

# **Gefahrstoff-Exposition bei Arbeiten mit Desinfektionsmitteln (Stand Juni 2000)**

**Herausgeber:**

Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und  
Wohlfahrtspflege (BGW)  
Geschäftsführung, Herr Dr. Brandenburg  
Pappelallee 35/37, 22089 Hamburg  
Tel.: (040) 20 207 – 0, Fax: (040) 20 207 – 525

**Autoren:**

Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege  
Dr. Ing. Udo Eickmann  
Dr. rer. nat. Gabriele Halsen  
Wolfgang Wegscheider  
Bereich Gefahrstoffe  
Bonner Str. 337  
50968 Köln

# **Gefahrstoff- Exposition bei Arbeiten mit Desinfektionsmitteln**

U. Eickmann, G. Halsen, W. Wegscheider

## **1. Einleitung**

Desinfektionsarbeiten stellen im Gesundheitsdienst Routinearbeiten dar, die in fast allen Bereichen der Diagnose, Therapie und Pflege notwendig sind. Hygiene im Gesundheitsdienst ist eine komplexe Wissenschaft: optimale Hygiene schützt Patienten und Mitarbeiter im Krankenhaus vor Infektionen, aber wie bei jedem anderen Arbeitsverfahren gehen auch Gefahren von den Desinfektionsarbeiten aus, z. B.

- Infektionsgefahren beim Umgang mit verunreinigten Geräten/ Instrumenten,
- Verbrennungsgefahren an heißen Oberflächen beim Umgang mit thermisch behandelten Materialien,
- Gefährdungen durch chemische Desinfektionsmittel, die z. B. ätzend oder reizend, gesundheitsschädlich oder sensibilisierend sind,
- Gefährdungen durch das Handling von schweren Gewichten bei der Vor- und Nachbereitung der zu desinfizierenden Güter (z. B. Matratzen, Instrumentenkörbe etc.)

Der Arbeitsschutz bei Desinfektionsarbeiten ist umfangreich beschrieben [1– 6] und wird im folgenden als bekannt vorausgesetzt. Da sich die normativen Vorgaben zum Umgang mit Desinfektionsmitteln und die Erkenntnisse über die Gefahrstoffexposition der Beschäftigten bei chemischen Desinfektionen ändern, widmet sich diese Arbeit aktuellen Neuigkeiten zur Höhe und zur Beurteilung der Exposition gegenüber Desinfektionsmittelwirkstoffen.

## **2. Einstufung und Grenzwerte**

Aus der Fülle der Desinfektionsmittelwirkstoffe sind nur wenige in der Liste nach § 4 a GefStoffV [7, 8, 10, 11] eingestuft (z. B. als ätzend, reizend, sensibilisierend etc.) und noch weniger Stoffe besitzen einen Luftgrenzwert (Tab. 1).

Dennoch sind bei der Auswahl von Desinfektionsverfahren gerade diese Informationen zu berücksichtigen, wenn es darum geht, die für den gewünschten Anwendungszweck und die Beschäftigten geeigneten Desinfektionsmittel mit dem geringsten Gefährdungspotential auszuwählen.

**Tab. 1: Grenzwerte und Einstufungen ausgewählter Desinfektionsmittelwirkstoffe**

| Stoffbezeichnung       | LUFTGRENZWERTE        |                       |                    | EINSTUFUNGEN                                |               |   |                                |                              |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|---|---------------|---|--------------------------------|------------------------------|
|                        | [ml/ m <sup>3</sup> ] | [mg/ m <sup>3</sup> ] | Kurzzeitwert (KZW) | sensibilisierend<br>H= Haut<br>A = Atemwege | hautresorptiv | krebserzeugendes/<br>mutagenes<br>Potential | Risiko der<br>Fruchtschädigung | neurotoxisch<br>gem. BK 1317 |
| Formaldehyd            | 0,5                   | 0,6                   | =1=                | H   | +             | K 3   | nein                           | -                            |
| Glutaraldehyd          | 0,1                   | 0,4                   | =1=                | H + A                                       | -             | -   | nein                           | -                            |
| Glyoxal                | -                     | -                     | -                  | H   | -             | M 3   | -                              | -                            |
| Ethanol <sup>(*)</sup> | 1000                  | 1900                  | 4                  | -   | -             | -   | -                              | +                            |
| 2-Propanol             | -                     | 500                   | 4                  | -   | -             | -   | nein                           | +                            |

<sup>(\*)</sup>DFG - Einstufung 1998:

K 5 = krebserzeugender Stoff mit sehr schwachem Wirkungspotential

M2 = mutagen im Tierversuch

Luftgrenzwert Ethanol = 500 ml/ m<sup>3</sup>.

In den letzten Jahren sind einige Änderungen der Grenzwerte und Einstufungen auch für Desinfektionsarbeiten von Interesse:

- Der Grenzwert von 2- Propanol wurde von 980 mg/m<sup>3</sup> auf 500 mg/ m<sup>3</sup> quasi halbiert.
- Ethanol wurde von der Senatskommission der DFG 1998 neu in die MAK-Liste (nicht TRGS 900) eingestuft als mutagene Substanz (M 2) mit schwachem karzinogenem Potential (K 5). Eine Übernahme der Einstufung in das staatliche Regelsystem steht noch aus.
- Glyoxal, ein Wirkstoff ohne Luftgrenzwert, wurde in die Gruppe M 3 (Verdacht auf mutagene Wirkung) eingestuft.
- Die Änderung des Kurzzeitwertschemas in der Grenzwertliste TRGS 900 [9] führte zu einer Verschärfung der Beurteilung der Arbeitsplätze mit Umgang mit akut wirkenden Substanzen (z. B. Aldehyden, Säuren). Bei Stoffen, die in der TRGS 900 mit dem Symbol =1= gekennzeichnet wurden, darf auch kurzfristig (d. h. über 15 Minuten) der Grenzwert nicht überschritten werden. Früher war eine kurzzeitige Überschreitung (z. B. um den Faktor 2 bei Formaldehyd) möglich.

### 3. Flächendesinfektion:

Bei der Desinfektion von Fußböden und anderen Oberflächen, z. B. Arbeitsflächen und Oberflächen medizinischen Inventars, wird überwiegend die Scheuer-/Wischdesinfektion eingesetzt. Dabei kommen unter anderem die Desinfektionsmittelwirkstoffe

- Formaldehyd, Glutar(di)aldehyd und sonstige Aldehyde bzw. Derivate,
- Phenolderivate,
- quartäre Ammoniumverbindungen,
- Biguanide,
- Alkylamine/Alkylaminderivate

zur Anwendung.

Während Formaldehyd und Glutaraldehyd bei den üblichen Anwendungskonzentrationen einen nennenswerten Dampfdruck besitzen und somit auch dampfförmig auf die Atemwege einwirken können, wirken Ammoniumverbindungen und Biguanide nur bei unmittelbarem Hautkontakt der Beschäftigten mit der Anwendungslösung oder dessen Aerosol ein.

Informationen zur Beurteilung der Gefährdung durch Flächendesinfektionsarbeiten findet man einerseits in der Literatur [z.B. 12] und andererseits in den Schriften der Unfallversicherungsträger, insbesondere in der BG- Regel 206 „Desinfektionsarbeiten im Gesundheitsdienst“ und dem Merkblatt für Reinigungs-, Pflege- und Desinfektionsmittel (ZH 1/ 187) [4, 13]. Dort kann man lesen, daß bei der Desinfektion von Flächen mit aldehydhaltigen Produkten (Formaldehyd oder Glutaraldehyd) in einer 0,5%igen Anwendungslösung die Luftgrenzwerte im allgemeinen nicht überschritten werden, auch wenn es dabei zu Geruchsbelästigungen kommen kann. Für die in den Anwendungslösungen vorhandenen Alkohole, z.B. Ethanol oder Isopropanol, werden die Grenzwerte eingehalten.

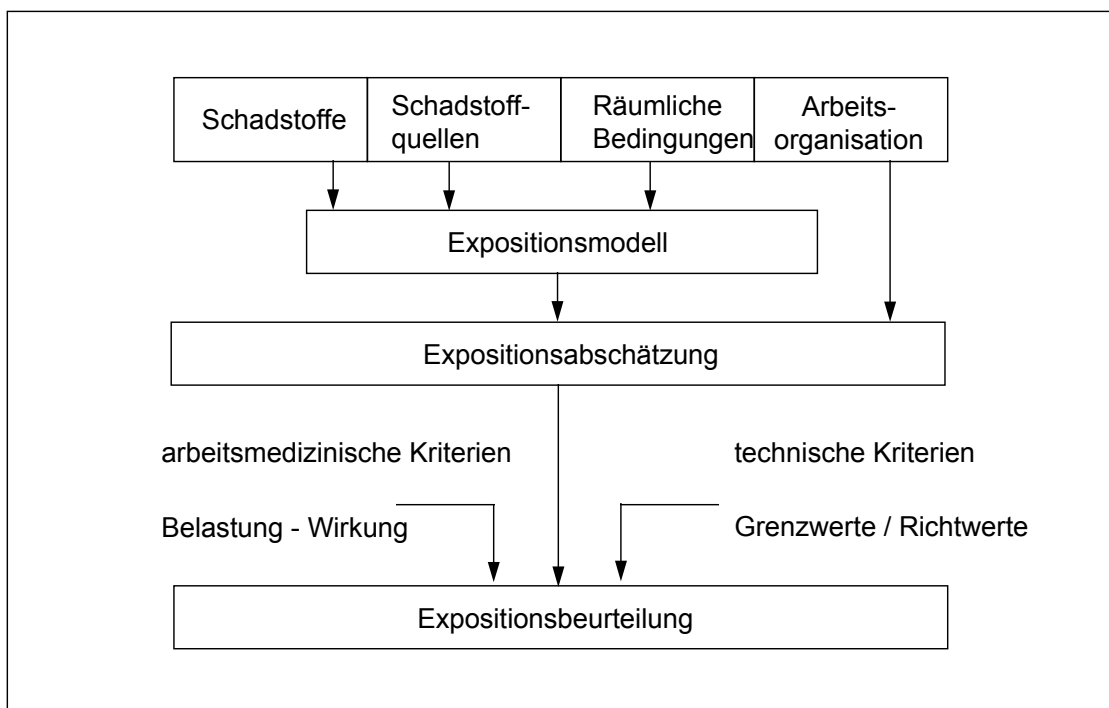
Nach der Auswertung umfangreicher Meßserien mit aldehydischen Desinfektionsmitteln muß die Aussage zur Grenzwerteinhaltung für Formaldehyd und Glutaraldehyd differenzierter betrachtet und deutlich eingeschränkt werden, wobei die große Zahl der die Luftbelastung beeinflussenden Faktoren berücksichtigt werden muß.

#### 3.1 Expositionsbestimmende Einflußgrößen

Zur Beurteilung der Gefährdung durch luftgetragene Gefahrstoffe aus Desinfektionsmitteln kann das Expositionsmodell der Differenzierten Expositionsanalyse angewendet werden [14 – 16].

Unter der Differenzierten Expositionsanalyse (Abb. 1) wird die systematische Sammlung und Auswertung der Daten verstanden, die die Expositionsverhältnisse am Arbeitsplatz bestimmen. Bei der Analyse einer Schadstoffbelastung am Arbeitsplatz kann danach differenziert werden in

- die stofflichen Eigenschaften des Schadstoffes,
- die Analyse der Schadstoffquelle,
- die Einflüsse des Raumes um die Schadstoffquelle und um die betroffenen Menschen,
- die Aspekte der Arbeitsorganisation.



**Abbildung 1: Schema der Differenzierten Expositionsanalyse**

Gelingt es, die genannten vier Bereiche mathematisch, semiempirisch oder rein empirisch zu beschreiben und über Modellgleichungen zu verknüpfen, erhält man ein Expositionsmodell, das die Belastung durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz in Abhängigkeit von den wesentlichen Parametern beschreibt. Somit werden Abschätzungen der Arbeitsplatzbelastung unter Variation der Arbeitsbedingungen möglich, die sonst nur mit großem Meßaufwand zu erhalten sind.

Die für die Bestimmung der Luftkonzentration wesentliche Gleichung des Expositionsmodell lautet:

$$\bar{x}_D = \frac{\dot{m}_D}{\dot{V}_L} \cdot \left[ 1 - \frac{1 - e^{-\lambda \cdot \Delta t}}{\lambda \cdot \Delta t} \right] \cdot OF \quad (1)$$

mit

- $\bar{x}_D$  = mittlere Luftkonzentration eines Schadstoffes während des Zeitraumes  $\Delta t$  [mg/ m<sup>3</sup>]
- $\dot{m}_D$  = Schadstoffstrom in die Luft [mg/ h]
- $\dot{V}_L$  = Frischluftstrom in den (Bilanz-) Raum [m<sup>3</sup>/ h]
- $\lambda$  = Luftwechselzahl = Frischluftstrom  $\dot{V}_L$  /Raumvolumen  $V_R$  [1/ h]
- $\Delta t$  = Zeitraum der Exposition [h]
- OF = Ortsfaktor, berücksichtigt die Position des Beschäftigten zur Emissionsquelle [-]

Der verdunstende Stoffstrom von Desinfektionsmittelwirkstoffen, insbesondere Formaldehyd und Glutaraldehyd, ergibt sich aus /16/ zu

$$m_D = K \cdot \text{Konz.} \cdot \text{Dos} \cdot A \quad (2)$$

mit

|       |   |  |                   |
|-------|---|--|-------------------|
| K     | = | stoffspezifischer Faktor,<br>2,1 für Formaldehyd und 1,2 für Glutaraldehyd | [-]               |
| Konz. | = | Konzentration des Wirkstoffes<br>im Desinfektionsmittelkonzentrat          | [g/ 100 g]        |
| Dos   | = | Dosierung des Konzentrates in der Anwendungslösung                         | [%]               |
| A     | = | mit Desinfektionsmittel benetzte Fläche                                    | [m <sup>2</sup> ] |

Die luftgetragene Schadstoffbelastung hängt somit von den folgenden Einflußgrößen ab:

- dem Desinfektionsmittelwirkstoff,
- der Konzentration des Desinfektionsmittelwirkstoffes in der Anwendungslösung,
- der benetzten/offenen Fläche A,
- dem Volumen des Arbeitsraumes  $V_R$ ,
- der Lüftung  $\dot{V}_L$  am Arbeitsplatz,
- der Expositionszeit  $\Delta t$  der Beschäftigten,
- der Position der Beschäftigten zur Schadstoffquelle.

Aussagen über das Überschreiten bzw. das Einhalten von Luftgrenzwerten bei Desinfektionsarbeiten sind somit nur dann eindeutig, wenn alle genannten Einflüsse berücksichtigt werden.

### 3.2 Expositionsmodell

Im Rahmen der Überarbeitung des Merkblattes für den Umgang mit Reinigungs-, Pflege- und Desinfektionsmitteln (ZH 1/ 187) ergab sich die Möglichkeit, das o.g. Berechnungsmodell auf eine Fülle von Meßdaten der Bau-Berufsgenossenschaft Rheinland und Westfalen anzuwenden [17].

Da die Messungen vorgenommen worden waren, ohne die in Abschnitt 3.1 genannten Einflußgrößen lückenlos dokumentieren zu können, mußte folgendes Vorgehen angewendet werden:

1. Die Meßdaten mußten entsprechend den Einflußgrößen klassifiziert werden.
2. Es waren Rahmenbedingungen zu formulieren, die eine Grenzwerteinhaltung bei der Flächendesinfektion ermöglichen.
3. Es war zu prüfen, ob die Meßdaten die Rahmenbedingungen widerspiegeln.

Die Messungen der Bau- BG konzentrierten sich auf die aldehydischen Wirkstoffe Formaldehyd und Glutaraldehyd, die in Operationsbereichen und auf Stationen angewendet wurden. Diese beiden Arbeitsbereiche unterscheiden sich bezüglich der Höhe der behandelten Fläche, der Anwendungskonzentration und der Lüftungssituation. Zusätzlich konnte bei einer Analyse der Meßwerte zwischen Messungen in einem einzigen Raum und denjenigen Messungen, bei denen mehrere Räume nacheinander desinfiziert wurden, unterschieden wird.

Bei den vorliegenden Messungen zur Sprühdeseinfektion von Flächen wurde wegen der Aerosolbildung in jedem Fall von einer Überschreitung von Grenzwerten ausgegangen.

Bei der Anwendung des Expositionsmodells auf die Meßdaten mußten verschiedene Annahmen getroffen werden:

- Die Berechnungen sollen die Erhöhung der Raumlufbelastung durch die Wischdesinfektion beschreiben. Anfängliche Belastungen an Aldehyden in der Raumluf spielen für diese Berechnung keine Rolle.
- Die Konzentration an Aldehyden in der Frischluft des Arbeitsbereiches wird ebenfalls vernachlässigt.
- Der Beschreibung der Verdunstung von Desinfektionsmittelwirkstoffen liegen die Annahme zugrunde:
  - o Die die Verdunstungsgeschwindigkeit beeinflussende Luftgeschwindigkeit an der Phasengrenzfläche beträgt  $v_L = 0,2 \text{ m/ s}$  (worst- case- Annahme).
  - o Die Verdunstungstemperatur liegt bei ca.  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Der Ortsfaktor OF, der die Inhomogenität der Raumlufbelastung berücksichtigt, wird mit  $OF = 2$  angesetzt. Dieser Wert liegt ebenfalls auf der sicheren Seite, da an anderen Arbeitsplätzen (Instrumentendesinfektion, OP-Arbeitsplätze) geringere Faktoren ermittelt wurden.
- Die Berechnung erfolgt für Konzentrationen an Desinfektionsmittelwirkstoffen in der Anwendungslösung von
  - 250 mg Formaldehyd/ Liter Anwendungslösung
  - und
  - 250 mg Glutaraldehyd/ Liter Anwendungslösung.

Dies entspricht jeweils einer Konzentration von 5 g/ 100 g Konzentrat bei einer Dosierung von 0,5 %.

### 3.3 Sicheres Arbeitsverfahren zur Flächendesinfektion

Mit den vorgestellten Parametern wurden Berechnungen der Luftkonzentrationen an Formaldehyd und Glutaraldehyd durchgeführt und zu einem Bewertungsindex BI zusammengefaßt. Dabei gilt:

$$BI = \frac{\bar{X}_{\text{Formaldehyd}}}{\text{Grenzwert Formaldehyd}} + \frac{\bar{X}_{\text{Glutaraldehyd}}}{\text{Grenzwert Glutaraldehyd}} \quad (3)$$

Bei einem Bewertungsindex BI unterhalb von 1 gelten die schichtbezogenen Grenzwerte entsprechend TRGS 403 [18] als eingehalten.

Die Variation des Lüftungsparameters  $\lambda$  und der Arbeitszeit  $\Delta t$  führten zu folgenden Ergebnissen:

**Tab. 2: Ergebnisse der Expositionsrechnung**

| Luftwechsel<br>$\lambda$ [1/h] | Arbeitszeit<br>im Raum<br>$\Delta t$ [h] | Raumluftkonzentration<br>Formaldehyd<br>$\bar{x}_{\text{HCHO}}$ [mg/ m <sup>3</sup> ] | Raumluftkonzentration<br>Glutaraldehyd<br>$\bar{x}_{\text{Glutaraldehyd}}$ [mg/ m <sup>3</sup> ] | Bewertungs-<br>index<br>BI |
|--------------------------------|--|---|--|----------------------------|
| 0,2                            | 0,25                                     | 0,26  | 0,15   | 0,81                       |
|                                | 0,50                                     | 0,53  | 0,30   | 1,63                       |
|                                | 0,75                                     | 0,79  | 0,45   | 2,44                       |
| 1,0                            | 0,25                                     | 0,25  | 0,14   | 0,77                       |
|                                | 0,50                                     | 0,45  | 0,26   | 1,40                       |
|                                | 0,75                                     | 0,62  | 0,35   | 1,91                       |
| 2,0                            | 0,25                                     | 0,22  | 0,13   | 0,69                       |
|                                | 0,50                                     | 0,39  | 0,22   | 1,20                       |
|                                | 0,75                                     | 0,50  | 0,29   | 1,56                       |
|                                | 1,0                                      | 0,60  | 0,34   | 1,85                       |
| 5,0                            | 0,25                                     | 0,18  | 0,10   | 0,55                       |
|                                | 0,50                                     | 0,26  | 0,15   | 0,81                       |
|                                | 0,75                                     | 0,31  | 0,18   | 0,97                       |
|                                | 1,0                                      | 0,34  | 0,19   | 1,04                       |
|                                | 1,25                                     | 0,38  | 0,22   | 1,18                       |
|                                | $\infty$                                 | 0,42  | 0,24   | 1,30                       |
| 10                             | 0,25                                     | 0,13  | 0,07   | 0,39                       |
|                                | 0,50                                     | 0,17  | 0,10   | 0,53                       |
|                                | 0,75                                     | 0,18  | 0,10   | 0,55                       |
|                                | 1,00                                     | 0,19  | 0,11   | 0,59                       |
|                                | 2,00                                     | 0,20  | 0,11   | 0,61                       |
|                                | $\infty$                                 | 0,21  | 0,12   | 0,65                       |

Der vorliegenden Berechnung liegen mehrere worst-case-Annahmen zugrunde:

- Die Verdunstungsrate an Desinfektionsmittelwirkstoff  $m_D$  wird aufgrund der getroffenen Annahmen in der Regel geringer sein,
- das Verhältnis  $A/V_R = 0,4$  wird in Stationsräumen in der Regel nicht erreicht,
- der Ortsfaktor OF wird in der Regel kleiner als 2 sein.

Ein Vergleich der Meßwerte der Bau- BG Rheinland und Westfalen mit den Ergebnissen der Modellierung zeigte, daß alle vorliegenden Meßergebnisse durch das Berechnungsverfahren abgebildet werden konnten. Daher ist unter Einhaltung der folgenden Bedingungen von einer Einhaltung der Luftgrenzwerte auszugehen:

#### I. Konzentration an Desinfektionswirkstoff

Die Konzentration an Formaldehyd und Glutaraldehyd darf zusammen 500 mg pro Liter Anwendungslösung, wobei Formaldehyd zu maximal 250 mg enthalten sein

darf, nicht überschreiten. Dies ist gewährleistet, wenn bei einer 0,5 %igen Anwendungslösung

- das Konzentrat nicht mehr als 5 % Formaldehyd und bis zu 5 % Glutaraldehyd enthält

oder

- das Konzentrat bis zu 10 % Glutaraldehyd (ohne Formaldehyd) enthält.

## II. Benetzte Fläche

In dem zu desinfizierendem Raum darf die insgesamt benetzte Fläche nicht größer als die Fußbodenfläche sein.

## III. Lüftungssituation

Bei den angegebenen Lüftungsmaßnahmen darf die Arbeitszeit im jeweiligen Raum die folgenden Werte nicht überschreiten:

| Lüftungsmaßnahme   | Max. Arbeitszeit im Raum |
|--|--------------------------|
| technische Lüftung (Luftwechselrate > 10, z. B. OP)  | ganze Schicht            |
| Fenster vollständig geöffnet oder technische Lüftung (Luftwechselrate < 10, z. B. Funktionsräume)    | 0,5 Stunden              |
| ansonsten (z. B. Fenster/Türen geschlossen oder Fenster gekippt oder Türen geöffnet/Fenster gekippt) | 0,25 Stunden             |

Bei diesen Bedingungen ist ein Arbeiten ohne Überschreitung der Luftgrenzwerte garantiert. Eine Nicht-Einhaltung der Kriterien bedeutet nicht zwangsläufig eine Überschreitung der Luftgrenzwerte. In diesen Fällen kann der Arbeitsplatz aber nicht mehr automatisch „freigeschrieben“ werden.

Bei der Desinfektion mit höherer Wirkstoffkonzentration (z. B. 3%ige Anwendungslösung bei der Schlußdesinfektion, bei der alle Flächen des OP desinfiziert werden) ist von einer Überschreitung der Luftgrenzwerte auszugehen, so daß das Tragen von Atemschutz erforderlich sein kann.

Die Inhaltsstoffe von Produkten auf Basis von quartären Ammoniumverbindungen und Biguaniden haben einen sehr geringen Dampfdruck und keine Grenzwerte, so daß Arbeitsplatzmessungen nicht durchgeführt zu werden brauchen. Nur bei Verfahren mit Aerosolbildung besteht eine Belastung der Atemluft.

Für die in den Produkten enthaltenen Alkohole (z. B. Ethanol, Isopropanol) zeigen sowohl die modellhaften Berechnungen als auch Messungen, daß die Luftgrenzwerte eingehalten sind.

Werden Desinfektionsmittel im Sprüh- oder Vernebelungsverfahren eingesetzt, ist mit erhöhten Gefahrstoffkonzentrationen (Dämpfe oder Aerosole) zu rechnen.

## 4. Endoskop-Desinfektion

Die Desinfektion von medizinischen Instrumenten erfolgt entsprechend der Vielzahl unterschiedlicher Instrumente nach verschiedenen manuellen oder maschinellen, chemischen oder auch chemothermischen Verfahren. Dabei kommen als Desinfektionsmittelwirkstoffe insbesondere zur Anwendung:

- Aldehyde (Formaldehyd, Glutaraldehyd, etc.)
- Phenolderivate
- Biguanide
- Alkylamine/Alkylaminderivate
- quartäre Ammoniumverbindungen
- oxidierende Verbindungen (Peressigsäure, Wasserstoffperoxid etc.)

Endoskope sind relativ große Instrumente, die regelmäßig gereinigt und desinfiziert werden müssen und bei deren Desinfektion die Beschäftigten immer wieder über Beeinträchtigungen klagen. Wegen der überwiegend in Endoskopie-Bereichen auftretenden Beschwerden befaßte sich die BGW in den Jahren 1998/1999 mit den stofflichen Belastungen in diesen Bereichen.

Für den Zeitraum ab ca. 1980 wurde eine Literaturrecherche in den Datenbanken DIMDI [SOMED, MEDLINE, EMBASE, TOXLINE; RTECS], STN [CAS, CHEMLIST, DECHEMA], Fiz-Technik [DOMA, DITR, BAUL] und der Zentralen Stoff- und Produktdatenbank des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften durchgeführt [19 – 37]. Die Veröffentlichungen, die schwerpunktmäßig aus Großbritannien bzw. Skandinavien stammen, lassen vermuten, daß insbesondere der Umgang mit Aldehyden (Glutaraldehyd) die Beschwerden auslösen kann. Daher wurde eine Meßkampagne zur Beurteilung der Aldehyd-Belastung der Beschäftigten in Endoskopie-Bereichen von Krankenhäusern abgewickelt, um die Aldehyd-Exposition quantifizieren und sichere Arbeitsverfahren auch aus der Sicht des Arbeitsschutzes beschreiben zu können. Dabei wurden 44 Meßserien mit insgesamt 147 Meßpunkten durchgeführt.

### 4.1 Arbeitsverfahren

Die Beschäftigten in den untersuchten Endoskopien haben folgende Tätigkeiten durchzuführen:

1. Vorbereitung des Patienten
2. Assistenz bei der endoskopischen Untersuchung
3. Aufbereitung der Endoskope, der Instrumente und des Zubehörs
4. Flächendesinfektion.

Die Aufbereitung stellt die expositionsbestimmende Tätigkeit dar. Sie erfolgt in der Regel in einem vom Untersuchungsbereich getrennten Raum. Die Aufenthaltsdauer der Beschäftigten im Aufbereitungsraum beträgt ca. 5 Minuten pro Untersuchung/Aufbereitung. Die Vorbereitung und Untersuchung eines Patienten nimmt üblicherweise 15 – 30 Minuten in Anspruch.

Die Reinigung und Desinfektion kann ausschließlich manuell (vorbereitende Aufbereitung und Desinfektion) oder manuell (vorbereitende Aufbereitung) und maschinell (Desinfektion) erfolgen. Grundsätzlich durchläuft ein Endoskop nach der Untersuchung folgende Arbeitsschritte:

1. Abwischen des Endoskops
2. Durchspülen des Luft/Wasser-Kanals und des Absaugkanals im Endoskop am Untersuchungsplatz
3. Reinigen des Biopsie- und Instrumentierkanals mit einer kleinen Bürste
4. Dichtigkeitstest
5. Einlegen in Desinfektionslösung
6. Desinfektion a) manuell, b) halbautomatisch, c) vollautomatisch)
  - a) manuelles Einspülen der Desinfektionslösung in die Lumen und statische chemische Desinfektion
  - b) Anschluß an die Spülschläuche eines Halbautomaten und zirkulierende Durchspülung (chemische Desinfektion)
  - c) Anschluß an die Spülschläuche der Spülmaschine und vollautomatischer chemisch-thermischer Desinfektionsvorgang
7. Klarspülen des Endoskops mit Wasser
8. Trocknen oder direkte Wiederverwendung am nächsten Patienten.

Die verwendeten Instrumente (z. B. Biopsiezangen) und das Zubehör (z. B. Mundstück, Sprühkopf, Reinigungsbürste) werden in eine Desinfektionslösung (Desinfektionswanne oder Ultraschallwanne) eingelegt. Diese Teile sind in der Regel in ausreichender Zahl vorhanden und können meist bis zum Ende der Schicht in der Lösung verbleiben. Danach werden die Teile mit Wasser klargespült. In einigen Krankenhäusern wird ein Teil des Zubehörs zusammen mit dem Endoskop in der Spülmaschine desinfiziert und klargespült. Die Instrumente und das Zubehör werden dann noch getrocknet, verpackt und der Zentralsterilisation zugeführt.

Die Oberflächen im Arbeitsbereich werden durch das Pflegepersonal in der Regel am Ende der Schicht, bei grober Verunreinigung auch nach der jeweiligen Untersuchung desinfiziert. Dabei können auch aldehydische Desinfektionsmittel verwendet werden.

#### **4.2 Untersuchte Gefahrstoffe**

Im Rahmen der Untersuchungen der BGW wurde auf fünf Aldehyde geachtet, die in verschiedenen Konzentrationen in den Anwendungslösungen vorhanden waren:

**Tab. 3: gemessene Desinfektionsmittelwirkstoffe**

| <b>Wirkstoff</b>        | <b>Wirkstoffmenge in der Anwendungslösung<br/>[g/ 100 g Lösung]</b> |
|-------------------------|---|
| Formaldehyd             | 0,07 – 0,3  |
| Glutaraldehyd           | 0,045 – 2,45  |
| Glyoxal                 | 0,06 – 0,45   |
| Bernsteinsäuredialdehyd | 0,22 – 0,66   |
| 2-Ethylhexanal          | 0,015 – 0,15  |

von diesen Stoffen besitzen allerdings nur Formaldehyd und Glutaraldehyd sowie Glyoxal einen Luftgrenzwert oder eine Einstufung (vgl. Tab. 1).

### 4.3 Meßergebnisse

Die Messungen wurden in 20 Krankenhäusern durchgeführt. Dabei wurden in einem einzelnen Endoskopiebereich mehrere Meßpunkte festgelegt:

- Messungen an der Person,
- stationäre Messungen an potentiellen Emissionsquellen (Desinfektionswanne, Spülmaschine),
- sonstige stationäre Messungen (Untersuchungsplatz, Schreibarbeitsplatz).

Die Messungen an der Person konnten als repräsentativ für die Arbeitsschicht betrachtet werden. Daher wird für diese Messungen in den folgenden Tabellen der Bewertungsindex BI (vgl. Gl. 3) ausgewiesen. Die stationären Messungen geben ein Bild über die Verteilung der Konzentrationen im Arbeitsbereich. Die Messungen an potentiellen Emissionsquellen ermöglichen zusätzlich eine Kurzzeitwertbeurteilung. Daher ist hier der Stoffindex SI = Meßwert/ Grenzwert für die einzelnen Stoffe ausgewiesen. Bei den angegebenen 50%- Werten und 95%- Werten handelt es sich um den BI oder SI, unterhalb dessen die Hälfte aller Meßwerte bzw. 19 von 20 aller Meßwerte (95 %) festgestellt wurden.

**Tab. 4: Messungen an der Person**

| <b>Meßort</b> | <b>mit/ ohne<br/>Spülmaschine</b> | <b>Anzahl<br/>Meßergebnisse</b> | <b>BI<br/>50%- Wert</b> | <b>BI<br/>95%- Wert</b> | <b>BI<br/>Maximalwert</b> |
|---------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Person        | mit                               | 20                              | 0,05                    | 0,1                     | 0,13                      |
| Person        | ohne                              | 26                              | 0,14                    | 0,5                     | 0,76                      |

**Tab. 5: Messungen an potentiellen Emissionsquellen**

| Meßort (potentielle Emissionsquelle)                            | Stoff         | Anzahl | SI 50%- Wert | SI 95%- Wert | SI Maximalwert |
|---|---------------|--------|--------------|--------------|----------------|
| Ultraschallbad<br>Halbautomat<br>Desinfektionswanne/-<br>becken | Formaldehyd   | 48     | 0,05         | 0,62         | 0,93           |
|   | Glutaraldehyd | 48     | 0,1          | 0,42         | 0,73           |
| Spülmaschine  | Formaldehyd   | 14     | 0,02         | 0,06         | 0,07           |
|   | Glutaraldehyd | 14     | 0,08         | 0,19         | 0,25           |

Sonstige Messungen

**Tab. 6: Aufbereitung mit Spülmaschine**

| Meßort  | Stoff         | Anzahl | SI 50%- Wert | SI 95%- Wert | SI Maximalwert |
|---|---------------|--------|--------------|--------------|----------------|
| Schreibarbeitsplatz,<br>Untersuchungsplatz,<br>Raum | Formaldehyd   | 24     | 0,03         | 0,17         | 0,3            |
|   | Glutaraldehyd | 24     | 0,04         | 0,1          | 0,1            |

**Tab. 7: Aufbereitung ohne Spülmaschine**

| Meßort  | Stoff         | Anzahl | SI 50%- Wert | SI 95%- Wert | SI Maximalwert |
|---|---------------|--------|--------------|--------------|----------------|
| Schreibarbeitsplatz,<br>Untersuchungsplatz,<br>Raum | Formaldehyd   | 15     | 0,1          | 0,21         | 0,3            |
|   | Glutaraldehyd | 15     | 0,05         | 0,32         | 0,38           |

Exemplarisch durchgeführte Messungen zur Flächendesinfektion konnten zeigen, daß die Hauptbelastung durch die Aufbereitung der Geräte und Instrumente verursacht wird. Insbesondere die durch die Flächendesinfektion verursachten Bewertungsindizes < 0,01 – 0,07 bezogen auf eine 8-stündige Schicht verdeutlichen, daß der Anteil der Flächendesinfektion an der Gesamtexposition gering ist.

In einigen Fällen enthielten Desinfektionsmittel Wirkstoffe, die zwar einen relevanten Dampfdruck, jedoch keinen Grenzwert haben. Daher wurden zusätzlich zu den oben genannten Stoffen Bernsteinsäuredialdehyd, Ethylhexanal und Glyoxal ermittelt. Die ermittelten Konzentrationen lagen in folgenden Bereichen:

**Tab. 8: Stoffe ohne Grenzwert**

| Stoff                 | Konzentrationsbereich<br>[mg/m <sup>3</sup> ]           | Bemerkung   |
|-----------------------|---|---|
| Glyoxal               | < 0,01 mg/ m <sup>3</sup>                               | Glyoxal konnte in keinem Fall nachgewiesen werden |
| Bernsteinsäurealdehyd | 0,02 – 0,09 mg/ m <sup>3</sup>                          |   |
| 2- Ethylhexanal       | < 0,03 mg/ m <sup>3</sup><br>bis 5,7 mg/ m <sup>3</sup> |   |

### Kurzzeitwertbetrachtungen

Die Aufenthaltsdauer im Aufbereitungsraum der Endoskopie beträgt bis zu 5 Minuten. Während dieser Zeit arbeitet die beschäftigte Person für jeweils einige Sekunden bis wenige Minuten an mehreren potentiellen Emissionsquellen, die zu einer erhöhten Exposition führen können. Die meßtechnische Ermittlung gestaltete sich durch die unterschiedlichen Aufenthaltsorte und die kurze Aufenthaltsdauer schwierig. Daher wurde auf ein Rechenmodell zurückgegriffen, bei dem die Messungen an potentiellen Emissionsquellen zur Abschätzung möglicher Spitzenkonzentrationen herangezogen werden:

Im Mittel wurden vier Untersuchungen über einen Meßzeitraum von 2 Stunden durchgeführt. Unter der Annahme, daß damit vier Aufbereitungsvorgänge erfolgen, können vier Kurzzeitwertmessungen angesetzt werden. Die meßtechnische Beurteilungsdauer liegt dann bei  $4 \times 15 = 60$  Minuten. Mit der worst-case Einschätzung, daß während einer zweistündiger Messung die ermittelten Konzentrationen ausschließlich während der Aufbereitungsvorgänge auftreten und außerhalb dieser Vorgänge die Konzentration quasi Null ist, verdoppelt sich der über 2 Stunden ermittelte Meßwert.

Die so berechneten Stoffindizes sind in der nachfolgenden Tabelle als „SI<sub>KZW</sub> berechnet“ ausgewiesen. Für Spülmaschinen wurde diese Berechnung nicht durchgeführt, da Spülmaschinen über den Meßzeitraum von zwei Stunden in der Regel nur ein- bis zweimal geöffnet wurden. Die Berechnung würde damit Werte ergeben, die zu einer unrealistisch schlechten Darstellung der Expositionssituationen führen. Zusätzlich wird bei Spülmaschinen nach Ablauf der Desinfektion mit Wasser nachgespült. Daher ist eine erhöhte Konzentration beim Öffnen der Maschine nach dem Ende des Spülprogramms nicht zu erwarten.

**Tab. 9: Kurzzeitwertbetrachtungen**

| Meßort<br>(potentielle<br>Emissionsquelle) | Stoff         | Anzahl | SI <sub>KZW</sub><br>berechnet<br>50%- Wert | SI <sub>KZW</sub><br>berechnet<br>95%- Wert | SI <sub>KZW</sub><br>berechnet<br>Maximalwert |
|--|---------------|--------|---|---|---|
| Ultraschallbad<br>Halbautomat              | Formaldehyd   | 48     | 0,1   | 1,24  | 1,86  |
| Desinfektionswanne<br>/-becken             | Glutaraldehyd | 48     | 0,2   | 0,84  | 1,46  |

#### 4.4 Sicheres Arbeitsverfahren

Die vorliegenden Messungen der BGW in Endoskopieeinheiten zeigen im Schichtmittel Aldehydkonzentrationen deutlich unterhalb der Luftgrenzwerte. Sie sind bei automatisierten Aufbereitungsverfahren niedriger als bei halbautomatischen oder manuellen Aufbereitungsverfahren.

Je näher die Messungen an Emissionsquellen durchgeführt wurden, desto höher waren die gefundenen Aldehydkonzentrationen. Die kurzzeitigen Belastungen können entsprechend der durchgeführten Betrachtungen im Einzelfall die zulässige Höhe überschreiten. Dies gilt insbesondere bei den manuellen Desinfektionsverfahren. Die Verwendung von Spülmaschinen reduziert auch die kurzzeitige Exposition gegenüber den Desinfektionsmittelwirkstoffen. Ein gegenüber den chemischen Einflüssen sicheres Arbeitsverfahren muß somit folgende Zusammenhänge beachten:

**Tab. 10: Empfehlungen für ein gefahrloses Arbeiten mit chemischen Desinfektionsmitteln bei der Endoskop- Desinfektion:**

| <b>Einflußgröße</b>                             | <b>Ziel<br/>(Arbeitsschutz/ chem. Aspekte)</b>  | <b>Bemerkung</b>  |
|---|---|---|
| Wirkstoff                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• nicht/wenig flüchtig</li> <li>• nicht hautresorptiv</li> <li>• nicht sensibilisierend</li> </ul> | falls Aldehyde notwendig:<br>große Molekulargewichte bevorzugen<br>(z. B. Dialdehyd)  |
| Konzentration in der Anwendungslösung           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• möglichst niedrig</li> </ul>   | insbesondere bei flüchtigen Stoffen   |
| offene Flüssigkeitsoberfläche                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• kleine Becken</li> <li>• Becken abdecken</li> </ul>  | insbesondere bei flüchtigen Stoffen.<br>Automaten vorteilhaft.  |
| Lüftung   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• möglichst groß</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• automatisches Verfahren: natürliche Lüftung</li> <li>• manuelle Verfahren: bei Formaldehyd, Glutaraldehyd: technische Lüftung</li> </ul> |
| Raumvolumen                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• möglichst groß</li> </ul>  | im kontinuierlichen Betrieb unwichtig.  |
| Expositionszeit                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• kurz</li> </ul>  | Automaten vorteilhaft   |
| Position der Beschäftigten zur Schadstoffquelle | <ul style="list-style-type: none"> <li>• nur kurzzeitig in der Nähe der Stoffquelle</li> </ul>  | Automaten vorteilhaft   |

#### 5. Zusammenfassung

Das Arbeiten mit Desinfektionsmitteln im Gesundheitsdienst birgt eine Reihe von Gefahren. Die Reduzierung der Grenzwerte und die Änderung der Einstufungen bei einigen Desinfektionsmittelwirkstoffen muß im Auge behalten und bei der Auswahl von Desinfektionsmitteln und -verfahren beachtet werden. Dabei gilt auch im Gesundheitsdienst die Regel, daß beim fachlich möglichen alternativen Einsatz

verschiedener Desinfektionsmittel dasjenige mit dem geringsten Gefährdungspotential für die Beschäftigten auszuwählen ist.

Die Auswertung von Messungen zur Flächendesinfektion machte eine Korrektur bei der Beurteilung der Belastung während der Flächendesinfektion nötig. Dabei konnte die Anwendung von Berechnungsmodellen zur Expositionsbestimmung (Differenzierte Expositionsanalyse) und deren Abgleich mit den vorliegenden Messungen zu detaillierten Empfehlungen für die Flächendesinfektion führen.

Die Meßkampagne der BGW zu Endoskopie- Bereichen zeigte die Möglichkeit auf, daß bei manuellen Desinfektionsverfahren die Kurzzeitwerte für Formaldehyd und Glutaraldehyd durchaus überschritten sein können. Automatisierte Verfahren bieten somit nicht nur aus hygienischer, sondern auch aus sicherheitstechnischer Sicht Vorteile gegenüber manuellen Verfahren.

## 6. Quellen

- [1] Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 525 „Umgang mit Gefahrstoffen in Einrichtungen zur humanmedizinischen Versorgung“, Ausgabe Mai 1998, BArbBl. 5/1998, S. 99 – 105.
- [2] TRGS 540 „Sensibilisierende Stoffe“ Stand Dez. 1997, BArbBl. 5/ 1998, S. 99 – 105.
- [3] TRGS 522 „Raumdesinfektion mit Formaldehyd“ Stand Sept. 1998, BarbBl. 9/ 1998, S. 53.
- [4] BG- Regeln Desinfektionsarbeiten im Gesundheitsdienst (BGR 206), Stand Juli 1999, Carl Heymanns Verlag, Köln.
- [5] Umgang mit Gefahrstoffen im Krankenhaus, Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege, Schriftenreihe „Grundlagen der Prävention“ GP 2, Ausgabe Nov. 1998.
- [6] Raumdesinfektion mit Formaldehyd, Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege, Schriftenreihe „Grundlagen der Prävention“ GP 3, Ausgabe Juni 1999.
- [7] Verordnung zum Schutz von gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung-GefStoffV) vom 26.10.1993 (BGBl. I S. 2059).
- [8] Richtlinie 67/ 548/ EWG ABI. EG Nr. L 196 S. 1, in der jeweils gültigen Fassung.
- [9] TRGS 900 „Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz-Luftgrenzwerte“, Stand Sept. 1999, BArbBl. 10/96 S. 88, zuletzt geändert BArbBl. 9/ 99 S. 53.
- [10] TRGS 905 „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe“, Stand Sept. 1999, BArbBl. 6/ 1997, S. 40, zuletzt geändert BArbBl. 9/ 1999 S. 53.
- [11] TRGS 907 „Verzeichnis sensibilisierender Stoffe“, Stand Dez. 1997, BArbBl. 12/ 1997, S. 47
- [12] einen Überblick enthält z. B. die Arbeit: Sicherer Umgang mit Desinfektionsmitteln im Gesundheitswesen, IVSS – Sektion Gesundheitswesen, 1997, ISBN 92-843-7117-1 ISSA Prevention Series 2024 (G)
- [13] Merkblatt für den Umgang mit Reinigungs-, Pflege- und Desinfektionsmitteln, BGI 584, (bisher ZH 1/ 187) Bau-BG Frankfurt, 1996
- [14] Eickmann, U.; Kleine, H.; Berechnungsverfahren zur Abschätzung der luftgetragenen Gefahrstoffbelastungen am Arbeitsplatz. Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft 56 (1996) 457-464.

- [15] Berechnungsverfahren und Modellbildung in der Arbeitsbereichsanalyse, BIA-Report 3/ 2000, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), St. Augustin.
- [16] Eickmann, U. Berechnung von Gefahrstoffkonzentrationen am Arbeitsplatz, in „Arbeitsmedizin im Gesundheitsdienst“, Hrsg. Hofmann, Reschauer, Stößel, Bd. 12, S. 331 – 346 edition FFAS, Feiburg, 19 ISBN 3-9803914-6-9
- [17] Waldinger, C.; Präventivmaßnahmen zur Verhinderung arbeitsbedingter Erkrankungen durch Reinigungsmittel mit desinfizierender Wirkung Prüfungsarbeit zur Aufsichtsperson der Bau-BG Rheinland und Westfalen, 1999
- [18] TRGS 403 Bewertung von Stoffgemischen in der Luft am Arbeitsplatz. Ausgabe Okt. 1989, BArbBl. 10/99, S. 71
- [19] Australian Government Publishing Service Canberra. Priority Existing Chemical No. 3, Glutaraldehyde, Full Public Report, National Industrial Chemicals Notification and Assessment Scheme, July 1994. S. 74 – 77
- [20] Ellett M. L., Mikels C.A., Fullhart J.W.  
SGNA ENDOSCOPIC DISINFECTANT SURVEY Gastroenterology Nursing; 1994, Bd. 18 Heft 1, S. 1 – 10.
- [21] McAdams J.G., Leicester R.J.,  
INCIDENCE OF ALDEHYDE SENSITIVITY IN ENDOSCOPY UNITS, British Society of Gastroenterology; (19), Band T 205.
- [22] Toxikologische Bewertung Glyoxal, Nr. 177, Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, Heidelberg.
- [23] OCCUPATIONAL RISK OF GLUTARALDEHYDE IN HOSPITAL STAFF  
International Pharmacy Journal; 1989, Bd. 3 Heft 6, S. 221.
- [24] Fisher, A.A.  
ALLERGIC CONTACT DERMATITIS OF THE HANDS FROM SPORICIDIN (GLUTARALDEHYDE-PHENATE) USED TO DISINFECT ENDOSCOPES, Current Contact News; 1990, Bd. 45, Heft 4, S. 227 – 228.
- [25] Macnab J. GLUTARALDEHYDE USE IN ENDOSCOPY: A CANADIAN REVIEW  
Society of Gastroenterology Nurses and Associates; 1991, Heft 8, S. 9 – 13.
- [26] Wiggins P, McCurdy S.A., Zeidenberg W. EPISTAXIS DUE TO GLUTARALDEHYDE EXPOSURE  
Journal of Occupational Medicine; 1989, Bd. 31 Heft 10, S. 854 – 856
- [27] NIOSH (National Institut for Occupational Safety and Health), 1984; Health Hazard Evaluation Report, HETA 83 – 074 – 1525.
- [28] NIOSH (National Institut for Occupational Safety and Health), 1987, Health Hazard Evaluation Report, HETA 86- 226- 1769.
- [29] NIOSH (National Institut for Occupational Safety and Health), 1986, Health Hazard Evaluation Report, HETA 84-535-1690.
- [30] NIOSH (National Institut for Occupational Safety and Health), 1991, Health Hazard Evaluation Report, HETA 90-296-2 149.
- [31] Corrado O..J., Osamn J., Davies R.J.  
ASTHMA AND RHINITIS EXPOSURE TO GLUTARALDEHYDE IN ENDOSCPY UNITS  
Human Toxicol; 1986, Heft 5, S. 325- 327.

- [32] Scobbie, E.; Groves, J.A.  
AN INVESTIGATION OF COMPOSITION OF THE VAPOUR EVOLVED FROM  
AQUEOUS GLUTARALDEHYDE SOLUTIONS Ann: occup. Hyg., 1995 Bd. 1, Heft  
39; 63 – 66.
- [33] Campbell M., Beach J. R.  
OCCUPATIONAL EXPOSURE TO GLUTARALDEHYDE Occupational Medicine,  
1994 Bd., 44, 165 – 66.
- [34] Norbäck, Dan  
SKIN AND RESPIRATORY SYMPTOMS FROM EXPOSURE TO ALKALINE  
GLUTARALDEHYDE IN MEDICAL SERVICES Scand: J. Work. Environ Health,  
1988 Bd. 14, Heft; 366 – 371.
- [35] Cannon P.F.G.; Bright P; Campbell M. et al.  
OCCUPATIONAL ASTHMA DUE TO GLUTARALDEHYDE AND  
FORMALDEHYDE IN ENDOSCOPY AND X RAY DEPARTMENTS Thorax; 1995  
Bd. 50C 156 – 159.
- [36] Leinster P.; Baum J.M.; Baxter P.J.  
AN ASSEMENT OF EXPOSURE TO GLUTARALDEHYDE IN HOSPITALS:  
TYPICAL EXPOSURE LEVELS AND RECOMMENDED CONTROL MEASURES  
British Journal of Industrial Medicine, 1993 Bd. 50, 107 - 111.
- [37] Binding N.; Kränke B.; Specht A. et al.:  
Belastung des Desinfektionspersonals bei der Instrumenten- und  
Bettendesinfektion durch Aldehyde. Arbeitsmedizin für eine gesunde Umwelt; 31.  
Tagung der Dt. Gesell. für Arbeitsmedizin in Berlin 11.-14.3.1991, Tagungsbericht,  
S. 405 – 408.