

- Möglichkeiten und Einsatz der Haarmineralanalyse (HMA)
- Lern- und Lehrbuch

Eleonore Blaurock-Busch

**LESEPROBE**

# Mineralstoffe und Spurenelemente in der Haar- und Gewebeanalytik

# Mineralstoffe und Spurenelemente in der Haar- und Gewebeanalytik

Dr. Eleonore Blaurock-Busch



**Wichtiger Hinweis:**

Die in diesem Buch gemachten Aussagen zu Methoden, Risiken usw. wurden vom Autor sorgfältig erarbeitet und geprüft. Dennoch erfolgen alle Angaben ohne Gewähr. Weder der Autor noch der Verlag können für eventuelle Nachteile und Schäden eine Haftung übernehmen, die aus den im Buch gemachten Hinweisen resultieren. Die in diesem Buch enthaltenen Ratschläge können und sollen keine fachliche Beratung durch Arzt oder Heilpraktiker ersetzen.

**Gender-Hinweis:** Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf eine geschlechtsspezifische Differenzierung verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für alle Geschlechter. Die verkürzte Sprachform beinhaltet keine Wertung.

## Widmung

*Dieses Buch wurde mit den neuesten Informationen aus Forschungsarbeiten aller Welt erweitert und ist all denen gewidmet, die sich mit umweltmedizinischen Fragen beschäftigen, einschließlich den Institutionen und Menschen, die bislang keinen Grund sahen die Haargewebeanalytik in das Spektrum humanmedizinischer Untersuchungen einzugliedern.*

1. Auflage 2024

© 2024 ML Verlag in der mgo fachverlage GmbH & Co. KG, Kulmbach

Druck: Generál Nyomda Kft., H-6727 Szeged

Das Werk einschließlich all seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Vervielfältigung, Übersetzung, Mikroverfilmung, Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen sind unzulässig und strafbar.

Titelbild: vectorwin– stock.adobe.com

[www.ml-buchverlag.de](http://www.ml-buchverlag.de)

ISBN (Buch): 978-3-96474-702-0

ISBN (E-Book/PDF): 978-3-96474-703-7

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	7
<b>Einführung</b> .....	9
<b>Grundlagen</b> .....	12
Weshalb Gewebe? .....	12
Wie alles begann .....	13
Meine erste Erfahrung mit der Haarmineralanalyse (HMA) .....	14
Forschung im letzten Jahrhundert .....	14
Die Anfänge der HMA in Deutschland .....	16
Was sind Biomarker? .....	25
Wie vergleiche ich Laborwerte? .....	25
Metallanalytik: Welcher Test ist der Beste? .....	26
Blut (Vollblut, Serum, Plasma, Erythrozyten) .....	26
Urin .....	28
Die invasive Gewebebiopsie .....	29
Die nichtinvasive Gewebeuntersuchung (Haar- oder Nagelanalytik) .....	32
Was Haare verraten .....	39
Nährstoffdefizite als Ursache von Haar-Erkrankungen .....	42
Gibt es die optimale Versorgung? .....	43
Was Nägel verraten .....	47
Einschätzung einer Metallintoxikation .....	48
Die pränatale Belastung .....	54
Herzerkrankungen, Arsen, Cadmium, Nickel und Blei .....	55
Autismus und Schwermetalle .....	55
Depression, Nickel und Arsen .....	56
Toxische Metalle und Krebs .....	56
Chrom: Lungen- und Blasenkrebs .....	57
Multiple Belastung und Brustkrebs .....	57
Metallbelastungen und Hautprobleme .....	58
<b>Die Mineralstoffe oder Mengenelemente</b> .....	59
Was sind Elektrolyte? .....	60
Elektrolyte in der Gewebeanalytik .....	63
Natrium (Na) und Kalium (K) .....	63
Chlorid, Phosphat und Schwefel .....	65
Calcium (Ca) .....	65
Magnesium (Mg) .....	68

<b>Spurenelemente und deren Bedeutung</b> . . . . .	71
Die essenziellen Spurenelemente . . . . .	71
Aufnahmemechanismen der Elemente im menschlichen Organismus . . . . .	74
Eisen (Fe), Anämien und das Immunsystem . . . . .	74
Jod (J) und die Schilddrüse . . . . .	78
Kobalt (Co), Vitamin B12 und Enzyme . . . . .	82
Kupfer (Cu) und Gen-Anomalien . . . . .	84
Mangan (Mn) im Entgiftungszyklus . . . . .	87
Molybdän (Mo) im Harnsäure-Stoffwechsel . . . . .	91
Selen (Se) – wesentlich für antioxidative Systeme . . . . .	93
Zink (Zn) – das Wachstumselement . . . . .	96
Weitere Spurenelemente . . . . .	102
Bismut oder Wismut (Bi) . . . . .	105
Bor (B) . . . . .	106
Chrom (Cr) . . . . .	107
Chrom (III) . . . . .	107
Chrom (VI) . . . . .	108
Lithium (Li) . . . . .	111
Nickel (Ni) . . . . .	112
Rubidium (Rb) . . . . .	114
Silizium (Si) . . . . .	116
Vanadium (V) . . . . .	118
Zinn (Sn) . . . . .	119
<b>Die Schwermetalle</b> . . . . .	122
Antimon (Sb von Stibium) . . . . .	126
Arsen (As) . . . . .	127
Beryllium (Be) . . . . .	129
Blei (Pb) . . . . .	131
Cadmium (Cd) . . . . .	137
Palladium (Pd) . . . . .	140
Platin (Pt) . . . . .	141
Quecksilber (Hg) . . . . .	143
Uran (U) . . . . .	155
Weitere potenziell toxische Elemente . . . . .	159
Aluminium (Al) . . . . .	161
Barium (Ba) . . . . .	167
Gallium (Ga) . . . . .	170
Germanium (Ge) . . . . .	171
Gold (Au) . . . . .	174
Silber (Ag) . . . . .	176
Strontium (Sr) . . . . .	178
Titan (Ti) . . . . .	180
Wolfram (W) . . . . .	183

Zirkonium oder Zirkon (Zr) . . . . .	185
Die seltenen Erdmetalle und unsere Gesundheit . . . . .	186
Seltene Erden in der Medizin . . . . .	187
Caesium (Cs) . . . . .	190
Cerium, auch Cer (Ce) . . . . .	192
Dysprosium . . . . .	193
Erbium (Er) . . . . .	194
Europium (Eu) . . . . .	195
Gadolinium (Gd) . . . . .	196
Hafnium (Hf) . . . . .	199
Indium (In) . . . . .	200
Iridium (Ir) . . . . .	200
Lanthan (La) . . . . .	201
Lutetium (Lu) . . . . .	202
Niob (Nb) . . . . .	204
Plutonium (Pu) . . . . .	206
Praseodym (Pr) . . . . .	207
Rhenium (Re) . . . . .	207
Rhodium (Rh) . . . . .	208
Ruthenium (Ru) . . . . .	209
Samarium (Sm) . . . . .	210
Tantal (Ta) . . . . .	211
Tellur (Te) . . . . .	213
Terbium (Tb) . . . . .	215
Thorium (Th) . . . . .	215
Thulium (Tm) . . . . .	216
Ytterbium (Yb) . . . . .	217
<b>Anhang</b> . . . . .	<b>218</b>
Schlusswort . . . . .	218
Zusammenfassung der in der Haarmineralanalyse wesentlichen Metalle . . . . .	221
Liste der Giftnotrufzentralen und Giftinformationszentren in Deutschland, Österreich und Schweiz: . . . . .	222

## Vorwort

Seit vielen Jahren arbeite ich mit der Autorin Dr. Eleonore Blaurock-Busch und ihrem Labor zusammen und es war und ist eine beiderseitige fruchtbare Zusammenarbeit. Dabei ergab sich auch, dass wir mit Unterstützung des Tschechischen Ministeriums für Bildung eine Gewebestudie durchführen konnten, deren Ergebnisse darauf hinweisen, dass die Krebsentwicklung mit Umweltfaktoren verbunden ist. Wir verglichen den Metallgehalt gesunder Brustzellen mit denen krebskranker Patientinnen. Dabei zeigten maligne Tumore eine weitaus höhere Schwermetallkonzentration als gesunde Gewebe. Die Akkumulation potenziell toxischer Metalle, einschließlich Eisen und Zink, in malignen Geweben lassen darauf schließen, dass diese mit dem Proliferationsprozess verbunden sind. Studien mit ähnlichem Ansatz und Ergebnissen wurden in den USA, Indien und China erzielt.

Mit diesem Buch hat die Autorin einen weiteren Beitrag zur Aufklärung diagnostischer Maßnahmen geleistet, der hoffentlich einen großen Leserkreis finden wird.

*Prof. Dr. John Ionescu*

# Einführung

*Von Dipl. Ing. Albrecht Friedle*

Wir lernten uns 2003 kennen! Ich sah mich einer zierlichen Frau gegenüber, die mir so eben klipp und klar erklärte, dass die Grundvoraussetzung für eine Zusammenarbeit die detailgenaue Übernahme und Durchführung ihrer eigens entwickelten „Protokolle“ für die Vorbereitung von humanbiologischen Materialien zur Elementbestimmung sei. Als erfahrener Rückstandsanalytiker und gestandener Laborleiter fühlte sich diese deutliche Ansage etwas befremdlich an, schließlich ist es mein Metier, Analysenmethoden zu entwickeln und zu validieren. Erst etliche Zeit später wurde mir klar, was es mit dieser Vorgabe auf sich hatte.

Was die Zusammenarbeit anbelangt dauerte es lange – sehr lange – bis ich ihr Vertrauen gewonnen hatte, und sämtliche Proben aus ihrem US-Labor endlich in unser Labor transferiert worden waren. Was uns allerdings von Anfang an verband war die Begeisterung für die Sache – wir sind analytische Enthusiasten. Und wir beide kannten die „Fehlertrompete“. Doch nun der Reihe nach:

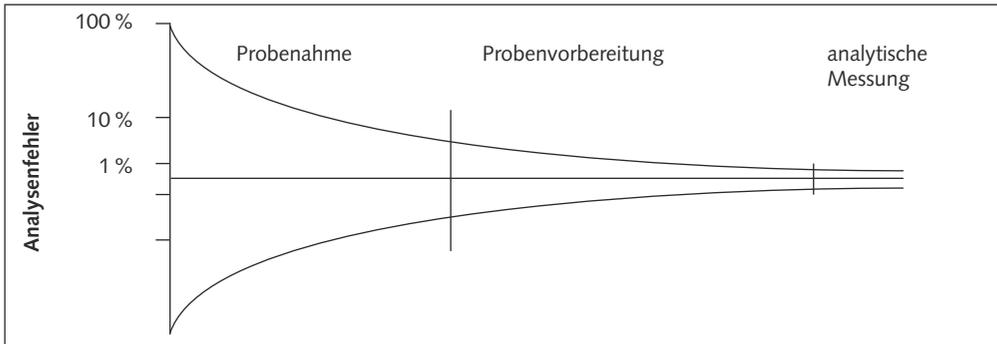
Die Analyse von Rückständen, Kontaminanten und Spurenelementen untergliedert sich grundsätzlich in drei wesentliche Schritte:

1. Probenahme
2. Probenvorbereitung
3. Analytische Messung

Die Schritte 1. bis 3. nennt man eine „Analysemethode“, die Schritte 2. und 3. das „Analyseverfahren“, der 3. Punkt benennt das „Messprinzip“. Als Resultat erhält man die Konzentration eines Analyten in einer Matrix. Da jede Messung mit einer gewissen Unschärfe verbunden ist, sollte das Ergebnis die Angabe der Messunsicherheit (measurement uncertainty) beinhalten, z. B.:

Die Probe enthält 4,0µg Quecksilber pro Liter Urin +/- 0,6µg/l.

Wichtig zu verstehen ist, dass die Qualität einer Analyse alle drei oben genannten Schritte umfasst, denn üblicherweise addieren sich Fehler nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetz auf – und da kommt die „Fehlertrompete“ ins Spiel:



Vom „Mundstück“ der Trompete angefangen ist zu erkennen, dass die analytische Messung einen geringen Beitrag im niedrigen Prozentbereich (bis ca. 5 Prozent) zum Gesamtfehler beisteuert.

Dieses Fachbuch beschäftigt sich eingehend mit der Haarmineralstoffanalytik (HMA), das Messprinzip der Wahl ist die Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (englisch inductively coupled plasma mass spectrometry) kurz ICP-MS. Der vorbereitete Probenextrakt wird dabei in ein ca. 10.000 Grad Celsius heißes Plasma (ICP) gepumpt – dies entspricht in etwa der Oberflächentemperatur der Sonne. Es ist unschwer vorstellbar, dass alle organischen Verbindungen und Moleküle atomisiert werden; die Energie in Form von Hitze reicht sogar aus, um den entstandenen Atomen ein Elektron aus der äußeren Valenzschale zu entreißen, was im Ergebnis zu einem positiv geladenen Ion (Kation) führt. Im angekoppelten Massenspektrometer erfolgt sodann die Bestimmung der „Masse“ – genauer des Massenladungsverhältnisses ( $m/e$ ) – und damit die qualitative Aussage, um welches Element es sich handelt. Die Anzahl der detektierten Ionen ist proportional zur Quantität des zu bestimmenden Elementes. Damit wird auch klar, dass es dem Messgerät „völlig gleichgültig ist“, um was für eine Matrix es sich in dem Probenextrakt handelt. Egal ob Äpfel, Boden, Urin oder Haare, unter den beschriebenen Bedingungen des Messprinzips findet die vollkommene Zerstörung der Matrix statt.

In der Größenordnung von etwa 10–20 Prozent findet sich der Fehler im Rahmen der Probenvorbereitung in der Fehlertrumpete wieder. Dieser Schritt umfasst bei dem HMA-Verfahren einige händische Prozesse der Labormitarbeiter wie das Waschen, Trocknen und die Einwaage der Probe, das Pipettieren der Reagenzien und Verdünnungsvorgänge. Jeder dieser Prozessschritte ist mit kleinen Messunsicherheiten behaftet, welche sich aufaddieren. Anders formuliert bedeutet dies, dass wenn unterschiedliche Labormitarbeiter an unterschiedlichen Tagen dieselbe Haarprobe für die Messung vorbereiten, die Ergebnisse letzten Endes um die Fehler der Probenvorbereitung plus der anschließenden

analytischen Messung streuen – die Gesamtmessunsicherheit des Analysenverfahrens und damit die Wiederholbarkeit (Reproduzierbarkeit) beträgt ca. 15–25 Prozent.

Es ist offensichtlich, dass der Schritt der Probenvorbereitung ein ganz entscheidender ist, was letztlich die Vergleichbarkeit von Ergebnissen zwischen Laboren betrifft. Nur wenn verschiedene Labore sich an dasselbe „Protokoll“ für die Probenvorbereitung halten – im Idealfall ist dies eine offizielle Methode, eine Normmethode – erst dann ist es möglich, aussagekräftige und allgemeingültige Referenzbereiche oder Schwellenwerte zur Befundinterpretation zu ermitteln.

Wie sieht es nun mit der Vergleichbarkeit von Messwerten zwischen Laboren auf internationaler Ebene aus? Ein Bild davon geben sogenannte Ringversuche oder Laborvergleichsuntersuchungen: Der Anbieter solcher Leistungstests versendet das identische Material, z. B. Kopfhaare an interessierte Labore. Diese bestimmen die Elementkonzentrationen und schicken ihre Resultate innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums an den Ringversuchsanbieter zurück. Die statistische Auswertung aller Ergebnisse weist den Laborteilnehmer auf die Qualität seiner Arbeit hin.

Den beitragsmäßig größten Fehler nimmt tatsächlich die Probenahme ein, sie ist sozusagen das „A&O“ der Analysenmethode. Im Extremfall wird die falsche Probe untersucht, und da gelingt es selbst der besten Analytik nicht mehr, diesen Fehler zu korrigieren – das Ergebnis bleibt sinnlos. Die größten Gefahren bei der Probenahme lauern in den Bereichen Repräsentativität, Kontamination, Lagerung und Transport. Die Autorin geht in ihrem Buch ausführlich und wiederholt auf diese Punkte ein. Nur wenn die Mitarbeitenden in den medizinischen Praxen bei der Probenahme am Patienten dieser Hintergründe und Risiken gewahr sind, kann im anschließenden analytischen Prozess ein reproduzierbares und interpretierbares Ergebnis erzeugt werden.

Spätestens jetzt wird klar, warum die Autorin bei unserem ersten Treffen so beharrlich auf die Übernahme und Einhaltung ihrer „Protokolle“ zur Probenvorbereitung bestand. Die Ergebnisse aus 20 Jahren Arbeit vor dem Laborwechsel sollten mit den Ergebnissen der nächsten 20 Jahre, erzeugt in unserem Labor, vergleichbar sein. Und so steht der Inhalt dieses Buches auf der Basis von ca. 25.000 Haarmineralstoffanalysen – ein unschätzbare Fundus an Informationen und Erfahrung. Ich möchte Frau Dr. Blaurock-Busch meinen tiefen Dank ausdrücken für dieses wertvolle Werk, damit dieses unglaubliche Wissen an die nächste Generation weitergegeben wird und nicht verloren geht, insbesondere auch im Namen von Therapeuten und Patienten.

# Grundlagen

## Weshalb Gewebe?

Der Einsatz einer jeglichen Gewebemetallanalytik dient dem Nachweis der in den jeweiligen Geweben gespeicherten Mineralstoff- und Spurenelemente. Tatsächlich liegt der Vorteil der Gewebeanalytik im Nachweis chronischer Metallbelastungen.

Haare wie auch Nägel sind Gewebe in denen Metalle gespeichert werden können.

In einer Stellungnahme der Kommission „Human Biomonitoring“ des Umweltbundesamtes 2005 heißt es: „Für das Human Biomonitoring in der Umweltmedizin sind leicht zugängliche Probenmaterialien, die eine durchschnittliche Exposition über einen längeren Zeitraum reflektieren, von besonderer Bedeutung. Vor diesem Hintergrund werden Kopfhare zur Überwachung der inneren Belastung gegenüber Metallen bzw. Metalloiden z. B. in epidemiologischen sowie in Fallstudien eingesetzt.“

Weiterhin heißt es „Aufgrund von toxikokinetischen Überlegungen muss nicht zwingend mit einer engen Korrelation zwischen den Elementgehalten in Haaren und denen in Blut und Urin bzw. denen in kritischen Zielorganen gerechnet werden. Dennoch fällt insgesamt auf, dass für viele Stoffe, auch für solche, für die fundierte Erkenntnisse zur Toxikokinetik vorliegen, keine oder nur schwache Zusammenhänge zwischen den Gehalten in Haaren und in anderen biologischen Materialien gefunden wurden.“<sup>1</sup>

Diese Zusammenhänge zu erklären ist Zweck dieses Buches. Fundierte Erkenntnisse, die einerseits den Stellenwert der Gewebeanalytik in der Metalldiagnostik begründen und andererseits dem Therapeuten helfen Messwerte einzuordnen, sind Teil dieses Buches.

---

1 Drasch G (2003) Metalle und Verbindungen. In: Madea B, Brinkmann B (Hrsg) Handbuch gerichtliche Medizin, Bd 2. Springer, Berlin Heidelberg New York Tokyo, S 198–237

## Was Nägel verraten

Nägel sind, wie Haare, Anhangsgebilde des Körpers. Nagelwurzeln werden vom Blutstrom mit essenziellen Mineralstoffen, Spurenelementen und potenziell toxischen Metallen versorgt. Metalle, die im Blutstrom zirkulieren, werden entweder vom Körper wieder ausgeschieden oder in unterschiedlicher Menge in verschiedenen Organsystemen abgelagert.

Nägel bestehen aus Keratin. Das durchschnittliche Nagelwachstum beträgt zwischen 2–3 mm pro Monat, ist also um ein Drittel geringer als das der Haare. Ein vollständiger Nagelersatz kann zwischen 3 und 6 Monaten dauern. Zehennägel wachsen deutlich langsamer. Bis zum kompletten Nagelersatz werden etwa 12–18 Monate benötigt. Allerdings hängt die Wachstumsrate der Nägel vom Alter, Geschlecht, der Jahreszeit, der Ernährung und erblichen Faktoren ab. Schwangerschaft bewirkt eine Veränderung des Nagelwachstums wie auch des Haarwuchses.

Nägel wie Haare speichern Metalle und reflektieren somit Metallbelastungen oder Unterversorgungen, die während der Wachstumsphase stattgefunden haben. Nährstoffmängel, wie auch Metallvergiftungen können festgestellt werden. Die American Academy of Dermatology schreibt auf ihrer Webseite, dass die Nagelanalytik seit der Antike verwendet wurde, wenn auch in anderem Umfang und mit deutlich verschiedenen Methoden als heute.

Thomas schreibt in seinem Buch, *Labor und Diagnose*, dass eine nutritive Überversorgung mit Selen mit vermehrter Nagelbrüchigkeit in Verbindung gebracht wurde.<sup>34</sup> Die Forscher Arroya und Kollegen, sowie James und Kollegen beschreiben, dass bei Zinkmangel nicht nur Haare, sondern auch Nägel in Mitleidenschaft gezogen werden.<sup>35, 36</sup> Auch ist bekannt, dass bei Zinkmangel Nagelveränderungen sichtbar sind. So gelten weiße Flecken oder Streifen als Zeichen eines zurückliegenden akuten Zinkmangels, beispielsweise als Folge von Infektionen und hohem Fieber. Die *US Agency for Toxic Substances and Disease Registry* publizierte bereits 2007, dass der Nachweis von Arsen in Nägeln innerhalb von 6–12 Monate nach Exposition erbracht werden kann.<sup>37</sup> Micro Trace Minerals etablierte bereits in den achtziger Jahren Referenzbereiche für Metalle in Nägeln.

34 Thomas L. *Labor und Labor*. 4. Auflage. Med. Verlag Marburg 1992, S. 419

35 Arroya JF, Cohen ML, Improvement of yellow nail syndrome with oral zinc supplementation. *Clin Env Derm*. 1993. Vol.18–1;

36 James et al. *Diseases of the skin: Clin Dermatol.*, Saunders, 10th ed. Pg789

37 ToxFAQs for Arsenic. ATSDR 2007

Die ägyptischen Wissenschaftler Rashed und Hossam untersuchten Fingernägel und Haare von Schulkindern, Erwachsenen und Industriearbeitern, die in umweltverschmutzten wie auch ‚sauberen‘ Regionen Ägyptens lebten. Dabei wurde Geschlecht und Alter berücksichtigt. Untersucht wurden Cadmium, Kupfer, Blei und Zink. Die Ergebnisse zeigten, dass die Menschen, die in umweltverschmutzten Gegenden lebten höhere Metallkonzentrationen in Nägeln und Haaren aufwiesen. Die Studie belegte, dass Haare wie auch Nägel als Untersuchungsmaterial für die Bewertung von Schwermetallbelastungen eingesetzt werden können.<sup>38</sup>

Blaurock-Busch und Kollegen untersuchten und verglichen die Metallkonzentration von 83 Nagelproben gesunder Inder mit denen gesunder Europäer. Die Testpersonen aus Punjab, Indien zeigten signifikant höhere Schwermetallablagerungen in Nägeln als die der europäischen Testpersonen. Weiterhin untersucht und verglichen wurden Nagelproben krebskranker Probanden aus Punjab mit denen gesunder Probanden aus der gleichen Region. Die Metallmesswerte der Krebspatienten waren signifikant höher als die der gesunden.<sup>39</sup>

### **Was muss für die Nagelanalytik beachtet werden?**

Das Probematerial muss frei von Nagellack sein. Für die Untersuchung werden 100 mg benötigt.

## **Einschätzung einer Metallintoxikation**

Es muss erwähnt werden, dass bei lebensbedrohenden, akuten Intoxikationen eine HMA oder NMA nicht sinnvoll ist. Wie bereits erwähnt, wird zum Nachweis einer Momentanexposition eine Blut- oder Urinuntersuchung benötigt und das zu Recht, denn nachdem die Belastung innerhalb eines kurzen Zeitraums entstand, zirkulieren die Toxine noch im Blutstrom und können, sofern die Ausscheidung über die Nieren funktioniert, auch im Urin gut erkannt werden.

---

38 Rashed MN and Hossam F: Heavy Metals in Fingernails and Scalp Hair of Children, Adults and Workers from Environmentally Exposed Areas at Aswan, Egypt. *Environmental Bioindicators* 2007; 2:3,131–145

39 Blaurock-Busch, E.; Busch, Y.M., Friedle, A.; Buerner, H.; Chander Parkash ; Anudeep Kaur. Comparing the metal concentration in the nails of healthy and cancer patients living in the Malwa region of Punjab, India with a random European group – a follow up study. *British Journal of Medicine and Medical Research* 2015 Vol.5 No.4 pp.480–498 ref.119

Eine Exposition kann unterschiedlich verlaufen und unterschiedliche Folgen haben:

Bei einer **akuten Vergiftung** tritt durch die inhalativ, ingestive oder von außen über die Haut erfolgte Exposition mit einer größeren Giftmenge ein plötzlicher und akuter Notfall ein, bei dem sofortige und lebensrettende Maßnahmen erforderlich sind. Blut- und Urinuntersuchungen geben Auskunft über das Maß der momentanen Exposition.

Von einer **chronischen Exposition** spricht man, wenn die langandauernde Einwirkung eines Giftstoffes zu Vergiftungssymptomen führte oder wenn eine erhöhte Giftaussetzung in der Vergangenheit nicht rechtzeitig erkannt und ohne Behandlung ‚verschleppt‘ wurde. Blut- und Urinuntersuchungen sind im Fall einer chronischen Exposition, je nach dem Zeitraum in dem die Exposition erfolgte, meist nicht mehr ausreichend aufschlussreich.

Beim **multiplen Belastungssyndrom** erfolgte die Exposition mit relativ geringen Mengen mehrerer Toxine über einen längeren Zeitraum hinweg. Nachdem es sich meist um unterschiedlich wirkende Giftstoffe handelt, treten untypische Symptome auf, die schlecht erkannt werden. Der Intoxikationsprozess verläuft meist schleichend.

### 1. Die akute Vergiftung oder Intoxikation

Diese zeichnet sich durch lebensbedrohliche Zustände aus, die rasche intensivmedizinische Maßnahmen erforderlich machen. Dabei ist die rechtzeitige Beurteilung der Gefährdungslage für das weitere Vorgehen entscheidend. Akute Vergiftungen sind meist durch einen plötzlichen Arbeitsunfall oder durch Fehleinschätzungen entstanden. Auch bekannt ist der absichtliche Einsatz einer gewissen Giftmenge mit suizider Absicht oder deren krimineller Einsatz mit Tötungsabsicht.

In Notfällen geben Giftzentren Auskunft über die bestmögliche Behandlung bei einer akuten Vergiftung. (siehe Liste, S. 222) Dabei werden auch Antidota genannt, die nach Pilz- oder Pflanzenvergiftungen, Schlangenbissen oder industriell verwendeten Schadstoffen eingesetzt werden können.

### 2. Die chronische Exposition

Von einer chronischen Exposition spricht man bei einer langandauernden Einwirkung eines potenziellen Giftes. Dies kann ein Problem am Arbeitsplatz sein oder eine langfristige Einnahme von Medikamenten, Drogen oder anderen Substanzen. Vergiftungssymptome müssen nicht vorhanden sein.

Wenn die Exposition vor längerer Zeit stattgefunden hat, sind Blut- oder Urinuntersuchungen meist unauffällig, denn meist gelangte das Toxin in relativ geringen Mengen langsam und über einen längeren Zeitraum in den Körper und wurde dort bereits vor einiger Zeit gespeichert. Symptome treten schleichend auf und können mit zunehmender Belastung deutlich werden. Welche Symptome auftreten, ist abhängig von der Art des Schadstoffs, von der Menge und der Zeitdauer, in der die Substanz aufgenommen wurde, aber auch von Geschlecht, Alter und Konstitution des oder der Betroffenen.

#### **Fallbeispiel: Bleihaltige Wandfarbe und bleihaltiges Wasser**

Der 17-jährige aus Den Haag litt an aplastischer Anämie, einer lebensbedrohlichen Form der Blutarmut. Blutuntersuchungen bestätigten die Diagnose, die Behandlung war nicht zufriedenstellend. Erst eine HMA zeigte eine hohe Bleibelastung, deren Ursache unbekannt war. Die Trinkwasseruntersuchung wies auf eine Belastung hin. Gespräche mit dem Patienten wie auch seinen Eltern zeigten auf ein erstaunliches Problem. In dem alten Patrizierhaus wurden bleihaltige Wandfarben lokalisiert – und diese hatte der Junge als Kleinkind mit den Nägeln abgekratzt und gegessen. Die ersten Bleiexpositionen fanden somit vor über 15 Jahre statt und wurden zusätzlich durch das Trinken von grenzwertig bleihaltigem Trinkwasser verstärkt, denn in dem Haus waren noch alte Bleirohre vorhanden. So wurde Blei über Jahre hinweg in Körpergeweben gespeichert, hemmte Enzyme, die wichtig für die Blutbildung sind und zerstörte langsam und unmerklich die Gesundheit des Heranwachsenden. Erst im Teenager-Alter wurde die Diagnose aplastische Anämie gestellt.

Durch Zufall wurde die chronische Exposition anhand einer Haaranalyse erkannt. Eine bleientgiftende Nährstofftherapie wurde eingesetzt. Der Junge konnte genesen und lebt heute noch, Jahrzehnte später.

### **3. Das multiple Belastungssyndrom**

Häufig werden, aufgrund der vielfältigen Umweltbelastungen, oft mehrere Metalle gemeinsam nachgewiesen. Folge dessen zeigen mehr und mehr Patienten multiple und untypische Symptome, die nur schwer zugeordnet werden können.

Bei multiplen Belastungen kann (muss aber nicht) das am stärksten vertretene Toxin die Symptomatik bestimmen. Manchmal entwickelt sich solch eine chronische Belastung innerhalb weniger Wochen. In anderen Fällen dauert es Jahrzehnte, bis Probleme auftreten. Genau das macht die Sache diagnostisch und therapeutisch schwierig.

Eine multiple Exposition, die über Zeit und in relativ geringen Mengen stattfindet, wird diagnostisch leicht übersehen. Typische Vergiftungserscheinungen sind selten vorhanden. Die vom Patienten verzeichneten Symptome sind meist untypisch. Blut- und Urin-Messwerte sind unauffällig und selbst HMA-Messwerte sind oft nicht deutlich erhöht.

Gemeinsam können mehrere Überschreitungen zu einem größeren Problem verschmelzen. Typische Symptome wie ein Bleibelastungssymptom (z. B. Kopfschmerzen) können, müssen aber nicht, zusammen mit Aufmerksamkeitsstörungen oder Hautproblemen vorhanden sein. Somit ist das multiple Belastungssyndrom sehr schwer einzuordnen. Das Zusammenwirken der unterschiedlichen Toxine kann auf vielfältige Weise die unterschiedlichsten Organsysteme stören. Auftretende Symptome sind unklar. Allergien, chemische Empfindlichkeiten, Fibromyalgie-Schmerzen, Haut- und Haarprobleme oder unerklärliche Depressionen können ausgelöst werden. Der Leidensweg dieser Betroffenen ist meist lang und schwer.

#### **Fallbeispiel: Metallbelastung eines autistischen Kindes**

Die folgende HMA reflektiert einen sehr unausgeglichene Mineralstoffhaushalt. Die Unterversorgung der wichtigen Spurenelemente Selen und Zink, sowie der gestörte Calcium- und Magnesiumstoffwechsel fördern die Aufnahme der giftigen Schwermetalle Blei und Quecksilber, wie auch die der potenziell toxischen Elemente Aluminium, Antimon und Silber. Nach Einsatz der individuellen Orthomolekular-Therapie verbesserte sich der Allgemeinzustand des Kindes zusehends. Es wurde ruhiger, war weniger aggressiv und deutlich anpassungsfähiger als zuvor. Der kindliche Organismus reagierte positiv auf die Normalisierung des Mineralstoffhaushaltes.

## Micro Trace Minerals Labor

Umweltmedizinische Untersuchungen

Röhrenstrasse 20, 91217 Hersbruck, Germany  
P.O.Box 4613; Boulder, CO 80306-4613, USA

Telefon: +49 (0) 9151/4332  
Telefax: +49 (0) 9151/2306  
https://microtrace.de  
service@microtrace.de



MINERALSTOFF ANALYSE			Kinderhaare	
			Labornummer	
Praxis/Kunde				Testdatum
Patientenname		Geschlecht		Alter
Klinische Information				Seite
	Referenzbereich	Messwert		
<b>Essentielle Spurenelemente (PPM = mg/kg = mcg/g)</b>				
Chrom (Cr)	0,020 — 0,150	0,240	↑	
Eisen (Fe)	7,700 — 15,000	43,238	↑	
Jod (I)	0,150 — 3,500	0,304		
Kobalt (Co)	< 0,150	0,061		
Kupfer (Cu)	6,700 — 37,000	25,179		
Mangan (Mn)	0,070 — 0,500	0,788	↑	
Molybdaen (Mo)	0,020 — 1,000	0,060		
Selen (Se)	0,400 — 1,400	0,423		
Vanadium (V)	0,010 — 0,150	0,189	↑	
Zink (Zn)	110,000 — 227,000	30,243	↓	
<b>Essentielle Elemente (PPM = mg/kg = mcg/g)</b>				
Calcium (Ca)	200,000 — 850,000	269,887		
Magnesium (Mg)	20,000 — 115,000	12,490	↓	
<b>Nichtessentielle Spurenelemente (PPM = mg/kg = mcg/g)</b>				
Bor (B)	< 2,000	0,478		
Germanium (Ge)	< 0,500	0,004		
Lithium (Li)	< 0,200	0,005		
Strontium (Sr)	0,110 — 4,280	0,816		
Wolfram (W)	< 0,020	0,008		
<b>Potentiell toxische Elemente (PPM = mg/kg = mcg/g)</b>				
Aluminium (Al)	< 8,000	28,650	↑	
Antimon (Sb)	< 0,200	0,428	↑	

n.n. = nicht nachweisbar, < x = unterhalb Bestimmungsgrenze

Analytik & Qualitätskontrolle: Dipl. Ing. Friedle, Akkreditierung: DIN EN ISO 17025; Befundvalidierung: Dr. E. Blaurock-Busch PhD; Messmethode: ICP-MS mit Zellkollisionstechnik

Abb. 4: Beispiel-HMA mit sehr unausgeglichenem Mineralstoffhaushalt

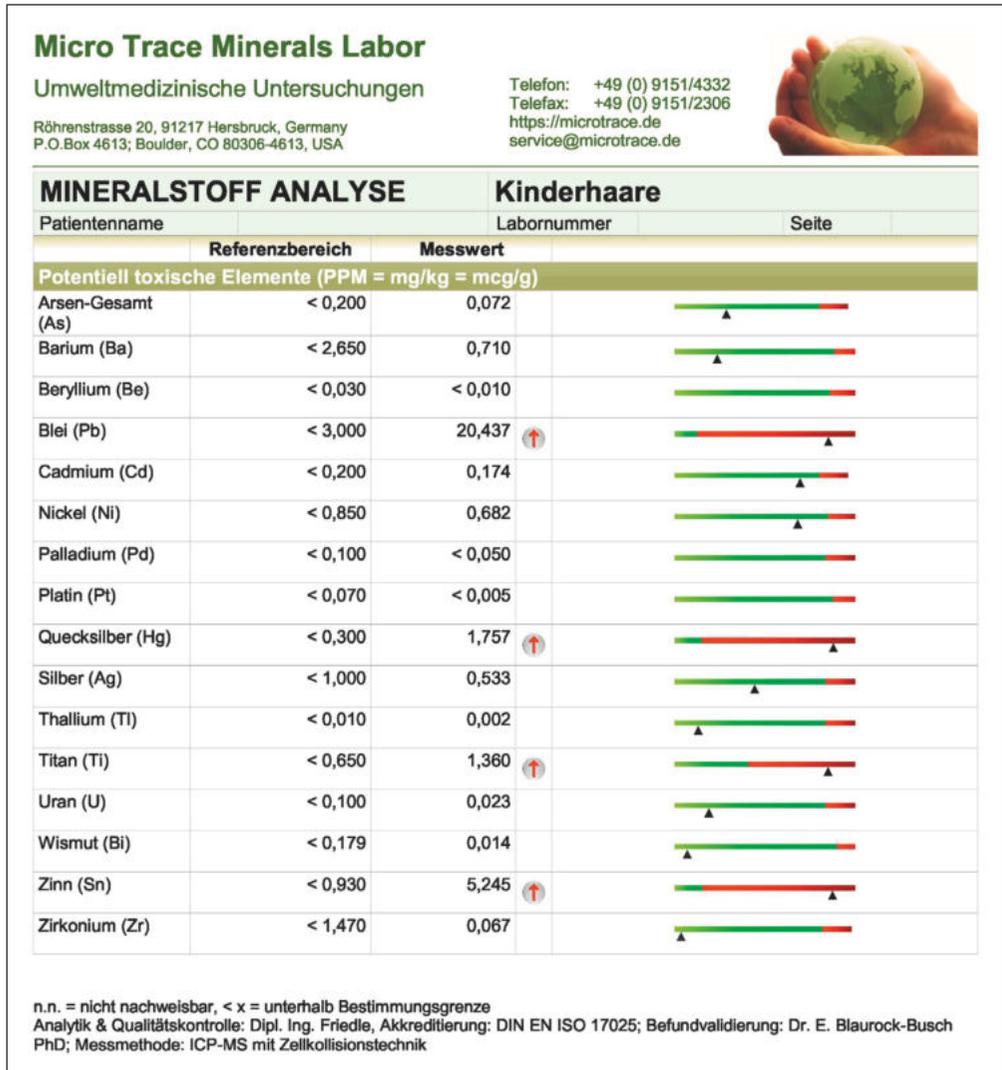


Abb. 4: Beispiel-HMA mit sehr unausgeglichenem Mineralstoffhaushalt (Fortsetzung)

Erfahrungswerte zeigen, dass die HMA auch auf Belastungen hinweisen kann, die während der Entwicklung des ungeborenen Kindes im Leib der Mutter stattgefunden haben.

## Blei (Pb)

### Wie krebserregend ist Blei?

Blei wird als ein schwaches genotoxisches Karzinogen bezeichnet, das Erbinformationen verändert und somit Krebserkrankungen verursachen kann. Laut der Zeitschrift für medizinische Prävention ASU (Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Umweltmedizin) ist „im Rahmen der arbeitsmedizinischen Pflichtvorsorge eine Bestimmung des Blutbleispiegels anzubieten. Auch bei der Angebotsvorsorge ist Biomonitoring sinnvoll, um eine mögliche orale Aufnahme bewerten zu können. Da die Halbwertszeit von Blei im Blut bei 30–40 Tagen liegt, muss der Zeitpunkt der Probenahme nicht besonders geplant werden.“

Arbeitsmedizinische Informationen schreiben vor: „Eine chronische Exposition gegenüber Blei oder Bleiverbindungen führt in der Regel zunächst zu unspezifischen Befindlichkeitsstörungen wie Müdigkeit, Abgeschlagenheit oder Appetitmangel. Aufgrund der verschiedenen Angriffspunkte von Blei im Organismus kann sich eine Intoxikation an verschiedenen Organsystemen manifestieren. Durch eine enzymatische Hemmung bei der Hämsynthese entwickelt sich eine Anämie, die klinisch zu dem typisch blassgrauen Hautkolorit führt.“ Zudem wird daraufhin gewiesen, dass die IARC (International Agency for Research on Cancer) nur begrenzt ein „humankanzerogenes Potenzial“ der anorganischen Bleiverbindungen sieht.<sup>148</sup>

Steenland und Boffetta überprüften epidemiologische Krebsstudien. Obwohl Blei als nur schwach mutagen klassifiziert ist, hemmt es *in vitro* die DNA-Reparatur und wirkt synergistisch mit anderen Mutagenen. Laut der Forscher gibt es Studien zur Krebssterblichkeit oder -inzidenz bei hochexponierten Arbeitnehmern. Bei den meisten Studien handelt es sich um Kohortenstudien über Bleihütten- oder Batteriearbeiter, die vor Jahrzehnten exponiert wurden. Insgesamt gibt es nur schwache Hinweise, die Blei mit Krebs in Verbindung bringen; am wahrscheinlichsten sind Lungenkrebs, Magenkrebs und Gliome.<sup>149</sup>

### Toxizität

Je nach Ausmaß und Dauer der Bleibelastung kommt es zu chronischen oder akuten Vergiftungen. Akute Bleivergiftungen zeichnen sich durch Kopf- und Gliederschmerzen, Abgeschlagenheit, sowie schwere Bauchkrämpfe aus. Auch ein spastischer Ileus (Darmverschluss) ist möglich. In schweren Fällen kann es zum Koma und Kreislaufversagen mit Todesfolge kommen.

148 Peschke U. Gesundheitsgefahren durch Blei – ASU (asu-arbeitsmedizin.com)

149 Steenland K, Boffetta P. Lead and cancer in humans: where are we now? *Am J Ind Med.* 2000 Sep;38(3):295-9. doi: 10.1002/1097-0274

Die chronische Bleivergiftung verläuft heimtückisch. Eine langfristige Kontamination mit Blei kann zu verschiedenen Symptomen führen. Da das Schwermetall hemmend in die Blutbildung eingreift, entwickelt sich bei einer chronischen Bleivergiftung eine sogenannte Bleianämie. Wie alle Anämie-Formen führt diese zu Müdigkeit sowie zu verminderter körperlicher und geistiger Leistungsfähigkeit. Am Zahnfleisch setzt sich ein bläulich grauer bis schwarzgrauer Belag aus Bleisulfid ab. Das Herzkreislaufsystem wird aufgrund der von Blei freigesetzten, gefäßerweiternden Hormone beeinträchtigt. Es kann zu Herzrhythmusstörungen, Herzschwäche und Herzinfarkt kommen.

Des Weiteren treten durch die Schädigung des Nervensystems und des Gehirns Symptome wie Desorientierung, Kopfschmerzen, Aggressivität, Überaktivität, Schlaflosigkeit, Apathie, Taubheitsgefühle und Sensibilitätsstörungen in den Extremitäten auf. Bei einer langfristig erhöhten Bleikonzentration im Blut sind Nierenschädigungen möglich. Schwere Fälle von Nervenschädigungen sind durch Delirium, Koma oder Krämpfe gekennzeichnet, die bis zum Tod durch Kreislaufversagen führen können.<sup>150</sup>

Interessant ist die bereits 2004 veröffentlichte US-Studie, die einen Zusammenhang zwischen hoher Bleibelastung und dem Auftreten von grauem Star vermutet. Bei Personen mit hoher Belastung werden Katarakte etwa dreimal häufiger diagnostiziert als bei Personen mit geringer Belastung. Für diese Studie haben die Forscher um Professor Debra A. Schaumberg aus Boston im US-Staat Massachusetts bei 795 über 60-jährigen Männern unter anderem die Bleikonzentrationen in der Kortikalis der Tibia gemessen. Untersuchungsergebnisse spiegelten die Langzeitbelastung mit Blei wider. Die Halbwertszeit für Blei in der Kortikalis wird mit mehr als zehn Jahren angegeben.<sup>151</sup>

### Labor

Die biologische Halbwertszeit im Blut beträgt etwa 20 Tage, in Knochen bis zu 20 Jahre. Das vom Organismus aufgenommene Blei wird mit dem Urin und über die Faeces ausgeschieden.

In dem Buch *Labor und Diagnose* von Prof. Lothar Thomas (4. Ausgabe 1992) findet sich auf Seite 430 Information zur physiologischen Gewebeverteilung von Blei. Ersichtlich ist, dass Blei vornehmlich in Knochen wie auch Haaren gespeichert wird. Erhöhte Blei-Messwerte im Haargewebe geben somit einen Hinweis auf die Knochenspeicherung.

---

150 Bleivergiftung – Ursachen, Symptome & Behandlung | MedLexi.de

151 <https://news.harvard.edu/gazette/story/2004/12/lead-raises-risk-for-cataracts/>

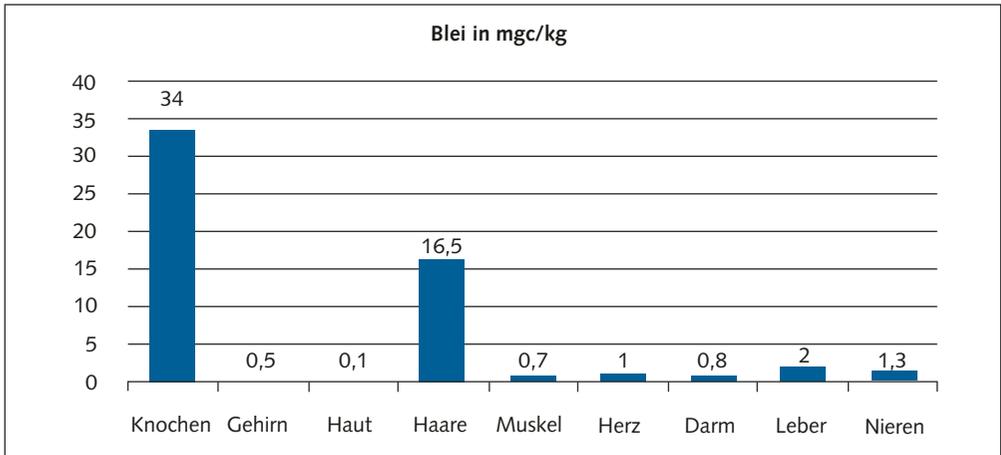


Abb. 7: Die Verteilung von Blei (Pb) in menschlichen Geweben

Quelle: Thomas L. Labor und Diagnose, Med. Verlagsgesellsch Marburg, 1992:S430

Bereits 1997–1998 führte die Autorin mit Hilfe des brasilianischen Pathologen Prof. Dr. Helion Povoá eine epidemiologische Studie durch. Dabei wurden Haarproben von Menschen unterschiedlichen Alters aus den USA, Deutschland und Brasilien untersucht. Der Referenzwert für Blei in Haaren liegt bei 3PPM (= mcg/g). Die brasilianischen Altersgruppen zeigten insgesamt die auffälligsten Mittelwerte (► siehe Abb. 8).

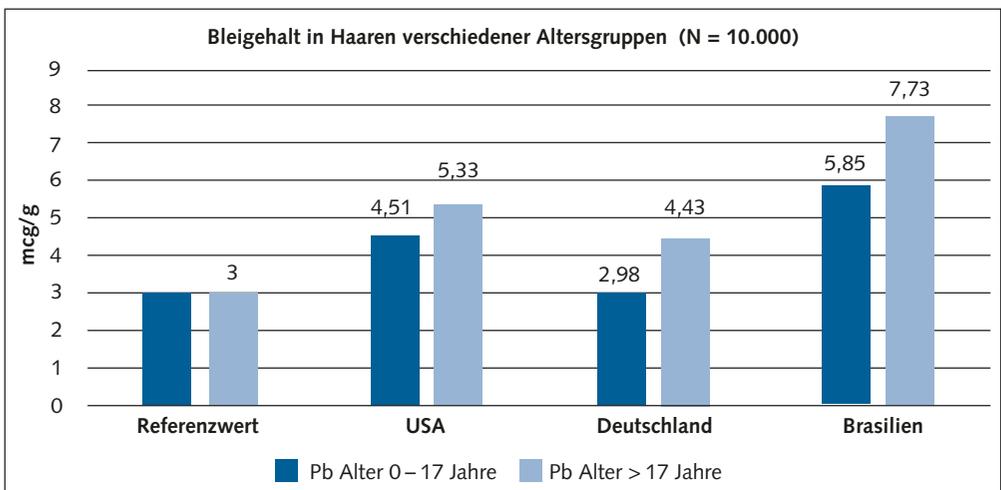


Abb. 8: Vergleich der Haar-Bleiwerte verschiedener Nationalitäten und Altersgruppen

Quelle: MTM GmbH

### *Haare*

2023 wurden die Messdaten von nahezu 25.000 Haar-Messdaten ausgewertet. Bei etwa 10 Prozent der Haarproben von Erwachsenen wurde eine Langzeitbelastung ermittelt. Von 5.783 Kinderhaarproben überstiegen etwa 16 Prozent der Messwerte den Referenzwert von 3 mcg/g. Der ermittelte Mittelwert betrug 1,12 mcg/g und lag somit deutlich unter den Mittelwerten der epidemiologischen Studie von 1997–1998. Dies bestätigt die Aussagen des Umweltbundesamts, die besagen, dass die Bleibelastung der Bevölkerung in den letzten Jahren deutlich gesunken ist.

### *Blutuntersuchungen*

werden zum Nachweis einer akuten Exposition, vornehmlich im arbeitsmedizinischen Bereich durchgeführt. Aufgrund zahlreicher Hinweise, dass die Bleibelastung der Bevölkerung in den letzten Jahren deutlich gesunken ist und dass die 2003 für Erwachsene publizierten Referenzwerte (70 µg/L Blut für Frauen; 90 µg/L Blut für Männer) nicht mehr die heutige Belastung abbilden dürften, hat sich die Kommission Human Biomonitoring entschieden, die Referenzwerte (RV95) für Blei im Blut zu aktualisieren, um eine Bewertung aktueller Biomonitoring-Ergebnisse zu ermöglichen. Auf Grund der Datenlage hat das UBA die Referenzwerte für Blei abgesenkt. Es gelten für Frauen: 30 µg/L; für Männer: 40 µg/L.<sup>152</sup>

### *Trinkwasser gilt als eine Belastungsquelle*

Wenngleich in Deutschland strenge Trinkwasserregeln gelten, lagen doch 4 Prozent der MTM-Messdaten über dem zulässigen Referenzwert von 10 µg/l. Inwieweit bleihaltige Rohre für die Trinkwasserbelastung zuständig waren, ist nicht bekannt.

---

152 Bundesgesundheitsbl 2019 62:1280–1284

## Fallbeispiele

### *Bauchkrämpfe und Gliederschmerzen*

Herr M. war Polizist. Er trainierte regelmäßig am Schießstand und das im Innenraum ohne entsprechende Entlüftung. Im Laufe der Zeit stellten sich Kopf- und Gliederschmerzen ein. Herr M. litt immer häufiger unter Bauchkrämpfen. Internistische Untersuchungen blieben unauffällig. Letztendlich ging er frühzeitig in den Ruhestand. An eine Bleibelastung dachte niemand, bis er auf Anraten eines Freundes zu einem Umweltmediziner ging, der eine Haaranalyse durchführen ließ. Es zeigten sich hohe Blei-Messwerte. Daraufhin wurden entgiftende Maßnahmen eingeleitet. Kopf- und Gliederschmerzen nahmen im Laufe der Behandlung ab, die Bauchkrämpfe ließen nach und sein Energiepegel stieg wieder an. Die frühere Abgeschlagenheit, an die er sich schon einigermaßen gewöhnt hatte, wurde von neuem Unternehmerteil abgelöst.

### *Haarverlust*

Die junge Frau Gabi klagte über starken Haarverlust. Vielversprechende Haarlotionen und dergleichen Produkte halfen wenig. Ihr Friseur war ratlos. Dermatologische Behandlungen blieben erfolglos. Eine Haaranalyse wurde durchgeführt und zeigte eine außergewöhnlich starke Bleibelastung. Die Ursache konnte lokalisiert werden: die alten Wasserrohre in dem ländlichen Haus bestanden zum Teil aus Blei. Ein entsprechendes Entgiftungsprogramm konnte Abhilfe schaffen. Interessanterweise kamen während und nach der Behandlung ihre vormals glatten Haare als Krausehaare zurück. Gabi zog übrigens in eine andere Wohnung.

### *Aplastische Anämie*

Lesen Sie dazu das Fallbeispiel „Bleihaltige Wandfarbe und bleihaltiges Wasser“ auf S. 50.

## Forschung

Diese litauische Studie wurde durchgeführt, um abzuschätzen, ob Haaruntersuchungen verwendet werden können, um die Umwelt- und Berufsexposition gegenüber Blei zu bewerten. Von 1994–1997 nahmen an dieser Studie 622 Mitarbeiter einer Keramikfabrik teil. Davon waren 520 Personen, Alter 18–64 Jahren, die nicht beruflich mit Blei zu tun hatten. Zusätzlich nahmen 380 im gleichen Ort lebende Kinder im Alter von 10–13 Jahren teil. Die Pb-Konzentration in den Haarproben wurde mittels Atomabsorptionsspektrometrie gemessen. Der geometrische Mittelwert von Pb im Haar von Arbeitern, die beruflich Pb ausgesetzt waren, war deutlich höher als der von Personen, die dem Metall nicht ausgesetzt waren. Der Pb-Gehalt im Haar von Jungen und Mädchen war wesentlich geringer. Auch zeigte sich ein positiver Zusammenhang zwischen Pb im Haar und dem Alter der Patienten. Die unterschiedlichen Expositionsniveaus standen in signifikantem Zusammenhang mit Pb im Haar. Bei Männern wurde ein positiver Zusammenhang zwischen Pb im Haar und Rauchen festgestellt. Die Daten bestätigen, dass menschliches Haar zur Identifizierung der Bleiexposition in epidemiologischen Untersuchungen verwendet werden kann.<sup>153</sup>

## Blei und Katarakte

Katarakte sind die häufigste Ursache für Blindheit. Allein in den Vereinigten Staaten leiden etwa 13 Millionen Menschen über 40 an Katarakt, und die Kosten für Kataraktoperationen belaufen sich auf fast 4 Milliarden US-Dollar pro Jahr. Harvard-Forscher maßen den Bleigehalt im Schienbein- und Patellaknochen mittels k-Röntgenfluoreszenz bei einer Untergruppe von Teilnehmern der Normative Aging Study. Bei 600 Männern im Alter von 60 Jahren und älter überprüften die Forscher zusätzlich die Augen. Auch der Bleigehalt im Blut wurde gemessen. Die Forscher fanden, dass bei Teilnehmern mit hohen Bleiwerten im Schienbein die Wahrscheinlichkeit, einen Katarakt zu entwickeln, mehr als 2,5-mal höher war als bei Männern mit niedrigen Tibia-Bleiwerten. (Blei in Knochen ist ein Maß für die langfristige Bleiexposition). Der Bleigehalt im Blut, der eher auf eine kurzfristige Bleiexposition hinweist, war nicht signifikant mit einem erhöhten Kataraktrisiko verbunden.<sup>154</sup>

---

153 Loreta Strumylaite, Stanislovas Ryselis, Rima Kregzdyte. Content of lead in human hair from people with various exposure levels in Lithuania. *Intern. J. of Hygiene and Environmental Health*. Volume 207, Issue 4, 2004: 345-351

154 Phelps J. Headliners: Lead Exposure and Vision. *Environ Health Perspect*. 2005 Mar;113(3):A163



Hiermit bestelle ich

\_\_\_ Expl. **Mineralstoffe und Spurenelemente in der Haar- und Gewebeanalytik** **49,95 Euro\***  
(1. Auflage 2024, Softcover, 224 Seiten, ISBN 978-3-96474-702-0)

\_\_\_ Expl. **PDF – Mineralstoffe und Spurenelemente in der Haar- und Gewebeanalytik** **44,95 Euro\***  
(1. Auflage 2024, 224 Seiten, ISBN 978-3-96474-703-7)

\* Alle Preise inkl. MwSt., Lieferung versandkostenfrei, ausgenommen Poster

\_\_\_\_\_  
Kundennummer

\_\_\_\_\_  
Name / Vorname

\_\_\_\_\_  
Straße / Hausnummer

\_\_\_\_\_  
PLZ / Ort

\_\_\_\_\_  
Telefon / Fax

\_\_\_\_\_  
E-Mail

\_\_\_\_\_  
Datum / Unterschrift

**mg<sup>o</sup>** fach  
verlage

mgo fachverlage GmbH & Co. KG  
E.-C.-Baumann-Straße 5  
95326 Kulmbach

Tel. 09221 949-311  
Fax 09221 949-377  
kundenservice@mgo-fachverlage.de  
www.ml-buchverlag.de



**Dr. Eleonore**

**Blaurock-Busch**

*promovierte in Ernährungswissenschaft.*

*Sie gründete 1973 die*

*Laborgesellschaft*

*Micro Trace Minerals*

*in Hersbruck und*

*übernahm 1984 das*

*US Speziallabor Trace Minerals International.*

*Im gleichen Jahr erschien ihr erstes Buch*

*der Mineralstoffanalytik, das sich explizit*

*dem Thema Gewebe- und Haarmineralstoff-*

*analytik widmete. In*

*den darauffolgenden*

*Jahren wurde dieses*

*Textbuch in englischer Sprache publiziert.*

*Ihre Fachgebiete sind*

*die Orthomolekularmedizin sowie die*

*Metall-Toxikologie. In*

*der Metallanalytik gilt*

*die Autorin weltweit*

*als Expertin.*

## **Schwermetalle und toxische Elemente in der Gewebeanalytik**

Die Belastung mit Schwermetallen kann das biochemische Gleichgewicht stören und ursächlich für zahlreiche Erkrankungen sein. Die Haar- oder Gewebemetalluntersuchung ist eine fundierte Methode, um Schwermetalle und toxische Elemente mittels Biomarkern im Labor nachzuweisen.

Dieses Buch erklärt in leicht verständlicher Weise:

- Basics zur Durchführung der Metallanalytik aus Blut, Urin, Haaren sowie anderem Gewebe
- Die korrekte Probenahme und Qualitätssicherung
- Grenzwerte und Referenzbereiche sowie deren Bedeutung sowie Befundbewertung
- Funktion und Wirkungsweise von Mineralstoffen und Spurenelementen sowie potenziell toxischen Elementen

Die Gewebeanalytik, allem voran die Haarmineralstoffanalytik (HMA), verdient einen besonderen Stellenwert in der heutigen, modernen Metalldiagnostik. Ergänzend dazu befasst sich ein weiterer Teil des Buches mit dem Zusammenwirken von Mineralstoffen, Spurenelementen und Schwermetallen im menschlichen Organismus.

Die Informationen dieses Buches sind evidenzbasiert und beruhen in vielen Bereichen auf teils internationalen Universitätsstudien sowie jahrelang gesammelten Labordaten der Autorin. Ein Lern- und Lehrbuch für Mediziner, Heilpraktiker und Therapeuten, die sich mit Metalldiagnostik und Umweltmedizin sowie der Nährstofftherapie beschäftigen.