ArbeitsMedizin 02 05 Umschlag 29.08.2005 7:02 Uhr Seit

ÖSTERREICHISCHES FORUM ARBEITSMEDIZIN



GEFAHRENPERZEPTION

WANN IST ETWAS "GEFÄHRLICH"?

02/05

Inhalt

```
Editorial 3
Norbert Winker
```

Zur Psychologie der Gefahrenperzeption 4 Hans-Peter Musahl

Chemische Noxen am Arbeitsplatz und in der Umwelt: Ein Update 13 Tagungsbericht vom 8. Wiener Forum Arbeitsmedizin Alexander Pilger

Arbeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre 17 Peter Angerer

Die AUVA informiert Redaktion: Michael Nikl

Qualitätszirkel – Erfahrungsaustausch, Lernen von Kollegen, "Selbsthilfegruppe" von ArbeitsmedizinerInnen 24 Heinz Fuchsig

Ozon – ein reizendes Thema 25 Martina Seibert

Die Arbeitsinspektion informiert

Redaktion: Elsbeth Huber

Staatspreis Arbeitsmedizin 2005 28
Zweites Institutetreffen "Grenzwertsetzung" im Juni 2005 in Luzern 28
Neue Information zu Reduktion des Sauerstoffgehaltes
aus Brandschutzgründen 29

Aus der Klinischen Abteilung für Arbeitsmedizin

Seminarbericht zum Thema Hautschutz: Keep It Simple Stupid 31 Bayda Salameh, Evelyne Wohlschläger

Norbert Winker
Bereichsdirektor
für Prävention in der
Hauptstelle der Auva

EINE NEUE GROSSE HERAUSFORDERUNG

Nach dem Allgemeinen Sozialversicherungsgesetz (ASVG) ist die AUVA beauftragt, Arbeitsunfälle und Berufskrankheiten zu verhüten. Das ist der AUVA – in Zusammenarbeit mit ihren Präventionspartnern – auch in hohem Maße gelungen. So konnte die Zahl der Arbeitsunfälle in den letzten zehn Jahren trotz steigernder Versichertenzahl um 30 Prozent (!) gesenkt werden.

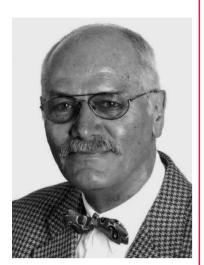
Was die heimische Wirtschaft und das österreichische Gesundheitssystem zunehmend belastet, sind die Folgen von arbeitsbedingten Belastungen. Diese verursachen ein knappes Viertel aller Krankenstandstage. Überträgt man das Ergebnis einer deutschen Studie auf Österreich, so sind das 8,3 Millionen Krankenstandstage pro Jahr. Sie belasten die Betriebe mit rund 865 Millionen Euro an Folgekosten.

Nachdem die AUVA seit Beginn dieses Jahres einen wesentlichen Teil dieser Krankenstandskosten in Form eines Zuschusses zur Entgeltfortzahlung übernimmt, ist es nahe liegend, das in der Prävention liegende Einsparpotenzial zu nutzen und den Präventionsauftrag der AUVA zu erweitern. Allein die durch Belastungen des Skelett- und Muskelsystems sowie der Atemwege verursachten Krankheiten sind für 70 Prozent aller arbeitsbedingten Krankenstandstage verantwortlich.

Kein Wunder, dass die Unternehmen von unseren Präventionsexperten in zunehmendem Maß Beratungen anfragen, die nicht nur auf die Verhütung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten abzielen, sondern auch auf die Verringerung von arbeitsbedingten Belastungen. Das entsprechende Know-how ist bei der AUVA vorhanden und wird im Rahmen von umfassenden sicherheitstechnischen und arbeitsmedizinischen Beratungen eingesetzt. Was fehlt, ist ein eindeutiger Gesetzesauftrag.

Im Sinne einer optimierten Serviceleistung für ihre Kunden und im Interesse der österreichischen Wirtschaft ist die AUVA bestrebt, ihre bewährten Strukturen und ihr umfangreiches Know-how verstärkt zur Verringerung berufsbedingter Belastungen vor allem des Bewegungs- und Stützapparates und der Atemwege, aber auch der Psyche einzusetzen. Nach sechzig Jahren erfolgreich betriebener Unfallverhütung und Berufskrankheitenbekämpfung ist dies eine neue große Herausforderung.

ZUR PSYCHOLOGIE DER GEFAHRENPERZEPTION



H.-Peter Musahl
Arbeits- und
WirtschaftsPSYCHOLOGIE
INSTITUT FÜR
KOGNITION UND
KOMMUNIKATION
UNIVERSITÄT DUISBURG-ESSEN
IN DUISBURG

Unfälle passieren überwiegend bei gewohnten Verrichtungen

Wahrnehmung bedeutet: Reizaufnahme, Reizverarbeitung und Bedeutungszuweisung Wenn Menschen eine Situation intuitiv für "gefährlich" halten, dann sind sie in der Regel sympathisch innerviert und besonders aufmerksam. In solchen Situationen kommt es tatsächlich zu bemerkenswert wenig Unfällen. Unfallbelastet sind hingegen alltägliche Verrichtungen wie Gehen darauf entfallen selbst nach Expositionsbereinigung überproportional viele Unfälle (Geiler & Musahl, 2003). Zum besseren Verständnis des Verhaltens in objektiv gefahrvollen Situationen sowie für eine gezielte Prävention unfallartiger Störungen ist es daher von Bedeutung zu wissen, unter welchen Bedingungen wir Gefahren wahrnehmen oder antizipieren. Der vorliegende Beitrag berichtet über einige grundlegende kognitionspsychologische Aspekte der Gefahrenperzeption und über darauf aufbauende sicherheitspsychologische Anwendungen.

Historische Vorbemerkung

Die Geschichte der modernen wissenschaftlichen Psychologie beginnt 1879 mit der Gründung des "Instituts für Experimentelle Psychologie" an der Universität Leipzig durch Wilhelm Wundt (1832-1920). Er war von 1858 bis 1862 Assistent des Physiologen und Physikers Hermann von Helmholtz, dem "Reichkanzler der deutschen Physik", an der Universität Heidelberg. Das Institut, bis zu seiner staatlichen Anerkennung 1883/84 privat finanziert, "wurde bald zu einem Weltzentrum experimentalpsychologischer Forschung" (Meischner, 1999, S. 37). Diese Grundorientierung der Psychologie als einer am naturwissenschaftlichen Paradigma ausgerichteten Wissenschaft bestimmt heute wieder weitgehend das Selbstverständnis unserer Wissenschaft. Sie hat sich von der geisteswissenschaftlichen, vorgeblich "ganzheitlichen" Orientierung – dem "Waterloo für die experimentelle Psychologie" (Lüer, 1991, S. 34), das eng mit der Zeit der Naziherrschaft in Deutschland verknüpft war - in den letzten vierzig Jahren erholt.

Psychologie wird heute gemeinhin als Wissenschaft vom Verhalten – "und Erleben" (!) fügt man in Mitteleuropa üblicherweise hinzu – des Menschen definiert: Psychologen versuchen also mit erfahrungswissenschaftlichen Methoden zu verstehen, warum sich Menschen so verhalten – wahrnehmen, denken, lernen, fühlen, handeln – wie sie es tun. Nicht die normative Zielsetzung steht dabei im Vordergrund, sondern das naturwissenschaftliche Interesse an der Beschreibung und Erklärung menschlichen Verhaltens. Damit ist die Psychologie der Biologie näher als beispielsweise der Pädagogik.

Gefahren – Perzeption: Was ist damit gemeint?

Beginnen wir mit dem Begriff der "Perzeption": Etymologisch stammt er vom Lateinischen "perceptio", dem "Einsammeln", der "Erkenntnis", dem "Begreifen"; es ist das Substantiv zu "percipere", was "erfassen", "in sich aufnehmen" und "wahrnehmen" bedeutet.

In der Psychologie wurde unter "Perzeption" zunächst die sinnliche Wahrnehmung eines Gegenstandes der Außenwelt ohne sein kognitives Identifizieren - im Gegensatz zur "Apperzeption" - verstanden. Daher stammt auch die traditionelle Unterscheidung zwischen (a) dem Wahrnehmungsprozess und (b) dem Perzept als dem Wahrnehmungsergebnis. Aktuell wird diese Trennung zunehmend aufgegeben. "Wahrnehmen" bezeichnet demnach "jenen Aspekt des psychischen Geschehens und Erlebens, der sich auf die Kopplung des Organismus an funktional relevante Aspekte der physikalischen Umwelt bezieht" (Mausfeld, 2001, S. 439). Wahrnehmen umfasst daher Reizaufnahme, neuronale Transduktion und durch Lernerfahrungen bedingte Reizverarbeitung einschließlich der Bedeutungszuweisung, also physiologische, psychophysische und kognitionspsychologische Forschungsaspekte, ja sie bildet nach Maufeld (2001,

Nicht immer gilt "langsam fahren" = "sicher fahren"

Der Mensch hat ein intuitives Warnsystem

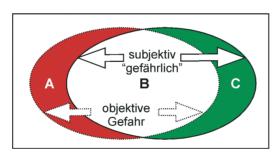
Abb. 1: Schematische Veranschaulichung der sicherheitspsychologischen Ausgangsfrage: Welche Variablen bewirken oder begünstigen den Unterschied zwischen subjektiver Gefährlichkeit und der beispielsweise mit Unfallzahlen operationalisierten objektiven Gefahr?

Seltene Ereignisse werden überschätzt, häufige unterschätzt ibid.) "den Kern der gegenwärtigen Kognitionsforschung".

"Gefahrenperzeption" ist demnach "Gefahrenwahrnehmung" und "Gefahrenkognition" (Musahl, 1997) in einem: Sie fragt sowohl nach dem Prozess - wodurch entsteht das Urteil "gefährlich!" als auch nach der kognitiven Repräsentation von Gefahr, dem subjektiven Abbild. Oder: Wann ist für Menschen etwas "gefährlich"? Es wäre evolutionsbiologisch vermutlich ziemlich nachteilig gewesen, wenn die Spezies Mensch angesichts ihrer im Vergleich zu Raubtieren wenig imponierenden Ausstattung mit natürlichen Waffen nicht ein intuitives Warnsystem für bedrohliche oder gefährliche Situationen entwickelt hätte. Und daher gilt: Überlebt haben jene, die eine drohende Gefahr frühzeitig erkannten und "erfolgreiches" Vorsorgeverhalten entwickelten.

Wann ist etwas "gefährlich"?

Die Frage "Wann ist etwas gefährlich?" ist ein zentraler Ausgangspunkt der "Sicherheitspsychologie", einer Teildisziplin der Psychologie, die sich unter dem wesentlichen Einfluss von Carl Graf Hoyos aus der früheren "Unfallpsychologie" entwickelt hat (Hoyos, 1980).



Sie geht wie in Abbildung 1 veranschaulicht, von der Tatsache aus, dass subjektive "Gefährlichkeit" und beispielsweise die mit Unfallzahlen operationalisierte objektivierte Gefahr nicht völlig übereinstimmen. Andernfalls wären Unfälle ausgeschlossen: Während die mit "B" bezeichnete Schnittmenge beider Ellipsen ein mit der Realität übereinstimmendes Urteil angibt, lautet das Urteil im Bereich "A": "ungefährlich!" – trotz objektiv vorhandener Gefahr. Bei "C" geht der Handelnde hingegen von einer gefährlichen Situation oder Tätigkeit aus – mit der Konsequenz erhöhter Aufmerksam-

keit und Vorsicht. Ein typisches Beispiel für "C" wäre die schnelle Fahrt auf der Autobahn – da fällt dem Laien sofort der "Raser" ein, obwohl Autobahnen zu den sichersten Straßen gehören; "langsam" gilt demgegenüber als sicher, wird bei "A" angesiedelt – eine beklagenswerte Fehleinschätzung, die insbesondere beim langsamen Auffahren auf Schnellstraßen zu gefährlichen Situationen führt.

Eine klassische Studie, die systematische Verzerrungen des subjektiven Gefährlichkeitsurteils demonstrierte, stammt von Lichtenstein, Slovic, Fischhoff, Layman & Combs (1978). Sie ließen ihre Probanden die Häufigkeit von 41 Todesursachen beurteilen. Hierzu wurde als Urteilsanker die Anzahl der Todesopfer bei Autounfällen in den USA benannt ("motor vehicle accidents", damals: 50.000) und sie sollten dann die anderen 40 beurteilen. Abbildung 2 gibt den Befund wieder. Es resultiert eine systematische Urteilsverschränkung gegenüber der Realität. Während die Rangfolge der Urteile an den Extremen gut und in der Mitte der Realität schlecht entspricht, gilt für die insgesamt urteilsnähere Darstellung anhand der geschätzten Häufigkeiten. Der Urteilstrend stimmt in der Mitte dieser log-log-Darstellung recht gut mit der tatsächlichen Anzahl der Todesfälle überein, liegt nahe der Diagonale, weicht aber bei den häufigen und den seltenen Ereignissen systematisch davon ab. Seltene Ereignisse werden massiv überschätzt, häufige hingegen unterschätzt. Diese Verzerrung kommt der Modellierung in Abbildung 1 mit der Akzentuierung des Seltenen und der Nivellierung des Alltäglichen recht nahe.

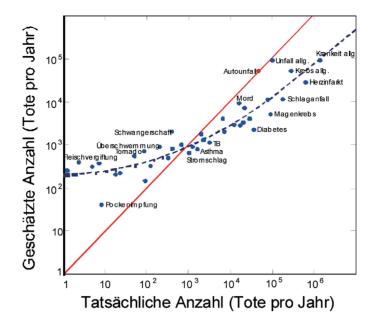
Generell scheinen häufige Ereignisse keiner besonderen Aufmerksamkeit wert; das Dramatische, Seltene verdient demgegenüber all unsere Beachtung. Bei näherer Prüfung der Daten zeigte sich beispielsweise, dass Krankheiten für ebenso häufige Todesursachen gehalten wurden wie Unfälle. Der Median der Schätzungen für "Krankheiten allgemein" (K) lag bei 88.838, derjenige für "alle Unfälle" (U) betrug 88.879. In der Realität war die Relation etwa 16:1 (K: 1.740.450 vs. U: 112.750 gem. der entsprechenden US-Statistik). Wie Abbildung 2 zeigt, stimmen die Urteile über "Unfälle" recht gut mit der tatsächlichen Zahl überein der Datenpunkt liegt fast auf der Diago-

Abb. 2: Wie stimmt die tatsächliche Anzahl von Todesopfern (Abszisse) bei 41 Todesursachen mit den subjektiven Urteilen ("geschätzte Anzahl"; Ordinate) überein? Bei vollständiger Übereinstimmung müssten die Urteile - wie der Anker ("Autounfall") - in dieser loglog-Darstellung auf der Diagonale liegen. Es zeigen sich systematische Verzerrungen bei den seltenen (Überschätzung) und bei den häufigen Ursachen (Unterschätzungen) (modif. nach Slovic et al., 1980, p. 184).

> Erinnerung und Vorstellung spielen bei der Beurteilung eine Rolle

Die schnelle Antwort scheint näher zu liegen als die richtige

Das Problem der Augenscheingültigkeit



nale, während das Urteil über "Krankheiten allgemein" um eine Zehnerpotenz verzerrt ist.

Ob wir ein Ereignis für häufig oder selten halten, hängt von der "Verfügbarkeit" entsprechender Informationen ab. Nach dieser Heuristik halten wir diejenigen Ereignisse für wahrscheinlich oder häufig, an die wir uns gut erinnern und die man sich leicht vorstellen kann. Das konnten Combs & Slovic (1979) anhand einer Nachfolgeuntersuchung zu genau den in Abbildung 2 enthaltenen Ereignissen zeigen: Die Korrelation zwischen der angenommenen Todesrate und der Häufigkeit entsprechender Berichterstattung in zwei regional einschlägigen Zeitungen für die in Abbildung 2 genannten Todesursachen betrug r= .70; dabei korrelierten die beiden Zeitungen übrigens zwischen r= .94 bei Meldungen und r= .98 bei den Berichten.

Exkurs: Heurismen als intuitive Regelwerke

Das Urteil über die relative Häufigkeit von Ereignissen wird also nicht allein von deren tatsächlichem Auftreten bestimmt, sondern vielmehr von deren kognitiver Repräsentation. Bereits Francis Bacon (1561-1626), der Begründer des modernen englischen Empirismus, formulierte seine Skepsis an der menschlichen Fähigkeit zur vorurteilfreien Interpretation empirischer Daten. In der Idolenlehre seines 1620 erschienenen "novum organum" stellt er einige besonders bedeutsame und lästige Hindernisse der Erkenntnis dar, die zur Er-

neuerung der Wissenschaften zu überwinden seien: "Die Idole und falschen Begriffe, welche vom menschlichen Verstand schon Besitz ergriffen haben und tief in ihm wurzeln, halten den Geist des Menschen ... in Beschlag" (Bacon, 1620/1990, Aphorismus 38, S. 99). Bacon erläutert vier Idole in ihrer typischen Wirkungsweise als Erkenntnishindernisse und Vermittler von Scheinwissen in den Aphorismen 41 bis 44. Für die Kognitionspsychologie sind die "Idole des Stammes" ("idola tribus") von besonderer Bedeutung.

Sie können als eine frühe, häufig übersehene Vorwegnahme der modernen Heurismus-Forschung angesehen werden (Kahneman, Slovic & Tversky, 1982). Die Lektion dieser Forschung von Bacon bis heute lautet: Menschen sind "Antwortmaschinen". Uns scheint die schnelle Antwort näher zu liegen als die richtige! Doch was für die Wissenschaftsgeschichte zur eigentlichen Begründung aller Erkenntnistheorie wurde – wie schütze ich mich als Wissenschaftler vor den intuitiven (Trug-) Schlüssen naiver Logik? – ist im vorliegenden Fall der Schlüssel zum intuitiven Gefährlichkeitsurteil.

Mit Hilfe des "Repräsentativitäts- und Ähnlichkeitsheurismus" gelingt uns die schnelle Identifikation eines Ereignisses die Unterscheidung zwischen einem Reh und der Säbelzahnkatze war für unsere Vorfahren vermutlich überlebenswichtig. Dabei wird die Ereignisklassifikation nach Ähnlichkeitskategorien vorgenommen. Zur Klasse dieser Heurismen gehören verzerrte Wahrscheinlichkeitsurteile und Missverständnisse des Zufallskonzepts, Überschätzungen von Vorhersagemöglichkeiten, Missverständnisse des Regressionskonzepts und die Gültigkeitsillusion, nach der wir als Ergebnis häufig das vorhersagen, was mit der Eingangsinformation übereinstimmt; in der psychologischen Testtheorie entspricht das dem Problem der Augenscheingültigkeit ("face validity").

Nach der Ereignis-Identifikation suchen wir Informationen dazu in unserem Langzeitspeicher. Diese Suche bestimmt der Was in naher räumlicher oder zeitlicher Folge erscheint, erweckt den Eindruck einer Wenn-Dann-Beziehung

Unser Urteil darüber, was gefährlich ist, ist verzerrt

Unsere Urteile sind adaptiv: relativ gesehen gut, doch absolut gesehen schlecht

Tab. 1: Die 18 Skalen, anhand derer 90 "Gefahren" in der Untersuchung von Slovic et al. (1980) jeweils auf einer bipolaren 7-Punkte-Skala zu beurteilen waren. "Verfügbarkeitsheurismus". Die Aktualität einer Meldung und die Erinnerbarkeit sowie Vorstellbarkeit von Beispielen bestimmt dabei wesentlich mit, welche Informationen wir tatsächlich nutzen. Dabei "hilft" uns dann häufig noch die Korrelationstäuschung: Was in naher räumlicher oder zeitlicher Folge erscheint, erweckt den Eindruck einer Wenn-Dann-Beziehung - so werden Scheinkorrelationen, Lernkontingenzen und "Volksweisheiten" hergestellt. Und die Kehrseite der Abhängigkeit der Informationssuche vom aktuell Verfügbaren lautet: Aus den Augen, aus dem Sinn. Dieser Heurismus, nicht das Eingeständnis eines gelegentlich unzureichenden Gedächtnisses, ist die Ursache von Check-Listen, die bei der Prüfung komplexer technischer Systeme verwendet werden. Sie sollen verhindern, dass nur überprüft wird, was im Moment wichtig erscheint, oder dass Fehler nur dort gesucht werden, wo wir sie vermuten.

Die dritte Gruppe intuitiver Ordnungsprinzipien wird als "Anpassungs- und Verankerungsheurismen" beschrieben. Ihre psychologische Funktion besteht nach der Identifikation und der Informationssammlung in der Frage, ob wir mit dem Ereignis bereits Erfahrungen haben und damit umgehen können. Sie umfasst das in der Psychophysik bekannte Ankereffekt-Paradigma: Wasser mit einer Temperatur von 30° erscheint als heiß oder kalt, abhängig davon, ob ich meine Hand vorher in 15° kaltem oder in 45° warmem Wasser hatte. Der Heurismus verweist auf die Tatsache, dass auch unsere Urteile "adaptiv" sind,

und dass Menschen gute Relativ- und ziemlich miserable Absolut-Urteiler sind. Das gilt übrigens auch für die Tatsache, dass Politiker und Journalisten sich gelegentlich als ganz vorzügliche Propheten erweisen – insbesondere *nach* Eintritt des Ereignisses! Es handelt sich also um Posthoc-Prophezeiungen nach der Art: Wenn man vom Rathaus kommt, ist man klüger.

Zur Mehrdimensionalität des Gefährlichkeitsurteils

Ursache der systematischen Verzerrungen ist die "Mehrdimensionalität des Gefährlichkeitsurteils", bei dem offenbar heuristische Prinzipien genutzt werden: Ob es bei einer Krankheit, beim Autofahren oder aber in einem Kernkraftwerk zu einem Todesfall kommt, ist für unser Urteil offenbar keineswegs gleichgültig. Aber worauf kommt es bei unserem Urteil an?

Diese Frage ist dimensionsanalytisch beantwortet worden. Die Forschergruppe um Paul Slovic und Baruch Fischhoff legte in mehreren Studien ihren Probanden jeweils zahlreiche Ereignisse (Verbrechen, Terrorismus, Krieg), technische Einrichtungen und Systeme (Überschallflug, Brücken, Kernkraftwerke, Gasherd im Haus, Handfeuerwaffen [USA!]) und potentiell gefahrvolle Tätigkeiten (Motorradfahren, Bestrahlen von Lebensmitteln, Benutzen von Kosmetik) vor und ließen diese anhand vorgegebener Kriterien (s. Tabelle 1) nach ihrer Gefährlichkeit skalieren.

Bezeichnung der Skala	Frage (kurzgefasste Originalformulierung)
Freiwilligkeit	Do people face this risk voluntarily?
Unmittelbarkeit des Effekts	To what extent is the risk of death immediate?
Kenntnis des Risikos	To what extent known by the persons who are exposed?
Wissen über das Risiko	To what extent are the risks known to science?
Neuheit	Is the risk new and novel or old and familiar?
Chronisch vs. katastrophal	Risk kills people one at a time (chronic) or large numbers of
	people at once (catastrophic risk)?
Alltäglichkeit	People have learned to live with or have great dread for?
Ernsthaftigkeit der Folgen	How likely is it that the consequences will be fatal?
Vermeidbarkeit	Can mishaps be prevented?
Schadensbegrenzung	If a mishap occurs, can the damage be controlled?
Gefährdungsausmaß	How many people are exposed to this hazard?
Tragweite der Folgen	Does the hazard threaten future generations?
Eigene Betroffenheit	Are you personally at risk from this hazard?
Reversibilität	Are the benefits equitably distributed among those at risk?
Globale Bedrohung	Does the hazard threaten global catastrophe?
Beobachtbare Schädigung	Are the damage-producing processes observable as they occur?
Gefahrenentwicklung	Are the risks increasing or decreasing?
Gefahrenminderbarkeit	Can the risks be reduced easily?

Drei Fragen bestimmen das Urteil: Was ist das? Kann ich damit umgehen? Was weiß ich darüber?

Umstände werden als gefährlich beurteilt: wenn sie nicht kontrollierbar sind, wenn sie nicht vertraut sind und wenn sie mit hohem Personenschaden verbunden zu sein scheinen

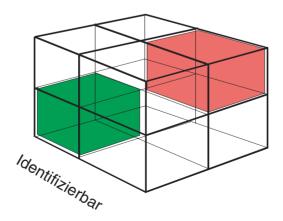
"Overprotection" fördert Sorglosigkeit

Abbildung 3: Schema der heuristischen Prinzipien, derer wir uns bei der Beurteilung der "Gefährlichkeit" einer Situation, Technik oder Tätigkeit intuitiv bedienen: Was identifizierbar und kontrollierbar ist und worüber Information verfügbar ist, kann nicht "gefährlich" sein. Gefährlich ist, was unbekannt und unkontrollierbar ist und worüber keine Informationen verfügbar sind. Routinetätigkeiten sind vertraut, kontrollierbar und (daher?) unfallbelastet.

In der umfangreichen, häufig unvollständig oder nur in ihrer revidierten Zusammenfassung zitierten Untersuchung von Slovic, Fischhoff & Lichtenstein (1980) beurteilten Probanden (College-Studenten) 90 unterschiedliche Gefahren, wovon 30 bereits in der Studie von Lichtenstein et al. (1978; s. Abb. 2) enthalten waren. Jede Gefahr musste mit Hilfe von 18 Fragen, die sich auf die Art des "Risikos" bezogen, anhand einer bipolaren 7-Punkte-Skala beurteilt werden. Für jede Skala resultierte ein mittleres Profil über alle 90 Gefahren, welches zwischen den verschiedenen Skalen unterschiedlich hohe Korrelationen aufwies. Diese 18 x 18 Skalen-Interkorrelationsmatrix wurde dann faktoranalysiert.

Es wurden insgesamt drei Faktoren extrahiert und interpretiert. Die ersten beiden Faktoren wurden als "Kontrollierbarkeit" und "Bekanntheit" der drohenden Gefahren bezeichnet, der dritte Faktor lud Skalen zum Umfang des Personenschadens. Aufgrund ihrer Faktorwerte war es dann möglich, die 90 Gefahren in dem dreidimensionalen Faktorraum darzustellen. Danach beurteilten die Probanden bestimmte Ereignisse, Techniken und Tätigkeiten also dann als "gefährlich", wenn sie nicht kontrollierbar und unbekannt waren und zudem mit hohem Personenschaden verbunden zu sein schienen.

In einer Reihe von fünf Replikationsund Extensionsstudien wurde in unserer Arbeitsgruppe diese kognitive Struktur intuitiver Gefährlichkeit (a) bei jungen Erwachsenen repliziert und es wurde geprüft, (b) wie sich diese Struktur im Verlauf der Entwicklung vom Kindergartenalter bis zum Jugendalter verändert (Musahl & Hackenfort, 2004). Danach kam es zu einer überzeugenden Replikation des klassischen Befundes für Erwachsene "twenty years after".



Drei heuristische Prinzipien bestimmen das Urteil: Identifikation ("Was ist das?"), Kontrollierbarkeit ("Kann ich damit umgehen?") und Verfügbarkeit von Informationen ("Was weiß ich darüber?"). Abbildung 3 veranschaulicht den Raum, in dem der Urteilsprozess abläuft, in einer schematisierten Vereinfachung; dabei nimmt das Modell jeweils nur zwei Ausprägungen - beispielsweise "Ja" und "Nein" - pro Faktor an. Der Teilquader unten links erfasst demnach alles, was wir erkennen und kontrollieren können und worüber wir etwas wissen. Der Teilquader oben rechts bezeichnet das genaue Gegenteil: nicht identifizierbar, außerhalb unserer Kontrolle und keine Informationen verfügbar. Dass bei solchen Ereignissen "alle Alarmglocken läuten", ist plausibel. Das Modell erklärt aber auch, dass die meisten Unfälle, auch expositionsbereinigt, mit Situationen, Techniken und Tätigkeiten verknüpft sind, die unten links einzuordnen sind, die wir also kennen, kontrollieren können und über die wir viel wissen - wie zum Beispiel Autofahren oder Gehen.

Übrigens: Nach den Ergebnissen der Studien zum Gefährlichkeitsurteil von Kindern und Jugendlichen nutzen bereits Kinder im Kindergartenalter ganz ähnliche Urteilsdimensionen, allerdings mit anderen Konnotationen: (a) Nur Bekanntes kann gefährlich sein, auch Kinder wollen (b) Schaden kontrollieren - aber nicht den physischen, sondern den psychischen Schaden, genauer, den Ärger mit Eltern und anderen Autoritäten - und (c) die Informationsbeschaffung erfolgt über die Frage nach der Bekanntheit eines Verbots durch Autoritäten. "Gefährlich" kann also nur sein, was bekannt und verboten ist und unvermeidlicherweise zu Ärger führt. Angesichts der extrem hohen Risikokennziffern junger Fahranfänger ist man geneigt zu vermuten, dass die erforderliche Umstrukturierung des Gefährlichkeitsurteils durch geeignete Maßnahmen befördert werden sollte Elterliche "overprotection" behindert den notwendigen Prozess der kognitiven Umstrukturierung vermutlich und fördert eher Sorglosigkeit.

Fassen wir zusammen: Menschen haben intuitive Gefährlichkeitsurteile, mit denen sie Situationen und Tätigkeiten spontan als "gefährlich" einordnen. Diese beruhen auf grundlegenden kognitiven Ur-

Unterschied zwischen lexikalischem Wissen und dem Handlungswissen: Wir wissen es, tun es aber trotzdem

Es kommt zum Unfall, weil nicht geschieht, was der Handelnde erwartet

> Mangelnde Aufmerksamkeit ist nicht "Ursache"

teilsprozessen, die Teil unseres "kognitiven Betriebssystems" sind und durch Lernprozesse verändert werden. Das intuitive Gefährlichkeitsurteil ist Bestandteil unseres Handlungswissens, das keineswegs mit dem lexikalischen Wissen übereinstimmen muss: Natürlich wissen wir (= lexikalisches Wissen), dass innerhalb geschlossener Ortschaften maximal 50 km/h erlaubt sind oder dass man beim "Temperaturmessen und Probenehmen am Konverter" in einem Stahlwerk eine geeignete Schutzausrüstung (das so genannte Silberzeug) tragen muss. Dass wir gelegentlich dennoch schneller fahren, hängt mit unserem Handlungswissen zusammen: "Hier wird nie kontrolliert!". Und dem Stahlarbeiter ist bisher "noch nie was passiert". Bezogen auf das Handlungswissen verhalten wir uns also "wissenskonsistent". Die Klage von Sicherheitsingenieuren oder Juristen: "Sie wissen es, aber sie tun es trotzdem!" übersieht den bedeutsamen Unterschied zwischen beiden Wissensdomänen: Das lexikalische Wissen wird nur im Falle von Handlungsunsicherheit bemüht; diese zu beseitigen ist wesentliche Funktion der heuristischen Prinzipien: Sie machen uns entscheidungsfähig durch Problemverkürzung.

Sicherheitspsychologische Anwendung des Ansatzes

Aus diesen Überlegungen entwickelte sich der Ansatzpunkt unserer arbeitssicherheitlichen Untersuchungen. Deren Grundgedanke kann wie folgt zusammengefasst werden: Der Handelnde denkt im Moment, in dem dann ein Unfall geschehen wird, an alles Mögliche, aber keineswegs an die unmittelbar drohende Gefahr. Er ist sich im Gegenteil bei dem anstehenden Handlungsablauf sicher, dass es gar keiner besonderen Aufmerksamkeit bedarf.

Diese Tatsache wird vom naiven Beobachter und vom Praktiker ja auch durchaus zutreffend beschrieben, wenn er klagend darauf verweist, die meisten Unfälle seien auf "mangelnde Aufmerksamkeit" zurückzuführen – übrigens ein typisches Beispiel für den Verfügbarkeitsheurismus, hier in Form der Post-hoc-Prophezeiung. Beiden, dem naiven Beobachter wie dem Praktiker, sei diese Ursachenzuschreibung zugebilligt. Dem kritischen sicherheitswis-

senschaftlichen Beobachter und insbesondere dem Verhaltenswissenschaftler dürfen wir dies freilich nicht durchgehen lassen: Aufmerksamkeit kann nicht die "Ursache" sein, da sie ihrerseits die Folge der intuitiven kognitiven Bewertung der Situation ist. Besagt diese, wie bei fast allen Routinetätigkeiten, dass die geplante Handlung völlig unbedenklich ist – sie befindet sich also im Schema aus Abbildung 3 im unteren linken Teilguader dann wäre es biologisch unnötig, den Organismus "sympathisch" zu innervieren: Die Aktivierung führte zu Adrenalinausschüttung, zu erhöhter Muskelspannung und zu vermehrtem Sauerstoffverbrauch. Damit würde tatsächlich körperliche Ermüdung bewirken, was man doch "im Schlaf", also im parasympathischen Zustand leisten kann.

Es kommt also zu einem Unfall, weil nicht geschieht, was der Handelnde erwartet. Genauer: Während der Handelnde von einem "erwartungsgemäßen" Ereignisablauf ausgeht, kommt es tatsächlich zu einer seltenen Bedingungskombination, mit der er auf Grund seiner bisherigen Erfahrungen nicht gerechnet hat. Denn die intuitive kognitive Bewertung der Situation, die umso weniger Aufwand erfordert, je umfangreicher die bisherigen Erfahrungen sind, findet häufig gar nicht mehr statt - Rasmussen bezeichnet dies als "nicht bewusstseinspflichtige, fertigkeitsbasierte Handlungen" (Rasmussen, 1986). Daher kommt es für den Handelnden in einem Augenblick subjektiver Handlungssicherheit zum völlig unerwarteten Ereignis.

Arbeitsschritte

Um diesen Grundgedanken in konkrete Arbeitsschritte zu übersetzen, muss das subjektive Gefährlichkeitsurteil, die "Gefahrenkognition" des Handelnden empirisch erfasst werden. Deren Gegenüberstellung mit dem realen Unfallgeschehen sollte dann (a) besser verstehen lassen, warum es zu Unfällen kommt und (b) Ansatzpunkte für sicherheitspsychologische Interventionen bieten, die es dann (c) systematisch zu evaluieren gilt (s. hierzu ausführlich Musahl, 1997; 2005).

Hierzu sind die folgenden Arbeitsschritte erforderlich: Unterschätzte
Tätigkeiten sind mit
einem überproportionalen
Unfallanteil behaftet

Es gibt auch realistisch eingeschätzte Tätigkeiten, die zu Unfällen führen

> Wo man Gefahr vermutet, wird verstärkt vorgesorgt

- 1. Reanalyse vorhandener Unfalldaten: Alle verfügbaren Daten über meldepflichtige und nicht-meldepflichtige Unfälle eines hinreichend großen Zeitraums von in der Regel 3 bis 5 Jahren werden jeweils der Tätigkeit zugeordnet, bei welcher der Unfall geschehen ist. Es wird also ausdrücklich nach den beschreibenden Umständen, nicht aber nach einer Erklärung im Sinne der (vermeintlichen) Ursache gefragt. Hintergrund dieses Schritts ist die oben explizierte Annahme, dass es zumeist nicht zum Unfall gekommen wäre, wenn der Handelnde seinen aktuellen Arbeitsschritt für gefahrvoll gehalten hätte.
- 2. Unfallgeschehen und Tätigkeiten: Es resultiert ein in der Regel repräsentativer Katalog aller Tätigkeiten eines Arbeitsbereichs mit der Verteilung der dabei in der Vergangenheit beobachteten Unfälle. Die vorhandenen Daten werden auf diese Weise also nur neu sortiert und vermitteln schon allein dadurch vielen Praktikern völlig neue Einsichten.
- 3. Erhebung der subjektiven Unfallhäufigkeiten: Dieser Tätigkeitenkatalog wird sodann zur Grundlage eines Fragebogens für alle Mitarbeiter und Führungskräfte des betreffenden Arbeitsbereichs. Dabei wird zu jeder Tätigkeit gefragt, (a) ob der Befragte diese Tätigkeit kennt und zumindest gelegentlich ausführt und, (b) wenn dies der Fall ist, wie hoch er die Unfallzahl auf einer Schätzskala von "1" (= gar keine) bis "6" (= sehr viele) einschätzt. Nicht selbst ausgeführte Tätigkeiten werden nicht beurteilt.
 - In früheren Studien wurde zusätzlich nach der Schwere der Folgen gefragt. Die anschließenden Analysen haben jedoch gezeigt, dass weder eine Expositionsgewichtung der einzelnen Tätigkeiten noch die Berücksichtigung von Häufigkeit und Schwere der Unfallfolgen zu einer besseren Aufklärung der Urteilsvarianz beitragen.
- 4. Vergleich von objektivierter und geschätzter Unfallzahl: Beide Datensätze werden dann mit Hilfe einer geeigneten mathematischen Technik (z-Werte) so transformiert, dass die Differenz aus geschätzter und objektivierter Unfallzahl eine Auskunft darüber gibt, ob die Tätigkeit hinsichtlich ihrer Unfallbelastung "realistisch beurteilt", "überschätzt" oder aber "unterschätzt" ist.

- 5. Korrektur der "Unterschätzungen": Der Befund wird sodann den Führungskräften mitgeteilt. "Unterschätzte" Tätigkeiten sind üblicherweise mit einem überproportionalen Unfallanteil belastet. In den Seminaren wird verdeutlicht, dass die Entstehung des Fehlurteils auf einem völlig natürlichen Lernprozess beruht (Beinahe-Unfälle werden zumeist übersehen, bewirken aber einen nachhaltigen, "falschen" Lernprozess). Das Fehlurteil kann daher von den Mitarbeitern in entsprechender Sicherheitsarbeit in Kleingruppen selbst korrigiert werden.
- 6. Technische und organisatorische Verbesserungen: In der Regel resultieren auch Tätigkeiten, die zwar realistisch beurteilt werden, aber dennoch unfallbelastet sind. Ursache ist bei diesen Tätigkeiten also keinesfalls eine aufgrund unzutreffender Beurteilung reduzierte Aufmerksamkeit, vielmehr sind hierbei technische und organisatorische Veränderungen erforderlich, um die Arbeit sicherer zu machen.

Ergebnisse

Abbildung 4 zeigt einen typischen Befund aus dem Stranggießbetrieb eines Stahlwerks. Reanalysiert wurden die Unfälle eines Zeitraums von 5 Jahren bei 36 Tätigkeiten. Die Abbildung enthält das tatsächliche objektivierte Unfallaufkommen bei den 36 Tätigkeiten (rechte Ordinate) sowie als "z-Wert-Differenz" ($\Delta z = z_{subj}$. – z_{obj} .) die Differenz zwischen den objektivierten und den subjektiven z-Werten (linke Ordinate). Diese erlaubt die Klassifizierung der Tätigkeiten in "unterschätzt" ($\Delta z \le -1,0$), "realistisch beurteilt" ($-1,0 < \Delta z < +1,0$) und "überschätzt" ($\Delta z \ge 1,0$).

Ein Viertel der Tätigkeiten (25%) wurde hinsichtlich ihrer Unfallbelastung überschätzt, etwa die Hälfte wurde realistisch beurteilt (47%) und 10 Tätigkeiten (28%) wurden unterschätzt. Auf letztere entfiel aber mehr als die Hälfte des gesamten Unfallgeschehens (53%). Die Unfallanteile der beiden anderen Kategorien waren unterproportional (realistisch: 30,5%; überschätzt 16,5%). Diese Relationen stützen die Annahme wissenskonsistenten Handelns: Bei realistisch beurteilten und besonders bei überschätzten Tätig-

Bei unterschätzten Tätigkeiten handelt es sich überwiegend um Routinetätigkeiten

> Aufdecken von unerkannten Beinahe-Unfällen ist wichtig

keiten resultiert offensichtlich ein stärkeres Vorsorgeverhalten als im Falle der Unterschätzung. Bei den unterschätzten Tätigkeiten handelt es sich überwiegend um routiniert und häufig ausgeübte Tätigkeiten, wobei die Unterschätzung allerdings nicht artifiziell aufgrund der häufigeren Exposition erscheint – es handelt sich also nicht um einen trivialen Effekt.

Maßnahmen und deren Evaluation

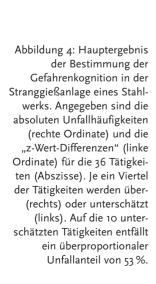
In dem oben bereits benannten Führungskräfte-Seminar wird Wert auf die Tatsache gelegt, dass es sich bei den Fehleinschätzungen um das Ergebnis eines Lernprozesses handelt, dem auch die Führungskräfte unterworfen sind. Entsprechende Detailauswertungen belegen dies nachdrücklich. Es wird auf die Notwendigkeit des Aufdeckens von Beinahe-Unfällen verwiesen, wobei insbesondere "unerkannte Beinahe-Unfälle" zu beachten sind, da der Handelnde diese für erfolgreiche Tätigkeiten hält und daher des Hinweises durch Kollegen bedarf.

Ziel der weitergehenden Maßnahmen ist dann die Einrichtung von Sicherheitsarbeit in Kleingruppen und die regelmäßige, beispielsweise jährliche Erhebung der subjektiven Gefahrenkenntnis im Sinne

eines systematischen Sicherheits-Controllings. Abbildung 5 zeigt den Verlauf der Unfallkennzahl (meldepflichtige Unfälle pro 1 Million Arbeitsstunden) eines Stahlwerks im Vergleich zu seinen Mitbewerbern.

Im Jahre 2000 begann im Rahmen eines EU-Vorhabens eine 18-monatige Zusammenarbeit mit dem Stahlwerk A, das bis dahin eine recht ungünstige arbeitssicherheitliche Bilanz von etwa 27 (pro 10⁶) im Vergleich zu seinen wichtigsten Mitbewerbern aufwies. Erhebungen der Gefahrenkenntnis und Seminare für Führungskräfte zur Psychologie der Arbeitssicherheit sollten zu einem Impuls für ein Kompetenzentwicklungsprogramm für alle Mitarbeiter werden. Der Erfolg stellte sich - für alle überraschend - umgehend ein: Bereits nach 18-monatiger Kooperation lag die Kennzahl bei etwa 6,0 und erfüllte alle Teilnehmer mit Stolz.

Leider ließ daraufhin der Eifer nach. Es kam nicht zur dringend erforderlichen Sicherheitsarbeit in Kleingruppen mit der Konsequenz eines erneuten Anstiegs auf 10,0 im Jahre 2002. Eine erneute Intervention konnte dann von der Notwendigkeit der Kleingruppenarbeit überzeugen und führte zu dem (bis heute stabilen) erfreulichen Zustand einer Kennzahl von etwa 2,5.



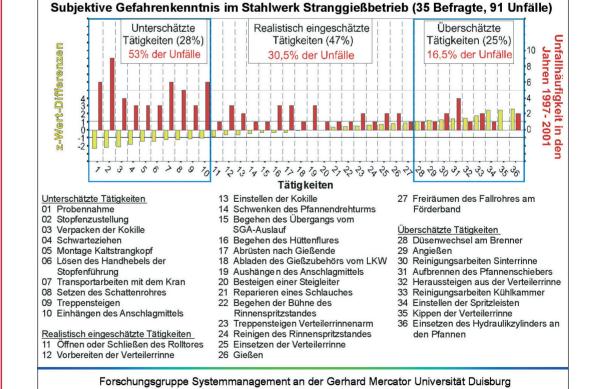
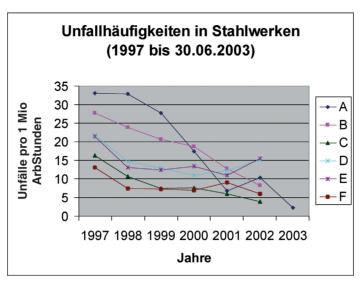


Abbildung 5: Der Verlauf der Unfallhäufigkeiten von 6 Stahlwerken (1997 bis 2002): Im Jahr 2000 begann eine 18monatige Zusammenarbeit mit dem Stahlwerk A. Nach dem Erfolg im Jahr 2001 kam es 2002 zu einem Rückschlag, der durch intensive Kleingruppenarbeit im Jahre 2003 korrigiert wurde.

Die Identifizierung von Beinahe-Unfällen reduziert die Unfallhäufigkeit

Erfolgreiche Sicherheitsarbeit basiert darauf, dass Fehler nicht vertuscht werden

Die Einbeziehung des Wissens aller Mitarbeiter führt zu positiven Veränderungen



Zusammenfassung und Ausblick

Gefahrenperzeption ist ein komplexer Vorgang, der auf kognitiven Prozessen beruht: Das intuitive Gefährlichkeits-Urteil entsteht unter der Wirkung von Heurismen und wird durch Erfahrungsbildung modifiziert. Das heißt: Professionalisierung bedeutet auch den Erwerb systematisch verzerrten Handlungswissens über die Gefährlichkeit beruflicher Tätigkeiten. Die Agenten dieses Lernprozesses sind insbesondere unerkannte Beinahe-Unfälle; werden diese in Kleingruppenarbeit aufgedeckt, dann resultiert ein dramatischer Rückgang des Unfallgeschehens.

Dieser partizipative Prozess muss angestoßen und unterstützt werden. Das bedeutet die Überwindung mancher Vorbehalte insbesondere bei Führungskräften; denn ein Kernkonzept erfolgreicher Sicherheitsarbeit ist "Fehlerfreundlichkeit": Das Aufdecken von Beinahe-Unfällen und insbesondere vermeintlich wirksamer Routinen, die vom Handelnden nur noch nicht als Beinahe-Unfälle erkannt wurden, muss nicht nur erlaubt, es muss gefördert und belohnt werden. Geschieht dies nicht, dann wird das Programm zur einmaligen Episode. Wird die Einbeziehung des Wissens aller Mitarbeiter jedoch zum Kennzeichen der innerbetrieblichen Kultur, dann sind positive Transfereffekte unausweichlich. In weitergehenden Untersuchungen konnten wir dies für die Bereiche des Qualitätsmanagements und der betrieblichen Gesundheitsförderung zeigen. Gelingt Partizipation im Störungsmanagement, dann werden betriebliche Ressourcen aktiviert,

die zum Quell künftiger Innovationen werden können.

Literatur

Bacon, F. (1620/1990). Neues Organon: lateinisch-deutsch. Herausgegeben und mit einer Einleitung von W. Krohn. Hamburg: Meiner.

Combs, B. & Slovic, P. (1979). Causes of death: Biased newspaper coverage and biased judgments. Journalism Quarterly, 56, 837–843, 849.

Geiler, M. & Musahl, H.-P. (2003). Zwischen Wohnung und Arbeitsplatz: Eine Studie zum Arbeitsweg und zum Wegeun-

fallgeschehen. Heidelberg, Kröning: Asanger. Hoyos, C. Graf (1980). Psychologische Unfall- und Sicherheitsforschung. Stuttgart: Kohlhammer. Lichtenstein, S., Slovic, P., Fischhoff, B., Layman, M. & Combs, B. (1978). Judged frequency of lethal events. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 4 (6), 551-578. Kahneman, D., Slovic, P. & Tversky, A. (1982). Judgment Under Uncertainty: Heuristics and Biases. Cambridge: Cambridge University Press. Lüer, G. (1991). Psychologie im Spiegel ihrer wissenschaftlichen Gesellschaft: Historische Fakten, Entwicklungen und ihre Konsequenzen. Bericht des Präsidenten zur Eröffnung des 37. Kongresses der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Kiel 1990. In D. Frey (Hrsg.), Bericht über den 37. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Kiel 1990, Bd. 2 (S. 30-43). Göttingen: Hogrefe.

Mausfeld, R. (2001). Wahrnehmung. In G. Wenninger (Red.), Lexikon der Psychologie: in fünf Bänden, Bd. 4 (S. 439–442). Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.

Meischner, W. (1999). Wilhelm Wundt. In H.E. Lück & R. Miller (Hrsg.), Illustrierte Geschichte der Psychologie (2., korr. Aufl.) (S. 35–40). Weinheim: Psychologie Verlags Union.

Musahl, H.-P. (1997). Gefahrenkognition: Theoretische Annäherungen, empirische Befunde und Anwendungsbezüge zur subjektiven Gefahrenkenntnis. Heidelberg: Asanger.

Musahl, H.-P. (2005). Arbeitssicherheit. In H.-P. Musahl, C. Schwennen & S. Hinrichs (Hrsg.), Arbeitssicherheit – Führung – Qualität (S. 5–33). Hamburg: Kovac.

Musahl, H.-P. & Hackenfort, M. (2004). Developmental changes of subjective danger: A challenge for prevention. Poster presented at Safety 2004, Wien (A). CD: Safety2004book/abstract. Rasmussen, J. (1986). Information Processing and Human-Machine Interaction. An Approach to Cognitive Engineering. New York: North-Holland.

Slovic, P., Fischhoff, B. & Lichtenstein, S. (1980). Facts and fears: Understanding perceived risk. In R.C. Schwing & W.A. Albers, Jr. (Eds.), Societal Risk Assessment. How Safe is Safe Enough? (pp. 463–489). New York: Plenum

CHEMISCHE NOXEN AM ARBEITSPLATZ UND IN DER UMWELT: EIN UPDATE

Tagungsbericht vom 8. Wiener Forum Arbeitsmedizin

ALEXANDER PILGER

Das 8. Wiener Forum Arbeitsmedizin im April dieses Jahres hatte sich zum Ziel gesetzt, aktuelle Fragen zur Exposition gegenüber chemischen Noxen und zur Risikoeinschätzung darzustellen und zu diskutieren. Bei der Auswahl der Beiträge und Schwerpunkte auf diesem umfangreichen Gebiet ließ man sich von folgenden Gedanken leiten:

- a) Was ist neu?
- b) Was ist vielleicht gar nicht so neu aber gegenwärtig interessant?
- c) Was lässt sich zur grundsätzlichen Problematik sagen?

Ein Aspekt, der sich wie ein roter Fa-

den quer durch die Beschreibung unterschiedlichster Expositions-Thematiken, wie z.B. reproduktionstoxische Wirkungen, biologische Arbeitsstoffe oder Kühlschmierstoffe, zog, war die große Vielfalt an potentiellen gleichzeitig wirksamen Belastungen. Allein für die Verwendung von Kühlschmierstoffen lassen sich etwa 240 Einträge zur toxikologischen Bewertung in der MAK-Liste für Stoffe und Stoffgruppen finden. Die Liste der Inhaltsstoffe reicht dabei von Mineralölen über Lösevermittler, Neutralisationsmittel, Komplexbildner, Fungizide, Korrosionsschutzmittel etc. bis hin zu Farb- und Duftstoffen. Zusätzliche Probleme treten aber auch durch mikrobielle Zersetzungsprodukte, Endotoxine, Reaktionsprodukte von Schmierfähigkeitsverbesserern und Abbauprodukte der Formaldehydabspalter auf. Ferner umfasst die Aufstellung aller in Kühlschmierstoff-Proben gefundenen Bakterienspezies ca. hundert Arten, von denen 18 in die Risikogruppe 2 fallen. Das bedeutet, dass auch entsprechend hohe Maßstäbe an

Am bekannten Beispiel des Aluminiumschweißens konnte gezeigt werden, dass bisherige Aussagen zur chronischen Toxizität von Aluminium nicht so eindeu-

die Hygiene an solchen Arbeitsplätzen

angelegt werden müssen.

tig sind wie bisher angenommen wurde. Frühere Untersuchungen zu M. Alzheimer im Zusammenhang mit Aluminiumexposition zeigen z. T. Schwächen im Studiendesign (kleine Kollektive, z. T. keine geeigneten Kontrollen) sowie in der Berücksichtigung von Confoundern und Mischexpositionen. Welche Mischexpositionen beim Aluminiumschweißen entscheidend für die Beeinträchtigung der Atemwege sind, ist ebenfalls noch nicht vollständig abgeklärt.

Hoch gingen die Emotionen im Auditorium bei der Diskussion über mögliche biologische Wirkungen von Nanopartikeln. Die Nano-Technologie lässt große Veränderungen in vielen Industriebereichen erwarten. Abschätzungen zu den biologischen Effekten von Nanopartikeln und Nanotubes kommen derzeit aber nur aus Vergleichen mit Ultra-Feinstaub und Asbest. Konkrete Daten zur Toxikologie beim Menschen liegen noch gar nicht vor. Dies führt verständlicherweise zu einer gewissen Verunsicherung, zumal Produkte der Nano-Technologie schon vielfach im Einsatz sind (z. B. elektronische Bauteile, Kosmetik). Zu diesem Thema gab es aber auch beruhigende Kommentare. Nano-Teilchen sind ja grundsätzlich nicht neu, sondern kommen auch natürlich in unserer Umwelt vor (Verbrennungsprodukte, Meersalzpartikel, Kieselalgenteile etc.). Außerdem gibt es eine sehr gut untersuchte Berufsgruppe, die zwar gegenüber Nano-Teilchen exponiert ist, aber kein dramatisches Gesundheitsrisiko aufweist: die Schweißer. Positiv kann auch gesehen werden, dass es in der industriellen Entwicklung der letzten fünfzig Jahre wohl kaum ein Feld gibt, auf dem so viel Begleitforschung wie in der Nano-Technologie angelaufen ist. Sicherlich muss aber dort zur Vorsicht aufgerufen werden, wo freie inhalierbare Teilchen vorliegen. In den meisten industriellen Anwendungen sind Nano-Partikel allerdings in eine Matrix eingebettet (z. B. Gläser, Lacke)

Reizthema Nano-Technologie

Komplexe Expositionsbedingungen sind häufig

Es gibt noch keine Daten zur Toxikologie von Nanopartikeln beim Menschen

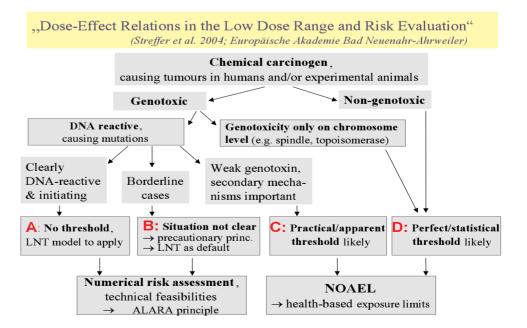
Vorsicht ist angebracht bei freien inhalierbaren Nanoteilchen Natürliche und künstliche Nanopartikel

Schwellenwerte für genotoxische Stoffe

Neues Schema zur Einstufung von Kanzerogenen

Abb. 1: Dose-Effect Relations in the Low Dose Range and Risk Evaluation (Streffer et al. 2004: Europäische Akademie Bad Neuenahr-Ahrweiler) und damit auch toxikologisch nicht mehr relevant. Eine Frage sollte aber Anlass zu Überlegungen geben: Was passiert mit Nano-Strukturen, wenn sie als Müll verwittern? Zudem wäre es beruhigend zu wissen, wie die quantitativen Verhältnisse zwischen natürlich vorkommenden und künstlich erzeugten Nano-Partikeln zu sehen sind und inwieweit sich natürliche und künstliche Nano-Teilchen in ihrer Wirkungsweise unterscheiden.

Was gibt es Neues bei der Bewertung kanzerogener Risiken? Zu dieser Frage wurden von Frau Prof. Degen Trends in der Entwicklung der Regulation kanzerogener Stoffe aufgezeigt und an den Beispielen Formaldehyd, Peroxide und Vinylacetat verdeutlicht. Für nicht-genotoxische Kanzerogene sind alle Gremien (IARC, EU, MAK u.a.) wohl bereit, unter Annahme eines Schwellenmechanismus so etwas wie einen Grenzwert anzunehmen. Bei den genotoxischen Kanzerogenen ist das schwierig. Die MAK-Kommission ist mit ihren Ansichten zu diesem Thema vorangegangen und hat 2 neue Kategorien der MAK Stoffe definiert. 2004 wurde die Kategorie 4 zur Verdeutlichung weiter ergänzt: es wird nicht mehr so klar gesagt, dass es sich um absolut nicht-genotoxische Stoffe handelt, sondern dass ein nicht genotoxischer Wirkungsmechanismus im Vordergrund steht und genotoxische Effekte bei Einhaltung des MAK- und BAT-Wertes keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielen. Ferner wurde hier ergänzt, dass nicht nur die Steigerung der Zellproliferation sondern auch die Hemmung des Zelltodes oder die Störung der Differenzierung zur Tumorinduktion beitragen können. In dieser Kategorie sind jetzt ein Dutzend Stoffe eingestuft (darunter auch Formaldehyd), für die man Arbeitsplatzgrenzwerte setzen kann. Unter Kategorie 5 fallen Stoffe mit krebserzeugender und genotoxischer Wirkung, deren Wirkungsstärke jedoch als so gering erachtet wird, dass unter Einhaltung des MAK- und BAT-Wertes kein nennenswerter Beitrag zum Krebsrisiko für den Menschen zu erwarten ist. In dieser Kategorie befinden sich Ethanol und Styrol. Neue Überlegungen zur Bewertung kanzerogener Stoffe kamen auch von der Europäischen Akademie Bad Neuenahr-Ahrweiler. Diese traf eine Unterscheidung zwischen DNA-reaktiven Substanzen und Stoffen, die über indirekte Effekte (z. B. über Interaktion mit Spindelproteinen o. Topoisomerasehemmung) zu Genotoxizität führen. Die Empfehlungen lauten folgendermaßen (Abb. 1): Für eindeutig DNA-reaktive Stoffe wird wie bisher kein Schwellenwert definiert, und zur Risikoabschätzung werden lineare Extrapolationsmodelle angewendet. In Fällen, die hinsichtlich der DNA-Reaktivität nicht so klar sind, sollte man genauso vorgehen. Bei schwach genotoxischen Stoffen oder Agentien, die über sekundäre Mechanismen zu Genotoxizität führen können, sollte hingegen durchaus an eine praktische oder auftretende Schwelle gedacht werden. Für nicht genotoxische Stoffe sind aufgrund theoretischer Überlegungen perfekte statistisch und biologisch begründbare Schwellenwerte denkbar.



Hormesis: Nicht die Ausnahme. sondern die Regel?

Es gibt gute Beispiele für nicht-monotone Dosis-Wirkungs-Beziehungen. Unklar ist aber, inwieweit diese auf klare Endpunkte der Toxizität übertragbar sind

Nicht-monotone Dosis-Wirkungs-Beziehungen sind auch im Bereich der chemischen Kanzerogenese denkbar

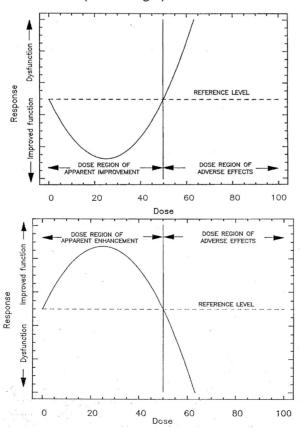
(links) Abb. 2: Hormesis: U-Form der Dosis-Wirkungsbeziehung

(rechts) Abb. 3: Denkmodell für eine U-förmige Dosis-Wirkungsbeziehung bei Mutationen durch Überlagerung von Einzeleffekten (hier: DNA-Schäden und Zellteilung)

Alle europäischen Diskussionsforen zu Schwellenwerten für genotoxische Stoffe sind sich aber darüber einig, dass die biologischen Wirkungsmechanismen bei der Bewertung von Kanzerogenen in Zukunft eine stärkere Rolle spielen müssen als bisher.

Das vieldiskutierte Thema der sog. Hormesis wurde von Herrn Prof. Lutz in seinem Beitrag zu Effekten im Niedrigstdosisbereich erörtert. Im Zentrum der Risikoabschätzung in der Toxikologie steht ja das fundamentale Konzept der Dosis-Wirkungs-Beziehung, für das traditionellerweise lineare Modelle herangezogen werden. Neuerdings wird hingegen die Annahme diskutiert, dass Dosis-Wirkungsbeziehungen im Allgemeinen durch U-förmige Kurven beschreibbar sind. Es geht also im Grundsätzlichen um nichtmonotone Dosis-Wirkungs-Beziehungen, d.h. Dosis-Wirkungs-Kurven, die nicht immer in die gleiche Richtung gehen. Mit dem Begriff der Hormesis ist diese U-Form der Dosis-Wirkungs-Beziehung gemeint, und damit ist praktisch eine Wertigkeit verbunden:

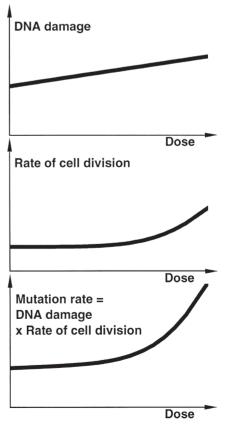
- a) die Stimulation eines physiologischen Prozesses im Niedrigstdosisbereich
- b) eine Umkehr der Wirkung (und damit eine Inhibition) im höheren Dosisbereich (Abbildung 2).



Ein sehr schönes Beispiel aus der Pharmakologie wurde hier anhand der Produktion von cAMP in bestimmten Regionen des Rattengehirns in Abhängigkeit von Adenosin-Analoga dargestellt. Dies zeigte überzeugend, dass nicht-monotone Dosis-Wirkungs-Beziehungen real sein können. Es stellt sich jedoch die Frage, inwieweit dies auf klare Endpunkte der Toxizität, denen ja eine Qualität zugeordnet werden kann, übertragbar ist. Die meisten Beobachtungen von Hormesis betreffen physiologische Prozesse (Metabolismus, Wachstum, Vermehrung) und sind oft nur in Zeitfenstern erfassbar. Im Bereich der chemischen Kanzerogenese wurden aber noch kaum nicht-monotone Dosis-Wirkungs-Beziehungen festgestellt. Wie dies dennoch theoretisch möglich wäre, wurde eindrucksvoll an dem einfachen Fall der gleichzeitigen Betrachtung

- a) der Bildung von DNA-Schäden und b) der Modulation des Zellzyklus
- (Abbildung 3) dargestellt.

Die Geschwindigkeit der Zellteilung muss der Entstehung von DNA-Schäden überlagert werden. Mit hoher Zellteilungsrate steigt ja die Wahrscheinlichkeit für Substitutionsmutationen, da die Zeit für die DNA-Reparatur erniedrigt ist. Hier besteht nun die Möglichkeit, dass selbst bei linea-



Wahrscheinlichkeitsangaben können missverständlich sein

Statistische Informationen werden häufig falsch interpretiert

Angabe von natürlichen Häufigkeiten statt von Wahrscheinlichkeiten rem Anstieg der DNA-Schäden für die Mutationsrate (und damit vielleicht auch für die Tumorinzidenz) eine nicht-monotone Dosis-Wirkungs-Beziehung resultiert, wenn eine nicht-monotone Dosis-Wirkungs-Beziehung für die Zellteilung besteht. Ein wichtiger Aspekt ist allerdings auch die inter-individuelle Variabilität. Unterschiedliche Individuen können unterschiedliche Dosisbereiche hinsichtlich der Induktion von DNA- oder Proteinschäden aufweisen. In der mathematischen Modellierung ergibt sich daraus für einige Individuen ein monotoner Effekt, während andere Individuen einen hormetischen Effekt aufweisen. Zusammenfassend wurde betont, dass Hormesis wohl kaum als generelle Grundannahme für toxikologische Risiko-Extrapolation gelten kann.

Wir sind heute einer Flut von statistischen Nachrichten ausgesetzt, und immer dominanter stellen Statistiken und Risikoabschätzungen eine Basis für die Meinungsbildung und Entscheidungsfindung dar. Unglücklicherweise aber haben die meisten Adressaten – Experten nicht ausgenommen – große Schwierigkeiten solche Nachrichten richtig zu interpretieren. Selbst bei Erhebungen in medizinischen Beratungsstellen konnte gezeigt werden, dass oft nur vage Vorstellungen zu Fragen der Prävalenz, Spezifität, Sensitivität und zum positiven Vorhersagewert von Untersuchungen bestehen. Einige Beispiele aus der Praxis demonstrierten hier eindrucksvoll, auf welche Weise eine Verbesserung in der Kommunikation von Wahrscheinlichkeiten erzielt werden kann.

Dabei wurde festgestellt, dass die Angabe von Wahrscheinlichkeiten oft zu Missverständnissen führt. Mathematisch macht es zwar wenig Unterschied, ob statistische Aussagen als Wahrscheinlichkeiten, Prozentsätze oder absolute Häufigkeiten angegeben werden, doch in psychologischer Hinsicht gibt es hier einen nachweisbaren Unterschied. Genauer gesagt wird das Verstehen von statistischen Aussagen durch die Angabe natürlicher Häufigkeiten erheblich erleichtert, und zwar beim Laien wie beim Experten. Der besondere Vorteil von natürlichen Häufigkeiten liegt darin, dass genau spezifiziert wird, worauf sich die Aussage bezieht (Angabe der Referenzklasse). Fehlt die Angabe der Referenzklasse, so gibt es unterschiedliche Interpretationen, worauf sich die Wahrscheinlichkeit bezieht. Das bedeutet ganz einfach, dass die Verständlichkeit statistischer Informationen von deren Format und Darstellungsform abhängt. Das muss bei der Kommunikation von Risiken berücksichtigt werden.

Abgerundet wurde das breite Programm des 8. Wiener Forums Arbeitsmedizin durch Informationen über neue Technologien in der Chip-Fertigung, technische Vorkehrungen zur Verminderung von Luftverunreinigungen und Nachsorgemaßnahmen bei ehemals asbeststaubexponierten ArbeitnehmerInnen. Eines erscheint nach diesem Workshop klar: Das Thema der Expositions- und Risikobeurteilung am Arbeitsplatz und in der Umwelt ist und bleibt brisant.

ARBEITEN IN SAUERSTOFFREDUZIERTER ATMOSPHÄRF

PETER ANGERER
INSTITUT UND
POLIKLINIK FÜR
ARBEITS- UND
UMWELTMEDIZIN,
KLINIKUM DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN,
ZIEMSSENSTR. 1,
80336 MÜNCHEN,
DEUTSCHLAND
PETER ANGERER MED.
UNI-MUENCHEN.DE

Brandschutz durch Reduktion des Sauerstoffgehaltes in der Luft

Für die Oxygenierung des Blutes ist der Sauerstoffpartialdruck in der Atemluft entscheidend

Abb. 1: Brandversuch unter 21 Vol% Sauerstoff/ 78 % Stickstoff (normale Luft) und 15 % Vol% Sauerstoff/ 84 % Stickstoff (Brandvermeidungsanlage)

Physiologisch sind normobare Hypoxie und hypobare Normoxie gleichzusetzen Eine neue Brandschutztechnologie, die seit dem Jahr 2000 in Deutschland zunehmend angewandt wird und auch international Verbreitung findet, beruht auf der permanenten Verminderung des Sauerstoffgehaltes durch Erhöhung des Stickstoffgehaltes in der Luft geschützter Bereiche. Durch ein geändertes Verhältnis von Stickstoff zu Sauerstoff wird die Entstehung eines Brandes verhindert. Daher wird im Folgenden auch von einer Brandvermeidungsanlage gesprochen (Abbildung 1). Der Sauerstoffanteil wird, je nach zu schützendem Gut, von 21 % auf 15%-13% reduziert, was vom physikalischen Sauerstoffpartialdruck her terrestrischen Höhen von etwa 2700 m bis 3850 m entspricht. Die Absenkung des Sauerstoffpartialdrucks durch den verminderten Gesamtluftdruck in der Höhe (hypobare Hypoxie) und durch die Absenkung des Sauerstoffanteils (normobare Hypoxie) wirken additiv, was arbeitsmedizinisch zu beachten ist, wenn sich eine Brandschutzanlage in wesentlicher Höhe über dem Meeresspiegel befindet. Geschützt werden Rechnerzentren, Lager mit sehr wertvollen oder mit brennbaren Stoffen, Museen u.v.a.

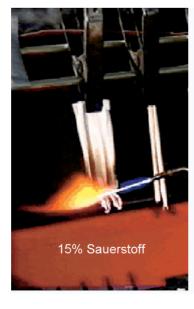
In so brandgeschützten Räumen arbeiten zeitweilig Menschen, z.B. für Kontrollgänge, Wartungsarbeiten, Reparaturen. Dies wirft eine Reihe dringender arbeitsmedizinischer Fragen auf.

Physiologische Reaktionen

Physiologisch ist für die Oxygenierung des Blutes der Sauerstoffpartialdruck in der Atemluft entscheidend und nicht der Sauerstoffanteil. Sowohl eine Verminderung des Luftdrucks bei unverändertem Sauerstoffanteil in der Höhe (hypobare Hypoxie) als auch ein verminderter Sauerstoffanteil bei unverändertem Luftdruck (normobare Hypoxie) vermindern den Sauerstoffpartialdruck. Durch wissenschaftliche Untersuchungen ist empirisch belegt, dass normobare und hypobare Hypoxie vergleichbare Auswirkungen auf den arteriellen Sauerstoffpartialdruck und die folgenden Reaktionen (s. u.) haben, wobei die hypobare Hypoxie einen etwas stärkeren Abfall des arteriellen Sauerstoffpartialdrucks hervorruft als die normobare Hypoxie. Somit sind auch die physiologischen Wirkungen der Sauerstoffpartialdrücke in 2700 m Höhe bei 15 Vol % Sauerstoff mit denen von 3840 m Höhe mit 13 Vol % Sauerstoff in medizinischer Hinsicht vergleichbar (Abbildung 2).

Der Abfall des Sauerstoffpartialdrucks ruft innerhalb von Sekunden bis Minuten

> im Blut eine Intensivierung der Atmung und die Aktivierung des sympathischen Nervensystems mit Anstieg der Herzfrequenz und Umverteilung der Zirkulation hervor, wobei die Lungenstrombahn konstringiert, während koronare und zerebrale Arterien dilatieren. Andere Adaptationsvorgänge wie die Erhöhung des Hämoglobins, angestoßen durch die vermehrte Erythropoetinproduktion, finden



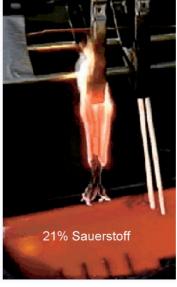
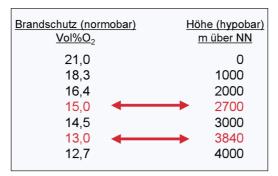


Abb. 2: Vom Sauerstoffpartialdruck her vergleichbare Höhenlagen und Sauerstoffkonzentrationen im Brandschutz



innerhalb von Tagen bis Wochen statt (Ward et al. 2000).

Akute Höhenkrankheit

Aus umfangreichen Erfahrungen der Höhenmedizin ist zu erwarten, dass ein Teil der exponierten Personen (über 10%) bereits in den ersten Stunden (über minutenweise Exposition lassen sich aus der Höhenmedizin keine Aussagen machen) einzelne Symptome (z. B. Kopfschmerzen, Müdigkeit) bekommt, die in Kombination das Syndrom der "akuten Höhenkrankheit" definieren. Üblicherweise wird die Krankheit definiert als Kopfschmerz plus eine oder mehrere der Symptome Appetitlosigkeit/Übelkeit/Erbrechen, Müdigkeit/Mattigkeit/Schwäche, Schwindel, Schlafstörungen (bei Übernachtung), in Zusammenhang mit dem Aufenthalt in der Höhe. Ein Vollbild der akuten Höhenkrankheit in den ersten 6 h nach Expositionsbeginn ist aufgrund der Literaturdaten unwahrscheinlich; die Krankheit tritt meist innerhalb der ersten 24 Stunden nach Erreichen der Höhe auf. Die Inzidenz der Erkrankungen wird in verschiedenen Studien sehr unterschiedlich beziffert. Sie liegt im Bereich 2700-3850 m sicher über 10% (Angaben bis zu ca 40%).

Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen sind erforderlich

Kein gravierendes

Einhaltung der

technischen und

medizinischen

Vorkehrungen

empfohlenen

Gesundheitsrisiko bei

Gesundheitsrisiko unter hypobarer und normobarer Hypoxie – Analyse der wissenschaftlichen Literatur

In einer systematischen Analyse der wissenschaftlichen Literatur haben wir die publizierten Erkenntnisse über die Wirkungen von hypobarer Hypoxie und normobarer Hypoxie zusammengetragen und im Hinblick auf die gesundheitlichen Auswirkung des Arbeitens in sauerstoffre-

duzierter Atmosphäre kritisch bewertet (Angerer und Nowak 2003). Die Erkenntnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen: Systematisch ausgewertete Erfahrungen hinsichtlich des gesundheitlichen Risikos in exakt dieser Situation, d.h. der Arbeit in sauerstoffreduzierter Atmosphäre in Brandvermeidungsanlagen, gibt es nicht. Jedoch kann auf Basis einer detaillierten Auswertung zahlreicher Untersuchungen an Personen im Bergtourismus, Bergsport, Leistungssport, Luftverkehr und in militärisch relevanten Situationen (z. B. in U-Booten) davon ausgegangen werden, dass keine gravierenden Gesundheitsgefahren für die Beschäftigten bestehen, sofern die empfohlenen technischen und medizinischen Sicherheitsvorkehrungen eingehalten werden. Bei Personen mit Lungenerkrankungen und Hypoxie in normaler Luft wird unter hypobarer Hypoxie der arterielle Sauerstoffpartialdruck berechenbar weiter absinken. Personen mit koronaren Ischämien werden diese unter Hypoxie bei geringeren Belastungen erleiden als unter Normoxie. Personen mit Herzinsuffizienz werden Hypoxie noch schechter belastbar sein.

Schlussfolgerungen für den Arbeitsschutz und die Arbeitsmedizin

Die wesentliche arbeitsmedizinische Schutzmaßnahme ist aus unserer Sicht eine ärztliche Untersuchung vor Aufnahme der Tätigkeit, durch die Personen erkannt werden sollen, die bei Betreten sauerstoffreduzierter Räume in Gefahr geraten könnten. Unser Vorschlag für eine solche Vorsorgeuntersuchung orientiert sich am Format der Berufsgenossenschaftlichen Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen, weicht aber insofern ab, als sich das Programm auf eine strukturierte Anamnese, körperliche Untersuchung, EKG und Blutbild beschränkt, jedoch niedrigschwellig eine weitere fachärztliche Untersuchung vorsieht, wenn Anzeichen einer entsprechenden Erkrankung gefunden werden. In Deutschland wird in der Praxis alternativ auch die (umfassendere) offizielle Berufsgenossenschaftliche Untersuchung für Träger von Atemschutz (G 26.2 oder G 26.3) angewandt.

Gründe für Nichteignung; Bedenken vor allem bei Personen mit Herzkrankheiten.

Bisher publizierte Daten lassen sich nicht unkritisch auf berufliche Tätigkeiten in Sauerstoffreduzierter Atmosphäre übertragen

Zur plötzlichen Exposition gegenüber normbarer Hypoxie gibt es wenig Erfahrungswerte Die von uns vorgeschlagenen Kriterien begründen arbeitsmedizinische Bedenken für eine solche Tätigkeit v. a. bei Personen mit Herzkrankheiten, bei denen es bereits unter Belastungsbedingungen in normaler Luft zu Ischämien oder Dekompensation der linksventrikulären Funktion kommt ferner bei Personen mit stenosierender Atherosklerose in anderen Gefäßabschnitten, bei Personen mit ausgeprägten Anämien, bei Personen mit Lungenerkrankungen, deren arterieller Sauerstoffpartialdruck in normobarer Hypoxie voraussichtlich (Berechnung nach Formel) unter 55 mmHg liegen wird.

Weitere technische und organisatorische Voraussetzung für einen sicheren Umgang mit dieser Brandschutztechnologie sind aus unserer Sicht folgende Punkte:

- · Kennzeichnung geschützter Räume
- Anzeige der Sauerstoffkonzentration außerhalb und innerhalb des Raumes
- ggf. Alarm bei Unterschreitung des unteren Sauerstoffwertes
- Regelung des Sauerstoffgehalts in engen Grenzen um den Zielwert (minimal 13 Vol%) (üblicherweise Gegenregulation spätestens bei 0,4 Vol% Abweichung vom Zielwert)
- Messung der Sauerstoffkonzentration an mehreren Stellen des Raumes
- Beschränkung des Personenkreises mit Zutrittsrechten
- Nur Personen, die eine ärztliche Vorsorgeuntersuchung durchlaufen haben, dürfen die Räume betreten.
- Information und Unterweisung von Beschäftigten
- Engmaschiges Monitoring der exponierten Personen durch den Betriebsarzt mindestens während der ersten Monate nach erstem Betreten der Anlage.
- Sauerstoffreduzierte Räume sind nicht als Dauerarbeitsplätze gedacht. Die kontinuierliche Aufenthaltsdauer sollte begrenzt werden (maximal 6 Stunden, besser 2 Stunden).
- Das Betreten sollte freiwillig bleiben, inbesondere da Beschwerden im Sinne von Anzeichen einer akuten Höhenkrankheit auftreten können.

Keine ausreichende Begründung sehen wir für die Forderung, die Arbeitsschwere von vorneherein zu begrenzen; hier kann u. E. nur individuell entschieden werden, wie die Belastung minimiert werden kann (z. B. Sauerstoffkonzentration bei schweren Arbeiten vorübergehend erhöhen, Umgebungsluft, unabhängiges Atemgerät oder Arbeiten in der Geschwindigkeit, die der Leistungsfähigkeit des Arbeitenden angepasst ist).

Randomisierte doppelblinde Untersuchung zur kurzzeitigen Wirkung von normobarer Hypoxie

Die Übertragung der publizierten Erkenntnisse, die sich z.T. auf Untersuchungen in normobarer Hypoxie, jedoch überwiegend auf Untersuchungen in hypobarer Hypoxie stützen, auf die berufliche Tätigkeit in sauerstoffreduzierter Atmosphäre ist in folgenden 3 Punkten kritisch:

- Normobare und hypobare Hypoxie haben im Wesentlichen vergleichbare, aber nicht vollständig gleiche physiologische und gesundheitliche Auswirkungen; u. U. sind die Wirkungen normobarer Hypoxie geringer ausgeprägt als die hypobarer Hypoxie.
- 2. In der Regel findet die Exposition gegenüber hypobarer Hypoxie allmählich statt in Zeiträumen von Minuten bis Tagen (Aufstieg mit dem Flugzeug, Fahrt mit einer Bergbahn, Ersteigen eines Berges etc.); die Exposition gegenüber normobarer Hypoxie in einer Brandvermeidungsanlage passiert dagegen in der Regel plötzlich innerhalb von Sekunden (Öffnen der Türe und Betreten des Raumes).
- 3. Viele der untersuchten Aktivitäten in der Höhe finden in der Freizeit oder unter den speziellen Voraussetzungen militärischer Übungen statt. Auch wenn die physiologischen und pathophysiologischen Auswirkungen gleich sind, ist aufgrund der Fürsorgepflicht des Arbeitgebers am Arbeitsplatz besondere Vorsicht geboten.

Zur Prüfung der Fragen, welche Auswirkungen plötzlich einwirkende normobare Hypoxie im für den Brandschutz relevanten Bereich auf (1) physiologische Reaktionen (Sauerstoffsättigung, Herzfrequenz, Blutdruck), (2) auf Beschwerden im Sinne der akuten Höhenkrankheit,

Folgerungen aus der Münchener Studie

Empfehlungen der Deutschen Berufsgenossenschaft (3) kognitive und psychomotorische Leistungfähigkeit; (4) den Herzrhythmus (5) die Lungenfunktion sowie (6) das – klinisch geprüfte - Gleichgewicht hat, führten wir eine randomisierte doppelblinde, experimentelle Expositionsstudie im Crossover-Design durch. Dabei wurden 89 Personen (45 zwischen 18 und 30 Jahren und 44 zwischen 45 und 65 Jahren) zunächst entsprechend dem o.g. Untersuchungsprogramm ärztlich untersucht und – wenn keine Ausschlusskriterien vorlagen - an 3 aufeinanderfolgenden Werktagen jeweils zur gleichen Uhrzeit und für die Dauer von 2 h in einem Experimentierraum folgenden 3 Sauerstoffkonzentrationen ausgesetzt: 13,8, 15,9 und 20,9 Vol % Sauerstoff auf einer Höhe von 500 m (München).

Die wesentlichen Ergebnisse der Studie (z. T. publiziert: Angerer et al. 2004, Angerer et al. 2005) lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die physiologischen Reaktionen (Abfall der Sauerstoffsättigung, Anstieg des Pulses in Ruhe und bei körperlicher Belastung, keine wesentliche Änderung des Blutdrucks) fallen so aus, wie aufgrund der Literaturdaten zu normobarer und hypobarer Hypoxie zu erwarten war.
- Die Lungenfunktion verändert sich nicht.
- In klinischen Gleichgewichtsuntersuchungen (Romberg Test, Unterberger) lassen sich in keinem Fall pathologische Reaktionen nachweisen.
- Es lassen sich keine Veränderungen der geistigen und psychomotorischen Leistungsfähigkeit nachweisen. Getestet wurden mit neuropsychologisch und arbeitsmedizinisch anerkannten Tests die basale kognitive Leistungsfähigkeit, die Konzentrationsfähigkeit, die Reaktionsfähigkeit auf einfache Reize sowie auf komplexe, sich adaptativ beschleunigende Reizkombinationen (Belastungstest), die aktive und passive Gedächtnisleistung sowie die Fähigkeit zu Lösung komplexer Probleme (Intelligenztest).
- Die Exposition gegenüber normobarer Hypoxie bewirkt eine Zunahme von Kopfschmerzen, Müdigkeit, sowie dem Gefühl von Kurzatmigkeit und Herzklopfen (insbesondere unter Belastung). In der Untersuchung vergingen die Beschwerden spontan kurzzeitig

- nach der Exposition und waren in keinem Fall so ausgeprägt, dass ein Teilnehmer den Wunsch geäußert hätte, die Untersuchung abzubrechen.
- Es ist nicht möglich, aufgrund der Beschwerden während einer Exposition Beschwerden bei der nächsten Exposition zu prognostizieren.
- Unterschiede in den Reaktionen auf die Exposition finden sich zwischen dem natürlichen Sauerstoffgehalt und 15,9 Vol % Sauerstoff. Der Unterschied zwischen 15,9 und 13,8 Vol % Sauerstoff fällt vergleichsweise geringer aus.
- Ein akute Erkrankung in Zusammenhang mit der Hypoxieexposition wurde in der Untersuchung nicht beobachtet.
- Behandlungsbedürftige Herzrhythmusstörungen traten nicht auf. Bei manchen Personen mit ventrikulären Extrasystolen in Normoxie wurden eine Zunahme in Hypoxie beobachtet.

Empfehlungen und Leitlinien von Berufsgenossenschaften und staatlichem Arbeitsschutz

Folgend unseren o.g. Vorschlägen wurden aktuelle Empfehlungen zum Arbeitsschutz primär vom Arbeitskreis Feuerschutz (angesiedelt beim Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften) ausgesprochen, zuletzt im Dezember 2003 (Stand Mai 2005). Demnach müssen alle Personen, die Räume betreten, in denen der Sauerstoffgehalt 13–17 Vol % beträgt, sich einer arbeitsmedizinischen Vorsorge unterziehen; unterhalb von 15 Vol % darf nur leichte körperliche Tätigkeit verrichtet werden.

Die Berufsgenossenschaft für Feinmechanik und Elektrotechnik schreibt für ihre Mitgliedsunternehmen davon abweichend das Tragen von Umgebungsluft unabhängigem Atemschutz vor, wenn eine Sauerstoffkonzentration von 15 Vol % unterschritten wird. Dies wird auch von der im April 2005 veröffentlichen "Handlungsanleitung für die Beurteilung von Arbeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre für die Arbeitschutzverwaltungen der Länder" gefordert. Wieweit diese Anleitung in die Praxis umgesetzt wird, bleibt den einzelnen Entscheidungsträgern (Gewerbeärzte u. a.) überlassen und somit

Der Stellenwert der Ergometrie in der Vorsorgeuntersuchung ist zu hinterfragen

Bisher ist kein Fall einer Erkrankung im Zusammenhang mit der Arbeit in Sauerstoffreduzierter Atmosphäre bekannt geworden abzuwarten. Beide Anleitungen fordern eine Ergometrie in der Vorsorgeuntersuchung, was wir nicht tun, da bei einer erwartet niedrigen Prävalenz einer Koronaren Herzkrankheit der positive prädiktive Wert eines positiven Befundes weit unter 50 % liegt und somit viele falsch positive Befunde zu unnötiger invasiver Diagnostik führen (Angerer et al. 2003).

Epidemiologische Untersuchung zu Arbeitsschutz und Gesundheitsrisiken in Brandschutzanlagen in Deutschland

Der aktuelle Stand der sicherheitstechnischen Regelungen und der arbeitsmedizinischen Betreuung von Personen in deutschen Anlagen war bislang nur kasuistisch bekannt. Ziel einer aktuellen Untersuchung war daher, (1) Informationen über die arbeitsmedizinischen und sicherheitstechnischen Regelungen aller in Deutschland installierten Anlagen zu sammeln und systematisch auszuwerten, und (2) Beschwerden und Erkrankungen exponierter Beschäftigter zu erfassen und mit denen von Kontrollpersonen aus den gleichen Betrieben zu vergleichen.

Über die Referenzlisten der Anlagenhersteller sowie über persönliche Kontakte und Hinweise von Betriebsärzten wurden die Brandvermeidungsanlagen identifiziert. In einem 2. Schritt wurde versucht, zuständige Betriebsärzte, Sicherheitsfachkräfte oder zumindest Personen in Erfahrung zu bringen, die für das Personal in den Anlagen verantwortlich sind. Diese Personen bekamen, sofern nicht schon während der Recherche Kontakt und Befragung stattfanden, schriftlich Interviewfragen zugestellt, die dann in einem telefonischen Interview beantwortet wurden. Gefragt wurde nach organisatorischen und technischen Regelungen und gesundheitlichen Vorkommnissen. Wenn sich in den Anlagen Personen in Bereichen mit Sauerstoffkonzentrationen zwischen 13-16,9 Vol % aufhielten, wurde der Interviewpartner gebeten, Fragebögen an alle Exponierten und eine entsprechende Zahl von Kontrollpersonen möglichst aus der gleichen Abteilung weiterzugeben. Die Fragebögen enthielten den Hinweis auf die Firma, waren ansonsten anonym und mit an uns adressierten Rückumschlägen versehen. In den Fragebögen wurde nach Beschwerden während und nach der Arbeit sowie nach Erkrankungen gefragt.

Von 47 identifizierten Anlagen konnten in einem Interview über 35 Informationen eingeholt werden, in 6 Anlagen fand sich kein Ansprechpartner. Die Ansprechpartner in 6 weiteren Anlagen lehnten ein Interview ab. 4 Anlagen arbeiten mit 13 Vol %, 2 mit 14 Vol %, 20 mit 15 Vol %, und 4 mit 16 Vol% Sauerstoff (Konzentrationen z. T. auf- oder abgerundet). 2 Anlagen werden mit Konzentrationen weit unter 13 Vol%, 3 mit Konzentrationen von 17 Vol% oder darüber betrieben. In 4 weiteren Anlagen wird die Konzentration stets vor Betreten auf mindestens 17% erhöht. Somit findet in 26 der 35 Anlagen eine arbeitsmedizinisch relevante Exposition statt. Die Gesamtzahl der dort regelmäßig Exponierten errechnet sich mit über 600 Personen. Der Zugang ist in 97% der Anlagen durch diverse Sicherheitsvorkehrungen auf einen definierten Personenkreis beschränkt, arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen werden nur für 57% der Anlagen gefordert. Es war unseren Ansprechpartnern kein Fall einer Erkrankung in Zusammenhang mit der Arbeit in sauerstoffreduzierter Atmosphäre erinnerlich.

In 15 der 26 Anlagen erklärten sich die Ansprechpartner bereit, an exponierte und nicht exponierte Kontrollpersonen Fragebögen zu verteilen. Von den 260 Fragebögen an Exponierte erhielten wir 214 (84%) zurück, von den 162 Fragebögen an Kontrollen 121 (72%). Die Kontrollen kamen aus denselben Abteilungen, unterschieden sich aber von den Exponierten in folgenden Punkten: häufiger männliches Geschlecht (93 % versus 79 %, p<0,001) und häufiger mittelschwere körperliche Belastung (23 % versus 11 %, p = 0.016). Chronische Herz-, Kreislauf-, Gefäß- und Lungenerkrankungen waren in beiden Gruppen gleich häufig (7,8 % versus 5,5 %, n. s.).

81% der Exponierten arbeiteten bereits länger als 1 Jahr in sauerstoffreduzierter Atmosphäre. Die geschätzte Häufigkeit der Exposition: 21% arbeiten täglich, 32% wöchentlich, 34% monatlich und 12% jährlich in Hypoxie. Die gewöhnliche Dauer der einzelnen Aufenthalte lag bei 24% der Befragten im Bereich von Minu-

Beschwerden wie bei gehäuft vor

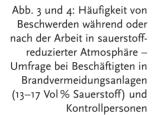
der akuten Höhenkrankheit kamen bei den Exponierten nicht ten, bei 55 % im Bereich von bis zu einer Stunde und bei 21 % bei mehr als einer Stunde (bis mehrere Stunden).

Akute Erkrankungen oder Neuauftreten chronischer Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems in den vergangenen drei Jahren wurden von keiner Person berichtet, eine Überhäufigkeit bei den Exponierten hinsichlich anderer Erkrankungen zeigte sich nicht.

Die Häufigkeit von Beschwerden während oder nach der Arbeit in sauerstoffreduzierter Atmosphäre ist in der Abbildung 3 und 4 dargestellt. Häufiger bei Exposition waren spürbarer Herzschlag ("Herzklopfen"), Schwindel und das Gefühl, vermehrt/erschwert zu atmen.

Weitere Beschwerden wie Müdigkeit, Schlafstörungen nach Arbeitstagen, Rückenschmerzen, Gelenkschmerzen und Nackenschmerzen waren signifikant häufiger in der Kontrollgruppe. Entgegen unseren Annahmen kamen Beschwerden der akuten Höhenkrankheit bei den Exponierten nicht gehäuft vor.

Die Untersuchung hat allerdings - insbesondere hinsichtlich der Aussage zu akuten Erkrankungen - ihre Grenzen durch die nur partielle Erfassung der Anlagen und der Beschäftigten in Deutschland sowie die mit Hinblick auf die Erfassung seltener Ereignisse relativ geringe Fallzahl.



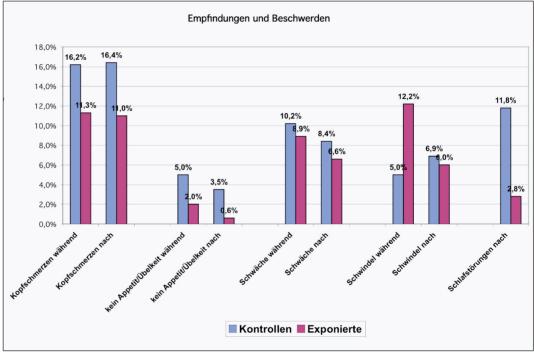
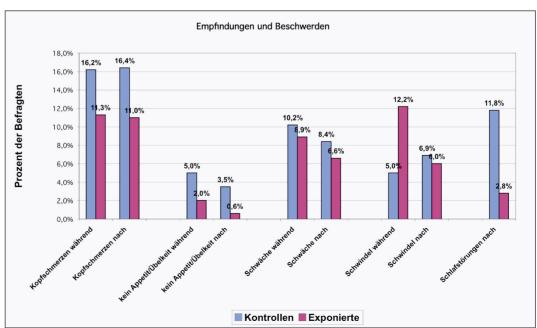


Abb. 4



Eine epidemiologische Kohortenstudie an 600 Personen im Arbeitsbereich < 17–15 Vol% Sauerstoffgehalt ist angelaufen

Bisherige Erfahrungen sprechen dafür, dass Arbeit unter Bedingungen normobarer Hypoxie mit 17–13 Vol% Sauerstoff ohne umgebungsluftunabhängigen Atemschutz arbeitsmedizinisch vertretbar ist

Ausblick

Wir beginnen derzeit eine epidemiologischen Kohortenstudie an geplant 600 Personen, die in sauerstoffreduzierter Atmosphäre im Bereich < 17-15 Vol % beruflich tätig sind und an entsprechenden 600 Kontrollpersonen. Die Untersuchung soll über ein Jahr die Inzidenz von Erkrankungen und Beschwerden unter realen Arbeitsbedingungen in entsprechend brandgeschützten Räumen untersuchen. Eine Zwischenauswertung nach prädefinierten Kriterien ist für das Jahr 2007 geplant: Sollte sich eine Überhäufigkeit ernster Erkrankungen zeigen, würde die Studie abgebrochen, anderenfalls über ein weiteres Jahr unter Einschluss von Personen, die in Schutzbereichen mit < 15-13 Vol % arbeiten, fortgesetzt.

Die bisherigen Erfahrungen sprechen dafür, dass Arbeit in sauerstoffreduzierter Atmosphäre unter Bedingungen der normobaren Hypoxie mit 17–13 Vol % Sauerstoff ohne umgebungsluftunabhängigen Atemschutz arbeitsmedizinisch verantwortbar ist, wenn die o.g. Schutzmaßnahmen eingehalten werden, als deren wichtigsten Bestandteil wir eine arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung ansehen, die Personen mit potentiell gefähr-

denen Erkrankungen erkennen soll. Die empirische Überprüfung der bisher gesammelten Erkenntnisse an einem großen Kollektiv lässt erste Ergebnisse im Jahr 2007 erwarten.

Literatur

Angerer P., Nowak D. (2003): Working in permanent hypoxia for fire protection-impact on health. Int Arch Occup Environ Health 76, 87–102.

Angerer P., Berghoff E., Nowak D. (2003): Evidenzbasiertes Vorgehen zur Diagnostik der koronaren Herzkrankheit bei arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen

In: Scheuch K., Haufe E. (Hrsg) Verh. Dtsch. Ges. Arbeitsmed. Umweltmed. 43, 561–563.

Angerer P., Prechtl A., Wittmann M., Nowak D. (2004): Arbeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre- Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit. In: Baumgartner E., Stork J. (Hrsg) Verh. Dtsch. Österr. Ges. Arbeitsmed. Umweltmed. 44, 124–127. Angerer P., Bäuerle V., Härle C., Prechtl A. (2005): Auswirkungen von normobarer Hypoxie bei gesunden Probanden auf kardiale Rhythmusstörungen. Verh. Dtsch. Ges. Arbeitsmed. Umweltmed. 45 (im Druck).

Angerer P., Albers K., Nowak D. (2005): Arbeitsplätze in Brandvermeidungsanlagen in Deutschland: Exposition und Auswirkung von Hypoxie auf Beschäftigte. Verh. Dtsch. Ges. Arbeitsmed. Umweltmed. 45 (im Druck).

Ward P. W., Milledge J. S., West J. B. (2000): High altitude medicine and physiology. Arnold, London.

Arbeitsmedizinisches "Refresher"-Seminar zur Vorbereitung auf die Facharztprüfung

In Erwartung einer neuen Verordnung über die Zulassung von Betriebsärzten zur Facharztprüfung für das Fach Arbeitsmedizin plant die AUVA ein 3-wöchiges Seminar. Die Teilnahme ist freiwillig.

Vorgesehener Termin: 8. – 18. 11. 2005 (zwei Wochen)

März 2006 (eine Woche)

Auskunft: Dr. Anton Hinger

Tel.: 01/33111-517



HEINZ FUCHSIG, AUVA AUSSENSTELLE INNSBRUCK, MEINHARDSTR. 5A, 6020 INNSBRUCK

> Arbeitsmedizinische Qualitätszirkel in Tirol

Kreativität im Ideenaustausch

DIE AUVA INFORMIERT

Qualitätszirkel – Erfahrungsaustausch, Lernen vom Kollegen, Selbsthilfegruppe von ArbeitsmedizinerInnen

In Tirol existiert seit einem Jahr ein Qualitätszirkel für ArbeitsmedizinerInnen (anders strukturiert als die QS von AUVAsicher). Auf privater Basis treffen sich in einem abgeschlossenen Zimmer (Ruhe ist sehr wichtig) eines Gasthauses 5- bis 6-mal pro Jahr für 2 Stunden 10–15 Kollegen, um Erfahrungen, Selbstzweifel und Kochrezepte, Unterstützung und Hilfe auszutauschen.

Themen wie Rechtssicherheit, Organisation und Einkauf bei Impfaktionen, Motivationsmöglichkeiten zur Umsetzung von Hautschutzplänen, Iohnende Angebote in der Betreuung von Bürobediensteten, Umgang mit schwierigen Chefs, Abteilungsleitern und Mitarbeitern, Haftung bei Eignungsbescheinigungen für chronisch Kranke waren unter anderem bisher am Tisch.

Themen durcharbeiten statt herumplaudern

Zu jedem Thema, das idealerweise schon bei der vorigen Sitzung bekannt gegeben wurde, werden verschiedene Seiten beleuchtet – die rein fachliche Seite wie Erfahrungen mit Produkten und Dienstleistern (der Gesundheitsmarkt ist unübersichtlich!) ebenso wie weiche Faktoren wie Tipps im Umgang mit Uneinsichtigen und Abwieglern werden von allen KollegInnen eingebracht.

Auf die regionalen und nationalen Fortbildungen wird nicht nur hingewiesen, sondern auch abgefragt, wer welche Kongresse etc. besucht und in der Folge berichtet – oftmals sind die wirklich neuen Erkenntnisse in kurzer Zusammenfassung schnell referiert.

Die Rolle der Moderation

beschränkt sich auf Zeitplanung, Themenkonsistenz und die Einbindung aller Anwesenden. Durch die Verteilerfunktion gelangt die Moderation sehr leicht an Firmenmuster wie Hautschutzmittel, PSA und Ergonomiemuster, die zusammen mit brauchbaren Broschüren (lokale Alkoholberatungsstellen, Tipps für Hautekzeme, Bildschirmtibeter etc.) über die KollegInnen an den Arbeitnehmer kommen. Die Moderation wird von der Ärztekammer bezahlt, die Teilnehmer erhalten je Sitzung 4 DFP-Punkte (2 Stunden Sitzung, je 1 h Vor- und Nachbereitung). Das Protokoll wird abwechselnd aber nicht durch die Moderation geführt.

Wissensplattform UVD

Durch die besondere Situation als Mitarbeiter des Unfallverhütungsdienstes der AUVA kann ich nicht nur einen guten Informationsstand über Fortbildungen einbringen, sondern auch über neue Aktivitäten und Materialien der AUVA berichten. Ebenso werden wir vom UVD gerne als Wissensmanager in Anspruch genommen, da Spezialfragen auch durch Experten im Hintergrund meist zufriedenstellend beantwortet werden können. Die Nutzung des Angebotes des UVD inkl. der Messdienste der AUVA durch die Teilnehmer des QZ ist wesentlich höher als durch andere ArbeitsmedizinerInnen der Region.

Ideenaustausch

"Die Individualisierungsfalle" – ein aktuelles Managementbuch – zeigt, dass die beste Kreativität im Plural und im Austausch entsteht. So werden auch neue Ideen für Aktionen gemeinsam entwickelt, kritisch hinterfragt und im Ansatz organisiert. Auch die gemeinsame Beschaffung von Haut- und Augenuntersuchungsgeräten ist angedacht. Mit dem gemeinsamen Einkauf von Verbrauchsmaterial und Impfungen wurde bereits begonnen.

Gemeinsam stark: Moderatorenausbildung durch die Ärztekammer

Gesellschaftliche und politische Komponente

Nicht zuletzt ist der fast intime Austausch von ähnlichen Problemen und Gefühlen in der Betreuung ein stärkendes Element. Wir sind nicht mehr "alleine" in unseren Betrieben, wir treten auch gemeinsam an die Standesvertretung, an die Wirtschaftskammer und an andere Sozialpartner heran, wo sich ein Einzelner zu klein vorkäme. Wir sind immer "up to date", ob es neue, unsere Arbeit betreffende Gesetze gibt oder Firmen, die arbeitsmedizinische Betreuung brauchen. Natürlich ist man manchmal Konkurrent, es gab sogar auch schon eine Abwerbung unter den Teilneh-

mern, aber das konnte ohne Gram ausgesprochen werden. Besser Preisabsprache als Dumpingkonkurrenz ...

Manchmal ist es überraschend, mit wie kleinen Aktionen KollegInnen Dinge bewegen, wo andere mit großem Einsatz kaum etwas erreichen. Durch die vielen anderen Funktionen der Teilnehmer gibt es auch einen guten Einblick und Kontakt zu Behörden, Ärztekammer und Vereinen. Die Geschichten aus dem Alltag unserer Arbeit tun gut, sind oft erheiternd, geben neuen Mut.

Wenn sie noch keinen Arbeitsmedizin-QZ in ihrer Region haben, machen sie die Moderatorenausbildung der Ärztekammer und gründen sie doch einen!

Ozon – ein reizendes Thema

Martina Seibert,
AUVA, Abt. f.
Unfallverhütung
u. Berufskrankheitenbekämpfung,
Adalbert-StifterStr. 65, 1200 Wien
Tel.: +43/1/33 111-584
Fax: +43/1/33 111-347,
Martina.seibert@
AUVA.AT



Natürliche Ozonbelastung zu gering für ein Gesundheitsrisiko

Pünktlich zu Sommerbeginn und mit den heißen Temperaturen wird ein Thema wieder akut – hohe Ozonkonzentrationen in Bodennähe. Was hat es damit auf sich?

Ozon ist ein natürliches Spurengas in der Atmosphäre, das in den höheren Luftschichten als UV-Filter wirkt, also die schädliche harte UVC- und Teile der UVB-Strahlung aus dem Sonnenlicht herausfiltert. Durch atmosphärische Transportvorgänge gelangt es in Spuren auch in die unteren Luftschichten. Diese natürliche Hintergrundkonzentration wäre niedrig genug, um keine Gesundheitsbelastung für den Menschen darzustellen.

Daneben wird Ozon in Bodennähe unter starker Sonneneinstrahlung allerdings auch durch chemische Reaktionen von

Luftverunreinigungen aus Verkehr und Industrie steigern die Bildung von Ozon

Informationsschwelle bei 180 µg/m³, Alarmschwelle bei 240 µg/m³

> Starke Sonneneinstrahlung ist entscheidend

Abbau von Ozon geschieht langsamer in "sauberer" Luft

> 8 Ozon-Überwachungsgebiete in Österreich

Luftverunreinigungen aus Verkehr und Industrie gebildet. Als sogenannte "Vorläufersubstanzen" gelten hier vor allem Stickoxide (NO_x) aus Auto- und Industrieabgasen und flüchtige Kohlenwasserstoffe (VOCs) aus Lösungsmitteln und lösungsmittelhältigen Lacken. Diese VOCs verhelfen dem Stickstoffmonoxid (NO) aus den Autoabgasen zu einem zweiten Sauerstoff, oxidieren es also zu NO_2 , das dann seinerseits wieder – durch Einwirkung der Sonnenenergie (hv) – ein Sauerstoffatom an den "normalen" Luftsauerstoff (O_2) abgibt und damit Ozon (O_3) ergibt.

$$NO_2 + hv \rightarrow NO + O$$

 $O_2 + O \rightarrow O_3$

Allerdings sind dieselben Substanzen, die für die Bildung verantwortlich sind, auch diejenigen, die es wieder abbauen:

$$O_3 + NO \rightarrow NO_2 + O_2$$

Dieser Kreislauf stünde im Gleichgewicht, würde nicht ständig neues NO_2 "nachgeliefert". Das heißt, zu Zeiten starker Sonneneinstrahlung verschiebt sich dieses Gleichgewicht auf die Seite der Ozonbildung und erst in den Abendstunden und in der Nacht wird Ozon vermehrt wieder abgebaut.

Da zum Abbau, wie oben beschrieben, ebenfalls Stickstoffmonoxid notwendig ist, entsteht das paradoxe Bild, dass man in unmittelbarer Nähe von stark befahrenen Straßen eher geringere Konzentrationen misst als in der Peripherie von Ballungsgebieten. In der saubereren Landluft kann der nächtliche Abbau durch die nicht bzw. weniger vorhandenen oxidierbaren Substanzen nur wesentlich langsamer vor sich gehen als in den Städten.

"Grenzwerte" für bodennahes Ozon

Österreich ist gemäß einer Verordnung in acht Ozon-Überwachungsgebiete eingeteilt, in denen die Länder, sofern nicht das Umweltbundesamt schon entsprechende Messungen durchführt, an bestimmten, vorgegebenen Standorten Ozonmessstellen betreiben müssen.

Mit 1. Juli 2003 trat das neue Ozongesetz in Kraft, womit unter anderem die Schwellen- und Zielwerte der neuen EU-Ozon-Richtlinie in nationales Recht umgesetzt wurden. Die Schwellenwerte, bei deren Überschreitung die Bevölkerung informiert werden muss, wurden dabei leicht herabgesetzt.

Die ehemals drei Stufen - eine Vorwarnstufe bei 200 µg/m³ und zwei Warnstufen bei 300 µg/m³ bzw. 400 µg/m³ – wurden ersetzt durch die Informationsschwelle, die bei 180 µg/m³ ausgelöst wird und eine Alarmschwelle bei 240 µg/m³, jeweils als sog. Einstundenmittelwerte, die an zumindest einer Messstelle eines Überwachungsgebietes gemessen wurden. Da Werte über 360 µg/m³ nie erreicht wurden, ist die dritte Stufe entfallen. Gemäß der EU-Richtlinie muss es langfristiges Ziel zum Schutz der menschlichen Gesundheit sein, bis zum Jahr 2010 Achtstundenmittelwerte von höchstens 120 µg/m³ zu erreichen.

In den letzten beiden Jahren – seit Inkrafttreten des neuen Ozongesetzes – konnte man erkennen, wie unterschiedlich die sommerliche Ozonbelastung, abhängig von der Länge der Schönwetterperioden, sein kann. Während im sehr heißen Sommer 2003 die Informationsschwelle an insgesamt 51 Tagen und die Alarmschwelle an 5 Tagen an zumindest einer Messstelle des österreichweiten Messnetzes überschritten wurde, gab es im letzten Sommer an 10 Tagen eine Überschreitung der Informationsschwelle. Die Alarmschwelle wurde zu keiner Zeit erreicht.

Wirkung auf den Organismus

Ozon ist ein sehr reaktionsfähiges Gas, das im Gegensatz zu "normalem" Sauerstoff, der zwei Atome enthält (O_2) , aus drei Sauerstoffatomen besteht (O_3) . In Innenräumen wird es aufgrund seiner großen Reaktivität sehr schnell wieder abgebaut, da es mit fast allen Oberflächen reagiert. Wegen seiner geringen Halbwertszeit sinkt die Ozonkonzentration bei geschlossenen Fenstern in kurzer Zeit auf ca. 10 % des Außenwertes.

Ozon dringt bis in die Alveolen vor, wo es Entzündungen hervorrufen kann. Ab ca. 200 µg/m³ können v. a. bei ungewohnPhysiologische Reaktionen ab ca. 200 µg/m³ bekannt

Kinder und empfindliche Personen sollten bei Ozonwerten an der Alarmgrenze Innenräume aufsuchen

> Technische Maßnahmen kaum möglich

Schwere körperliche Arbeiten im Freien sollten in Ozonepisoden vermieden werden ter, starker Anstrengung und einer längeren Exposition Hustenreiz, Engegefühl beim Einatmen, Kopfschmerzen und Augenreizungen auftreten. Es muss allerdings erwähnt werden, dass auch die Vorläufersubstanzen zu den gesundheitlich relevanten Stoffen zählen. Der sogenannte "Sommersmog" setzt sich aus einem Gemisch verschiedenster Schadstoffe zusammen, für die Ozon als Leitsubstanz gilt.

Etwa 10% der Bevölkerung reagieren empfindlicher auf Ozon und zeigen auch schon bei niedrigeren Ozonwerten Reaktionen. Diese Personen sollten schon bei Erreichen der Informationsschwelle auf schwere körperliche Belastung im Freien verzichten. Der normale Aufenthalt im Freien ist unbedenklich. Bei Erreichen der Alarmschwelle gelten diese Empfehlungen für die gesamte Bevölkerung. Empfindliche Personen sollten sich dann wenn möglich in Innenräumen ohne weitere Reizauslöser (Zigarettenrauch!) aufhalten. Kinder können ebenfalls empfindlicher reagieren, da sie eine höhere Atemfrequenz und damit im Vergleich zum Köper auch ein höheres Atemvolumen haben. Für sie gelten dieselben Empfehlungen wie für empfindliche Personen.

Aus Tierversuchen bei sehr hohen Konzentrationen und langen Expositionszeiten gibt es Hinweise auf ein erhöhtes Lungenkrebsrisiko. Das konnte für den Menschen allerdings noch nicht bestätigt werden.

Ozonkonzentration an Arbeitsplätzen im Freien

Messprogramme haben gezeigt, dass die Ozonkonzentration um maximal 10 % vom Messwert der nächsten offiziellen Messstelle abweicht. Die von amtlichen Messstellen erhaltenen Ozonkonzentrationen können also auch für Arbeiten im Freien herangezogen werden.

Allerdings gibt es sehr viele Bereiche mit wesentlich geringeren Ozonkonzentrationen, womit sich die Zahl der Arbeitsplätze, die mit der Ozonkonzentration der Umgebung belastet sind, deutlich verringert:

- In Kraftfahrzeug-Innenräumen und Räumen mit geschlossenen Fenstern sinkt die Ozonkonzentration nach Schließen der Fenster innerhalb einer Stunde auf 10% des Ausgangswertes ab
- In Gräben, Baugruben und offenen Rohbauten beträgt die Ozonkonzentration 75 bis 50 % des Außenwertes.
- Staubemissionen senken die Ozonkonzentration rasch auf ca. 70 %.

Maßnahmen

Organisatorische Maßnahmen sind am besten geeignet, um im Freien Beschäftigte vor Ozonbelastungen zu schützen; technische Maßnahmen sind kaum möglich. Bei Vorliegen von Ozonepisoden geht es vor allem darum, körperlich schwere Arbeiten wenn möglich zu vermeiden, in die frühen Morgenstunden oder in das Innere von Gebäuden zu verlegen, ebenso v. a. die Pausen in Innenräumen zu verbringen und Mehrfachbelastungen durch andere Expositionen zu vermeiden.

Der Hauptverursacher der Ozonbelastung ist der Mensch. Langfristiges Ziel muss es sein, sich nicht erst vor den Auswirkungen zu schützen, sondern die Ursache zu bekämpfen, das heißt, vor allem den Ausstoß der Vorläufersubstanzen, die ja ebenfalls gesundheitsschädlich sein können, großräumig und dauerhaft zu senken. Nach Expertenmeinung ist dazu eine Senkung sowohl der Stickstoffoxide wie auch der VOCs um rund 50% erforderlich. Die EU fordert in ihrer Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe die Einhaltung bestimmter, für jeden Mitgliedsstaat individueller Höchstmengen bis 2010. Österreich hat sich hierbei unter anderem zu einer Senkung der Stickstoffoxidemissionen auf die Hälfte und der flüchtigen Kohlenwasserstoffe um rund 30% verpflichtet.





ELSBETH HUBER

1. Preis für das Projekt "Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz durch reinste Arbeits- und Produktionsbedingungen in der Leichtmetall-Gußhalle"

Ansätze zur Ableitung risikobasierter Grenzwerte für krebserzeugende Stoffe

In Deutschland: sämtliche TRK-Werte außer Kraft gesetzt

DIE ARBEITSINSPEKTION INFORMIERT

Im Rahmen eines Festaktes wurde am 24. Mai 2005 im Technischen Museum in Wien der **Staatspreis Arbeitssicherheit** 2005 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit durch Arbeitsminister Dr. Martin Bartenstein an vier österreichische Unternehmen überreicht.

Mit diesem Staatspreis will das Arbeitsministerium Initiativen und Projekte auf betrieblicher Ebene zur Verbesserung der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit hervorheben und auszeichnen, deren innovative und erfolgreiche Lösungen im eigenen Betrieb die Qualität der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes am Arbeitsplatz verbessern und die auf Grund der möglichen Vorbildwirkung der Weiterentwicklung des Arbeitnehmerschutzes dienen können.

Den ersten Preis erhielt die Gruber & Kaja Druckguss- und Metallwarenfabrik GmbH für ihr Projekt "Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz durch reinste Arbeits- und Produktionsbedingungen in der Leichtmetall-Gusshalle".

Den zweiten Preis erhielt die Marchl Stahlbau GesmbH für ihr Projekt "Einer für alle, alle für einen – Sicherheit bei der Firma Marchl" und die Karl Stangl GesmbH für ihr Projekt "Variabler Straßenbankett-Hersteller".

Den dritten Preis erhielt die Sappi Austria Produktions GmbH & CoKG für ihr Projekt "Sicherheits- und Gesundheitsschutz für Leasing Personal bei Sappi Gratkorn".

Weitere nominierte Unternehmen:

- Baxter AG Projekt "Ergo-Guide-Konzept"
- Becom Burgenländische Elektronik- und Kommunikationssystem Ges.m.b.H.
 Projekt "VAZ-light Variable Arbeits Zeit"
- BP Austria AG Projekt "Programm zur Vermeidung von Übermüdung bzw. Maßnahmen bei Ermüdung beim Lenken von Kraftfahrzeugen"
- Dynea Austria GmbH Projekt "SIGE Arbeitssicherheit durch Gesundheitsförderung"
- Miba Sinter Austria GmbH Projekt "Aktion: Sturz und Fall"

- Naintsch Mineralwerke GmbH Projekt "Silo-Verladung sicher gemacht"
- Voest Alpine Bergtechnik GmbH Projekt "Von bewusst unsicherem Verhalten"
- voestalpine Stahl GmbH Projekt "sichergesund Kurzfilme"

Fotos und weitere Informationen zu den Projekten können auf der Homepage des BMWA, http://www.bmwa.gv.at/ BMWA/Themen/Arbeitsrecht/Staatspreis/stpoo5.htm und der Arbeitsinspektion, www.arbeitsinspektion.gv.at eingesehen werden.

Zweites Institutetreffen "Grenzwertsetzung" im Juni 2005 in Luzern

Am 6. und 7. Juni 2005 fand in Luzern auf Einladung der SUVA (Schweizerische Unfallversicherungsanstalt) das 2. Institutetreffen "Grenzwertsetzung" statt. Die TeilnehmerInnen kamen aus Behörden, Unfallversicherungen bzw. ForschungsInstituten im Bereich des Arbeitsschutzes aus Deutschland, der Schweiz, Österreich und den Niederlanden. Aus Österreich waren AUVA, ÖSBS und BMWA/Arbeitsinspektion vertreten.

Ziel des heuer schon zum zweiten Mal stattfindenden Treffens ist der Austausch von Erfahrungen und Informationen über neue Entwicklungen im Gefahrstoffbereich und in der Grenzwertfestsetzung.

Es wurden zunächst Ansätze aus Deutschland, der Schweiz und den Niederlanden für die Ableitung von risikobasierten Grenzwerten für krebserzeugende Stoffe vorgestellt. Mittels verschiedener Modelle wird versucht, das Erkrankungsrisiko durch einen Stoff zu quantifizieren.

In diesem Zusammenhang wurde auch über die mit Inkrafttreten der neuen deutschen Gefahrstoffverordnung verbundenen Auswirkungen auf die Grenzwertesetzung in Deutschland diskutiert. In Deutschland sollen künftig nur noch toxikologisch-arbeitsmedizinischen begründete Grenzwerte in Geltung bleiben; da-

Neufassung der TRGS 900 geplant

her wurden sämtliche TRK-Werte mit 1.1.2005 außer Kraft gesetzt. Für Ende 2005 ist eine Neufassung der TRGS 900 geplant.

Weitere Themen waren: Biologische Einwirkungen – im Rahmen eines Forschungsprojekts des BGIA in Deutschland soll ein neues, robustes Messverfahren für **Endotoxine** entwickelt werden; ferner die geplante TRGS 906, die Tätigkeiten mit **Quarzstaub** behandeln wird; schließlich das Thema **Hautgefährdung**, im Rahmen dessen Modelle zur Quantifizierung der Hautgefährdung vorgestellt und diskutiert wurden.

Ein nächstes Treffen ist für Mai 2006 in Deutschland geplant.

Neue Information zu Reduktion des Sauerstoffgehaltes aus Brandschutzgründen

Der deutsche Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI) hat eine **Handlungsanleitung** für die Beurteilung von Arbeiten in sauerstoffreduzierter Atmosphäre für die Arbeitsschutzverwaltungen der Länder veröffentlicht.

Brandvermeidungsanlagen mit permanenter Reduktion des Sauerstoffgehaltes werden in Betriebsräumen eingesetzt, in denen mit dem fallweisen Aufenthalt von ArbeitnehmerInnen zu rechnen ist (Lager, Serverräume).

Ziel dieser im April 2005 erstellten Handlungsanleitung ist es, der staatlichen Arbeitsschutzverwaltung ein Konzept zur Beratung der ArbeitgeberInnen zur Verfügung zu stellen, welches neben den arbeitsschutzrechtlichen auch die medizinischen und arbeitsphysiologischen Hintergründe beleuchtet und damit zum Verständnis der Problematik beiträgt.

Die Handlungsanleitung kann von folgender Website, auf der auch andere interessante Publikationen des Länderausschusses für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI) zu finden sind, heruntergeladen werden: http://www.berlin.de/sengsv/arbeitsschutz/publikationen-lasi.html.

Die Handlungsanleitung steht im Einklang mit dem **Erlass der Arbeitsinspektion** "Reduktion des Sauerstoffgehaltes aus Brandschutzgründen" vom 2. 11. 2004, Zl. 461.304/5014-III/4/2004.

Mit diesem Erlass wurden folgende Festlegungen getroffen:

A. Für Räume, in denen die Sauerstoffkonzentration 18 Vol % bis > 15 Vol % beträgt, sind folgende Punkte 1 bis 8 erforderlich:

- 1. Durch die Sauerstoffreduktion muss einerseits die Brandsicherheit bezogen auf die vorliegenden Verhältnisse im betreffenden Raum gegeben sein. Anderseits ist eine darüber hinausgehende, nicht notwendige Sauerstoffreduktion zu vermeiden.
 - Ein Nachweis der unbedingt erforderlichen Sauerstoffreduktion bezogen auf die vorliegenden Verhältnisse im Raum durch Sachkundige einschlägiger Fachrichtung oder HerstellerInnen ist daher vorzulegen.
- 2. Sofern technisch und mit vertretbarem Zeitaufwand möglich, ist vor dem Betreten der Räume die Sauerstoffkonzentration auf mindestens 18 Vol % zu erhöhen.
 - Anmerkung: Da dies von der Größe des Raumes abhängt, ist eine solche Erhöhung für kleinere Räume, wie z. B. Serverräume, nach den Angaben von Herstellern problemlos möglich. Solche kleineren Räume dürfen von ArbeitnehmerInnen daher erst nach erfolgter Erhöhung der Sauerstoffkonzentration auf mindestens 18 Vol % betreten werden.
- 3. Die Dauer des Aufenthaltes in Räumen, in denen die Sauerstoffkonzentration unter 18 Vol % abgesenkt ist, ist so weit wie möglich zu beschränken. Die maximale Beschäftigungsdauer pro ArbeitnehmerIn darf nicht mehr als zwei Stunden täglich betragen.

Anmerkung: Beträgt die Beschäftigungsdauer mehr als zwei Stunden, handelt es sich um keinen sonstigen Betriebsraum (§ 23 ASchG), sondern um einen Arbeitsraum (§ 22 ASchG). In sonstigen Betriebsräumen muss, soweit dies die Nutzung und die Zweckbestimmung der Räume zulassen, ausreichend gesundheitlich zuträgliche Atemluft vorhanden sein; in Arbeitsräumen muss immer ausreichend gesundheitlich zuträgliche Atemluft, und zwar nicht nur für gesunde, sondern für alle

Handlungsanleitung aus Deutschland

Erlass des ZAI in Österreich zum Thema "Reduktion des Sauerstoffgehaltes aus Brandschutzgründen" Nur kurzzeitige Arbeiten mit geringer oder normaler körperlicher Belastung

Arbeiten unterhalb 15 Vol% Sauerstoff nur, wenn eine von der Umgebungsatmosphäre unabhängige Atemversorgung gewährleistet ist

Eignungs- und Folgeuntersuchungen vorgeschrieben ArbeitnehmerInnen, vorhanden sein. In Arbeitsräumen ist daher eine Sauerstoffreduktion unter 18 Vol % rechtlich nicht zulässig, weil Ausnahmen von den Vorschriften des ASchG nicht möglich sind.

- 4. In Räumen mit einer Sauerstoffkonzentration unter 18 Vol % dürfen nur kurzzeitige Arbeiten mit geringer oder normaler körperlicher Belastung verrichtet werden.
 - Anmerkung: Bei der Arbeitsschwere ist zu berücksichtigen, dass bei einer Sauerstoffkonzentration von 15 Vol % in der Atemluft die maximale körperliche Leistungsfähigkeit von gesunden Personen um 15 % verringert ist und daher unter normalen Bedingungen leichte und normale körperliche Arbeit (Rundgänge, Wartungsarbeiten) relativ schwerer ist.
- 5. Es ist sicherzustellen, dass die ArbeitnehmerInnen bei Auftreten von Beschwerden (Kopfschmerzen, Atemnot, Herzklopfen, Druckgefühl in der Brust) Räume mit reduziertem Sauerstoffgehalt sofort verlassen können.
- 6. In Räumen mit reduziertem Sauerstoffgehalt muss ein hygienisch erforderlicher Luftwechsel von 0,3 1/h gegeben sein. Dies ist nachzuweisen. Abweichend davon kann zugelassen werden: Wird der Luftwechsel von 0,3 1/h unterschritten, so ist ein Nachweis zu erbringen, dass zuträgliche Atemluft vorliegt.
- Entsprechende Messungen an repräsentativen Stellen und Sauerstoffanzeige, Kennzeichnung sowie Maßnahmen für den Not- und Rettungsfall sind jederzeit zu gewährleisten.
- 8. Die ArbeitnehmerInnen müssen besonders informiert und unterwiesen werden.

B. Für Räume, in denen die Sauerstoffkonzentration unter 15 Vol % beträgt, ist zusätzlich zu den Maßnahmen A. 1 bis 8 folgender Punkt 9 erforderlich:

In Räumen mit einer Sauerstoffkonzentration unter 15 Vol % dürfen ArbeitnehmerInnen nur beschäftigt werden, wenn eine von der Umgebungsatmosphäre unabhängig wirkende Atemversorgung gewährleistet ist.

C. Eignungs- und Folgeuntersuchungen

Die ArbeitnehmerInnen sind vor dem erstmaligen Betreten von Räumen mit reduzierter Sauerstoffkonzentration und bei Fortdauer der Tätigkeit Eignungs- und Folgeuntersuchungen zu unterziehen. Diese Untersuchungen im Abstand von 2 Jahren werden gemäß § 49 Abs. 3 ASchG durch Bescheid des Arbeitsinspektorates im Einzelfall vorgeschrieben und dürfen nur durch eine/n hierzu gemäß § 56 ASchG ermächtigte/n Ärztin/Arzt durchgeführt werden.

Die Untersuchung dient dem Erkennen von Gesundheitsstörungen, die vermuten lassen, dass die Toleranzbreite gegenüber Hypoxie vermindert ist bzw. durch Hypoxie verschlimmert werden können. Dies betrifft vor allem Gesundheitsstörungen, die mit einer Beeinträchtigung der Leistungskapazität des Herzkreislaufsystems, des Gasaustausches oder der Sauerstofftransportkapazität einhergehen, und Herzerkrankungen. Die Untersuchung dient weiters dem Erkennen von durch die hypoxiebedingten Anpassungsreaktionen bei Tätigkeiten in normobarer hypoxischer Atmosphäre auftretenden Veränderungen, die mit einem erhöhten Gesundheitsrisiko einhergehen.

AUS DER KLINISCHEN ABTEILUNG FÜR ARBEITSMEDIZIN

Seminarbericht zum Thema Hautschutz: Keep it Simple Stupid

Bayda Salameh Evelyne Wohlschläger

Calchester Galances

Hantzel Frances

Frances Frances

Frances

Frances Frances

Frances Frances

Frances Frances

Frances Frances

Frances Frances

Frances Frances

Frances Frances

Frances Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Frances

Detergentien dringen in die Haut ein

Hautschutz – Wozu wird er benötigt? In dem dreitägigen Hautschutzseminar von Chris Packham wurden uns wichtige Antworten zu diesem Thema nähergebracht.

Zu Beginn möchten wir Chris Packham kurz als Person vorstellen. Seit 26 Jahren beschäftigt sich der erlernte Ingenieur mit dem Thema Hautschutz am Arbeitsplatz. In seinem Seminar kann man nicht nur über die weitgefächerte Fachkompetenz des gebürtigen Engländers staunen, sondern auch seine Begeisterung zu diesem Thema spüren, die ihn förmlich zum Michael Moore des Hautschutzes macht. Das kleine Familienunternehmen findet für scheinbar unlösbare arbeitsmedizinische Probleme einfache Lösungsvorschläge nach dem Motto "Keep it simple stupid". Das Hauptanliegen Chris Packhams besteht allerdings in der Prävention, da die meisten arbeitsbedingten Hautveränderungen schon im Ansatz verhindert werden könnten.

Zwei wichtige Immunreaktionen: Kontakturtikaria und Kontaktdermatitis

> Vitamin D Sinnesorgane

60-80% aller Berufsdermatosen sind vom Typ des irritativen Kontaktekzems

Abb. 1: Äußere Einflüsse auf die Haut

Wir denken oft nicht daran, dass die Haut das größte Organ unseres Körpers ist und damit viele Aufgaben zu bewältigen hat. Zum einen bietet sie uns Schutz vor unserer Umwelt und zum anderen ist sie mitverantwortlich für unseren Wasserund Temperaturhaushalt. So gesehen ist die Haut ein widerstandsfähiges Organ. Doch ab wann kann sie gewisse Belastungen nicht mehr verkraften?

Zum Beispiel kann die hydrolipide Schicht der Epidermis durch fettlösliche Stoffe und auch die darin gelösten (toxischen) Substanzen geschädigt werden. Spülmittel (Detergentien) werden besonders gut von der Haut aufgenommen, weil sie immer in Kombination mit Wasser verwendet werden und unsere Hautzellen bevorzugt Wasser aufnehmen. Im Gegensatz dazu verdampfen Lösemittel leichter, dadurch verflüchtigen sich die toxischen Stoffe rascher und die Fettschicht der Haut kann sich besser erholen.

Wenn Schadstoffe in die Haut eindringen, kann es schlussendlich zu systemtoxischen Effekten kommen. Grundsätzlich sind hier die 2 wichtigsten Immunreaktionen – die Typ 1 (Kontakturtikaria)- und die Typ 4-Reaktion (allerg. Kontaktdermatitis) – wobei sich beide Reaktionen hauptsächlich durch den zeitlichen Beginn der Symptome unterscheiden. Die Kontakturtikaria ist eine Sofortreaktion innerhalb von 30 Minuten, während die Kontaktdermatitis eine Allergie vom Spättyp ist und somit etwa 24 Stunden nach Exposition erscheint.

60-80% aller Berufsdermatosen sind vom Typ des irritativen Kontaktekzems.

Der Hautschaden ist abhängig von der Toxizität und der zeitlichen Einwirkung des Stoffes. Oft besteht eine subklinische Vorschädigung, die aber unbemerkt bleibt. Wird allerdings eine bestimmte Schwelle der Hautbelastung überschritten, kommt es zum Auftreten klinischer Beschwerden. Durch eine Expositionspause kann die Beschwerdesymptomatik

Co-Expositionen erschweren die Risikoabschätzung

> Nicht jeder Handschuh schützt in gleicher Weise

Der beste Handschuh schützt nicht vor falscher Handhabung

Abb. 2: Sichtbarmachen eines 3 mm Schadens an der Fingerspitze des Arbeitshandschuhs durch UV-Licht (nach Kontamination mit fluoreszierender Flüssigkeit) nur zeitlich begrenzt verbessert werden. Bei Rückkehr an den Arbeitsplatz beginnt die Hautproblematik sofort wieder.

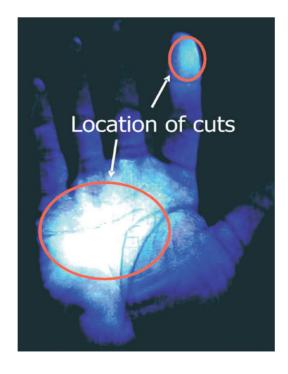
Daher ist das Herz des Hautschutzes sicherlich die Risikoabschätzung der dermalen Exposition. Allerdings ist diese schwierig, da sie von vielen, oft nicht beachteten Faktoren abhängig ist. Ein gutes Beispiel dafür sind die allseits bekannten Sicherheitsdatenblätter der Produktinhaltsstoffe, die von den Herstellern zur Verfügung gestellt werden. Die Hersteller geben zwar detaillierte Auskunft über den Stoff selbst, allerdings nicht über die Wirkungsweise bei Kontakt mit einem anderen Produkt. Fügt man nun beispielsweise zum Produkt (A) den Stoff (B) hinzu, ergibt sich eine Mischung (C), deren Wirkweise und Toxizität auf den menschlichen Körper nicht mehr abzuschätzen ist. Es würden also mehr Informationen, die den sicheren bedenkenlosen Einsatz der Stoffe ermöglichen, benötigt werden.

Weil das Risiko der dermalen Exposition daher nie ganz abzuschätzen ist, ist die Notwendigkeit des richtigen Risikomanagements für den Hautschutz umso bedeutender.

Als ersten Schritt sollte man die dermale Exposition prinzipiell ganz auszuschalten versuchen.

Folgende Vorgehensweisen sind dabei zu beachten:

- 1. Arbeitsräume, Geräte und Verfahren möglichst so gestalten, dass keine dermale Exposition stattfinden kann.
- 2. Gefahrenstoffe nach Möglichkeit durch



- andere, weniger gefährliche Stoffe ersetzen.
- 3. Technische Kontrollmaßnahmen (z. B. Spritzschutz, Entlüftung) einführen,
- 4. Gebrauch von leicht zu handhabenden Geräten einsetzen,
- 5. Sichere Arbeitsmethoden entwickeln und einführen,
- 6. Persönliche Schutzausrüstung einsetzen
- 7. Risiko vermindern durch Personalrota-
- 8. Hautzustandüberwachung

Im Arbeitsalltag werden zum Hautschutz sehr häufig Handschuhe verwendet. Nur reicht das als Risikomanagement allein nicht aus. Hier ist es auch nötig zu wissen, welches Handschuhmaterial bei welchem Gefahrenstoff schützt. Schadstoffe können nicht nur durch mechanische Schäden (siehe Abbildung 2) in den Handschuh eindringen, sondern auch nach Überschreitung einer bestimmten Durchbruchzeit (Permeation) in Dampfform innerhalb des Handschuhs auftreten.

Anhand des Lösemittels Xylol kann man demonstrieren, dass im Vergleich zum "normalen" Latexhandschuh der Viton-Handschuh aufgrund der längeren Durchbruchszeit des Stoffes einen viel besseren Schutz bietet.

Allerdings sind solche Lösungsvorschläge relativ, da ein Viton-Handschuh sehr kostenspielig (ca. 100 Euro) ist und dabei gegen andere Schadstoffe keinen Schutz bietet.

Zu beachten sind auch die verschiedenen Unterschiede in der Herstellung der Handschuhe. Ein ursprünglicher Baumwollhandschuh, der später mit Gummi überzogen wurde, bietet einen schlechteren Schutz als ein Arbeitshandschuh mit getrenntem Innenleben. Die Permeabilität wird nämlich durch Stofffasern, die bis in die Beschichtung hineinreichen, drastisch verkürzt. Man erkennt solche Billigherstellungen daran, dass sie an der Innenseite eine Naht zeigen, die Handschuhe mit getrenntem Innenleben nie haben.

Allerdings kann das beste Handschuhmaterial nicht vor falscher Handhabung schützen. Ein Arbeiter hat die Fingerteile seiner Arbeitshandschuhe abgeschnitten, um besseres Feingefühl in den Fingerspit-

Alternative: Hautschutzcremes?

Hautcremes bieten nie vollständigen Schutz

Nicht-invasives Skin-Bioengineering zur Erfassung von subklinischen Vorschäden der Haut zen zu erlangen. Dieser Fall zeigt, dass nicht nur Aufklärungsbedarf besteht, sondern auch die simpelsten Fehlerquellen bedacht werden müssen.

Eine andere Möglichkeit des Hautschutzes liegt in der Anwendung von Hautschutzcremes vor einer hautbelastenden Tätigkeit. Chris Packham ist aus vielerlei Gründen kein Befürworter dieser Art von Hautschutz. In einer Studie mit 500 Probanden wurde die richtige Applikation einer Handcreme getestet. Mittels UV-Strahlung wurde nachgewiesen, dass nur 10–15 der 500 Probanden ein richtiges flächendeckendes Auftragen der Creme durchgeführt hatten.

Abgesehen davon berichten Vorstudien, dass Hautschutzcremes die Penetration von Schadstoffen eher födern als verhindern. Hautcremes bieten niemals einen 100 %igen Schutz. Darum hat das britische Gesundheitsministerium die Verwendung dieser Substanzen verboten.

Zum Reinigen und Instandhalten der Haut haben sich Pflegeprodukte bewährt. Dabei spielt der pH-Wert bei den Pflegeprodukten keine wesentliche Rolle. Als Begründung dafür sprechen nicht nur prinzipiell die starken pH-Schwankungen an verschiedenen Körperregionen, sondern auch ein Versuch in Schweden, der mit 2 verschiedenen Reinigungsmittel durchgeführt wurden. Sowohl das stark alkalische (pH = 11) als auch das saure (pH = 3,5) Produkt zeigten keine Veränderung des Haut-pH-Werts.

Auch die antibakteriellen Seifen wur-

den entmystifiziert. Warum dies so ist, lässt sich an einem einfachen Beispiel veranschaulichen. Reiben Sie doch Ihre Hände eine Minute lang aneinander.

Und? Überrascht? Wie lange eine Minute sein kann ...? Waschen Sie sich Ihre Hände immer so lange? Denn erst ab dieser Zeit entfalten die Seifen ihre antibakterielle Wirkung! Außerdem werden bei dem Waschvorgang auch die hautschützenden Bakterien abgetötet.

Anzumerken ist, dass die ideale Waschtemperatur bei 32 °C liegt, denn ab einer Wassertemperatur von 38 °C wird die schützende Fettschicht der Haut zerstört. Danach benötigt die Haut 1–2 Stunden um sich zu regenerieren. Um diesen Prozess zu unterstützen wird die Anwendung einer Hautlotion empfohlen.

Schlussendlich möchten wir darauf hinweisen, dass eine regelmäßige Haut- überwachung unbedingt notwendig ist, um Folgeschäden vorzubeugen. Dies kann entweder visuell überprüft oder durch nicht invasives Skin-Bioengineering festgestellt werden.

Der Vorteil dieser Methode liegt in der Erkennung von subklinischen Vorschäden der Haut, die mit dem freien Auge nicht erfassbar sind.

Mit dem TEWL (Transepidermale Wasserverlust-Messung) kann die Hautfeuchtigkeit beurteilt und damit die Belastung der Haut festgestellt werden.

Wir hoffen, Ihnen einen kleinen Einblick in die Welt des Chris Packham gegeben zu haben.

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber:

Klinische Abteilung Arbeitsmedizin der Med. Universität Wien Währingergürtel 18–20, A-1090 Wien Österr. Gesellschaft für Arbeitsmedizin, AMD Linz Kaplanhofstraße 1, A-4020 Linz

Redaktion:

Dipl.-Ing. Alexander Pilger (Chefredakteur)
Dr. Robert Winker (Stv. Chefredakteur)

Klinische Abteilung Arbeitsmedizin der Med. Universität Wien Währingergürtel 18–20, A-1090 Wien

Tel.: 01 40 400-4718 • e-mail: alexander.pilger@meduniwien.ac.at

Druck:

Facultas Verlags- und Buchhandels AG
Berggasse 5, A-1090 Wien
Tel.: 01 310 53 56 • Fax: 01 310 53 56-45 • e-mail: www.facultas.at

Offenlegung nach § 25 Mediengesetz