



# Suva Medical

## 2013

Versicherungsmedizin – Arbeitsmedizin – Rehabilitation

**suva**

Mehr als eine Versicherung

## **Suva**

Suva Medical  
Postfach, 6002 Luzern

### **Auskünfte**

Tel. 041 419 51 11  
suva.medical@suva.ch

### **Bestellungen**

www.suva.ch/waswo  
Fax 041 419 59 17  
Tel. 041 419 58 51

Suva Medical

Redaktionsleitung:  
Chefarzt Suva  
Postfach, 6002 Luzern  
Tel. 041 419 51 11

### **ISSN**

1663-6783

### **Bestellnummer**

84\_2869.d

## **Das Modell Suva**

### **Die vier Grundpfeiler der Suva**

- Die Suva ist mehr als eine Versicherung; sie vereint Prävention, Versicherung und Rehabilitation.
- Die Suva wird von den Sozialpartnern geführt. Die ausgewogene Zusammensetzung im Verwaltungsrat aus Arbeitgeber-, Arbeitnehmer- und Bundesvertretern ermöglicht breit abgestützte, tragfähige Lösungen.
- Gewinne gibt die Suva in Form von tieferen Prämien an die Versicherten zurück.
- Die Suva ist selbsttragend; sie erhält keine öffentlichen Gelder.

# Inhalt

<b>Vorwort</b>	<b>5</b>
----------------	----------

---

## Wissenschaftliche Arbeiten

---

<b>Aromatische Amine und Blasenkrebs</b>	<b>8</b>
--	----------

Michael Koller, Claudia Pletscher, Marcel Jost

---

<b>Gesundheitliche Gefährdung durch Schweißen</b>	<b>20</b>
---	-----------

Michael Koller, Marcel Jost, David Miedinger, Klaus Stadtmüller,  
Markus Blättler

---

<b>Einwirkungen von Nickel</b>	<b>42</b>
--------------------------------	-----------

Claudia Pletscher, Markus Blättler

---

<b>Epoxidharze als berufsdermatologische Herausforderung</b>	<b>52</b>
--	-----------

Hanspeter Rast

---

<b>Hitzearbeit</b>	<b>60</b>
--------------------	-----------

Irène Kunz

---

## Übersichtsarbeiten

---

<b>Berufskrankheiten</b>	<b>84</b>
--------------------------	-----------

Marcel Jost, Claudia Pletscher

---

<b>Auswahlkriterien der Suva für medizinische Gutachter</b>	<b>102</b>
---	------------

Christian A. Ludwig

---

<b>Die häufigsten Mängel in medizinischen Gutachten</b>	<b>106</b>
---	------------

Markus Hüsler

---

---

<b>Suva-Gutachten-Clearing Jahresbericht 2012</b>	<b>119</b>
Roland L. Frey	

---

### **Mitteilungen der Redaktion**

---

<b>Zur Verabschiedung von Herrn Dr. Marcel Jost, Chefarzt Arbeitsmedizin Suva</b>	<b>124</b>
---	------------

---

<b>Neue Chefärztin der Abteilung Arbeitsmedizin: Dr. med. Claudia Pletscher</b>	<b>128</b>
---	------------

---

<b>Suva-Ärztelisten</b>	<b>130</b>
-------------------------	------------

---





# Vorwort

Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen

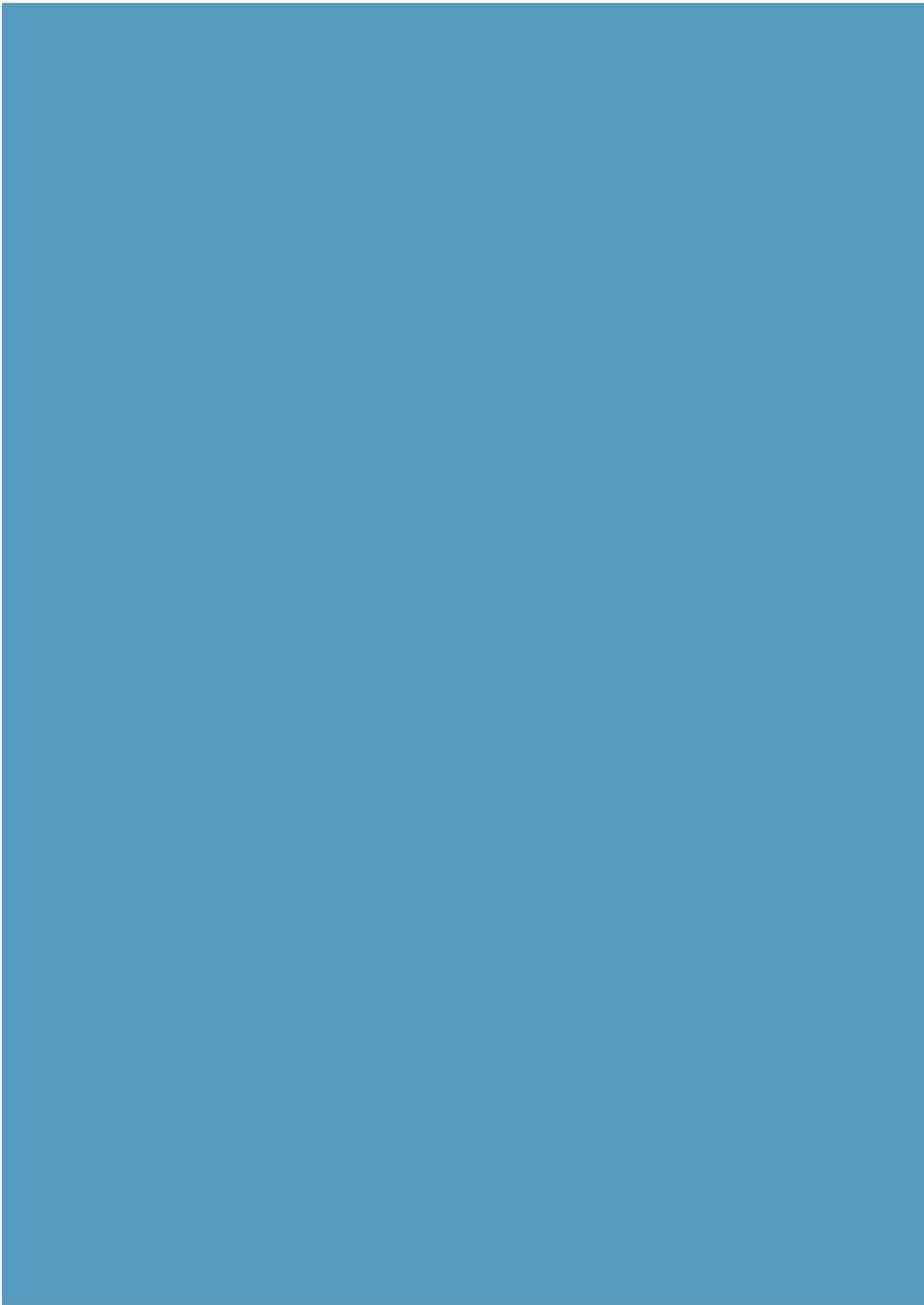
Im Frühjahr 2013 hat die neue Chefärztin Arbeitsmedizin, Frau Dr. med. Claudia Pletscher, ihre Funktion von Dr. med. Marcel Jost übernommen. Aus diesem Anlass hat Herr Dr. med. Marcel Jost gemeinsam mit ihr für Suva Medical ein Update zu den Berufskrankheiten verfasst. Dieser Artikel sowie die weiteren Beiträge aus der Suva-Arbeitsmedizin illustrieren, wie vielfältig und dynamisch dieses Fachgebiet ist.

Die versicherungsmedizinisch tätigen Kolleginnen und Kollegen unter Ihnen wird die von einem Juristen der Suva zusammengestellte Übersicht über die häufigsten Mängel in medizinischen Gutachten besonders interessieren. Wir stellen auch die Auswahlkriterien unserer Gutachten-Clearing-Stelle für medizinische Expertinnen und Experten vor.

Gemäss dem neuen Publikationskonzept für Suva Medical werden die Artikel primär elektronisch publiziert ([www.suva.ch/startseite-suva/unfall-suva/versicherungsmedizin-suva/suva-medical-suva.htm](http://www.suva.ch/startseite-suva/unfall-suva/versicherungsmedizin-suva/suva-medical-suva.htm)). Für Kolleginnen und Kollegen, die dies wünschen, werden wie bisher Jahrbücher gedruckt. Ich hoffe, dass Ihnen das diesjährige Suva Medical so oder so gefallen wird.

Freundliche Grüsse

Dr. med. Christian A. Ludwig, Chefarzt Suva  
[christian.ludwig@suva.ch](mailto:christian.ludwig@suva.ch)



# Wissenschaftliche Arbeiten

Harnblasenkrebs stellt eine der häufigsten Krebserkrankungen dar und ist die wichtigste urologische Erkrankung beruflicher Genese. Die Ursache des Blasenkrebses bleibt häufig unklar, unter anderem liegt dies an der jahrzehntelangen Latenzzeit zwischen der Einwirkung eines Agens und der Manifestation der Erkrankung. Arbeitsmedizinisch relevant ist vor allem die Exposition gegenüber aromatischen Aminen, welche Blasenkrebs auslösen können. Entsprechend exponierte Arbeitnehmende werden deshalb im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorge untersucht.

# Aromatische Amine und Blasenkrebs

Michael Koller, Claudia Pletscher, Marcel Jost

Blasenkrebs ist die fünfthäufigste Krebsart in Europa, wobei Männer etwa dreimal so häufig von dieser Erkrankung betroffen sind wie Frauen [1]. In der Schweiz erkrankten im Zeitraum von 2004–2008 pro Jahr etwa 900 Männer und 300 Frauen an Blasenkrebs (entspricht ca. 12/100 000 bzw. 4/100 000) und etwa 90 bzw. 50 an Krebsarten der anderen harnableitenden Organe exklusive Niere (ca. 1,2 bzw. 0,7/100 000) [2]. Jeder dritte erkrankte Mann und jede zweite erkrankte Frau starben daran [3]. Die Erkrankungsinzidenz steigt ab dem vierten Lebensjahrzehnt deutlich an und erreicht zwischen 70 und 75 Jahren ein Maximum. Die Erkrankungsraten haben ab den Neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts deutlich abgenommen.

Bei den beruflich bedingten Krebserkrankungen liegt der Blasenkrebs nach den durch Asbest verursachten Krebserkrankungen an zweiter Stelle [4]. Pro Jahr werden von der Suva im Durchschnitt zwischen 2 und 3 Fälle als Berufskrankheit anerkannt. Trotz der getroffenen Schutzmassnahmen dürfte sich diese Zahl wegen der langen Latenzzeit wohl noch für Jahre in diesem Rahmen bewegen.

## Berufliche Ursachen von Tumoren der ableitenden Harnwege

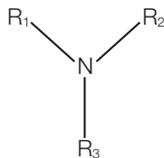
In 80 % der Fälle bleibt die Ätiologie eines Blasentumors unbekannt. Die häufigste bekannte Ursache ist das Rauchen. Das Risiko kann bei Rauchern gegenüber Nichtrauchern bis zu fünffach erhöht sein [5], abhängig von der Häufigkeit und Dauer des Rauchens und abhängig vom Teergehalt der Zigaretten. Teer enthält unter anderem krebserzeugende aromatische Amine und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe. Nach Sistieren des Rauchens sinkt das Risiko in den ersten 3 Jahren deutlich, danach langsam ab; es bleibt aber gegenüber einem Nichtraucher zeitlebens erhöht [6].

Weitere, seltenere Ursachen des Blasenkarzinoms sind chronische Harnwegsinfekte, wie sie zum Beispiel bei Blasensteinen oder Harnblasenentleerungsstörungen als Folge einer Prostatahyperplasie oder

einer Querschnittslähmung auftreten. Auch bei Bilharziose oder einer familiären Disposition für Blasenkreberkrankungen können vermehrt bösartige Tumoren auftreten.

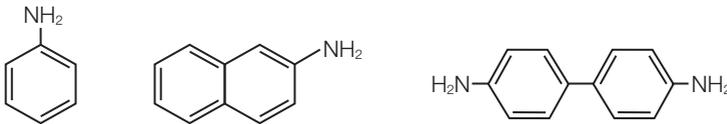
Arbeitsmedizinisch bedeutsam ist vor allem die Exposition gegenüber aromatischen Aminen und polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH oder PAK), seltener gegenüber Derivaten fossiler Öle oder Arsen.

Im Folgenden wird auf die aromatischen Amine im Detail eingegangen. Amine sind organische Stickstoffverbindungen, bei denen das N-Atom mit einem bis drei organischen Resten  $R_1$  bis  $R_3$  verbunden ist. Man spricht von primären, sekundären oder tertiären Aminen, je nach Anzahl der Reste am N-Atom.



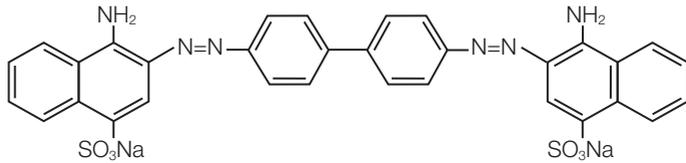
**Abb. 1** Strukturformel eines tertiären Amins mit den Resten  $R_1$ ,  $R_2$  und  $R_3$

Handelt es sich bei einem der Reste um einen aromatischen Ring, so spricht man von einem aromatischen Amin. Der einfachste Vertreter eines aromatischen Amins ist das monozyklische Anilin, weitere Vertreter finden sich in Abbildung 2:



**Abb. 2** Strukturformeln einiger einfacher aromatischer Amine: Anilin (links), 2-Naphthylamin (Mitte) und Benzidin (rechts)

Aromatische Amine bilden die Ausgangssubstanzen zur Erzeugung von Azofarbstoffen. Ein bekannter Vertreter eines Azofarbstoffes ist zum Beispiel das seit 1883 bekannte Kongorot, welches auch heute noch beispielsweise zur Anfärbung von Amyloid in der Histologie angewendet wird. Azofarbstoffe besitzen eine  $N=N$ -Doppelbindung, die sog. Azogruppe, über welche zwei aromatische Ringe miteinander verbunden sind:



**Abb. 3** Strukturformel des Azofarbstoffs Direct Red 28

Gewisse Azofarbstoffe können durch chemische, enzymatische oder bakterielle Spaltung der N=N-Doppelbindung der Azogruppe wieder zu aromatischen Aminen abgebaut werden, weshalb diese Azofarbstoffe als krebserregend gelten. Deren Gebrauch ist heute je nach Anwendungsgebiet in vielen Ländern eingeschränkt oder verboten. 1895 beschrieb der Chirurg Ludwig Rehn erstmals den Zusammenhang zwischen Harnblasenkrebs und dem Azofarbstoff Anilin («Anilinkrebs»). Heute weiss man von zahlreichen aromatischen Aminen, dass sie Krebs in der Harnblase, seltener auch im Nierenbecken, im Harnleiter und in der Harnröhre verursachen können [8]. Die Latenzzeit zwischen Exposition und Auftreten der Erkrankung kann dabei Jahrzehnte betragen; bei den von der Suva zwischen 1924 und 1988 anerkannten Fällen betrug sie durchschnittlich ca. 20 Jahre [9]. Eine sorgfältige arbeitsmedizinische Anamnese ist also besonders wichtig. Aromatische Amine werden vorwiegend durch die Haut und durch Inhalation von Dämpfen und Stäuben aufgenommen, die Ingestion ist für die Arbeitsmedizin unbedeutend [8].

Als gesicherte humane Karzinogene gelten 2-Naphthylamin, Benzidin, 4-Aminodiphenyl (synonym 4-Aminobiphenyl) und als einziges monozyklisches aromatisches Amin das 4-Chlor-ortho-Toluidin (4-COT) (synonym 2-Amino-5-Chlortoluol bzw. 5-CAT). Sie sind in der Broschüre «Grenzwerte am Arbeitsplatz» in die krebserzeugende Kategorie C1 eingestuft. Daneben sind verschiedene aromatische Amine in die Kategorie C2 oder C3 eingeteilt. Die Kategorie C2 umfasst Stoffe, welche als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden sollten; es bestehen hinreichende Anhaltspunkte zu der Annahme, dass die Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff Krebs erzeugen kann. Die Kategorie C3 beinhaltet Substanzen, die wegen möglicher krebserzeugender Wirkung beim Menschen Anlass zu Besorgnis geben, über die jedoch ungenügend Informationen für eine befriedigende Beurteilung vorliegen. Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die in der Broschüre «Grenzwerte am Arbeitsplatz» [10] aufgeführten kanzerogenen aromatischen Amine (Stand 2013):

Kategorie C1	Kategorie C2	Kategorie C3
4- Aminodiphenyl	Auramin	Anilin
Benzidin	p-Chloranilin	3,3'-Diaminobenzidin
4-Chlor-ortho-Toluidin (4-COT oder 5-CAT)	4,4'-Diaminodiphenylmethan	N,N-Dimethylanilin
2-Naphthylamin	3,3'-Dichlorbenzidin	p-Toluidin
	3,3'-Dimethoxybenzidin	
	3,3'-Dimethylbenzidin	
	3,3'-Dimethyl-4,4'-diaminodiphenylmethan	
	p-Kresidin	
	2-Methoxyanilin	
	4,4'-Methylen-bis(2-chloranilin)	
	4,4'-Methylen-bis(N,N'-diemethylanilin)	
	o-Toluidin	
	2,4-Toluylendiamin	

Bei der Beurteilung einer Gefährdung ist nicht nur die Ausgangssubstanz zu berücksichtigen, sondern auch deren Metabolite. Als Beispiel sei das Insektizid Chlordimeform erwähnt, welches nach Aufnahme in den Organismus in das C1-Karzinogen 4-COT metabolisiert wird.

Es besteht eine genetisch unterschiedliche Empfindlichkeit gegenüber den blasenkrebsauslösenden aromatischen Aminen: Aromatische Amine werden unter anderem durch die N-Acetyltransferase 2 (NAT2) umgesetzt. Für dieses Enzym besteht ein genetischer Polymorphismus, welcher sich in einer unterschiedlichen Acetylierungsgeschwindigkeit äussert. Bis anhin nahm man an, dass Personen, welche aromatische Amine langsam acetylieren, ein grösseres Blasenkrebsrisiko haben als Menschen mit einer NAT2 vom schnellen Acetylierungstyp. Vor kurzem konnte diese Vermutung widerlegt werden [11].

Aromatische Amine werden oder wurden zum Beispiel als Vorläufer-substanzen zur Produktion von Azofarbstoffen, Isocyanaten bzw. Polyurethanen und als Härter für Epoxidharze verwendet. Sie finden sich ausserdem in Teer und Pech oder in Giessereien. Gegenüber aromatischen Aminen waren also Beschäftigte der Farb- und Gummiindustrie, Maler, Lackierer, Coiffeure, Arbeitnehmende in der Leder- und Textilfärbung oder Angestellte in der Teer-, Pech- und Bitumenproduktion exponiert. Die krebserzeugenden aromatischen Amine sind schon lange ersetzt worden, denn gemäss Anhang 1.10 der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) dürfen krebserzeugende Stoffe nicht an die breite Öffentlichkeit abgegeben werden. 2-Naphthylamin, 4-Aminobiphenyl, Benzidin und 4-Nitrobiphenyl werden dort namentlich als verbotene aromatische Amine aufgeführt.

So zeigen Coiffeure gemäss einer 2010 erschienenen Metaanalyse [12] heute nur noch ein um den Faktor 1.3 leicht erhöhtes Blasenkrebsrisiko.

ko. Wurde mit Azofarbstoffen enthaltenden Haarfärbemitteln mehr als 10 Jahre gearbeitet, beträgt das relative Risiko allerdings immer noch 1.7. Ein erhöhtes Harnblasenkrebsrisiko ist bei Coiffeusen/Coiffeuren anzunehmen, welche früher, d.h. bis in die 60er und zum Teil 70er Jahre Haarfärbemittel mit aromatischen Aminen ohne Schutzhandschuhe aufgetragen haben. Bei der Verwendung der heutigen Haarfärbemittel ist nicht mehr von einem erhöhten Blasenkrebsrisiko für Coiffeusen/Coiffeure auszugehen.

Auch Maler waren bis in die 1950er Jahre bei der Verarbeitung von Holzbeizen, Lasuren und Transparentlacken möglicherweise kanzero-genen aromatischen Aminen ausgesetzt; bei Kontakt mit Malerprodukten für Decken oder Wände sowie deckenden Lacken ist normalerweise von keiner Gefährdung auszugehen. Beim Farbbeizen wurden auch noch in den 60er Jahren Azofarbstoffe verwendet. In einer Genfer Studie aus dem Jahr 1988 war bei Malern das Blasenkrebsrisiko um 70 % erhöht [13]. Diese Untersuchung fand in den 70er und 80 Jahren statt; bei einer Latenzzeit des beruflich verursachten Blasenkrebses von 20 bis 40 Jahren entsprach dieses erhöhte Risiko den Arbeitsbedingungen in den 40er bis 60er Jahren. Eine Studie der IARC (International Agency for Research on Cancer) kam 2010 zum Schluss, dass das relative Risiko bei Malern, an Blasenkrebs zu erkranken, 1.4 (<10 Jahre Exposition) bzw. 1.8 (>10 Jahre Exposition) beträgt [14], und ein WHO-Report aus dem Jahre 2007 berichtet von einer 20–25% erhöhten Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Blasenkrebs bei Malern [15]. Bei Malern ist eine berufliche Verursachung eines Blasenkrebses damit dann abzuklären, wenn eine Exposition gegenüber Azofarbstoffen bestanden haben kann, das heisst in der Regel für Tätigkeiten vor den 60er Jahren (Ausnahme: Tätigkeiten mit Farbbeizen bis in die 60er Jahre). Auch beim Umgang mit alten, Azofarbstoffe enthaltenden Produkten wie dem Abschleifen alter gebeizter Holzflächen ist an eine mögliche Exposition zu denken.

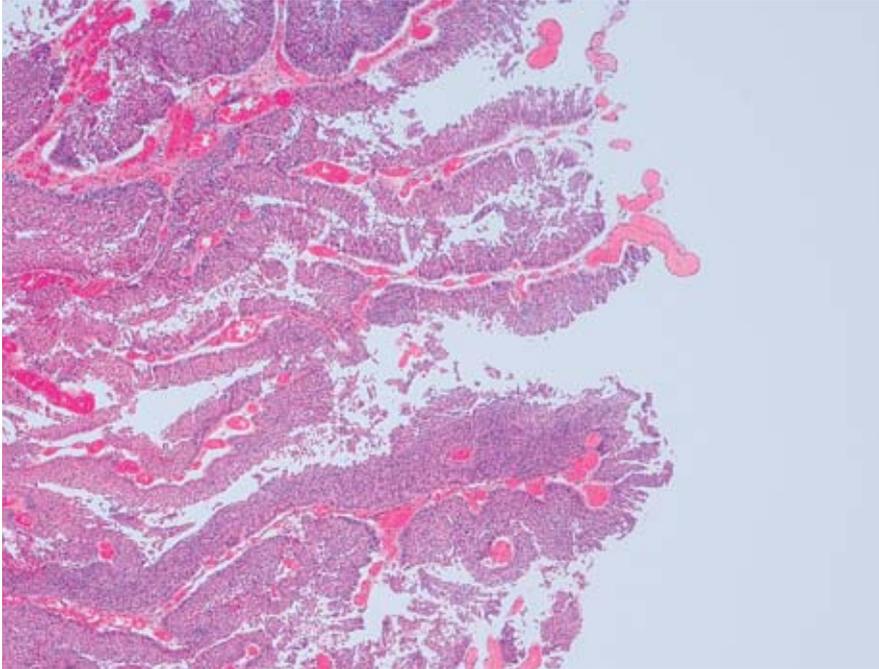
## Kurzer Überblick über die Klinik und Diagnostik des Harnblasenkarzinoms

Man unterscheidet beim primären Blasenkarzinom folgende histologische Typen [1]:

Krebsart	Anteil an allen Blasenkrebsarten
Urothelkarzinom (papillär, solid)	90 %
Plattenepithelkarzinom	4 %
Adenokarzinom	0,5–2 %
Weitere Formen	<6 %

Neben den aufgeführten Karzinomarten existieren gutartige Blasen-tumore (Papillome, Myome etc.) und sekundäre Blasen-tumore, beispielsweise ausgehend von der Prostata oder vom Dickdarm.

Das Urothelkarzinom (Abb. 4) tritt meistens multifokal auf. Zur Zeit der Diagnosestellung zeigt sich häufig noch keine Metastasierung und kein Wachstum in die umgebende Muskulatur. Blasen-tumore werden gemäss den international geltenden Regeln in verschiedene Differenzierungsgrade eingeteilt (G1 für hoch differenziert oder low grade, G2 für intermediate grade, G3 für schwach differenziert oder high grade) mit jeweils unterschiedlichem Ansprechen auf Therapie und mit unterschiedlicher Prognose.



**Abb. 4** Papilläres Urothelkarzinom G1/low grade, nicht invasiv (mit freundlicher Genehmigung von Dr. med. Herbert Köppl, Viollier Basel)

Das häufigste Erstsymptom beim Blasenkarzinom ist das schmerzlose Auftreten von Blut im Urin (Makrohämaturie). Weitere mögliche Beschwerden sind Blasenreizungen, Störungen beim Wasserlösen (Dysurie, Erhöhung der Miktionsfrequenz etc.) und Begleitinfekte. Spätsymptome sind Harnstauung, Flankenschmerzen und Blutarmut (Anämie) infolge Hämaturie.

Zu den diagnostischen Massnahmen zählen der Urinstreifentest zum Nachweis einer Hämaturie, die Urinzytologie, die Zystoskopie und Fluoreszenz-Zystoskopie mit Biopsie, die Sonographie, das i.v.-Urogramm, CT, MRI und C-Cholin-PET.

Je nach Art und Ausdehnung des Tumors besteht die Therapie in einer transurethralen chirurgischen Resektion des Tumors oder der Entfernung der ganzen Harnblase (Zystektomie).

Weitere therapeutische Optionen bestehen in der postoperativen Instillation eines Chemotherapeutikums wie beispielsweise Mitomycin, einer lokalen Immuntherapie mit BCG oder einer Polychemotherapie.

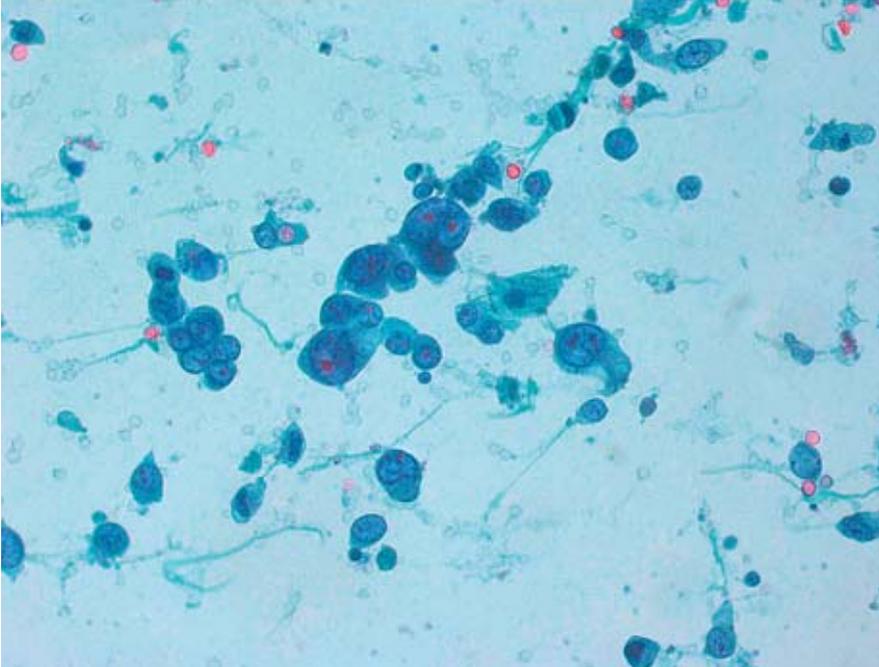
Wenn ein Urothelkarzinom in einem frühen Stadium erkannt wird und sich noch nicht über die Blase hinaus ausgedehnt hat, ist die Prognose gut und die 5-Jahresüberlebensrate beträgt 80% [21]. In der Regel kann bei diesen frühen Stadien der Tumor vollständig entfernt werden. Bei Diagnosestellung von bereits fortgeschrittenen Tumoren ist trotz grösseren Eingriffen eine vollständige Entfernung meist nicht mehr möglich. Die 5-Jahresüberlebensrate beträgt im sogenannten T4-Stadium 20%.

### **Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen mit besonderer Berücksichtigung der Urinzytologie**

In den 60er Jahren wurde aufgrund der Kenntnisse über den Zusammenhang zwischen Blasenkrebs und Exposition zu aromatischen Aminen damit begonnen, die betroffenen Arbeitnehmenden im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorge regelmässig zu untersuchen. Bei den untersuchten Arbeitnehmenden handelt es sich fast ausschliesslich um Personen, welche früher einem der bekannten karzinogenen aromatischen Amine der Kategorie C1 (2-Naphthylamin, Benzidin, 4-Aminobiphenyl, 4-Chlor-ortho-Toluidin) oder C2 ausgesetzt waren – heutzutage sind diese Stoffe in vielen Bereichen ersetzt worden. Zu Beginn erfolgte die arbeitsmedizinische Überwachung mit halbjährlichen Zystoskopien, ab 1981 wurde vollständig auf eine jährliche Urinzytologie (Abb. 5) umgestellt. Diese Untersuchungen werden auch nach Austritt aus dem Betrieb lebenslang weitergeführt gemäss Art. 74 VUV (Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten). Die Suva führt jährlich bei 2000 bis 2300 Arbeitnehmenden zytologische Untersuchungen durch. Dabei werden pro Jahr im Durchschnitt 2.5 Schadenfälle registriert. Die Kosten dieser Fälle betragen über die letzten zehn Jahre gemittelt fast 100'000 CHF. Die meisten Erkrankungen können dank der Früherkennung behandelt und geheilt werden.

Zur Durchführung der Urinzytologie wird Urinsediment oder allenfalls die Lavage einer Zystoskopie (Urinspülzytologie) verwendet. Wenn möglich sollte hierbei nicht der Morgenurin benutzt werden, da dort ein hoher Teil der Zellen zerfallen ist. Ein Arztbesuch ist nicht nötig, der Arbeitnehmende kann den Urin selbständig per Post dem untersuchenden Labor einsenden. Es ist wichtig, dass dies schnell geschieht, da ansonsten eine zytologische Beurteilung erschwert ist. Je höher der Malignitätsgrad, das heisst je weniger differenziert der Tumor ist,

desto leichter können im Sediment die Tumorzellen entdeckt und klassifiziert werden. Die Spezifität ist mit 85–100 % sehr gut [16], die Sensitivität liegt abhängig vom Grad des Tumors nur zwischen 13 und 75 %; bei low-grade Tumoren werden zwischen 40 bis 60 % falsch negative Resultate berichtet [17]. Eine negative Zytologie bedeutet also nicht, dass kein Harnblasentumor vorliegt. Umgekehrt werden bei Infektionen bis 15 % der Befunde falsch positiv beurteilt [17]. Diese Zahlen sind von der Erfahrung des Zytopathologen abhängig. Bei einem positiven Befund wird die betroffene Person im Auftrag der Suva durch einen Urologen weiter abgeklärt.



**Abb. 5** Schwere Dysplasie/Carcinoma in situ des Urothels (mit freundlicher Genehmigung von Dr. med. Herbert Köppl, Viollier Basel)

Man erhofft sich eine verbesserte Diagnostik durch die Anwendung neuer Techniken und den Einsatz neuer Untersuchungen wie zum Beispiel UroVysion FISH zum Nachweis aneuploider Chromosomen oder die Bestimmung von Tumormarkern wie NMP22 (Nuclear Matrix Protein 22), Survivin oder BTA (Bladder Tumor Antigen) [18]. Diese neuen Methoden weisen aber mehr falsch-positive Resultate auf und sind zudem teuer [19]. Ausserdem ist ein Arztbesuch nötig, da ein Urinstatus erhoben werden muss. Die Sensitivität beträgt zwischen 51 und

100 %, die Spezifität zwischen 40 und 98 %. In der in Deutschland von 2003 bis 2010 durchgeführten UroScreen-Studie konnte durch den kombinierten Einsatz von UroVysion und NMP22 die Sensitivität wesentlich erhöht werden, allerdings zu Lasten einer grossen Zahl falsch-positiver Befunde [20], was für die untersuchte Person belastend ist. In der arbeitsmedizinischen Vorsorge der Suva bei symptomfreien Versicherten stellt die in den UroScreen-Studie untersuchte Kombination (zumindest zur Zeit) keine Alternative zur Zytologie dar. Ergibt sich in der Zytologie ein suspekter Befund oder hat ein Patient eine Hämaturie, wird eine Zystoskopie inklusive Biopsie durchgeführt. Die Zystoskopie ist der Goldstandard in der Diagnostik des Blasenkrebses und wird neben der Zytologie auch routinemässig in der Tumornachsorge eingesetzt.

Weitere Methoden, die im Rahmen des biologischen Monitorings angewendet werden können, sind die Messung der aromatischen Amine und/oder bestimmter Abbauprodukte, der sogenannten Phase-II-Konjugate, im Urin oder die Messung der Hämoglobinaddukte aromatischer Amine im Blut. Die aromatischen Amine und/oder ihre Phase-II-Konjugate im Urin sind Kurzzeitmarker zur Bestimmung der Exposition der vorangegangenen Arbeitsschicht, die Hämoglobinaddukte sind Langzeitmarker zur Bestimmung der mittleren Exposition der letzten 4 Monate [7].

Diese Methoden werden im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorge in der Schweiz dann angewendet, wenn zur Beurteilung von Schutzmassnahmen bei aktuellen Expositionen wie Sanierungsarbeiten von mit aromatischen Aminen kontaminierten Deponien eine innere Belastung der Arbeitnehmenden nachgewiesen respektive ausgeschlossen werden soll.

Die beim beruflichen Umgang mit aromatischen Aminen erworbenen Blasenkarzinome werden von der Suva nach den gesetzlichen Bestimmungen im UVG (Unfallversicherungsgesetz) als Berufskrankheit anerkannt, sofern der Kausalzusammenhang mit überwiegender Wahrscheinlichkeit gemäss den Vorgaben nach Art. 9.1 UVG gegeben ist. Die aromatischen Amine (Arylamine) gehören zu den sogenannten Listenstoffen, welche entsprechend Art. 9.1 UVG vom Bundesrat im Anhang 1 des UVV aufgelistet worden sind. Bei den Listenstoffen muss eine Krankheit vorwiegend, das heisst >50 %, durch die Arbeit verursacht worden sein, um als Berufskrankheit anerkannt zu werden. Allerdings erlaubt es die aktuelle epidemiologische Studienlage nicht, bei den aromatischen Aminen belastbare Dosis-Risiko-Beziehungen zur Berechnung der ätiologischen Fraktion herzuleiten. Bei der Beurteilung einer bösartigen Erkrankung der ableitenden Harnwege wird deshalb im Einzelfall geprüft, ob eine frühere Exposition gegenüber krebserzeugenden aromatischen Aminen wahrscheinlich und die Latenzzeit geeignet ist, um eine Berufskrankheit anzuerkennen [4].

## Literatur

- 1 Domnitz F., Uibel S., Groneberg D.A.: Blasenkrebs – Aktuelles zu Ätiologie, Diagnostik und Therapie; Zbl Arbeitsmedizin 2012; 62: 10-20
- 2 National Institute for Cancer Epidemiology and Registration: Switzerland. Statistics of Cancer Incidence 1984–2008. Zurich, February 2011
- 3 National Institute for Cancer Epidemiology and Registration & Federal Statistical Office: Switzerland. Statistics of Cancer Mortality 1984–2008. Zurich & Neuchâtel, January 2011
- 4 Jost M. and Pletscher C.: Maligne Neoplasien als Berufskrankheiten. Suva Medical 2011: 48-55
- 5 Baris D. et al.: A case-control study of smoking and bladder cancer risk: urgent patterns over time; J Natl Cancer Inst 2009; 101: 1553-61
- 6 Brennan P. et al.: Cigarette smoking and bladder cancer in men: a pooled analysis of 11 case-control studies; Int J Cancer 2000; 82 (2): 289-94
- 7 DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung): BK-Report 2/2011. Aromatische Amine. Eine Arbeitshilfe in Berufskrankheiten-Ermittlungsverfahren. 2. Aktualisierte Auflage des BK-Reports 1/2009: Juli 2011
- 8 Menz M.: Affections déclenchés par les amines aromatiques; Maladies professionnelles publié par la Suva 2000; feuillet 5: 1-7
- 9 Ziegler G.: Blasenkrebs in der chemischen Industrie der Region Basel («Anilinkrebs»); Suva Med Mitteilungen 61 (1988): 25-29
- 10 Suva: Grenzwerte am Arbeitsplatz. Bestellnummer 1903.d
- 11 Pesch B. et al: Aromatische Amine und Blasenkrebsrisiko – welche Rolle spielt der Acetyliererstatus?; IPA Journal 2013; 1: 18-24
- 12 Harling M., Schablon A., Schedlbauer G., Dulon M. Nienhaus A.: Bladder cancer among hairdressers: a meta-analysis; Occup Environ Med 2010; 67: 351-358.
- 13 Gubéran E., Usel M., Raymond L., Tissot R., Sweetnam P.M.: Disability, mortality, and incidence of cancer among Geneva painters and electricians: a historical prospective study; Brit J Indust Med 1988; 46: 16-23
- 14 Guha N., Steenland N.K., Merletti F., Altieri A., Cogliano V., Straif, K.: Bladder cancer risk in painters: a meta-analysis; Occup Environ Med 2010; 67: 568-573
- 15 Straif K. et al.: Carcinogenicity of shift-work, painting, and fire-fighting; The Lancet Oncology 2007; 8: 1065-1066

16 Van Rhijn B.W.G., van der Poel H.G., van der Kwast T.H.: Cytology and Urinary Markers for the Diagnosis of Bladder Cancer; Eur Urol Suppl 2009; 8: 536-541

17 Héry M.: Cancers de la vessie et risques professionnelles. EDP Sciences 2009

18 Parker J. and Spiess P. E.: Current and Emerging Bladder Cancer Urinary Biomarkers; The Scientific World J 2011; 11: 1103-1112

19 Morgan T.M., Keegan K.A., Clark P.E.: Bladder cancer; Curr Opin Oncol 2011; 23: 275-82

20 Pesch B. et al.: Prospektive Studie UroScreen – Früherkennung von Harnblasentumoren mit Tumormarkern in einem Kollektiv mit vorheriger beruflicher Exposition gegenüber aromatischen Aminen. Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed 2010; 45: 467-472

21 Deutsche Krebsgesellschaft: [www.krebsgesellschaft.de](http://www.krebsgesellschaft.de), accessed on 4.5.12

22 Weiss T., Henry J., Brüning T.: Berufskrankheit 1301. Bewertung der beruflichen (Mit-)Verursachung von Harnblasenkreberkrankungen unter Berücksichtigung der quantitativen Abschätzung der Einwirkung der aromatischen Amine 2-Naphthylamin, 4-Aminobiphenyl und o-Toluidin; Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed 2010; 45(5): 222-235

23 Henschler D., Norpoth K., Thielmann H.W., Weitowitz H.-J.: Blasenkrebs durch aromatische Amine als Berufskrankheit: Zur Validität der neuen berufsgenossenschaftlichen Dosisgrenzwerte; ZBI Arbeitsmedizin 2012: 64-75

### Korrespondenzadresse

Suva  
Dr. med. Dr. sc. nat.  
Michael Koller  
Verantwortlicher Arzt Toxikologie  
Stv. Bereichsleiter Arbeits-  
medizinische Vorsorge  
Abteilung Arbeitsmedizin

In der Schweiz arbeiten über 25 000 Schweißer. Sie sind verschiedenen gesundheitlichen Gefährdungen wie Räuchen, Stäuben, Dämpfen und Gasen, Lärm, Strahlung, hohen Temperaturen, elektromagnetischen Feldern, Vibrationen und Zwangshaltungen ausgesetzt. Nach einer Einführung über die Schweißtechnik werden in diesem Artikel mögliche gesundheitlichen Folgen dargestellt.

# Gesundheitliche Gefährdung durch Schweissen

Michael Koller, Marcel Jost, David Miedinger, Klaus Stadtmüller, Markus Blättler

## Zusammenstellung der wichtigsten technischen Verfahren

Unter Schweissen und verwandten Prozessen versteht man das Zusammenfügen, Trennen oder Beschichten metallischer Werkstoffe unter Anwendung von Wärme oder Druck, mit oder ohne Zusatzwerkstoffe (Draht- oder Stabelektrode, Lot, Schweisspulver) [1–3]. Die Wärme stammt beispielsweise von einer Brenngas-Sauerstoffflamme oder von elektrischem Strom. Bei letzterem entsteht zwischen dem Metallstück und der Elektrode ein Lichtbogen. Insgesamt existieren etwa 140 genormte Schweissprozesse.

Die Grundwerkstoffe werden in Eisen- und Nichteisenwerkstoffe eingeteilt. Die Eisenwerkstoffe ihrerseits können unlegiert, niedriglegiert oder hochlegiert sein. Die hochlegierten Stähle enthalten in der Summe mehr als 5 % Legierungselemente, in erster Linie sind dies Chrom, Nickel und Mangan, seltener Silizium, Kupfer, Wolfram, Molybdän oder Titan.

Beim **Pressschweissen** werden die metallischen Werkstoffe unter Druck und allenfalls örtlich begrenzter Wärme zusammengefügt. Es werden meistens keine Schweisszusätze gebraucht. Hierzu gehört zum Beispiel Widerstandspunktschweissen und Reibschweissen.

Beim **Schmelzschweissen** werden die Berührungsstellen der zu vereinigenden Metallteile bis in den Schmelzbereich erwärmt und miteinander verbunden, meistens unter Zuhilfenahme eines artgleichen Zusatzwerkstoffs. Die bekanntesten Verfahren sind das Lichtbogenhandschweissen mit Stabelektroden (LBH), Metall-Aktivgasschweissen (MAG), Metall-Inertgasschweissen (MIG), Wolfram-Inertgasschweissen (WIG oder TIG), Unterpulverschweissen, Laserschweissen, Autogenschweissen (Gas- und Flammschweissen) und das Plasmaschweissen.

Beim **Löten** werden metallische Werkstücke mit Hilfe eines geschmolzenen Zusatzmetalles verbunden. Die Grundwerkstoffe werden vor dem Fügen benetzt, ohne selbst geschmolzen zu werden. Ausserdem können Flussmittel und/oder Lötenschutzgase verwendet werden. Man

unterscheidet das Weichlöten und das Hartlöten. Beim Weichlöten bestehen die Lote aus Legierungen Zinn, Zink, Cadmium und Antimon, früher auch Blei. Beim Hartlöten sind die Lote Kupfer- und Silberlegierungen. Die Rauche beim Löten sind von den eingesetzten Flussmitteln und den Loten abhängig.

Beim thermischen **Schneiden** wird der Werkstoff durch gebündelte Gasstrahlen geschmolzen und getrennt (Abb. 1). Es gibt zwei Verfahrenstechniken, nämlich die Autogentechnik wie beispielsweise das Brennschneiden und die Lichtbogenschneidetechnik wie zum Beispiel das Laserschneiden oder das Plasmaschneiden. Beim thermischen Schneiden besteht der Rauch grundsätzlich aus dem Grundwerkstoff. Die Einzelpartikel sind grösser als beim Schweißen und nur teilweise alveolengängig.



**Abb. 1** Brennschneiden mit Sauerstofflanze

## Gefahrstoffentwicklung

Beim Schweißen entstehen abhängig vom Schweißverfahren verschiedene Rauche, Stäube, Dämpfe und Gase mit unterschiedlichen Inhaltsstoffen. Insgesamt befinden sich über 40 chemische Stoffe in den Rauchen und Gasen. Die Schadstoffe stammen vom verarbeiteten Material, den Zusatzwerkstoffen (Elektroden, Schweißstäbe, Lot, Schweißpulver), der Beschichtung wie Lacken oder metallischen Überzügen, oder dem Reinigungsmittel. Zu beachten sind auch die Hilfsstoffe (Brenn- und Schutzgase).

Die wesentlichste Quelle des **Schweißrauches** sind die Zusatzwerkstoffe. Der Rauch entsteht einerseits durch Kondensation und Oxidation der Metalle in der Dampfphase, andererseits durch unvollständiges Verbrennen organischer Materialien wie dem Schweißzusatz oder der Beschichtung.

**Gasförmige Schadstoffe** haben ihren Ursprung in den Brenngasen, der Luft, den Beschichtungsmaterialien oder Verunreinigungen. Beispiele von gasförmigen Schadstoffen sind Ozon, Kohlenmonoxid, Stickoxide, Chlorwasserstoff oder Aldehyde. Bei Gasen muss auch die Brand- und Explosionsgefahr sowie die Erstickungsgefahr wegen Kohlendioxid, Stickstoff oder Argon in die Beurteilung miteinbezogen werden.

Die Einzelpartikel beim Schweißen, Schneiden und Löten haben einen Durchmesser von 0,01 bis 1 µm und sind damit alveolengängig (**a-Staubfraktion**). Schweißer sind solchen Partikeln, insbesondere solchen mit einem Durchmesser < 0,1 µm (ultrafeine Partikel), stärker ausgesetzt als andere Berufsgruppen. Die Partikel sind in der Regel beim Schweißen kleiner als beim Schneiden.

Ein kleiner Teil der Schweisssrauche gehören – in agglomerierter Form – zur einatembaren Staubfraktion (**e-Staub**), welche alle Partikel umfasst, die eingeatmet werden. Solch grosse Partikel mit bis zu 100 µm Teilchengrösse können zum Beispiel beim thermischen Schneiden oder thermischen Spritzen entstehen.

Beim Schweißen sind die **Staubbelastungen** von verfahrens- und werkstoffspezifischen Faktoren abhängig. Das LBH-Schweißen weist die höchste Emissionsrate aller Schweißverfahren auf, das WIG- und das Plasmaschweißen zeigen die niedrigste Rauchentwicklung. Durch geeignete arbeitshygienische Massnahmen wie Absaugvorrichtungen können die Staubbelastungen stark reduziert werden (siehe WELDOX-Studie [4]).

### **Die wichtigsten Gefahrstoffe und ihre gesundheitlichen Auswirkungen**

In Tabelle 1 werden die wichtigsten beim Schweißen auftretenden Gefahrstoffe mit den durch sie hervorgerufenen möglichen gesundheitlichen Folgen aufgeführt [3–8]. Die gesundheitlichen Störungen können durch die Substanz selbst oder eine Verbindung (zum Beispiel Oxide) ausgelöst werden, die Tabelle differenziert dies nicht. Eine ausführlichere Darstellung der Toxikologie der einzelnen Gefahrstoffe ist einem Lehrbuch oder dem Suva-Factsheet «Gesundheitliche Gefährdung durch Schweißen» [9] zu entnehmen.

Stoff	Wichtigste gesundheitliche Störungen
Aluminium	Aluminose
Blei	Toxizität bezüglich Blut, Nervensystem, Nieren, Verdauungstraktes und Reproduktion
Cadmium	Nieren- und Lungenschädigung, toxische Pneumonitis (Lungenkrebs?)
Chrom(III)	Schleimhautreizung
Chrom(VI)	Nasentumore, Lungenkrebs, Sensibilisierung (Dermatitis)
Cobalt	Sensibilisierung (Asthma), Pneumonie, Alveolitis
Isocyanate	Asthma
Kupfer	Metallrauchfieber, Reizungen der Atemwege
Fluoride	Fluorose, Nierenschädigung
Eisen	Siderose (Schweisserlunge), Siderofibrose
Kohlenmonoxid	ZNS- und kardiovaskuläre Symptome, Erstickten bei hoher Konzentration
Magnesium	Metallrauchfieber
Mangan	ZNS-Symptome, Parkinsonismus (Manganismus), Entzündungen des Atemtraktes
Molybdän	Atemwegsreizung
Nickel	Sensibilisierung, Krebs der Atemwege
Ozon	Reizung der Atemwege
Phosgen	Reizung der Atemwege, Lungenödem
Stickstoffdioxide (Nitrosogase)	Reizung der Atemwege, Bronchiolitis, Lungenödem
Vanadium	Reizung der Atemwege
Zink	Metallrauchfieber, Neurotoxizität
Zinn	Stannose, Neurotoxizität

**Tabelle 1** Die wichtigsten Gefahrstoffe und einige durch sie bzw. deren Verbindungen bei Schweissern hervorgerufenen gesundheitlichen Störungen

## Erkrankungen bei Schweissern

### Atemwege

Im Allgemeinen kann ein Kausalzusammenhang zwischen Schweissen und einer Atemwegserkrankung gemäss einer Untersuchung des Berufsgenossenschaftlichen Forschungsinstituts für Arbeitsmedizin in Bochum nicht generell als gegeben angenommen werden, sondern es muss jeder Fall individuell beurteilt werden [10]. Hierzu sind die Arbeitsanamnese, die klinische Untersuchung, die Arbeitsplatzverhältnisse und andere Faktoren miteinzubeziehen. Bei Exposition gegenüber Schweissrauch kann teilweise ein zeitlich begrenzter Abfall der Lungenfunktionsparameter während der Arbeitstage beobachtet werden. Diese Abfälle scheinen sich aber an expositionsfreien Tagen wieder zu erholen [11,12].

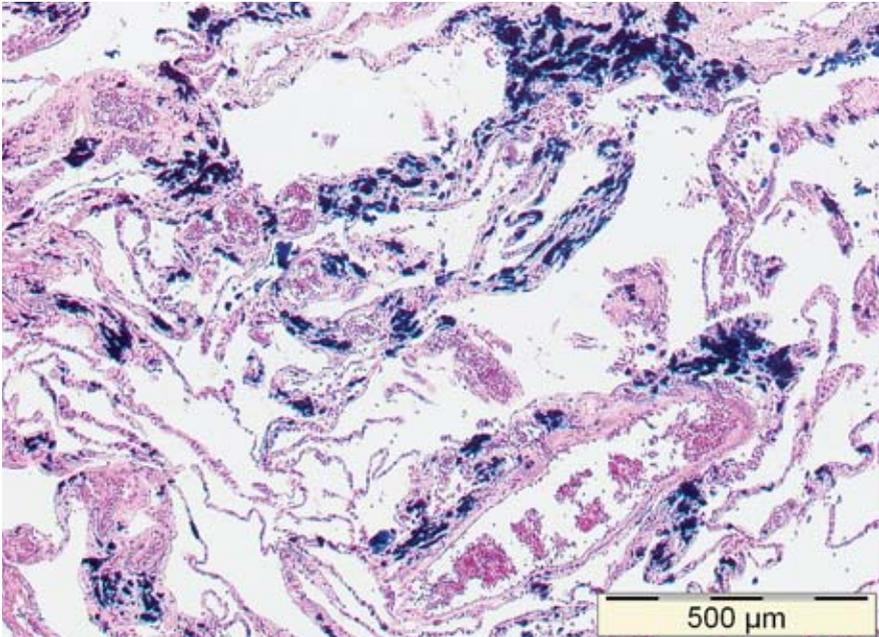
Die Exposition gegenüber Schweissrauch und -gasen (siehe zum Beispiel Ozon) kann zu **Reizungen** der oberen und unteren Atemwege führen. Hier sind vor allem Schweisser betroffen, welche mit galvanisiertem und rostfreiem Stahl arbeiten. So ist das Risiko, an einer **chronischen Bronchitis** zu erkranken, bei ihnen am höchsten (siehe ECRHS II- oder RHINE-Studie) [13, 14]. Ausserdem scheint die Häufigkeit einer chronischen Bronchitis bei Rauchern, die schweissen, grösser zu sein als bei Rauchern, die nicht schweissen [15]. Der häufigste Auslöser einer chronischen Bronchitis ist das Zigarettenrauchen. Die chronische Bronchitis ist eine klinische Diagnose und erfordert das Vorhandensein eines produktiven Hustens während vier oder mehr Tagen einer Woche während drei oder mehr Monaten pro Jahr während mindestens zwei aufeinanderfolgenden Jahren.

Im Zusammenhang mit **Asthma** bei Schweissern liefern die Studien unterschiedliche Resultate. Dies ist nicht erstaunlich, da verschiedene Mechanismen und Auslöser für das Asthma bekannt sind. Mehrere Studien scheinen einen Zusammenhang herstellen zu können [18–20] und eine kürzlich erschienene Review attestiert dem Schweissrauch die höchste Evidenzstufe als ursächlichen Faktor eines Asthmas oder auch einer COPD [21]. Der ECRHS II hingegen kam zum Schluss, dass Schweissen nicht mit einer erhöhten Prävalenz an Asthmasymptomen verbunden ist [13]. In dieser bevölkerungsbasierten Studie waren allerdings nicht nur Schweisser, sondern auch Arbeitnehmende, welche nicht hauptberuflich schweissen, eingeschlossen. Ein Asthma kann sich auf jeden Fall bei einer spezifischen Sensibilisierung gegenüber einer Substanz (zum Beispiel Cr(VI) oder Ni) im Schweissrauch bei kurzzeitiger sehr hoher Exposition im Sinne eines «reactive airways dysfunction syndrome» und vielleicht auch bei wiederholten, jedoch nur mittelhohen Expositionen in Form eines irritativen Asthmas zeigen. Handelt es sich beim zu betrachtenden Fall um ein Asthma, so muss also ein besonderes Augenmerk auf eine mögliche Sensibilisierung gegen Nickel oder Chrom geworfen werden. Allenfalls ist ein spezifischer Bronchoprovokationstest oder die serielle Bestimmung von Peakflows in Erwägung zu ziehen.

Es ist bekannt, dass gewisse Metalle wie Cadmium obstruktive Lungenschäden verursachen können. Eine kausale Beziehung zwischen der Exposition gegenüber Schweissrauch und der Entstehung einer **COPD** konnte dennoch nicht bewiesen werden, trotz der Plausibilität der beschränkt vorhandenen Evidenz aus mehreren Studien. Eine neue Übersichtsarbeit und Meta-Analyse von longitudinalen Studien bei Schweissern hat ergeben, dass Schweisser gegenüber Arbeitern ohne Schweissrauchexposition zwar einen grösseren jährlichen Verlust

der Lungenfunktion aufweisen, dass dieser Effekt aber statistisch nicht signifikant ist und vor allem bei einem gleichzeitig vorhandenen Zigarettenkonsum höher ausfällt [22]. Bei einer im gleichen Jahr publizierten Kohortenstudie in Frankreich wurde eine Schweissrauchexposition bei manuell tätigen Arbeitnehmenden mittels Expositionsmatrize abgeschätzt. Die Ausgangslungenfunktion derjenigen Arbeitnehmenden mit beruflicher Schweissrauchexposition lag tiefer als bei Arbeitern ohne diese Exposition. Die Geschwindigkeit des Lungenfunktionsverlustes war bei Arbeitnehmenden mit Schweissrauchexposition zwar grösser, aber wiederum nicht signifikant. Es zeigte sich in dieser Studie aber bei Nichtrauchern eine Expositions-Wirkungsbeziehung in Bezug auf den Abfall des FEV1-Wertes [23]. Meist ist der Schweregrad einer COPD bei lebenslangen Nichtrauchern nur leicht ausgeprägt. Rauchen ist der bedeutendste Risikofaktor für die Entstehung einer COPD und es ist bei Rauchern im Einzelfall schwierig oder gar unmöglich, den Anteil der beruflichen Exposition gegenüber Schweissrauch von dem des Zigarettenrauches an der Entstehung der COPD zu bestimmen.

Nach langandauernder und intensiver Einwirkung von eisenhaltigem Schweissrauch und -gasen kann eine sogenannte **Schweisserlunge** entstehen (Abb. 2) [24]. Bei der Schweisserlunge handelt es sich um eine Siderose, das heisst um eine reaktionslose Ablagerung von Ei-



**Abb. 2** Histologisches Präparat einer Siderofibrose, Eisenfärbung (mit freundlicher Genehmigung von KD Dr. med. Peter Vogt, Institut für Klinische Pathologie, Universitätsspital Zürich)

senoxidpartikeln im interstitiellen Gewebe und in den Makrophagen («Eisentätowierung»). Liegt zusätzlich eine Fibrose vor, so spricht man von Siderofibrose. Eine Ablagerung von Zinn heisst Stannose, eine Aluminium-Pneumokoniose wird Aluminose genannt.

Man findet die Eisenablagerungen vorwiegend um die Bronchien, die Lungengefässe und in den bronchopulmonalen Lymphknoten. Im Röntgenbild treten diese Ablagerungen als disseminiert verteilte, netzförmige Verdichtungen und punkt- bis knötchenförmigen Verschattungen in Erscheinung. Die Veränderungen im CT gleichen jenen, wie man sie bei Rauchern sehen kann. Diese Veränderung scheint mit einer hohen Exposition gegenüber Schweissrauchen vergesellschaftet zu sein und wird frühestens nach etwa 5 Jahren Exposition sichtbar, wobei die Häufigkeit vor allem bei längerer Tätigkeit mit den Jahren zunimmt [25].

Liegt neben der Ablagerung von Eisenoxiden auch eine Fibrosierung vor, spricht man von Siderofibrose. Manchmal beobachtet man auch eine Begleitentzündung. Die Siderofibrose teilt man je nach Ausprägung der Ablagerungen, der Fibrosierung und der Entzündung in Grad I bis III nach Müller und Verhoff ein [26]. Beim Lichtbogen-Handschweissen treten fibrotische Veränderungen am häufigsten auf, denn dieses Schweissverfahren weist die höchste Emissionsrate auf. Im angloamerikanischen Sprachraum wird in diesem Zusammenhang von einer «Arc Welder's Lung» gesprochen. Die Anwesenheit von Ozon (bei Schweissen von Aluminiumwerkstoffen und Edeltählen) oder Stickstoffoxiden (bei Schweissverfahren mit Gasflamme) verstärkt die fibrotische Wirkung des Schweissrauchs.

Reine Siderosen führen in der Regel zu keinen Lungenfunktionseinschränkungen und haben nur eine geringe oder keine Progredienz. Sie besitzen deshalb keinen Krankheitswert. Eine Siderofibrose wird bei adäquater Arbeitsanamnese und klinischen Befunden bei langjähriger Tätigkeit als Schweisser unter entsprechenden Bedingungen wie eingeschränkten Lüftungsverhältnissen in Kellern, Tunneln, Behältern, Tanks etc. als Berufskrankheit anerkannt.

Bei intensiver Belastung insbesondere mit Stickstoff- und Cadmiumoxid, sind auch eine **toxische Pneumonitis und Lungenödem** beschrieben worden [zum Beispiel 16,17]. Ebenso kann sich nach Inhalation des besonders toxischen Nickelcarbonyls eine **Pneumonie** entwickeln.

Die Inhalation von Schweissrauch scheint einen Einfluss auf das Immunsystem zu haben. Eine Exposition scheint den Schweregrad und den zeitlichen Verlauf von **Infektionen** der oberen und unteren Luftwege in einem negativen Sinne zu beeinflussen [27]. Es bestehen Hinweise aus Fall-Kontroll-Studien in England, dass Schweisser ein erhöhtes Risiko haben, an schweren Lungenentzündungen zu erkranken und zu sterben [28]. Eine Expositon gegenüber Schweissräuchen

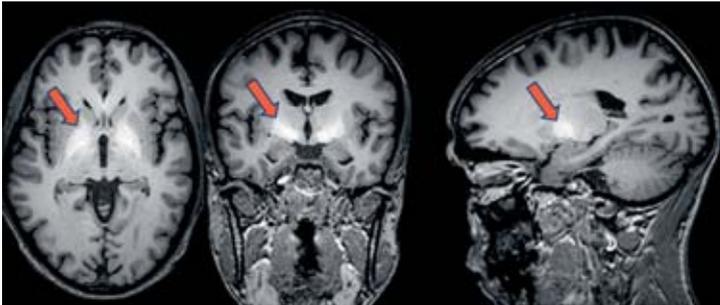
in den letzten 12 Monaten zeigte eine OR von 2.3 (95 % CI: 1.2-4.3) [29]. Das Risiko scheint aber nur bei Arbeitnehmenden, welche aktuell schweißen, erhöht zu sein und nimmt nach Beendigung der Tätigkeit als Schweisser wiederum ab.

Auf das Thema **Lungenkrebs** wird im untenstehenden Abschnitt «Maligne Neoplasien» eingegangen.

### **Nervensystem**

Eine langdauernde Exposition gegenüber Metallen wie Mangan [30–32] oder Blei [33] kann zu neurologischen und neuropsychologischen Defiziten führen. Auch Zinkoxid und einige organische Zinnverbindungen sind nervenzellschädigend. Die Rolle der Neurotoxizität von Aluminium beim Menschen ist hingegen unklar.

Besonders ausführlich untersucht wurde der sogenannte Manganismus (Abb.3), wie er zu früheren Zeiten bei Schweißern beobachtet werden konnte. Zu Beginn einer Manganintoxikation stehen Symptome wie Schlaflosigkeit, emotionale Instabilität, Gedächtnisstörungen, Kopfweg oder Muskelkrämpfe im Vordergrund. Später können aufgrund einer Beeinträchtigung des dopaminergen Neurotransmittersystems Parkinson-Symptome dazu kommen. Ein eigentliches Parkinson-Syndrom liegt aber in der Regel nicht vor. Bei neuropsychologischen Untersuchungen wurden beispielsweise Beeinträchtigungen des verbalen Lernens, des Arbeitsgedächtnisses und der kognitiven Flexibilität beschrieben [34].



**Abb. 3** MRI des Gehirns mit Ablagerungen von Mangan in den Basalganglien (rote Pfeile)  
(mit freundlicher Genehmigung von Frau Prof. Ulrike Dydak, Purdue University, USA)

Auch wenn im Schweißrauch die hier erwähnten Metalle vorkommen können, so liess sich in einer kürzlich erschienenen Studie aufgrund der Expositions-Wirkungs-Korrelationen keine klinische Neurotoxizität des Schweißens nachweisen [35]. In dieser Studie sind 352 Schweißer und 361 Taucher, welche schweißen, untersucht worden.

### **Metallrauchfieber (Schweisserfieber)**

Gewisse Metalle wie Zink oder Kupfer und deren Verbindungen (vor allem galvanisierte Metalle) können das sogenannte Metallrauch- oder Schweisserfieber auslösen [zum Beispiel 20]. Hierbei handelt es sich um eine systemische Entzündungsreaktion des Körpers mit Erhöhung verschiedener Entzündungsparameter (Leukozyten, CRP) bei gleichzeitiger Erniedrigung des Fibrinogens [36]. Ältere Untersuchungen haben gezeigt, dass bis zu einem Drittel der Schweißer während ihrer Berufstätigkeit diese Symptome hatten [25].

Initiale Beschwerden sind eine Reizung des Mund-/Rachenraums, gefolgt von grippeartigen Kopf- und Muskelschmerzen, Fieber, Übelkeit oder Reizhusten. Klassischerweise sind in der Röntgenaufnahme der Lunge keine Veränderungen sichtbar. Die Symptome verschwinden nach einem bis zwei Tagen wieder. Nicht selten führt eine Exposition gegenüber den Schweißräuchen zu einer leichten Toleranz, welche nach wenigen Tagen ohne Schweißrauchexposition wiederum verschwindet. Die Symptome können sich also zu Beginn der Arbeitswoche stärker manifestieren und über die Folgetage abnehmen, warum das Metallrauchfieber in den angelsächsischen Ländern manchmal auch als «monday morning fever» bezeichnet wurde. In der Regel treten keine Langzeitfolgen auf. Eine Exposition gegenüber Cadmium enthaltenden Schweißräuchen kann allerdings zu sehr schwer verlaufenden Lungenreizungen führen.

### **Maligne Neoplasien**

Gewisse Substanzen im Schweißrauch sind krebserzeugend, so zum Beispiel Chrom(VI) oder gewisse Nickelsalze, insbesondere Nickeloxide und -sulfide. Diese sind in der Schweizer Grenzwertliste in die Kategorie C1 der bekanntermassen krebserregenden Stoffe eingeteilt. Sie können das Risiko für Krebs der Nasenhaupt- und -nebenhöhlen, des Kehlkopfs oder der unteren Atemwege erhöhen [37–40]. Die Rolle des manchmal ebenfalls im Schweißrauch vorkommenden Cadmiums als Kanzerogen ist nicht restlos geklärt, weshalb es in der Schweizer Grenzwertliste in die Kanzerogenitätsklasse 2 eingeordnet wurde. Ebenfalls wird das Vorhandensein einer chronischen Entzündung des Lungenparenchyms und die Produktion von Sauerstoffradikalen (oxidizing species) als krebefördernder Mechanismus bei Exposition gegenüber Schweißrauch diskutiert [15].

Das Lungenkrebsrisiko ist bei Schweissern gemäss der aktuellsten Metaanalyse gegenüber der Normalbevölkerung um den Faktor 1,26 erhöht [41]. Die Erhöhung des Risikos könnte in erster Linie auf die im Schweissrauch vorhandenen Chrom(VI)-Verbindungen und Nickelsalze zurückzuführen sein, auch wenn dies in der Studie selbst nicht direkt gezeigt werden konnte. Das Risiko, welches ausschliesslich von den Chrom(VI)-Verbindungen ausgeht, beträgt – ausgedrückt als SMR (Standardized Mortality Rate) – 1,41 bzw. 1,12 nach Korrektur für das Rauchen [42]. Für Nickelsalze, welche ebenfalls das Lungenkrebsrisiko erhöhen, ist keine Risk Ratio bekannt.

Da Nickel und Chrom(VI)-Verbindungen Listenstoffe gemäss UVG Art. 9.1 sind, muss der ursächliche Anteil an Lungenkrebs durch einen der beiden Stoffe mindestens 50 % betragen. Dies entspricht einem relativen Risiko von 2, welches gemäss dem bisherigen Stand des Wissens nicht erreicht wird. Deshalb ist bei Auftreten von Lungenkrebs nach Exposition gegenüber Nickel oder Chrom(VI)-Verbindungen die Anerkennung einer Berufskrankheit in der Regel nicht gegeben. Jeder Fall muss aber individuell unter Berücksichtigung der Arbeitsanamnese (Verbrauch von Schweisserdrähten, Arcing Time/Trigger Time), klinischer Untersuchungen, den am Arbeitsplatz angetroffenen Bedingungen (beispielsweise Personal Sampling oder Raumlufmessungen) und anderer Faktoren (zum Beispiel Synkarzinogenese im Zusammenhang mit Asbest) beurteilt werden. Zu beachten ist ausserdem, dass für solide Tumoren der Lunge in der Regel eine Latenzzeit von mindestens 10 bis maximal 50 Jahren besteht [43].

## **Augen**

Der Lichtbogen und die Schweissflamme verursachen optische Strahlen im Infrarot- bis UV-Bereich. Die Intensität hängt unter anderem vom Verfahren, dem Schutzgas und dem zu bearbeitenden Werkstoff ab. Dadurch kann es bei fehlenden Schutzmassnahmen oder durch Reflexionen zu Schädigungen der Hornhaut kommen. Gefährdet ist hierbei nicht nur der Schweisser, sondern auch sich in der Nähe befindliche Personen. Die UV-Strahlung kann zu einer Entzündung der Augenbindehäute und der Hornhaut führen (Keratokonjunktivitis photoelectrica). Diese «Schweisserblende» tritt einige Stunden nach dem Schweiessen auf und verschwindet bei Expositions-karenz ohne bleibende Schäden nach ein bis zwei Tagen wieder. Die Infrarotstrahlung beim Schweiessen kann zu wärmebedingten Veränderungen führen.

Weitere Schädigungen des Auges können durch Gase, Rauche, Funkenwurf etc. auftreten, welche direkt auf das ungeschützte Auge auf-treffen.

## **Haut**

UV-Licht, welches beim Lichtbogenschweissen und in der Schweissflamme entsteht, kann eine UV-Dermatitis («Sonnenbrand») an ungeschützten Hautpartien wie Hals oder Vorderarmen verursachen. Weitere Informationen zu UV-Schäden der Haut können der Suva-Publikation «Berufliche Hautkrankheiten» entnommen werden [44].

Funken, Schlacken, glühende Metallteile oder auch Explosionen und Brände können zu Verbrennungen führen, insbesondere an Händen und Gesicht.

Bei der Entwicklung von Allergien gegenüber den am Arbeitsplatz verwendeten Substanzen (zum Beispiel Kontakt zu Kühlschmierstoffen) und durch das häufige Reinigen der Hände können Hautekzeme auftreten.

## **Vibrationen**

Häufig werden von Arbeitnehmenden, welche Schweissarbeiten ausführen, auch vibrierende Geräte zum Reinigen oder Schleifen der Teile verwendet [45]. Es können bei längerer Verwendung dieser Geräte Gefühls- und Durchblutungsstörungen der Finger im Rahmen einer sogenannten Weissfingerkrankheit (Raynaud-Syndrom) auftreten.

## **Gehör**

Je nach Schweissverfahren, Werkstück oder elektrischen Kenngrößen ist die Lärmbelastung erheblich und kann den in der Schweizer Grenzwertliste angegebenen Lärmexpositionspegel  $L_{EX}$  von 85 dB (A) übersteigen [6]. Dies ist insbesondere beim Plasmaschneiden, maschinellen Brennschneiden, Flammwärmern der Fall, oder wenn gleichzeitig andere Lärmquellen an benachbarten Arbeitsplätzen existieren. Weitere Informationen zur Einschätzung der Lärmbelastung an Arbeitsplätzen finden sich in den Lärmtabellen der Suva und unter [extra.suva.ch](http://extra.suva.ch), Stichwort «Lärm».

## **Elektromagnetische Felder**

Beim elektrischen Schweissen treten elektrische und magnetische Felder (EMF) auf. Im Hinblick auf gesundheitliche Gefährdungen sind wegen der relativ geringen Stromspannungen die elektrischen Felder vernachlässigbar. Hingegen können die magnetischen Felder aufgrund der hohen Stromstärken bedeutend sein. Hohe Ströme bis 750A verwenden vor allem die Lichtbogenschweissverfahren MIG, MAG und WIG sowie das Punktschweissen. Die Magnetfelder erzeugen im Körper selbst Ströme, weil sie elektrisch geladene Moleküle beeinflussen. Wissenschaftlich gesicherte unerwünschte direkte Wirkungen starker Magnetfelder sind Reizphänomene von Muskel- und Nervenzellen oder

auch die sogenannten Retinaphosphene. Das sind subjektiv wahrgenommen Lichtphänomene, die durch die elektrische Reizung von Retinazellen entstehen. Für die arbeitsmedizinische Praxis bedeutsam ist die Möglichkeit der Beeinflussung von Herzschrittmachern, internen Defibrillatoren, Neurostimulatoren und weiteren aktiven Implantaten. Zur sicheren Verhinderung der direkten Reizerscheinungen hat die Suva Arbeitsplatzgrenzwerte für magnetische Felder definiert [51]. Sie orientiert sich dabei an den «reference levels», die die ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) definiert und regelmässig überprüft. Jedoch ist eine Störung der Funktion von aktiven medizinischen Implantaten auch bei Einhaltung der Arbeitsplatzgrenzwerte möglich. Da die Wirkeinstellungen (vor allem die elektrische Ansprechschwelle) von aktiven medizinischen Implantaten an die Bedürfnisse der individuellen Patienten angepasst werden, ist ein Grenzwertkonzept zum Schutz der Implantateträger nicht sinnvoll, sondern in Zweifelsfällen ist eine individuelle Arbeitsplatzbeurteilung im Rahmen der Gefährdungsanalyse notwendig. Da die Exposition mit elektromagnetischen Feldern gemäss Tabelle 1 der EKAS Richtlinie 6508 als «besondere Gefahr» definiert ist, hat der Arbeitgeber dazu Arbeitsärzte und sonstige Spezialisten der Arbeitssicherheit beizuziehen. In der Norm SN EN 50527-1:2010 ist das Verfahren definiert, nach dem ein Assessment der möglichen Exposition mit Magnetfeldern für Personen mit aktiven Implantaten durchgeführt werden sollte. SN-EN 50527-2.1 ist die Unternorm zur Beurteilung bei Herzschrittmacherträgern. EN 50505 ist eine spezifische internationale Norm zur Beurteilung der Exposition von Personen durch EMF an Schweißerarbeitsplätzen.

Mögliche praktische Massnahmen zur Reduktion der Exposition mit Magnetfeldern beim Schweiessen sind folgende:

- Möglichst niedrigen Schweisstrom wählen
- Abstand zwischen Arbeitnehmenden und Schweissskabel/Schweisstromquelle vergrössern
- Anordnung der Schweissskabel: Hin- und Rückführung möglichst nahe aneinander, wenn möglich wickeln
- Tragen von Schweissskabeln am Körper oder über die Schulter möglichst vermeiden
- Definition und Markierung räumlicher Gefährdungszonen im Betrieb sowie Zutrittsbeschränkungen für Implantateträger
- Bei mobilen Arbeitsplätzen gründliche Information von Implantateträgern

## **Reproduktionsapparat**

Es bestehen Hinweise darauf, dass bei Schweißen insbesondere von hochlegierten Stählen eine dosisabhängige Einschränkung der Spermienqualität auftreten kann, welche zu Fertilitätsstörungen führen könnte [46–48].

## **Bewegungsapparat**

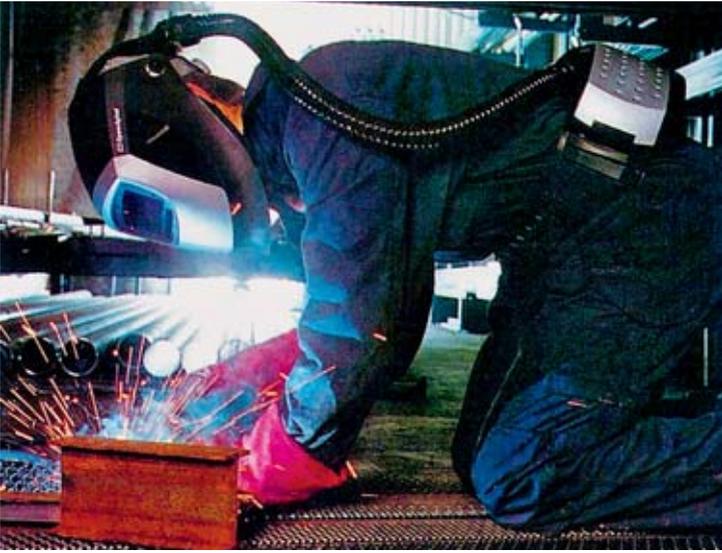
Ein grosser Teil der Arbeit eines Schweißers ist statisch. Je nach Ausstattung müssen gleichzeitig der Schweißbrenner und das Schutzschild gehalten werden. Manchmal müssen schwere zu bearbeitende Teile angehoben werden. Ergonomische Probleme sind auch abhängig von der Grösse der zu bearbeitenden Teile: Bei kleinen seriell hergestellten Werkstücken können Arbeitstische verwendet werden; für die Bearbeitung grösserer Teile stehen demgegenüber selten ergonomisch angepasste Arbeitsplätze zur Verfügung. In engen Räumen und bei Arbeiten über Kopf ergeben sich ebenfalls ungünstige Situationen mit Zwangshaltungen. Auch das benutzte Schweißverfahren hat einen Einfluss auf die Belastung des Bewegungsapparates. So muss beim Schweißen mit Stabelektroden die Elektrode nach etwa 2 Minuten wieder gewechselt werden, was eine gewisse Unruhe in die Schweiß-tätigkeit bringt; bei andern Schweißverfahren (MIG/MAG) kann demgegenüber längere Zeit am Stück gearbeitet werden und damit ist die statische Arbeitsbelastung höher.

## **Arbeitsmedizinische Vorsorge und Biomonitoring**

Zum Schutz der Arbeitnehmenden vor gesundheitsgefährdenden Stoffen am Arbeitsplatz sind arbeitshygienische Massnahmen prioritär, welche je nach Situation durch die arbeitsmedizinische Vorsorge ergänzt werden können [49].

## **Arbeitshygienische Massnahmen**

Die arbeitshygienischen Massnahmen sind nach dem STOP-Prinzip zu planen und umzusetzen: S (Substitution), T (Technische Massnahmen), O (Organisatorische Massnahmen), P (Personenbezogene Massnahmen). Dieses Prinzip wird ausführlich in der Suva-Publikation «Schweißen und Schneiden» erläutert [1].



**Abb. 4** oben: Schweißer mit einem Gebläsefiltergerät mit Schweißhelm und kombiniertem Gas- und Partikelfilter; unten: Schweißer mit einem von der Umgebungsluft unabhängigen Schlauchgerät für den Einsatz in engen Räumen.

### **Arbeitsmedizinische Vorsorge**

Die arbeitsmedizinische Vorsorge gemäss der Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV) hat vor allem zum Ziel, Arbeitnehmende mit individuellen Risikofaktoren und damit einem erhöhten Berufskrankheitenrisiko zu erkennen, beginnende Berufskrankheiten frühzeitig zu erfassen sowie unzulässige innere Belastungen und Beanspruchungen mittels Biomonitoring vor dem Ausbruch einer Berufskrankheit zu erkennen. Arbeitnehmende mit speziellen Risiken werden durch eine Verfügung der Suva der arbeitsmedizinischen Vorsorge unterstellt. Bei Schweißern werden arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen dann durch die Suva veranlasst, wenn aufgrund einer Risikobeurteilung spezielle Risiken, beispielsweise durch Überschreiten der Grenzwerte oder spezielle Expositionen vorliegen. Biologische Parameter werden in Blut oder Urin bestimmt, um allfällige unzulässige innere Belastungen der Schweißser festzustellen (siehe biologisches Monitoring).

### **Biologisches Monitoring**

Unter biologischem Monitoring versteht man die Beurteilung der Exposition von Arbeitnehmenden gegenüber chemischen Arbeitsstoffen durch Bestimmung des Arbeitsstoffes in biologischem Material wie Blut, Urin oder Ausatemungsluft, durch Bestimmung von Metaboliten oder durch Bestimmung eines körpereigenen Parameters, der durch den Arbeitsstoff beeinflusst wird [50]. Die gemessenen Werte werden mit den in der Grenzwertliste aufgeführten BAT-Werten (biologische Arbeitsstofftoleranzwerte) verglichen. So kann die innere Belastung durch einen Arbeitsstoff oder eine Reaktion des Organismus auf den Arbeitsstoff beurteilt werden, wobei man bei der Abschätzung von einer Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen der Konzentration des Arbeitsstoffes in der Luft und der Wirkung am Zielorgan ausgeht [51]. Der BAT-Wert ist überschritten, wenn bei mehreren Untersuchungen einer Person die mittlere Konzentration des Parameters oberhalb des BAT-Wertes liegt; aus einer alleinigen Überschreitung des BAT-Wertes kann nicht notwendigerweise eine gesundheitliche Beeinträchtigung abgeleitet werden. Beim biologischen Monitoring werden alle Aufnahmewege eines Arbeitsstoffes erfasst, also nicht nur die Inhalation, sondern auch die Aufnahme über die Haut oder den Magen-Darm-Trakt. Bei den in Tabelle 2 aufgelisteten Stoffen, welche beim Schweiessen zu einer Belastung der Arbeitnehmenden führen können, existieren BAT-Werte.

Arbeitsstoff	Biologischer Parameter	BAT-Wert	Material	Probenahmezeitpunkt
Aluminium	Aluminium	60 ug/g Kreatinin	Urin	a
Blei	Blei	Männer: 400 ug/l Frauen >45y: 400 ug/l Frauen <45y: 100 ug/l	Blut	b
Anorganische Fluorverbindungen	Fluorid	7 mg/g Kreatinin 4 mg/g Kreatinin	Urin Urin	b d
Cadmium	Cadmium	5 ug/g Kreatinin	Urin	a
Cobalt	Cobalt	30 ug/l	Urin	b
Kohlenmonoxid	CO-Hb	5%	Blut	b
Mangan	Mangan	20 ug/l	Plasma/Serum	b
Nickel	Nickel	45 ug/l	Urin	c, b
Nickelverbindungen, unlöslich	Nickel	10 ug/l	Urin	c, b
Nickelsalze, löslich	Nickel	40 ug/l	Urin	c, b

**Tabelle 2** BAT-Werte einiger beim Schweißen auftretender Stoffe [52]; Probenahmezeitpunkt a: keine Beschränkung, b: Expositions- bzw. Schichtende, c: bei Langzeitexposition nach mehreren vorangegangenen Schichten, d: vor nachfolgender Schicht

## Gesetzliche Grundlagen der Anerkennung von Berufskrankheiten

Die beim beruflichen Umgang mit Schweißen erworbenen Krankheiten werden von der Suva nach den gesetzlichen Bestimmungen im UVG (Unfallversicherungsgesetz) als Berufskrankheit anerkannt, sofern der Kausalzusammenhang mit überwiegender Wahrscheinlichkeit gemäss den Vorgaben nach Art. 9.1 und 9.2 UVG gegeben ist. Figuriert die zur Frage stehende Substanz auf der Liste der schädigenden Stoffe im Anhang 1 der UVV, so wird eine Krankheit dann als Berufskrankheit anerkannt, wenn diese vorwiegend durch die Exposition mit diesem Stoff bei der beruflichen Tätigkeit verursacht worden ist (UVG Art. 9.1). Bei Substanzen, die nicht in der Liste figurieren, muss die gesundheitliche Störung ausschliesslich oder stark überwiegend durch die berufliche Tätigkeit mit diesem Arbeitsstoff verursacht worden sein, damit eine Berufskrankheit anerkannt werden kann (UVG Art. 9.2). Die Leistungen bei der Anerkennung einer Berufskrankheit entsprechen denen bei Unfällen, sind doch die Berufskrankheiten nach dem Gesetz diesen gleichgestellt (UVG Art. 9 Abs. 3).

## Literatur

- 1 Blättler M. A.: Schweißen und Schneiden. Schutz vor Rauchen, Stäuben, Gasen und Dämpfen. Suva. Bestellnummer 44053 (2012).
- 2 BAuA (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin): TRGS (Technische Regel für Gefahrstoffe) Merkblatt Nr. 528: «Schweisstechnische Arbeiten» (2009).
- 3 EKAS (Eigenössische Koordinationskommission für Arbeitssicherheit): Richtlinie Nr. 6509 «Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren zum Bearbeiten metallischer Werkstoffe» (1999).
- 4 Pesch B. et al.: WELDOX – Metallbelastungen beim Schweißen und deren gesundheitliche Auswirkungen. IPA-Journal 2011; 2: 12-17.
- 5 Casarett & Doull's Toxicology, Seventh Edition, Curtis D. Klaassen (2008).
- 6 Ladou J.: Current Occupational & Environmental Medicine. Fourth Edition. McGraw Hill (2007).
- 7 Nordberg G. F., Fowler B.A., Nordberg M., Friberg L.: Handbook on the toxicology of metals, third edition, Academic Press (2007).
- 8 Triebig G., Kentner M., Schiele R.: Arbeitsmedizin. 3. vollständig neubearbeitete Auflage. Gentner-Verlag (2011).
- 9 Koller M., Jost M., Miedinger D., Stadtmüller K., Blättler M.: Gesundheitliche Gefährdung durch Schweißen. Factsheet Suva.
- 10 Wieners D., Latza U., Baur X.: Epidemiologische und klinische Untersuchungen akuter und chronischer obstruktiver Atemwegserkrankungen durch Schweißgase und -rauche; Zblatt Arbeitsmed 2000; 50 (2): 46-64.
- 11 Antonini J. M., Lewis A.B., Roberst J.R., Whaley D.A.: Pulmonary effects of welding fumes: review of worker and experimental animal studies. Am J Ind Med 2003; 43 (4): 350-360.
- 12 Beckett W. S. et al.: Airway reactivity in welders: a controlled prospective cohort study. J Occup Environ Med 1996, 38 (12): 1229-1238.
- 13 Lillienberg L. et al.: A Population-based Study on Welding Exposures at Work and Respiratory Symptoms; Ann Occup Hyg 2008; 52 (2): 107-115.
- 14 Holm M. et al.: Incidence and prevalence of chronic bronchitis. Impact of smoking and welding. The RHINE study; Int J Tuberc Lung Dis 2012; 16 (4): 553-557.
- 15 Tarlo S. M., Cullinan P., Nemeiry B.: Occupational and environmental lung diseases. Wiley-Blackwell (2010).

- 16 Erkinjuntti-Pekkanen Riitta et al.: Two year follow-up of pulmonary function values among welders in New Zealand; *Occup Environ Med* 1999; 56: 328-333.
- 17 Wieners D., Latza U., Baur X.: Inhalative Belastungen durch Schweissverfahren; *Zblatt Arbeitsmed* 2000; 50: 38-44.
- 18 Bakerly N. D. et al.: Fifteen-year trends in occupational asthma: data from the Shield surveillance scheme; *Occup Med* 2008; 58 (3): 169-174.
- 19 Banga A., Reilly M.J., Rosenman K.D.: A study of characteristics of Michigan workers with work-related asthma exposed to welding; *J Occup Environ Med* 2011; 53 (4): 415-419.
- 20 El-Zein M., Malo J.L., Infante-Rivard C., Gautrin D.: Prevalence and association of welding related systemic and respiratory symptoms in welders; *Occup Environ Med* 2003; 60 (9): 655-661.
- 21 Baur X., Bakehe P., Vellguth H.: Bronchial asthma and COPD due to irritants in the workplace – an evidence-based approach; *J Occup Med Tox* 2012; 7 (19): 1-31.
- 22 Szram J., Schofield S.J., Cosgrove M.P., Cullinan P.: Welding, longitudinal lung function decline and chronic respiratory symptoms: a systematic review of cohort studies. *Eur Respir J* 2012; Epub ahead of print.
- 23 Thaon I., Demange V., Herin F., Touranchet A., Paris C.: Increased lung function decline in blue-collar workers exposed to welding fumes. *Chest* 2012; 142 (1): 192-199.
- 24 BAuA (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin): TRGS (Technische Regel für Gefahrstoffe) Merkblatt zur Berufskrankheit Nummer 4115 «Lungenfibrose durch extreme und langjährige Einwirkung von Schweissrauchen und Schweissgasen – (Siderofibrose)» (Bek. des BMAS vom 30.12.2009).
- 25 McMillan G. in: Hendrick David J. et al.: *Occupational Disorders of the Lung. Recognition, Management, and Prevention.* Elsevier Science 2002: 467-482.
- 26 Müller K.-M., Verhoff M. A.: Graduierung der Sideropneumokoniosen; *Pneumologie* 2000; 54: 315-317.
- 27 Zeidler-Erdely P. C., Erdely A., Antonini J.M.: Immunotoxicology of arc welding fume: worker and experimental animal studies. *J Immunotoxicol* 2012; 9 (4): 411-425.
- 28 Palmer K. T., Cullinan P., Rice S., Brown T., Coggon D.: Mortality from infectious pneumonia in metal workers: a comparison with deaths from asthma in occupations exposed to respiratory sensitizers. *Thorax* 2009. 64 (11): 983 -986.

- 29 Palmer K. T. et al.: Exposure to metal fume and infectious pneumonia. *Am J Epidemiol* 2003; 157 (3): 227-233.
- 30 Lischka K., Ihrig A., Wrazidlo W., Triebig G.: Heidelberger Mangan-Studie Follow-up. Forschungsprojekt F 1858 der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2007).
- 31 Pletzko S., Wehner B., Johnen A.: Qualitative und quantitative Erfassung von Schweißrauchen als Grundlage für die Bewertung der inneren Manganbelastung (Biomonitoring); *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft* 2006; 66: 25.
- 32 Meyer-Baron M. et al: Performance alterations associated with occupational exposure to manganese – a meta-analysis; *Neurotoxicology* 2009; 30: 487-496.
- 33 Pletscher C., Liechti B.: Gesundheitliche Gefährdung am Arbeitsplatz durch Blei. Suva. Bestellnummer 2869/06 (2007).
- 34 Bowler R. M. et al.: Neuropsychological sequelae of exposure to welding fumes in a group of occupationally exposed men; *Int J Hyg Environ Health* 2003; 206: 517-529.
- 35 Ross J. A. S. et al.: Cognitive Symptoms and Welding Fume Exposure. *Ann Occup Hyg* 2013; 57(1): 26-33.
- 36 Kim J.Y., Chen J.-C., Boyce P.D., Christiani D.C.: Exposure to welding fumes is associated with acute systemic inflammatory response; *Occup Environ Med* 2005; 62: 157-163.
- 37 Balindt P.: Lungenkrebsrisiko durch berufliche Exposition gegenüber Nickel und seinen Verbindungen. Inaugural-Dissertation. Hohe Medizinische Fakultät der Ruhr-Universität Bochum (2009).
- 38 Grimsrud T. K.: Exposure to different forms of nickel and risk of lung cancer; *Am J Epidemiol* 2002; 156: 1123-1132.
- 39 IIW (International Institute of Welding), Commission VIII – Health, Safety and Environment: Lung cancer and arc welding of steels 2001; 55: 12-20.
- 40 Moulin J. J.: A meta-analysis of epidemiologic studies of lung cancer in welders; *Scand J Work Environ Health* 1997; 23: 104-113.
- 41 Ambroise D., Wild P., Moulin J.J.: Update of a metaanalysis on lung cancer and welding; *Scand J Work Environ Health* 2006; 32 (1): 22-31.
- 42 Cole P., Rodu B.: Epidemiologic studies of chrome and cancer mortality: a series of metaanalyses; *Regul Toxicol Pharmacol* 2005; 43: 225-231.

- 43 HSL (Health and Safety Laboratory): Annex 2 – Draft Statement of Evidence – Health effects arising from inhalation exposure to welding fume. 1-10 (2009).
- 44 Rast H.: Berufliche Hautkrankheiten. Suva. Bestellnummer 2869/11 (2013).
- 45 Parizek M.: Arbeitsmedizinische Aspekte bei Schädigungen durch Vibrationen. Suva. Bestellnummer 2869/16 (1998).
- 46 OSHA (Occupational and Health Administration): Occupational Safety and Health Guideline for Welding Fumes. <http://www.osha.gov/SLTC/healthguidelines/weldingfumes/recognition.html> (accessed on 17<sup>th</sup> Jan 2013).
- 47 Rom W. M.: Environmental & Occupational Medicine. Third Edition. Lippincott-Raven Publishers (1998).
- 48 IARC (International Agency for Research on Cancer): IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Chromium, Nickel and Welding. Volume 49. 1990: 447-525.
- 49 DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung: Information, Handlungsanleitung für die arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem Berufsgenossenschaftlichen Grundsatz G39 «Schweisssrauche», BGI/GUV-I 504-39 Juni (2009).
- 50 Jost M. und Pletscher, C.: Biologisches Monitoring und biologisches Arbeitstoffsstofftoleranzwerte. Suva Medical 2009; 80:28-38.
- 51 Gube M. et al.: Experimental exposure of healthy subjects with emissions from a gas metal arc welding process – part II: biomonitoring of chromium and nickel. Int Arch Occup Environ Health 2013; 86: 31-37.
- 52 Suva: Grenzwerte am Arbeitsplatz. Bestellnummer 1903.

### Korrespondenzadresse

Suva  
Dr. med. Dr. sc. nat.  
Michael Koller  
Verantwortlicher Arzt Toxikologie  
Stv. Bereichsleiter Arbeits-  
medizinische Vorsorge  
Abteilung Arbeitsmedizin



Zur Beurteilung der Arbeitsplatzverhältnisse bei Exposition gegenüber Nickel führte die Suva zwischen 2007–2010 Raumluftmessungen kombiniert mit Messungen des Biologischen Monitorings durch. Resultate von 29 Betrieben konnten ausgewertet werden. Die Exposition gegenüber Nickel hängt stark vom angewandten Schweissverfahren ab. So wurden vor allem beim Metallschutzgasschweissen und beim thermischen Spritzen höhere Expositionen gemessen.

# Einwirkungen von Nickel

Claudia Pletscher, Markus Blättler

2005 wurde in der schweizerischen Grenzwertliste, welche von der Suva im Einvernehmen mit der schweizerischen Grenzwertkommission der Suissepro publiziert wird, der Grenzwert für Nickelverbindungen unlöslich von 0,5 mg/m<sup>3</sup> auf 0,05 mg/m<sup>3</sup> gesenkt [1]. Diesem neuen \*MAK-Wert entsprechend wurde 2007 auch der \*BAT-Wert angepasst und auf 170,4 nmol/l Nickel im Urin festgelegt.

Zur Beurteilung der Arbeitsplatzverhältnisse bei Expositionen gegenüber Nickel wie auch der inneren Belastung dieser Arbeitnehmenden führte die Suva zwischen 2007–2010 im Rahmen eines Projektes Raumluftmessungen (Airmonitoring) kombiniert mit Messungen von Nickel im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorge (Biomonitoring) durch.

Für die Auswahl der Betriebe konzentrierten wir uns auf Arbeitsplätze und Arbeitnehmende mit einem potenziell hohen Expositionsrisiko gegenüber krebserzeugenden Nickelverbindungen. Aufgrund einer Analyse der Gefährdungssituation in der Schweiz wurden die Prozesse «Schweissen, Schneiden und verwandte Verfahren zum Bearbeiten

---

\* Der Maximale Arbeitsplatzkonzentrationswert (MAK-Wert) ist die höchst zulässige Durchschnittskonzentration eines gas-, dampf-, oder staubförmigen Arbeitsstoffes in der Luft, die nach derzeitiger Kenntnis in der Regel bei Einwirkung während einer Arbeitszeit von 8 Stunden täglich und bis 42 Stunden pro Woche auch über längere Perioden bei der ganz stark überwiegender Zahl der gesunden, am Arbeitsplatz Beschäftigten die Gesundheit nicht gefährdet.

\* Der BAT-Wert (Biologischer Arbeitsstofftoleranzwert) beschreibt die arbeitsmedizinisch-toxikologisch abgeleitete Konzentration eines Arbeitsstoffes, seiner Metaboliten oder eines Beanspruchungsindicators im entsprechenden biologischen Material, bei dem im Allgemeinen die Gesundheit eines Beschäftigten, auch bei wiederholter und langfristiger Exposition nicht beeinträchtigt wird. BAT-Werte beruhen auf einer Beziehung zwischen der äusseren und inneren Exposition oder zwischen der inneren Exposition und der dadurch verursachten Wirkung des Arbeitsstoffes. Dabei orientiert sich die Ableitung des BAT-Wertes an den mittleren inneren Expositionen. Der BAT-Wert ist 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 bewertet werden. Aus einer alleinigen Überschreitung des BAT-Wertes kann nicht notwendigerweise eine gesundheitliche Beeinträchtigung abgeleitet werden.

metallischer Werkstoffe» für die Messkampagne bestimmt. So wurden Betriebe mit einer hohen Zahl von Arbeitnehmenden, die schweiß-technische Arbeiten mit hoch legierten Zusatzwerkstoffen und Nickelwerkstoffen ausführten als Zielgruppe definiert. Im Zeitraum 01.01.2007–30.06.2010 konnten in 29 Betrieben 155 personenbezogene und 119 stationäre Raumluftmessungen durchgeführt werden.



**Abb. 1a** personenbezogene Probenahme



**Abb. 1b** stationäre Probenahme

## Methoden

In den ausgewählten Betrieben wurden für das *Airmonitoring* Luftproben gesammelt und die Schadstoffanalysen durchgeführt. Für die Auswertung wurden die Messdaten vergleichbarer Branchen, Arbeitsbereiche und Arbeitsverfahren zusammengefasst. Als Arbeitsbereich wurde der räumlich und organisatorisch begrenzte Teil eines Betriebs verstanden, der einen oder mehrere Arbeitsplätze umfassen kann.

Bei den personenbezogenen Messungen wurden die Probenahmegeräte nicht hinter dem Schweissergesichtsschutzschirm oder Schweißerhelm, sondern am Kragen angebracht. Die Schutzwirkung des Schweisserschildes, des Schweißerhelms oder des Atemschutzgerätes wurde somit beim *Airmonitoring* nicht berücksichtigt.

*Biomonitoring:* Die Suva ist gemäss Verordnung zur Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV) für die arbeitsmedizinische Vorsorge in allen Betrieben der Schweiz zuständig. Die Suva kann gemäss Art. 70 VUV einen Betrieb, einen Betriebsteil oder einen Arbeitnehmer durch Verfügung den Vorschriften über die arbeitsmedizinische Vorsorge unterstellen [2]. Die Betriebe wurden der arbeitsmedizinischen Vorsorge unterstellt, damit das Biologische Monitoring mit Analysen von Nickel im Urin im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen durchgeführt werden konnte. Der Bereich arbeitsmedizinische Vorsorge (AMV) der Suva in Luzern ordnet die entsprechenden Untersuchungen an. Dazu wurde ein Merkblatt zur Durchführung der Probenahme den Betrieben abgegeben. Sämtliche Analysen wurden durch das Partnerlabor durchgeführt. Die erste Probenahme wurde immer zeitgleich mit den Luftprobenahmen durchgeführt. Die weiteren Probenahmen wurden in einem Intervall von 3 Monaten in der Regel während 2 Jahren durchgeführt und die Ergebnisse regelmässig mit den Betrieben besprochen.

Die Analyse erfolgt für alle Nickelverbindungen mit der Bestimmung von Nickel als Parameter im Urin. Die Beurteilung erfolgt anhand des in der Grenzwertliste der Suva publizierten BAT-Wertes.

*Bewertung der Ergebnisse:* Die Ergebnisse des biologischen Monitoring als Parameter der inneren Belastung können erhebliche interindividuelle und intraindividuelle Schwankungen zeigen. Zur Beurteilung ist gemäss der Definition des BAT-Wertes die mittlere Konzentration heranzuziehen. In der schweizerischen Grenzwertliste sind folgende BAT-Werte für Nickelverbindungen festgelegt:

- Nickel (Nickelmetall): 45 µg/l (766,6 nmol/l)
- Nickelverbindungen unlöslich (Nickeloxid, -sulfid): 10 µg/l (170,4 nmol/l)
- Nickelsalze löslich: 40 µg/l (681,4 nmol/l)

Als Parameter wird immer Nickel im Urin bestimmt. Die BAT-Werte entsprechen der unterschiedlichen Toxizität und Kanzerogenität von Nickel und seinen Verbindungen. Welcher BAT-Wert zur Beurteilung herangezogen wird, hängt vom Arbeitsprofil und den dabei entstehenden Nickelverbindungen ab. Bei den Schweißverfahren entstehen Nickeloxide weshalb der BAT-Wert für Nickelverbindungen unlöslich zur Beurteilung der inneren Belastung herangezogen wird. Beim Schleifen von Chromnickelstählen oder Nickel wird der BAT-Wert für Nickelmetall zur Beurteilung herangezogen.

## Resultate

Es konnten insgesamt 155 personenbezogene Proben bezüglich Nickel analysiert werden. Der Median der Nickelkonzentration lag mit nur 0,013 mg/m<sup>3</sup> deutlich unter dem aktuellen MAK-Wert von 0,05 mg/m<sup>3</sup>, während der arithmetische Mittelwert (Durchschnittswert) mit 0,077 mg/m<sup>3</sup> darüber liegt. Der deutlich höhere Mittelwert, aber auch der relativ hohe 95 %-Wert (0,204 mg/m<sup>3</sup>), weisen auf eine hohe Streuung der Messwerte hin. Die grosse Streuung ist auf einzelne, hohe Messwerte wie beispielsweise beim thermischen Spritzen zurückzuführen. Es zeigte sich bei diesen Resultaten, dass vor allem beim thermischen Spritzen und \*MSG-Schweissen höhere Belastungen vorlagen, als beim \*WIG- und \*LBH-Schweissen. So sind beim MSG – Schweissen 41,1% und beim thermischen Spritzen 50% der Konzentrationen über dem MAK-Wert für unlösliche Nickelverbindungen von 0,05 mg/m<sup>3</sup> gemessen worden.

Von 74 Arbeitnehmenden konnte zeitgleich mit den personenbezogenen Messungen im Rahmen des Biomonitorings Nickel im Urin bestimmt werden. Auch hier unterschied sich die Expositionshöhe stark in Abhängigkeit des angewandten Verfahrens. Der Median der Nickelkonzentration im Urin liegt mit 52,8 nmol/l deutlich unter dem aktuellen BAT-Wert von 170,4 nmol/l. Der 90 %-Wert liegt mit 182,2 nmol/l nahe beim BAT-Wert.

---

\* **MSG-Schweissen:** Metallschutzgasschweißen ist ein Lichtbogenschweißverfahren, bei dem der abschmelzende Schweißdraht von einem Motor mit veränderbarer Geschwindigkeit kontinuierlich nachgeführt wird.

\* **WIG-Schweissen:** Das Wolfram-Inertgasschweissen gehört zu den Schutzgas-Schweiß-Processen. Der Lichtbogen brennt zwischen einer nicht abschmelzenden Wolframelektrode und dem Werkstück.

\* **LBH-Schweissen:** Lichtbogenhandschweissen: Bei diesem Schweißverfahren wird ein elektrischer Lichtbogen, der zwischen einer Elektrode und dem Werkstück brennt, als Wärmequelle zum Schweißen genutzt.

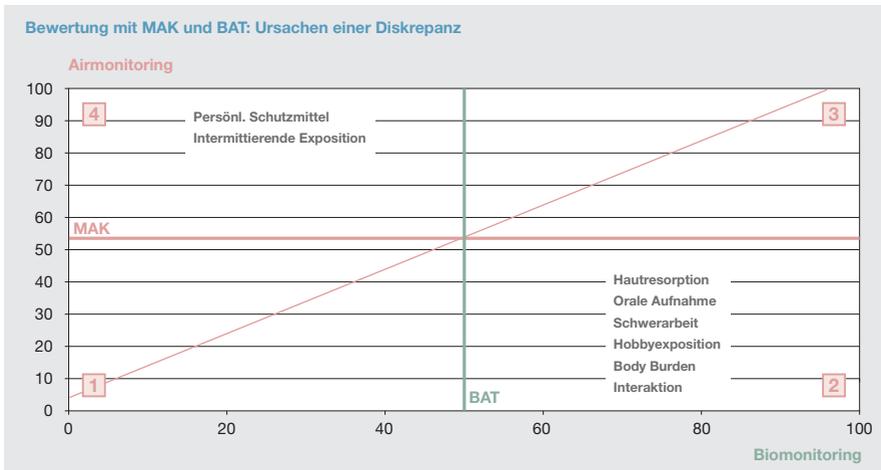
In einer 2013 publizierten Studie mit experimenteller Exposition von gesunden Probanden gegenüber Schweißemissionen konnte die Abhängigkeit des Chrom- und Nickelgehaltes im Urin von der Chrom- und Nickelbelastung in der Raumluft ebenfalls nachgewiesen werden [3].

### Korrelation zwischen Airmonitoring und Biomonitoring

Wenn Messungen in der Raumluft und biologische Messungen durchgeführt werden, ergeben sich bei der Auswertung der Resultate grundsätzlich vier Möglichkeiten:

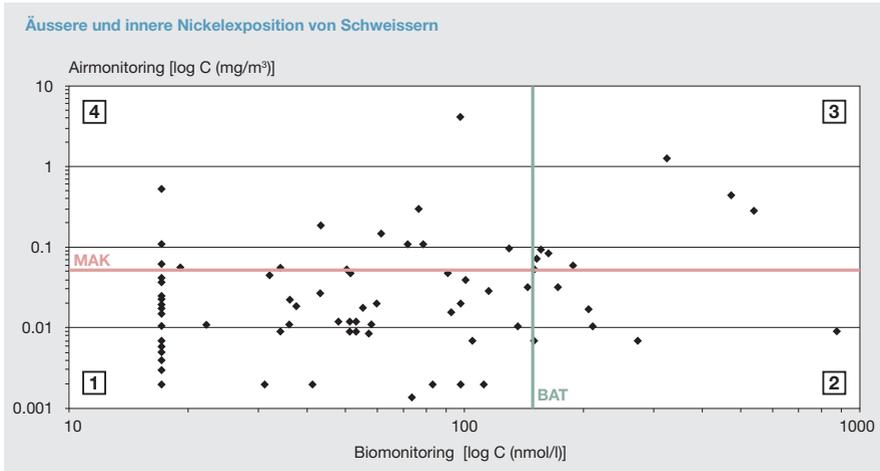
- 1) Der MAK-Wert und der BAT-Wert werden eingehalten
- 2) Der MAK-Wert wird eingehalten, der BAT-Wert wird jedoch überschritten
- 3) Beide Grenzwerte werden überschritten
- 4) Der MAK-Wert wird überschritten, der BAT-Wert wird eingehalten

Während bei Einhalten oder Überschreiten der Grenzwerte mit beiden Methoden keine Interpretationsschwierigkeiten entstehen, geht es bei der Diskrepanz einer Beurteilung anhand des MAK-Wertes und des BAT-Wertes darum, diese zu bewerten [4].



**Abb. 2** Bewertung mit MAK und BAT: Ursachen einer Diskrepanz

In Abb. 3 sind die Nickelmesswerte aus dem Airmonitoring und dem gleichzeitigen Biomonitoring von 74 Schweißern logarithmisch dargestellt. Auf der Y-Achse sind die zeitlich gewichteten Nickelkonzentrationen in der Atemluft, auf der X-Achse die Nickelkonzentration im Urin aufgetragen. Die Grafik macht deutlich, dass zwischen den Daten des Air- und Biomonitoring keine Korrelation auf der individuellen Ebene der Arbeitnehmenden abgeleitet werden kann.



**Abb. 3** Äussere und innere Nickerexposition von Schweißern

Die Mehrzahl der Resultate liegt im 1. Quadranten. Bei 19 Arbeitnehmenden ist entweder der MAK-Wert (Quadrant 4) oder der BAT-Wert (Quadrant 2) überschritten. Bei diesen Schweißern liegen Arbeitsbedingungen vor, welche entweder zu einer unzulässigen äusseren Belastung, aber tolerablen inneren Belastung führen, oder umgekehrt. Eine Analyse der Ursache dieser Diskrepanz zwischen äusserer und innerer Belastung ist angezeigt, damit differenziert Massnahmen am Arbeitsplatz getroffen werden können. Bei 7 Arbeitnehmenden sind beide Grenzwerte am Arbeitsplatz überschritten (Quadrant 3), wobei bei 4 Arbeitnehmenden sehr hohe Werte festgestellt wurden. Hier ist die Ursache zu analysieren, um die entsprechenden Massnahmen zu treffen. Die Wirksamkeit der getroffenen Massnahmen führte in der Folge zu tieferen Werten. Damit wurde das Ziel, dass die mittlere innere Belastung mit Nickel unter dem BAT-Wert für Nickelverbindungen unlöslich liegt, erreicht. Mit Fortführen des Biologischen Monitorings kann die Einhaltung des BAT-Wertes auch über lange Zeit überwacht und dokumentiert werden. Erneute Überschreitungen des BAT-Wertes sind frühzeitig erkennbar. Damit wird auch eine frühzeitige Intervention möglich.

#### Verlauf der inneren Nickelbelastung

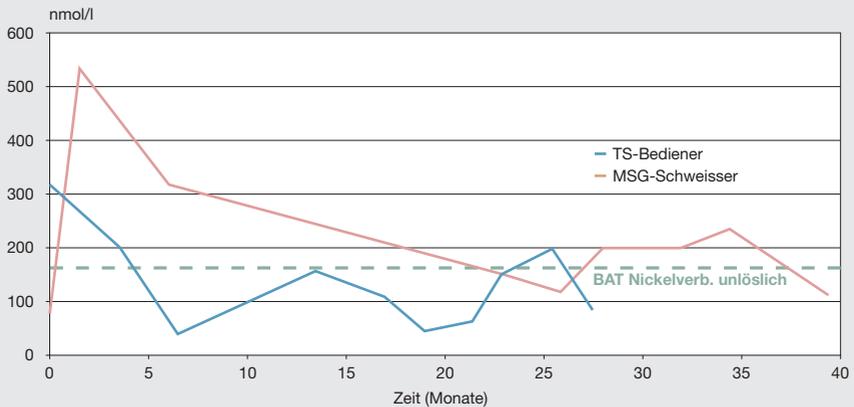


Abb. 4 Verlauf der inneren Nickelbelastung

### Massnahmen und weiteres Vorgehen

Arbeitsplätze mit potenzieller Nickelgefährdung sind zu identifizieren und eine arbeitshygienische Risikobeurteilung vorzunehmen. Wenn Arbeitsplätze mit gesundheitsrelevanter Exposition gegenüber Nickel festgestellt werden, sind einerseits Technische, Organisatorische und Personenbezogene Massnahmen zu treffen, andererseits die Durchführung von arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen in Betracht zu ziehen.

Arbeitsplätze, an denen die Nিকেlexposition beim Airmonitoring über dem MAK-Wert von  $0,05 \text{ mg/m}^3$  liegt, werden der arbeitsmedizinischen Vorsorge unterstellt und die innere Belastung wird durch das Biologische Monitoring regelmässig kontrolliert.

### Literatur

1 Suva: Grenzwerte am Arbeitsplatz, Bestellnummer 1903 (erscheint jährlich). [www.suva.ch/waswo/1903.d](http://www.suva.ch/waswo/1903.d).

2 Verordnung vom 19. Dezember 1983 über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (Verordnung über Unfallverhütung, VUV).

3 Gube M., Brand P., Schettgen T., Bertram J., Gerards K., Reisingen U., Kraus T.: Experimental exposure of healthy subjects with emissions from a gas metal arc welding process – part II: biomonitoring of chromium and nickel. *Int Arch Occup Environ Health* 2013; 86: 31-37

4 Jost M., Pletscher C.: Biologisches Monitoring und biologische Arbeitsstofftoleranzwerte. Medizinische Mitteilungen der Suva 2009; 79: 28-39.  
<http://www.suva.ch/startseite-suva/unfall-suva/versicherungsmedizin-suva/suva-medical-suva.htm>.

### Korrespondenzadresse

Suva  
Dr. med. Claudia Pletscher  
Chefärztin/Leiterin Arbeitsmedizin  
Fachärztin für Arbeitsmedizin  
und Allgemeine Innere Medizin  
Abteilung Arbeitsmedizin  
Postfach  
6002 Luzern  
[claudia.pletscher@suva.ch](mailto:claudia.pletscher@suva.ch)

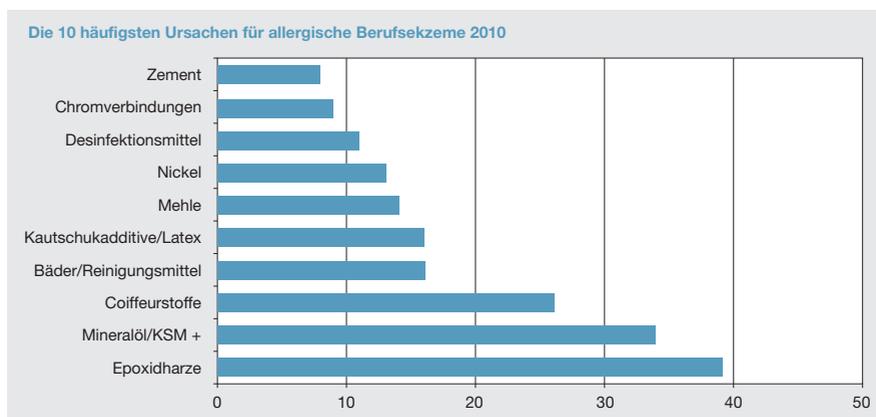


Epoxidharze sind in der Schweiz die häufigste Ursache für berufliche allergische Kontaktekzeme. Sie werden in Industrie und Gewerbe vielfältig eingesetzt. Nebst Handekzemen werden oft auch grossflächige Ekzeme an Armen, Hals und Gesicht beobachtet. Nicht selten führen heftige Hautreaktionen zu einer Nichteignungsverfügung und zu einer beruflichen Neuorientierung. Arbeiten mit Epoxidharzen erfordern daher einen optimalen Hautschutz.

# Epoxidharze als berufsdermatologische Herausforderung

Hanspeter Rast

Epoxidharze werden seit den 50er-Jahren industriell verwendet. Sie werden in der Regel in Systemen mit Harz, Härter, reaktiven Verdünnern und weiteren Additiven eingesetzt. Einerseits sind sie als hervorragende technische Werkstoffe geschätzt. Andererseits werden seit der Einführung dieses Werkstoffes vergleichsweise häufig allergische Kontaktekzeme beobachtet. Der Stellenwert von Epoxidharzen als berufsdermatologische Herausforderung wird dadurch unterstrichen, dass sie in der Berufskrankheitsstatistik der Schweiz seit vielen Jahren und auch im letzten ausgewerteten Jahr am häufigsten zu allergischen Kontaktekzemen führten (Grafik 1).



**Grafik 1** Häufigkeit allergischer Kontaktekzeme 2010 (anerkannte Fälle aller Unfallversicherer, Angaben Sammelstelle für die Statistik der Unfallversicherung SSUV)

## Chemische Grundlagen

Epoxidharze werden durch die Verbindung von Epichlorhydrin und Molekülen mit mindestens zwei reaktiven Hydroxylgruppen gebildet. Hauptvertreter und erstes Epoxidharz überhaupt ist Diglycidylether von Bisphenol A, welcher als Kupplungsprodukt aus Epichlorhydrin und

Bisphenol A entsteht. Der Anteil von Monomeren und Oligomeren kann sehr unterschiedlich sein. Je nach Anteil der Monomere ist das entsprechende Harz flüssig oder fest. Epoxidharze zeichnen sich durch elektrische Isolation und gute chemische und mechanische Festigkeit resp. Widerstandsfähigkeit aus. Reaktive Verdüner beeinflussen die Viskosität und das Polymerisationsverhalten. Die Härter zeichnen sich durch eine breite Palette chemisch reaktiver Substanzen aus. In der Regel werden sie dem Harz unmittelbar bei der Anwendung zugefügt, wobei die Aushärtung bei Umgebungstemperatur oder – je nach chemischem System – bei erhöhter Temperatur erfolgt. Die Härter selber können sowohl hautreizende wie sensibilisierende Eigenschaften haben. Häufig waren Polyamin-Härter die Ursache von entsprechenden Hautreaktionen. Nicht selten entstehen bei der Applikation grössere Mengen von freien Aminen, insbesondere bei Anwendungen in der Bauindustrie, wo grosse Quantitäten eingesetzt werden. Beim Aushärten können noch über Tage Restmonomere von Epoxidharz zurückbleiben, die bei sensibilisierten Personen zu Ekzemen führen können. Für spezielle Anwendungen werden auch Anhydride als Härter eingesetzt.

Epoxidverbindungen, die nicht auf Diglycidylether von Bisphenol A (oder seltener F) basieren, sind beispielsweise Triglycidylisocyanurate, die in Pulverlacken eingesetzt werden. Epoxid (Meth-) Acrylate stellen eine Sonderkategorie dar. Sie können unter Verwendung von Ultraviolet, Licht oder chemischen Aktivatoren aushärten [Ausführliche Literatur bei 2, 6].

## Anwendungen

Epoxidharze werden aufgrund ihrer für viele Zwecke optimalen Materialeigenschaften breit verwendet. Besonders im Baugewerbe, bei Oberflächenbeschichtung/Korrosionsschutz und bei Laminierarbeiten werden sie oft in grossen Quantitäten eingesetzt.

### Anwendungen von Epoxidharzen

- Als Farben (wässrig oder lösemittelhaltig)
- Beschichtungsmittel (z.B. Wasserbau, Druckleitungen, Tanks)
- Oberflächenversiegelung
- Klebstoff
- Isolationsmaterial
- Kunststoff
- Reparaturstoff
- Elektronenmikroskopie (Einbettung)
- Glasfaserverstärkung
- Dentaltechnik (vor allem Epoxydiacrylate)
- Leiterplatten

Tabelle 1

### Typische Berufe/Industrien für Anwendung von Epoxidharzen

- Baugewerbe und Baunebengewerbe
- Lackierwerke
- Elektronik/Elektrotechnik
- Kunststoffindustrie
- Leitungsbau
- Rohrrinnensanierung (Pipe relining)
- Autoindustrie
- Bootsbau
- Flugzeugbau
- Modellbau
- Dentaltechnik
- Textilindustrie

Tabelle 2

Auf den Stellenwert der Kontaktekzeme durch Sensibilisierung auf Epoxidharze wurde bereits einleitend hingewiesen. Sensibilisierungen auf Diglycidylether von Bisphenol A stehen bei den allergischen Kontaktekzemen durch Epoxidharze an der Spitze, da sie auch technisch in der grössten Menge verwendet werden. Allergien auf andere Epoxidverbindungen, Härter oder reaktive Verdüner sind seltener, aber in zahlreichen Publikationen beschrieben [2, 6]. Bei der Abklärung ist zu beachten, dass ein Epikutanstandardtest nicht in der Lage ist, Allergien auf Epoxidharze, Härter und reaktive Verdüner umfassend nachzuweisen. Es besteht zwischen den Epoxidharzen auch nur eine teilweise Kreuzallergenität. Fällt bei begründetem Verdacht auf eine Allergie gegenüber einer Substanz aus dem Epoxidharzsystem der Epikutan-Standardtest negativ aus, ist daher eine Austestung mit den Arbeits-Gebrauchssubstanzen unabdingbar, wobei aufgrund der irritativen Wirkung verschiedener Härter resp. Aktivatoren auf eine korrekte Verdünnung geachtet werden muss. Ekzeme in Zusammenhang mit Epoxidharzsystemen manifestieren sich nicht nur an den primären Kontaktstellen an den Händen und Vorderarmen, sondern nicht selten auch an unbedeckten Körperstellen wie Hals, Gesicht und Oberarme, wobei sich diese Reaktion am ehesten durch die aerogene Einwirkung flüchtiger Komponenten oder unbeabsichtigte Kontamination insbesondere bei bereits sensibilisierten Personen erklärt. Bestimmte Härter, Reaktivverdünner und Lösungsmittel verdampfen leichter als die schwerflüchtigen Epoxidharze (ausführliche Darstellung zur klinischen Manifestation siehe 2 und 6). Die allergischen Kontaktekzeme treten in vielen Fällen schon nach kurzer Expositionszeit von wenigen Wochen oder Monaten auf. Eine beruflich relevante Sensibilisierung auf Epoxidharze oder Härter ist in der Schweiz ein vergleichsweise häufiger Grund für eine Nichteignungsverfügung und kann auch eine berufliche Neuorientierung erfordern. In der Regel verschwinden Kontaktekzeme durch Epoxidharze nach konsequenter Vermeidung der Allergene in kurzer Zeit. Persistierende Ekzeme werden selten beobachtet. Epoxidharze können auch eine Ursache für irritative Kontaktekzeme und gelegentlich für eine Kontakturtikaria sein [7].

Der Suva werden nicht selten auch Fälle von Berufsasthma und -rhinitis in Zusammenhang mit Epoxidharzsystemen gemeldet, wobei hier die Unterscheidung zwischen irritativem und allergischem Mechanismus Schwierigkeiten bereitet. Aus der Fachliteratur ist bekannt, dass unter anderem zyklische Säureanhydride, die als Härter Verwendung finden, für Typ-I-Reaktionen in Zusammenhang mit Epoxidharzsystemen verantwortlich sein können und somit nicht nur eine allergische Urtikaria sondern auch eine allergische Rhinitis, ein Asthma bronchiale und in seltenen Fällen eine anaphylaktische Reaktion erklären können [5].

In der Schweiz, in Deutschland und anderen europäischen Ländern wird seit einiger Zeit beobachtet, dass Berufsdermatosen im Baugewerbe immer seltener durch Zementallergien, aber vergleichsweise häufig durch Epoxidharze verursacht werden. So hat sich im Beobachtungszeitraum 1994 bis 2008 gemäss Daten des Informationsverbundes Dermatologischer Kliniken IVDK die Kontaktsensibilisierung im Baugewerbe auf Chromat von 43,1 % auf 29 % und die Sensibilisierung auf Epoxidharze von 8,4 % auf 12,4 % verändert. Entscheidend zur Verringerung der klassischen Zementekzeme durch Sensibilisierung auf Chromat hat dabei die europaweit eingeführte Reduktion von 6-wertigem Chrom im Zement beigetragen [4]. Auch in der Schweiz werden im Bauhaupt- und Baunebengewerbe seit Jahren vergleichsweise viele Kontaktekzeme durch Epoxidharz verursacht. Die breite Verwendung von Epoxidharzen in Spezialbeton, bei der Betonsanierung, für Spezialmörtel in Nasszonen, bei verschiedenen Formen von Bodenbedeckungen, in der Oberflächenversiegelung generell und auch im Tunnelbau hat dazu geführt, dass die Epoxidharzallergie in dieser Berufsgruppe auch weiterhin eine bedeutende kutane Allergie bleibt. Im Jahr 2012 wurden bei insgesamt 26 Nichteignungsverfügungen in Zusammenhang mit Kontaktekzemen, die durch Epoxidharz verursacht waren, durch die Suva 10 Nichteignungsverfügungen im Bauhaupt- und insbesondere Baunebengewerbe erlassen. Es wurden im gleichen Jahr 9 Nichteignungsverfügungen bei Zementekzemen ausgestellt. Intensiver Kontakt zu Epoxidharz besteht auch bei der Rohrsanierung mit Auftrag von Epoxidharz als Innenbeschichtung [3]. Auch bei dieser Tätigkeit hat die Suva in den letzten Jahren in Einzelfällen eine Nichteignungsverfügung erlassen.

## Hautschutz

Aufgrund des erheblichen Risikos einer kutanen Sensibilisierung ist ein effektiver und konsequenter Hautschutz bei allen beruflichen (und auch ausserberuflichen) Arbeiten mit Kontakt zu Epoxidharzsystemen erforderlich und ausreichend zu instruieren [1]. Bei Kontamination durch Epoxidharze sind die verschmutzten Hautpartien rasch zu reinigen. Die Wahl der Handschuhe richtet sich vor allem nach den Lösungsmitteln. Es ist daher schwierig, allgemeingültige Empfehlungen zu machen. Bei längerem und intensivem Kontakt zu Epoxidharzen bieten am ehesten dicke Nitrilhandschuhe (v.a. bei lösungsmittelfreien Epoxidharzen) oder spezielle Folienhandschuhe (je nach Arbeitssituation in Kombination mit mechanisch widerstandsfähigen Handschuhen) Schutz an den Händen. Für Arbeiten, die eine gute Fingerfertigkeit und Tastgefühl erfordern, und für Arbeiten mit Farben können auch Einweghandschuhe (am ehesten aus Nitril) in Frage kommen, wenn sie nach Chemikalienkontakt konsequent und rasch gewechselt werden. Bei grossflächigen Arbeiten oder bei Verarbeitung grösserer Mengen

von Epoxidharzen sind wegen der unbeabsichtigten Kontamination aber auch weniger vom direkten Kontakt betroffene Körperpartien wie Arme und Hals mit geeigneten Schutzkleidern, allenfalls speziellen Schutzcremen, bei ungünstigen Lüftungsverhältnissen und Exposition gegenüber Lösungsmitteln respektive flüchtigen Harzkomponenten auch die Atemwege mit einer geeigneten Schutzmaske zu schützen [weitere Literatur zum Hautschutz siehe 2 und 6]. Ein konsequenter Hautschutz ist besonders bei Arbeiten, die mit grösserer körperlicher Anstrengung und im Sommerhalbjahr bei hoher Umgebungswärme verbunden sind, herausfordernd. An festen Arbeitsplätzen mit Anwendung von kleinen Mengen von Epoxidharzen (z.B. Klebearbeitsplätzen) sind in Ergänzung zum eigentlichen Hautschutz auch wirksame Quellenabzüge zu prüfen.

## Literatur

1 Bangsgaard N., Thyssen J. P., Menné T., Andersen K. E., Mortz C. G. et al.: Occupational contact urticaria caused by cyclic acid anhydrides. *Contact Dermatitis* 2009; 60:214-21.

2 Björkner B., Frick-Engfeldt M., Pontén A. and Zimerson E.: Plastic materials. In: Johansen J.D. et al. (Eds.): *Contact Dermatitis*. 5. Edition. Springer, Heidelberg 2011

3 Fillenham G., Lidén C. and Anveden Berglind I.: Occupational contact allergy in the building trade in Germany: influence of preventive measures and changing exposure. *Int Arch Occup Environ Health* 2011; 84:403-411.

4 Geier J., Krautheim A., Uter W., Lessmann H. and Schnuch A.: Contact allergy to epoxy resin: risk occupations and consequences. *Contact Dermatitis* 2012; 67:73-77.

5 Helaskoski E., Kuuliala O. and Aalto-Korte K.: Skin exposure to epoxy in the pipe relining trade – an observational study. *Contact Dermatitis* 2012; 67:66-72.

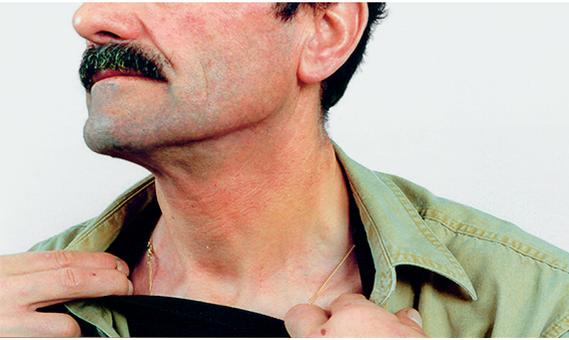
6 Nixon R., Cahill J. and Jolanki R.: Epoxy Resins. In: Rustemeyer Th., Elsner P., John S. M. and Maibach H. I. (Eds.): *Kanerva's Occupational Dermatology*. 2. Edition. Springer, Heidelberg. 2012

7 Studhalter L.: Berufliche Urtikaria in der Schweiz. *Suva Medical* 2009;80:60-63.

### **Weitere Hinweise zu Schutzmassnahmen finden sich auch unter:**

[www.suva.ch/waswo](http://www.suva.ch/waswo)  
Checkliste Reaktionsharze  
Bestellnummer 67063.d

[www.gisbau.de](http://www.gisbau.de)



**Abb. 1** Typisches Dunstekzem am Hals und im Gesicht bei Epoxidharzallergie



**Abb. 2** Arbeit mit Epoxidharz im Baugewerbe

### Korrespondenzadresse

Suva  
Dr. med. Hanspeter Rast  
Facharzt für Arbeitsmedizin und  
Dermatologie FMH  
Abteilung Arbeitsmedizin  
Postfach  
6002 Luzern  
hanspeter.rast@suva.ch

Herrn W. Frei, Suva Bereich  
Chemie, und Herrn Dr. med. Th.  
Lipkow, Suva Abteilung Arbeits-  
medizin, wird für die Durchsicht  
und die Kommentare bestens  
gedankt.



Arbeit in Hitzeumgebung kann sich nachteilig auf die menschliche Leistungsfähigkeit und Gesundheit auswirken. Im nachfolgenden Beitrag wird auf die Gefährdung durch Hitzearbeit, die verschiedenen hitzebedingten Krankheitsbilder, die erste Hilfe, die Beurteilung der Klimaverhältnisse und die allgemeinen Prinzipien der Verhütung von Hitzeschäden eingegangen.

# Hitzearbeit

Irène Kunz

## Allgemeines

Im Freien oder in Innenräumen durchzuführende Tätigkeiten in der Industrie, im Handel und im Gewerbe können mit einer wesentlichen Hitzebelastung einhergehen, bei der einzelne Arbeitnehmende zudem feuchten Bedingungen ausgesetzt sein können. Das Arbeiten unter Hitzebedingungen kann sich nachteilig auf die menschliche Leistungsfähigkeit und Gesundheit auswirken. Diese Auswirkungen reichen von Unbehagen, erhöhter körperlicher Beanspruchung, verminderter Leistungsfähigkeit bis zu mit Hitze verbundenen Krankheiten und Verletzungen. Hitze kann sich auch mit anderen Faktoren am Arbeitsplatz überlagern und dadurch das Risiko insgesamt für Verletzungen erhöhen.

### Definition Hitzearbeit

Hitzearbeit ist Arbeit, bei der es aufgrund einer kombinierten Belastung aus Hitze, körperlicher Arbeit, gegebenenfalls hoher Luftfeuchtigkeit und ungeeigneter Bekleidung zu einer Erwärmung des Körpers und damit zu einem Anstieg der Körperkerntemperatur über 38 °C kommt. In der Folge können Gesundheitsschäden entstehen. Unter ungünstigen Verhältnissen kann schon bei kurzzeitiger Beschäftigung in der Hitze ein gesundheitliches Risiko bestehen.

### Hitzeinwirkung auf den Menschen

Die normale Körperkerntemperatur liegt im Körperinnern zwischen 36,5 und 37,5 °C. Beim gesunden Menschen folgt der Verlauf der Körpertemperatur einem zirkadianen Rhythmus über 24 Stunden. Die Körpertemperatur steigt von Werten um 36 °C beim Aufwachen während des Tages an und erreicht ein Maximum von rund 37 °C oder etwas mehr zwischen 18.00 und 22.00 Uhr, um dann langsam zum Minimum zwischen 02.00 und 04.00 Uhr morgens abzufallen. Dieses Muster des Temperaturverlaufes wird von einer vermehrten nächtlichen Aktivität wie bei Schichtarbeitern nicht beeinflusst.

Die Körpertemperatur bleibt solange unverändert, wie die im Körper gebildete, überschüssige Wärme an die Umgebung abgegeben werden kann; in diesem Fall spricht man von einer ausgeglichenen Wärmebilanz.

Klimatische Bedingungen (Umgebungstemperaturen und Strahlungswärme) und körperliche Anstrengung können zu einer Erhöhung der Körpertemperatur führen, falls mehr Wärmeenergie produziert wird als abgegeben werden kann.

Die Wärmeproduktion wird in Ruhe durch den Grundumsatz bestimmt; 75 kcal/Stunde werden in Ruhe als Wärme abgegeben. Bei körperlicher Arbeit kommt der Arbeitsumsatz hinzu, der ein mehrfaches des Grundumsatzes erreichen kann (80–880 kcal/Stunde – Tabelle). Die Wärmeabgabe erfolgt in zwei Schritten, dem Wärmetransport zwischen Körperkern und Körperoberfläche (innerer Wärmestrom) und dem Wärmeaustausch zwischen Organismus und Umgebung (äusserer Wärmestrom). Die im Organismus produzierte metabolische Wärme wird überwiegend konvektiv über das Blut zur Peripherie transportiert.

Der Mensch kann Wärme an seine Umgebung durch Verdunstung von Schweiß und über die Lunge (Evaporation), Wärmestrahlung (Radiation), Wärmeleitung (Konduktion) und Wärmetransport über die Luftströmung (Konvektion) abgeben. Solange die mittlere Hauttemperatur höher ist als die Umgebungstemperatur, hat die Wärmestrahlung mit ca. 50 % den grössten Anteil an der Wärmeabgabe. Unter thermisch neutralen Bedingungen ist die Konvektion mit 25 %–30 % an der Wärmeabgabe beteiligt. Sie wird durch die Temperaturdifferenz zwischen der Körperoberfläche und der Luft sowie von der Luftgeschwindigkeit beeinflusst. Unter thermisch neutralen Verhältnissen gibt der Organismus bereits ca. 20 % der Wärme durch Verdunstung von Schweiß ab. Der Wärmeaustausch erfolgt in Form von elektromagnetischer Strahlung. Er hängt von der Temperaturdifferenz von sich nicht berührenden Körpern sowie von der Grösse der Körperoberfläche ab.

Sobald die Körperkerntemperatur vom Sollwert abweicht, setzen autonome Regulationsmechanismen ein, die zunächst den Wärmeaustausch mit der Umgebung, schliesslich aber auch die Wärmeproduktion beeinflussen. Mässige klimatische Belastungen werden allein durch die Gefässweite reguliert. Die Wärmeabgabe wird durch Vasokonstriktion gedrosselt und durch Vasodilatation gesteigert.

Bei Hitzearbeiten spielt die Wärmeabgabe über das Schwitzen eine zentrale Rolle, da bei Umgebungstemperaturen über der Hauttemperatur die Wärmeabgabe nur durch Verdampfung von Schweiß an der Körperoberfläche stattfinden kann. Die Schweißverdunstung ist deshalb der wichtigste Mechanismus zur Verhütung einer zu hohen Körperkerntemperatur bei körperlichen Belastungen und erhöhten Umge-

bungstemperaturen. Pro Stunde kann ein Erwachsener bis zu 1.5 Liter Schweiß absondern. Bei Hitzearbeit werden während einer Arbeitsschicht grosse Schweißmengen abgesondert, bei mittelschwerer Arbeit 3 bis 4 Liter pro Schicht, bei körperlicher Schwerarbeit unter Extrembedingungen sind sogar Spitzenwerte von 8 bis 12 Liter pro Arbeitsschicht möglich und müssen durch notwendiges, gezieltes Nachtrinken aufgefüllt werden. Trinkempfehlung: 150–250 ml pro ¼ h (präventives Trinken). Dieses Procedere berücksichtigt den Umstand, dass der Gastrointestinaltrakt in der Regel nur etwa 1000–1500 ml/h resorbieren kann. Die Verdunstung bewirkt eine Kühlung der Haut, was den Temperaturgradienten zwischen Körperkern und Haut vergrößert. Effektiv ist dabei nur der verdunstete, nicht aber der abtropfende Schweiß. Somit vermindern eine hohe Luftfeuchtigkeit sowie nasse Arbeitskleider die Wärmeabgabe. Je Liter Schweiß werden dem Körper ca. 2500 Kilojoule entzogen. Die «feuchte Wärmeabgabe» wird durch das Dampfdruckgefälle zwischen Haut und Luft sowie durch das Verhältnis von Körperoberfläche und Körpervolumen bestimmt.

Wärme wird mit dem inneren Wärmestrom über das Blut im Körper verteilt. Die erhöhte Bluttemperatur wird über thermale Sensoren im Gehirn registriert. Im Hypothalamus, der Zentrale für die Wärmeregulation, werden Soll- und Ist-Werte miteinander verglichen. Bei hohen Umgebungstemperaturen kommt es zu einer Vasodilatation der Hautgefäße, zu einer Zunahme der Herzschlagfrequenz mit Erhöhung des Herzminutenvolumens und zum Schwitzen. Womit mehr Wärme pro Zeiteinheit zur Körperoberfläche transportiert wird. Zudem wird der venöse Rückstrom von den tiefen zu den oberflächlichen Venen in Hautnähe umgeleitet. Die Steigerung der Hautdurchblutung kann bis zu 15 % des Herzminutenvolumens in Anspruch nehmen. Eine Erhöhung der Körperkerntemperatur um 2 °C bis 2.5 °C führt zu einer Umverteilung des Blutvolumens zu Gunsten der Hautdurchblutung. Die damit verbundene Reduktion der Durchblutung lebenswichtiger Organe führt zunächst kardial zu einem ungenügenden Füllungsdruck und damit im Verlauf zu einem Blutdruckabfall und zu einer Minderdurchblutung des Gehirns, was mit Schwäche und Konzentrationsstörungen und allenfalls mit Bewusstlosigkeit einhergehen kann. Bei fortgesetzter Hitzebelastung kommt es im weiteren Verlauf zur reflektorischen Vasoconstriktion und Minderdurchblutung nicht lebenswichtiger Organe (auch der Haut) zu Gunsten der Durchblutung von Herz, Gehirn, Niere und der arbeitenden Muskulatur.

Mit dem Schweiß gehen dem Körper Wasser, Elektrolyte, insbesondere Natrium und Kalium verloren. Die Salzverluste können 4g/Liter erreichen. Mit der Hitzebelastung nimmt auch der renale Blutfluss ab, was wiederum den Renin-Aldosteron-Mechanismus in Gang setzt und zu Natriumretention und Kaliumverlust führt. Der Ersatz ist durch eine ausgewogene Ernährung möglich. Die Abnahme des zentralen Blutvo-

lumens führt zur Erhöhung des antidiuretischen Hormons. Bei gesunden Menschen sind diese Kompensationsmechanismen zwar beanspruchend, doch werden sie, solange sie die eigene Hitzetoleranz nicht überfordern, nicht zu gesundheitlichen Schäden führen.

Die autonomen Mechanismen der Thermoregulation sind nur in relativ engen Grenzen (Lufttemperaturen von ca. 20°–40°C) ausreichend. Der Aufenthalt in niedrigeren oder höheren Temperaturen erfordert zusätzlich verhaltensregulatorische Massnahmen mit dem Ziel, ein behagliches Mikroklima zu erreichen. In Hitze werden Schatten und Zugluft beziehungsweise kühle allenfalls klimatisierte Räume aufgesucht.

### **Risikogruppen und Branchen**

Grundsätzlich sind alle im Freien tätigen Berufsgruppen einer potenziellen gesundheitlichen Gefährdung durch Hitze ausgesetzt. Dies gilt für Arbeitnehmende im allgemeinen Baugewerbe, Tiefbau, Forstbetrieben, Transportgewerbe, Skiliftbetreiber, Strassenunterhaltsarbeiter, auf oder im Wasser tätige Branchen wie Fischer, Seepolizei, wie für in der Landwirtschaft oder bei der Gemeinde tätige Arbeitnehmende. Hitzearbeit in Innenräumen kommt beispielsweise in der metallverarbeitenden Industrie, insbesondere in Giessereien, in der Papierindustrie oder in der Glasproduktion vor. Arbeiten an Heiz- resp. Kühlsystemen, anderen Geräten oder Maschinen mit Wärmeabstrahlung in engen Räumlichkeiten können mit hohen Temperaturen einher gehen, wie in Stollen von Kraftwerken.

Schwangere Frauen und Jugendliche sind besonders gefährdet. Gemäss Arbeitsgesetz dürfen Schwangere (ArGV 1, Art. 1) und Jugendliche (ArGV 5, Art. 4) nicht gefährliche und beschwerliche Arbeiten verrichten, dazu gehören auch Arbeiten in Innenräumen bei Temperaturen über 28°C und solche bei Nässe. Bei der Beurteilung der Raumtemperatur sind auch Faktoren wie die Luftfeuchtigkeit, die Luftgeschwindigkeit oder die Dauer der Exposition zu berücksichtigen. Dabei ist zu beachten, dass bei Jugendlichen mangels Erfahrung oder Ausbildung das Bewusstsein für Gefahren und die Fähigkeit sich vor ihnen zu schützen, im Vergleich zu Erwachsenen, weniger ausgeprägt ist. Schwangere dürfen nur dann gefährdende und belastende Arbeiten verrichten, wenn auf Grund einer Risikobeurteilung feststeht, dass keine gesundheitliche Belastung für Mutter und Kind vorliegt oder wenn eine solche Belastung durch geeignete Schutzmassnahmen ausgeschaltet werden kann.

Für gesunde Arbeitnehmende besteht ein erhöhtes Risiko für Hitzeerkrankungen bei Flüssigkeits- und Salzverlust, bei Infektionen und insbesondere bei Fieber, bei fehlender körperlicher Fitness oder bei fehlender Akklimatisierung, bei Übergewicht und in höherem Lebensalter.

Arbeitnehmende mit bestimmten Grundleiden wie kardiovaskuläre Erkrankungen, unbehandelter Hyperthyreose, Diabetes mellitus, Nebennierenfunktionsstörungen, Erkrankungen der Zirbeldrüse, neurologischen Erkrankungen, Alkoholkrankheit oder Erkrankungen, die mit einer gestörten Schweissbildung einher gehen wie Miliaria, cystische Fibrose, Sklerodermie, Zustand nach Verbrennungen und nach Hitzschlag haben ein zusätzlich erhöhtes Risiko, eine Hitzelerkrankung zu bekommen.

Das Risiko für Hitzelerkrankungen steigt zudem bei gewissen Medikamenten sowie unter Alkohol- und Drogeneinfluss. Im Speziellen sind Barbiturate, Antipsychotika (insbesondere trizyklische Antidepressiva, Dopaminergika, Lithium, Neuroleptika, Sympathomimetika), Cocain, LSD, Amphetamine sowie kreislaufwirksame Medikamente wie Alpha- und Beta-Blocker, Diuretika, Calciumkanalblocker, Laxantien oder auch Antihistaminika zu nennen.

## Gefährdung

Eine gesundheitliche Gefährdung durch Überhitzung entsteht, wenn die Wärmebilanz im Körper nicht ausgeglichen werden kann. Bei höheren Lufttemperaturen, vor allem bei Temperaturen über 30°C, spielt die Kühlung des Körpers durch Schweissverdunstung die ausschlaggebende Rolle. Die Wirkung der Schweissverdunstung ist aber umso geringer, je höher die Luftfeuchtigkeit und je niedriger die Luft- beziehungsweise Windgeschwindigkeit ist. Das Arbeiten unter solchen ungünstigen klimatischen Bedingungen kann zu einem Wärmeüberschuss im Körper und damit zu einem Anstieg der Körpertemperatur führen. Zu bedenken ist, dass Abwärme von Maschinen zu einer massgebenden Erwärmung der Luft beitragen kann.

Muskelarbeit erzeugt im Körper zusätzliche Wärme. Als Richtwert für den Energieumsatz bei körperlicher Arbeit gilt, dass ca. 90 % als Wärme und nur 10 % in mechanische Energie umgesetzt werden. Je schwerer die Arbeit umso mehr Wärme wird im Körper produziert. Der Schweregrad der körperlichen Arbeit und die Arbeitszeit/Schichtlänge, innerhalb derer die Arbeit verrichtet wird, können bei einem ungünstigen Verhältnis zueinander zur Entwicklung einer Hitzelerkrankung führen.

Auch die Bekleidung kann, je nach Luft- und Dampfdurchlässigkeit, einen Anstieg der Körpertemperatur bewirken.

Kurz: Voraussetzung für Arbeiten unter klimatisch ungünstigen Bedingungen ist eine gute körperliche und geistige Kondition. Personen mit fieberhaften Erkrankungen resp. chronischen Erkrankungen, insbeson-

dere des Herzens, des Kreislaufes, der Lungen, der Niere und der Leber sowie des Stoffwechsels haben ein erhöhtes gesundheitliches Risiko bei derartigen Arbeitseinsätzen.

Die Arbeitnehmenden können einerseits durch die klimatischen Bedingungen gefährdet sein. Andererseits können sie selbst anlagemässig dazu neigen, eine Hitzeerkrankung zu entwickeln. Bei Personen, die Hitze schlecht ertragen, spricht man von Hitzeintoleranz.

## Krankheitsbilder

Bei den Krankheitsbildern unterscheidet man zwischen lokalen und systemischen Hitzeschäden. Letztere können lebensbedrohlich sein, wenn die Körpertemperatur auf Werte ansteigt, die einen normalen Stoffwechsel nicht zulässt und, bei weiterer Zunahme, schliesslich nicht mehr mit dem Leben vereinbar sind.

Hitzeerkrankungen können wie folgt eingeteilt werden.

Systemische Hitzeerkrankungen:

- Hitzekrämpfe
- Hitzeerschöpfung,
- Hitzeschäden bei körperlicher Anstrengung
- Hitzschlag

Lokale Hitzeschäden:

- Verbrennungen
- Milliarä
- Erythma ab igne
- Intertrigo
- Cholinerge Urtikaria
- Linsentrübung

## Systemische Hitzeerkrankungen

Es können folgende Hitzeerkrankungen auftreten: Hitzekrämpfe, Hitzeerschöpfung, Hitzeschäden bei körperlicher Anstrengung und Hitzschlag. Diese Krankheitsbilder können sich auch überschneiden oder in einander übergehen.

Bei Hitzeerkrankungen handelt es sich um rasch auftretende gesundheitliche Störungen, die unter Umständen lebensbedrohlich verlaufen können. Die Hauptursache der Hitzeerkrankungen ist eine erschwerte resp. verunmöglichte Wärmeabgabe des Körpers an die Umgebung innert nützlicher Frist.

Faktoren wie allgemeiner Gesundheitszustand, Arbeitsleistung, Bekleidung, Luftfeuchtigkeit oder eine fehlende Akklimatisation spielen zusätzlich eine wichtige Rolle. Auch können gewisse Medikamente das Risiko für eine Hitzeerkrankung erhöhen. Beim Zusammentreffen mehrerer ungünstiger Faktoren können auch bei moderaten Temperaturen gesundheitliche Beschwerden auftreten.

### **Hitzekrämpfe**

Hitzekrämpfe sind kurze, höchstens Minuten dauernde, oft peinigend krampfartige Schmerzen, die gewöhnlich in Muskeln auftreten, die durch die körperliche Arbeit beansprucht worden sind. Arm- und Beinmuskeln werden am meisten beansprucht und sind daher am häufigsten betroffen. Bei Hitzekrämpfen ist das Bewusstsein erhalten, die Körpertemperatur kann normal sein, die Betroffenen schwitzen in üblichen Rahmen oder allenfalls auch in sehr ausgeprägtem Ausmass. Schwäche, Übelkeit und Brechreiz können die Muskelkrämpfe begleiten. Diese Beschwerden werden durch Verluste von Salz und Flüssigkeit verursacht. Durch Entfernung aus dem Hitzebereich, Lagerung, Ruhepause in kühler Umgebung und Verabreichung von Flüssigkeit bilden sich die Beschwerden in der Regel rasch zurück.

### **Hitzeerschöpfung und Hitzekollaps**

Dies ist die häufigste Form der Hitzeerkrankung. Es gibt zwei Formen der Hitzeerschöpfung: Die eine ist hauptsächlich auf Wasserverlust, die andere vor allem auf Salzverlust zurückzuführen. Beide Formen führen zu einer Verminderung des zirkulierenden Blutvolumens. Dies wiederum führt zu einer mangelhaften Reaktion des Herzkreislaufsystems auf hohe Aussentemperaturen.

Beide Formen der Hitzeerschöpfung verursachen ein Schwächegefühl, Beklemmung, Schwindel, Kopfschmerzen, Appetitlosigkeit, Übelkeit, Erbrechen und sind in der Regel von starkem Durst begleitet. Zusätzlich können eine Erregung, eine eingeschränkte Urteilsfähigkeit und eine Verwirrung beobachtet werden. Die Körpertemperatur ist häufig erhöht, in der Regel 38° C oder wenig tiefer. Die Betroffenen schwitzen stark, weisen einen raschen Puls und eine tiefe und rasche Atmung auf. Eine gestörte Kreislaufregulation, beispielsweise mit Schwarzwerden vor den Augen beim Aufstehen, kann dazukommen. Die Hyperventilation kann zu einer respiratorischen Alkalose führen.

Die Hitzeerschöpfung kann zusätzlich von Hitzekrämpfen begleitet werden. Es ist möglich, dass eine Hitzeerschöpfung, bei einem weiteren Anstieg der Körpertemperatur oder bei einer Verringerung der Schweissproduktion, in einen Hitzschlag übergeht.

Beim Hitzekollaps oder bei der Hitzesynkope handelt es sich um eine plötzlich auftretende Bewusstlosigkeit, bedingt durch eine zerebrale Minderperfusion infolge Umverteilung des Blutvolumens zur Haut. Sie ist in der Regel von kurzer Dauer und kann sowohl bei Aktivität wie

auch in Ruhe auftreten. Häufig betrifft sie Personen, die längere Zeit an ein und demselben Ort stehen.

In solchen Fällen ist die Arbeit zu unterbrechen. Der Arbeitnehmende ist aus dem Hitzebereich zu entfernen, in einer kühlen Umgebung zu lagern und die Wasser- und Salzverluste sind zu ersetzen. In der Regel sind die Betroffenen selbst in der Lage zu trinken.

### **Hitzschlag**

Das Versagen der Thermoregulationsmechanismen des Körpers führt zum Anstieg der Körpertemperatur in der Regel über 40 °C. Als Folge kommt es zum Versagen mehrerer Organsysteme und damit zum Hitzschlag. Oft setzen die Symptome plötzlich ein. Dies sind Kopfschmerzen, eine verwaschene Sprache, Schwindel, Mattigkeit, Wahnvorstellungen, Krampfanfälle, Verwirrung bis hin zum Koma. Zu unterscheiden ist der klassische vom anstrengungsbedingten Hitzschlag.

Der klassische Hitzschlag betrifft vor allem Kinder oder betagte Personen, ferner Personen mit einem vorbestehenden Leiden wie Herzkrankheit, Zuckerkrankheit, Arteriosklerose, Alkoholkrankheit oder Personen, die bestimmte Medikamente einnehmen.

Der anstrengungsbedingte Hitzschlag ereignet sich als Folge von körperlicher Anstrengung bei jungen gesunden Personen. Die Betroffenen schwitzen in normalem Mass. Neben den oben erwähnten Störungen des Bewusstseins finden sich bei der körperlichen Untersuchung ein rascher Puls, ein tiefer Blutdruck und eine bläuliche Verfärbung der Haut. Beim klassischen Hitzschlag ist die Haut heiss und trocken, beim anstrengungsinduzierten hingegen heiss und feucht. Die Laborergebnisse belegen die Beteiligung und Schädigung verschiedener Organsysteme (Leber- und Nierenversagen, Gerinnungsstörungen bis zur Disseminierte intravasale Koagulopathie, Rhabdomyolyse, Myoglobinurie, Hypoglykämie, Hypokalämie, Hyperurikämie und respiratorischer Alkalose resp. im weiteren Verlauf mit metabolischer Azidose).

### **Erste Hilfemassnahmen bei systemischen Hitzeerkrankungen**

Die Behandlung muss darauf abzielen, die Körperkerntemperatur so schnell wie möglich (innert 1 Stunde) auf 39 °C zu senken sowie die Sekundäreffekte bei einem Hitzschlag zu behandeln. Arbeitnehmende mit Verdacht auf Hitzeerkrankung sind sofort aus dem Hitzebereich zu bergen und in Bereiche mit niedrigerer Temperatur und herabgesetzter Luftfeuchtigkeit zu bringen. Die Kleider sind zu öffnen respektive zu entfernen, der Körper ist mit kühlem Wasser zu besprengen und mit Luftstrom abzukühlen, ggf. wiederholen. Bei erhaltenem Bewusstsein

kühle Flüssigkeit trinken lassen. Bewusstlose sind in Seitenlage zu lagern, falls möglich zu intubieren und genügend zu oxygenieren. Erkrankte mit erhaltenem Bewusstsein auf dem Rücken liegend mit leicht erhöhtem Oberkörper lagern und schnellstmöglich hospitalisieren. Keine Antipyretika verabreichen.

## Lokale Hitzeschäden

### Verbrennungen

Sie entstehen häufig durch Unachtsamkeit und fehlende Kenntnisse, bei der Arbeit, im Haushalt oder in der Freizeit. Als Ursache kommen direkte Flammeneinwirkungen, Gasexplosionen, heiße Metalle, heiße Flüssigkeiten oder Dämpfe, UV-Strahlen, Teer/Asphalt oder elektrischer Strom in Frage. Die häufigste Ursache bleibt jedoch der Sonnenbrand (je nach Exposition Verbrennung 1. bis 2. Grades)

Hitzeschäden von Zellen treten bei Temperaturen ab 65°C auf. Bei partieller Wärmeeinwirkung tritt eine Hautschädigung nach folgenden Wärmeeinwirkzeiten ein:

- zwischen 45–51 °C innerhalb von Minuten
- zwischen 51–70 °C innerhalb von Sekunden
- über 70 °C in Sekundenbruchteilen

Die Denaturierung von Eiweißen führt zu einer Koagulationsnekrose. Die Zerstörung der Kapillaren initiiert eine Entzündungskaskade. Es kommt zum Verlust von Plasma und Elektrolyten in das Interstitium, was zu grösseren Volumenverschiebungen und in ausgedehnten Fällen zum hypovolämen Schock führt.

Die Ausdehnung der Verbrennungswunden wird nach der Neuner-Regel nach Wallace geschätzt (Tab. 1).

Körperteil	Neugeborenes	Kleinkind 1 Jahr	Kind 5 Jahre	Erwachsener
Kopf	21	18	14	9
Rumpf ventral	16	18	18	18
Rumpf dorsal	16	18	18	18
Arm	9.5	9	9	9
Bein	14	14	16	18
Genitale	1	1	1	1

Tab. 1 Neuner-Regel nach Wallace

Verbrennungen werden in drei Grade unterteilt, abhängig von Tiefe und Ausdehnung des Gewebeschadens:

### **Verbrennung 1. Grades**

Es handelt sich hierbei um eine schmerzhafte Rötung der Haut ohne Blasenbildung. Die Rötung ist Folge der Hypervolämie, welche von einem Erythem zeitlich verzögert gefolgt wird.

### **Verbrennung 2. Grades**

Sie wird in Grad a und Grad b unterteilt. Grad 2a, die oberflächlich dermale Verbrennung, zeigt zusätzlich Blasen. Durch Zerreißen der Blase kann die Brandfläche glänzend feucht nassen und ist infektionsgefährdet. Haare lassen sich nicht schmerzfrei epilieren.

Grad 2b, die tiefe dermale Verbrennung zeigt einen weisslich-feuchten Wundgrund unter den Blasen. Haare, vor allem Vellushaare, fallen aus. Durch Zerstörung von Nervenendigungen ist die Berührungsempfindlichkeit vermindert. Eine narbenfreie Abheilung ist bei Grad 1 und Grad 2a typisch, bei Grad 2b noch möglich. Pigmentverschiebungen können sich einstellen.

### **Verbrennung 3. Grades**

Hier kommt es zur totalen dermalen Verbrennung. Sie zerstört alle Hautadnexe. Durch Denaturierung der Eiweisse wird der Wundgrund weisslich trocken, die Konsistenz ist erhöht. Es besteht keine Berührungsempfindlichkeit. Eine spontane Reepithelialisierung ist nicht möglich.

### **Verbrennung 4. Grades**

Sie führt zur Verkohlung aller Hautschichten wie auch der tieferliegenden Gewebe (Muskeln und Knochen). Die Verbrennung dehnt sich im Verlaufe in die Tiefe aus.

### **Erste Hilfemassnahmen bei Verbrennungen**

Der Verbrennungsgrad, die Verbrennungslokalisation und Verbrennungsausdehnung bestimmen inwieweit die sofortige Krankenhauseinweisung erforderlich ist. Bei Erwachsenen steigt das Risiko einer Verbrennungskrankheit ab 20% verbrannter Körperoberfläche. Es handelt sich um einen hypovolämischen Schock mit Freisetzung von vasoaktiven Mediatoren, die auch verbrennungsferne Ödeme auslösen können. Unmittelbar nach dem Unfall und etwa zwei Tage nach dem Ereignis sind die Flüssigkeitsverluste am grössten. Metabolische Azidose, Hypoxie und Mikrothrombosen gefährden die Funktion der Schockorgane Niere, Lunge und Leber. Die Reparationsphase kann sich mit der latenten Phase überlappen und ist zeitlich nicht scharf begrenzt. Ein septischer Schock kann sich durch sekundäre Infektionen einstellen.

Hyperthermie, Blässe, kalte Akren, normotone Tachykardie, Durstgefühl und Unruhe deuten einen drohenden Schock an. Der Schock selbst manifestiert sich durch Schweissausbruch, hypotone Tachykardie und kalte Akren. Verbrennungen Erwachsener mit über 10–15 % Körperoberfläche sind stationär zu behandeln. Die Therapie der schweren Verbrennungskrankheiten ist extrem aufwendig und schwierig. Sie sollten daher in spezialisierten Verbrennungszentren behandelt werden.

Topisch besteht die Erstbehandlung nach einer Verbrennung im möglichst schnellen Abkühlen der verbrannten Körperregion. Puder oder Brandsalben sowie eine prophylaktische Antibiose sind nicht geeignet. Die unverzügliche Kühlung mit kaltem Wasser verhindert das Nachbrennen und lindert die Schmerzen. Beim brennenden Patienten steht die Löschung des Feuers durch Erstickten der Flammen in Decken, durch Rollen am Boden oder Feuerlöscher im Vordergrund. Bei Phosphorverbrennungen ist luftabschliessende Behandlung erforderlich – kein Wasser. Mit heisser Flüssigkeit getränkte oder angebrannte Kleider sind vorsichtig zu entfernen. Bei Teer- und Asphaltverbrennungen ist das Problem der Entfernung der Substanzen von der Haut ungelöst. Mit Vaseline kann es versucht werden, mit organischen Lösungsmitteln jedoch nicht, da diese durch Resorption eine systemische Toxizität verursachen können. Ab Grad 2a sind Abstriche für die mikrobiologische Diagnostik zu entnehmen. Bei klinischen Infektionszeichen ist systemische Antibiose erforderlich. Blasen sollten nicht eröffnet werden um Infektionen vorzubeugen. Erosive Flächen können mit Silbersulfat-Diazin- oder fucidinsäurehaltigen Gasen, antiinflammatorischem ionischem Hydrogel, Wundauflagen oder nanokristallinem Silber oder Karbon verwenden abgedeckt werden. Die Tetanusimmunisierung ist zu überprüfen.

### **Miliaria**

Hierbei handelt es sich um einen Hautausschlag, der durch vermehrtes Schwitzen bei grosser Hitze entsteht. Die Ausführungsgänge der Schweissdrüsen werden durch die vermehrte Schweissproduktion verschlossen. Je nach Ort des Verschlusses ist die Miliaria Crystallina (Verschluss der Ausgänge in der Hornschicht der Oberhaut), die Miliaria Rubra (Epidermisverschluss der Ausführungsgänge auf dieser Höhe) und die Miliaria profunda (Verschluss im Bereiche des Stratum papillare resp. der Dermis) zu unterscheiden. Es können somit Vesikel, ein Erythem oder sogar Maculae und eine Desquamation vorliegen. In der Histologie finden sich neben den Bläschen auch Ansammlungen von Entzündungszellen um die Ausführungsgänge der Schweissdrüsen. Diese Arbeitnehmer müssen aus dem Hitzebereich entfernt werden und sollen Arbeiten mit starker Schweissproduktion so weit wie möglich vermeiden.

## Erythema ab igne

Dauerhafte Temperatureinflüsse von über 40 °C Lufttemperatur können die Kompensationsfähigkeit des Organismus überfordern. Auf molekularer Ebene kommt es ab 40 °C zur Degradation zellulärer Eiweiße mit temporärem Funktionsverlust. Ab 45 °C führt der thermische Stress zur Denaturierung und damit zum endgültigen Struktur- und Funktionsverlust der Gewebestruktur- und Funktionseiwerte. Hitzeeinwirkung, die zu gering ist, um eine Verbrennung entstehend zu lassen, führt zu einer so genannten Hitzemelanose (Synonym: kalorische Hyperpigmentation). Die Temperaturen liegen meist im Bereich von 43–47 °C und somit gerade unter der Schwelle von Verbrennungen. Die Veränderungen molekularer Strukturen wirken toxisch, antigen und immunmodulatorisch.

Die Hautrötungen halten meistens über Stunden an und verschwinden dann vollständig, sie sind schmerzlos. Selten wird über Juckreiz oder über ein brennendes Gefühl berichtet. Bei chronischer Wärmeeinwirkung verfärbt sich das Erythema ab igne im weiteren Verlauf bräunlich und ist dann irreversibel (Abb.1 a und b). Es bilden sich Teleangiektasien, Hautpigmentierungen und oberflächliche Hautschuppungen und Atrophien. Eine chronisch gereizte Haut kann über mehrere Jahre ein Plattenepithelkarzinom (Spinaliom) oder ein Merkelzellkarzinom (Drückzellerezeptoren werden auch Merkelzellen genannt) entwickeln.



**Abb. 1** Erythema ab igne aus Baun-Falco's Dermatologie, Venerologie und Allergologie, 6. Auflage

## Intertrigo

Es kann durch exzessives Schwitzen eine Intertrigo entstehen, insbesondere im Bereich von Hautfalten und bei obesen Personen.

## Cholinergischen Urtikaria

Eine cholinerge Urticaria ist ein Nesselfieber mit Hautrötung, Juckreiz und Quaddelbildung, das bei erhöhter Körpertemperatur und häufiger in der kalten Jahreszeit auftritt. Typische Auslöser sind warmes Duschen oder Baden, emotionaler Stress und körperliche Aktivität.

Betroffen sind vor allem jüngere Menschen. In der Regel werden die Beschwerden nicht medikamentös behandelt. Antihistaminika können bei starken Beschwerden zur Vorbeugung und Behandlung eingesetzt werden.

### Linsentrübung

Eine durch Infrarot-Strahlung hervorgerufene Katarakt (Feuerstar, Wärmestar oder Glasmacherstar) in Berufen, in denen sehr heisse Materialien verarbeitet werden (Hochofen-Arbeiter, Glasbläser).

## Beurteilung der Klimaverhältnisse

Das Klima ist eine aus mehreren Faktoren zusammengesetzte, nicht direkt messbare Grösse. Die vier wichtigsten Elemente sind die Lufttemperatur, die Luftfeuchtigkeit, die Luftgeschwindigkeit und die Strahlungstemperatur. Eine geringere Bedeutung haben der Luftdruck und der Gehalt an chemischen Stoffen. Die Beurteilung der Klimawirkung auf die Gesundheit der Arbeitnehmenden erfordert zudem Kenntnis der körperlichen Aktivität und der Bekleidungsisoliation. Die Klimawirkung wird weiter durch schwer quantifizierbare, inter- und intraindividuelle mehr oder weniger stark variierende Faktoren beeinflusst wie Konstitution, Geschlecht, Lebensalter, körperliche und psychische Verfassung sowie insbesondere die Akklimatisation sowie eine vorbestehende Hitzeintoleranz. Der Mensch reagiert auf die klimatische Gesamtsituation. Ein bestimmtes Klimaempfinden lässt sich daher bei unterschiedlicher Zusammensetzung der einzelnen Klimafaktoren erzielen und durch die Variation nur eines Faktors erheblich ändern.

Klimabereich	Temperaturbereich (Lufttemperatur)	Merkmale (beispielhaft)
Kälte	Kühler Bereich ( ab +15 bis +10 °C) bis tiefer Bereich (unter -30 °C) (DIN 33403-5)	Kontinuierliche Wärmeabgabe durch Körper, Gefahr der Unterkühlung, Stoffwechselerhöhung, vermehrte Muskelaktivität (Muskelzittern)
Thermische Behaglichkeit	Zwischen ca. 10 °C und 28 °C in Abhängigkeit von den Klimafaktoren, Aktivität, Bekleidung und Nutzungskategorie der Räume (DIN EN ISO 7730)	Thermisch neutraler Bereich, Wärmeaustausch mit Umgebung im Gleichgewicht, geringster thermoregulatorischer Aufwand des Körpers, Minimum an Veränderungswünschen bzw. Unzufriedenheit bei den Nutzern
Erträglichkeit (Zumutbarkeit)	Ab ca. 26–28 °C bis ca. 32–35 °C in Abhängigkeit von den Klimafaktoren, Aktivität, Bekleidung, körperlichem Zustand, Dehydratation und Akklimatisation	Vermehrte Schweißabgabe und Beanspruchung des Herz-Kreislaufsystems, in Abhängigkeit von den genannten Randbedingungen kann ein 8-Stunden-Arbeitstag noch ohne Gesundheitsgefährdungen möglich sein
Hitze (Ausführbarkeit)	Ab ca. 32–40 °C (Randbedingungen wie bei Erträglichkeit)	Nur begrenzte Ausführbarkeit der Arbeit, Entwärmungsphasen(Pausen sind nötig, Gefahr von Hitzeerkrankungen)

Tab. 2

In Anlehnung an den DIN Fachbericht 128, Klima am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung – Grundlagen zur Klimaermittlung, Ausgabe 2003, können die Klimabereiche wie aus unten stehender Tabelle 2 ersichtlich, wie folgt eingeteilt werden: Kälte, thermische Behaglichkeit, Erträglichkeit und Hitze.

### **Akklimatisation**

Die Gewöhnung des menschlichen Körpers an Hitze wird als Akklimatisation bezeichnet. Die Schweissproduktion steigt an, der Salzgehalt im Schweiss sinkt und die Herzschlagfrequenz pendelt sich auf ein niedrigeres Niveau ein. Die Akklimatisation beansprucht ca. 14 Tage. Die gleiche Arbeit wird danach unter geringerer körperlicher Beanspruchung ausgeführt. Die Akklimatisation geht innerhalb weniger Tage verloren und erfordert eine erneute Anpassung.

### **Arbeitsschwere**

Der mit der Muskelarbeit verbundene Stoffwechsel wird üblicherweise in kJ/Min. respektive in kWh oder kcal/h angegeben. Etwa 10% der Stoffwechselenergie werden in mechanische Arbeit umgesetzt, der Rest wird in Wärme umgewandelt. Hierdurch ist es in kühler Umgebung möglich eine konstante Körpertemperatur aufrecht zu erhalten. In warmer Umgebung muss die überschüssige Wärme an die Umgebung abgegeben werden. Die Tab. 3 gibt die Arbeitsschwere als Einteilung des Energieumsatzes nach Tätigkeitsart DIN EN ISO 8996 beziehungsweise EN 27234 wieder.

Klasse	Durchschnittlicher Energieumsatz (Bereich in Klammern)		Beispiele
	W m <sup>2</sup>	W	
0 Ruhezu- stand	65 (55 bis 70)	115 (100 bis 125)	Ruhezustand, bequem sitzend
1 niedriger Energieum- satz	100 (70 bis 130)	180 (125 bis 235)	leichte Handarbeit (Schreiben , Tippen, Zeichnen, Nähen, Buchführung); Tätigkeit mit Hand und Arm (kleine Handwerkzeuge, Inspektion, Zusammenbau oder Sortieren von leichten Gegenständen); Tätigkeiten mit Arm und Bein (Fahren eines Fahrzeugs unter üblichen Bedingungen, Betätigen eines Fußschalters oder Pedals). stehend: Bohren (kleine Teile); Fräsen (kleine Teile); Wickeln von Spulen; Wickeln von kleinen Ankern; Arbeiten mit Maschinen kleiner Leistung; langsames Gehen (Geschwindigkeit bis 2,5 km/h).
2 mittlerer Energieum- satz	165 (130 bis 200)	295 (235 bis 360)	ununterbrochene Hand- und Armarbeiten (Einschlagen von Nägeln, Feilen); Arm- und Beinarbeit (Fahren von Lastwagen, Traktoren oder Baufahrzeugen im Gelände); Arm- und Körperarbeit (Arbeiten mit Presslufthammer, Zugmaschinen, Pflasterarbeiten, ununterbrochenes Handhaben von mittelschwerem Material, Unkrautjäten, Hacken, Ernten von Früchten oder Gemüse, Schieben oder Ziehen leichter Karren oder & Schubkarren, Gehen mit einer Geschwindigkeit von 2,5 km/h bis 5,5 km/h, Schmieden).
3 hoher Energieum- satz	230 (200 bis 260)	415 (360 bis 465)	intensive Arm- und Körperarbeit; Tragen vnn schwerem Material; Schaufeln; Arbeiten mit dem Vorschlaghammer; Sägen; Bearbeiten von hartem Holz mit Hobel oder hoher Stechbeitel; Mähen von Hand; Graben, Gehen mit einer Geschwindigkeit von 5,5 bis 7 km/h. Schieben oder Ziehen schwer beladener Handwagen oder Schubkarren; Zerschlagen von Gussstücken; Legen von Betonplatten
4 sehr hoher Energieum- satz	290 (> 260)	520 (> 465)	sehr intensive Tätigkeiten mit schnellem bis maximalem Tempo; Arbeiten mit einer Axt; intensives Schaufeln oder Graben; Treppensteigen, Besteigen von Rampen oder Leitern; schnelles Gehen mit kleinen Schritten; Laufen; Gehen mit einer Geschwindigkeit über 7 km/h.

**Tab. 3** Einteilung des Energieumsatzes nach Tätigkeitsart

## Bewertung der Hitzebelastung

Die Beurteilung der Belastung durch Hitzearbeit erfordert das Erheben der Lufttemperatur, der Luftfeuchtigkeit, der Luftgeschwindigkeit und wo erforderlich auch der Wärmestrahlung. In der arbeitsmedizinischen Praxis haben sich hier die Normal-Effektiv-Temperatur (NET) und der Wet Bulb Globe Temperature Index (WBGT) als Klimasummenmasse etabliert.

### Normal-Effektiv-Temperatur

Die NET berücksichtigt die Lufttemperatur, die Luftfeuchtigkeit und die Luftgeschwindigkeit und kommt dort zum Einsatz, wo der Einfluss von Wärmestrahlung vernachlässigt und wo langärmelige Kleidung getragen werden kann. Sie wird aus Nomogrammen ermittelt und in Beziehung gesetzt mit dem Arbeitsenergieumsatz um die Belastung am Arbeitsplatz zu beurteilen. Die genaue Ermittlung des Arbeitsenergieumsatzes erfolgt nach der EN ISO 8996, siehe Tabelle 3.

### WBGT-Index

Er berücksichtigt zusätzlich die Wärmestrahlung. Er setzt sich zusammen aus der Feuchtttemperatur ( $t_{nw}$ ) und der Temperatur eines schwarzen Kugelthermometers (Globetemperatur –  $t_g$ )

- Innerhalb und außerhalb von Gebäuden ohne direkte Einwirkung von Sonneneinstrahlung

$$WBGT = 0,7 \cdot t_{nw} + 0,3 \cdot t_g$$

- Außerhalb von Gebäuden bei direkter Einwirkung von Sonneneinstrahlung erfolgt eine Korrektur mit der Trockentemperatur ( $t_a$ )

$$WBGT = 0,7 \cdot t_{nw} + 0,2 \cdot t_g + 0,1 \cdot t_a$$

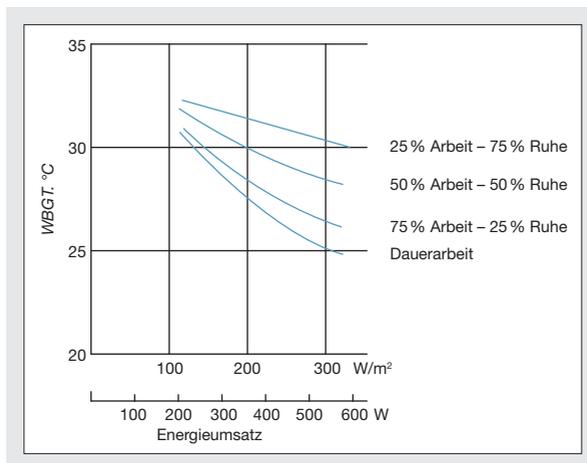
Diese Bewertung des Klimas ist mit der Bewertung der Arbeitsschwere in Beziehung zu setzen insbesondere dann, wenn die Trockentemperatur zwischen 28° und 32° C und die Luftfeuchtigkeit zwischen 70–100 % liegen. Es sei an dieser Stelle auf die EN 27234 verwiesen, insbesondere auf den Anhang A, der die Beziehung zwischen der Klimabelastung und des Energieumsatzes berücksichtigt für Dauerarbeit (Tab. 4):

Stufe des Energieumsatzes	Energieumsatz $M$		Richtwerte für WBGT-Wertew			
	bezogen auf 1m <sup>2</sup> Körperoberfläche in W/m <sup>2</sup>	bei einer mittleren Körperoberfläche von 1,8m <sup>2</sup> in W	für hitzeakklimatisierte Personen in °C		für nicht hitzeakklimatisierte Personen in °C	
0 (ruhend)	$M \leq 65$	$M \leq 117$	33		32	
1	$65 < M \leq 130$	$117 < M \leq 234$	30		29	
2	$130 < M \leq 200$	$234 < M \leq 360$	28		26	
3	$200 < M \leq 260$	$360 < M \leq 468$	keine spürbare Luftbewegung	spürbare Luftbewegung	keine spürbare Luftbewegung	spürbare Luftbewegung
			25	26	22	23
4	$M > 260$	$M > 468$	23	25	18	20

ANMERKUNG: Die angegebenen Werte basieren auf der Annahme einer höchstzulässigen Rektaltemperatur des arbeitenden Menschen von 38 °C

**Tab. 4** WBGT-Richtwerte für eine bestimmte Exposition und Belastung nach EN 27234

Arbeiten ausserhalb der in der Tabelle 4 aufgeführten Klima- und Energieumsatzwerte sind nicht als Dauerarbeit möglich und mit Pausen von ausreichender Länge zu unterbrechen. Dem Anhang B dieser Norm können Kurven von Richtwerten für WBGT-Werte für unterschiedliche Arbeits- und Pausenzyklen entnommen werden (Abb. 5): Die dargestellten Kurven basieren auf der Annahme, dass der WBGT-Wert im Pausenbereich mehr oder weniger gleich jenem im Arbeitsbereich ist (Betrachtungszeitraum eine Stunde; spürbare Luftbewegung; Person ist hitzeakklimatisiert). Der Isolierwert der Bekleidung ist zusätzlich zu berücksichtigen.



**Tab. 5** EN 27243, Anhang B

## Arbeitskleidung

Die Arbeitnehmenden sollen geeignete Arbeitskleider tragen. Bei Lufttemperaturen über 25° C soll die Kleidung so beschaffen sein, dass sie eine Schweißverdunstung zulässt. Gewebe, welche Flüssigkeiten leicht aufsaugen, wirken sich ungünstig aus, weil sie die Schweißverdunstung verhindern. Insbesondere an Arbeitsplätzen, welche das Tragen einer Schutzkleidung erfordern (z.B. Tyvek-Anzüge), ist das Problem der Schweißverdunstung speziell zu beachten. Die Frage der Bekleidung ist schon in die Arbeitsplanung einzubeziehen. Je nach Situation können wärmehemmende Schutzkleider notwendig werden (starke Wärmestrahlung, Feuersbruch, Schutzanzüge für Rettungsmannschaften).

Die Bekleidung spielt beim Wärmeaustausch zwischen Haut und Umgebung eine wesentliche Rolle. Der Wärmeaustausch ist abhängig vom Isolationswert der Kleidung. Der Isolationswert wird in clo (abgeleitet vom englischen Begriff Clothes) angegeben. (1 clo = 0.155 m<sup>2</sup>/KW). Der jeweilige Isolationswert respektive die erforderliche Bekleidungsisolierung kann Nomogrammen entnommen werden. Es sei hier auf die ISO/TR11079 verwiesen und darauf hingewiesen, dass Iclo ein Isolationwert darstellt, der unter Standardbedingungen im Labor erhoben wurde (windstill, ohne Berücksichtigung von Körperbewegungen oder Tragweise). Im Gegenzug bezeichnet IREQ die erforderliche Isolation unter den tatsächlichen Bedingungen.

## Allgemeine Prinzipien zur Verhütung von Hitzeerkrankungen

Arbeit, Arbeitskleidung und Arbeitsumgebung sind so zu gestalten, dass weder ein Flüssigkeitsdefizit noch eine Überhitzung des Körpers auftreten. Hitzearbeiten sind durch Änderungen des Arbeitsverfahrens nach Möglichkeit zu vermeiden. Dies kann durch technische, organisatorische und personenbezogene Massnahmen erzielt werden.

### Technische Massnahmen

Die Arbeitsplätze sind vor direkter Sonneneinstrahlung z. B. durch Sonnendächer, -segel oder -schirme zu schützen. Durch geeignete Lüftungsmassnahmen kann eine (Ab)kühlung erreicht werden. An ständigen Arbeitsplätzen ist auch der Einsatz einer Kühlung/Klimatisierung zu prüfen. Gegen die Abwärme von Maschinen kann eine zusätzliche Isolation oder ein Hitzeschutzschirm Abhilfe leisten.

### Organisatorische Massnahmen

Die Arbeitnehmenden sind über die gesundheitlichen Risiken bei Hitzearbeit und über die Massnahmen zu deren Vermeidung zu informieren.

Eine Akklimatisierung verringert das Risiko für eine Hitzeerkrankung, insbesondere im Untertagebau im feucht-warmen Klima.

Durch organisatorische Massnahmen kann die Hitzebelastung vermindert werden. Die Aufenthaltszeit im Hitzebereich ist zu reduzieren indem Tätigkeiten, die nicht den Verbleib in der Hitze erfordern, ausserhalb dieses Bereiches auszuführen sind. Schwere körperliche Arbeiten im Freien sind möglichst in den Morgenstunden vorzunehmen.

Bei Arbeiten in sehr hohen Temperaturen ist zu berücksichtigen, ob diese im Freien oder in geschlossenen Räumen verrichtet werden und, ob es sich um dauernde oder vorübergehende Arbeitsplätze handelt; Hinweise dazu liefert die Checkliste «Arbeiten bei Hitze und Ozon auf Baustellen im Freien».

Bei sehr hohen Temperaturen sind schwere und sehr schwere Arbeiten zu vermeiden.

Die Aufenthaltszeit im Hitzebereich ist zu reduzieren indem regelmässige, stündliche «Entwärmungspausen» in einem kühleren Bereich durchgeführt werden.

Eine weitere Möglichkeit für eine geringere Wärmeakkumulation resp. eine Entwärmung bietet die Reduzierung der Arbeitsintensität oder die Unterbrechung der körperlichen Arbeit unter Verbleib im Hitzebereich. Viele kurze Erholungspausen haben einen höheren Erholungswert als wenige lange Erholungspausen. Regelmässige «Entwärmungspausen» sind in einem kühlen resp. schattigen Bereich abzuhalten. Dazu liefert die Checkliste «Arbeiten bei Hitze und Ozon auf Baustellen im Freien» eine praktische Wegleitung.

## **Personenbezogene Massnahmen**

### **Kleidung**

Arbeitnehmende sollen angepasste Arbeitskleidung tragen, die eine Schweissverdunstung zulässt. Gewebe, welche Flüssigkeiten leicht aufsaugen, wirken sich ungünstig aus, da sie die Schweissverdunstung behindern. Die Frage der Bekleidung ist bereits in der Arbeitsplanung einzubeziehen. Je nach Situation können wärmehemmende Schutzkleider notwendig werden (starke Wärmestrahlung, Feuerausbruch, Schutzanzüge für Rettungsmannschaften).

Das Helmobligatorium gilt auch bei Hitzearbeit. Durch kurzes Anheben des Helms wird ein Wärmestau vermieden.

### **Flüssigkeitszufuhr**

Für den Ausgleich des Flüssigkeitshaushalts sollen geeignete Getränke bereitgestellt werden.

Eine Schweissabgabe von 0.6 bis 0.8 l/Stunde respektive 3–6 Liter pro Schicht ist akzeptabel. Unter Extrembedingungen können bis zu 2 Liter Schweiss pro Stunde und bis zu 10 Liter Schweiss pro Schicht

abgegeben werden. Mit dem Schweiß werden auch Kochsalz und andere Mineralien ausgeschieden. Durch ausreichendes Trinken und ausgewogene Ernährung werden der Wasser- und Salzverlust wieder ausreguliert. Eine zusätzliche Salzzufuhr ist nicht erforderlich. Bei hitzeakklimatisierten Personen ist in erster Linie Tee als Getränk geeignet, wie Pfefferminz-, Hagenbutten- oder Lindenblütentee. Die Tees können in Form von Instant-Tees zubereitet werden, dabei ist auf hygienisch einwandfreies Wasser zu achten. Die Getränke sollen nicht mit Salz angereichert werden. Bei nicht akklimatisierten Personen mit Kurzeinsätzen sind Einnahmen von Sportler- oder Fitnessgetränken zum Ersatz auch von Elektrolyten vertretbar. Mit einem angepassten Verhalten können die Beschäftigten bei Hitze ihre Leistungsfähigkeit erhalten und möglichen gesundheitlichen Gefährdungen vorbeugen. Dazu zählen unter anderem die Trinkgewohnheiten, die Art der Kleidung aber auch die gegenseitige Rücksichtnahme und die Beobachtung der Beschäftigten untereinander auf Anzeichen von Gesundheitsstörungen.

### **Schulung**

Arbeitnehmer, die Hitze verrichten, müssen in Bezug auf die speziellen Probleme bei Hitze informiert werden, insbesondere betreffend der Hitzeschäden, ihrer Behandlung und der Erste-Hilfe-Massnahmen. Insbesondere im Freien tätige Arbeitnehmende sollten in Bezug auf ihr Verhalten in der Hitze geschult werden. Diese Arbeitnehmenden sollten bezüglich der Notwendigkeit des «präventiven Trinkens», der Alkoholabstinenz und des Verhaltens bei Infekten und Fieber unterwiesen werden. Insbesondere neu eintretenden Arbeitnehmenden sollen bezüglich Verhalten während der Akklimatisation, Erkennen von durch Hitze entstehenden Gesundheitsschäden und Erste Hilfe-Massnahmen unterwiesen werden.

### **Arbeitsmedizinische Vorsorge**

Die Grundsätze der Arbeitsmedizinischen Vorsorge sind in der Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (VUV) Art. 70 bis 89 geregelt. Die Suva kann einen Betrieb, einen Betriebsteil oder einen Arbeitnehmenden zur Verhütung von Berufskrankheiten oder zur Verhütung gewisser in der Person des Arbeitnehmenden liegenden Unfallgefahren den Vorschriften über die arbeitsmedizinische Vorsorge unterstellen. Für solche Arbeitnehmende wird die Untersuchung gemäss Formular für Hitzearbeit der Suva durchgeführt. Es umfasst einen Anamneseteil, eine klinische Untersuchung insbesondere des Herzens und des Kreislaufs sowie der Lunge, Laboruntersuchungen (Blutbild, Leber-, Nierenwerte und Urinstatus), Ruhe-EKG, Belastungs-EKG und eine Spirometrie. Arbeitsmedizinische Bedenken können bei Arbeitnehmenden, die Hitze exponiert sind, vor allem bei Erkrankungen der Gefässe, des Herzkreislaufs, der Lunge, des Stoffwechsels bestehen oder bei neurologischen Erkrankungen, die das

Risiko für durch Hitze verursachte Erkrankungen erhöhen. Die Beurteilung erfolgt im Einzelfall aufgrund der Arbeitsbedingungen und der medizinischen Befunde.

Derzeit werden die Unterstellungskriterien für einzelne Branchen wie die Papierindustrie, Giessereien und für Arbeiten in Stollen und Kraftwerken durch die Suva überprüft.

## Literatur

Checkliste «Arbeiten bei Hitze und Ozon auf Baustellen im Freien»

EN 27243 Ermittlung der Wärmebelastung des arbeitenden Menschen mit dem WBGT-Index:1993

Checkliste der Suva «Arbeiten an heissen Tagen auf Baustellen im Freien» Bestellnummer 67135

DIN 33403 Teil 3 (Juli 2011) Klima am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung Teil 3: Beurteilung des Klimas im Warm- und Hitzebereich auf der Grundlage ausgewählter Klimagesammasse

Suva Broschüre «Arbeitsmedizinische Prophylaxe bei Arbeiten im Untertagebau im feucht-warmen Klima». Bestellnummer 2869/26.d

DIN EN ISO 9920 Ergonomie der thermischen Umgebung; Abschätzung der Wärmeisolation und des Verdunstungswiderstandes einer Bekleidungskombination

Occupational and Environmental Medicine, 5<sup>th</sup> Edition, J. Ladou, S. 127-132.

Baun-Falco's Dermatologie, Venerologie und Allergologie, 6. Auflage, Plewig, Landthaler, Burgdorf, Hertel, Ruzicka, S 732-735.

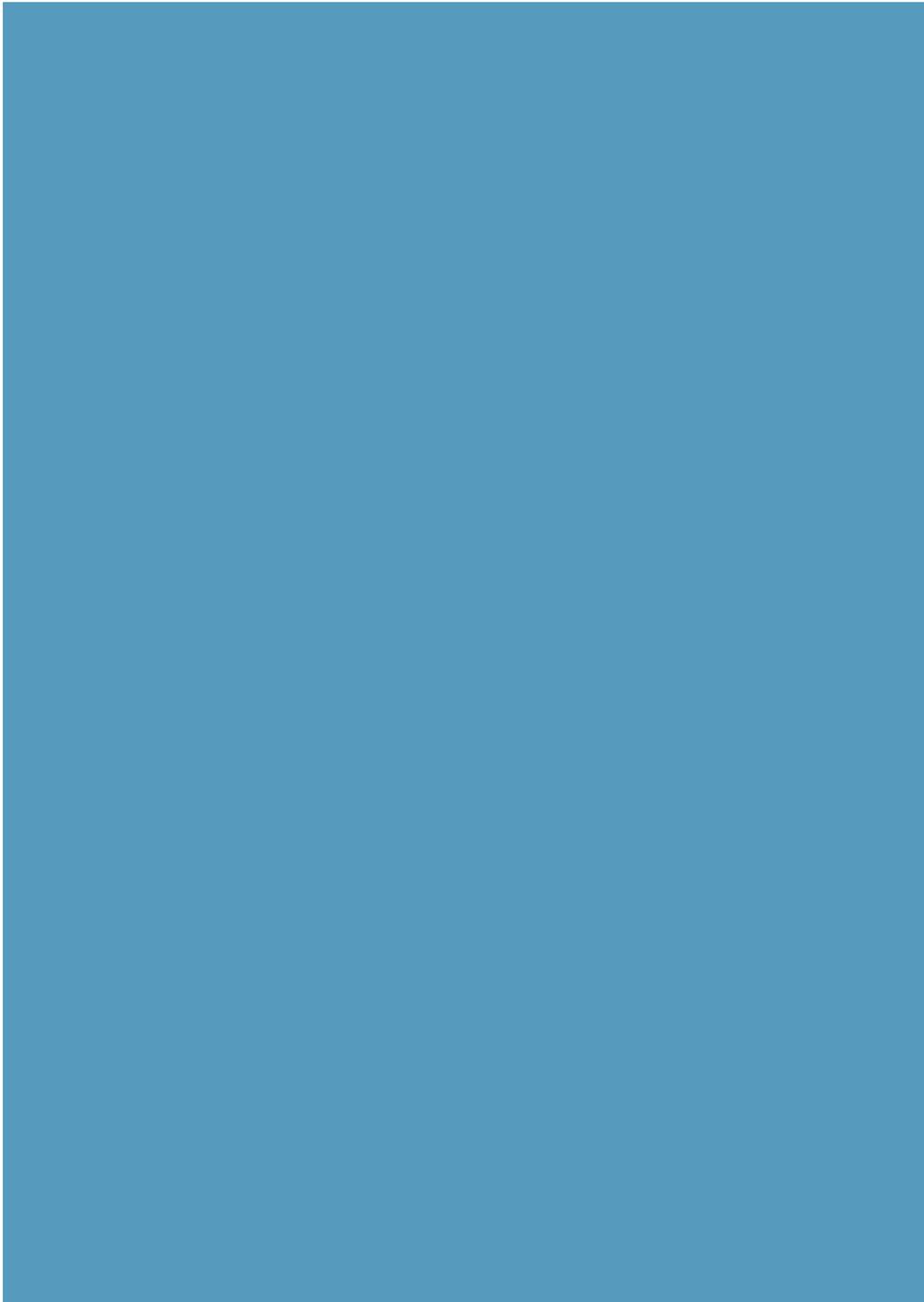
ISO 11079, 2007-12-5, Ergonomics of the thermal environment – determination and interpretation of cold stress when using required clothing insulation (IREQ) an local cooling effects.

DIN-Fachbericht 128, Klima am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung – Grundlagen zur Klimaermittlung, Ausgabe 2003.

## Korrespondenzadresse

Ergonomie der thermischen Umgebung. Bestimmung des körpereigenen Energieumsatzes (ISO 8996:2004); Deutsche Fassung EN ISO 8996:2004

Suva  
Dr. med. Irène Kunz Fachärztin für Innere Medizin FMH und Fachärztin für Arbeitsmedizin  
Abteilung Arbeitsmedizin  
Postfach  
6002 Luzern  
irene.kunz@suva.ch



# Übersichtsarbeiten

Der Artikel erläutert die rechtlichen Voraussetzungen zur Anerkennung einer Berufskrankheit, zeigt den aktuellen Stand und die Trends von Berufskrankheiten auf und zeigt den Erfolg der Berufskrankheitenverhütung sowie der arbeitsmedizinischen Vorsorge auf. Neue Belastungen im Rahmen des Wandels der Arbeitswelt führen zu einer erhöhten Bedeutung der berufsassoziierten Gesundheitsstörungen.

# Berufskrankheiten

Marcel Jost, Claudia Pletscher

## Grundlagen zur Anerkennung von Berufskrankheiten

Der Begriff der Berufskrankheit ist in Art. 9 des Bundesgesetzes über die Unfallversicherung (UVG) definiert [1]. Als Berufskrankheiten gelten gemäss Art. 9 Absatz 1 UVG Krankheiten, die bei der beruflichen Tätigkeit ausschliesslich oder vorwiegend durch schädigende Stoffe oder bestimmte Arbeiten verursacht worden sind. Der Krankheitsbegriff ist im Bundesgesetz über den allgemeinen Teil des Sozialversicherungsrechts (ATSG) in Art. 3 definiert. Als Krankheit ist jede Beeinträchtigung der körperlichen, geistigen oder psychischen Gesundheit, die nicht Folge eines Unfalles ist und die eine medizinische Untersuchung oder Behandlung erfordert oder eine Arbeitsunfähigkeit zur Folge hat, definiert [2]. Die Liste der schädigenden Stoffe und der arbeitsbedingten Erkrankungen ist in der Verordnung über die Unfallversicherung (UVV) in Anhang 1 publiziert [3]. Als Berufskrankheiten gelten gemäss Art. 9 Absatz 2 UVG auch andere Krankheiten, von denen nachgewiesen wird, dass sie ausschliesslich oder stark überwiegend durch berufliche Tätigkeit verursacht worden sind.

Eine vorwiegende Verursachung wird dann angenommen, wenn der berufliche Anteil der Verursachung eines Krankheitsbildes über 50 % beträgt. Eine stark überwiegende Verursachung wird dann angenommen, wenn der berufliche Anteil der Verursachung eines Krankheitsbildes über 75 % beträgt.

1982 wurde vom Bundesgericht im Urteil Joulie festgehalten, dass eine durch einen Listenstoff bewirkte erhebliche Verschlimmerung einer vorbestehenden Krankheit ebenfalls als Berufskrankheit einzustufen ist (BGE 108 V 158). Auch in solchen Fällen muss zwischen dem Listenstoff und der gesundheitlichen Beeinträchtigung ein qualifizierter Kausalzusammenhang erstellt sein. In Zusatzurteilen wurde festgehalten, dass die Einwirkung des Listenstoffes alle übrigen Ursachen an Intensität übertreffen muss, damit eine Berufskrankheit im Sinne einer erheblichen Verschlimmerung einer vorbestehenden Krankheit anerkannt werden kann.

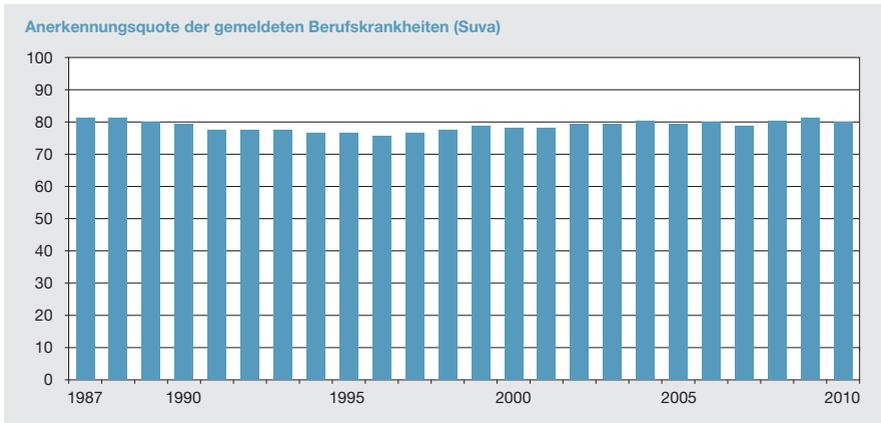
1991 hat das Bundesgericht festgehalten, dass die Verschlimmerung einer vorbestehenden Krankheit durch Listenstoffe/Listenarbeiten (Art. 9.1 UVG) oder durch die berufliche Tätigkeit (Art. 9.2 UVG) der dadurch bewirkten Verursachung gleichgestellt wird. Damit hat das Bundesgericht 1991 auch für Nichtlistensituationen das Prinzip der erheblichen beruflichen Verschlimmerung als Grundlage für die Anerkennung einer Berufskrankheit bestätigt und zudem diese Rechtsprechung auch unter der Herrschaft des UVG als anwendbar erklärt (BGE 117 V 354).

In der Regel kann die Kausalität bei Berufskrankheiten aufgrund spezifischer medizinischer Befunde beurteilt werden. Bei multifaktoriell bedingten Krankheitsbildern ist die Beurteilung der Kausalität aufgrund medizinischer Kriterien im Einzelfall nicht immer möglich. Um im Einzelfall zu prüfen, ob die beruflichen Faktoren die ausserberuflichen übertreffen, d.h. eine ätiologische Fraktion von über 50 % angenommen werden kann, muss das relative Risiko bei der kollektiven Betrachtung exponierter Arbeitnehmender gegenüber nicht exponierten in der Mehrzahl der zur Verfügung stehenden Untersuchungen respektive in Metaanalysen über 2 betragen. Diese Verdoppelung ergibt sich aufgrund der von Miettinen beschriebenen Formel und dem gesetzlichen Erfordernis des Vorwiegens des schädigenden Stoffes (gemäss Praxis  $> 50\%$  des Ursachenspektrums). Die Formel lautet:  $(RR - 1)/RR = EF$ , wobei  $RR$  = relatives Risiko und  $EF$  = ätiologische Fraktion bedeuten. Damit muss ein relatives Risiko  $> 2$  gefordert werden, um eine  $EF$  von  $> 50\%$  zu erreichen. Diese Betrachtungsweise ist durch das Bundesgericht im Falle einer malignen Neoplasie nach Benzoleinwirkung gutgeheissen worden (Urteil 293/99). Für die Kausalitätsbeurteilung nach UVG Art. 9.2 muss die ätiologische Fraktion über 75 % betragen; damit wird ein relatives Risiko der exponierten Arbeitnehmenden gegenüber der nicht exponierten Population von über 4 gefordert, damit eine Berufskrankheit anerkannt werden kann. Die Kausalitätsbeurteilung wird im Einzelfall aufgrund der Berücksichtigung der früheren und aktuellen Arbeitsbedingungen sowie der individuellen Faktoren der Person vorgenommen. Dabei wird das relative Risiko im Rahmen der Dosis-Wirkungs-Beziehung für die im Einzelfall bestehenden Expositionen für die Beurteilung herangezogen.

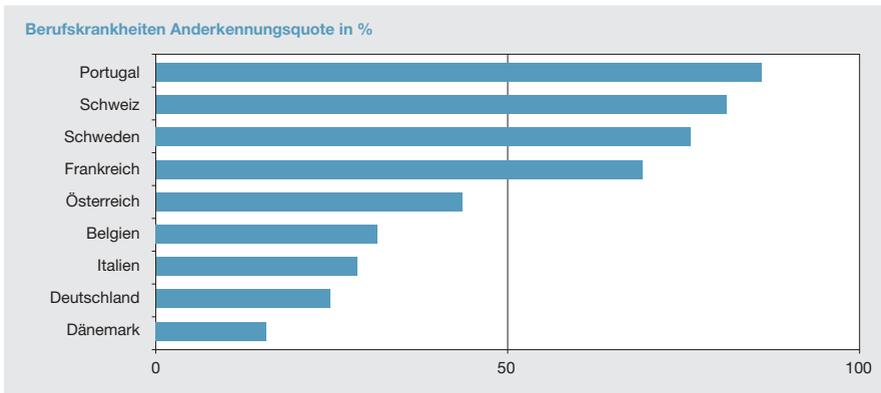
## Meldung und Anerkennung von Berufskrankheiten

Aktuelle Daten der Berufskrankheitenstatistik stammen aus dem Jahr 2010. Insgesamt wurden 2010 4648 Berufskrankheiten gemeldet und davon 3684 anerkannt. Die Anerkennungsquote beträgt bei den der Suva gemeldeten Fällen 79.8 %. Bei der Beurteilung nach UVG Art. 9.1, das heisst bei Vorliegen von Listenstoffen und Listenkrankheiten, ist die Anerkennungsquote der Suva deutlich höher (86.0 %) als bei der Beurteilung nach UVG Art. 9.2 (51.9 %).

Die Anerkennungsquote, d.h. das Verhältnis der anerkannten zu gemeldeten Berufskrankheiten bei Suva-Versicherten zwischen 1987 und 2010 ist in Abbildung 1 dargestellt. Über die letzten 25 Jahre war die Anerkennungsquote mit rund 80 % stabil.

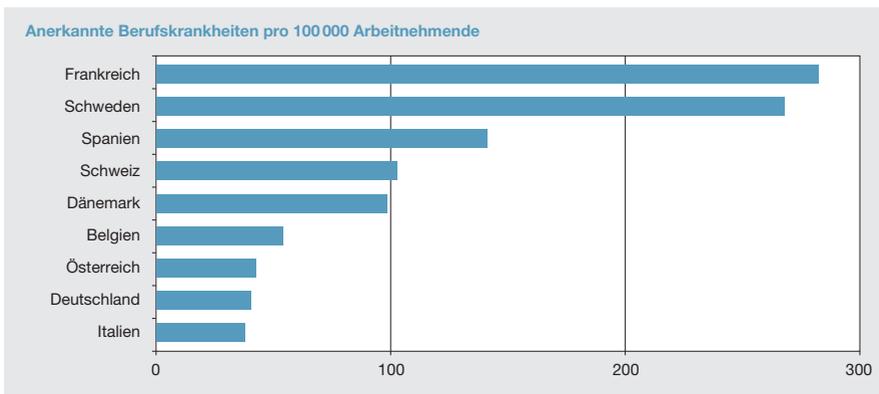


**Abb. 1**



**Abb. 2**

Die Anerkennungsquote von Berufskrankheiten in Europa wurde durch Eurogip 2009 publiziert, basierend auf einer Umfrage im Jahre 2006 [4]. Wie in Abbildung 2 ersichtlich ist, steht die Schweiz bezüglich der Anerkennungsquote mit rund 80 % bei dieser Umfrage an zweiter Stelle. Die Anerkennungsquote ist in unseren Nachbarländern Frankreich, Österreich, Italien und Deutschland deutlich geringer als in der Schweiz. Eurogip hat im gleichen Jahr auch die Zahl der anerkannten Berufskrankheiten pro 100 000 Arbeitnehmende ausgewertet (Abbildung 3). Nach Frankreich, Schweden und Spanien liegt die Schweiz mit rund 100 anerkannten Berufskrankheiten pro 100 000 Arbeitnehmenden gemäss Eurogip an vierter Stelle. In den anderen Nachbarlän-



**Abb. 3**

dem Österreich, Deutschland und Italien werden pro 100 000 Arbeitnehmenden wesentlich weniger Berufskrankheiten anerkannt. Die Inzidenz von Berufskrankheiten hängt nicht nur von den Betriebsverhältnissen ab. Wichtige Faktoren sind gesetzliche Grundlagen, die Gerichtspraxis, die Meldepraxis der Ärzte, die Anerkennungspraxis der Versicherer und die Effektivität der arbeitsmedizinischen Vorsorge. Die hohen Inzidenzen von Berufskrankheiten in Frankreich und Schweden sind gemäss Eurogip vor allem darauf zurückzuführen, dass in diesen Ländern viele Krankheiten des Bewegungsapparates als Berufskrankheiten anerkannt werden.

Für die Anerkennung einer Berufskrankheit müssen in der Schweiz grundsätzlich folgende Elemente vorhanden sein:

- Der Krankheitsbegriff gemäss Art. 3 ATSG muss gegeben sein.
- Die Patientin/der Patient muss UVG-versichert sein.
- Eine Anmeldung an den UVG-Versicherer muss durch den Betrieb, den Versicherten oder den Arzt erfolgen.
- Die im ersten Abschnitt beschriebenen Kausalitätskriterien müssen erfüllt sein.

Die Abteilung Arbeitsmedizin beurteilt die Kausalität von Berufskrankheiten durch chemische, biologische und physikalische Einwirkungen. Informationen für die Ärzte bezüglich der Zusammenhänge zwischen Arbeit und Gefährdungen durch chemische, biologische und physikalische Einwirkungen hat die Abteilung Arbeitsmedizin unter anderem in der Zeitschrift *Suva Medical*, in der Reihe *Arbeitsmedizin* sowie in über 30 Factsheets auf der Homepage der Suva publiziert. Die Beurteilung bezüglich Berufskrankheiten des Bewegungsapparates wird durch die Abteilung Versicherungsmedizin vorgenommen.

## Zahl und Kosten von Berufskrankheiten

Über die letzten fünf verfügbaren Statistikjahre (2006–2010) wurden jährlich im Mittel 3588 Berufskrankheiten durch die UVG-Versicherer anerkannt. Zahlenmässig standen lärmbedingte Höreinsbussen mit 947 Fällen sowie Infektionen und Kontaminationen (Stich- und Schnittverletzungen mit potenziell infektiösem Material, Kontakte zu Patienten mit Infektionskrankheiten wie Tuberkulose) mit 781 Fällen an erster und zweiter Stelle. Im Mittel wurden zudem 695 Berufskrankheiten der Haut, 459 Berufskrankheiten des Bewegungsapparates und 382 Berufskrankheiten der Atemwege/der Lunge anerkannt. Bei 119 Patienten wurden maligne Neoplasien als Berufskrankheit anerkannt, bei 69 Berufskrankheiten der Augen und bei 138 andere Berufskrankheiten. 82,9% der Berufskrankheiten wurden nach Art. 9.1 UVG anerkannt, d.h. bei Einwirkungen durch Listenstoffe oder Vorliegen von Listenkrankheiten, 17,1% nach Art. 9.2 UVG. Die Zahl der anerkannten Berufskrankheiten hat über die letzten 20 Jahre in der Schweiz deutlich abgenommen; der Rückgang ist primär auf eine Verringerung der Zahl der Berufskrankheiten des Bewegungsapparates und der Haut zurückzuführen.

Die Kosten für die Berufskrankheiten widerspiegeln den Schweregrad der Berufskrankheiten. Im erwähnten Zeitraum verursachten die Berufskrankheiten Kosten von rund 104 Mio. Franken pro Jahr. Über 50% der Kosten der Berufskrankheiten werden durch maligne Neoplasien verursacht, insbesondere asbestbedingte Mesotheliome und Lungenkarzinome. Diese hohen Kosten ergeben sich unter anderem dadurch, dass diese Krankheiten häufig zur Ausrichtung einer Integritätsentschädigung und Hinterlassenenrente führen. Kosten durch Berufskrankheiten der Atemwege stehen bei den durch die aktuellen Arbeitsbedingungen verursachten Berufskrankheiten mit 15,2% im Vordergrund. Berufskrankheiten der Haut und lärmbedingte Höreinsbussen führen zu 13,8% respektive 11,7% der Kosten. Die Berufskrankheiten des Bewegungsapparates machen 3,2% der Kosten aus, Infektionen und Kontaminationen 0,5% (Abbildung 4).

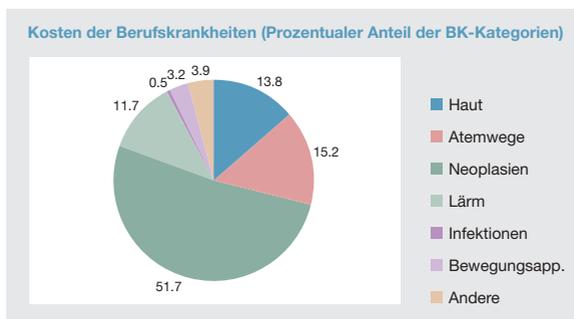


Abb. 4

### Maligne Neoplasien

Der Asbestimport hatte zwischen 1975 und 1978 das Maximum in der Schweiz erreicht. Seit 1980 hat er erheblich abgenommen, seit 1990 gilt in der Schweiz ein Asbestverbot. Neben Pleuraplaques, Pleuraergüssen und -fibrosen sowie Asbestosen erhöht eine Asbesteinwirkung das Risiko für das Auftreten eines malignen Mesothelioms der Pleura, des Peritoneums, des Perikards sowie der Tunica vaginalis testis und – überadditiv mit Rauchen – von Lungenkarzinomen. Die Latenzzeit beträgt im Schnitt 35 bis 40 Jahre. Die Zahl der Patienten mit asbestbedingtem malignen Mesotheliom nimmt in der Schweiz immer noch zu (Abbildung 5). Aufgrund der Tatsache, dass der Asbestimport in der Schweiz nach 1975 das Maximum erreicht hat sowie der bekannten Latenzzeit ist kaum vor dem Jahre 2015 mit einem Rückgang der Fallzahl von Mesotheliomen zu rechnen. In den Jahren 2008 bis 2010 wurden der Suva zudem 65 Patienten mit Lungenkarzinom zur Beurteilung einer vorwiegenden Verursachung durch Asbest gemeldet. Davon wurden 38 Fälle anerkannt. Eine berufliche Verursachung eines Lungenkarzinoms durch Asbest kann dann angenommen werden, wenn eine Asbestose (auch eine nur in Gewebeproben dokumentierte

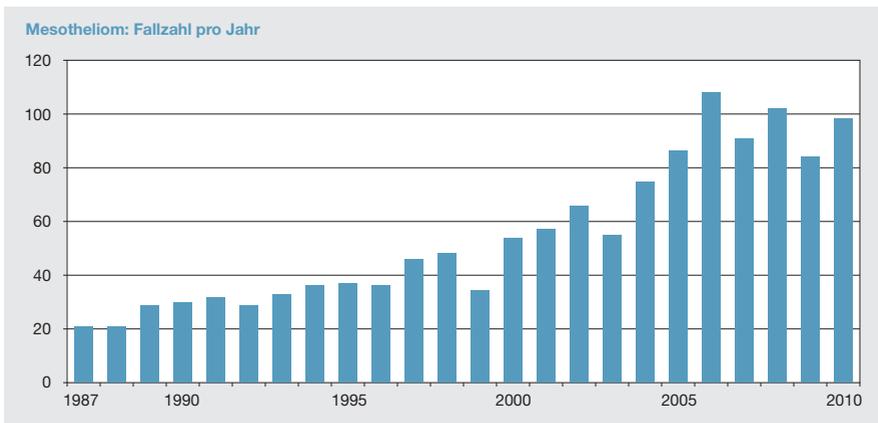


Abb. 5

Minimalasbestose) oder wenn beidseitige asbestbedingte Pleurafibrosen vorliegen oder wenn aufgrund der Arbeitsanamnese eine kumulative Asbestdosis von 25 Faserjahren oder mehr anzunehmen ist. Diese sogenannten Helsinki-Kriterien werden in der Mehrheit der nord- und mitteleuropäischen Staaten zur Beurteilung des Vorliegens eines Lungenkrebses bei Asbesteinwirkung angewendet. Das Rauchen wird bei der Kausalitätsbeurteilung nicht berücksichtigt, da das Risiko für die Verursachung eines Lungenkarzinoms durch Asbest und Rauchen

gegenseitig überadditiv gesteigert wird. Für weitere Informationen wird auf das Factsheet «Asbestbedingte Erkrankungen» der Abteilung Arbeitsmedizin verwiesen [7].

Zweithäufigste Ursache von als Berufskrankheit anerkannten malignen Neoplasien sind Einwirkungen gegenüber Holzstaub, mit im Mittel 4 Fällen von Karzinomen der Nasen- und Nasennebenhöhlen. Harnblasenkarzinome, verursacht durch frühere Einwirkungen gegenüber krebserzeugenden aromatischen Aminen, wurden im Mittel bei 3 bis 4 Patienten pro Jahr als Berufskrankheit anerkannt. Pro Jahr wurde im Mittel 1 Fall einer Leukämie durch frühere Benzoleinwirkung sowie einer malignen Neoplasie der Haut durch Einwirkung von Ultraviolettstrahlung als Berufskrankheit anerkannt [8].

### Berufskrankheiten der Atemwege

In den 60-er und 70-er Jahren wurden nach Einwirkung von fibrogenen Stäuben sehr häufig Pneumokoniosen als Berufskrankheit registriert, vor allem die durch Quarzstaub verursachte Silikose. Wie Abbildung 6 zeigt, hat die Zahl der anerkannten Silikosen von über 300 Ende der 60-er Jahre auf heute rund 15 bis 20 Fälle pro Jahr massiv abgenommen. Zu diesem Erfolg haben vor allem technische und personenbezogene Schutzmassnahmen und die arbeitsmedizinische Vorsorge, beispielsweise im Untertagebau, in Steinbrüchen und Kieswerken beigetragen.

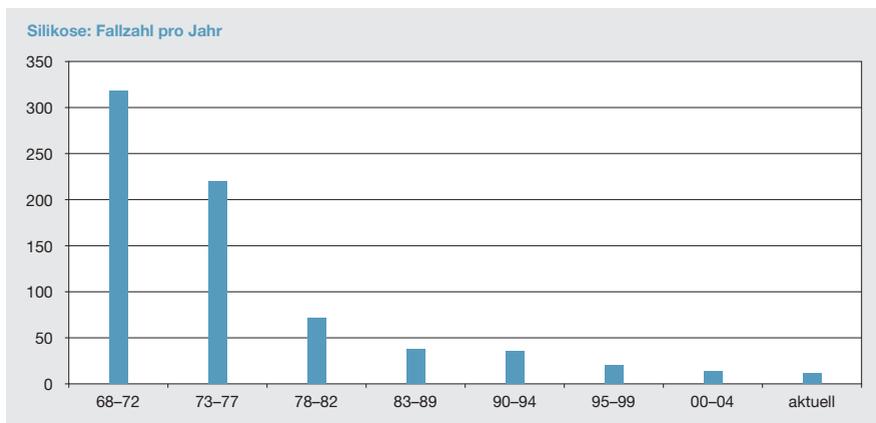
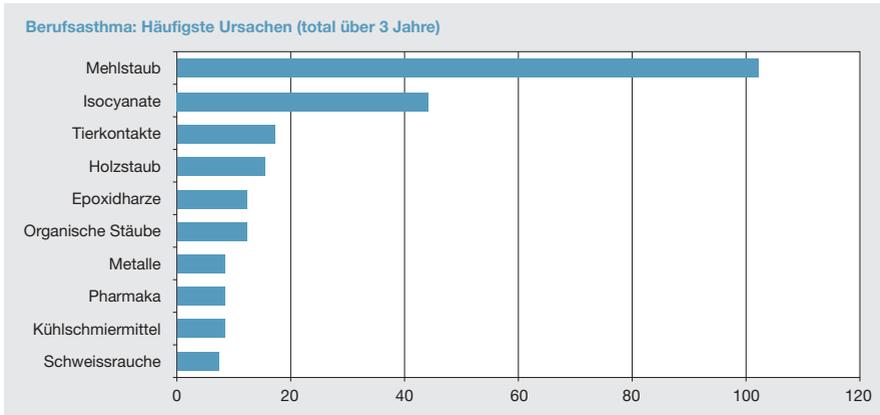


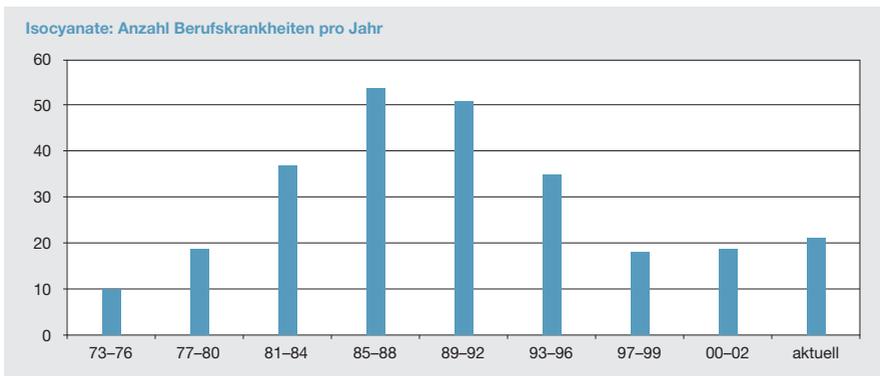
Abb. 6

Heute ist das Berufsasthma die wichtigste beruflich bedingte Atemwegserkrankung. Pro Jahr werden im Mittel rund 125 Fälle von allergisch oder chemisch-irritativ bedingtem Asthma als Berufskrankheit anerkannt, zudem gelegentlich Fälle von RADS (Reactive Airway Dysfunction Syndrome) nach einmaligen hohen Expositionen gegenüber atemwegreizenden Stoffen. Als Ursache eines Berufsasthmas stehen

heute Einwirkungen gegenüber Mehl- und Getreidestäuben, einschliesslich Backzusätzen wie Amylase, deutlich im Vordergrund, vor organischen Stäuben, Isozyanaten (wie in Härtern von Polyurethanlacken, PU-Klebern oder PU-Schäumen), Holzstaub, Epoxidharzen, Metallen, Farben sowie Kühlschmiermitteln in der Metallindustrie (siehe Abbildung 7). Seltener wurden in den letzten Jahren Fälle von allergischer Alveolitis, beispielsweise im Rahmen einer Farmerlunge oder Befeuchterlunge, als Berufskrankheit gemeldet und anerkannt (im Mittel 3 Fälle pro Jahr). Eine Übersicht über Abklärung, Diagnose und Management des arbeitsplatzassoziierten Asthmas wurde durch die Suva im Schweiz Med Forum 2012 publiziert [10].



**Abb. 7**



**Abb. 8**

In den 80-er Jahren nahmen Fälle von isozyanatbedingten Atemwegserkrankungen erheblich zu, insbesondere bei Spritzlackierern in Auto-karosseriewerkstätten, Schreinereien und in der Metallindustrie. Wie aus Abbildung 8 hervorgeht, konnte vor allem durch technische Mass-

nahmen wie die Einrichtung von Spritzkabinen und Absaugwänden sowie personenbezogene Massnahmen wie das Tragen geeigneter Atemschutzmasken und Schutzkleidung eine erhebliche Verringerung der isozyanatbedingten Atemwegserkrankungen erreicht werden [6].

In der 90-er Jahren wurde eine Zunahme von Latexallergien – vor allem Asthma bronchiale und Kontakturikaria – durch das vermehrte Tragen von gepuderten Latexhandschuhen zur Verhütung blutübertragbarer Infektionen im Gesundheitswesen beobachtet. Die schwer verlaufenden Latexallergien führten häufig zu Nichteignungsverfügungen für Arbeiten mit Latexexposition (Abbildung 9). Durch die Verwendung latexfreier Handschuhe oder zumindest ungepudertes latexallergengarer Handschuhe, hat die Zahl der Latexallergien und damit auch die Zahl der dadurch bedingten Berufswechsel deutlich abgenommen. Heute werden nur noch sehr selten zu einer Nichteignungsverfügung führende beruflich bedingte Latexallergien beobachtet [11].

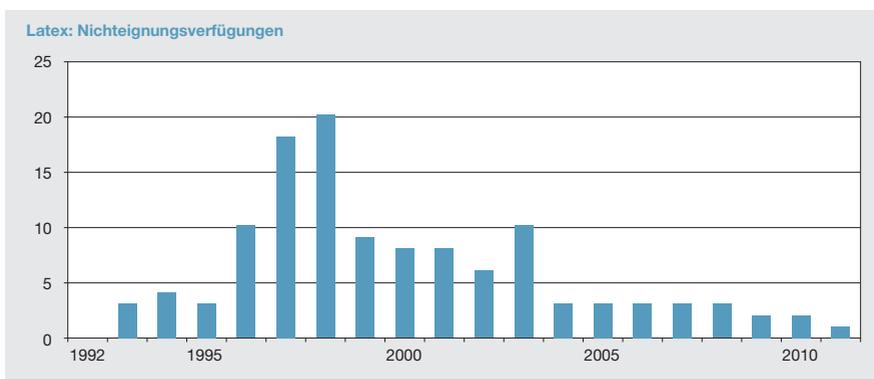
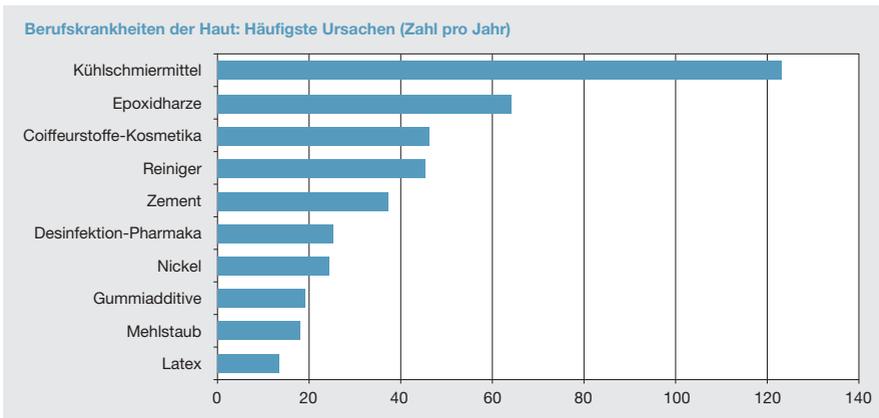


Abb. 9

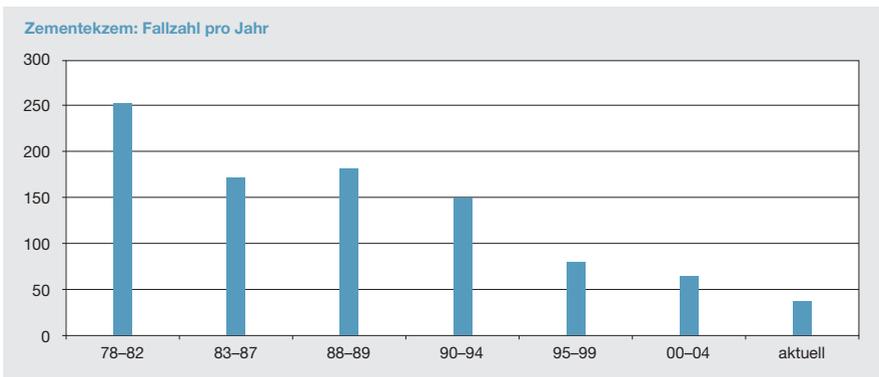
### Berufskrankheiten der Haut

Chemische, biologische und physikalische Einwirkungen können zu Berufskrankheiten der Haut führen. In über der Hälfte der Fälle wird ein allergisches Kontaktekzem diagnostiziert, etwas weniger häufig toxische Kontaktdermatitiden. Bei 5 bis 10 Patienten wird pro Jahr eine Urtikaria als Berufskrankheit anerkannt. Die häufigsten Ursachen von Hautberufskrankheiten sind in Abbildung 10 dargestellt. Mineralöle und Kühlschmiermittel in der Metallbranche stellen heute die häufigste Ursache von Berufskrankheiten der Haut dar, vor Epoxidharzen, Kosmetika und Coiffeurstoffen (wie Haarfärbemittel, Bleichmittel wie Persulfate oder Dauerwellenpräparate), Reinigern, Zement, Desinfektionsmitteln und Pharmaka, Nickel, Kautschukadditiven (wie Thiurame, Carbamate oder Mercaptobenzothiazol), Mehlstaub sowie Latex. Allergische Kontaktekzeme werden heute am häufigsten durch Epoxidharze verursacht. Diese werden beispielsweise als Reaktionsharze im



**Abb. 10**

Baugewerbe oder in der Elektronikindustrie eingesetzt. Eine wesentliche Verringerung der Fallzahl ist beim Zementekzem zu beobachten. In den 70-er und 80-er Jahren stellte das Zementekzem eine der häufigsten Berufskrankheiten dar. Dank der getroffenen Schutzmassnahmen und der zunehmenden Mechanisierung im Baugewerbe hat vor allem die Zahl der toxisch-irritativ bedingten Zementekzeme erheblich abgenommen. Seit 2007 wird in der Schweiz eine Chromatreduktion des Zements durchgeführt, womit eine weitere Abnahme des durch Chromsalze bedingten allergischen Zementekzems zu erwarten ist (Abbildung 11).



**Abb. 11**

## Berufliche Lärmschwerhörigkeit

In der Schweiz sind über 200 000 berufstätige Personen gegenüber gehörgefährdendem Lärm exponiert. Eine Lärmgefährdung besteht nach wie vor insbesondere im Baugewerbe, in der Metallbranche und der Holzbranche, aber auch in Papierfabriken, in der Textilindustrie oder im Energiesektor. Als Prävention ist neben technischen Lärmmin-derungsmassnahmen an den Arbeitsplätzen das Tragen eines Gehör-schutzes wesentlich. Lärmexponierte Arbeitnehmende werden durch fünf Audiomobile der Suva, welche rund 40 000 Audiometrien pro Jahr – zum Teil ergänzt durch eine Videootoskopie – vornehmen, regelmä-ssig überwacht. Der Anteil der Arbeitnehmenden mit leichter und deut-licher Schädigung des Gehörs hat seit Aufnahme des Audiomobilpro-grammes im Jahre 1971 deutlich abgenommen (Abbildung 12).

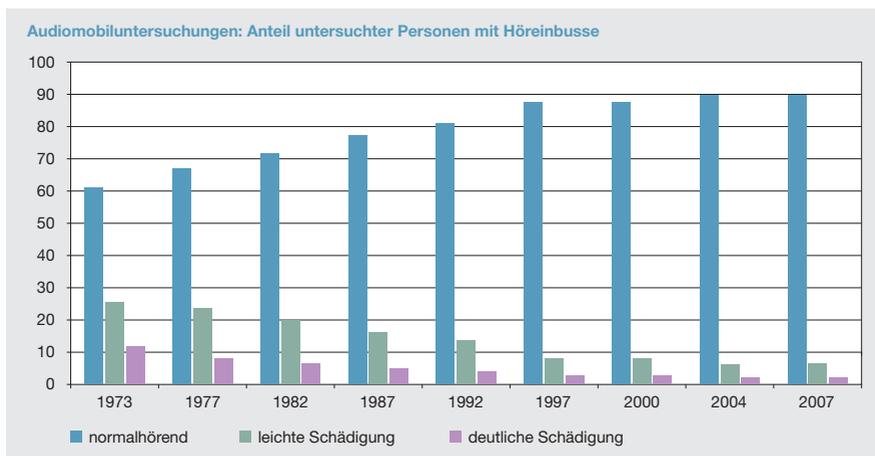


Abb. 12

## Berufskrankheiten des Bewegungsapparates

Die häufigste Form der Berufskrankheiten am Bewegungsapparat sind Schleimbeutelentzündungen (Bursitis) am Knie, beispielsweise durch kniende Stellung bei Bodenlegern, mit rund 180 Fällen pro Jahr sowie eine Peritendinitis crepitans mit rund 125 Fällen pro Jahr. Drucklähmungen der Nerven, beispielsweise im Rahmen eines Karpal-tunnelsyndroms, machen rund 6% der Berufskrankheiten des Bewe-gungsapparates aus. Rund  $\frac{1}{4}$  dieser Berufskrankheiten sind Weichteil-erkrankungen, welche als Nichtlistenerkrankungen nach UVG Art. 9.2 als Berufskrankheit anerkannt werden. Die Zahl der gemeldeten und anerkannten Berufskrankheiten des Bewegungsapparates hat über die letzten 20 Jahre erheblich abgenommen. Dafür verantwortlich sind

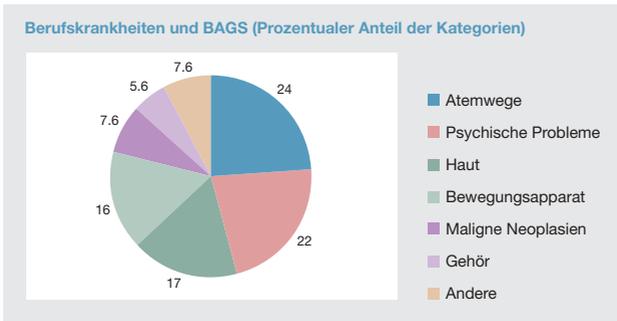
mehrere Faktoren, wie der Rückgang der Beschäftigtenzahlen in den betroffenen Branchen, verbesserte ergonomische Arbeitsbedingungen und die zunehmende Mechanisierung beispielsweise im Baugewerbe (9).

## Berufsassoziierte Gesundheitsstörungen

Aufgrund der gesetzlichen Definition der Berufskrankheiten ist es evident, dass beruflich mitbedingte Krankheitsbilder, bei welchen der kausale Anteil unter 50 % (Listenstoffe und Listenkrankheiten) respektive unter 75 % (Nicht-Listensituationen) beträgt, nicht als Berufskrankheit nach UVG anerkannt werden können. Gesundheitliche Probleme, welche durch berufliche Belastungen mitverursacht oder begünstigt sein können, die aber die gesetzlichen Kausalitätskriterien einer Berufskrankheit nach UVG nicht erfüllen, werden als berufsassoziierte Gesundheitsstörungen (BAGS) bezeichnet. BAGS sind häufig durch mehrere Faktoren bedingt, welche nicht eindeutig der Arbeit oder ausserberuflichen Faktoren zugewiesen werden können. Eine Berufskrankheit kann zudem nur dann anerkannt werden, wenn eine ärztliche Abklärung oder Behandlung stattfindet oder eine Arbeitsunfähigkeit resultiert (Definition des Begriffs der Krankheit nach dem Allgemeinen Teil des Sozialversicherungsgesetzes ATSG Art. 3), wenn der Patient bei einem UVG-Versicherer versichert ist, eine Anmeldung beim UVG-Versicherer erfolgt und – wie erwähnt – die Kausalitätskriterien nach UVG erfüllt sind.

Als Beispiele von BAGS können gesundheitliche Probleme durch psychosoziale Einwirkungen am Arbeitsplatz erwähnt werden, mit gesundheitlichen Auswirkungen im Sinne affektiver Störungen, einer ungünstigen Beeinflussung von Beschwerden des Bewegungsapparates, einem erhöhten Risiko für das Auftreten von Herz-Kreislaufproblemen, Diabetes und Suchtmittelkonsum.

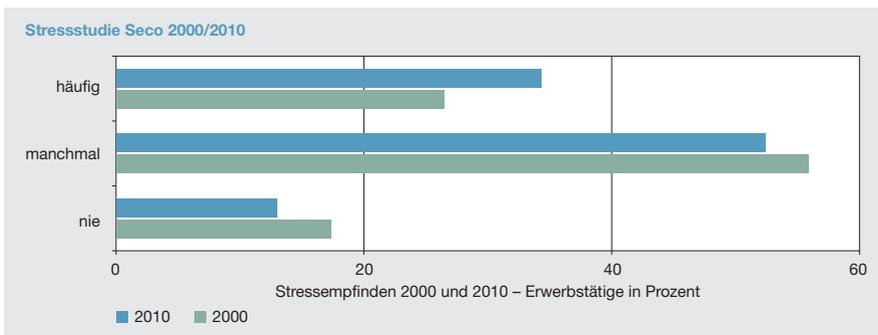
Eine aufschlussreiche Untersuchung über den Stand und die Entwicklung von Berufskrankheiten und berufsassoziierten Gesundheitsstörungen zwischen 2001 und 2009 in Frankreich gab das *Réseau national de vigilance et de prévention des pathologies professionnelles* im Jahr 2012 heraus [13]. In dieser Statistik werden Krankheiten erfasst, wenn sie möglicherweise, wahrscheinlich oder sicher mit den Arbeitsplatzbedingungen im Zusammenhang stehen, womit diese Statistik über den Begriff der Berufskrankheit hinaus geht und auch berufsassoziierte Gesundheitsstörungen einschliesst. Wie Abbildung 13 entnommen werden kann, stehen bei dieser Betrachtungsweise zahlen-



**Abb. 13**

mässig Erkrankungen der Atemwege sowie mentale Beschwerden an erster und zweiter Stelle, Krankheiten der Haut und Beschwerden des Bewegungsapparates folgen an dritter und vierter Stelle, maligne Neoplasien und die lärmbedingte Höreinbusse folgen auf dem fünften und sechsten Platz. Zwischen 2001 und 2009 hatten in dieser Untersuchung bei Frauen vor allem psychische Probleme im Zusammenhang mit der Arbeit erheblich zugenommen; bei Männern liess sich ebenfalls ein deutlicher Anstieg psychischer Probleme im Zusammenhang mit der Arbeit erkennen, zudem wurden auch Probleme des Bewegungsapparates bei Männern häufiger mit dem Arbeitsplatz in Zusammenhang gebracht als zu Beginn des letzten Jahrzehnts.

In der Schweiz hatte das Seco im Jahr 2000 eine Studie über Stress am Arbeitsplatz herausgegeben. 10 Jahre später gab das Seco erneut eine Stressstudie in Auftrag [12]. Gesamtschweizerisch wurden über 1000 Erwerbstätige zu Themen wie Arbeitsbedingungen, Arbeitsorganisation und Stressempfinden befragt. Der Anteil der Erwerbstätigen, die häufig und sehr häufig Stress empfinden, ist dabei von 26 % im Jahr 2000 auf 34 % im Jahr 2010 angestiegen (Abbildung 14). Überdurchschnittlich häufig oder sehr häufig gestresst waren Personen in



**Abb. 14**

der Romandie sowie jüngere Erwerbstätige unter 35 Jahren. Einflussfaktoren auf das Stressempfinden waren vor allem häufige Unterbrechungen, hohes Arbeitstempo und Termindruck. Weitere Belastungsfaktoren waren drohende oder eingetretene Umstrukturierungen, ein Ungleichgewicht zwischen Einsatz bei der Arbeit und Belohnung, organisatorische Probleme, unklare Anweisungen sowie tägliche Arbeitszeiten von über 10 Stunden.

Eine Untersuchung aus Schweden hat sich mit der Frage beschäftigt, welche Berufskrankheiten und berufsassozierten Gesundheitsstörungen am stärksten zur Sterblichkeit beitragen [5]. In Abbildung 15 sind die Ergebnisse dieser Studie dargestellt. Im Jahr 2007 sind in Schweden 75 tödliche Berufsunfälle registriert worden. Im gleichen Jahr wurden für beruflich mitbedingte Atemwegserkrankungen 100 Todesfälle berechnet, für beruflich mitbedingte maligne Neoplasien 270 Todesfälle und für mit der Arbeit im Zusammenhang stehende Myokardinfarkte 460 Todesfälle. Als Ursache der tödlich verlaufenden Berufskrankheiten und arbeitsassozierten Gesundheitsprobleme wurde für den Myokardinfarkt Stress am Arbeitsplatz, Schichtarbeit sowie die Einwirkung gegenüber Partikeln/Ultrafeinpartikeln angenommen. Bei den Atemwegserkrankungen waren Todesfälle vor allem durch eine chronisch obstruktive Lungenerkrankung bedingt.

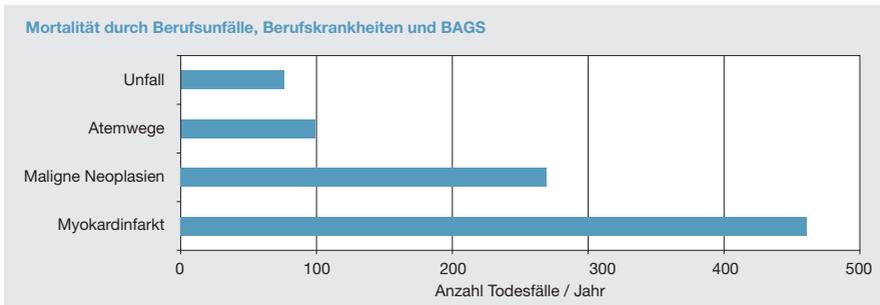


Abb. 15

Die Suva verfolgt die gesellschaftlichen und medizinischen Entwicklungen im Zusammenhang mit dem Wandel der Arbeit intensiv. Die interdisziplinäre Arbeitsgruppe «Progrès» der Suva befasst sich seit über 10 Jahren mit den berufsassozierten Gesundheitsstörungen. Unter anderem veranstaltet die Suva seit über 10 Jahren jährlich ein Nationales Diskussionsforum über BAGS und die Abteilung Arbeitsmedizin der Suva eine wissenschaftlich orientierte Fachtagung über BAGS. Über aktuelle Aspekte von berufsassozierten Gesundheitsstörungen und die Ergebnisse der Nationalen Diskussionsforen orientiert die Homepage der Suva Arbeitsmedizin.

## Literatur

- 1 Bundesgesetz vom 20. März 1981 über die Unfallversicherung (UVG)
- 2 Bundesgesetz vom 06. Oktober 2000 über den Allgemeinen Teil des Sozialversicherungsrechts (ATSG)
- 3 Verordnung vom 20. Dezember 1982 über die Unfallversicherung (UVV)
- 4 Eurogip: Les maladies professionnelles en Europe. 2009
- 5 Järholm B., Reuterwall C., Bystedt J.: Mortality attributable to occupational exposure in Sweden. *Scand J Work Environ Health* 2013; 39: 106-111
- 6 Jost M., Rügger M., Hofmann M.: Isozyanatbedingte Atemwegserkrankungen in der Schweiz. *Schweiz Med Wschr* 1990; 120: 1339-1347
- 7 Jost M., Stöhr S., Pletscher C., Rast H.: Asbestbedingte Berufskrankheiten – Factsheet. [www.suva.ch/factsheet-asbestbedingte-berufskrankheiten.pdf](http://www.suva.ch/factsheet-asbestbedingte-berufskrankheiten.pdf)
- 8 Jost M., Pletscher C.: Maligne Neoplasien als Berufskrankheiten. *Suva Medical* 2011; 82: 56-73
- 9 Kommission für die Statistik der Unfallversicherung UVG: Unfallstatistik UVG 2003-2007
- 10 Miedinger D., Rast H., Stöhr S., Jost M.: Arbeitsplatzassoziiertes Asthma: Abklärung, Diagnose und Management. *Schweiz Med Forum* 2012; 12: 910-917
- 11 Rast H., Jost M.: Latexallergie – Gefährdung und Schutzmassnahmen am Arbeitsplatz. *Suva Reihe Arbeitsmedizin*, 2869/33 (2011)

12 Staatssekretariat für Wirtschaft Seco: Stress bei Schweizer Erwerbstätigen, Zusammenhänge zwischen Arbeitsbedingungen, Personenmerkmalen, Befinden und Gesundheit. Seco 2011

13 Telle-Lamberton M., Le Barbier M., Bensefa-Colas L., Faye S., Larabi L. et al.: Pathologies recensées par le réseau national de vigilance et de prévention des pathologies professionnelles. Documents pour le Médecin du Travail 2012; 129: 39-63

## Korrespondenzadresse

Dr. med. Marcel Jost  
Facharzt für Allgemeine Innere  
Medizin, Kardiologie und Arbeits-  
medizin FMH  
Chefarzt Arbeitsmedizin  
(bis 30.04.2013)  
Abteilung Arbeitsmedizin  
Suva  
Postfach  
6002 Luzern



Die Schadensachbearbeitenden der Suva werden durch interne medizinische Dienste unterstützt. Bei Bedarf können sie für Begutachtungen auch externe Fachärztinnen und Fachärzte beiziehen. Die Auswahl dieser Experten erfolgt transparent anhand vorgegebener Kriterien. Damit will die Suva zur weiteren Verbesserung der Gutachtenqualität beitragen und das Vertrauen der Betroffenen in den Begutachtungsprozess stärken.

# Auswahlkriterien der Suva für medizinische Gutachter

Christian A. Ludwig

Im Jahre 2012 hat die Suva über ihre Gutachtenclearingstelle 550 Aufträge für medizinische Begutachtungen an Fachärzte in freier Praxis, in Spitälern oder in Begutachtungseinrichtungen erteilt [1]. Im folgenden werden die Kriterien vorgestellt, die sie bei der Auswahl medizinischer Experten anwendet.

## Welcher Gutachter?

Der Auswahl eines geeigneten Gutachters kommt vorentscheidende Bedeutung zu. Deshalb muss sichergestellt sein, dass die sich stellenden medizinischen Fragen kompetent beantwortet werden und das Gutachten in der Rechtsanwendung den erforderlichen Beitrag an den Entscheidungsfindungsprozess leistet.

Die Eignung von Experten ergibt sich im Wesentlichen aus den folgenden Kriterien:

- **Fachkompetenz:** Der Gutachter – bzw. der Teilgutachter bei interdisziplinären Gutachten – verfügt über einen anerkannten Facharztstitel auf dem für die Begutachtung relevanten Gebiet, über klinische Erfahrung und für die jeweilige Aufgabe ausreichende, versicherungsmedizinische Kompetenz. Für einen Experten sprechen früher erstattete Gutachten, die in versicherungsmedizinischen Reviews als qualitativ hochstehend bewertet wurden.
- **Unabhängigkeit:** Als Gutachter kommen Ärzte in Frage, die nicht anderweitig in den Fall involviert sind. Ausnahmen sind möglich bei der Notwendigkeit eines Gutachtens, welches sich speziell mit dem Verlauf einer Gesundheitsstörung auseinander zu setzen hat. Um eine wirtschaftliche Abhängigkeit des Experten von der Suva auszuschliessen, werden einem einzelnen Gutachter höchstens zwanzig

Aufträge pro Jahr erteilt, für Institute gilt eine Obergrenze von fünfzig Aufträgen. Bei der Suva angestellte Fachärzte dürfen mit einer Begutachtung beauftragt werden, wenn ihr Beschäftigungsgrad weniger als 30% beträgt und der Explorand mit damit einverstanden ist. Aus der Suva ausgetretene Ärzte werden von der Suva während einer Karenzfrist von sechs Monaten nicht mit Begutachtungen beauftragt. Ausnahmen von dieser Regel sind möglich, wenn der Versicherte einwilligt.

- Sprachliche Anforderungen: Es wird verlangt, dass der Gutachter aufgrund seiner Sprachkompetenz die der Begutachtung zu Grunde liegenden Dokumente versteht. Ist für die Untersuchung der Beizug eines Übersetzers notwendig, vermittelt die Suva auf Anfrage einen zertifizierten Dolmetscher und übernimmt dessen Kosten.
- Terminanforderungen: Bei monodisziplinären Gutachten gilt ab Auftragserteilung und Aktenzustellung eine Bearbeitungszeit von drei Monaten, bei interdisziplinären Gutachten eine solche von sechs Monaten. Zwischen Untersuchung und Ablieferung des Gutachtens darf höchstens ein Monat verstreichen.

Überdies muss der Auftragnehmer bereit sein, seine Leistungen gemäss dem Sozialversicherungstarif TARMED abzurechnen.

### **Abwicklung des Begutachtungsauftrages**

Die Clearingstelle schlägt dem Auftraggeber eine Gutachterinstanz vor, welche die Qualitätskriterien erfüllt und die gemäss ihren Vorabklärungen bereit ist, die Begutachtung unter den gegebenen Rahmenbedingungen durchzuführen. Der fallführende Sachbearbeitende berücksichtigt bei der Auswahl des Gutachters bzw. der Institution die Mitwirkungsrechte, namentlich das rechtliche Gehör, der versicherten Person.

Die erstatteten Gutachten werden anhand standardisierter Kriterien einer Review durch Fachärzte der Abteilungen Versicherungsmedizin oder Arbeitsmedizin der Suva unterzogen [1]. Im Falle einer ungenügenden Bewertung erfolgt – unter Berücksichtigung des kompletten Falldossiers – eine vertiefte Analyse durch diese Fachperson. Ergeben sich daraus weiterhin Mängel, werden der Fallführung Vorschläge zum weiteren Vorgehen bezüglich der Abklärung des medizinischen Sachverhaltes unterbreitet. Der Gutachter wird bei ungenügender Qualität oder auf Verlangen über das Ergebnis der Review informiert [2].

## Transparenz stärkt das Vertrauen

Der Suva liegt daran, durch transparentes Handeln das Vertrauen in die Schadenabwicklung der versicherten Personen und der weiteren Beteiligten zu stärken. Diese Leitlinien, die sich in der Praxis bereits bewährt haben, leisten dazu einen wesentlichen Beitrag.

### Literatur

1 Ludwig CA.: Gutachten-Clearing. Medizinische Mitteilungen der Suva 2008; 79, 117-121.

2 Ludwig CA., Schaumann-von Stosch R.: Suva-Gutachten-Clearing und die Qualität medizinischer Expertisen. Suva Medical 2012; 83, 51-57.

### Korrespondenzadresse

Suva  
Dr. med. Christian A. Ludwig,  
M.H.A.  
Chefarzt Suva  
Fluhmattstrasse 1  
6002 Luzern  
christian.ludwig@suva.ch

Im Sozialversicherungsverfahren wird der Beweiswert eines Arztberichtes aufgrund von höchstrichterlich definierten Kriterien beurteilt. Anhand von konkreten Beispielen wird im Folgenden aufgezeigt, welche Gutachten-Mängel aus Sicht des Juristen/Richters besonders häufig festgestellt werden.

# Die häufigsten Mängel in medizinischen Gutachten

Markus Hüsler

## Beweiswert von Arztberichten

Die Gerichte beurteilen den Beweiswert eines Arztberichtes – unabhängig von der Herkunft des Beweismittels und von der Bezeichnung der Stellungnahme als Bericht oder als Gutachten – gestützt auf die konstante bundesgerichtliche Rechtsprechung seit BGE 125 V 351 Erw. 3a, d.h. seit über 13 Jahren nach den gleichen Kriterien:

- Ist der Bericht für die streitigen Belange umfassend?
- Beruht er auf allseitigen Untersuchungen?
- Berücksichtigt er auch die geklagten Beschwerden?
- Ist er in Kenntnis der Vorakten (Anamnese) abgegeben worden?
- Leuchtet er in der Beurteilung der medizinischen Zusammenhänge und in der Beurteilung der medizinischen Situation ein?
- Sind die Schlussfolgerungen des Experten begründet?

Soviel zur Theorie, wie sie regelmässig in den allgemeinen, nicht fallbezogenen Erwägungen zu einschlägigen sozialversicherungsrechtlichen Urteilen nachzulesen ist [1].

Ob der Richter bei der Würdigung eines konkreten Arztberichtes im Einzelfall tatsächlich nach diesem Raster vorgeht und die erwähnten Kriterien quasi «abhakt», kann den Urteilen in aller Regel nicht entnommen werden. Entsprechend dem Grundsatz der freien Beweiswürdigung ist der Richter in seiner Vorgehensweise denn auch völlig frei, solange er die Beweise «ohne Bindung an förmliche Beweisregeln umfassend und pflichtgemäss» würdigt [2].

Trotzdem ist der Richter bei der Würdigung von Arztberichten dankbar für jede Richtschnur, welche ihm durch die höchstrichterliche Rechtsprechung zur Verfügung gestellt wird. Dies hängt natürlich damit zusammen, dass dem Richter als medizinischem Laien der Fachverstand zur inhaltlichen Prüfung einer medizinischen Beurteilung fehlt. Deshalb klammert er sich z.B. gerne an die bundesgerichtlich abge-

segnete Hierarchie-Regelung, wonach der höchste Beweiswert den förmlich eingeholten Gerichtsgutachten zukommt, gefolgt von den Administrativgutachten versicherungsexterner Spezialärzte, den Berichten der behandelnden Ärzte und Hausärzte, den Privatgutachtern und ganz am Schluss den Beurteilungen von versicherungsinternen Ärzten. Dabei handelt es sich aber um rein formelle, nach der Herkunft des Gutachtens oder Berichtes geordnete Kriterien, welche mit der inhaltlichen Qualität des Gutachtens nichts zu tun haben [3]. Trotzdem hat es die Rechtsprechung mit dem Grundsatz der freien Beweiswürdigung als vereinbar erachtet, in Bezug auf bestimmte Formen medizinischer Berichte und Gutachten – wie dargelegt – Richtlinien für die Beweiswürdigung aufzustellen [4].

Weshalb die Berichte der versicherungsinternen Ärzte in dieser Kaskadenordnung derart weit unten anzutreffen sind, ist unverständlich, wenn man wirklich nicht die Herkunft, sondern ausschliesslich die Qualität des Berichtes oder zumindest die Voraussetzungen im Hinblick auf einen qualitativ hochstehenden Bericht berücksichtigen möchte. Bei der Würdigung von Berichten, welche von versicherungsinternen Ärzten verfasst wurden, hat das Bundesgericht sogar schon die Frage aufgeworfen, ob diese – wenn es sich um Allgemeinmediziner handelt – überhaupt fachlich geeignet sind, die konkret zur Diskussion stehende gesundheitliche Problematik zuverlässig zu beurteilen [5]. Mit solchen Überlegungen stellt sich aber das Bundesgericht in Widerspruch zu seiner eigenen, allerdings bisher erst in einem Nebenschauplatz des Sozialversicherungsrechts geltenden Rechtsprechung. In einem Verantwortlichkeitsfall gemäss Art. 78 ATSG hat nämlich das Bundesgericht zu Recht darauf hingewiesen, dass die Kreisärzte der Suva nach ihrer Funktion und beruflichen Stellung Fachärzte im Bereich der Unfallmedizin sind. Da sie ausschliesslich Unfallpatienten, unfallähnliche Körperschädigungen und Berufskrankheiten diagnostisch beurteilen und therapeutisch begleiten, verfügen sie – so das Bundesgericht – über besonders ausgeprägte traumatologische Kenntnisse und Erfahrungen. Im Verhältnis zu Allgemeinpraktikern komme ihnen eine spezialärztliche Stellung zu [6]. Es ist nicht einzusehen, weshalb diese Feststellungen in leistungsrechtlichen Streitigkeiten, namentlich bei der Beweiswürdigung von Berichten versicherungsinterner Ärzte, nicht gelten sollten. In diesem Lichte erscheint die schlechte «Rangierung» der versicherungsinternen Ärzte auf der Beweiswürdigungs-Hitliste durchaus diskutabel.

Nebst dem Umstand, dass die richterliche Beweiswürdigung häufig auf den dargelegten formalen Kriterien basiert, fällt auch auf, dass in den Urteilen eher die Mängel von Arztberichten und Gutachten hervorgehoben werden als das, was man allenfalls im positiven Sinne als quali-

tativ gute, fachlich gehaltvolle Arbeit festgestellt hat. Offensichtlich fällt es den Richtern und medizinischen Laien wesentlich leichter, (formelle) Mängel zu orten als qualitativ gute Arbeit festzustellen. Dies erstaunt angesichts der geschilderten Ausgangslage nicht.

Solange sich die Richter, aber auch alle an einem Verfahren beteiligten Parteien, welche naturgemäss unterschiedliche Interessen vertreten, vor allem auf die Suche nach (formellen) Mängeln machen, um die Qualität eines Arztberichtes zu messen (je weniger Mängel ein Gutachten aufweist, umso höher ist dessen Beweiswert) oder um ein ihm im Ergebnis unliebsames Gutachten aus dem Weg zu räumen, gilt es für den Arzt und Gutachter, solche Mängel möglichst zu vermeiden. Die nachstehende Darstellung von Beispielen aus der Praxis – im Wesentlichen aus kürzlich ergangenen Urteilen im Bereich des Unfallversicherungsrechts – soll deshalb dazu dienen, mögliche Fallgruben aufzuzeigen. Systematisch richtet sich die nachstehende Darstellung nach der Checkliste für Gutachten ohne Mängel, welche – in ausführlicherer Form – auf der Homepage der Suva zu finden und im Kursbuch der ärztlichen Begutachtung veröffentlicht [7] ist, d.h. es wird je nach Stadium der Auftragserledigung dargelegt, welche Gefahren für den Gutachter lauern.

## Mögliche Fehlerquellen

### **Vor der Annahme des Gutachtauftrages**

Bevor ein Auftrag zur Begutachtung überhaupt angenommen wird, sollte sich der Gutachter u.a. folgende Fragen stellen:

- Kann die vom Auftraggeber verlangte zeitliche Vorgabe zur Abfassung des Gutachtens eingehalten werden?
- Kann das Gutachten unabhängig verfasst werden? Keine eigenen Interessen? Keine spezielle Beziehung zu den involvierten Personen (Parteien, Rechtsvertreter, Ärzte)?
- Bin ich (allein) fachlich genügend qualifiziert, um das von mir verlangte Gutachten zu erstellen?

Je nach Beantwortung dieser Fragen ist ein Gutachtauftrag allenfalls abzulehnen oder es sind – in Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber – ergänzende Massnahmen zu treffen (z.B. Beizug einer zweiten Fachperson).

### **Bei der Vorbereitung des Gutachtens**

Im Hinblick auf die bevorstehende Untersuchung des Probanden empfiehlt es sich, wenn der Gutachter u.a. Folgendes abklärt:

- Sind mir sämtliche vorhandenen Vorakten aller beteiligten Stellen vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt worden?
- Sind alle relevanten Dokumente der Bildgebung im Original einsehbar?
- Ist die Fragestellung klar?
- Von welchem Sachverhalt muss ich ausgehen, z.B. wenn widersprüchliche Unfallschilderungen aktenkundig sind?
- Geht aus den Akten hervor, welche Tätigkeiten der Versicherte an seinem Arbeitsplatz ausführen muss (Anforderungsprofil)?
- Worüber ist allenfalls bereits rechtskräftig entschieden worden?
- Wie steht es mit den Sprachkenntnissen des Versicherten?

Bei offenen Fragen sollte der Gutachter vorgängig mit dem Auftraggeber Kontakt aufnehmen und diese klären lassen. Allenfalls sind entsprechende Massnahmen zu treffen (z.B. Beizug eines Dolmetschers).

### **Bei der Untersuchung des Patienten**

Auch anlässlich der Untersuchung selber kann der Gutachter mit Situationen konfrontiert sein, welche schlussendlich Einfluss auf den Beweiswert seines Gutachten haben. Beispielhaft seien hier folgende Fragestellungen erwähnt:

- Muss die Anwesenheit einer vom Probanden gewünschten Drittperson (Anwalt, Angehörige) zugelassen werden?
- Ist der Proband angehört und befragt worden?
- Ist die klinische Untersuchung vollständig? Sind alle notwendigen Abklärungen durchgeführt?
- Ist meine Untersuchungsmethode wissenschaftlich anerkannt?

Zu beachten ist, dass die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen und die Antworten des Probanden auf gestellte Fragen objektiv festgehalten und strikt von der eigenen Wertung bzw. Beurteilung (z.B. auch der Prüfung der Konsistenz zwischen den geklagten Beschwerden und dem geschilderten Ereignis) getrennt werden.

### **Bei der schriftlichen Abfassung des Gutachtens**

Der fachliche Gehalt und somit auch der Beweiswert eines Gutachtens ergibt sich ausschliesslich aus dem, was der Gutachter zu Papier bringt. Das Dokument soll dem Leser, welcher in der Regel ein medizinischer Laie ist, einerseits aufzeigen, wie sich der Sachverhalt aus medizinischer Sicht darstellt und andererseits darlegen, wie der Gutach-

ter gestützt auf seine Abklärungsergebnisse bestimmte versicherungsrechtlich relevante Fragen beurteilt. In diesem Zusammenhang hat der Gutachter u.a. folgenden Fragen Rechnung zu tragen:

- Sind die subjektiven Klagen des Patienten aufgeführt und in der Beurteilung vollständig berücksichtigt?
- Habe ich mich zur Nachvollziehbarkeit der subjektiv geklagten Beschwerden geäußert?
- Wurde die einschlägige Lehrmeinung (wissenschaftliche Literatur, epidemiologische Studien) berücksichtigt und aufgeführt, und auch der Bezug zum Einzelfall einlässlich dargelegt?
- Habe ich mich mit den aktenkundigen, der eigenen Beurteilung widersprechenden Meinungen auseinandergesetzt?
- Habe ich meinen eigenen Standpunkt schlüssig und auch für medizinische Laien nachvollziehbar begründet?
- Habe ich meine Beurteilung des Kausalzusammenhangs hinreichend begründet? Keine «post hoc ergo propter hoc»-Beurteilung?
- Habe ich die Arbeitsfähigkeit sowohl mit Bezug auf die angestammte als auch in Bezug auf leidensangepasste Tätigkeiten beurteilt?
- Habe ich die Schätzung des Integritätsschadens mit Hinweis auf einschlägige Suva-Tabellen begründet?

Auffallend häufig stellt das Bundesgericht als Mangel von Arztberichten fest, dass «eine eigentliche Begründung, im Sinne einer einlässlichen Auseinandersetzung mit den medizinischen Vorakten und einer nachvollziehbaren Erläuterung der getroffenen Folgerungen» fehle [8]. Dabei handelt es sich ganz offensichtlich um jenes Kriterium, welches inhaltlich entscheidend für den Beweiswert eines Gutachtens ist.

Im Bereich des Unfallversicherungsrechts stellen sich in materieller Hinsicht bei medizinischen Begutachtungen – entsprechend dem Wesen der Unfallversicherung als Kausalversicherung – schwergewichtig Fragen im Zusammenhang mit der Unfallkausalität von geklagten gesundheitlichen Beeinträchtigungen. Der Arzt hat zu beurteilen, ob der Gesundheitsschaden mit überwiegender Wahrscheinlichkeit auf einen Unfall zurückzuführen ist oder nicht. Dabei wird oft allein aus dem Umstand, dass der Versicherte vor dem Ereignis nicht unter den danach bestehenden Beschwerden gelitten habe, geschlossen, dass die danach aufgetretenen Beschwerden auf diesen Unfall zurückzuführen seien. Dies kommt der Beweismaxime «post hoc ergo propter hoc», welche aber rechtsprechungsgemäss unzulässig ist, gleich [9].

Stöckli [10] schlägt für solche Kausalitätsgutachten vor, dass der gutachterlich tätige Mediziner die natürliche Kausalität, den Regeln der evidenzbasierten Medizin folgend, durch Beizug von wissenschaftlicher Literatur, durch Expertenmeinungen und durch eigene Erfahrungswerte einschätzt.

Dasselbe wie für den Nachweis der Unfallkausalität gilt auch für den Nachweis des Dahinfallens jeder kausalen Bedeutung eines Unfalles. Letzteres wird durch die Gutachter gelegentlich bloss mit dem Hinweis auf allgemeine Erfahrungsregeln postuliert. Dies genügt indessen praxisgemäss nicht. Vielmehr muss die Geltung einer solchen abstrakten Vermutung im konkreten Fall und anhand der einzelnen Umstände nachvollziehbar dargetan werden [11]. Dies gilt z.B. im Zusammenhang mit der im Bereich des Unfallversicherungsrechts geltenden medizinischen Erfahrungstatsache, dass praktisch alle Diskushernien bei Vorliegen degenerativer Bandscheibenveränderungen entstehen und ein Unfallereignis nur ausnahmsweise, unter besonderen Voraussetzungen, als eigentliche Ursache in Betracht fällt [12].

Wie auch im Bereich der Invalidenversicherung nimmt die Thematik der **Arbeitsfähigkeit bzw. Zumutbarkeit** im Unfallversicherungsrecht einen grossen Stellenwert ein. Es ist Aufgabe des Arztes u.a. zu beurteilen, welche Tätigkeiten ein Versicherter trotz der unfallkausalen Beschwerden noch ausüben kann und welche nicht mehr. Insbesondere bei der Beurteilung der Zumutbarkeit ist die Verwaltung (und schlussendlich der Richter) darauf angewiesen, dass diese Beurteilung präzise und nachvollziehbar erfolgt, damit sie dann für den Einkommensvergleich, welcher Grundlage für die Bestimmung des IV-Grades ist, möglichst konkret umgesetzt werden kann. Wenig dienlich sind in diesem Zusammenhang ärztliche Feststellungen wie diese:

- «Zusammengefasst kann man von einem leichten bis mässigen Zervikalsyndrom sprechen, so dass der Patientin alle durchschnittlichen Frauenarbeiten ganztags zugemutet werden können. Einzige Ausnahme bleiben Schwerstarbeiten sowie Arbeiten, welche ein dauern des Inklinieren und Reklinieren in Bezug auf die Halswirbelsäule erfordern.»
- In einem IV-Fall hat das Bundesgericht ein vorinstanzliches Urteil bestätigt, mit welchem eine gutachterliche Einschätzung der Arbeitsfähigkeit als nicht überzeugend qualifiziert wurde. Der Gutachter vertrat die Auffassung, dass zwar aufgrund der Kniesituation rechts ein volles Arbeitspensum in einer leichten, vorwiegend sitzenden Tätigkeit möglich sei. Indessen würden das lumbo-radikuläre Syndrom sowie die Kniesituation rechts und links die Versicherte «zwischendurch zwingen aufzustehen und herumzugehen», weshalb sie heute lediglich ein Arbeitspensum von «knapp einem Drittel erreiche». Nach Auffassung der Richter hat sich der Experte offensichtlich am Umfang der Beschäftigung orientiert. Weiter sei nicht einzusehen, warum die Versicherte bei der Erteilung oder Vorbereitung des Unterrichts nicht auch aufstehen und sich bewegen könne. Zudem sei auch mit Bezug

auf die erhobenen Befunde nicht einleuchtend begründet, weshalb bei der als optimal angepasst bezeichneten Tätigkeit als Katechetin die Arbeitsfähigkeit bloss 32,5% betragen soll [13].

### **Bei der Schlusskontrolle**

Schliesslich empfiehlt es sich, das diktierte Gutachten vor dem Unterzeichnen vollständig durchzulesen und dabei auch auf gewisse formale Aspekte zu achten:

- Ist das Gutachten sinnvoll und übersichtlich gegliedert (mit Inhaltsverzeichnis)?
- Ist der Gutachtensauftrag festgehalten und sind die gestellten Fragen vollständig beantwortet?
- Ist die Sprache dem Adressaten des Gutachtens (i.d.R. medizinische Laien) angepasst?
- Habe ich auf unsachliche, nicht fallbezogene Bemerkungen verzichtet?
- Habe ich mich auf mein eigenes Fachgebiet konzentriert?
- Habe ich auf die Beurteilung von rechtlichen Fragen (z.B. Adäquanz) verzichtet?
- Habe ich die mir zur Verfügung gestellten Vorakten aufgeführt?
- Habe ich das Gutachten unterzeichnet?

Gerügt hat das Bundesgericht in diesem Zusammenhang z.B. einen Gutachter, welcher sich in seinem Gutachten verschiedentlich diffamierend gegenüber anderen beteiligten Ärzten äusserte. Damit stehe seine Objektivität «in Frage» [14]. Konkret warf dieser Gutachter den Verfassern von Berichten, welche seine Meinung nicht teilten, vor, das «wirkliche Gesicht eines CRPS mit all seinen Aspekten und Folgen nicht ausreichend» zu kennen. Bezüglich der angezweifelten Kooperation des Versicherten bezichtigte er einen Arzt der «völligen Ignoranz eines echten CRPS». Weiter hielt er fest, «nur ohne Kenntnisse über die klinischen Aspekte und die komplexen Zusammenhänge der einzelnen Symptome ist es zu verstehen, dass Dr. med. L. überhaupt zu einer solchen abstrusen Argumentation kommen kann». Die Bezugnahme auf ein negatives Szintigramm sei «völlig absurd» und zeuge «von wenig Kenntnis der Sache». Solchermassen beurteilenden Ärzten müssten» klinisch untermauerte Fortbildungskurse empfohlen werden».

Wer in einem medizinischen Gutachten derart unsachlich argumentiert, darf sich nicht wundern, wenn das Gericht auf seine Beurteilung nicht abstellt. Dasselbe gilt selbstredend für die Gutachterin, welche in ihrer neurologischen Beurteilung festhielt, man sei «mit einer attraktiven sonnengebräunten Explorandin konfrontiert. Die ausgesuchte Reiz-

wäsche lässt keinen Leidensdruck erkennen». Es erstaunt nicht, dass das Bundesgericht diese Feststellung nicht nur als «deplatziert» bezeichnet hat, sondern darüber hinaus auch die Objektivität der Beurteilung in Frage stellt. Äusserungen dieser Art seien geeignet, objektiv den Anschein der Befangenheit zu erwecken [15].

Aber auch weniger offensichtliche Mängel, wie z.B. das Nicht-Aufführen der zur Verfügung gestandenen Akten, können zur Folge haben, dass der Beweiswert eines Gutachtens herabgesetzt wird. So hat das Bundesgericht bei einer konkreten Beweismündigung z.B. erkannt, es sei «in der Tat nicht ersichtlich, wieweit der beigezogene Rheumatologe die Aktenlage überhaupt kannte». Wohl schreibe er in seinem Bericht, er setze die Vorgeschichte, wie er sie den Akten entnommen habe, voraus, doch ergebe sich aus dem Auftragschreiben des Dr. med. A. an den Dr. med. B. lediglich, dass er ihm die «wichtigsten Dokumente» zustelle [16].

Es ist also ratsam, die Akten, welche dem Gutachter zur Verfügung standen, konkret aufzulisten. Und dies – auch im Zeitalter des elektronischen Dossiers – in einer für den Leser des Gutachtens nachvollziehbaren Weise und nicht so wie im folgenden Beispiel:

«Für dieses Gutachten standen mir folgende Dokumente zur Verfügung:

Dokumenten-Nr.

- 1040196806
- 1035351082
- 1031290012
- 103118496»
- etc.

Bei der Würdigung dieses Aktengutachtens hat das Gericht u.a. was folgt erwogen: «Der Gutachter verzichtete auf die Nennung der Akten, auf welchen seine Beurteilung beruht, sondern erwähnte lediglich die ihm zur Verfügung gestandenen Dokumente mit ihrer Dokumentennummer. Es ist deshalb unklar, welche der medizinischen Berichte er als wesentlich erachtete und welche nicht». Das Gutachten erfülle daher die formellen Anforderungen an eine rechtsgenügli- che Beurteilungsgrundlage nicht vollumfänglich [17].

## Schlussbemerkung

Ob der vom Bundesgericht bislang eingeschlagene, eher formalistische Weg der Beweismündigung von Arztberichten der richtige ist, um die Qualität und schlussendlich die inhaltliche Wahrheit von medizinischen Beurteilungen zu messen, muss zumindest bezweifelt werden.

Es stellt sich ernsthaft die Frage, ob ein (im Sinne der vorstehend, beispielhaft erwähnten Urteile) mangelhaftes Gutachten, d.h. ein Gutachten, welches den alles mehr oder weniger formellen Kriterien nicht oder nicht gänzlich genügt, der materiellen Wahrheit wirklich weniger nahe kommt als ein Gutachten, welches formell gänzlich überzeugt und vermeintlich, jedenfalls aus Sicht der Richter als medizinischen Laien, mängelfrei ist. Diese Frage bleibt wohl solange unbeantwortet, als die Gerichte immer noch genügend formelle Mängel in vereinzelt Arztberichten finden, um eine vermeintlich «pflichtgemässe» Beweiswürdigung vornehmen zu können. Die medizinischen Gutachter haben es also selber in der Hand, diese Praxis zu ändern, indem sie die Qualität ihrer Beurteilung hoch halten, (formelle) Mängel im vorstehenden Sinne vermeiden und somit den Gerichten keine Angriffsfläche zur negativen Beweiswürdigung bieten. So tragen die Gutachter mit dazu bei, dass sich Gerichte der inhaltlichen Qualitätsprüfung von Arztberichten nicht mehr entziehen können.

## Hinweise und Quellenangaben

1 In Bundesgerichtsurteilen aus dem UV-Bereich zuletzt (Stand 31.12.2012) in den Urteilen 8C\_592/2012 vom 23.11.2012, Erw. 5.2 und 8C\_521/2012 vom 20.12.2012, Erw. 5.1

2 Urteil 8C\_1052/2010 vom 29.3.2011, Erw. 3

3 Vgl. auch Niederberger im Tagungsband zur Freiburger Sozialrechts-Tagung 2010, Möglichkeiten und Grenzen der medizinischen Begutachtung, S. 150 ff.

4 Urteil 8C\_260/2012 vom 27.6.2012, Erw. 3.3.2

5 Urteil 8C\_260/2012 vom 27.6.2012, Erw. 3.4; 8C\_720/2010 vom 21.12.2010, Erw. 4.2.4

6 Urteil 8C\_510/2007 vom 3.10.2008, Erw. 7.5.4 und 9.2

7 [www.suva.ch/Unfall/Versicherungsmedizin/Fachpublikationen/Medizinische Gutachten: Evaluati-on/Checkliste von Schaumann-von Stosch/Gebel/Hüsler](http://www.suva.ch/Unfall/Versicherungsmedizin/Fachpublikationen/Medizinische_Gutachten:_Evaluati-on/Checkliste_von_Schaumann-von_Stosch/Gebel/Hüsler) und Schaumann-von Stosch R, Gebel F, Hüsler M. Gutachten ohne Mängel: Checkliste in Ludolph, Schürmann, Gaidzik Hrsg. Kursbuch der ärztlichen Begutachtung. Ecomed Verl. Landsberg 2012;105-106

8 Urteil 8C\_160/2012 vom 13.6.2012, Erw. 3.2.1

9 Urteil 8C\_119/2012 vom 30.3.2012, Erw. 4 mit Hinweisen

10 Dr. med. H.R. Stöckli, Das Medizinische Kausalitätsgutachten, in: Weber Stephan (Hrsg.), HAVE Personen-Schaden-Forum 2009, Zürich 2009, S. 78 f.

11 Urteil 8C\_835/2010 vom  
22.12.2010, Erw. 9 mit Hinweis

12 Urteil 8C\_681/2011 vom  
27.6.2012, Erw. 3.2 mit Hinweisen

13 Urteil 9C\_233/2012 vom  
11.5.2012, Erw. 4.3

14 Urteil 8C\_907/2009 vom  
12.2.1010, Erw. 2.14 und 3.2

15 Urteil U 339/06 vom 6.3.2007,  
Erw. 3.2

16 Urteil 8C\_885/2010 vom  
16.5.2011, Erw. 4.2

17 Urteil des Verwaltungsgerichts  
des Kantons Bern vom 4.12.12,  
Erw. 3.3 (Ref. 200 12 196 UV)

### **Korrespondenzadresse**

Suva  
Rechtsabteilung  
Leiter Bereich Prozess  
Markus Hüsler  
Rechtsanwalt  
Postfach  
6002 Luzern  
markus.huesler@suva.ch





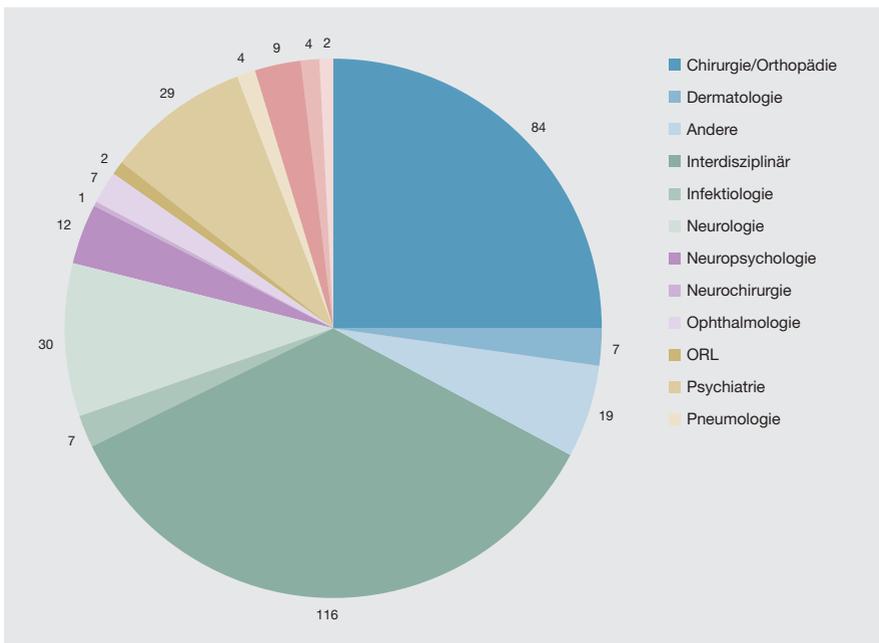
# Suva-Gutachten-Clearing Jahresbericht 2012

Roland L. Frey

Die Gutachten-Clearingstelle der Suva hat im Jahr 2012 insgesamt 550 Begutachtungsaufträge an Gutachterstellen vermittelt. Es handelte sich in 36 % um interdisziplinäre und in 64 % um monodisziplinäre Aufträge. Die einzelnen Fachrichtungen waren wie folgt involviert: 26 % Chirurgie/Orthopädie, 9 % Neurologie und 9 % Psychiatrie (Details siehe Abb. 1). Bei den interdisziplinären Gutachten lagen die Schwergewichte bei der Neurologie in 64 %, Chirurgie in 18 %, Rheumatologie in 9 % und Psychiatrie in 5 %.

Die im Berichtsjahr für die Suva tätigen Gutachterstellen erhielten durchschnittlich 3,7 Gutachten-Aufträge. In 412 Fällen waren dies einzelne Gutachter, 138 mal Institute. Die am häufigsten berücksichtigten Gutachterstellen erhielten 30, 23, 20, 18 und 16 Aufträge. Dabei handelt es sich um ein Gutachten-Institut, zwei Universitäts-Institute und zwei Medizinische Abklärungsstellen (MEDAS). 526 Gutachten konnten mit einer oder zwei Anfragen platziert werden.

Die Review der Gutachten durch Fachärzte der Suva-Versicherungsmedizin ergab in 73 % eine gute bis sehr gute Qualität der Stellungnahmen und in 18 % genügende Qualität, 9 % der Gutachten wiesen Mängel auf.



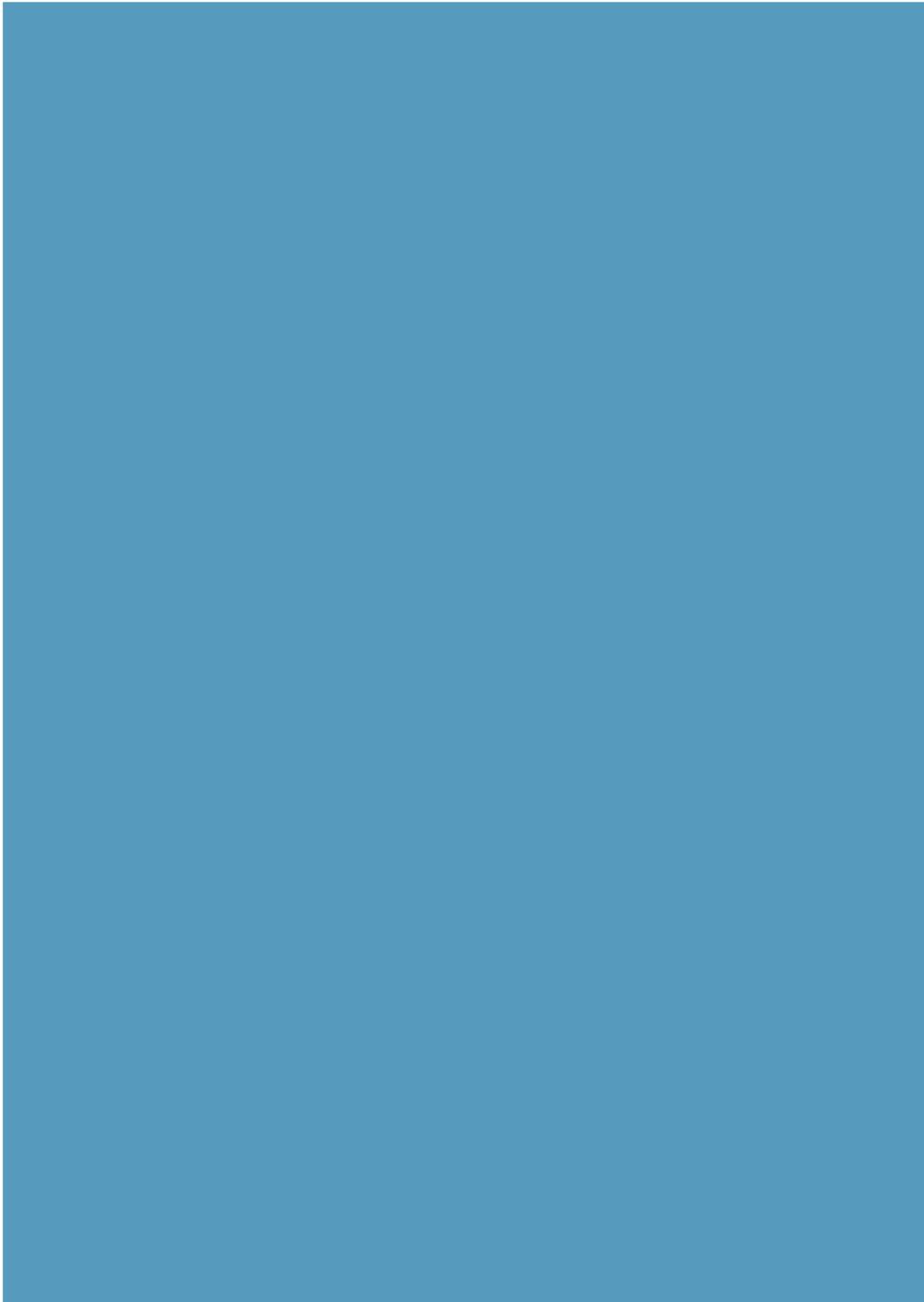
**Abb. 1** Gutachten 2012 nach Fachrichtungen

### Korrespondenzadresse

Suva-Gutachten-Clearing  
 Roland L. Frey  
 Leiter Gutachten-Clearingstelle  
 Versicherungsmedizin  
 Postfach  
 6002 Luzern  
 Tel: 041 419 5441

gutachten-clearing@suva.ch  
 roland.frey@suva.ch





# Mitteilungen der Redaktion

Zur Verabschiedung von Herrn Dr. Marcel Jost,  
Chefarzt Arbeitsmedizin Suva



Nach rund 30 Jahren erfolgreicher Tätigkeit in der Suva, wovon in den letzten 7½ Jahren als Chefarzt und Leiter der Abteilung Arbeitsmedizin, ist Marcel Jost per 1.5.2013 in den Ruhestand getreten.

Marcel Jost absolvierte die Weiterbildung zum Facharzt für Innere Medizin und zum Facharzt für Kardiologie in Thun, Bern, der Erasmus University Rotterdam und dem Universitätsspital Basel und war vor dem Eintritt in die Suva als Oberarzt an der Medizinischen Universitätsklinik Basel tätig. Im Frühjahr 1983 nahm er die arbeitsmedizinische Tätigkeit bei der Suva auf, wo er zusätzlich den Facharzttitel für Arbeitsmedizin erwarb. Zunächst hat er als Arbeitsarzt kompetent und mit grossem Engagement Betriebe und Versicherte in den Kantonen Luzern, Zug, im inneren Kantonsteil von Schwyz und Oberwallis betreut. Das fundierte fachliche Wissen von Marcel Jost, seine Polyvalenz sowie seine konzeptionelle Begabung wurden von Anfang an sehr geschätzt. Er stand den ärztlichen Kollegen in der Suva gerne in kardiologischen, internistischen und arbeitsmedizinischen Fragen beratend zur Verfügung.

Ab Mai 1984 war Marcel Jost Stellvertreter des Leiters der Gruppe Arbeitsmedizin, ab Oktober 1988 stellvertretender Chefarzt der neu geschaffenen Abteilung Arbeitsmedizin, die von Dr. R. Schütz geleitet wurde.

Die Leistungen von Marcel Jost aus dieser Zeit sind eindrücklich. Über viele Jahre hinweg hat er mit grosser Energie insbesondere die Thematik der Verhütung von Berufskrankheiten im Gesundheitswesen vorwärts gebracht. Nachdem 1993 in der Internationalen Vereinigung für Soziale Sicherheit (IVSS) die Arbeitsgruppe «Chemische Gefahrstoffe» innerhalb der Sektion Gesundheitswesen gegründet worden war, lag deren Vorsitz von Anfang an bis zu seinem Ausscheiden aus der Gruppe und seinem Übertritt in den Sektionsvorstand als Vizepräsident per Ende 2005 in seinen Händen. Mit dieser Aufgabe hat Marcel Jost auf dem Gebiet der Prävention von Berufskrankheiten im Gesundheitswesen nicht nur in der Schweiz und ihren Nachbarländern, sondern via IVSS auch darüber hinaus eine herausragende Rolle gespielt. Unter den zahlreichen Publikationen zu dieser Thematik sind vor allem die Arbeiten über die Verhütung von blutübertragbaren Krankheiten, den Umgang mit Zytostatika, Desinfektionsmitteln, Anästhesiegasen, den Arbeiten in diagnostischen Labors sowie die Latexallergie zu erwähnen. Weitere Schwerpunkte seiner Untersuchungen und Publikationen in jener Zeit betrafen das Isozyanatasthma, die Thematik von organischen Stäuben in der Landwirtschaft (ODTS), die Berufskrankheitenstatistik und das Biomonitoring, z.B. von Beschäftigten in der Hartmetallindustrie.

Im Herbst 2005 hat Marcel Jost als Chefarzt die Leitung der Abteilung Arbeitsmedizin übernommen. Er hat in dieser Funktion mit grossem Engagement und Weitsicht die Entwicklung der Arbeitsmedizin in der Suva und in der Schweiz vorangetrieben. Als besondere Verdienste sind u.a. die prozessorientierte Reorganisation und die fachliche Verstärkung der Abteilung Arbeitsmedizin mit Spezialisten in Otorhinolaryngologie, Pneumologie, Toxikologie und Dermatologie, die Positionierung der Suva Arbeitsmedizin als führenden Fortbildungsort für Arbeitsmedizin in der Schweiz mit regelmässiger Durchführung von Fortbildungen sowie die Förderung zahlreicher Projekte zur Thematik der berufsassoziierten Gesundheitsstörungen zu nennen. Die Suva Arbeitsmedizin entwickelte sich unter seiner Führung durch diese Fortbildungsveranstaltungen sowie die zahlreichen Publikationen und Factsheets zu aktuellen und medienrelevanten Themen (z.B. über Asbest, Nanopartikel, Toner/Drucker und berufsassoziierte Gesundheitsstörungen) zum Kompetenzzentrum für Arbeitsmedizin in der Schweiz. Seit Gründung der Abteilung Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz im Departement Gesundheitsschutz wurden diese Themen interdisziplinär, aus technischer/arbeitshygienischer und arbeitsmedizinischer Sicht, bearbeitet und aktualisiert. In verschiedenen akademischen Gremien und als Lehrbeauftragter für Arbeitsmedizin und Versicherungsmedizin an der Universität Zürich hat Marcel Jost mit viel Engagement zur Ausbildung der Medizinstudenten und Arbeitsmediziner in der Schweiz beigetragen.

Über 20 Jahre hat er als Mitglied der Grenzwertkommission die Grenzwertsetzung in der Schweiz massgeblich geprägt. Schon früh hat er sich insbesondere für die Aufnahme von biologischen Arbeitsstofftoleranzwerten (BAT) eingesetzt. Schwerpunkte in den letzten 10 Jahren waren das Konzept der risikobasierten Grenzwerte für krebserzeugende Arbeitsstoffe und die internationale Vernetzung mit dem Treffen der massgeblichen europäischen Grenzwertkommissionen zum Erfahrungsaustausch. Wichtige Fortschritte auf diesem Gebiet waren die jährliche Herausgabe der Grenzwerte am Arbeitsplatz sowie die Neugestaltung der Grenzwertliste mit den neuen Rubriken kritische Toxizität und Ototoxizität.

Einen weiteren Meilenstein in seiner Zeit als Chefarzt stellte nach Publikation der Resultate des National Lung Cancer Screening Trial 2011 die Einführung des CT-Tumor-Screenings bei ehemals Asbest-exponierten Arbeitnehmenden als Bestandteil der arbeitsmedizinischen Vorsorge in der Schweiz dar. Zudem wurde ein Untersuchungsprogramm für Nanopartikel/Carbon-Nanotubes eingeführt. Weitere wichtige Neu-

erungen auf dem Gebiet der arbeitsmedizinischen Vorsorge sind die elektronische Plattform der Präventionsprogramme, das elektronische Kundenportal, die komplette Überarbeitung der Untersuchungsprogramme und deren Modularisierung, womit auf die betrieblichen Bedürfnisse zugeschnittene Untersuchungen durchgeführt werden können. Die Untersuchungen im Audiomobil im Rahmen der Gehörschadenprophylaxe wurden in den letzten Jahren durch die Videootoskopie erweitert.

Seit 1997 war Marcel Jost als Vertreter der Arbeitsmedizin Mitglied der Eidgenössischen Koordinationskommission für Arbeitssicherheit EKAS. Er hat sich in diesem Gremium in grossem Masse für die Arbeitsmedizin und insbesondere für die arbeitsmedizinische Vorsorge eingesetzt. Wichtige arbeitsmedizinische Inputs erfolgten durch ihn auch in die Richtlinie der EKAS zum Beizug von Arbeitsärzten und Arbeitssicherheitsspezialisten und in die damit verbundenen Risikoanalysen der Branchen.

Die Direktion der Suva und die Mitarbeitenden der Abteilung Arbeitsmedizin danken Dr. Marcel Jost für seinen unermüdlichen Einsatz über die lange Zeit von 30 Jahren und wünschen ihm alles Beste für den nächsten Lebensabschnitt, insbesondere für kulturelle Erlebnisse mit klassischer Musik, für interessante Reisen und vermehrt Zeit mit der Familie.

Neue Chefarztin der Abteilung Arbeitsmedizin:  
Dr. med. Claudia Pletscher



Der Verwaltungsausschuss der Suva hat an seiner Sitzung vom 14. Dezember 2012 Frau Dr. med. Claudia Pletscher zur neuen Chefarztin und Leiterin der Abteilung Arbeitsmedizin gewählt. Am 01. April 2013 trat Frau Dr. Claudia Pletscher die Nachfolge von Herrn Dr. med. Marcel Jost an.

Frau Dr. Pletscher studierte Medizin an der Universität Zürich, wo sie 1984 zur Dr. med. promovierte. Die Weiterbildung zur Fachärztin für Allgemeine Innere Medizin absolvierte sie an der Chirurgischen Klinik und der Medizinischen Klinik des Kantonsspitals Glarus, der Kinderklinik des Kantonsspitals Münsterlingen sowie in der Inneren Medizin/Rheumatologie des Medizinischen Zentrums Bad Ragaz. 1993 eröffnete Frau Dr. Pletscher nach dem Erwerb des Facharzttitels für Allgemeine Innere Medizin eine eigene Praxis in Murg. Seit 01.09.2000 ist sie als Arbeitsärztin in der Abteilung Arbeitsmedizin der Suva tätig, wo sie den Facharzttitel für Arbeitsmedizin erlangte. Seit 2008 war Frau Dr. Pletscher Leiterin des Bereichs Arbeitsmedizinische Vorsorge.

Frau Dr. Pletscher arbeitet in zahlreichen nationalen und internationalen Gremien mit, wie der Grenzwertkommission der Suissepro, im Vorstand der Schweizerischen Gesellschaft für Arbeitsmedizin sowie in verschiedenen Arbeitsgruppen der Sektion Gesundheitswesen der Internationalen Vereinigung für soziale Sicherheit IVSS. Seit 2010 ist Frau Dr. Pletscher Präsidentin der Zürcherischen Arbeitsgemeinschaft zur Erforschung und Bekämpfung der Staublungen in der Schweiz. In der Abteilung Arbeitsmedizin hat sie vor allem die Spezialgebiete Grenzwerte, Toxikologie und Nanotechnologie betreut. Nach der Übernahme der Leitung des Bereichs Arbeitsmedizinische Vorsorge hat sie zielstrebig die Einbindung der Betriebe, des Biomonitoring-Labors sowie der externen Ärztinnen und Ärzte, welche arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen durchführen, in den elektronischen Datenaustausch mit der Suva vorangetrieben. Dieses unter dem Namen eProphylaxe laufende Extranet-Programm ist für die Betriebe und für das Biomonitoring-Labor bereits produktiv; ab Herbst 2013 werden externe Ärztinnen und Ärzte auch mittels interaktivem pdf arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen direkt der Suva zusenden können. Frau Dr. Pletscher ist als Dozentin in verschiedenen Institutionen tätig, wie im Rahmen der Vorlesungen Arbeitsmedizin an der Universität Bern und Zürich sowie des Nachdiplomstudiums Arbeit und Gesundheit der Universitäten Zürich und Lausanne.



Listen der Ärztinnen und Ärzte, die in den Abteilungen Versicherungsmedizin und Arbeitsmedizin der Suva tätig sind, finden sich auf der Suva-Website ([www.suva.ch](http://www.suva.ch)) unter den Informationen für Ärzte. Die nach Organisationseinheiten geordneten Listen geben Auskunft über den Facharztstitel und den hauptsächlichen Arbeitsort der ärztlichen Mitarbeitenden. Die Listen werden vierteljährlich aktualisiert.

### **Ärzteliste Arbeitsmedizin**

[www.suva.ch/aerzteliste-arbeitsmedizin.pdf](http://www.suva.ch/aerzteliste-arbeitsmedizin.pdf)

### **Ärzteliste Versicherungsmedizin**

[www.suva.ch/aerzteliste-versicherungsmedizin.pdf](http://www.suva.ch/aerzteliste-versicherungsmedizin.pdf)

Ausführlichere Informationen zu den einzelnen Ärztinnen und Ärzten finden sich im FMH-Ärzteindex ([www.doctorfmh.ch](http://www.doctorfmh.ch)). In diesem offiziellen Ärzteverzeichnis sind unter anderem auch die Adressen, unter welchen die Ärztinnen und Ärzte kontaktiert werden können, angegeben.



**Suva**

Postfach, 6002 Luzern  
Telefon 041 419 58 51  
[www.suva.ch](http://www.suva.ch)

**Bestellnummer**

84\_2869.d