
ARBEITSMEDIZIN NACH UVG (BERUFSKRANKHEITEN UND ARBEITSMEDIZINISCHE VORSORGE)

Lernziele:

- 1** Die wichtigsten Berufskrankheiten und Vergiftungsmöglichkeiten kennen

- 2** Den praktischen Ablauf, sowie allfällige Konsequenzen bei Verdacht auf Berufskrankheiten kennen

- 3** Stellenwert sowie Art und Weise der Durchführung der arbeitsmedizinischen Vorsorge kennen. Stellenwert des Grenzwertkonzeptes (MAK) inkl. biologische Überwachung am Arbeitsplatz (BAT) kennen

INHALTSVERZEICHNIS

A) BERUFSKRANKHEITEN		
1	BERUFSKRANKHEITEN DURCH CHEMISCHE EINWIRKUNGEN	3
1.1	Mechanismen der Gesundheitsgefährdung durch chemische Arbeitsstoffe	3
1.2	Hauterkrankungen	4
1.3	Erkrankungen der Atemwege (ohne Staublungen)	7
1.4	Vergiftungen	10
2	STAUBLUNGEN	13
2.1	Allgemeines über Einwirkungen durch Stäube	13
2.2	Silikose	14
2.3	Asbeststaub	14
2.4	Exposition mit Hartmetallstaub	15
3	BERUFLICH VERURSACHTE KREBSERKRANKUNGEN	16
4	ERKRANKUNGEN DURCH PHYSIKALISCHE EINWIRKUNGEN	17
4.1	Wirkung von ionisierenden Strahlen auf den Menschen	17
4.2	Erkrankungen durch Vibrationen	19
4.3	Lärmschwerhörigkeit	19
4.4	Berufskrankheiten am Bewegungsapparat	19
5	INFEKTIONSKRANKHEITEN	20
B) VERHÜTUNG VON BERUFSKRANKHEITEN AUS ARBEITSMEDIZINISCHER SICHT		
		20
1	Die Grundpfeiler der Arbeitsplatzbeurteilung	21
2	MAK-Werte	22
3	Biologische Überwachung am Arbeitsplatz / BAT-Werte	23
4	Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung	25
5	Medizinische Berufsunfallprophylaxe	26
6	Beizug von Arbeitsärzten und anderen Spezialisten der Arbeitssicherheit	27
C) BERUFSASSOZIIERTE GESUNDHEITSSTÖRUNGEN (BAGS)		28
	Beispiele	

Für weitere Informationen besuchen Sie unsere Home-Page www.suva.ch

A **Berufskrankheiten**

Der Begriff der Berufskrankheit ist im Unfallversicherungsgesetz (UVG) in Art. 9.1 und Art. 9.2 definiert. Eine Berufskrankheit liegt gemäss Art. 9.1 UVG dann vor, wenn eine Krankheit vorwiegend, d. h. zu mehr als 50% durch bestimmte Stoffe und Arbeiten bei der beruflichen Tätigkeit verursacht worden ist. Diese Stoffe und Krankheiten sind in der Liste der schädigenden Stoffe und arbeitsbedingten Erkrankungen in Anhang 1 der Verordnung über die Unfallversicherung UVV aufgeführt. Gemäss Art. 9.2 UVG können auch andere Krankheiten als Berufskrankheit anerkannt werden, wenn nachgewiesen wird, dass sie ausschliesslich oder stark überwiegend, d. h. zu mehr als 75% durch die berufliche Tätigkeit verursacht worden sind.

1 **BERUFSSKRANKHEITEN DURCH CHEMISCHE EINWIRKUNGEN**

1.1 **Mechanismen der Gesundheitsgefährdung durch chemische Arbeitsstoffe**

- **Toxische Wirkung:** Die toxische Wirkung ist dadurch charakterisiert, dass sie bei übermässiger Einwirkung eines Stoffes bei der ganz überwiegenden Zahl der Arbeitnehmenden auftritt, die Schädigung bereits bei der ersten Einwirkung auftreten kann, bei wiederholten Einwirkungen die Wirkung im Organismus mehr oder weniger gleich stark ist und vor allem die Wirkung im Organismus abhängig von der Dosis ist. Damit kann für die toxische Wirkung eines Arbeitsstoffes eine Dosis-Wirkungskurve angegeben werden.
Für die toxische Wirkung kann ein Schwellenwert der Dosis angegeben werden, unterhalb welchem kein Effekt beobachtet werden kann (no observed adverse effect level NOAEL). Diese Dosis-Wirkungsbeziehung für die toxische Einwirkung ist auch die Grundlage für die Erarbeitung von maximalen Arbeitsplatz-Konzentrationswerten (MAK-Werte, siehe Abschnitt C).
- **Allergie:** Die Überempfindlichkeitsreaktion im Sinne einer Allergie tritt im Gegensatz zur toxischen Wirkung nur bei Arbeitnehmenden auf, welche aufgrund von wiederholten Kontakten überempfindlich geworden sind (Sensibilisierung). Die Überempfindlichkeit kommt durch eine krankhafte Steigerung einer Reaktion des immunologischen Abwehrsystems zustande. Im Gegensatz zur toxischen Wirkung nehmen die Erscheinungen der Überempfindlichkeit bei wiederholten Einwirkungen im Allgemeinen zu. Die Reaktion ist nur bedingt dosisabhängig, indem bereits bei sehr geringen Expositionen der Schwellenwert für die Auslösung der allergischen Reaktion erreicht werden kann. Die Wirkung im Organismus hängt dann weniger von der einwirkenden Dosis, sondern von der Heftigkeit der immunologischen Reaktionen ab. Dies ist deshalb von Bedeutung, weil auch bei Expositionen deutlich unterhalb der

MAK-Werte allergische Reaktionen eintreten können. In der Grenzwert-Liste sind Stoffe, welche zu allergischen Reaktionen führen können, mit dem Symbol S (sensibilisierende Arbeitsstoffe) gekennzeichnet.

1.2 Hauterkrankungen

1.2.1 Toxische Wirkung: Abnützungsdermatose

Die Haut weist gegen schädliche Einflüsse von aussen 3 wichtige Schutzbarrieren auf:

- **Wasserbarriere:** Sie verhindert die Austrocknung der Haut respektive des ganzen Organismus. Die Wasserbarriere wird angegriffen durch entfettend wirkende Stoffe wie Lösungsmittel und Detergentien.
- **Laugenbarriere (Säureschutzmantel):** Im Bereich der Hautoberfläche ist das Milieu leicht sauer (pH ungefähr 5,5). Durch starke, dauerhafte, alkalische Wirkungen wird dieser Säureschutzmantel angegriffen, also z.B. durch Seifen, Haushaltwaschmittel, Zement, alkalische Betonzusatzstoffe, Kühlschmiermittel.
- **Mechanische Barriere:** Die intakte oberste Hornschicht der Haut ist wichtig für die Abwehr gegen toxische oder allergen wirkende Stoffe. Durch starke mechanische Beanspruchung und auch ungünstige Hautreinigung, z.B. mit Sandseife, können Defekte in der Hornschicht entstehen, welche dann toxische und allergische Hautschäden weiter begünstigen.

Bei der andauernden Einwirkung von entfettenden, alkalischen und mechanisch stark beanspruchenden Noxen können die 3 Schutzbarrieren der Haut zerstört werden. Die Haut wird trocken, gerötet, weist Schuppen auf, es kommt zu Rissbildungen (Rhagaden) und schliesslich zum Vollbild eines als Abnützungsdermatose bezeichneten Ekzems. Die Abnützungsdermatose findet sich nur am Ort der Einwirkung, Streuherde treten keine auf.

Bei kurzfristiger Einwirkung stark saurer oder stark alkalischer Stoffe kann eine akute toxische Dermatitis entstehen mit Rötung, Blasenbildung, eventuell mit Verschorfungen und tiefreichenden Hautdefekten (Verätzungen).

1.2.2 Allergische Hauterkrankung: Allergisches Kontaktekzem

Voraussetzung für die Entstehung eines allergischen Ekzems ist wie bei allen Allergien der wiederholte Hautkontakt mit dem Arbeitsstoff und das Zustandekommen einer Sensibilisierung. Ob eine Sensibilisierung auftritt, hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- der Potenz und Verbreitung des allergenen Stoffes
- der Intensität des Hautkontaktes
- dem Hautzustand (Zustand der Schutzbarrieren)
- der Disposition des einzelnen Arbeitnehmenden

Das allergische Kontaktekzem ist charakterisiert durch Juckreiz, Rötung, bei etwas stärkerer Ausprägung durch das Auftreten von Knötchen und Bläschen; nach dem Aufspringen der Bläschen nässt die Haut. Es kann zu Schuppungen und Rissbildungen kommen. Durch den Entzündungsprozess wird die Haut verdickt. Primär tritt das allergische Kontaktekzem an den Kontaktstellen auf, vor allem an den Streckseiten der Finger und auf dem Handrücken. Häufig kommt es zu einer Ausbreitung auf die Vorderarme und Oberarme. Bei Einwirkung von Dämpfen und Gasen wird auch das Gesicht und der Hals betroffen. Im Gegensatz zur Abnutzungsdermatose können beim allergischen Kontaktekzem Streuherde am ganzen Körper auftreten. Häufigste Ursachen des allergischen Kontaktekzemes sind: Epoxidharze (wie z.B. in Klebstoffen, Spezialmörtel, Leiterplatten, Schutzanstrichen); Kühlschmiermittel; Coiffeursubstanzen (Bleichmittel, Färbemittel, Dauerwellwasser). Gummiadditive (Gummihandschuhe, Dichtungen, Pneus usw.); Nickel (Galvanik, seltener nickelhaltige Legierungen).

Durch meist dem Spezialarzt vorbehaltene Hauttests mit Standardsubstanzen und Arbeitsstoffen kann eine Allergie eines Arbeitnehmenden auf bestimmte Arbeitsstoffe festgestellt werden.

Bei Auftreten eines allergischen Kontaktekzemes hängt die weitere Eignung des Arbeitnehmenden für die Ausübung der bisherigen Tätigkeit von verschiedenen Faktoren ab. Gründe für eine Nichteignungsverfügung sind wiederholte schwere Ekzemschübe mit Arbeitsunfähigkeit trotz optimaler Hautschutzmassnahmen, eine Sensibilisierung gegenüber verschiedenen Arbeitsstoffen sowie das Auftreten von Streuherden.

Andere Berufskrankheiten der Haut

Seltener können auch folgende Krankheitsbilder beobachtet werden:

- **Nesselfieber** (Urticaria): eine beruflich bedingte Urticaria kann sowohl durch direkten Hautkontakt wie auch nach Einatmen von flüchtigen Ar-

beitsstoffen auftreten. Typische Beispiele sind die Latex-Allergie und urticarielle Reaktionen nach Kontakt zu tierischen Proteinen.

- **Akne:** Ursachen: Mineralöle, Teer, Chlorderivate bestimmter aromatischer Kohlenwasserstoffe. Verursachung im allgemeinen durch ungenügende Arbeitshygiene, nach Verbesserung der Arbeitshygiene meistens Besserung. Heute selten.

1.2.4 Hautschutzmassnahmen

Hautschutzmassnahmen haben zum Ziel, die Hautschädigung durch toxische Substanzen resp. deren Resorption durch die Haut zu verhindern sowie das Eindringen von allergen wirkenden Stoffen in die Haut zu vermindern. Es wird auf die Suva-Publikation "Hautschutz bei der Arbeit" verwiesen. Wichtige Prinzipien sind:

- Fernhalten von akut hauttoxischen Einwirkungen, von entfettenden Einwirkungen und von hautresorptiven Substanzen. Der Hautkontakt mit solcherart wirkenden Arbeitsstoffen ist durch Substitution, technische und organisatorische Massnahmen möglichst gering zu halten. Bei starker Hautbelastung und insbesondere bei Kontakt mit möglicherweise ätzenden, infektiösen und karzinogenen Stoffen sind Handschuhe zu tragen (vor Anziehen der Handschuhe Reinigung der Hände, Auswahl des richtigen Handschuhtyps, bei starkem Schwitzen respektive empfindlicher Haut gefütterte Handschuhe oder Tragen von Baumwollhandschuhen unter den Schutzhandschuhen).
- Hautschutzpräparate (Crème, Salbe, Schaum): Solche Hautschutzmittel können, vor der Arbeit und zwei- bis dreistündlich wiederholt während der Arbeit aufgetragen, gefährdende Einwirkungen auf die Haut, insbesondere bei Feuchtarbeit und bei hautverschmutzender Arbeit, vermindern.
- Hautreinigung: Hierzu sind gut reinigende aber auch hautschonende Präparate auszuwählen. Das Präparat ist dem Grad der Hautverschmutzung anzupassen. Auf hautscheuernde Reinigungsmittel und organische Lösungsmittel ist zu verzichten.

Durch konsequente Hautschutzmassnahmen kann eine Abnützungsdermatose weitgehend verhindert werden. Wenn die natürlichen Schutzbarrieren gut erhalten sind, können auch sensibilisierende Schadstoffe weniger gut in die Haut eindringen. Die Häufigkeit von allergischen Hauterkrankungen kann damit gesenkt werden.

1.3 Erkrankungen der Atemwege (ohne Staublungen)

1.3.1 Durch toxische Mechanismen verursachte Atemwegserkrankungen

Durch die akute oder chronische Einwirkung von atemwegsreizenden Stoffen können Krankheiten in den Atemwegen auftreten:

- obere Atemwege: Reizung der Nasenschleimhaut, des Rachens, des Kehlkopfes
- untere Atemwege: Reizung der Luftröhre (Tracheitis) sowie der Bronchien (Bronchitis)
- Schädigung des Lungengewebes (Lungenbläschen, Lungengefäße): z.B. toxische Alveolitis.

Bei einer akuten Einwirkung durch atemwegsreizende Stoffe können folgende Beschwerden auftreten: Niesreiz, Brennen in der Nase, verstopfte Nase; Reizgefühl im Rachen, Rachenschmerz, Heiserkeit, Räusperzwang, Hustenreiz, pfeifende Atmung, Druckgefühl in der Brust, Atemnot und Auswurf, in extremen Fällen durch die auftretende Lungenüberwässerung (Lungenödem) schwere Atemnot, Erstickungsgefühl und Tod.

Beispiele von atemwegsreizenden Arbeitsstoffen sind:

- leichtflüchtige organische Arbeitsstoffe wie Acetaldehyd, Acrolein, Formaldehyd, Phosgen
- schwerflüchtige organische Arbeitsstoffe wie Dimethylsulfat, organische Säureanhydride (Phthalsäureanhydrid), Härter für Epoxidharze, Isozyanate
- leichtflüchtige anorganische Arbeitsstoffe wie Ammoniak, Chlorwasserstoffe, Halogene (Chlor, Brom, Jod), Nitrose Gase, Schwefeldioxid, Schwefelwasserstoff
- schwerflüchtige anorganische Arbeitsstoffe wie Säuren und Basen (Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Natronlauge, Kalilauge).

Bei einer akuten toxischen Einwirkung auf die Atemwege haben im Allgemeinen wasserlösliche atemwegsreizende Substanzen wie Ammoniak, Schwefeldioxid, Formaldehyd oder Halogene eine deutliche Reizwirkung bereits auf die oberen Atemwege und auch auf die Augenbindehaut, was vom Betroffenen bemerkt wird (Warneffekt). Andere Arbeitsstoffe, welche weniger gut wasserlöslich sind, weisen diesen Warneffekt unter Umständen nicht auf (Nitrosegase, Phosgen). Ein Lungenödem kann sich auch erst mehrere Stunden nach der Inhalation von letztgenannten Stoffen manifestieren. Aus

diesem Grund müssen Arbeitnehmende nach einer relevanten Exposition gegenüber diesen Substanzen bis zu 48 Stunden nach dem Ereignis in einem Spital überwacht werden.

1.3.2 Allergische Erkrankungen der Atemwege

Berufsbedingte allergische Erkrankungen an den Atemwegen treten vor allem auf drei Ebenen auf:

- obere Luftwege: allergische Reaktion der Nasen- und Rachenschleimhaut (analog Heuschnupfen)
- untere Luftwege: Asthma bronchiale
- Lungengewebe: allergische Alveolitis

Die allergische Nasenschleimhautreaktion tritt vor allem bei Einwirkung von natürlichen Allergenen (sog. hochmolekulare Allergene; pflanzliche und tierische Allergene) auf, häufig als Vorstufe vor dem gefährlicheren Asthma bronchiale. Die Krankheitszeichen sind Niesreiz, Laufen der Nase sowie verlegte Nasenwege, mit Arbeitsabhängigkeit auftretend (meistens als Sofortreaktion bereits nach kurzer Zeit der Einwirkung; über das Wochenende, an arbeitsfreien Tagen sowie während der Ferien keine Beschwerden). Bei natürlichen Allergenen bildet die allergische Nasenschleimhautreaktion somit eine Vorstufe zum Asthma bronchiale im Sinne eines Warneffektes. Bei industriellen Allergenen (sog. niedermolekulare Allergene) fehlt die allergische Nasenschleimhautreaktion häufig.

Das Bronchialasthma ist klinisch charakterisiert durch Anfälle von Atemnot und Husten, einem Druckgefühl in der Brust und häufig zudem auch durch Atemnot bei körperlicher Anstrengung. Das Bronchialasthma entsteht durch eine Verengung der Bronchien durch Zusammenziehen der Bronchialmuskulatur, Schwellung der Schleimhäute sowie Verstopfung der Bronchien durch zähen Schleim. Durch die behinderte Ausatmung entsteht eine pfeifende Atmung sowie subjektiv Atemnot. Das Asthma bronchiale kann sowohl spontan wie auch durch äussere berufliche oder nicht berufliche Einwirkungen entstehen. Zusätzlich sind Asthmatiker durch eine unspezifische Überempfindlichkeit der Atemwege häufig auch auf alle andern unspezifischen atemwegreizenden Arbeitsstoffe (Inertstaub (siehe unten), Rauch, Dampf etc.) vermehrt empfindlich.

Das beruflich verursachte Asthma bronchiale ist charakterisiert durch einen Fahrplan der Atembeschwerden: bei einer Sofortreaktion treten die asthmatischen Beschwerden Minuten bis Stunden nach Beginn der Arbeitsplatzexposition auf; häufig können aber auch Spätreaktionen beobachtet werden, die Atembeschwerden sind dann abends und zum Teil auch nachts nach ei-

ner am Tag zuvor erfolgten beruflichen Exposition maximal ausgeprägt. Ein Wochenfahrplan mit Besserung der Beschwerden an den Wochenenden liegt zu Beginn der Erkrankung meistens vor, während der Ferien klingen die Atembeschwerden ebenfalls innerhalb weniger Tage häufig ab. Bei andauernder Exposition gegenüber den auslösenden Stoffen nimmt die Entzündung laufend zu und kurze Abwesenheiten vom Arbeitsplatz führen nicht mehr zur Besserung der Symptomatik. Es muss darauf hingewiesen werden, dass die frühe Diagnose des Bronchialasthmas und die Vermeidung der Exposition gegenüber den auslösenden Substanzen, die Heilungschancen deutlich verbessern kann!

Häufigste Ursachen des beruflichen Bronchialasthma sind:

- tierische Produkte: Kontakt mit Haar, Schuppen, Urin der Tiere (Laborpersonal)
- pflanzliche Produkte: Weizen- und Roggenmehl (Bäcker, Müller), Holzstaub (Schreiner, weitere holzverarbeitende Berufe), Baumwolle (Textilindustrie), Pflanzenbestandteile (Gärtner, Arbeitnehmende in der Landwirtschaft)
- industrielle organisch-chemische Stoffe: **Isozyanate** (Härter in 2-Komponenten-Lacken: Automaler, Lackierer in Schreinereien), Polyurethanschaumstoffe (Isolationen, Verpackungen), **Epoxidharze** (Klebstoffe, Spezialmörtel, Elektronikindustrie), **Kolophonium** (Weichlöten, Kosmetika), **Formaldehyd** (Spanplatten, Giesserei, Kontakt mit Phenol-Formaldehydharzen)
- industrielle anorganisch-chemische Stoffe: Platinsalze (Platinraffination), Nickel und Chromsalze (galvanische Industrie), Salzsäure (Erhitzen von PVC)

Die Abklärung, ob ein Berufsasthma vorliegt, stützt sich auf das Beschwerdebild (Arbeitsabhängigkeit der asthmatischen Atemwegsreaktion), die Dokumentation einer Überempfindlichkeit der Atemwege (Lungenfunktionsteste im ärztlichen Labor), die Dokumentation der Arbeitsabhängigkeit der allergischen Atemwegsreaktionen mittels "Peakflow"-Messgerät (Protokollführung der Flussraten mit einfachem Lungenfunktionsgerät über Tage bis Wochen), Allergietestungen (im Falle von Allergien gegenüber tierischen und pflanzlichen Produkten aufschlussreich, bei industriellen organischen und anorganisch-chemischen Stoffen wenig aufschlussreich), und allenfalls auf direkte Provokationsteste (Exposition der Arbeitnehmenden unter Laborbedingungen mit den Arbeitsstoffen, Dokumentation von Lungenfunktionsveränderungen nach Einatmen der möglichen asthmaauslösenden Substanzen). Im allgemeinen bedeutet die Diagnose eines Berufsasthmas für den Arbeitnehmenden, dass er den asthmaauslösenden Berufsstoff völlig meiden muss (Nichteignungsverfügung).

Die allergische Alveolitis ist ein verhältnismässig seltenes Krankheitsbild, charakterisiert durch eine Entzündungsreaktion der Lungenbläschen, welche die Sauerstoffaufnahme behindert. Beschwerden sind Atemnot, Husten Auswurf, Fieberschübe und Schüttelfröste, häufig zusätzlich allgemeine Müdigkeit, Gelenkschmerzen und Muskelschmerzen. Typische Auslöser sind Pilze und Bakterien in Klimaanlagen und Luftbefeuchtern, in schimmeligem Heu und Holz (Farmerlunge), sowie z.B. Käseschimmel (Käsewäscherlunge). Auch industrielle Stoffe wie Isozyanate oder andere Kunststoffbestandteile (Trimellitsäureanhydrid) können zum Krankheitsbild führen. Die Diagnose einer beruflich bedingten Lungenbläschenallergie bedeutet für den Arbeitnehmenden ebenfalls, dass er den auslösenden Stoff völlig meiden muss (Nichteignungsverfügung). Auch hier ist eine frühe Diagnose mit einer besseren Heilungschance verbunden.

1.4 Vergiftungen

1.4.1 Allgemeines

- Arbeitsstoffe können nur dann zu Vergiftungserscheinungen im Organismus führen, wenn sie in den Organismus aufgenommen werden. Die Aufnahme von Arbeitsstoffen geschieht hauptsächlich über die Atemwege (Lungenbläschen-Lungengefässe); bestimmte Stoffe werden aber auch über den Magen-Darm-Trakt (z.B. Fluoride, Schwermetalle), und über die Haut in erheblichem Masse aufgenommen (z.B. Lösungsmittel, aromatische Amine, Phenol, Organophosphate). Die unterschiedliche Aufnahme durch die Atemwege bei vermehrter körperlicher Anstrengung sowie die Möglichkeit der Aufnahme durch den Magen-Darm-Trakt und die Haut sind Gründe dafür, warum für die Beurteilung der Gesundheitsgefährdung am Arbeitsplatz nicht nur die Raumluftmessung, sondern auch die biologische Überwachung eingesetzt werden muss (siehe Kapitel C, Biologische Überwachung).
- Im Allgemeinen tritt die toxische Wirkung nur an bestimmten Zielorganen auf. Diese sind z.B. für Bleiexposition das Nervensystem und das blutbildende System im Knochenmark, für Quecksilberexposition die Lungen sowie die Nieren und für Lösungsmittelexposition vorwiegend das zentrale und periphere Nervensystem sowie die Leber.
- Gemäss den unter 3.1 erläuterten Mechanismen kann für die "Giftwirkung" ein Schwellenwert definiert werden (Paracelsus: Nur die Dosis macht das Gift). Die toxische Wirkung ist also abhängig von der einwirkenden Dosis, wobei entscheidend nicht die äussere auf den Körper einwirkende, sondern die aufgenommene Dosis ist.

- Beachtet werden müssen besonders auch Mischexpositionen, da Interaktionen unter verschiedenen Stoffen auftreten können. Dies kann zur Verstärkung oder aber Abschwächung der toxischen Wirkung führen. Für den Arbeitsmediziner von besonderer Bedeutung ist die Erfragung des Alkoholkonsums, da Ethanol - notabene ein Lösungsmittel - zahlreiche Interaktionen aufweist. Das gleiche gilt für diverse Medikamente.

1.4.2 Lösungsmittel

Lösungsmittel haben eine ausgesprochen grosse Verbreitung, z.B. in der Metallindustrie (Reinigung, Entfettung), bei der Herstellung und Verwendung von Farben und Lacken, in der Produktion von Klebstoffen, Gummi, Leder, Kunststoffen, in der chemischen Industrie sowie in der chemischen Reinigung.

Typische Vertreter sind: aromatische Kohlenwasserstoffe (Benzol, Toluol, Xylol, Styrol), aliphatische Kohlenwasserstoffe (Hexan, Benzine), Alkohole, Ketone (Methyl-Ethyl-Keton, Methyl-Isobutyl-Keton), sowie halogenierte Kohlenwasserstoffe (Trichlorethen, Perchlorethen, Methylenchlorid, 1,1,1-Trichlorethan).

Lösungsmittel werden vorwiegend durch die Atemwege in den Organismus aufgenommen, zum Teil jedoch auch durch direkten Hautkontakt (Kennzeichnung in der MAK-Liste mit dem Symbol H).

- Krankheitsbild bei akuter Einwirkung: eine vorübergehend zu hohe Lösungsmittelexposition führt graduell bei allen Lösungsmitteln zu Übelkeit, Brechreiz, Erbrechen, Kopfweh; zum Teil zu Reizung der Schleimhäute, der Augen und der Atemwege; zu Schwindelgefühl, Unsicherheitsgefühl, Gleichgewichtsstörungen; zum Teil zu Alkoholüberempfindlichkeit (Trichlorethen); bei schweren Lösungsmittelintoxikationen können Bewusstseinstörungen bis zur Ohnmacht auftreten, unter Umständen auch ein Atemstillstand und damit der Tod. Eine besondere Gefahr können Herzrhythmusstörungen bilden, welche tödlich verlaufen können (besonders bei chlorierten Kohlenwasserstoffen wie dem Trichlorethen).
- Krankheitsbilder bei langdauernder Einwirkung: Hier stehen vor allem spezifische Organsymptome im Vordergrund:
 - Allgemeine Lösungsmittelwirkung: bei jahrelanger, sehr intensiver (weit über dem MAK-Wert liegender) Lösungsmittelinwirkung Abbauerscheinungen im Bereich des zentralen Nervensystems.

- Bei einzelnen Lösungsmitteln können weitere Organsysteme betroffen werden: Benzolexpositionen haben zu Störungen der Blutbildung sowie auch zu Blutkrebs geführt (deshalb weitgehende Eliminierung von Benzol am Arbeitsplatz), Exposition mit Hexan und Methyl-Butyl-Keton kann mit Schäden des peripheren Nervensystems einhergehen (Lähmungen, Gefühllosigkeit); besonders halogenierte Verbindungen können zu Leberreizungen und Leberschädigungen führen. Nitro- und Aminoverbindungen des Benzols (nicht Nitroverdünner!) führen zu Oxydierung des Eisens im Blutfarbstoff (Methämoglobin) und damit zu einer eingeschränkten Sauerstoffversorgung des Organismus. Zudem besteht bei Lösungsmitteln eine gewisse Suchtgefahr (Beispiele: Toluol, Trichlorethen, Hexan). Schwefelkohlenstoff kann zu Atherosklerose führen.

1.4.3 Erkrankungen durch Metalle

Die Giftwirkung der Metalle kommt vor allem durch eine Hemmung von Enzymen in den Zellen des Organismus zustande. Die Metalle werden einerseits aus Stäuben/Räuchen/Dämpfen via Atemweg in den Organismus aufgenommen, andererseits bei ungenügender persönlicher Arbeitshygiene (Verschmutzung der Hände, Rauchen und Essen am Arbeitsplatz) auch in erheblichem Ausmass durch den Magen-Darm-Trakt. Die wichtigsten Metallvergiftungen sind beschrieben worden durch:

- **Blei und seine Verbindungen:** Verwendung vor allem in Akkumulatorfabriken, Metallindustrie und Kunststoffindustrie. Zielorgane sind das blutbildende System (Blutarmut = Anämie), der Verdauungstrakt (Appetitlosigkeit, kolikartige Bauchschmerzen, Verstopfung), das Nervensystem (Lähmungen der peripheren Nerven, vor allem Vorderarme betroffen; zentralvenöse Beschwerden wie Schlaflosigkeit, Kopfschmerzen und Schwindel), sowie die Niere (in der Regel sich zurückbildende Nierenfunktionsstörungen). Zu beachten ist auch die embryotoxische Wirkung. Dank technischer Massnahmen am Arbeitsplatz sowie auch der biologischen Überwachung der bleiexponierten Arbeitnehmenden, mit der eine unzulässige innere Bleibelastung frühzeitig vor Auftreten von Vergiftungserscheinungen festgestellt werden kann, treten Bleivergiftungen heutzutage nur noch selten auf.
- **Quecksilber und seine Verbindungen:** Verwendung in der chemischen Industrie, Chloralkalielektrolyse, Batteriefabrikation, Munitionsherstellung. Aufnahme durch Einatmung der Dämpfe und Stäube, in geringerem Umfang auch Aufnahme durch Haut und Magen-Darm-Trakt. Vor allem Einwirkung auf das zentrale Nervensystem mit Zittern, erhöhter Reizbarkeit, Herzklopfen, Schwitzen, Schlafstörungen,

schliesslich chronischem Gehirnabbau. Daneben können auch Funktionsstörungen an Nieren, Leber und Verdauungstrakt auftreten. Heute, ebenfalls dank technischer Massnahmen am Arbeitsplatz sowie biologischer Überwachung mit frühzeitiger Erkennung von unzulässigen Expositionen, ein sehr seltenes Krankheitsbild.

1.4.4 Erkrankungen durch Erstickungsgase

Nach ihrer Wirkungsweise können zwei Gruppen von Erstickungsgasen unterschieden werden:

- Inerte erstickend wirkende Gase: Diese verdrängen den Sauerstoff in der Atmosphäre (z.B. Stickstoff, Methan, Argon, Helium). Leichte Beschwerden (Atemnot, Konzentrationsstörungen) bei Sauerstoffgehalt unter etwa 14 % in der Luft, stärkere Beschwerden (Übelkeit, Erbrechen, Bewusstlosigkeit, Krämpfe) bei Sauerstoffgehalt unter etwa 10 %, ein Sauerstoffgehalt von weniger als 7 % führt in wenigen Minuten zum Tode.
- Gase, welche eine innere Erstickung verursachen: Kohlenmonoxid verhindert den Transport von Sauerstoff durch Bindung an den roten Blutfarbstoff (Hämoglobin). Schwefelwasserstoff und Blausäure führen zu einer Hemmung der Zellatmung.

2 STAUBLUNGEN

2.1 Allgemeines über Einwirkung durch Stäube

Entscheidend für die biologische Wirkung im Organismus sind

- die Eigenschaften des Staubes
- die Menge und Dauer der Staubeinwirkung
- die Partikelgrösse des Staubes

Stäube können folgende Eigenschaften haben:

- Inertstaub (z.B. Kreide, Gips, Korund): Inertstäube führen nur bei hoher Einwirkung über dem allgemeinen Staubgrenzwert zu einer unspezifischen Reizwirkung der Atemwege (Hustenreiz, Auswurf), jedoch nicht zum Bild einer Staublung durch vermehrte Bindegewebsbildung. Allerdings können bei Menschen mit Erkrankungen der Atemwege bereits bei geringeren Einwirkungen die vorhandenen Symptome verstärkt werden.

- Stäube mit sensibilisierender Wirkung (Mehlstaub von Weizen und Roggen, Stäube von Baumwolle/Hanf/Flachs; Enzyme): Sensibilisierende Stäube können zu Atemwegsallergien führen (siehe Abschnitt 3.3).
- Fibrogener Staub: Diese Stäube können durch Bindegewebsneubildung in der Lunge zu echten Staublungen führen. Beispiele sind Quarzstaub (Silikose), Asbeststaub, Hartmetallstaub, Aluminiumstaub, Graphitstaub.

Die Menge des einwirkenden Staubes ist sowohl für die Inertstaubwirkung (unspezifische Reizwirkung) wie auch für die fibrogene Wirkung (Staublungenge) für die Gesundheitsgefährdung entscheidend. Analog der toxischen Einwirkung durch chemische Stoffe (siehe Abschnitt 3.1) besteht zwischen Einwirkung und gesundheitlichen Folgen eine Dosiswirkungsbeziehung.

Die Partikelgrösse des Staubes bestimmt, wo der Staub im Atemwegsystem einwirken kann. Einatembarer Staub (Partikelgrösse $<100\ \mu\text{m}$) wird vor allem im Bereich der Nase, des Rachens und des Kehlkopfes deponiert, feinerer Staub vorwiegend im Bereich der Luftröhre und der Bronchien. Staubpartikel von der Grösse von etwa $1 - 7\ \mu\text{m}$ werden vor allem in den Lungenbläschen deponiert (Alveolarstaub). Partikel unter $1\ \mu\text{m}$ Grösse werden im allgemeinen wieder ausgeatmet. Der sog. Feinstaubanteil am Gesamtstaub entspricht in etwa dem alveolengängigen Staub und gibt die entscheidende Auskunft für die Beurteilung der Staublungengefährdung.

2.2 Silikose

Die Silikose wird durch Einwirkung von freiem Siliziumdioxid (Quarz, Cristobalit, Tridymit) hervorgerufen. Das Silikoserisiko hängt ab von der Menge des einwirkenden Feinstaubes, vom Quarzgehalt des Staubes, von der Dauer der Staubexposition sowie von individuellen Faktoren des Betroffenen. Ein Silikoserisiko besteht in folgenden Bereichen: Untertagebau (Stollen, Bergwerk), Steingewinnung und -Bearbeitung (Steinbrüche), Giessereien, Keramische Industrie, Fassadenreinigung, Betonbohren und -schleifen.

Kristallines Siliziumdioxid führt zur Bildung von Bindegewebsknoten im Lungengewebe. Bei geringgradiger Silikose bestehen häufig keine Atemwegsprobleme, bei ausgedehnteren Silikoseballungen in der Lunge treten eine einfache Bronchitis (Husten und Auswurf), eine obstruktive Bronchitis (zusätzlich Anstrengungsatemnot) und in schweren Fällen eine Ateminvalidität auf. Die erhöhte Krankheitsbereitschaft für Lungenentzündungen, für Tuberkulose, sowie eine Überlastung der rechten Herzkammer können dabei zusätzliche Probleme bilden. Bei Patienten mit Silikose ist das Risiko für Lungenkrebs erhöht.

In der Schweiz werden alle Arbeitnehmenden mit relevanter Quarzstaubexposition medizinisch überwacht. Die arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen finden vor Aufnahme der Staubarbeit sowie anschliessend alle 3 Jahre statt.

2.3 Asbeststaub

Chemie: Mineralische Fasern mit Inhaltsstoffen (Siliziumdioxid, Eisen, Magnesium, Kalzium), mit verschiedenen Varianten (Serpentinasbest: Chrysotil = Weissasbest; Hornblendeasbeste: Amphibole, wie Krokydolith = Blauasbest oder Amosit = Braunasbest). Typisch ist die Möglichkeit der Aufspaltung der Asbestfasern in feine Fibrillen.

Industrielle Verwendungen: Wegen der Hitzebeständigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Korrosion, mechanische Einflüsse und chemische Einflüsse sowie der geringen elektrischen Leitfähigkeit bis 1990 ausgedehnte Verwendung (feuerfeste Anzüge und Handschuhe, Hitzeschutzisolationen, elektrische Installationen, Dichtungen, Brems- und Kupplungsbeläge, Strassenmarkierungen, Filter, Asbestzementprodukte, Isolation von Gebäuden, Isolation von Eisenbahnwagen usw.).

Für die Wirkung auf die Atemwege ist nicht nur die Staubmenge wichtig, sondern auch die Fasergeometrie. Biologisch wirksam sind vor allem Fasern mit einer Länge von über 5 μm , einer Dicke unter 3 μm und einem Verhältnis der Länge zur Dicke von über 3/1.

Krankheitsbilder

- Asbeststaublunge = Asbestose: Entstehung durch diffuse Bindegewebsvermehrung im Lungengewebe, damit Einschränkung des Sauerstofftransportes zwischen Lungenbläschen und Lungengefässen. Für die Entstehung einer Asbestose ist eine jahrelange intensive (deutlich über dem MAK-Wert liegende) Exposition notwendig.
- Lungenkarzinom (Lungenkrebs): Beim Vorliegen einer Asbestose ist das Risiko eines Lungenkrebses erhöht. Eine besondere Gefahr besteht insbesondere dann, wenn zusätzlich zur Asbeststaubexposition noch geraucht wurde. Bei Arbeitnehmenden oder ehemaligen Arbeitnehmenden mit einem aufgrund der beruflichen Belastung sehr hohen Risiko für die Entwicklung eines Lungenkrebses, besteht die Möglichkeit der Früherkennung mittels Niedrigdosis-Computertomographie des Brustkorbes.
- Gutartige Brustfellerkrankungen: Umschriebene Brustfellverdickungen (Plaques) sind ein Indikator für eine Asbeststaubexposition, sie haben

selten eine Auswirkung auf die Atemwege und führen selten zu Symptomen.

- Mesotheliom des Brustfells (Brustfellkrebs): Das Mesotheliom kann auch ohne Staublung (Asbestose) auftreten, da eine kürzere und geringere Asbestfeinstaubexposition für die Verursachung eines Mesothelioms genügen kann. Wie bei anderen Berufskrebsen (siehe Abschnitt B 5) Auftreten erst nach einer langen Latenzzeit, häufig 20 bis 40 Jahre nach Beginn der Asbestexposition.
- Arbeitnehmende mit Asbeststaubexposition werden heute bei Sanierungsarbeiten bei Beginn und periodisch während der ersten 15 Jahre in 5 Jahresabständen, danach alle 2 Jahre arbeitsmedizinisch untersucht. Gestützt auf Art. 74 VUV werden auch nachgehende Untersuchungen nach Ende der Asbeststaubexposition durchgeführt.

2.4 Exposition mit Hartmetallstaub

Hartmetalle sind gesinterte Werkstoffe, welche sich aus hochschmelzenden Metallkarbiden (vor allem Wolframkarbid, Titankarbid und Tantalkarbid) und niederschmelzenden Bindemetallen (vor allem Kobalt) zusammensetzen. Berufskrankheiten durch Hartmetallstaubexpositionen können sowohl bei der Produktion des Hartmetalles selbst (Vorbearbeitung des noch nicht gesinterten Materials), wie auch bei der Nachbearbeitung des fertig gesinterten Materials (Trockenschleifen und Nassschleifen) auftreten.
Krankheitsbilder:

- Hartmetallstaublunge: Entstehung durch die fibrogene Wirkung von Hartmetallstaub, dosisabhängig, bei Einhalten der MAK-Werte nicht zu befürchten (heute seltene Erkrankung)
- Asthma bronchiale: Entstehung durch die Atemwegssensibilisierung durch Hartmetallstaub, auch bei Einhalten der MAK-Werte möglich.

Arbeitnehmende mit Exposition gegenüber Hartmetallstaub (Fabrikation und Bearbeitung) werden bei Eintritt sowie im allgemeinen 3-jährlich während der Exposition arbeitsmedizinisch untersucht und mittels biologischem Monitoring (vgl. Kapitel C) überwacht.

3 BERUFLICH VERURSACHTE KREBSERKRANKUNGEN

Als Berufskrebs wird ein Krebs bezeichnet, der infolge beruflicher chemischer oder physikalischer Einwirkungen entsteht.

Die wichtigsten in der medizinischen Literatur beschriebenen Berufskrebse sind:

- Nasenschleimhaut, Nasennebenhöhlen: vor allem durch Staub von Harthölzern (Buche, Eiche), in der Holz- und Möbelindustrie
- Lunge und Atemwege: durch polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (Kokereien), radioaktive Stäube und Gase (Bergbau, Radon und seine Zerfallsprodukte), durch Dimethylsulfat, Epichlorhydrin, Bis-Chlormethyl-Ether (chemische Industrie), Asbestfeinstaub (siehe Hel-sinkikriterien), Quarz, gewisse Zink- und Nickelverbindungen, Chromate, Arsen etc.
- Brustfell und selten Bauchfell (Mesotheliom): durch Asbestfasern (auch ohne Vorliegen einer Staublunge)
- Blase (Harnwege): durch bestimmte aromatische Amine (2-Naphthylamin, Benzidin, 4-COT, 4-Aminodiphenyl, z.B. in chemischer Industrie und Gummiindustrie), polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Arsen.
- Knochenmark: durch Arbeiten mit Benzol und benzolhaltigen Lösungsmitteln, durch ionisierende Strahlen
- Haut: vorwiegend durch polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (früher Kaminfeger, Exposition mit Teer und Pech in verschiedenen Bereichen), jahrelange extreme Sonneneinwirkung (Spinaliom und Lentigo maligna; das Risiko für ein malignes Melanom wird durch Sonnenbrände erhöht), Arsen.

In der Schweiz stehen heute die durch Einatmen von Asbestfeinstaub entstehenden Mesotheliome des Brustfells (ca. 100 Fälle/ Jahr) bei weitem im Vordergrund. An zweiter Stelle folgen die Blasenkrebs mit etwas über 4 Fällen pro Jahr, an dritter die Nasenschleimhaut- bzw. Nasennebenhöhlenkrebs wegen Holzstäuben mit etwas weniger als 4 Fällen pro Jahr, an vierter Leukämien durch Benzol mit ca. 1 Fall pro Jahr und Hauttumoren durch Ultraviolettbestrahlung.

Die beruflich bedingten Krebse treten typischerweise mit einer relativ langen Latenzzeit von 10 bis 40 Jahren nach Beginn der Exposition mit den krebserzeugenden Arbeitsstoffen auf. Dies macht die Kausalitätsbeurteilung oft schwierig, da frühere, nicht mehr existierende Arbeitsplatzverhältnisse mit einbezogen werden müssen. Die lange Latenzzeit erklärt zum Beispiel auch, weshalb trotz des Asbestverbots von 1989 immer noch so viele asbestbedingte Mesotheliome auftreten.

Arbeitsstoffe, bei welchen aufgrund der heutigen Kenntnisse eine krebserzeugende (karzinogene) Wirkung bekannt ist, sind in der MAK-Liste mit dem

Symbol "C₁" gekennzeichnet. Wahrscheinlich krebserregende Stoffe sind mit C₂ und möglicherweise krebserregende Substanzen mit C₃ notifiziert. Neben den technischen, organisatorischen und verhaltensbezogenen Massnahmen werden Arbeitnehmende mit möglicher Exposition gegenüber karzinogenen Stoffen in der arbeitsmedizinischen Vorsorge erfasst mit Untersuchungen bei Eintritt, periodisch während der Exposition sowie im Sinne von nachgehenden Untersuchungen auch nach Ende der Exposition.

4 ERKRANKUNGEN DURCH PHYSIKALISCHE EINWIRKUNGEN

4.1 Wirkung von ionisierenden Strahlen auf den Menschen

Radioaktivität ist ein physikalisches Phänomen, welches uns dauernd umgibt und auch in unserem Körper ununterbrochen passiert. Beispielsweise nehmen wir mit der Nahrung dauernd radioaktives Kalium auf, weil das Isotop Kalium 40 natürlicherweise vorhanden ist und sich chemisch von nicht-radioaktivem Kalium nicht unterscheidet. Ionisierende Strahlen haben die Eigenschaft, Moleküle in elektrisch geladene Teilchen (= Ionen) aufzuspalten. Da der menschliche Körper zu über 60 % aus Wasser besteht, werden vor allem Wassermoleküle (H₂O) gespalten, die geladenen Spaltprodukte und ihre Folgeprodukte (H₂, H₂O₂, H₂O, HO₂ etc.) können im Organismus Schäden verursachen.

Allerdings verfügen alle Organismen in ihren Zellen über hocheffiziente Reparaturmechanismen. Nur so ist es zu verstehen, dass die ca. 5000 radioaktiven Kalium 40 Zerfälle pro Sekunde von uns problemlos ertragen werden.

Ob und in welcher Ausprägung es zu einer Gesundheitsstörung kommt hängt im wesentlichen von der Dosis und dem betroffenen Gewebe ab. So können durch ionisierende Strahlen Frühschäden, Spätschäden und Schäden der Keimzellen verursacht werden:

- Frühschäden: Sie äussern sich nach Stunden, Tagen oder Wochen, Beispiel Hautverbrennung.
- Spätschäden: Sie äussern sich nach Jahren bis Jahrzehnten, Beispiel Blutkrebs (Leukämie).
- Keimzellschäden: Sie äussern sich erst bei den Nachkommen, Beispiel Missbildungen.

a) **Frühschäden.**

Frühschäden bilden sich bei sehr intensiver Bestrahlung. Während es bei Dosen bis 250 mSv (Milli-Sievert) im Allgemeinen zu keinen akuten feststellbaren Schädigungen von Geweben kommt sind, ab einer Ganzkörperdosis von 250 mSv Blutbildveränderungen möglich. Sonst

kommt es jedoch im Allgemeinen weder zu Symptomen noch zu ernstlichen Schäden. Ab 500 mSv: Erbrechen innerhalb 24 Stunden bei 50 % der Betroffenen, Müdigkeit, Blutbildveränderungen. Ab 2000 mSv: Häufig Erbrechen kurz nach der Bestrahlung, Katergefühl während der ersten Tage, dann symptomfreie Latenzzeit von 1 bis 3 Wochen. Anschliessend häufig Haarausfall, mässig schwere Strahlenkrankheit mit Schädigung der blutbildenden Organe, Schleimhäute, bis zu 50 % Todesfälle innert Wochen bis Monaten. Ab 4500 mSv: Todesfälle bei 50 % der Exponierten. Mehr als ab 6000 mSv: Tödliche Dosis praktisch in allen Fällen, Tod innerhalb von 2 Wochen.

- b) **Keimzell-Schäden (Mutagene Wirkung):** Diese Schäden machen sich erst bei den Nachkommen bemerkbar. Irreparable Schäden an den Chromosomen, welche die Erbanlagen enthalten, können zu Missbildungen bei den Nachkommen führen.

Die Grenzwerte für die allgemeine Bevölkerung sowie für beruflich strahlenexponierte Arbeitnehmende werden nicht durch das UVG geregelt, sondern durch das Strahlenschutzgesetz und die Strahlenschutzverordnung.

4.2 Erkrankungen durch Vibrationen

Zu unterscheiden sind Hand-Arm- und Ganzkörper-Vibrationen. Eine Gefährdung besteht an Werkzeugen und Maschinen, die schnell ablaufende Schwingungen oder Rückstosserschütterungen auf den Arbeitnehmenden übertragen: Erstere vor allem bei handgeführten hochfrequenten Werkzeugen, zweitere bei grossen oder auf unebenen Flächen fahrbaren Arbeitsmaschinen, die niederfrequente Vibrationen auf den ganzen Körper übertragen.

Vibrationsbedingte Krankheitsbilder:

- Gefässveränderungen durch Hand-Arm-Vibrationen im Sinne von Verkrampfungen der Blutgefässe in den Fingern und Händen, vor allem bei Kälte. Weisswerden und Sensibilitätsverlust der Finger treten meist anfallsweise auf, bei Wiedererwärmung kommt es zu Schmerzen und Rötungen.
- Degenerative Veränderungen der sogenannten grossen Gelenke durch Ganzkörper-Vibrationen, die sich in Form von schmerzhaften Bewegungseinschränkungen im Hand-, Ellbogen-, Schulter-Schlüsselbeingelenk sowie der Wirbelsäule zeigen.

Je nach Exposition können funktionelle Durchblutungsstörungen der Finger bereits nach mehreren Monaten Schäden an den grossen Gelenken und Knochen im Allgemeinen frühestens nach 2 Jahren auftreten.

4.3 Lärmschwerhörigkeit

Wir verweisen auf Kurseinheit B 8 (Akustik).

4.4 Berufskrankheiten am Bewegungsapparat

4.4.1 Chronische Erkrankungen der Schleimbeutel durch ständigen Druck: Bei langdauernden Druckbelastungen der Knie-, Ellenbogen- und Schultergelenksgegend, vor allem bei körperlichen Zwangshaltung und Aufstützen auf Knien und Ellbogen können die Schleimbeutel gereizt werden. Auftreten bei Parkett- und Plattenlegern, Fussbodenreinigungspersonal, Bergleuten sowie mit Transportarbeiten auf den Schultern beschäftigten Arbeitnehmendenn. Die Reizzustände der Schleimbeutel führen zu lokalen Schmerzen.

4.4.2 Sehnenscheidenentzündungen: Ursachen sind Tätigkeiten mit einseitiger mechanischer Beanspruchung, vor allem ungewohnte Beschäftigungen mit unzweckmässiger Arbeitshaltung und statischer Haltearbeit. Rein mechanisch kommt es zu einer Erschöpfung der Gleitfähigkeit der Sehnen in ihrem Lager. Bevorzugt sind die Strecksehnen der Finger betroffen, welche bei Finger- und Handbewegungen stark schmerzhaft werden.

4.4.3 Drucklähmung von Nerven: Durch lokalen Druck, körperliche Zwangshaltungen oder ständig gleichartige Bewegungen können verschiedenste periphere Nerven an Stellen mit exponiertem Verlauf des Nervenbündels geschädigt werden. Diese Drucklähmungen sind im Allgemeinen voll rückbildungsfähig.

4 INFESTIONSKRANKHEITEN

Die Gefahr beruflich bedingter Infektionskrankheiten ist unter besonderen Umständen gegeben: Umgang mit infizierten Tieren in Tierpflege und Tierhaltung; beruflich bedingter Auslandsaufenthalt mit Erwerb von Tropenkrankheiten; Arbeitnehmende im Gesundheitswesen.

HIV im Betrieb: Eine Ansteckungsgefahr mit HIV besteht beruflich nur bei Stichverletzungen mit Kontamination von HIV-infiziertem Blut, also praktisch nur im Gesundheitswesen; auch dort scheint jedoch die Ansteckungsgefahr relativ gering zu sein, bisher sind nur wenige Fälle von beruflich bedingter HIV-Übertragung auf der ganzen Welt bekannt geworden. Generell stellt ein HIV-infizierter Mitarbeiter während seines Arbeitseinsatzes kein Risiko für die andern Mitarbeiter dar. Man darf ohne Bedenken mit ihm reden, ihm die

Hände schütteln, ihn in der Betriebskantine verpflegen sowie ihn die normalen sanitären Einrichtungen benutzen lassen.

B) VERHÜTUNG VON BERUFSKRANKHEITEN AUS ARBEITSMEDIZINISCHER SICHT

1 Die Grundpfeiler der Arbeitsplatzbeurteilung

Für die Verhütung von Berufskrankheiten durch chemische Einwirkungen ist es entscheidend, dass die Exposition mit den entsprechenden Arbeitsstoffen möglichst genau für das Kollektiv der Arbeitnehmenden und für den einzelnen Arbeitnehmenden definiert werden kann. Durch den Vergleich der gemessenen Exposition mit Toleranzwerten kann eine mögliche Gefährdung der Arbeitnehmenden durch chemische Noxen erkannt werden. Die Überwachung von Arbeitnehmenden mit Expositionen gegenüber chemischen Arbeitsstoffen lässt sich mit folgenden drei Grundpfeilern durchführen:

- Raumluftmessung (Ambient Monitoring): Messung der Konzentration des Arbeitsstoffes in der Raumlufte, d.h. Erfassung der Umgebungsexposition. Die äussere, auf den Arbeitnehmenden wirkende Dosis des Arbeitsstoffes wird durch die gemessene Raumlufkonzentration bestimmt. Die Bewertung der gemessenen Konzentrationen bezüglich der Gesundheitsgefährdung erfolgt durch den Vergleich mit den MAK-Werten (Maximale Arbeitsplatzkonzentrationswerte).
- Biologische Überwachung als Teil der arbeitsmedizinischen Vorsorge: Durch Laboruntersuchungen im biologischen Material (Urin, Blut etc.) wird die effektiv in den Organismus aufgenommene Menge des Arbeitsstoffes bestimmt. Diese innere Dosis ist gegebenenfalls mit allfälligen gesundheitlichen Auswirkungen enger korreliert als die mit der Raumluftmessung erfassbare äussere Dosis. Die Bewertung erfolgt durch den Vergleich mit BAT-Werten (Biologische Arbeitsplatztoleranzwerte).
- Ärztliche arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung: Durch Erheben der Anamnese und der klinischen Befunde sowie geeigneter Laboruntersuchungen können mögliche schädliche Wirkungen von Arbeitsstoffen frühzeitig erkannt werden. Daneben haben diese Untersuchungen auch den Zweck, krankhafte Zustände nicht beruflicher Ursache zu erfassen, welche die Eignung eines Arbeitnehmenden für bestimmte berufliche Expositionen in Frage stellen.

Aufgrund der Arbeitsplatzbewertung durch Raumluftmessungen, biologische Überwachung sowie der Ergebnisse der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen kann eine Gefährdung von Arbeitnehmenden bei Expositionen mit chemischen Arbeitsstoffen beurteilt werden. Entsprechend können technische, organisatorische oder verhaltensbezogene Massnahmen zur Verhütung von Berufskrankheiten am Arbeitsplatz getroffen werden respekt-

tive die Eignung von Arbeitnehmenden für die entsprechenden chemischen Expositionen beurteilt werden.

2 **MAK-Werte (Maximale Arbeitsplatzkonzentration)**

Die Suva ist von Gesetzes wegen mit der Erstellung von Grenzwerten am Arbeitsplatz beauftragt (VUV Art. 50, Abs. 3). Sie erlässt diese im Einvernehmen mit der Grenzwertkommission der Suissepro (Schweizerischen Vereinigung für Arbeitsmedizin, Arbeitshygiene und Arbeitssicherheit). Die Grenzwertliste wird jährlich aktualisiert und publiziert.

Der MAK-Wert ist die höchstzulässige Durchschnittskonzentration eines gas-, dampf- oder staubförmigen Arbeitsstoffes in der Luft, die nach derzeitigen Kenntnis in der Regel bei Einwirkungen während einer Arbeitszeit von 8 Stunden täglich und 42 Stunden pro Woche auch über längere Perioden bei der ganz stark überwiegenden Zahl der gesunden am Arbeitsplatz Beschäftigten die Gesundheit nicht gefährdet.

Neben den MAK-Werten werden für viele Stoffe Kurzzeitgrenzwerte erlassen. Diese dürfen auch kurzfristig nicht überschritten werden. Messtechnisch bedeutet dies, dass der Mittelwert einer 15 minütigen Messung nicht über dem Kurzzeitgrenzwert liegen darf.

Die MAK-Werte dienen den Durchführungsorganen unter Berücksichtigung von Messergebnissen als Unterlage für die Anordnung technischer Massnahmen. Die technische Verhütung der Berufskrankheiten zielt darauf ab, dass die Grenzkonzentrationen gesundheitsgefährdender Arbeitsstoffe und die Grenzwerte physikalischer Einwirkungen im Rahmen des Streubereiches unterschritten werden.

Die MAK-Werte sind jedoch keine sicheren Grenzen zwischen gefährlichen und ungefährlichen Bereichen. Die Gründe dazu sind die folgenden:

- Auch bei Einhalten der MAK-Werte anhand der Raumluftmessungen können die Einwirkungen der Arbeitsstoffe in gewissen Situationen zu einer Gesundheitsgefährdung führen, wenn die effektiven Konzentrationen am Wirkort wegen hoher Aufnahme durch die Lunge (z.B. vermehrtes Atemminutenvolumen bei Schwerarbeit), zusätzlicher Aufnahme durch die Haut oder über den Magen-Darm-Trakt, verminderter Ausscheidung (Niere) oder Interaktionen mit anderen Stoffen ungewöhnlich hoch sind.
- Arbeitnehmende mit gewissen krankhaften Vorzuständen nicht beruflicher Art können auch durch Einwirkungen von Arbeitsstoffen gesundheitlich gefährdet werden, welche bei gesunden Arbeitnehmenden zu

keinen Gesundheitsschäden führen würden (erhöhte individuelle Empfindlichkeit).

- Gegenüber gewissen Stoffen kann eine Sensibilisierung eintreten (Überempfindlichkeitsreaktionen auf allergischer Basis). Diese Reaktionen können bereits bei geringen Einwirkungen weit unterhalb der MAK-Werte auftreten. Die entsprechenden Stoffe sind in der Grenzwert-Liste mit "S" (Sensibilisierende Substanz) gekennzeichnet.
- Die maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen gelten für einen reinen Stoff. Wenn verschiedene Arbeitsstoffe gleichzeitig oder nacheinander einwirken, können sich die gefährdenden Wirkungen der einzelnen Komponenten verstärken.
- Für krebserzeugende Chemikalien ohne Schwellenwert (direkt-genotoxische Substanzen) können beim gegenwärtigen Wissensstand in der Regel keine mit Sicherheit ungefährlichen Konzentrationen angegeben werden. Die Berechnung des MAK-Wertes erfolgt in diesen Fällen gemäss dem sog. risikobasierten Ansatz. Obschon die Krebsgefahr ebenfalls von der Höhe der Schadstoffkonzentration und der Dauer der Exposition abhängt, schützt bei den mit "C" (Karzinogene Substanz) bezeichneten Arbeitsstoffen das Einhalten der MAK-Werte nicht sicher vor dem Risiko der karzinogenen Wirkung. Die Exposition sollte deshalb so gering als möglich gehalten werden.

Diese Gründe führen dazu, dass bei Einwirkung chemischer Arbeitsstoffe in vielen Fällen zusätzlich eine biologische Überwachung sowie klinische arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen im Rahmen des Gesundheitsschutzes am Arbeitsplatz angezeigt sind.

3 Biologische Überwachung am Arbeitsplatz/BAT-Werte

Unter der biologischen Überwachung versteht man die Bestimmung eines Schadstoffes, eines seiner Umwandlungsprodukte (Metabolit) oder von spezifischen oder unspezifischen biochemischen Parametern in Blut, Urin oder Ausatemluft zwecks Überwachung einer Einwirkung durch chemische Arbeitsstoffe. Gegenüber der Raumluftmessung hat die biologische Überwachung folgende Vorteile:

- Die unterschiedliche Aufnahme durch die Atmung bei unterschiedlichem Atemminutenvolumen, d.h. bei verschiedenen körperlichen Belastungen wird mitberücksichtigt.
- Die Aufnahme eines Arbeitsstoffes durch die Haut wird miterfasst.

- Eine zusätzliche Aufnahme durch den Magen-Darm-Trakt (Arbeitshygiene!) wird miterfasst.
- Individuelle Schwankungen in Stoffwechsel und bei der Ausscheidung des Arbeitsstoffes werden ebenfalls mitberücksichtigt.
- Interaktionen mit andern Arbeitsstoffen oder ev. mit Medikamenten/Alkohol werden mitberücksichtigt.
- Ausserberufliche Expositionen (Hobby, Haushaltarbeit, Wasser, Nahrung) mit chemischen Noxen werden ebenfalls mitberücksichtigt (z.B. Exposition mit Lösungsmitteln bei Hobbyhandwerkern; Exposition mit Blei durch Keramikgeschirr).
- Die biologischen Analysen können jederzeit und für den Betrieb ohne erheblichen Aufwand wiederholt werden.
- Je nach Kinetik des Arbeitsstoffes wird nicht nur die aktuelle Exposition erfasst, sondern eine integrierte Exposition über einen Tag respektive über Tage bis Wochen. Die Kontinuität der Überwachung am Arbeitsplatz wird damit gegenüber Aktionen mit Raumluftmessungen erleichtert.

Die Gesundheitsgefährdung von Arbeitnehmenden wird durch den Vergleich der gemessenen biologischen Parameter mit den biologischen Arbeitsstofftoleranzwerten (BAT-Werten) beurteilt. Der BAT-Wert beschreibt die arbeitsmedizinisch-toxikologisch abgeleitete Konzentration eines Arbeitsstoffes, seiner Metaboliten oder eines Beanspruchungsindikators im entsprechenden biologischen Material, welche im Allgemeinen die Gesundheit der Arbeitnehmenden auch bei wiederholter und langfristiger Exposition nicht beeinträchtigt. Dabei orientiert sich die Ableitung des BAT-Wertes an den mittleren inneren Expositionen. Die BAT-Werte sind auf eine Arbeitsstoffbelastung von 8 Stunden im Tag und 42 Stunden pro Woche ausgelegt. Der BAT-Wert gilt als überschritten, wenn bei mehreren Untersuchungen einer Person die mittlere Konzentration des Parameters oberhalb des BAT-Wertes liegt. Messwerte oberhalb des BAT-Wertes müssen arbeitsmedizinisch-toxikologisch beurteilt werden. In der Schweiz sind die BAT-Werte in der Liste der Grenzwerte der Suva publiziert ("Grenzwerte am Arbeitsplatz").

Im Rahmen der medizinischen Berufskrankheitenprophylaxe haben sich u.a. folgende Programme mit biologischer Überwachung bewährt:

- Arbeitsstoff als Belastungsindikator: Quecksilber im Blut und Urin, Cadmium im Urin, Blei im Blut, Fluor im Urin, Beryllium im Urin.
- Metabolit des Arbeitsstoffes als Belastungsindikator: Hippursäure (bei Toluolexposition), Methylhippursäure (bei Xylolexposition), Mandelsäu-

re (bei Styrolexposition), Trichloressigsäure und Trichlorethanol (bei Trichlorethenexposition) im Urin.

- Spezifischer Beanspruchungsindikator: Cholinesterase im Blut (bei Exposition mit Phosphorsäureestern).
- Unspezifische Beanspruchungsindikatoren: Zytologische Untersuchungen im Urin bei Exposition mit aromatischen Aminen (Blasenkarzinogen).
- Unspezifische Beanspruchungsindikatoren: Zytologische Untersuchungen im Urin bei Exposition mit aromatischen Aminen (Blasenkarzinogen).

Die biologische Überwachung konkurrenziert die Raumluftmessung nicht, sondern ergänzt sie. Raumluftmessungen sind insbesondere vorzuziehen bei:

- Beurteilung der lokalen toxischen Wirkung auf Atemwege
- Erfassen von Kurzzeitschwankungen der Exposition (Kurzzeit-MAK-Werte)
- Erfassen der Ursache einer hohen Exposition
- Exposition ohne geeigneten Parameter im biologischen Monitoring.

4 Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung

Die klinischen arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen werden beim Eintritt eines Arbeitnehmers in einen unterstellten Betriebsteil sowie in bestimmten Zeitabständen periodisch als Kontrolluntersuchungen durchgeführt. Bei der Eintrittsuntersuchung wird festgestellt, ob sich von medizinischer Seite her ein Vorbehalt für die Beschäftigung an einem bestimmten Arbeitsplatz ergibt: Beispielsweise sollte ein Asthmatiker mit einer starken Überempfindlichkeit der Atemwege nicht mit Reizgasen exponiert werden, ein Arbeitnehmender mit einem erheblichen Leberschaden sollte nicht gegenüber organischen Lösungsmitteln exponiert sein. In jedem Einzelfall nimmt die Abteilung Arbeitsmedizin der Suva Stellung dazu, ob aufgrund einer erheblichen gesundheitlichen Gefährdung eine Nichteignungsverfügung erlassen werden muss oder ob allenfalls die vorgesehene Tätigkeit unter bestimmten Auflagen angenommen werden darf (=bedingte Eignung).

Bei den periodischen Kontrolluntersuchungen wird einerseits nach frühen Zeichen einer beruflichen Schädigung gefahndet, andererseits werden allfällig in der Zwischenzeit aufgetretene ausserberufliche Leiden, welche zu ei-

ner erhöhten Gefährdung der Arbeitnehmenden am Arbeitsplatz führen würden, gesucht. Ebenfalls wird überprüft, ob die Arbeitnehmenden in der Lage sind, eine allfällig notwendige persönliche Schutzausrüstung zu benutzen.

Bei bestimmten Expositionen vor allem mit krebserzeugenden Arbeitsstoffen werden gemäss Art. 74 VUV Nachuntersuchungen auch nach Aufgabe der Arbeit in einem unterstellten Bereich durchgeführt. Dies betrifft z.B. Arbeitnehmende mit Expositionen gegenüber Asbeststaub, aromatischen Aminen (Blasenkarzinogene) oder Benzol (Blutkarzinogen). Im Rahmen des Programmes Asbeststaub wird Arbeitnehmenden mit einem stark erhöhten Risiko für das Bronchialkarzinom eine regelmässige Früherkennungsuntersuchung mittels Niedrigdosiscomputertomographie angeboten.

Die **Untersuchungsprogramme** beinhalten meistens ein ärztliches Gespräch, eine gezielte körperliche Untersuchung des Betreffenden, sowie Labor- und röntgentechnische Spezialuntersuchungen. Die Untersuchungen werden nicht als generelle Check-up's durchgeführt, sondern sind gezielt auf die Toxizität der einwirkenden chemischen Noxen ausgerichtet.

So bestehen im Bereich der chemischen Noxen spezielle Untersuchungsprogramme für aromatische Amine, Benzol, Beryllium, Blei, Cadmium, Chromverbindungen, Fluor, halogenierte organische Verbindungen, Nitroglycerin, Nitroglykole, organische Nitroverbindungen, Phosphorsäureester, elementaren Phosphor, Quecksilber, Styrol, Toluol, Xylol, Lungenreizstoffe generell, organische Lösungsmittel generell sowie Bitumen, Teer und Teerpech. Chemiarbeiter sind in der Regel gleichzeitig mehreren gesundheitsgefährdenden Arbeitsstoffen mit verschiedenen Zielorganen ausgesetzt. Für Arbeiten in Chemiebetrieben wurde deshalb ein besonderes Programm entwickelt, bei dem für jeden Betriebsteil die Untersuchungen massgeschneidert gezielt auf diejenigen Organe ausgerichtet werden, welche durch die am Arbeitsplatz vorkommenden Arbeitsstoffe gefährdet sind. Im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen im Bereich Chemie werden pro Jahr rund 40'000 Untersuchungen, darin eingeschlossen auch die Untersuchungen bei Expositionen mit ionisierenden Strahlen und Druckluft, durchgeführt.

Analog werden die Arbeitnehmenden mit Exposition gegenüber fibrogenen Stäuben (Quarzstaub, Asbeststaub, Hartmetallstaub, graphithaltigem Staub) sowohl beim Eintritt wie auch periodisch während der Exposition kontrolliert. In diesem Bereich werden rund 6'000 Untersuchungen pro Jahr durchgeführt.

Die arbeitsmedizinische Vorsorge bei Lärmexposition wird durch die Automobiluntersuchungen sichergestellt; gegenwärtig sind 4 Audiomobile der Suva im Einsatz, welche rund 40'000 Untersuchungen pro Jahr durchführen. Damit wird jeder lärmexponierte Arbeitnehmenden in der Schweiz alle 4 - 5 Jahre erfasst. Wie verweisen diesbezüglich auch auf das Referat B 8 "Akus-

tik".

Gesamthaft gesehen werden somit in rund 20'000 Betrieben der Schweiz bei rund 270'000 Arbeitnehmenden rund 80'000 medizinisch-prophylaktische Untersuchungen durchgeführt. Durch das Erkennen von besonders auf bestimmte Arbeitsstoffe empfindlichen Arbeitnehmenden, von Frühmanifestationen einer Berufskrankheit und gestützt auf die biologische Überwachung von beginnenden unzulässigen inneren Belastungen der Arbeitnehmenden stellt die arbeitsmedizinische Vorsorge einen wichtigen Teil des Gesundheitsschutzes am Arbeitsplatz dar.

5 Medizinische Berufsunfallprophylaxe

Arbeitnehmende können wegen gesundheitlichen Störungen ein individuell erhöhtes Unfallrisiko aufweisen. Ein erhöhtes Berufsunfallrisiko besteht bei Gesundheitsstörungen, welche

- einen Unfall direkt auslösen können (z.B. Bewusstseinsstörungen)
- eine Unfallgefahr nicht erkennen lassen (z.B. Sehstörungen oder Gehörstörungen) sowie
- die Flucht vor einer Unfallgefahr erheblich erschweren oder verunmöglichen (z.B. Erkrankung des Bewegungsapparates, des Herzens oder der Atmungsorgane).

Gefährdende Arbeiten sind beispielsweise:

- Arbeiten mit Absturzgefahr
- Arbeiten mit Gefahr, bei Bewusstseinsstörungen oder Gleichgewichtsstörungen von einer laufenden Maschine erfasst zu werden, in Flüssigkeitsbecken zu fallen oder Stromschläge zu erleiden.
- Arbeiten, bei denen eine Gefahr visuell oder akustisch erkannt werden muss, sowie
- Arbeiten, bei denen die rasche Flucht vor einer Gefahr möglich sein muss.

Gemäss VUV Art. 79 (Meldepflicht) sind Arbeitgebende, Durchführungsorgane der Arbeitssicherheit und die Versicherer verpflichtet, der Suva jene Arbeitnehmenden, bei welchen sie die Vorschriften über den Ausschluss für individuell anwendbar halten, zu melden, auch wenn ein Betrieb den Vorschriften über die arbeitsmedizinische Vorsorge nicht unterstellt ist. Die Abteilung Arbeitsmedizin legt dann Art und Umfang der weiteren Untersuchun-

gen fest und nimmt, gestützt auf die Abklärungen, Stellung zur Eignung des Versicherten für die weitere Beschäftigung am bisherigen Arbeitsplatz. Ein Ausschluss ist nur dann möglich, wenn die Gesundheit des Versicherten durch die Weiterbeschäftigung am bisherigen Arbeitsplatz erheblich gefährdet wäre. Auch in diesem Fall ist der Erlass einer bedingten Eignung möglich, sofern die Tätigkeit nur unter bestimmten Bedingungen fortgeführt werden kann.

6 Beizug von Fachärzten für Arbeitsmedizin und anderen Spezialisten der Arbeitssicherheit

Mit Datum vom 1. Juni 1993 hat der Bundesrat die Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV) mit dem Kapitel 2a erweitert. Aufgeführt wird darin die Pflicht des Arbeitgebenden, zum Schutz der Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmenden in seinem Betrieb Spezialisten der Arbeitssicherheit beizuziehen. Bei diesen Spezialisten handelt es sich je nach Branche, in der der Betrieb tätig ist, um Sicherheitsfachleute, Sicherheitsingenieure, Arbeitshygieniker und Arbeitsmediziner.

Die in der Verordnung festgesetzte Beizugspflicht wird konkretisiert in der Richtlinie 6508 "Richtlinie über den Beizug von Arbeitsmedizinern und anderen Spezialisten der Arbeitssicherheit" der EKAS (Eidgenössische Koordinationskommission für Arbeitssicherheit), in der Fassung vom 14. Dezember 2006). Demgemäss hat der Arbeitgebende die Möglichkeit anstelle einer individuellen Umsetzung der Beizugspflicht eine durch die EKAS genehmigte Branchen-, Betriebsgruppen- oder Modelllösung zu wählen. Auskünfte können über die EKAS, die Suva, die Kantonalen und Eidgenössischen Arbeitssinspektorate eingeholt werden.

C) BERUFSASSOZIIERTE GESUNDHEITSSTÖRUNGEN (BAGS)

Als berufsassoziierte Gesundheitsstörungen werden gesundheitliche Probleme bezeichnet, die durch berufliche Belastungen mitverursacht oder begünstigt sein können, die aber die gesetzlichen Kriterien einer Berufskrankheit nach UVG (siehe oben) nicht erfüllen. BAGS sind häufig multifaktoriell bedingt, so dass die Verursachung nicht eindeutig der Arbeit oder ausserberuflichen Faktoren zugeordnet werden kann.

Zur Diskussion stehen v.a. muskuloskelettale Beschwerden, Herzkreislaufbeschwerden und psychische Störungen.