

VERBANDSMITTEILUNGEN

Umsetzung der Gefahrstoffverordnung

Empfehlung der BDA-Kommission "Gesundheitsschutz am anästhesiologischen Arbeitsplatz"*

Einleitung

Leben und Gesundheit, nicht nur der Patienten, sondern auch des in die medizinische Versorgung einbezogenen Personals sind Rechtsgüter höchsten Ranges. Zu deren Schutz sind Krankenhausärger und Praxisinhaber aufgerufen. Dem Ziel, im Rahmen des Arbeitsschutzes die Schadstoffexposition am Arbeitsplatz so gering wie möglich zu halten, dient die auf der Grundlage des Chemikaliengesetzes beruhende, 1986 erlassene Schadstoffverordnung. Die Gefahrstoffverordnung will Mensch und Umwelt vor schädlichen Einwirkungen gefährlicher Stoffe schützen. Das hierzu erforderliche, die Gefahrstoffverordnung ergänzende und inhaltlich präzisierende Regelwerk wird vom Ausschuß für Gefahrstoffe aufgestellt und als "Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)" bekanntgemacht. In ihr finden sich detaillierte Schutzzvorschriften, die sich an den Arbeitgeber, also den Krankenhausärger oder den niedergelassenen Arzt, wenden. Den Umgang mit Gefahrstoffen in Einrichtungen zur humanmedizinischen Versorgung regeln die TRGS 525, speziell in dem hier angesprochenen Bereich der Absatz 6: Inhalationsanästhetika. Den Vollzug der Vorschriften überwachen die Gewerbeaufsichtsämter/Ämter für Arbeitsschutz und die Berufsgenossenschaften. Die Einwirkung von Gefahrstoffen ist allerdings nur ein Aspekt des Gesundheitsschutzes am anästhesiologischen Arbeitsplatz. Ohne die multifaktorielle Belastung zu erkennen, beschränken sich die Hinweise und Empfehlungen dieses Merkblattes zunächst auf den Umgang mit volatilen Anästhetika und Stickoxydul. Dazu sollen die rechtlichen Grundlagen skizziert und die Maßnahmen besprochen werden, mit denen die Belastungen so gering wie möglich gehalten werden können, um abschließend auf meßtechnische Überwachungsmöglichkeiten einzugehen.

I. Gefahrstoffverordnung

Allgemeine Schutzwicht

§ 17 der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) verpflichtet den Arbeitgeber, alle beim Umgang mit Gefahrstoffen zum Schutz des menschlichen Lebens, der Gesundheit und der Umwelt erforderlichen Maßnahmen zu treffen, die Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften einzuhalten und die allgemein anerkannten sicherheitstechnischen, arbeitsmedizinischen und hygienischen Regeln sowie die gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnisse zu beachten.

Ermittlungspflicht

Zum Schutz des Personals muß der Arbeitgeber nach

§ 16 GefStVO, bevor er Personen beim Umgang mit Gefahrstoffen beschäftigt, insbesondere durch Erstellung einer sog. Arbeitsbereichsanalyse prüfen, ob und wie bei ihm Gefahrstoffe verwendet werden. Erforderlichenfalls muß er sich bei den Herstellern der verwendeten Präparate erkundigen. Er muß prüfen, ob es für die eingesetzten Stoffe Alternativen gibt, die das gesundheitliche Risiko für die Beschäftigten verringern. Das Ergebnis dieser Ermittlung hat er der zuständigen Überwachungsbehörde auf Verlangen darzulegen. Der Arbeitgeber muß ein Verzeichnis aller Gefahrstoffe führen, das mindestens die folgenden Angaben zu enthalten hat: Bezeichnung, Kennzeichnung und Menge des Gefahrstoffes im Betrieb und die Arbeitsbereiche, in denen mit dem Gefahrstoff umgegangen wird. Das Verzeichnis ist auf aktuellem Stand zu halten. Bevor der Arbeitgeber mit Gefahrstoffen umgeht, hat er zu regeln, welche Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren beim Umgang mit Gefahrstoffen zu treffen sind.

Eine Gefährdungsanalyse im eigenen Arbeitsbereich ist in mehrfacher Hinsicht wichtig, weil sie

- auf Gefährdungspotentiale aufmerksam macht,
- Möglichkeiten zur Vermeidung von Belastungssituationen aufzeigt,
- Messverpflichtungen vermeidet bzw. Messungen reduziert oder aussetzt, wenn belegbar ist, daß
 - keine Gefahrstoffe im Sinne der Verordnung angewendet werden
 - eine Einhaltung der Grenzwerte zu erwarten ist (TRGS 420).

Betriebsanweisung / Unterweisung

Nach § 20 der GefStoffV ist der Arbeitgeber verpflichtet, für den Umgang mit Gefahrstoffen Betriebsanweisungen zu erstellen, in der die auftretenden Gefahren sowie die erforderlichen Schutzmaßnahmen und Verhaltenshinweise festgelegt sind. Diese Betriebsanweisungen sind in verständlicher Form und in der bzw. den Sprachen der Beschäftigten abzufassen und an geeigneter Stelle in der Arbeitsstätte bekanntzumachen. Die Arbeitnehmer sind vor Aufnahme der Beschäftigung und danach mindestens einmal jährlich mündlich zu unterweisen. Inhalt und Zeitpunkt der Unterweisung sind schriftlich festzuhalten und von den Unterwiesenen durch Unterschrift zu bestätigen. Die Nachweise sind zwei Jahre aufzubewahren.

* Stand: Januar 2003

Verbandsmitteilungen

Überwachungspflicht

Besonders wichtig für den anästhesiologischen Arbeitsplatz ist zudem die Verpflichtung des Arbeitgebers nach § 18 Abs. 1 GefStoffV im Rahmen der Arbeitsbereichsanalyse, das Auftreten gefährlicher Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz sicher auszuschließen oder aber zu ermitteln, ob die maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK¹), die technische Richtkonzentration (TRK) oder der biologische Arbeitsplatztoleranzwert (BAT) unterschritten sind; dabei ist die Gesamtwirkung verschiedener gefährlicher Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz zu beurteilen.

Für die Schadstoffermittlung und die Messungen gibt es technische Regeln (TRGS 402, 403, 440), die vom Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung im Bundesarbeitsblatt bekanntgemacht werden. Außerbetriebliche Meßstellen bedürfen einer besonderen Anerkennung, innerbetriebliche Meßstellen müssen allgemeine Standards gewährleisten (TRGS 400). Ergebnisse der Ermittlungen und Messungen sind aufzuzeichnen und mindestens 30 Jahre aufzubewahren. Werden Grenzwerte nicht dauerhaft sicher eingehalten, sind Kontrollmessungen erforderlich.

Rangfolge der Schutzmaßnahmen

Nach § 19 GefStoffV sind Arbeitsverfahren so zu gestalten, daß gefährliche Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe nicht frei werden. Arbeitnehmer sollen mit gefährlichen festen oder flüssigen Stoffen oder Zubereitungen nicht in Hautkontakt kommen, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist.

Wo dies nicht unterbunden werden kann, sollen die Stoffe an der Eintritts- oder Entstehungsstelle erfaßt und anschließend ohne Gefahr für Mensch und Umwelt entsorgt werden, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist. Ist die vollständige Erfassung nicht möglich, sind die dem Stand der Technik entsprechenden Lüftungsmaßnahmen zu treffen.

Lassen sich durch diese Maßnahmen die maximale Arbeitsplatzkonzentration oder der biologische Arbeitsplatztoleranzwert nicht unterschreiten, hat der Arbeitgeber wirksame persönliche Schutzausrüstungen zur Verfügung zu stellen und dafür zu sorgen, daß die Arbeitnehmer nur solange beschäftigt werden, wie es das Arbeitsverfahren unbedingt erfordert und es mit dem Gesundheitsschutz vereinbar ist.

Mutterschutz

§ 20 Abs. 2 Satz 2 der GefStoffV verlangt, daß gebärfähige Arbeitnehmerinnen über die für werdende Mütter möglichen Gefahren und Beschäftigungsbeschränkungen zu unterrichten sind. Das Mutterschutzgesetz (MuSchG) und die Verordnung zum Schutz der Mütter am Arbeitsplatz sind zu beachten. Für die Überwachung der bundeseinheitlich geltenden Regelungen sind die Länderbehörden zuständig.

Ordnungswidrigkeiten und Straftaten

Verstöße gegen die Regeln der Gefahrstoffverord-

nung/des Mutterschutzes können als Ordnungswidrigkeiten, u.U. als Straftaten geahndet werden.

II. Maßnahmen zur Verminderung einer Narkosegasexposition

Der oben dargestellten Schutzpflicht nach § 17 GefStoffV kann wesentlich dadurch genügt werden, daß die Leistungs- und Sorgfaltssstandards des Fachgebietes beachtet und die sicherheitstechnischen Anforderungen unter Berücksichtigung des Standes der Technik eingehalten werden.

1. Gerätetechnische Maßnahmen

Um den in der TRGS 525 definierten Umgang mit Gefahrstoffen (z.B. Inhalationsanästhetika) und die in den BG/BIA-Empfehlungen detaillierten Hinweise zur Überwachung von Anästhesiearbeitsbereichen umzusetzen, müssen eine Reihe technischer Voraussetzungen geschaffen werden (siehe BG/BIA-Empfehlung Ziff. 4.2.1 - Anhang 2 (1)).

1.1 Verminderung von Leckagen

1.1.1 Gerätetechnische Vorkehrungen

Das CEN (Comité Européen de Normalisation) hat auf europäischer Ebene Vorschriften über die Anforderungen an Anästhesieapparate ausgearbeitet. Ziffer 68.3.1 dieses Regelwerkes (CEN/TC 215) schreibt vor, daß Anästhesiesysteme eine Leckagerate von höchstens 150 ml/Min aufweisen dürfen. Moderne Narkosegeräte führen diesen Test automatisch durch und zeigen die aktuelle Leckagerate bei einem Druck von 30 cm H₂O digital an.

1.1.1.1 Wandsteckdosen

Die zum Hochdruckteil gehörenden Wandsteckdosen für die Narkosegaszufuhr müssen regelmäßig hinsichtlich Dichtheit überprüft werden.

Es wird eine Prüfung im Ruhe- und Betriebszustand (mit Stecker) empfohlen (Lecksuchspray).

1.1.1.2 Gerätehochdruckteil

Zum Hochdrucksystem gehören:

- Zentrale Gasversorgung oder Flaschensystem für N₂O direkt am Narkosegerät,
- dazugehörige Zuleitungen zu den Arbeitsplätzen Wandsteckdosen (s.o.),
- Zuleitungen zum Narkosegerät,
- gasführende Teile des Narkosegeräts bis zum Reduzierventil.

Hinweis: Undichtheiten im Hochdruckteil sind im arbeitsfreien Intervall nach Einbau von Flußmeß-

¹ Definition siehe Seite 4

geräten bei zentraler Gasversorgung leicht festzustellen. Die Dichtheit kann mit Lecksuchspray bzw. Infrarotspektrometer an Verzweigungen überprüft werden. Solche Überprüfungen sollten regelmäßig erfolgen. Diese Hinweise gelten für die zentrale und dezentrale Gasversorgung.

1.1.1.3 Niederdruckteil

Zum Niederdrucksystem gehören:

- das Beatmungssystem,
- das gesamte patientennahe Kreissystem mit den verschiedenen Ventilen,
- Meßeinheiten, CO₂-Absorber.

Vor jeder Inbetriebnahme ist eine Dichtheitsprüfung zum Ausschluß von Leckagen erforderlich. Die Leckagerate soll genau festgestellt werden und weniger als 150 ml/Min bei einem Druck von 30 cm H₂O betragen. Die Messung erfolgt mit Sauerstoff oder Druckluft.

1.1.1.4 Kapnometer (Seitenstromprinzip), Geräte zur Überwachung der in- und exspiratorischen Narkosegaskonzentration

Es ist darauf zu achten, daß der Gasausstoß dieser Geräte (im Bereich von 50 - 150 ml/Min) mittels Schlauchverbindung in die Narkosegasabsaugung oder ins Kreisteil (low-flow) zurückgeführt wird.

1.1.1.5 Entlüftung benützter Anästhesiegeräte

Vor Diskonnektion ist die Zufuhr volatiler Anästhetika, von Stickoxydul und Sauerstoff zu beenden. Restkonzentrationen volatiler Anästhetika können im Kreisteil durch lokale Absaugung entsorgt werden.

1.1.2 Arbeitstechnik

Durch eine sorgfältige Narkoseführung und Auswahl geeigneter Techniken lassen sich erhöhte Narkosegasexpositionen weitgehend vermeiden.

1.1.2.1 Maskennarkose / Larynxtubus / Intubationsnarkose

Notwendigkeit halböffnener Kindersysteme kritisch prüfen.

Sorgfältige Wahl der passenden Masken- und Tubusgröße zur Vermeidung von Leckagen.

Maske und Larynxtubus weisen im allgemeinen eine höhere Leckagerate als Endotrachealtuben auf.

1.1.2.2 Spezielle Technik

Vor Anästhesieeinleitung und bei Standortwechsel des Narkosegerätes ist zu prüfen, ob die Narkosegasabsaugung richtig angeschlossen ist.

In Problembereichen (z.B. Arbeiten in OP-Sälen ohne RLT-Anlage, Bronchoskopie mit starrem Rohr): Überprüfung der Möglichkeit zur TIVA. Dichter Sitz der Atemmaske. Diskonnektionen vermeiden.

1.2 Überschußentsorgung

1.2.1 Anästhesiegasabsaugung

Die Absaugleistung muß bei Verwendung von

Sicherheitsöffnungen ohne Sammelbeutel mindestens 40 l/Min und höchstens 60 l/Min betragen (Messung an der Steckdose). Bei Verwendung eines Sammelbeutels sollte die Absaugleistung bei 25 l/Min liegen.

Mögliche Vorgehen zur Überprüfung: Anschluß eines Volumeters an die zentrale Absaugung bei Verschluß der Sicherheitsöffnungen des Absaugschlauches (Volumeter muß nach 1 Min. die vorgegebene Absaugleistung der zentralen Narkosegasabsaugung anzeigen). Bei bestimmten Narkosegeräten ist der Einbau eines Puffermoduls notwendig, da sonst abhängig von Frischgasfluß und Atemwegsdruck Kontaminationen über die Sicherheitsöffnungen des Narkosegas-Fortleitungssystems auftreten.

Das Anästhesiepersonal muß vor Beginn eines jeden Arbeitstages überprüfen, ob am jeweiligen Anästhesiearbeitsplatz die Anschlüsse korrekt zusammengefügt sind und grob erkennbare Funktionsstörungen ausschließen.

Die Absaugleistung der zentralen Narkosegasabsaugung ist in regelmäßigen Abständen (siehe TRGS 525) zu überprüfen (Verstopfung des Filters der Ejektoranlage durch Schwebstoffe hat verminderte Absaugleistung zur Folge).

Hinweis: Die Narkosegasabsaugung dient ausschließlich zur Entsorgung des Überschußgases aus einem Narkosegerät. Andere situationsbedingte Leckagen (Kinderanästhesie, Verwendung von Tuben ohne Cuff, Bronchoskopie mit starrem Instrument) erfordern darüber hinausgehende lüftungstechnische Maßnahmen.

1.2.2 Narkosegasfilter

Narkosegasfilter sind obsolet, da Stickoxydul nicht zurückgehalten wird und sie durch volatile Substanzen nach kurzer Benutzungsdauer aufgesättigt und damit verbraucht sind.

2. Lüftungstechnische Maßnahmen

2.1 Raumbelüftung (Klimaanlagen, andere raumlufttechnische Anlagen)

Raumlufttechnische Anlagen können zur Senkung der mittleren Raumluftbelastung durch Anästhesiegase beitragen, wenn bestimmte Voraussetzungen eingehalten werden.

Frischluftzufuhrwechsel im OP nach DIN 1946, Teil 4; für einen Mindestraumluftwechsel im Aufwachraum muß gesorgt werden.

Rezirkulierende Lüftungssysteme können zu einer Belastung der Raumluft führen.

Raumlufttechnische Anlagen müssen in mindestens 2-jährigen Abständen gewartet werden (§§ 5 und 53 Arbeitsstättenverordnung).

Es sollte überprüft werden, ob der Arbeitsplatz des Anästhesisten unter realistischen Arbeitsbedingungen wirksam in den Luftwechsel des OP-Raumes einbezogen ist.

Verbandsmitteilungen

gen ist, denn durch Anordnung von OP-Tüchern und Narkosegeräten können Zonen mit reduziertem bzw. vollständig fehlendem Luftaustausch entstehen.

2.2 Lokalabsaugung

In unmittelbarer Leckagenähe sind die Narkosegas-konzentrationen zum Teil wesentlich höher als die mittelbare Raumkontamination, so daß eine ausreichende Reduzierung der Narkosegasexposition mit zusätzlicher lokaler Narkosegasabsaugung notwendig werden kann.

Die Effizienz der lokalen Absaugung ist wesentlich abhängig von der Nähe zur Leckage (≤ 20 cm) und der Abschirmung der Leckageluft von der Raumluft und von einer hohen Absaugleistung. Am ehesten werden diese Forderungen im Doppelmaskensystem verwirklicht.

3. Organisatorische Maßnahmen

Mangelnde Sorgfalt im Umgang mit volatilen Anästhetika und Stickoxydul ist einer der wesentlichen Faktoren für eine hohe Raumluftkontamination. Folgende Maßnahmen dienen der Einhaltung der Sorgfalt:

Dienst- und Betriebsanweisung zu den genannten Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln, Einweisung neuer Mitarbeiter, Überprüfung der Ablauforganisation und des Personaleinsatzes bei Arbeitsplätzen mit hoher Narkosegasexposition.

III. Meßtechnische Überwachung

1. Grenzwerte

1.1 Grenzwerte beziehen sich auf die Konzentration eines Gefahrstoffes in der Luft am Arbeitsplatz. Grenzwerte werden von der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft vorgeschlagen und zur Übernahme in die TRGS 900 durch den Ausschuß für Gefahrstoffe (AGS) überprüft.

1.2 Ist das Auftreten eines gefährlichen Stoffes in der Umgebungsluft am Arbeitsplatz nicht sicher auszuschließen, so muß der Arbeitsplatz hinsichtlich der Einhaltung von Grenzwerten überwacht werden.

1.3 Maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK)

Der MAK-Wert ist:

"die höchstzulässige Konzentration eines Arbeitsstoffes, als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der Luft am Arbeitsplatz, die nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnis auch bei wiederholter und langfristiger, in der Regel täglich 8-stündiger Exposition und bei Einhaltung einer durchschnittlichen Arbeitszeit von 40 Stunden..., im allgemeinen die Gesundheit der Beschäftigten nicht beeinträchtigt und diese nicht unangemessen belästigt".

Dieser so in Ziff. 2.1.2.1 Abs. 2 TRGS 900 definierte MAK-Wert wird als Durchschnittswert über einen Arbeitstag oder eine Arbeitsschicht berechnet. Die MAK-Werte werden in aller Regel als Massenwerte in ml/m^3 Luft bzw. parts per million (ppm) oder auch als Gewichtswerte mg/m^3 angegeben.

Grenzwerte nach TRGS 900

- Lachgas 100 ppm bzw. 180 mg/m^3
- Halothan 5 ppm bzw. 40 mg/m^3
- Enfluran 20 ppm bzw. 150 mg/m^3
- Isofluran ca. 10 ppm bzw. 80 mg/m^3 .

Abweichend davon empfehlen einzelne Bundesländer (Hamburg, Schleswig-Holstein, Rheinland-Pfalz) für Lachgas 50 ppm und für Enfluran 10 ppm. Für Des- und Sevofluran liegen keine Grenzwerte vor.

1.4. Kurzzeitwert

Neben dem durchschnittlichen, über einen Arbeitstag berechneten Mittelwert werden sog. Kurzzeitwerte aufgestellt. Hier werden je nach Zuordnung zu einer Schadstoffkategorie eine Grenzwerthöhe der Konzentrationsspitze, die maximale Dauer der Exposition und die zulässige Häufigkeit während einer Arbeitsschicht angegeben. Die Zeitabstände zwischen den Konzentrationsspitzen sollten mindestens das 3-fache des zulässigen Kurzzeitwertes betragen. Damit will man den Wirkungscharakteristika der einzelnen Substanzen und den arbeitsplatzspezifischen Gegebenheiten Rechnung tragen.

Für Anästhetika gilt derzeit ein Kurzzeitwert vom 4-fachen MAK-Wert über eine Dauer von maximal 15 Minuten mit einem maximal 4-maligen Auftreten während einer Arbeitsschicht.

2. Meßmethoden

Zur Erkennung, Erfassung und Einhaltung der genannten Arbeitsschutzzgrenzen für Inhalationsanästhetika gibt es unterschiedliche Möglichkeiten. Die Methoden haben unterschiedliche Einsatzgebiete und Vor-/Nachteile. Man differenziert in arbeitsplatz- und personenbezogene bzw. aktive und passive Messungen.

2.1 Arbeitsplatzbezogene Messung

Bei der ortsbzogenen Meßmethode wird der Meßaufnehmer an einem fixen Punkt im Arbeitsbereich des Anästhesisten befestigt. Dieser Punkt wird vorher definiert, um so kontinuierlich Raumbelastungen zu erfassen und potentielle Leckagen zu überwachen. Hier können sowohl aktive (z.B. Erfassung von Spitzenbelastungen; Ermittlung ganz spezieller Arbeitsbereiche) als auch passive (z.B. Arbeitszeitbelastung; Gesamtleckage) Methoden eingesetzt werden.

2.2 Personenbezogene Messung

Bei der personenbezogenen Messung können Spitzenbelastungen bei einem bestimmten Narkoseverfahren (z.B. volatile Einleitung bei Kindernarkosen) oder Prozedere (z.B. bei der pädiatrischen Bronchoskopie)

für den Anästhesisten oder den Operateur erfaßt werden. Der Meßfühler wird dazu im Inspirationsbereich der Person geführt (aktive) oder im Atemstrom nah an der Person befestigt (passive Probenahme). Ebenso können mit dieser Methode Belastungen von Personen erfaßt werden, die den Arbeitsplatz (OP) ständig wechseln (z.B. Aufsicht führender Oberarzt, niedergelassener Arzt in der Praxis).

3. Meßverfahren

Die verschiedenen Messungen können mit direktanzeigenden (Meßraster 30 sec bis 2 Min) oder mit nicht direktanzeigenden Verfahren aktiv und passiv erfolgen. Die direktanzeigenden Systeme erlauben einen guten Überblick beim Ablauf einer Narkose, wobei jede Phase in einem parallel geführten Ereignisprotokoll zu bezeichnen ist. Bei Anwesenheit von Wasser, Alkohol und CO₂ können allerdings Querempfindlichkeiten das Meßergebnis verfälschen. Bei der passiven Aufnahme werden die Stoffe an Aktivkohle absorbiert (ORSA), bei der aktiven Meßaufnahme wird mittels einer Pumpe angesaugt (Pulsmeter) und ebenfalls an Aktivkohle angelagert. Die Kohle wird später deluiert und die absorbierten Stoffe werden im Gaschromatographen qualitativ und quantitativ erfaßt. So können auch weitere in der Luft befindliche Stoffe erfaßt werden.

4. Bewertung der Meßergebnisse

Die Aufarbeitung der beaufschlagten Stoffe, die Berechnung und Bewertung der Analysen erfolgt nach den entsprechenden Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 402, 403, 440, 900).

4.1 Die erhobenen Meßwerte und die daraus abgeleiteten Berechnungen sollen in einem ausführlichen Meßprotokoll niedergelegt werden. Das Meßprotokoll muß eine genaue Bezeichnung der anästhesiologischen Arbeitsabläufe während der Meßzeiträume enthalten, damit die Ergebnisse richtig bewertet werden können.

Zusammenfassung

Der multifaktoriell belastete Arbeitsplatz Anästhesie hat unter dem Teilespekt der Gefahrstoffverordnung ein in diesen Empfehlungen besonders berücksichtigtes Belastungspotential: Inhalationsanästhetika.

Eine Arbeitsplatz-Belastung durch diese Inhalationsanästhetika kann über verschiedene Ebenen vermieden werden:

Um kostenträchtige Meßverpflichtungen am Arbeitsplatz weitgehend zu vermeiden, muß die Gefahrstoffverordnung mit den entsprechenden TRGS konsequent umgesetzt werden.

1. Ebene = Bewußtsein → Erstellung einer Arbeitsbereichs-Analyse
→ Erkennen von Gefährdungspotentialen
2. Ebene = Prophylaxe → Anwendung geeigneter Ablauforganisationen
→ Auswahl kontaminationsarmer anästhesiologischer Verfahren
→ gezielte Aus-, Weiter- und Fortbildung der ärztlichen und pflegerischen Mitarbeiter
→ Einhaltung der Anwendungsvorschriften
3. Ebene = Technik → regelmäßige Prüfung u. Wartung der Geräte
→ lüftungstechnische Maßnahmen optimieren und kontrollieren.

Anhang 1: Berechnung der Mittelwerte

1. Schichtmittelwert

Ist die Ermittlungsdauer des Analyseverfahrens kürzer als die Arbeitsschicht, wird der Mittelwert bestimmt.

2. Zeitgewichteter Mittelwert

Sind die Ermittlungszeiten der Einzelmessungen ebenfalls unterschiedlich lang, wird die Berechnung des zeitgewichteten Mittelwerts vorgenommen: Der zeitgewichtete Mittelwert (time-weighted-average = TWA) wird normalerweise für einen achtstündigen Werktag bei einer 40-Stundenwoche berechnet. Ist die tägliche Exposition kleiner als acht Stunden, kann der TWA unter Berücksichtigung der Expositionszeit pro Narkose (t) und der mittleren Exposition pro Narkose © nach der untenstehenden Formel berechnet werden:

$$TWA = \frac{c_1 \times t_1 + c_2 \times t_2 + \dots + c_n \times t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} \quad (1)$$

TWA zeitgewichteter Mittelwert (ppm)
c₁...c_n mittlere Konzentration pro Narkose 1...n (ppm)
t₁...t_n Expositionszeit pro Narkose 1...n (Min)

3. Exposition kürzer als 8 Stunden

Sind die Expositionszeiträume kürzer als 8 Stunden, erfolgt die Anpassung durch folgende Formel:

$$TWA-S = \frac{TWA \times t_{ges}}{S} \quad (2)$$

Verbandsmitteilungen

TWA-S zeitgewichteter Mittelwert (ppm),
bezogen auf 8 Stunden
TWA zeitgewichteter Mittelwert (ppm)
 t_{ges}^S Gesamtexpositionszeit pro Narkose (Min)
S Schichtlänge (Min).

4. Schichtmittelwert

Für die Befundermittlung wird der Schichtmittelwert (TWA-S) zum entsprechenden MAK-Wert in Relation gesetzt und man erhält dadurch den Schadstoffindex (I).

$$I = \frac{\text{TWA-S}}{\text{MAK}} \quad (3)$$

Der Schadstoffindex (I) gibt Informationen darüber, inwieweit der MAK-Wert eingehalten wird ($I < 1$) oder nicht ($I > 1$), sowie in welchen Abständen Kontrollmessungen durchgeführt werden müssen.

Sind mehrere Schadstoffe am Arbeitsplatz vorhanden (z.B. Halothan, Stickoxydul und/oder Desinfektionsmittel) wird zusätzlich zu den Einzelindices ein Gesamtschadstoffindex (E) berechnet.

Kontrollmessungen sind erforderlich
in 64 Wochen, wenn $I/E \leq 0,25$
in 32 Wochen, wenn $I/E \leq 0,25$ aber $\leq 0,5$
in 16 Wochen, wenn $I/E \leq 0,5$ aber ≤ 1 .

Sofortige Maßnahmen sind erforderlich, wenn der Schadstoffindex > 1 ist.

Anhang 2: Literatur zum Umgang mit volatilen Anästhetika

Im Umgang mit volatilen Anästhetika am Arbeitsplatz Anästhesie gelten eine Reihe von Grundsätzen, die es umzusetzen gilt. Prophylaxe ist ökonomischer als Elimination, die Erstellung einer Arbeitsbereichsanalyse vermeidet die Auflagen zu meßtechnischer Überwachung. Ein Beauftragter für Arbeitsschutz ist zum Schutz des Anästhesie-(OP)Teams unabdingbar. Die folgende orientierende Literatur hilft bei der Einstimmung auf diese Probleme:

1. BG/BIA Empfehlung zur Überwachung von Arbeitsbereichen Anästhesiearbeitsplätze – Operationssäle
2. Bittersohl G.: Zur neurotoxisch-teratogenen Wirkung von Halothan: Z.Ärztl-Fortbild. 85 (1991) 764-766
3. Dudziak R.: Nebenwirkungen von flüchtigen Anästhetika auf das Anästhesiepersonal unter besonderer Berücksichtigung des Mutterschutzgesetzes. Anästh. Intensivmed. 4 (1981) 81-92
4. Frentzel-Beymer R. et al.: Narkosegase – Belastung und Beanspruchung des OP-Teams sowie multifaktorielle Wirkungsabläufe. Arbeitsrecht im Betrieb 6-7 (1995) 409-416
5. Hagemann H., Winter C.-G.: Narkosegasbelastungen am

Arbeitsplatz Anästhesie – Differenzierungsmöglichkeiten und Belastungsstrukturen. Anästh.Intensivmed. 35 (1994) 191-197

6. Hagemann H., Winter C.-G.: Arbeitsmedizinische Überlegungen zum Arbeitsplatz Anästhesie
Beitr.Anaesth.Intens.Notfallmed. 42 (1993) 41-53

7. Hagemann H., Hartmann B., Winter C.-G., Scheellenberg R.: Danger of exposition to volatile anaesthetic gases for operating room Personnels. In: Occupational Health for Health Care Workers HAGBERG et al (Hrsg.). ecomed Verl. (1993) Pp 256 – 261

8. Halsen G., Eickmann U.: - GP 2 – Umgang mit Gefahrstoffen im Krankenhaus; BGW Pappelallee 35/37 22089 Hamburg 1996

9. Halsey M. J.: Studying toxicity of inhaled general anaesthetics. Br.J.Anaesth. 53 (1981) 57-62

10. Heilmann J., Hagemann H.: Probleme der Exposition von Operationsteams durch Narkosegase IADM Verl. Duisburg (1993) 2. Aufl.

11. Hirte I. et al.: Neurotoxische Wirkungen von Narkosegasen bei beruflicher Exposition. Zbl Arbeitsmed. 45 (1995) 94-102

12. Hoerauf K. et al.: Occupational exposure to sevoflurane, halothane and Nitrous oxide during paediatric anaesthesia Anaesthesia 52 (1997) 215-9

13. Huber E.: Rechtliche Aspekte und MAK-Werte Anästh.Intensivmed. 35 (1994) 162-166

14. Karmaus W.: Unfruchtbarkeit und Schäden der menschlichen Frucht durch Schadstoffe und andere Risiken am Arbeitsplatz. WSI Mitteilungen 3 (1987) 171-178

15. Korn M., Geisel B.: Die Narkosegasbelastung in Operationssälen und Möglichkeiten für das Umgebungs- und Biomonitoring. Arbeitsmed.Sozialmed.Präventivmed. 26 (1991) 312-321

16. Kuchenbecker D. et al.: Isofluran in Alveolarluft nach Expositionen mit arbeitsmedizinisch relevanten Konzentrationen. Arbeitsmed.Sozialmed.Umweltmed. 35 (2000) 525-529

17. Lilienblum W.: Grenzwerte für Narkosegase in der Luft am Arbeitsplatz. Nds.Ärztebl. 12 (1991) 30-31

18. Marx T.: Belastung des Arbeitsplatzes und der Umwelt mit Narkosegasen. Arbeitsmed.Sozialmed.Umweltmed. 33 (1998) 64-75

19. Meier A. et al.: Narkosegasbelastung des Personals in der Kinderanästhesie. Anästhesist 44 (1995) 154-162

20. Meierhans R.: Radikales Umdenken in der Klimatechnik – auch im Krankenhaus. Hyg.Med. 3 (1999) 88-97

21. Müller-Bagehl S.: Mutterschutzrichtlinienverordnung – Qualifizierter Einsatz von Ärztinnen während der Schwangerschaft durch eine sorgfältige Beurteilung der Arbeitsbedingungen. Nds. Ärzteblatt 10 (2000) 3-5

22. Neschartrooh A. et al.: Narkosegasmessungen als Beispiel für innerbetriebliche Messungen im Krankenhaus. Sicherheitsing. 11 (1992) 18-23

23. Pothmann W.: Narkosegasbelastung am Arbeitsplatz Anästhesie-Schutzmaßnahmen – Wunsch und Realität. Anästh.Intensivmed. 35 (1994) 198-201

24. Pothmann W. et al.: Belastungen des Arbeitsplatzes durch Narkosegase – Ursachen und Prävention. Anaesthetist 40 (1991) 339

25. Schou J. et al.: Die Doppelmaske. Anaesthetist 39 (1990) 122-4

26. Schulte am Esch J.: Gefahren der Narkosegasbelastung am Arbeitsplatz. Anästh.Intensivmed. 35 (1994) 154-161

27. Senf L. et al.: Untersuchungen zur Langzeitexposition von Operationspersonal gegenüber Halothan. Z.ges.Hygiene 35 (1989) 480-3

28. Tannenbaum T.N. et al.: Exposure to anesthetic gases and reproductive Outcome. J.Occup.Med. 27 (1985) 659-668

29. TRGS 402 – Technische Regeln für Gefahrstoffe; Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen
30. Tyther R. et al.: Effects of chronic occupational exposure to anaesthetic gases on the rate of neutrophil apoptosis among anaesthetists. *Europ J Anaesthesiology* (2002) 19; 604-8
31. VBG 123 Unfallverhütungsvorschrift – mit Durchführungsanweisungen BGW Pappelallee 35/37 – 22089 Hamburg
32. Wegner R. et al.: Zur Halothanbelastung von Operationspersonal in Abhängigkeit von raumluftechnischen Bedingungen. *Arbeitsmed Sozialmed Präventivmed*. 25 (1990) 264-270
33. Winter C.-G. et al.: Arbeitstoxikologische Studie zur Einschätzung des expositionellen Risikos des Operationspersonals gegenüber Inhalationsanästhetika. *Z gesamte Hygiene* 33 (1987) 622-6.
8. Cohen EN, Gift HC, Brown BW, Greenfield W, Wu ML, Jones TW, Whitcher CE, Driscoll EJ, Brodsky JB.: Occupational disease in dentistry and chronic exposure to trace anesthetic gases. *J Am Dent Assoc* 1980; 101: 21-31
9. Tomlin PJ.: Health problems of anaesthetists and their families in the west midlands. *Br Med J* 1979; 1: 779-784
10. Ericson A, Kallen B.: Survey of infants born in 1973 or 1975 to Swedish women working in operating rooms during their pregnancies. *Anesth Analg* 1979; 58: 302-305
11. Pharaoh PO, Alberman E, Doyle P, Chamberlain G.: Outcome of pregnancy among women in anaesthetic practice. *Lancet* 1977; 1: 34-36
12. Rosenberg PH, Vanttinen H.: Occupational hazards to reproduction and health in anaesthetists and paediatricians. *Acta Anaesthesiol Scand* 1978; 22: 202-207
13. Axelsson G, Rylander R.: Exposure to anaesthetic gases and spontaneous abortion: response bias in a postal questionnaire study. *Int J Epidemiol* 1982; 11: 250-256
14. Heidam LZ.: Spontaneous abortions among dental assistants, factory workers, painters, and gardening workers: a follow-up study. *J Epidemiol Community Health* 1984; 38: 149-155
15. Lauwerys R, Siddons H, Mission CB; Borlee I, Bouckaert A, Lechat MF, De Temmerman P.: Anaesthetic health hazards among Belgian nurses and physicians. *Int Arch Occup Environ Health* 1981; 48: 195-203
16. Hemminki K, Kyronen P, Lindbohm M.: Spontaneous abortions and malformations in the offspring of nurses exposed to anaesthetic gases, cytostatic drugs, and other potential hazards in hospitals, based on registered information of outcome. *J Epidemiol Comm Health* 1985; 39; 141-147
17. Buring JE, Hennekens CH, Mayrent SL, Rosner B, Greenberg ER, Colton T.: Health experiences of operating room personnel. *Anesthesiology* 1985; 62: 325-330
18. Tannenbaum TN, Goldberg RJ.: Exposure to anesthetic gases and reproductive outcome: a review of the epidemiologic literature. *J Occup Med* 1985; 27: 659-668
19. Boivin J.: Risk of spontaneous abortion in women occupationally exposed to anesthetic gases: a meta-analysis. *Occup Environ Med* 1997; 54: 541-548
20. Guirguis SS, Roy ML, Pelmear PL, Wong I.: Health effects associated with exposure to anesthetic gases in Ontario hospital personnel. *Br J Ind Med* 1990; 47: 490-497
21. Rowland As, Baird DD, Weinberg CR, Shore DL, Shy CM, Wilcox AJ.: Reduced fertility among women employed as dental assistants exposed to high levels of nitrous oxide. *N Engl J Med* 1992; 327: 993-997
22. Rowland As, Baird DD, Shore DL, Weinberg CR, Savitz DA, Wilcox AJ.: Nitrous oxide and spontaneous abortion in female dental assistants. *Am J Epidemiol* 1995; 141: 531-538.

Anhang 3:

Literatur zum Risiko der chronischen Toxizitäten durch Narkosegase

Das Risiko der chronischen Toxizität durch Narkosegase ist in 16 Studien zwischen 1971 und 1985 dargestellt: Es wurde ein erhöhtes Abortrisiko bei Räumen ohne Narkosegasfortleitung in 9 Studien (1 - 9) nachgewiesen, bei den restlichen 7 fand sich keine statistische Korrelation. Drei Metaanalysen der am besten dokumentierten Studien ergaben ein erhöhtes Risiko für spontane Aborte und für Infertilität (17 - 19). Diese Daten wurden in drei großen prospektiven Studien zwischen 1990 und 1995 bestätigt (20 - 22). In Räumen mit einer ausreichenden Narkosegasfortleitung besteht demnach kein erhöhtes Risiko.

1. Cohen EN, Bellville JW, Brown BW.: Anesthesia, pregnancy, and miscarriage: a study of operating room nurses and anesthetists. *Anesthesiology* 1971; 35; 343-347
2. Knill-Johnes RP, Rodrigues LV, Moir DD, Spence AA.: Anaesthetic practice and pregnancy: controlled survey of women in the United Kingdom. *Lancet* 1972; 1326-1328
3. Rosenberg P, Kirves A.: Miscarriages among operating theatre staff. *Acta Anaesthesiol Scand* 1973; S53: 37-42
4. Cohen EN, Brown BW, Bruce DL.: Occupational disease among operating room personnel: a national study. *Anesthesiology* 1974; 41: 321-340
5. Corbett TH, Cornell RG, Endess JL, Liedking K.: Birth defects among children of nurse-anesthetists. *Anesthesiology* 1974; 41: 341-344
6. Knill-Johnes RP, Newmann BJ, Spence AA.: Anaesthetic practice and pregnancy: controlled survey of male anesthetists in the United Kingdom. *Lancet* 1975; 2: 807-809
7. Cohen EN, Brown BW, Bruce DL, Cascorbi HF, Corbett TH, Jones TW, Whitcher CE.: A survey of anesthetic health hazards among dentists. *J Am Dent Assoc (JADA)* 1975; 90: 1291-1296

Unter Mitwirkung von:

- E. Biermann, Nürnberg
 Th. Erb, Leverkusen
 G. Hack, Singen
 H. Hagemann, Hannover
 J. Hobbhahn, Regensburg
 E. Mertens, Aachen
 W. Pothmann, Hamburg
 R. Schäffer, Mönchengladbach
 M. Wendt, Greifswald.

Hinweis: Die nächsten Termine der vom BDA angebotenen Seminare zur Qualifikation als "Fachkundige Ärztin / Arzt für Arbeitsschutz am Arbeitsplatz Anästhesie" werden im Mai-Heft dieser Zeitschrift veröffentlicht.