

Umweltmedizinische Analysen

Einführung in die umweltmedizinische Analytik

Umweltmedizinische Analytik kann entsprechend der Toxikogenese auf unterschiedlichen Ebenen erfolgen (Tab. 1).

	Äußere Belastung	Innere Belastung	Biochemische Effekte	Empfänglichkeit
Analytik	Umweltmonitoring: Schadstoffmessung in Wasser, Boden, Luft, Lebensmitteln, Bedarfsgegenständen, Baumaterialien	Biomonitoring: Schadstoffmessung in Blut, Harn, Muttermilch, Haaren, Zähnen, Gewebe	Biochemisches Effektmonitoring: Messung biochemischer Veränderungen	Empfänglichkeits-monitoring: Untersuchung auf genetische Defekte
Marker	Marker der äußeren Belastung	Marker der inneren Belastung	Effektmarker	Empfänglichkeits-marker
Bewertung	Grenzwerte, ADI acceptable daily intake	Referenzwerte, kritische Grenzkonzentrationen	Biochemische Veränderung nachweisbar?	Genetische Defekte nachweisbar?

Tab. 1. Unterschiedliche Ebenen der umweltmedizinischen Analytik

- **Umweltmonitoring:** Beurteilung der äußeren Belastung durch Nachweis und quantitative Bestimmung von Noxen in der Umwelt.
- **Biomonitoring:** Beurteilung der individuellen inneren Belastung durch Nachweis und quantitative Bestimmung von Noxen oder ihren Metaboliten in Körpermaterien.
- **Biologisches Effektmonitoring:** Nachweis von Einflüssen auf biochemische Vorgänge durch toxische Umweltchemikalien.
- **Empfänglichkeits-Monitoring:** Nachweis individueller Faktoren, die die Reaktion auf Umweltnoxen (Höhe der inneren Belastung, Ausmaß der biochemischen Effekte und der gesundheitlichen Störungen) beeinflussen.

Umweltmonitoring

Die Schadstoffmessung in der Umwelt dient dem Nachweis oder dem Ausschluß einer Belastung mit Umweltnoxen und soll gegebenenfalls die Identifizierung einer Belastungsquelle ermöglichen. Das individuelle Belastungsrisiko hängt außer von der Höhe der Schadstoffkonzentration in der Umwelt vom Aufnahmepfad, der Belastungsdauer und -häufigkeit ab (Tab. 2).

Äußere Belastung ---> Innere Belastung

Aufenthaltsdauer
Kontaktzeit
Aufnahmeart (inhalativ, oral, perkutan)
Kontaktintensivität
Bioverfügbarkeit

Ernährungsgewohnheiten

Tab. 2. Faktoren, von denen die innere Belastung abhängt

Raumluft

Flüchtige Schadstoffe (organische Lösungsmittel, Formaldehyd, Holzschutzmittel) werden aktiv mit einer Pumpe oder passiv durch Diffusion aus der Raumluft an ein Sorptionsmittel gebunden. Nach Desorption erfolgt die quantitative Bestimmung meist gaschromatographisch. Die passive Probennahme mit ORSA 5-Röhrchen der Firma Dräger (= Passivsammler) eignet sich besonders für Messungen bei umweltmedizinischen Fragestellungen, da durch lange Meßzeiten von mehreren Tagen eine hohe Empfindlichkeit erreicht und ein realistischer Belastungszeitraum erfaßt wird. Für die passive Messung von Formaldehyd in der Raumluft steht der Monitor 3721 der Firma 3M zur Verfügung. Die Raumluftmessung der Holzschutzmittel Pentachlorphenol (PCP) und Lindan (γ -HCH) ist mit einem polyethylenglykolgetränktem Glasfaservlies möglich.

Hausstaub

Wegen seiner großen aktiven Oberfläche, seiner langen Verweildauer, seiner Verteilung und Zirkulation im gesamten Raum bindet Hausstaub Schadstoffe aus der Raumluft. Obwohl die Präzision von Hausstaubmessungen durch die Heterogenität und das unterschiedliche Alter des Materials sowie die kaum standardisierbare Probennahme ungünstig beeinflusst wird, haben sie sich als Screeningmethode zur Beurteilung einer Raumluftbelastung mit Holzschutzmitteln, polychlorierten Biphenylen (PCBs), polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAKs), Schädlingsbekämpfungsmitteln (Pyrethroide) und Schwermetallen (Quecksilber) bewährt.

Bedarfsgegenstände

Die Messung von Umweltnoxen wird hauptsächlich in Textilien (Formaldehyd), Teppichen (PCP, Pyrethroide), Möbeln (Holzschutzmittel) und Leder (PCP) durchgeführt.

Baumaterialien

Besonders in großflächig verarbeitetem Holz (Holzschutzmittel) oder in Spanplatten (Formaldehyd) im Wohnbereich sind Schadstoffanalysen zur Identifizierung von Belastungsquellen sinnvoll.

Biomonitoring

Die Messung einer Umwelttoxine oder ihrer Metaboliten in Körpermaterialien soll die Beurteilung der individuellen inneren Belastung ermöglichen (Abb. 2). Welches Körpermaterial geeignet ist, hängt von der Toxikokinetik der Umwelttoxine und von der umwelttoxikologischen Fragestellung ab.

Blut, Serum

Pestizide und Lösungsmittel werden meist in EDTA- oder Oxalat-Blut bestimmt. Blut- bzw. Serumkonzentrationen repräsentieren gut die innere Belastung. Zwar wandern diese lipophilen Substanzen ins Fettgewebe, durch Bindung an Plasmaproteine bzw. Plasmalipide stellt sich jedoch zwischen Blut und Fettgewebe ein Gleichgewicht ein. Fettgewebsanalysen sind im allgemeinen entbehrlich.

Schwermetalle können in EDTA-Blut oder Serum analysiert werden. Metalle wie Blei und Chrom (VI) müssen wegen ihrer Anreicherung in Erythrocyten in EDTA-Blut oder Erythrocyten bestimmt werden.

Harn

Optimales Probenmaterial für Noxen, die aus dem Blut schnell eliminiert werden, deren Metaboliten aber im Harn länger und in höherer Konzentration nachweisbar sind (Pyrethroide, Nicotin, Drogen).

Einige Schwermetalle wie Quecksilber reichern sich in Körpergeweben (Leber, Niere) an. Eine Quecksilberbestimmung im Harn nach Mobilisation mit DMPS kann wegen Erhöhung des Meßsignals

("toxikologisches Vergrößerungsglas") sinnvoll sein.

Haar

Haaranalysen haben für die Diagnose einer länger zurückliegenden Schwermetall-intoxikation oder eines Drogenmißbrauchs Bedeutung. Auch für umweltepidemiologische Fragestellungen ist Haar ein interessantes Material. Weniger geeignet ist es für die Abklärung einer individuellen Umweltbelastung.

Gewebe

Vereinzelt werden auch Gewebeproben auf ihren Schadstoffgehalt untersucht. Besonders die Analytik im Fettgewebe von lipophilen Schadstoffen mit langer Eliminations-Halbwertszeit (Dioxine, PCBs) könnte für den Nachweis einer länger zurückliegenden Exposition sinnvoll sein. Sie hat aber bisher keine große praktische Bedeutung erlangt. Aus wissenschaftlichen Gründen wird auch Carcinomgewebe, insbesondere Mammacarcinomgewebe, auf Pestizide und Schwermetalle untersucht. Gesicherte Erkenntnisse liegen jedoch noch nicht vor.

Atemluft

Flüchtige Umwelttoxene (organische Lösungsmittel), die durch Exhalation eliminiert werden, können in der Ausatemluft bestimmt werden. Die Methode wird jedoch kaum angewendet. Sie könnte aber Bedeutung erlangen, wenn sich Beobachtungen bestätigen, nach denen noch bei Jahre zurückliegender Exposition die entsprechenden Lösungsmittel in der Ausatemluft nachweisbar sind.

Muttermilch

Pestizide, mit denen die Mutter belastet ist, reichern sich in der Muttermilch an. Die Analytik dient dem Schutz des Säuglings.

Noxe	Effektmarker	Biochemischer Effekt	Gesundheitsstörung
Alkylphosphate	CHE	Hemmung der Acetylcholinesterase	Miosis, Speichelfluß, Bradykardie
Blei	FEP	Hemmung der Hämsynthetase	Bleianämie
Cadmium	β2M	Tubuläre Rückresorptionsstörung	Cd-Nephropathie
Ethylenoxid	Hämoglobin-Addukte	Gen-Mutation-Addukte	Karzinom
PAK z. B. Benzo(a)pyren	DNA-Addukte	Gen-Mutationen	Karzinom

Tab. 3. Biochemische Effekte von Umwelttoxinen

Abkürzungen: β 2 M = 2-Mikroglobulin i. Harn, CHE=Cholinesterase i. Serum, FEP=Freie Erythrocytenporphyrine i. Blut, PAK = Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Biologisches Effektmonitoring

Biochemische Veränderungen sind der erste Hinweis auf die Wirkung eines Schadstoffes im Organismus. Sie können die Pathogenese umweltbedingter Gesundheitsstörungen verständlich machen (z.B. Bleianämie durch Hemmung der Häm-Biosynthese) und erlauben eine individuelle Risikoabschätzung bei Exposition gegenüber einem Schadstoff. Als Marker biochemischer Effekte (Effektmarker) dienen Enzyme, Metaboliten, Proteine sowie Hb- und DNA-Addukte (Tab. 3). In den Addukten sind Carcinogene (Nitrosamine, Aflatoxine, aromatische Amine und polycyclische Kohlenwasserstoffe) kovalent mit elektrophilen Gruppen von Proteinen (z.B. SH-Gruppe von Cystein) bzw. Nukleinsäuren (z.B. O- oder N-Atome der Purin- oder Pyrimidinbasen) gebunden. Durch DNA-Adduktbildung können Mutationen entstehen. Sie stellen Marker von präkanzerösen Stadien dar und lassen sich mit der modernen Technik der Polymerasekettenreaktion (PCR) nachweisen.

Für die umweltmedizinische Diagnostik sind Effektmarker sehr interessant, weil mit ihnen die individuelle sehr unterschiedliche Empfindlichkeit gegenüber Umwelt-noxen objektiviert werden könnte. Leider ist jedoch die Sensitivität aller bisher bekannter Effektmarker für diese Fragestellung zu gering.

Empfänglichkeits-Monitoring

Die Reaktion auf die Belastung mit Schadstoffen hängt von individuellen Unterschieden der Absorption, des Metabolismus, der Verteilung und Ausscheidung der Noxe sowie von den Reparaturmechanismen z.B. an modifizierter DNA ab. Nur in wenigen Fällen sind die molekularen Ursachen der Empfänglichkeit/Empfindlichkeit (susceptibility) gegenüber Schadstoffen bekannt. Die unterschiedliche Reaktion auf eine chronische Bleibelastung kann z.T. durch eine genetisch bedingte Verminderung der γ -Aminolaevulinsäure-Dehydratase, einem Schlüsselenzym der Hämbiosynthese, erklärt werden. Glutathion-S-Transferase (GST) überträgt Methylgruppen von halogenierten C 1-Verbindungen (z.B. Methylbromid) auf Glutathion und fördert so die Elimination dieser als karzinogen eingestuften Verbindungen. Personen mit genetisch bedingtem Mangel an GST können ein erhöhtes Carcinomrisiko bei Exposition gegenüber Methylbromid aufweisen.

Der genetisch bedingte Mangel von Enzymen wird auch als Enzympolymorphismus bezeichnet. Enzympolymorphismen werden heute meist noch durch Phaenotypisierung z.B. aufgrund der Enzymaktivität, künftig wahrscheinlich zuverlässiger durch Genotypisierung mit der Polymerasekettenreaktion (PCR) diagnostiziert. Die Diagnostik von toxikologisch bedeutsamen Enzympolymorphismen spielt für die Umweltmedizin z.Zt. noch keine Rolle, ist auch wegen der Gefahr einer Stigmatisierung von Personen mit Enzymmangel nicht anzustreben.

Präanalytik

Bei Verdacht auf das Vorliegen einer Belastung durch Umweltnoxen stellt sich die Frage, welche Untersuchungen sinnvoll sind. Da im allgemeinen typische Leitsymptome fehlen, entscheidet die Expositionsanamnese über die Auswahl der Marker. Aus wirtschaftlichen Gründen kann eine Stufendiagnostik sinnvoll sein (Tab. 4).

Stufendiagnostik in der Umweltanalytik
Empfohlene Diagnostik

Vermutete Noxe	1. Stufe	2. Stufe	3. Stufe
Alkylphosphate	Cholinesterase im Serum	Belastungsquelle anamnesisch eruieren	Alkylphosphate in Hausstaub, Blut Harn
Formaldehyd	Formaldehyd in Hausstaub, Raumluft, Spanplatten	Ameisensäure im Harn als Marker nicht geeignet	IgE-spezifische Antikörper gegen Formaldehyd
Holzschutzmittel PCP Pyrethroide	PCP u. Pyrethroide i. Holz, Hausstaub, Teppich, Raumluft	PCP im Serum Pyrethroide im Harn	
Quecksilber	Amalgamträger: Kaugummitest Amalgamfreier Patient: Hg im Harn	Hg i. Harn evtl. nach DMPS Falls erhöht, Belastungsquelle anamnesisch nachweisen	Falls zerbrochenes Fieberthermometer, Hg-Hausstaub oder in der Raumluft

Tab. 4. Stufendiagnose

Wer soll messen ?

Umweltmedizinische Analysen sollten nur in Labors durchgeführt werden, die über ausreichende Erfahrungen in Analytik und Befundinterpretation verfügen.

Für die optimale Probennahme im Wohnbereich ist die Beratung durch einen kompetenten Fachmann (Umweltingenieur, Umweltmediziner) wünschenswert. Gute schriftliche Anleitungen und eine intensive telefonische Beratung sind aber im allgemeinen ausreichend für eine qualifizierte Probennahme durch den Laien.

Was soll gemessen werden ?

Es können Marker der äußeren und der inneren Belastung, der biochemischen Effekte und der Empfänglichkeit gemessen werden. Ihre Auswahl hängt von der Fragestellung, der Expositions-Anamnese, der Noxe und der verfügbaren Analysetechnik ab. Eine Formaldehydbelastung kann am besten durch eine Raumluftmessung erkannt werden, da der Formaldehydmetabolit Ameisensäure als Marker der inneren Belastung zu unempfindlich und unspezifisch ist. Auch bei Verdacht auf eine Belastung mit Pyrethroiden sollte zunächst eine Hausstaub- oder Materialanalyse durchgeführt werden und im positiven Fall die Bestimmung der Pyrethroid-Metaboliten im Harn erfolgen. Dieses Vorgehen ist sinnvoll, weil die Sensitivität des Metaboliten-Nachweises für die Erkennung einer chronischen Pyrethroid-Belastung noch nicht bekannt ist.

Eine Schadstoffbelastung durch Passivrauchen kann wiederum am besten durch die Messung eines Markers der inneren Belastung diagnostiziert werden. Dabei ist der Nicotin-Metabolit Cotinin dem Nicotin wegen der 10fach längeren Eliminations-Halbwertszeit deutlich überlegen.

Häufig ist es sinnvoll, das Untersuchungsprogramm mit dem Umweltlabor abzustimmen. Aus wirtschaftlichen Gründen bietet sich eine Stufendiagnostik oder eine situationsabhängige Analytik an. In Tabelle 4 und im Kapitel "Umwelt-Situationen" werden einige Hinweise für die Auswahl von Expositionsmarkern gegeben.

Wann soll gemessen werden ?

Hier ist besonders der richtige Zeitpunkt der Probennahme zu beachten. Schadstoffe mit kurzer Eliminations-Halbwertszeit wie flüchtige organische Lösungsmittel können nur einige Stunden nach Exposition in biologischem Material gefunden werden. Noxen mit längerer Halbwertszeit wie anorganisches Quecksilber, Organochlor-Pestizide, polychlorierte Biphenyle und Dioxine sind auch noch Tage bis Jahre nach der vermehrten Aufnahme nachweisbar (Tab. 5).

Nachweiszeiten von Umwelttoxinen nach Expositionsende

Noxe	Belastungsquelle	Analyt	HWZ	Nachweiszeit
organ. Lösungsmittel				
Benzol	Benzin	Benzol i. B.	1-3 h	h
Tetrachlorethen (PER)	chemische Reinigung	PER i. B.	ca. 10 h	h
Pestizide				
Parathion-Ethyl (E 605)	Landwirtschaft Kammerjäger	E 605 i. S.	h	h
Pyrethroide	Kammerjäger	Pyrethroid-metaboliten i. H.	10-20 h	d
Pentachlorphenol	Behandeltes	PCP i. S.	10-20 d	w
Schwermetalle				
Blei (Pb)	Benzin	Blei i. B.	20 d	w
Quecksilber (Hg)	Amalgam zerbrochenes Fieberthermometer	Quecksilber i. H.	w	w/m
Sonstige				
Formaldehyd	Spanplatten	Formaldehyd i. B.	1,5 min	min
Nicotin	Passivrauchen	Cotin i. H.	20 h	h/d
Polychlorierte Biphenyle (PCBs)	Dauerelast. Dichtungsmassen	PCBs i. B.	a	a

Tab. 5. Nachweiszeiten von Umwelttoxinen

Worin soll gemessen werden ?**Probenmaterial**

Für die Bestimmung von Markern der äußeren Belastung werden ORSA 5-Röhrchen und andere Passivsammler verwendet.

Das wichtigste Probenmaterial für die Messung von Markern der inneren Belastung sind Blut und Harn. Versand- und Lagerungsbedingungen müssen zur Vermeidung von Artefakten beachtet werden.

Versandgefäße

- **Pestizidanalytik:** Wegen der niedrigen Konzentrationen und der empfindlichen Meßtechnik werden vorgereinigte Glasröhrchen benötigt, deren Verschluß mit Teflon abgedichtet ist. Plastikröhrchen sind nicht geeignet, da durch Absorption (DDE, PCBs) die Konzentrationen im Blut abfallen können.
- **Organische Lösungsmittel:** Es werden sogenannte Rollrandröhrchen verwendet. Das sind 20 mm-Glasfläschchen, die als Antikoagulans EDTA enthalten und die mit einer teflonbeschichteten Gummimembran verschlossen sind. Nach Injektion von 2 ml Blut aus der Entnahmespritze in das Rollrandröhrchen können die flüchtigen organischen Lösungsmittel im Gasraum des Rollrandröhrchens mit der Head-Space Technik gemessen werden.
- **Schwermetalle:** Die Kunststoffröhrchen dürfen nicht produktions- oder lagerungsbedingt mit Schwermetallen kontaminiert sein. Das Labor muß die Reinheit der verwendeten Röhrchen prüfen. Röhrchen dürfen nur mit Stopfen verschlossen gelagert werden, damit keine schwermetallbelasteten Staubpartikel eindringen.

Wer trägt die Kosten ?

- **Biomonitoring: Gesetzliche Krankenkassen.**
- Ausnahme: DMPS-Test zum Nachweis einer Quecksilberbelastung aus Amalgamfüllungen, Kaugummi-Test.
- **Umweltmonitoring: Regional sehr unterschiedlich, z.T. von den gesetzlichen Krankenkassen.**

In diesem Abschnitt konnten nur einige orientierende Hinweise gegeben werden. Weitere Informationen finden sich im Kapitel "Umweltgifte in alphabetischer Reihenfolge". Im Einzelfall müssen die präanalytischen Bedingungen mit dem Labor besprochen werden.

Analysenmethoden

Für die umweltmedizinische Analytik steht heute eine hochentwickelte instrumentelle Technik (AAS, GC, GC/MS, HPLC, ICP/MS) zur Verfügung. Interne und externe Qualitätskontrollen sind selbstverständlich. Ringversuche veranstaltet u.a. die Deutsche Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin. Zertifikate werden bei erfolgreicher Teilnahme ausgestellt.

Beurteilung von Meßergebnissen

Referenzwerte, Hintergrundbelastung

Die Beurteilung von Meßwerten erfolgt im allgemeinen durch Vergleich mit Referenzwerten. Das sind die Schadstoffkonzentrationen (meist 95. Perzentil), die bei einem gesunden, beruflich oder sonst nicht exponiertem Kollektiv gefunden werden. Zur Spezifikation gehören Angaben über Anzahl, Alter, Geschlecht, Beruf, Alkohol-, Fisch-, Nikotinkonsum, Wohnort (ländlich, großstädtisch, industrienah) der Probanden, Amalgamfüllungen, verwendete Analysenverfahren und Qualitätskontrolle sowie verwendete statistische Verfahren zur Ermittlung der Referenzwerte.

Veränderungen in der Produktion von Schadstoffen (bleifreies Benzin, PCP-Verbot) haben einen eindrucksvollen Einfluß auf die Referenzwerte. Die Referenzwerte für Blei sind innerhalb weniger Jahre von <35 g/dl auf <15g/dl, für PCP von <70g/l auf <20g/l abgefallen. Während für viele Schwermetalle gut etablierte Referenzwerte existieren, werden für andere Schadstoffe wie z.B. die PCBs sehr unterschiedliche Konzentrationen für Nichtbelastete angegeben.

Die meisten Umweltschadstoffe sind heute ubiquitär verbreitet und daher auch in Humanproben nachweisbar (*Hintergrundbelastung*). Meßwerte, die außerhalb der Referenzwerte liegen, also die Hintergrundbelastung übersteigen, lassen eine zusätzliche Exposition vermuten. Diese zusätzliche Belastung muß nicht zwangsläufig krank machen, sollte aber aus Gründen der Gesundheitsvorsorge durch Beseitigung der Belastungsquelle vermieden werden. Bei vorhandenen Krankheitssymptomen kann ein Zusammenhang mit der Belastung bestehen.

Kritische Konzentrationen

Kritische Konzentrationen, bei denen erste biologische oder toxische Reaktionen auftreten, werden bisher nur für die toxischen Elemente Arsen, Blei, Cadmium und Quecksilber angegeben, da für sie Dosis-Wirkungs- bzw. Belastungs-Wirkungsbeziehungen abgeleitet werden können.

Umweltmedizinische Kompetenz

Ärzte müssen sich heute um umweltmedizinische Kompetenz bemühen, damit sie einerseits Umwelterkrankungen erkennen und andererseits ihren Patienten unbegründete Ängste durch Ausschlußdiagnostik nehmen können. Umweltmedizinische Analytik kann dem Arzt wichtige Informationen für seine Beratungstätigkeit liefern. Darüber hinaus sind die objektiven Daten umweltmedizinischer Analytik eine wichtige Grundlage für umweltpolitische Entscheidungen.

Umweltmedizinische Analytik alleine genügt allerdings nicht, wenn die Umwelterkrankung weniger durch eine chemische Noxe, sondern eher durch die Information über die Umwelterkrankung ausgelöst wird (Toxikopie). Ärzte, die umweltkranke Patienten betreuen, müssen also auch psychotherapeutische Erfahrungen haben.

Literatur: SCHIWARA, H.W.: in BÖSE-O'REILLY, S. u. KAMMERER, S. (Herausg.): Leitfaden Umweltmedizin, Fischer Verlag, Stuttgart 1997.

Umwelt - Situationen

Stichwort s. Tabelle unten

Amalgam	H - 1	Landwirtschaft	C - 3
Arbeitsumfeld	C	Lebensmittel	K
Bekleidung	E	Matratzen	F
Brände	N	Möbel	A - 5
Boden	L	Müllverbrennung	B - 2
Büro	C - 1	Parkett	A - 4
Dichtungsmaterialien	A - 6	Pflanzliche Produkte	K - 2
Fenster	A - 1	Produktionsstätte	C - 2
Feuchtigkeit	A - 7	PVC-Belag	A - 3
Fisch	K - 4	Reinigung	B - 4
Fleisch	K - 3	Reinigungsmittel	D
Garten	B - 1	Silikon	I
Goldkronen	H - 2	Spanplatten	A - 2
Holz	A - 1	Tankstelle	B - 3
Holzfußboden	A - 4	Tapeten	A - 8
Heizung	A - 9	Teppichboden	A - 3
Industrie	B - 5	Trinkwasser	K - 1
Insektenbekämpfung	G	Türen	A - 1
Insektenspray	G - 2	Verkleidungen	A - 1
Kammerjäger	G - 1	Wände	A - 8
Kernkraftwerk	B - 6	Wohnumfeld	B
Kosmetika	M	Wohnung	A
Kraftwagen (PKW/LKW)	O	Zahnersatz	H
Kunststoff	H - 3		

Tabelle Umweltsituationen

A. Wohnung

Umweltsituation	Exposition	Umweltmedizinische Analysen
-----------------	------------	-----------------------------

1.	offene Hölzer	Holzschutzmittel	Pestizide, Chromate, Borate
	Verkleidungen	Carbolineum	Polycyclische Aromat. KW (PAK)
	Fenster, Türen	Farben, Lacke	Lösungsmittel
2.	Spanplatten	Formaldehyd	Formaldehyd
			Allergiediagnostik
		Isocyanate	TDI, HDI, MDI
3.	Teppichboden	Klebstoffe	Lösungsmittel
		synthetisch	PCP, Formaldehyd, Vinylcyclohexen, Phenylcyclohexen
		Naturfaser	Lindan, Pyrethroide
		Klebstoffe	Lösungsmittel
		Vinylchlorid	Vinylchlorid, Thiodiglykolsäure
4.	PVC-Belag		
	Fußboden		
		Farben, Lacke	Lösungsmittel, TBTO
	Parkett u. a.	Holzschutzmittel	Pestizide, Chromate, Borate
	Asphalt, Bitumenkleber	Teer	Polycyclische Aromat. KW (PAK)
5.	Möbel	Holz	Holzschutzmittel
		Leder, Stoffe	PCP, Lindan
		Beize, Lacke	Lösungsmittel, TBTO
6.	Dichtungsmaterialien	Polyurethanschaum	Isocyanate
		Styropor	Styrol
		PCBs	PCBs (planar/coplanar)
		Mineralfasern	Asbest, u.a. Faseranalytik
7.	Feuchtigkeit	Schimmelpilze	Pilzsporen
			Allergiediagnostik
8.	Wände, Tapeten	Farben, Lacke	Lösungsmittel, TBTO
		Hydrophobierung	Trimethylbenzole
9.	Heizung	Nachtspeicher	Asbest
		Öl	Lösungsmittel
		Kohle	CO-Hb
		Erdgas	Butan
			Zusatzstoffe (Tetrahydrothiophen)

B. Wohnumfeld

Umweltsituation	Exposition	Umweltmedizinische Analysen
-----------------	------------	-----------------------------

1.	Garten	Brunnenwasser	Schwermetalle
		Pflanzenanbau	Pflanzenschutzmittel
		Insektenvertilgung	Pestizide
		(Boden-)Altlasten	Metalle, Lösungsmittel Pestizide
2.	Müllverbrennungsanlage	Schwermetalle	Schwermetalle
		Dioxine	
3.	Tankstelle	Lösungsmittel	BTEX, Alkane (Heptan, Octan u.a.)
4.	Reinigung	Lösungsmittel	Perchlorethylen, Hexan
5.	Industrie	entspr. Industriezweig:	
		Schredder-Anlage	Metalle
		Gerberei	Chrom, PCP
		Chemische Industrie	je nach Produkt
		Zement-Herstellung	Chrom
6.	Kernkraftwerk	Radioaktivität	Cäsium, u.a.

C. Arbeitsumfeld

Umweltsituation		Exposition	Umweltmedizinische Analysen
1.	Büro	Klimaanlage s.a. (A)+(B)+(D)+(G)	Isothiazolon
2.	Produktionsstätte	je nach Produkt: Batterien Katalysator Gerberei Stahlherstellung Gummi Schweißen, Löten Druckerei	 Blei, Cadmium Palladium Chrom, PCP Mangan CS ₂ (Schwefelkohlenstoff) Pb, Sn, Sb, Cd, Be Lösungsmittel, Blei, PAK
3.	Landwirtschaft	Pflanzenschutzmittel z. B. Weinanbau	Pestizide, Kupfer, Schwefel, Zinn

D. Reinigungsmittel

Umweltsituation	Exposition	Umweltmedizinische Analysen
-----------------	------------	-----------------------------

Aldehyde	nach Anamnese	Lösungsmittel
----------	---------------	---------------

E. Bekleidung

Umweltsituation	Exposition	Umweltmedizinische Analysen
	Baumwolle	Lindan, PCP, Formaldehyd, DDT
	Wolle	Lindan, PCP, DDT
	Leder	PCP, Azofarbstoffe (Benzidine)

F. Matratzen

Umweltsituation	Exposition	Umweltmedizinische Analysen
	Latex	Styrol, CS ₂ , Allergiediagnostik
	Roßhaar, Kokus, Sisal, Jute	DDT, PCP, Lindan, Pyrethroide
	Wolle	DDT, PCP, Lindan, Pyrethroide
	Flammschutzmittel	Antimon, PCBs, TCEP, TCPP, PBDPE

G. Insektenbekämpfung

Umweltsituation	Exposition	Umweltmedizinische Analysen
1. Kammerjäger	je nach eingesetztem Mittel	Pyrethroide
2. Insektenspray		Alkylphosphate Propoxur u. a.

H. Zahnersatz

Umweltsituation	Exposition	Umweltmedizinische Analysen
1. Amalgam	Amalgambestandteile	Hg, Cu, Zn, Sn, Ag
2. Goldkronen	Legierungsbestandteile	Ga, Ir, In, Pd, Allergienachweis (LTT)
3. Kunststoff	Monomere	Methylmethacrylat, Bisphenol-A

I. Silikon-Implantate

Umweltsituation	Exposition	Umweltmedizinische Analysen
	Zinn, Platin Vinylchlorid (PVC)	organ. Zinn, Pt Thiodiglykolsäure ANA, AK gegen Kollagen Anti-Polymer-Antikörper

K. Lebensmittel

Umweltsituation	Exposition	Umweltmedizinische Analysen
1. Trinkwasser	je nach Standort	Pestizide, Metalle, Keime
2. Pflanzl. Produkte	Pflanzenschutzmittel Zusatzstoffe Pilz-Gifte	Alkylphosphate Farbstoffe, Konservierungsmittel Aflatoxine, Ochratoxin A, Amanitin
3. Fleisch	Kontaminationen Konservierungsmittel	Hormone
4. Fisch	Kontaminationen	PCB, Metalle (Hg, Cd), TBTO

L. Boden

Umweltsituation	Exposition	Umweltmedizinische Analysen
	s.a. (B) + (C)	Pestizide, Metalle Dioxine, PAK, PCB Lösungsmittel u.a.

M. Kosmetika

Umweltsituation	Exposition	Umweltmedizinische Analysen
	Nitromoschus-Verbindungen	Moschus-Xylol u.a.

N. Brände

Umweltsituation	Exposition	Umweltmedizinische Analysen

Unvollständige	PAK, Vinylchlorid,
Verbrennungsprodukte	Dioxine
Kohlenmonoxid	CO-Hb

O. Kraftwagen

Umweltsituation	Exposition	Umweltmedizinische Analysen
	Kunststoffe	Isocyanate, Styrol
	Kühlmittel	Glykole
	Flammschutzmittel	Thiodiessigsäure
	Lösungsmittel	BTEX, Glykolether
	Katalysator	Palladium

Umweltgifte Übersicht, exemplarisch

Wohngift/Umweltgift	Belastungsquellen	Umweltmedizinische Analysen
Holzschutzmittel	offenliegende behandelte Hölzer (Balken, Verkleidungen etc.)	M, HS, RL, B, S, H
Schädlingsbekämpfungsmittel (Pyrethroide, Pro-poxur, Alkylphosphate)	Anstriche zur Pilzbekämpfung Verwendung von Insektenvertilgungsmitteln im Haushalt (Köder, Spray, Elektroverdampfer gegen Ameisen, Silberfische, Schaben etc.), im Gartenbetrieb oder in der Landwirtschaft	s. a. einzelne HSM M, HS, (RL), B, S, H
Formaldehyd	Spanplatten (Decken, Kleidung, Möbel, Furnier), Teppichboden, Pflege- und Reinigungsmittel, imprägnierte Textilien	M, HS, RL, (H), S
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	Kondensatoren, Dichtungsmassen, Spachtel-Füllmassen, Schmiermittel, Weichmacher, Flammschutzmittel, Additive in Kittungen, Wachsen, Asphalt, Druckfarben	M, HS, RL, B
Organische Lösungsmittel	Farben, Lacke, Lösungsmittel, Klebstoffe, Reinigungsmittel, Abbeizmittel	RL, B, H
Kunststoff-Monomere		
a) Vinylchlorid	Fußbodenbeläge, PVC, Fensterrahmen, Verpackungen, Klebefolien (Achtung bei Verbrennung: Dioxin-, Blei- und Cadmiumbelastung)	M, HS, H
b) Styrol	Verpackungen, Isolierungen	H
c) Isocyanate	Polyurethan-Schaum, Dichtungsmassen, Spanplatten	M, RL
d) MOCA	Hilfsstoff bei Polymerproduktion, Weichmacher (s. d.), Verätzungsmittel	H
e) Methylmethacrylat	Zahnersatz	B, SP
f) Bisphenol A	Dental-Kunststoffe	HS, B, H
Polycyclische aromatische KW (PAK)	Vorkommen in Teeren, Ölen, Benzenen, Bitumen-Kleber, Carbolinum u. a. Endpro-	

	<p>dukte bei Verbrennungsprozessen von org.</p> <p>Materialien. Belastung über Wasser, Luft u.</p> <p>Nahrungsmittel (z. B. Benzo (a) pyren,</p> <p>Benzo (b) fluoranthen)</p>
Hormonähnlich wirkende Xenobiotika	<p>a) Pestizide: Aldrin, Atrazin, Dichlorphenol, DDT, Dieldrin, Endosulfan, Heptachlor, β-HCH, Lindan, Methoxychlor, Toxaphen (Camphechlor)</p> <p>b) Andere: Bisphenol A, Nitroaromaten, Phthalate, PCB[sacute], PAK[sacute]</p>

Andere Umweltgifte

Organisches Zinn	Konservenernährung, Zinn-Intoxikation, Fungizid, Molluskizid	HS, H
Piperonylbutoxid	siehe dort	
Terpene	Harze, Wachse, Farben, Polituren, Wasserparfümierungsmittel	RL
Dioxine/Furane	<p>Polychlorierte Dibenzodioxine (PCDD) und Dibenzofurane (PCDF), Hauptvertreter 2,3,7,8-TCDD (Seveso)</p> <p>Nahrungsmittel, Umgebung von Müllverbrennungsanlagen und verunreinigte Chemikalien (z. B. Holzschutzmittel)</p>	in Vorbereitung
FCKW	<p>Fluorchlorkohlenwasserstoffe als Kältemittel in Kühlgeräten, Hilfsstoff zur Polyurethanschaumherstellung, Treibmittel in Spraydosen, s. a. Freon R 11 und R 113</p> <p>weitere Stoffe in Vorbereitung</p>	RL, M
Weichmacher	<p>Kunststoffe aller Art (Folien, Verpackungen, PVC u. a.), Lacke, Klebstoffe, Kautschuk</p> <p>s. a. PCB und MOCA</p> <p>weitere Stoffe in Vorbereitung: Phthalsäureester (DHEP), Phosphorsäureester etc.</p>	
Schimmelpilze	Auf Anfrage	
Silikon	<p>Organisches Zinn, Antikörper gegen Kollagen, Thiodiglykolsäure (Metabolit von Vinylchlorid), Antinukleare Antikörper, Platin</p>	
Radioaktivität	Auf Anfrage z.B. Cäsium, Rhadon	

M = Material (z. B. Holz, Leder, Teppich) HS = Hausstaub RL = Raumluft (Passivsammler) B = Blut H =

Harn S = Serum SP = Speichel

Im Abschnitt „Umweltgifte in alphabetischer Reihenfolge“ finden sie unter den hier aufgeführten Begriffen die jeweiligen Einzelsubstanzen mit Hinweisen zur Toxikologie und Analytik. Bei unbekannter Noxe ist eine Übersichtsanalyse (GC-MS) zu empfehlen.

Biochemisches Effektmonitoring bei Belastung mit Umweltschadstoffen

Umweltbelastungen können zu Störungen des Gleichgewichtes zwischen Radikalbildung und Radikalabbau führen. Vermehrtes Auftreten von freien Radikalen kann zu äußerst schädigenden Wirkungen auf zellulärer Ebene führen. Man spricht in diesen Fällen von "Oxidativem Streß". Folgende Krankheiten und Prozesse gehen mit erhöhten Radikalkonzentrationen einher:

Altern

Cardiovaskuläre Erkrankungen

Gastroenterale Erkrankungen

Hautkrankheiten

Immunologische Erkrankungen

Infektionskrankheiten

Infertilität

Karzinogenese

Lebererkrankungen

Mutagenese

Neurologische Erkrankungen

Rheumatische Erkrankungen

Umweltschadstoffe

Ver- und Entgiftungen

Diagnostische Möglichkeiten zur Abklärung der oxidativen Belastung sind:

Belastungsparameter

Malondialdehyd

Mercaptursäuren

DNA-Addukte (in Vorbereitung)

Entgiftungskapazität

Superoxid dismutase

Glutathion peroxidase

Glutathion-S-Transferase

P 450-Cytochromoxidase

(Coffein-Atem-Test)

Glutathion

Autioxidative Versorgung

Vitamin E

Vitamin C

β-Carotin

Coenzym Q10

Selen

Probennahme

1. Hausstaub: Dieses Material eignet sich aufgrund der Adsorptionskapazität sehr gut für Screening-Untersuchungen verschiedener Umweltgifte.
Vorgehen: Fußboden gründlich saugen. Dann eine Woche nicht staubsaugen. Raum wie sonst bewohnen. Nach einer Woche mit neuem Staubsaugerbeutel saugen. Staubsaugerbeutel mit gesamten Inhalt in Alufolie verpackt an unser Labor schicken.
Wichtig: Nicht auf Spanplatten oder mit Holzschutzmitteln behandeltem Holz saugen. 5 - 6 Stunden vor dem Staubsaugen nicht lüften. 10 - 12 Stunden vorher nicht rauchen.
(Wenn möglich gesamte Fläche angeben).
2. Fettgewebe 2 g nach Probeexcision im trockenen, gut verschlossenen Röhrchen einsenden.
3. Holzproben
 - a) Raspelspäne von mit Holzschutzmitteln behandelten Hölzern mit grober Raspel an verschiedenen Stellen 2 - 3 mm tief abraspeln und in Alufolie verpackt einsenden (ca. 5g)
 - b) Holzteil Stücke von ca. 5 x 5 cm in Alufolie gut verpacken
 - c) Hobelspäne siehe a)Bedingungen für eine repräsentative Probennahme auf Anfrage
4. Heimtextilien Stück von ca. 5 x 5 cm in Aluminiumfolie verpackt einsenden.
(Teppiche, Bodenbeläge, Gardinen, Tapeten etc.)
5. andere Materialien auf Anfrage
6. Raumluft siehe Raumluftmessungen
7. Speichel siehe Kaugummi-Test
8. Harn siehe auch DMPS-Test

9. Blut
- a) EDTA-Blut für die Bestimmung von Holzschutzmitteln und polychlorierten Biphenylen (PCBs).
Bitte Spezialröhrchen anfordern.
- b) Oxalat-Blut für die Bestimmung von organischen Lösungsmitteln im Blut. Bitte Spezialröhrchen (Rollrandröhrchen) anfordern.
10. Schimmelpilze
- Petrischale mit Spezial-Agar öffnen, 60 Minuten in der Mitte des Raumes aufstellen, danach den Deckel wieder auf die Petrischale legen und rundherum (z.B. mit Tesa-Film) luftdicht verschließen. Für die Auswertung werden das Datum und die Ortsbezeichnung der Probennahme benötigt.

Achtung! Für Metallanalysen bitte alle Materialien immer in Plastikgefäßen versenden.