –
 Deutsches Forschungszentrum
 für Gesundheit und Umwelt

Wissenschaftliche Beratung:

Prof. Dr. Karl H. Summer, Institut für Toxikologie,
 Helmholtz Zentrum München

Stand:

März 2008

Bildquellen:

Wikipedia Commons, Pixelio,
 Bernd Müller, Archiv des Helmholtz Zentrums München