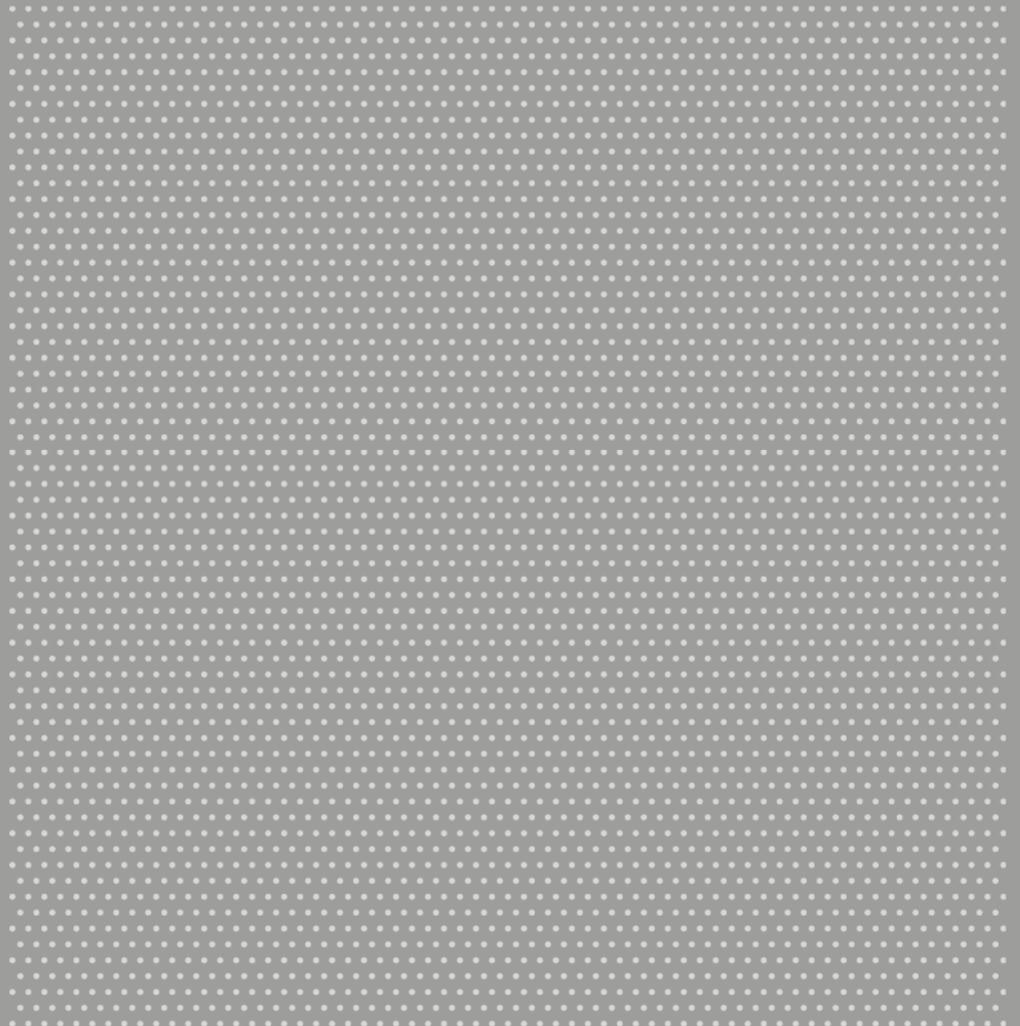


BG/BIA-Empfehlungen zur Überwachung von Arbeitsbereichen

Desinfektion von Endoskopen und anderen
Instrumenten
Stand: Januar 2002



Herausgeber: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV)
Mittelstraße 51, 10117 Berlin

Bearbeitet in Zusammenarbeit mit:

Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege,
Bereich Gefahrstoffe, Köln

Institut für Arbeitsschutz der
Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

Alte Heerstraße 111

53757 Sankt Augustin

Telefon: 02241/231-02

Telefax: 02241/231-2234

Internet: www.dguv.de/ifa

– Mai 2011, Stand: Januar 2002 –

BG/BIA-Empfehlungen zur Überwachung von Arbeitsbereichen Desinfektion von Endoskopen und anderen Instrumenten

Stand: Januar 2002

1 Anwendungsbereich

Die BG/BIA-Empfehlungen geben Kriterien an für die dauerhaft sichere Einhaltung von Grenzwerten und damit für den Verzicht auf Kontrollmessungen nach TRGS 402 [1] in Arbeitsbereichen von Einrichtungen zur humanmedizinischen Versorgung einschließlich Schulungsstätten, in denen Endoskope und/oder andere Instrumente desinfiziert werden.

Einrichtungen zur humanmedizinischen Versorgung im Sinne dieser BG/BIA-Empfehlungen und der TRGS 525 [2] sind Unternehmen bzw. Teile von Unternehmen, deren Beschäftigte bestimmungsgemäß

- Menschen stationär oder ambulant medizinisch untersuchen, behandeln oder pflegen
- Körpergewebe, -flüssigkeiten und -ausscheidungen von Menschen untersuchen und entsorgen
- Rettungs- und Krankentransporte ausführen
- Hauskrankenpflege durchführen
- gesundheitsdienstliche Tätigkeiten in Apotheken ausführen.

2 Arbeitsverfahren/Tätigkeit

Die Desinfektion von medizinischen Instrumenten erfolgt entsprechend der Vielzahl unterschiedlicher Instrumente nach verschiedenen

- manuellen oder
- maschinellen,
- chemischen oder auch
- chemothermischen Verfahren [3].

Endoskope sind relativ große Instrumente, z. B. zur Untersuchung des Magen/Darm-Bereiches, die nach der Untersuchung regelmäßig gereinigt und desinfiziert werden müssen und bei deren Desinfektion die Beschäftigten immer wieder über Beeinträchtigungen klagen. Die Arbeitsverfahren der Endoskopdesinfektion können als worst-case-Fall der Instrumentendesinfektion angesehen werden. Die Beschäftigten in den im Rahmen dieser Empfehlungen untersuchten Arbeitsplätze (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. Desinfektion der Arbeitsflächen.

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.

Reinigung und Desinfektion können 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 Hohlräume 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. Manchmal wird ein Teil des Zubehörs zusammen mit dem Endoskop in der Spülmaschine desinfiziert und klargespült. Die Instrumente und das Zubehör werden dann noch getrocknet und verpackt.

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.

3 Gefahrstoffexposition

Bei der Instrumentendesinfektion kommen als Wirkstoffe insbesondere zur Verwendung:

- Aldehyde (Formaldehyd, Glutaraldehyd, etc.)
- Phenolderivate
- Biguanide
- Alkylamine/Alkylderivate
- Alkohole (Ethanol, Propanole)
- Quartäre Ammoniumverbindungen.

Die in der Literatur veröffentlichten Expositionsdaten (vgl. Anhang dieser BG/BIA-Empfehlungen) zeigen, dass die luftgetragene Gefahrstoffbelastung zum weit überwiegenden Teil durch die Aldehyde verursacht wird. Daher wurde bei einer messtechnischen Schwerpunktaktion in Arbeitsbereichen der Instrumentendesinfektion besonderer Wert auf die Aldehyd-Belastung in der Luft gelegt. Die Ergebnisse der Messungen lassen den Schluss zu, dass bei der Desinfektion von Instrumenten einschließlich Endoskopen in Aufbereitungsmaschinen (Spülmaschinen) die Luftgrenzwerte für Glutaraldehyd und Formaldehyd dauerhaft sicher eingehalten werden (siehe Anhang, Tabelle 4 und 5).

4 Befund

Auf Grund der vorliegenden Messwerte zur Expositionssituation kann für die Desinfektion von Endoskopen und anderen (vergleichbaren oder kleineren) Instrumenten von einer dauerhaft sicheren Einhaltung der Luftgrenzwerte sowie des Bewertungsindex für das Stoffgemisch nach TRGS 403 [4] ausgegangen werden, wenn die nachfolgend unter Abschnitt „Anforderungen“ aufgeführten Bedingungen eingehalten werden.

In Räumen, in denen Endoskope oder andere Instrumente desinfiziert werden, ist im Rahmen der Arbeitsbereichsanalyse zu prüfen, ob die folgenden stoffspezifischen, technischen und organisatorischen Maßnahmen durchgeführt worden sind.

Bei der manuellen Desinfektion von Instrumenten und Endoskopen muss mit einer Überschreitung der Kurzzeitwerte (siehe Anhang, Tabelle 9) gerechnet werden.

5 Anforderungen

5.1 Ermittlungspflicht

Es sind arbeitsplatzbezogen zu erfassen:

- alle expositionsrelevanten Arbeitsstoffe
- alle expositionsrelevanten Geräte, Tätigkeiten, Verfahrensweisen und Lüftungseinrichtungen
- alle im Arbeitsbereich tätigen Personen.

Es ist sicherzustellen, dass an allen Arbeitsplätzen, an denen Instrumente offen mit aldehydhaltigen Desinfektionsmitteln behandelt werden, diejenigen Produkte eingesetzt werden, die bei ausreichender Wirkung am Instrument die Beschäftigten am geringsten belasten.

5.2 Technische Maßnahmen

Folgende technische Maßnahmen müssen erfüllt sein:

- Aufbereitung der Endoskope und anderer Instrumente in Spülmaschinen
- Verwendung von verschließbaren Desinfektionsmittelbehältern zur Nassablage.

Sind Raumluftechnische Anlagen (RLT-Anlagen) vorhanden, sind sie auch während der Desinfektionsarbeiten zu nutzen.

5.3 Organisatorische Maßnahmen

Es ist sicherzustellen, dass die Desinfektionsmittel mit flüchtigen Wirkstoffen in möglichst geringen Konzentrationen dosiert werden, da die Luftbelastung unmittelbar von der Stoffkonzentration in der Anwendungslösung abhängt. Ebenso muss eine Pfützenbildung vermieden werden, um eine Verdunstung zu vermeiden; jede Art von Sprühdeseinfektion ist auszuschließen. Verschließbare Desinfektionsmittelbehältnisse sind verschlossen zu halten und nur für den Gebrauch zu öffnen. Arbeitnehmer, die Instrumente desinfizieren, sind anhand der Betriebsanweisungen regelmäßig mindestens einmal jährlich mündlich und arbeitsplatzbezogen zu unterweisen. Der Inhalt der Betriebsanweisungen ist regelmäßig zu aktualisieren.

6 Anwendungshinweise

- Diese BG/BIA-Empfehlungen geben dem Arbeitgeber praxisgerechte Hinweise dazu, wie er der Überwachungspflicht nach § 18 der Gefahrstoffverordnung nachkommen kann.
- Die Gültigkeit der Anwendungsvoraussetzungen dieser Empfehlungen ist in jährlichem Abstand zu überprüfen und zu dokumentieren. Hierzu zählt u. a. die Prüfung der unveränderten Gültigkeit dieser Empfehlungen. Die Überprüfung kann im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach § 5 Arbeitsschutzgesetz erfolgen.

- Bei Anwendung dieser BG/BIA-Empfehlungen bleiben andere Anforderungen der Gefahrstoffverordnung, insbesondere die Ermittlungspflichten (§ 16 GefStoffV [5]), Teile der Überwachungspflichten nach § 18 GefStoffV (z. B. die Gesamtbeurteilung der Exposition bei wechselnden Tätigkeiten der Arbeitnehmer innerhalb einer Schicht oder bei unterschiedlichen Tätigkeiten mit verschiedenen Gefahrstoffen in verschiedenen Arbeitsbereichen), die Verpflichtung zur Beachtung der Rangfolge der Schutzmaßnahmen (§ 19 GefStoffV) sowie die Verpflichtung zur Erstellung von Betriebsanweisungen und zur regelmäßigen Unterweisung der Beschäftigten (§ 20 GefStoffV) bestehen.

7 Überprüfung

Diese BG/BIA-Empfehlungen wurden im Januar 2001 verabschiedet. Sie werden in jährlichen Abständen überprüft. Sollten Änderungen notwendig werden, insbesondere hinsichtlich eventueller Grenzwertabsenkungen, werden diese veröffentlicht.

Literatur

- [1] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen (TRGS 402). BArbBl (1997) Nr. 11, S. 27-33 (in der aktuellen Fassung)
- [2] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Umgang mit Gefahrstoffen in Einrichtungen zur humanmedizinischen Versorgung (TRGS 525). BArbBl (1998) Nr. 5, S. 99-105 (in der aktuellen Fassung)
- [3] Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit: Desinfektionsarbeiten im Gesundheitsdienst (BGR 206, früher ZH 1/31). Carl Heymanns, Köln 1999
- [4] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Bewertung von Stoffgemischen in der Luft am Arbeitsplatz (TRGS 403). BArbBl (1989) Nr. 10, S. 71-72 (in der aktuellen Fassung)
- [5] Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV). BGBl. I, S. 2233 vom 15. November 1999 (in der aktuellen Fassung)

Diese BG/BIA-Empfehlungen wurden in Zusammenarbeit mit der

- Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege, Bereich Gefahrstoffe, Köln

erarbeitet.

Anhang

Gefahrstoffbelastung bei der Desinfektion von Endoskopen und anderen Instrumenten

1 Zusätzliche Angaben zum Verfahren

Unter Instrumentendesinfektion versteht man die nach Gebrauch erfolgende Behandlung von Instrumenten und Geräteteilen zur Eliminierung von Infektionserregern. In der Regel handelt es sich um chirurgisches Instrumentarium, Anästhesiematerial oder Gerätschaften wie z. B. Endoskope. Es werden geprüfte und anerkannte Desinfektionsmittel und -verfahren nach der Liste des Robert-Koch-Institutes bzw. nach der Desinfektionsmittelliste der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie – DGHM [1] eingesetzt. Man unterscheidet zwischen manueller Desinfektion und maschinellen chemothermischen Desinfektionsverfahren. Zum Teil benötigen die Instrumente vor der maschinellen Aufbereitung eine manuelle Vorbehandlung.

Zu den manuellen Reinigungs- und Desinfektionsarbeiten zählen das äußerliche Abwischen des Instrumentes mit Desinfektionslösung, das Durchspülen und Reinigen von Hohlräumen und Kanälen zum Teil mit Bürsten sowie die Herstellung von Gebrauchslösungen und das anschließende Einlegen in Desinfektionsmittellösung in Becken (Tauchverfahren). Auch bei der Nassentsorgung im Operationsaal (OP) oder auf den Stationen werden Instrumente in Becken mit Desinfektionsmittellösung eingelegt. Manuelle Desinfektionsarbeiten werden jeweils nur kurzzeitig, im Bereich der Endoskopie beispielsweise alle 30 Minuten für etwa 4-5 Minuten durchgeführt.

Unter maschineller Aufbereitung ist die Desinfektion und Reinigung in einem geschlossenen Gerät zu verstehen. Im Allgemeinen werden maschinelle chemothermische Desinfektionsverfahren eingesetzt, bei denen die Instrumente bei 55-60 °C in speziellen Automaten behandelt werden. Die Desinfektion der Leitungssysteme von Dialysemaschinen ist in den meisten Fällen ebenfalls als ein solches Verfahren anzusehen.

Tabelle 1 enthält eine Liste der für Instrumentendesinfektionsmittel typischen Wirkstoffe mit zugehörigen Angaben zum Sättigungsdampfdruck, der Geruchsschwelle sowie Luftgrenzwerten und Einstufungen. Von den genannten Wirkstoffen sind die Verbindungen Benzalkoniumchlorid, Natriumhydroxid und Glucoprotamin nicht flüchtig. Die übrigen Wirkstoffe können dampfförmig auf die Atemwege einwirken. Gefährdungen bestehen darüber hinaus bei unmittelbarem Hautkontakt mit den Lösungen oder bei Verfahren mit Aerosolbildung.

Da die BG/BIA-Empfehlungen die Einhaltung von Luftgrenzwerten unterstützen, werden im Folgenden überwiegend nur die Desinfektionsmittelwirkstoffe betrachtet, die über einen Luftgrenzwert verfügen.

Tabelle 1: Typische Wirkstoffe in Instrumentendesinfektionsmitteln

Wirkstoff	CAS ⁽¹⁾	Sättigungsdampfdruck bei 20°C [Pa] ⁽³⁾	Luftgrenzwerte ⁽²⁾ [mg/m ³]		Bemerkungen
			Schichtmittelwert	Kurzzeitwert	
Formaldehyd	50-00-0	-	0,62	= 1 =	H; Y; K3
Glutaraldehyd	111-30-8	86,8	0,42	= 1 =	Y
Glyoxal	107-22-2	28924	-		-
Benzalkoniumchlorid	8001-54-5	-	-		-
2-Phenyl-phenol	90-43-7	-	-		-
4-Chlor-3-methyl-phenol	59-50-7	-	-		-
Methanol	67-56-1	12695	260	4	H
Ethanol	64-17-5	4936	1900	4	-
1-Propanol	71-23-8	1905	-		-
2-Propanol	67-63-0	4107	500	4	Y
Natriumhydroxid	1310-73-2	0	2 E	= 1 =	-
Succindialdehyd	638-37-9		-		-
Glucoprotamin	147600-91-7		-		-
Wasserstoffperoxid	7722-84-1		1,4	= 1 =	-
Essigsäure	64-19-77		25	= 1 =	-
Peressigsäure	79-21-0	-	-	-	-

(1) Registriernummer des „Chemical Abstract Service“

(2) MAK bzw. TRK/Kurzzeitwertkategorie nach TRGS 900, Stand 02/2000

(3) Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit: Desinfektionsarbeiten im Gesundheitsdienst (BGR 206, früher ZH 1/31). Carl Heymanns, Köln 1999

E Einatembare Staubfraktion

K3 Krebsverdächtig nach Anhang I der Richtlinie 67/548/EWG

H Hautresorptiv, TRGS 900

Y ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung der MAK und des BAT nicht befürchtet zu werden, TRGS 900

2 Informationen aus der Literatur

2.1 Allgemeine Angaben zur Literatur

Für den Zeitraum etwa ab 1980 wurde eine Literaturrecherche in den Datenbanken DIMDI (SOMED, MEDLINE, EMBASE, TOXLINE, RTECS), STN-International (CAS, CHEMLIST, DECHEMA), FIZ-Technik (DOMA, DITR, BAUL) und der Zentralen Stoff- und Produktdatenbank des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften durchgeführt. Zusätzlich wurden die toxikologisch-arbeitsmedizinischen Begründungen von MAK-Werten [2] für die Auswertung herangezogen.

Der Großteil der Veröffentlichungen stammt aus England und Schweden und bezieht sich auf die Anwendung von Glutaraldehyd in der Endoskopie. In England verwenden 98,6 % der Krankenhäuser Glutaraldehyd bzw. Produkte, die Glutaraldehyd enthalten, zur Desinfektion von Endoskopen. Auch in Schweden und Australien sind 1 bis 2 %ige wässrige Glutaraldehydlösungen das gebräuchlichste Instrumentendesinfektionsmittel.

Veröffentlichungen zur Exposition bei der Instrumentendesinfektion in Arzt- und Zahnarztpraxen konnten in der Recherche nur bei [3] nachgewiesen werden.

Von den Wirkstoffen mit Luftgrenzwerten (MAK) weisen nur die toxikologisch-arbeitsmedizinischen Begründungen für Glutaraldehyd Untersuchungen im Gesundheitsdienst auf.

In der Literatur liegen keine Messergebnisse für die leicht flüchtigen Inhaltsstoffe 2-Propanol, Ethanol und Methanol vor, obwohl für diese Stoffe MAK-Werte existieren. Auf Grund der hohen Luftgrenzwerte und der eingesetzten Konzentrationen sind für diese Stoffe jedoch keine Grenzwertüberschreitungen anzunehmen [29].

Veröffentlichungen zur Exposition bei der Desinfektion von Leitungssystemen von Dialysegeräten liegen ebenfalls nicht vor. Einige Autoren aus den USA [4, 5] machen Angaben zur Exposition gegenüber Formaldehyd bei Verfahren der Aufbereitung zur Wiederverwendung von Dialysefiltern. Für die Beurteilung von Instrumentendesinfektionsarbeitsplätzen ist dies jedoch ohne Bedeutung, da in Deutschland kein anerkanntes Verfahren zur Wiederverwendung von Dialysefiltern existiert.

2.2 Epidemiologie

2.2.1 Allgemeines

Epidemiologische Studien belegen, dass gesundheitliche Beeinträchtigungen und Erkrankungen bei Beschäftigten, die Umgang mit Instrumentendesinfektionsmitteln haben, auftreten können. Es können Reizungen und Verätzungen sowie allergische und toxische Haut- und Atemwegserkrankungen auftreten. Im Vordergrund der dokumentierten Beeinträchtigungen stehen Hauterkrankungen. Die Untersuchungen beziehen sich fast ausschließlich auf aldehydische Wirkstoffe.

Bezüglich der Häufigkeit des Auftretens von Symptomen fanden Ellett et al. [6], dass 22 % der Beschäftigten aus einem Untersuchungskollektiv von 4001 Personen aus dem Bereich der Endoskopie gesundheitliche Beeinträchtigungen aufwiesen. Insbesondere bei Personen, die bereits länger als 5 Jahre tätig waren, traten häufiger gesundheitliche Beschwerden auf. In einer Studie von McAdam et al. [7], in die insgesamt 144 Endoskopieeinrichtungen einbezogen waren, wurde eine hohe Verbreitung der Sensibilisierung gegenüber Aldehyden in Desinfektionsmitteln festgestellt. In 79 % der Einrichtungen war mindestens ein Beschäftigter sensibilisiert, bei 20 % der Einrichtungen mehr als die Hälfte. Als weitere Symptome folgten in abnehmender Häufigkeit Kopfschmerzen, Entzündung der Nasenschleimhaut, Bindehautentzündung und Dermatitis. Eine Korrelation zur Art der Lüftung bzw. Absaugung oder dem Typ des Desinfektionsmittels konnten die Autoren nicht feststellen.

Bei drei Angestellten einer Klinik traten nach 3 Wochen beruflichen Umganges mit Hautkontakt mit Desinfektionsmitteln, die u. a. Formaldehyd, Glutaraldehyd und Glyoxal enthielten, Handekzeme auf. Bei einer der Betroffenen befiel die Dermatose auch die Beine und die Füße. Glyoxal stellte sich dabei als eines der wesentlichen Allergene heraus [8].

2.2.2 Glutaraldehyd

Im Vordergrund der dokumentierten Erkrankungen stehen Hauterkrankungen und hier insbesondere allergische Kontaktdermatitiden [2, 6, 7, 9, 10, 11]. Glutaraldehyd ist in der Europäischen Stoffliste (RL 67/548/EWG) als sensibilisierend durch Hautkontakt und durch Einatmen eingestuft. Das Auftreten von Kontaktallergien bei Beschäftigten aus dem Gesundheitsdienst, die Hautkontakt mit wässrigen Glutaraldehydlösungen hatten, ist in zahlreichen Veröffentlichungen belegt. Als Berufsgruppen sind vor allem Krankenschwestern, zahnärztliche Helferrinnen, Reinigungskräfte und mit der Entwicklung von Röntgenfilmen beschäftigte Personen betroffen [2]. Es handelt sich dabei vorwiegend um Ekzeme im Bereich der Hände und Unterarme mit einem zum Teil langwierigen Verlauf.

Beachtung verdienen auch Beobachtungen, aus denen hervorgeht, dass auch in gasförmigem Zustand einwirkendes Glutaraldehyd allergische aerogene Kontaktdermatitiden „Air borne contact dermatitis“ auszulösen vermag, wobei neben Händen und Unterarmen auch das Gesicht betroffen sein kann [2]. Über die Häufigkeit von Kontaktallergien gegen Glutaraldehyd liegen folgende Angaben vor:

Von Kliniken durchgeführte Auswertungen des Krankengutes aus den Jahren 1983 bis 1987 bzw. 1990 ergaben, dass bei einem Anteil von 0,2 bis 0,5 % eines Kollektives von 370 bzw. 880 Personen, die gegenüber Glutaraldehyd exponiert waren, positive Epikutantests auf Glutaraldehyd zu verzeichnen waren [2].

Einer Statistik des Informationsverbundes Dermatologischer Kliniken (IVDK) ist zu entnehmen, dass 117 von 2588 (4,5 %) an verschiedenen Kliniken untersuchte Personen positive Epikutantests zeigten [2]. Über die klinische Relevanz dieser Tests liegen keine weiterführenden Daten

vor, irritative Reaktionen können nicht ausgeschlossen werden. Nach einer Mitteilung der North American Contact Dermatitis Group lag die Quote in den USA in den Jahren 1990/1991 bei 1,5 % [2].

Darüber hinaus sind bei Beschäftigten aus dem Krankenhausbereich, die Umgang mit Glutaraldehyd haben, Reizungen der Augen [6, 7, 9, 10, 12], Reizungen der oberen Atemwege und Beeinträchtigungen der Atemfunktion bekannt [2, 6, 7, 9, 10, 12, 13]. Die MAK orientiert sich an dieser Reizwirkung. Beschrieben sind irritative Wirkungen etwa bei Konzentrationen ab $0,8 \text{ mg/m}^3$ [2, 6, 10, 13]. Es ist anzunehmen, dass die Reizwirkung von Glutaraldehyd asthmatische Symptome auslösen kann. Das Auftreten derartiger Symptome bei Beschäftigten in der Instrumentendesinfektion mit Glutaraldehyd in ungenügend belüfteten Räumen ist bekannt. Resultate spezifischer Allergentests hierzu liegen nicht vor [2, 6, 9].

Zum Teil werden von den Autoren kurzfristige unkontrollierte Konzentrationsspitzen als Auslöser von Atemwegssymptomen nicht ausgeschlossen [2]: Eine Reihe von Untersuchungen in Krankenhäusern ergab einen deutlichen Zusammenhang zwischen Reizungen der Augen und der oberen Luftwege einerseits und der Glutaraldehydkonzentration in der Raumluft oberhalb von $0,8 \text{ mg/m}^3$ andererseits. In einer ersten Studie überstiegen sechs von acht der Proben in unmittelbarer Nähe der Beschäftigten diesen Wert und neun von elf der Exponierten klagten über Symptome [14]. Ähnliche Zusammenhänge zeigten Untersuchungen in einem weiteren Krankenhaus, wo 64 % der potenziell exponierten Personen Reizwirkungen angaben und 36 % aller Messungen eine Glutaraldehydkonzentration im Bereich von $0,8 \text{ mg/m}^3$ oder bis zum doppelten Wert anzeigten [15]. Nach Verbesserungen an den Arbeitsplätzen wurden Konzentrationen unterhalb von $0,4 \text{ mg/m}^3$ gemessen und die Symptome bei den Beschäftigten traten nicht mehr auf [16, 17].

Glutaraldehyd ist nach Anhang I der Richtlinie 67/548/EWG als Stoff eingestuft, der Überempfindlichkeiten am Atemtrakt hervorrufen kann. Allergisch bedingte Bronchialerkrankungen sind beschrieben [10]. Corrado et al. [18] erbrachten bei Untersuchungen von Beschäftigten, die in der Endoskopie tätig waren, mittels Provokationstest erstmalig den Nachweis des Zusammenhangs zwischen einer Atemwegserkrankung und Glutaraldehyd als auslösendem Stoff. Die Autoren schließen auf einen im Wesentlichen allergisch bedingten Mechanismus.

Neben den bereits aufgeführten Symptomen können auch Kopfschmerzen [6, 7, 10, 12] und Nasenbluten [13] auftreten.

2.2.3 Peressigsäure

Müller und Schaffernicht [19] untersuchten die Schädigung der Zähne und des Zahnfleisches durch Peressigsäuredämpfe bei Beschäftigten an Desinfektionsarbeitsplätzen. An 60 % der Arbeitsplätze lagen die Peressigsäurekonzentrationen in der Atemluft der Beschäftigten unterhalb von $0,1 \text{ mg/m}^3$, an 5 % der Plätze oberhalb von 1 mg/m^3 . Zahnfleischentzündungen traten bei Peressigsäure-Exponierten im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant häufiger auf.

2.2.4 Formaldehyd

Bei Hautkontakt mit wässrigen Formaldehydlösungen können allergische Kontaktdermatitiden auftreten. Formaldehyd ist im Anhang I der Richtlinie 67/548/EWG als sensibilisierend eingestuft.

Die Schwelle für das Auftreten von Augenreizungen und Reizungen der oberen Atemwege bei Exposition gegenüber gasförmigem Formaldehyd beginnt bei ca. $1,2 \text{ mg/m}^3$, bei einzelnen Individuen eventuell früher [2]. Den toxikologisch-arbeitsmedizinischen Begründungen zufolge ergab sich bei Konzentrationen im Bereich von $1,2$ bis $3,6 \text{ mg/m}^3$ bei Arbeitsplatzuntersuchungen bisher kein Anhalt für Gesundheitsschäden im Sinne chronischer Atemwegserkrankungen und Sensibilisierungen des Atemtraktes. Die Untersuchungen berücksichtigten jedoch keine Arbeitsplätze im Gesundheitsdienst, sondern im industriellen Bereich (Kunststofffabrikation, Holz- und Textilindustrie, Labor). Vereinzelt sind allergische Reaktionen nach Inhalation von Formaldehyd beschrieben [2].

2.2.5 Ethanol

Für Ethanol geben die toxikologisch-arbeitsmedizinischen Begründungen an, dass Reizerscheinungen des Atemtraktes bei Konzentrationen ab ca. 5000 mL/m^3 auftreten.

2.3 Inhalative Exposition

Auf Grund der hohen Flüchtigkeit der Aldehyde sind Grenzwertüberschreitungen grundsätzlich möglich.

Scobbie et al. [20] bestimmten bei Untersuchungen die Konzentration an Glutaraldehyd, die sich bei $20 \text{ }^\circ\text{C}$ über einer 2 %igen Glutaraldehydlösung im Gleichgewicht einstellt. Es ließ sich hieraus schlussfolgern, dass die worst-case-Exposition gegenüber Glutaraldehyd in alkalischer Lösung (aktivierter Glutaraldehyd: pH-Wert von 7-8) im Mittel bei $7,8 \text{ mg/m}^3$ liegt, bei Lösungen mit niedrigerem pH-Wert mit $2,7 \text{ mg/m}^3$ etwas darunter. Bei pH 7-8 ist im Dampf neben monomeren Glutaraldehyd auch Butyraldehyd nachweisbar.

Wie die vorliegenden Veröffentlichungen bestätigen, kann unter den üblichen Arbeitsbedingungen von einer wesentlich geringeren Expositionshöhe ausgegangen werden.

In einer Studie des National Institute for Occupational Safety Health (NIOSH) [13] wird über sehr hohe Expositionen beim routinemäßigen Gebrauch von 2 %iger Glutaraldehydlösung berichtet. Es werden dort jedoch keine Angaben dazu gemacht, ob es sich um Verfahren der Instrumentendesinfektion handelt. In der Atemzone der Beschäftigten sowie in der Raumluft wurden Konzentrationen von $1,5 \text{ mg/m}^3$ und damit um den Faktor 4 oberhalb des in Deutschland gültigen Grenzwertes festgestellt.

Messergebnisse von Verfahren der Instrumentendesinfektion, fast ausschließlich aus den Arbeitsbereichen Endoskopie und Zentralsterilisation, sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Literaturdaten zu Verfahren der Instrumentendesinfektion

Autor/ Jahr/ Land	Quelle	Gefahrstoff	Tätigkeit	Arbeitsbereich	Messort	Erfasster Arbeitsgang [min]	Messwert [mg/m ³]	Luftgrenzwert [mg/m ³]	Spitzenbegrenzung
Campbell 1994 England	[21]	Glutaraldehyd	(1)	Endoskopie	P/O	(1): 17-19	P: 0,68 P: 0,94 (mit Ventilator) O: 0,35	0,4	= 1 =
Norbaeck 1988 Schweden	[22]	Glutaraldehyd	(1), (2), (3)		P	(1), (2): 15 (3): 180-240	(1): 0,05 EW: 0,57 (2): 0,05 gute Lüftung: 0,01-0,03 schwache Lüftung: 0,13-0,18 (3): < 0,04	0,4	= 1 =
Gannon 1995 England	[23]	Glutaraldehyd	(1), (3)	Endoskopie	P/O	(1): 20 (3): 34-120	(1)/P: 0,16 (1)/O: 0,17 (3)/P: 0,041 (3)/O: 0,016	0,4	= 1 =
Australian Gouvernement Publishing Service 1994 Australien	[3]	Glutaraldehyd	(1)	Endoskopie, Zahnarzt	P/O	k. A.	P: 0,02- 0,42 O: 0-1,96 P: 0,007-0,002 O: 0,01-0,02	0,4	= 1 =
Leinster 1993 England	[24]	Glutaraldehyd	(1), (2)	Endoskopie	P/O	P/(1): 4-26 O: 5-38	P/(1): 0,013-0,066 P/(2): 0,032 P/(4): 0,17 O/(1): 0,093 O/(2): 0,008-0,053	0,4	= 1 =
Binding 1991 Deutschland	[25]	Formaldehyd (F) Glutaraldehyd (G) Ethylhexanal (E) Bernsteinsäure- dialdehyd (B)	(1)	Zentrale Instrumenten- desinfektion	P	480	F: 0,75 Spitzen bis 3,3 G: 0,08 E: < NWG B: < NWG	(F): 0,6 (G): 0,4 (E): - (B): -	(F): = 1 = (G): = 1 = (E): - (B): -

(1) manuelle Desinfektion am Becken, Ansetzen und Umfüllen von Desinfektionslösung

(2) Desinfektion im Automaten

(3) allgemeine Tätigkeiten inklusive Desinfektion

(4) Desinfektion von Saugflaschen

P: Messung an der Person

O: ortsfeste Messung

EW: Einzelwert

NWG: Nachweisgrenze des Messverfahrens

k. A.: keine Angaben

Messwerte, die den Grenzwert überschreiten, sind durch **fette** Schreibweise hervorgehoben

2.3.1 Manuelle Desinfektion mit aldehydhaltigen Produkten

Die meisten Untersuchungen beziehen sich auf Expositionshöhen, die beim unmittelbaren Umgang mit den Desinfektionsmitteln auftreten. Bei der manuellen Desinfektion am Becken mit 2 %iger Glutaraldehydlösung sowie beim Ansetzen und Umfüllen von Lösung wurden in der Atemluft von Beschäftigten mittlere Konzentrationen im Bereich von 0,013 mg/m³ bis 0,16 mg/m³ gemessen [22, 23, 24]. In der Raumluft liegen die Werte für die Zeitdauer der manuellen Arbeitsschritte zwischen 0,093 und 0,35 mg/m³ [21, 23, 24].

Speziell bei der Desinfektion von Saugflaschen fanden Leinster et al. [24] im Atembereich Konzentrationen von 0,17 mg Glutaraldehyd/m³.

Zum Teil werden auch Werte genannt, die die Kurzzeitwertanforderungen, wie sie in Deutschland gültig sind, nicht erfüllen. Campbell et al. [21] fanden im Atembereich von Beschäftigten in der Endoskopie Konzentrationen von 0,68 mg/m³ bzw. Konzentrationen von 0,94 mg/m³ bei Verwendung eines Ventilators mit ungünstiger Luftführung. Untersuchungen in verschiedenen Krankenhäusern in Australien ergaben, dass bei personenbezogenen Messungen die Konzentrationen im Bereich von 0,02 bis 0,42 mg/m³ liegen [3]. Die Raumluftkonzentrationen wiesen Werte im Bereich von 0 bis 1,96 mg/m³ auf. Angaben zur Zeitdauer der Belastung, zum Verfahren und zur Art der Lüftung in den Arbeitsbereichen liegen nicht vor. Im Einzelfall wurde auch bei [22] eine Überschreitung des Kurzzeitwertes festgestellt. Leinster et al. [24] verweisen auf Messergebnisse, bei denen im Arbeitsbereich der Endoskopie im erfassten Zeitraum von 60 Minuten Konzentrationen von 0,42 mg/m³ an Aldehyden in der Luft nachweisbar waren. Es lag eine Exposition gegenüber Glutaraldehyd vor, aber das Analyseverfahren war nicht spezifisch für die Verbindung.

Wicks macht Angaben über die Arbeitsbedingungen in 216 Endoskopieabteilungen in England. Er stellte dabei fest, dass hauptsächlich (64 %) offene Systeme verwendet wurden. Als besonders problematisch bewertet er Verfahren, bei denen Desinfektionslösung am offenen Becken durch Endoskope gepumpt wurde. 40 % der Einrichtungen hatten keine Absaugung im Arbeitsbereich. Der Autor schlussfolgert, dass in 63,9 % der Fälle die Beschäftigten hierdurch Glutaraldehydkonzentrationen in gesundheitsgefährdender Höhe ausgesetzt waren.

Binding et al. [25] untersuchten die Exposition bei der manuellen Desinfektion mit üblicherweise in Deutschland eingesetzten Produkten, die mehrere Aldehyde in niedriger Konzentration enthalten. Ihren Ergebnissen zufolge tragen Ethylhexanal und Bernsteinsäuredialdehyd nicht messbar zur Belastung bei. Die Konzentration an Glutaraldehyd ist mit 0,08 mg/m³ ebenfalls sehr gering. Für Formaldehyd konnten die Kurzzeitwertbedingungen dagegen nicht immer eingehalten werden.

Bei 5-minütigen Tätigkeiten am offenen Becken wurden mittlere Konzentrationen von 0,75 mg/m³ gemessen, in Spitzen bis zu 3,3 mg/m³.

Werden die Tätigkeiten ohne Umgang mit Desinfektionsmitteln in die Messungen mit einbezogen, ergeben sich Messwerte von 0,016 bis 0,04 mg Glutaraldehyd/m³ [22, 23], das heißt in der Größenordnung von $\frac{1}{10}$ des Grenzwertes.

In Zahnarztpraxen werden für die Instrumentendesinfektion mit Glutaraldehyd personenbezogen Messwerte zwischen 0,007 und 0,022 mg/m³ und ortsbezogen Messwerte zwischen 0,01 und 0,02 mg/m³ angegeben [3].

In der Regel werden die in Deutschland gültigen maximalen Arbeitsplatz-Konzentrationen für Glutaraldehyd und Formaldehyd eingehalten, die Kurzzeitwertanforderungen sind zum Teil nicht erfüllt.

2.3.2 Maschinelle chemothermische Desinfektionsverfahren mit aldehydhaltigen Produkten (z. B. Spülmaschinen)

Werden Automaten verwendet, liegt die Exposition der Beschäftigten bei Desinfektionstätigkeiten mit Glutaraldehyd im Bereich von 0,032 bis 0,05 mg/m³ [22, 24]. Befindet sich der Automat in schlecht belüfteten Räumen, können im Atembereich der Beschäftigten auch höhere Konzentrationen von 0,13 bis 0,18 mg Glutaraldehyd/m³ [22] auftreten.

Der Luftgrenzwert für Glutaraldehyd wird eingehalten.

2.3.3 Desinfektion mit peressigsäurehaltigen Produkten

Über Expositionshöhen bei der Verwendung von peressigsäurehaltigen Produkten liegen zwei Veröffentlichungen aus der damaligen DDR vor, da hier ein Luftgrenzwert für Peressigsäure existierte (MAK_D-Wert auf 8 Stunden bezogen: 1 mg/m³; MAK_K-Wert, Mittelwert über 30 Minuten: 2 mg/m³). Vollmer et al. [27] fanden bei ihren Untersuchungen bei der Instrumentendesinfektion vernachlässigbar niedrige Arbeitsplatzkonzentrationen. Schaffernicht et al. [28] untersuchten Arbeitsplätze, an denen Peressigsäure in unterschiedlicher Weise, unter anderem zur Desinfektion auf den Stationen, in der Apotheke bei der Herstellung von Gebrauchslösungen aus Konzentrat sowie für die Raumluftdesinfektion verwendet wurde. Sie stellten dabei fest, dass nur an sehr wenigen Arbeitsplätzen der in der damaligen DDR gültige Schichtmittelwert bzw. Kurzzeitwert überschritten war. Hierzu zählten z. B. Räume, in denen konzentrierte Peressigsäurelösung verdünnt wurde. An 60 % der Arbeitsplätze lagen die Peressigsäurekonzentrationen in der Atemluft der Beschäftigten unterhalb von 0,1 mg/m³, an 5 % der Plätze oberhalb von 1 mg/m³. Die Autoren schätzen die Exposition von Beschäftigten, die Umgang mit Peressigsäure haben, als recht gering ein.

3 Informationen aus Arbeitsplatzmessungen

Die in Kapitel 2 vorgestellten Veröffentlichungen lassen vermuten, dass bei der Instrumentendesinfektion und Endoskopdesinfektion insbesondere der Umgang mit Aldehyden (Glutaraldehyd und Formaldehyd) Beschwerden auslösen können.

Daher wurde eine Messkampagne zur Beurteilung der Aldehyd-Belastung der Beschäftigten in Endoskopiebereichen durchgeführt, um die Aldehydexposition zu quantifizieren und auch aus der Sicht des Arbeitsschutzes sichere Arbeitsverfahren beschreiben zu können. Dabei wurden 44 Messserien mit insgesamt 147 Messungen durchgeführt.

Im Rahmen der Untersuchungen wurde auf fünf Aldehyde geachtet, die in verschiedenen Konzentrationen in den Anwendungslösungen vorhanden waren (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Gefahrstoffe und Luftgrenzwerte

Gefahrstoff	Luftgrenzwert [mg/m ³]	KZW
Formaldehyd	0,6	= 1 =
Glutaraldehyd	0,4	= 1 =
Glyoxal	-	-
Bernsteinsäuredialdehyd	-	-
2-Ethylhexanal	-	-

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

- Messungen an der Person
- stationäre Messungen an potenziellen 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 nach TRGS 403 ausgewiesen. Der BI berücksichtigt allerdings nur Formaldehyd und Glutaraldehyd. Die stationären Messungen geben ein Bild über die Verteilung der Konzentrationen im Arbeitsbereich.

Die Messungen an potenziellen 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.

Tabelle 4: Bewertungsindizes (BI) für Aldehydmessungen an der Person

Messort	mit/ohne Spülmaschine	Anzahl der Messergebnisse	BI 50 %-Wert	BI 95 %-Wert	BI Maximalwert
Person	mit	20	0,05	0,1	0,13
Person	ohne	26	0,14	0,5	0,76

Tabelle 5: Luftkonzentrationen und Stoffindizes für Aldehydmessungen an potenziellen Emissionsquellen

Messort (potenzielle Emissionsquelle)	Stoff	Anzahl	50 %-Wert		95 %-Wert		Maximalwert	
			mg/m ³	SI	mg/m ³	SI	mg/m ³	SI
Ultraschallbad Halbautomat Desinfektionswanne/-becken	Formaldehyd	48	0,03	0,05	0,38	0,62	0,58	0,93
	Glutaraldehyd	48	0,04	0,1	0,17	0,42	0,45	0,73
Spülmaschine	Formaldehyd	14	0,01	0,02	0,04	0,06	0,04	0,07
	Glutaraldehyd	14	0,03	0,08	0,8	0,19	0,10	0,25

3.1 Sonstige Messungen

Tabelle 6: Luftkonzentrationen und Stoffindizes für Aldehyde bei Aufbereitung mit Spülmaschine

Messort	Stoff	Anzahl	50 %-Wert		95 %-Wert		Maximalwert	
			mg/m ³	SI	mg/m ³	SI	mg/m ³	SI
Schreibarbeitsplatz Untersuchungsplatz Raum	Formaldehyd	24	0,02	0,03	0,11	0,17	0,19	0,3
	Glutaraldehyd	24	0,02	0,04	0,04	0,1	0,04	0,1

Tabelle 7: Luftkonzentrationen und Stoffindizes für Aldehyde bei Aufbereitung ohne Spülmaschine

Messort	Stoff	Anzahl	50 %-Wert		95 %-Wert		Maximalwert	
			mg/m ³	SI	mg/m ³	SI	mg/m ³	SI
Schreibarbeitsplatz Untersuchungsplatz Raum	Formaldehyd	15	0,06	0,1	0,13	0,21	0,19	0,3
	Glutaraldehyd	15	0,02	0,05	0,13	0,32	0,15	0,38

Exemplarisch durchgeführte Messungen zur Desinfektion der Arbeitsflächen zeigten, dass die Hauptbelastung durch die Aufbereitung der Geräte und Instrumente verursacht wird. Insbesondere die durch die Flächendesinfektion verursachten Bewertungsindizes $< 0,01$ bis $0,07$ bezogen auf eine 8-stündige Schicht verdeutlichen, dass der Anteil der Arbeitsflächendesinfektion 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 den in Tabelle 8 angegebenen Bereichen.

Tabelle 8: Stoffe ohne Grenzwert

Stoff	Konzentrationsbereich [mg/m ³]	Bemerkung
Glyoxal	$< 0,01$	Glyoxal konnte in keinem Fall nachgewiesen werden
Bernsteinsäuredialdehyd	0,02 bis 0,09	
2-Ethylhexanal	$< 0,03$ bis 5,7	

3.2 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 potenziellen 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 potenziellen 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 zweistündigen 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 Tabelle 9 als „SI_{KZW} 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.

Tabelle 9: Kurzzeitwertbetrachtungen

Messort (potenzielle Emissionsquelle)	Stoff	Anzahl	SI _{KZW} berechnet 50 %-Wert	SI _{KZW} berechnet 95 %-Wert	SI _{KZW} berechnet Maximalwert
Ultraschallbad Halbautomat	Formaldehyd	48	0,1	1,24	1,86
Desinfektionswanne/ -becken	Glutaraldehyd	48	0,2	0,84	1,46

4 Beurteilung der vorliegenden Informationen

Die in der Literatur veröffentlichten Daten (Kapitel 2) zur Arbeitsplatzbelastung mit Desinfektionsmittelwirkstoffen zeigen, dass zur Beurteilung der Einhaltung von Luftgrenzwerten insbesondere Formaldehyd und Glutaraldehyd berücksichtigt werden müssen. Die messtechnischen Daten (Kapitel 3) belegen zwar die Einhaltung der Schichtmittelwerte für diese Aldehyde bei allen beschriebenen Tätigkeiten (Tabelle 4 und 5), allerdings kann die Exposition gegenüber den Aldehyden beim Einsatz von Spülmaschinen deutlich gesenkt werden (Tabelle 6 und 7). Die Kurzzeitwerte der Tätigkeiten an offenen Bädern mit Aldehyd-Lösungen (Tabelle 9) liegen in kritischen Bereichen, so dass die Einhaltung der Grenzwerte bei offenem Umgang mit Aldehyden nicht sicher vorausgesagt werden kann.

Literaturverzeichnis

- [1] Liste der nach den „Richtlinien für die Prüfung chemischer Desinfektionsmittel“ geprüften und von der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie als wirksam befundenen Desinfektionsverfahren. MHP, Wiesbaden 2000
- [2] Greim, H. (Hrsg.): Toxikologisch-Arbeitsmedizinische Begründung von MAK-Werten. VCH, Weinheim
- [3] Priority Existing Chemical No. 3, Glutaraldehyde. National Industrial Chemicals notification and Assessment. Industrial Public Report. July 1994, S. 74-77. Australian Government Publishing Service, Canberra

- [4] Osterloh, J.; Becker, Ch. E.; Kaysen, G.: Handling formalin in dialysis units. *Dialysis & Transplantation* 12 (1983) Nr. 5, S. 353-361
- [5] Occupational exposures to formaldehyde in dialysis units. Morbidity and Mortality Weekly Report 35 (1986) Nr. 24, S. 399-401
- [6] Ellett, M.; Mikels, C.A.; Fullhard, J.W.: SGNA endoscopic disinfectant survey. *Gastroenterol. Nurs.* 18 (1994) Nr. 1, S. 1-10
- [7] McAdams, J.G.; Leicester, R.J.: Incidence of aldehyde sensitivity in endoscopy units. *Gut* 33 (1992), S. 52
- [8] Toxikologische Bewertungen, Programm zur Verhütung von Gesundheitsschädigungen durch Arbeitsstoffe, Glyoxal, Nr. 177, Losebl-Ausg., Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, Heidelberg 1/1997
- [9] Alberts, M.: Occupational asthma in the respiratory care worker. *Respiratory Care* 38 (1993) Nr. 9, S. 997-1004
- [10] Occupational risk of glutaraldehyde in hospital staff. *Int. Pharm. J.* 3 (1989) Nr. 6, S. 221
- [11] Fisher, A.A.: Allergic contact dermatitis of the hands from Sporidicin (glutaraldehyde-phenate) used to disinfect endoscopes. *Curr. Contact News* 45 (1990), S. 227-228
- [12] Macnab, J.: Glutaraldehyde use in endoscopy: A canadian review. *Soc.Gastroenter. Nurses Assoc.* (1991) Nr. 8, S. 9-13
- [13] Wiggins, P.; McCurdy, S.; Zeidenberg, W.: Epistaxis due to glutaraldehyde exposure. *J. Occup. Med.* 31 (1989) Nr. 10, S. 854-856
- [14] NIOSH (National Institut for Occupational Safety and Health). Health Hazard Evaluation Report (1984) HETA 83-074-1525
- [15] NIOSH (National Institut for Occupational Safety and Health). Health Hazard Evaluation Report (1987) HETA 86-226-1769
- [16] NIOSH (National Institut for Occupational Safety and Health). Health Hazard Evaluation Report (1986) HETA 84-535-1690
- [17] NIOSH (National Institut for Occupational Safety and Health). Health Hazard Evaluation Report (1991) HETA 90-296-2149

- [18] Corrado, O.J.; Osman, J.; Davies, R.J.: Asthma and rhinitis exposure to glutaraldehyde in endoscopy units. *Human Toxicol.* (1986) Nr. 5, S. 325-327
- [19] Müller, U.; Schaffernicht, H.: Schädigung der Zähne und des Zahnfleisches durch Peressigsäuredämpfe. *Zbl. Arbeitsmed.* 48 (1998), S. 109-111
- [20] Scobbie, E.; Groves, J.A.: An investigation of composition of the vapour evolved from aqueous glutaraldehyde solutions. *Ann. occup. Hyg.* 1 (1995) Nr. 39, S. 63-78
- [21] Campbell, M.; Beach, J.R.: Occupational exposure to glutaraldehyde. *Occup. Med.* 44 (1994), S. 165-166
- [22] Norbäck, D.: Skin and respiratory symptoms from exposure to alkaline glutaraldehyde in medical services. *Scand. J. Work Environ. Health* 14 (1988), S. 366-371
- [23] Gannon, P.F.; Bright, P.; Campbell, M. et al.: Occupational asthma due to glutaraldehyde and formaldehyde in endoscopy and x ray departments. *Thorax* 50 (1995), S. 156-159
- [24] Leinster, P.; Baum, J.M.; Baxter, P.J.: An assessment of exposure to glutaraldehyde in hospitals: Typical exposure levels and recommended control measures. *Br. J. Indust. Med.* 50 (1993) Nr. 2, S. 107-111
- [25] Binding, N. et al.: Belastung des Desinfektionspersonals bei der Instrumenten- und Bettendesinfektion durch Aldehyde. *Arbeitsmedizin für eine gesunde Umwelt.* 31. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin in Berlin 1991. (1992), S. 405-408
- [26] Wicks, J.: Handle with care. *Nurs. Times* 90 (1994) Nr. 13, S. 67-70
- [27] Vollmer, D.; Winkel, L.: Untersuchungen zur Peressigsäure-Exposition bei Desinfektionsarbeiten in Gesundheitseinrichtungen des Bezirkes Schwerin. *Arbeitsmed. Inform.* 14 (1987) Nr. 2, S. 20-22
- [28] Schaffernicht, H.; Müller, U.: Zur Exposition gegenüber Peressigsäure von Beschäftigten eines Universitätsklinikums. *Zbl. Arbeitsmed.* 48 (1998), S. 106-108
- [29] Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit: Desinfektionsarbeiten im Gesundheitsdienst (BGR 206, früher ZH 1/31). Carl Heymanns, Köln 1999