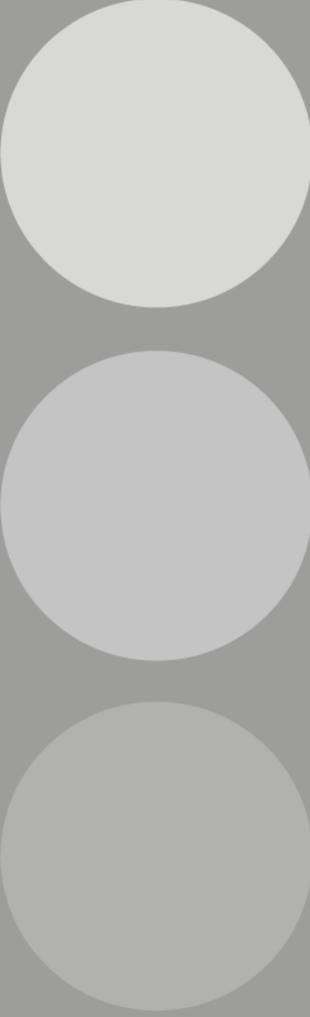
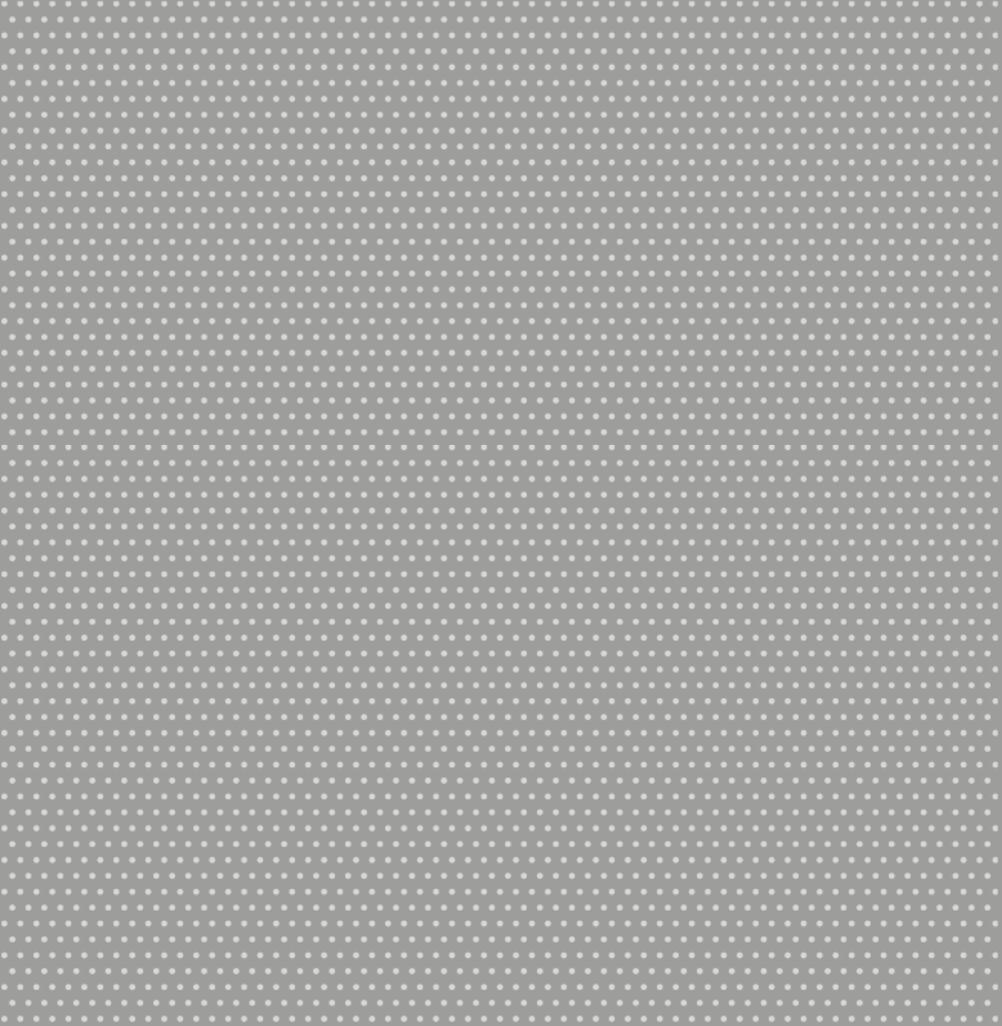


1039

BG/BIA-Empfehlungen zur Überwachung von Arbeitsbereichen



Flächendesinfektionen in
Krankenhausstationen
Stand: Juli 2002



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

Bearbeitet von: 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: Juli 2002 –

BG/BIA-Empfehlungen zur Überwachung von Arbeitsbereichen Flächendesinfektionen in Krankenhausstationen

Stand: Juli 2002

1 Allgemeines

Die Technische Regeln für Gefahrstoffe „Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen“ (TRGS 402) beinhalten die grundlegende Strategie zur Überwachung von Arbeitsbereichen gemäß § 18 der Gefahrstoffverordnung.

Nach der TRGS 402 können beim Auftreten von Stoffen mit Grenzwerten Arbeitsbereiche von der messtechnischen Überwachung ausgenommen werden, wenn die dauerhaft sichere Einhaltung der Grenzwerte gegeben ist. Liegt für eine Tätigkeit eine ausreichende Anzahl von Arbeitsbereichsanalysen mit eindeutigem Befund vor und sind auch verfahrensbedingt in Zukunft keine Änderungen zu erwarten, so können diese Ergebnisse unmittelbar zur Beurteilung der Konzentrationen in der Luft in Arbeitsbereichen herangezogen werden, d. h. weitere Messungen sind nicht erforderlich. Die Beschreibung der durchgeführten Messungen und deren Ergebnisse kann durch verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) nach der TRGS 420 erfolgen. Die Beschreibung von VSK kann hiernach auch für die Befunde Einhaltung oder Überschreitung erfolgen.

So werden in BG/BIA-Empfehlungen nicht nur Arbeitsverfahren behandelt, bei denen die Grenzwerte eingehalten oder dauerhaft sicher eingehalten sind, sondern auch solche, bei denen Grenzwertüberschreitungen zu erwarten sind. BG/BIA-Empfehlungen für Fälle mit Überschreitung des Grenzwertes schreiben keinesfalls ungünstige und nicht dem Stand der Technik entsprechende Arbeitsbedingungen fest. Es wird vielmehr eingehend begründet, warum die Einhaltung des Grenzwertes zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der entsprechenden BG/BIA-Empfehlungen nicht möglich ist.

Die Exposition gegenüber Gefahrstoffen und damit der Befund gemäß TRGS 402 sind abhängig von den im Betrieb eingesetzten Arbeitsverfahren, den Schutzmaßnahmen, den verwendeten Produkten und der angewandten Arbeitsweise der Beschäftigten. BG/BIA-Empfehlungen zur Überwachung von Arbeitsbereichen beschreiben den derzeitigen Stand der Technik für den definierten Anwendungsbereich und werden regelmäßig aktualisiert. Werden die in diesen BG/BIA-Empfehlungen beschriebenen Bedingungen vom Arbeitgeber erfüllt, kann bei entsprechender Dokumentation der Ermittlungsergebnisse der Befund dieser BG/BIA-Empfehlungen übernommen werden.

Ungeachtet der hier vorgelegten Ergebnisse bleiben die Ermittlungspflicht (z. B. Einsatz von Stoffen und/oder Verfahren mit geringerem Risiko) und die Verpflichtungen zur Beachtung der Rangfolge der Schutzmaßnahmen, zur Erstellung einer Betriebsanweisung und zur regelmäßigen Unterweisung der Beschäftigten bestehen. Weitere Messungen können jedoch solange entfallen, wie keine weiteren Erkenntnisse vorliegen, die Nachmessungen erfordern.

2 Anwendungsbereich

Diese BG/BIA-Empfehlungen geben Kriterien an für die Einhaltung von Luftgrenzwerten der maßgeblichen Komponenten (Alkohole und Aldehyde) bei der Tätigkeit der Flächendesinfektion (Scheuer-/Wischdesinfektion) durch Reinigungspersonal [1]. Die Scheuer-/Wischdesinfektion wird bei der Desinfektion von Fußböden und anderen Oberflächen, z. B. Arbeitsflächen und Oberflächen medizinischen Inventars, eingesetzt. Krankenhausstationen im Sinne dieser Empfehlungen sind z. B. Krankenzimmer, Stationsflure, Operationssäle und Funktionsräume. Flächendesinfektion im Sinne dieser Empfehlungen ist die Reinigung der Flächen in o. g. Krankenhausstationen unter Verwendung von Reinigungsmitteln mit desinfizierender Wirkung zur Reduzierung der Keimzahl. Reinigungsmittel mit desinfizierender Wirkung sind Desinfektionsreiniger, z. B. entsprechend der Desinfektionsmittel-Liste der Deutschen Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM) [2].

Diese BG/BIA-Empfehlungen gelten nicht, wenn nicht nur beim Ansetzen der Anwendungslösungen sondern auch während der Reinigung mit Konzentraten umgegangen wird. Diese BG/BIA-Empfehlungen sind auf Verfahren, die mit den oben beschriebenen Verfahren nicht vergleichbar sind, wie z. B. die Sprühdessinfektion und andere aerosolbildende Verfahren oder Schaumverfahren nicht anwendbar.

Für Personal, das nach der Durchführung der Flächendesinfektion in diesen Räumen tätig wird, gelten diese BG/BIA-Empfehlungen nicht. Es muss eine gesonderte Gefährdungsanalyse durchgeführt werden, da mit Grenzwertüberschreitungen zu rechnen ist.

3 Arbeitsverfahren/Tätigkeit

Durch die Scheuer-/Wischdesinfektion werden durch mechanisches Reiben an Oberflächen haftende Infektionserreger und Verunreinigungen gelöst, gleichzeitig wird ein Desinfektionsmittel in wässriger Lösung aufgebracht. Es wird durch dieses Verfahren verhindert, dass auf der Oberfläche haftende Verunreinigungen die Desinfektionswirkung beeinträchtigen.

Bei der Flächendesinfektion wird fast immer eine Mobilette eingesetzt, die mit dem notwendigen Gebrauchsmaterial (Reinigungslösung, Wischlappen, Bürsten, Wechselbezüge, Abfallbehälter) ausgestattet wird. Gearbeitet wird im Desinfektionsbereich fast ausschließlich mit zwei Wechselbezügen (Mopp), wobei in jedem Raum neue Wechselbezüge verwendet werden, um eine Keimverschleppung zu verhindern.

3.1 Flächendesinfektion von Fußböden

Zur Flächendesinfektion von Fußböden werden unterschiedliche Methoden angewandt, von denen einige exemplarisch beschrieben werden:

- Der trockene Mopp wird auf einen Plastikrost gelegt und der Arbeitsstiel eingehakt. Dann wird der Mopp in die Desinfektionslösung in der Wanne getaucht, überflüssige Desinfektionslösung auf dem Rost abgestreift und mit dem nassen Mopp eine Fläche bearbeitet.

Anschließend wird der Mopp ausgehakt und mit den Händen vom Boden aufgenommen, wobei gesammeltes Abfallmaterial mit aufgegriffen wird. Der Mopp wird über dem Abfallsack ausgeschüttelt und abgelegt. Mit einem zweiten trockenen Mopp wird dieselbe Fläche nochmals gewischt, wobei ein leichter Flüssigkeitsfilm auf dem Boden verbleibt.

- Nach einer weiteren, seltener angewandten Methode wird der trockene Mopp auf den Boden gelegt und die Reinigungslösung mittels eines Messbechers auf den Mopp gegossen. Mit dem nassen Mopp wird eine bestimmte Fläche gewischt, der Mopp dann aufgenommen und durch einen frischen Wechselbezug ersetzt. Auch hier wird die Fläche mit dem trockenen Mopp nochmals gewischt, bis ein leichter Feuchtigkeitsfilm verbleibt.
- Weiterhin kann der Mopp am Arbeitsstiel befestigt werden, um dann in die Reinigungslösung getaucht zu werden. Mittels einer Mopp-Presse wird überschüssige Reinigungsflüssigkeit aus dem Mopp entfernt. Diese Flüssigkeit fließt in den Eimer zurück und wird weiter verwendet. Nun wird eine Fläche bearbeitet. Wenn der Mopp nicht mehr genügend Feuchtigkeit enthält, wird er erneut in die Reinigungslösung getaucht.

3.2 Andere Flächendesinfektionen

Bei der Flächendesinfektion von z. B. Arbeitsflächen oder Nachtschränken werden üblicherweise Wischlappen eingesetzt. Auf Mobiletten werden dazu Eimer mit der Desinfektionslösung mitgeführt, in die der Wischlappen eingetaucht wird. Der Lappen wird mit der Hand tropffrei ausgedrückt und eine Fläche dann bearbeitet. Sobald der Lappen nicht mehr genügend Flüssigkeit enthält, um auf der bearbeiteten Fläche einen Flüssigkeitsfilm zu hinterlassen, wird er erneut in die Desinfektionslösung eingetaucht.

Für die Flächendesinfektion von Arbeitsflächen, Nachtschränken, etc. werden üblicherweise farblich unterschiedliche Wischlappen und dazugehörige entsprechend gleichfarbige Eimer (rot, gelb, blau) verwendet, um eine Keimverschleppung zu verhindern.

Bei den beschriebenen Methoden werden die Desinfektionsreiniger üblicherweise in einer Verdünnung von ca. 0,5 % verwendet. In besonderen Fällen können höhere Dosierungen eingesetzt werden (z. B. 2,5 %). Die anzusetzende Menge an Desinfektionsreiniger ist dabei für eine vorgegebene Fläche berechnet. Für eine Fläche von 200 m² wird ein Verbrauch von ca. 10 L Anwendungslösung festgelegt, so dass bei einer Anwendungskonzentration von 0,5 bis 2,5 % pro 200 m² zu reinigende Fläche ca. 50 bis 250 mL des Konzentrates des Desinfektionsreinigers verbraucht werden. Bei den Messungen, die zur Aufstellung der BG/BIA-Empfehlungen herangezogen wurden, wurden von einer Beschäftigten durchschnittlich ca. 1000 m² in 4 h bearbeitet und zwischen 0,25 und 1,25 L Konzentrat verbraucht.

4 Gefahrstoffexposition

4.1 Gefahrstoffe

Nach § 16 Gefahrstoffverordnung [3] und TRGS 525 [4] muss der Arbeitgeber prüfen, ob Stoffe, Zubereitungen, Erzeugnisse oder Verfahren mit einem geringeren gesundheitlichen Risiko als die von ihm in Aussicht genommenen erhältlich oder verfügbar sind. Auch wenn die Ersatzstoffprüfung und die Prüfung alternativer Verfahren in Einrichtungen der humanmedizinischen Versorgung auf Grund von Hygienevorschriften nur eingeschränkt vorgenommen werden können, wird darauf hingewiesen, dass Beschäftigte Gefahrstoffen möglichst nicht ausgesetzt sein sollten.

Je nach eingesetztem Desinfektionsreiniger können im Atembereich der Beschäftigten verschiedene Gefahrstoffe einzeln oder gemeinsam während einer Schicht auftreten. Tabelle 1 zeigt die Zusammensetzung von marktüblichen Desinfektionsreinigern. Bei der Aufstellung dieser Empfehlungen wurden die maßgeblichen Gefahrstoffe nach Tabelle 2 berücksichtigt.

Tabelle 1: Zusammensetzung von Desinfektionsreinigern zur Flächendesinfektion

Komponente	Konzentration [%]
Alkohole	
Isopropanol, Ethanol	< 5
Aldehyde	
Formaldehyd	5 – 12
Glutaraldehyd	1 – 25
Glyoxal	10 – 12
QAV (quartäre Ammoniumverbindungen)	
Benzalkoniumchlorid	4,5 – 7,5
Glucoprotamin	25 – 26
Tenside	< 15
Duftstoffe, Farbstoffe	< 1

Neben den in Tabelle 2 genannten Gefahrstoffen können weiterhin im Arbeitsbereich Glyoxal oder Benzalkoniumchlorid auftreten, bei denen die dermale Exposition im Vordergrund steht und für die bisher keine Luftgrenzwerte existieren. Manche Produkte enthalten Formaldehydabspalter, aus denen bei der Applikation des Desinfektionsreinigers Formaldehyd sukzessive freigesetzt wird.

Tabelle 2: Grenzwerte (Stand: Mai 2002) [5]

Stoff	Grenzwert		Spitzenbegrenzung	Bemerkungen	Herkunft
	[mg/m ³]	[mL/m ³]			
Isopropanol	500	200	=4=	Y	MAK, DFG
Ethanol	1900	1000	=4=		MAK, DFG
Formaldehyd*)	0,62	0,5	=1=	K 3, S, Y, H	MAK, DFG
Glutaraldehyd*)	0,42	0,1	=1=	S, Y	MAK, DFG

K: Krebserzeugende Stoffe

S: Sensibilisierende Stoffe

Y: Das Risiko der Fruchtschädigung bei Schwangeren ist bei Einhaltung des MAK- und des BAT-Wertes nicht zu befürchten

H: Hautresorptive Stoffe

*) Das Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung (BMA) hatte im BArbBl (2000) Nr. 7-8 die Absenkung des Luftgrenzwertes für Formaldehyd auf 0,37 mg/m³ angekündigt und darum gebeten, Expositionsdaten nach dem Stand der Technik dem Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) bis zum 31.01.2001 mitzuteilen. Im Unterausschuss V „Luftgrenzwerte“ des AGS wird die geplante Absenkung derzeit diskutiert. Ebenso hat das BMA im BArbBl (2002) Nr. 7-8, S. 142-143, die Absenkung des Luftgrenzwertes für Glutaraldehyd auf 0,21 mg/m³ angekündigt und darum gebeten, Expositionsdaten nach dem Stand der Technik dem AGS bis zum 31.01.2003 mitzuteilen.

4.2 Arbeitsszenarien

Die Beschäftigten sind während der Flächendesinfektion der Emission von Gefahrstoffen aus dem aufgetragenen Desinfektionsreiniger ausgesetzt. Entsprechend der Arbeitsweise und der Intensität der Desinfektionsarbeiten lassen sich vier Arbeitsszenarien unterscheiden (Tabelle 3).

Tabelle 3: Beschreibung der Arbeitsszenarien

Arbeitsszenarien	Beschreibung
Reinigung eines einzelnen OPs	OP-Reinigung, ein Raum (länger andauernd)
Reinigung mehrerer OPs nacheinander	OP-Reinigung, mehrere Räume (kürzer andauernd pro Raum)
Reinigung einzelner Stationsbereiche, z. B. Krankenzimmer	Stationsreinigung, ein Raum (länger andauernd)
Reinigung mehrerer Stationsbereiche nacheinander	Stationsreinigung, mehrere Räume (kürzer andauernd pro Raum)

Zwischen OP und Stationsbereich muss unterschieden werden, da in den beiden Bereichen unterschiedliche Lüftungssituationen herrschen. Während im OP-Bereich meist eine raumlufttechnische Anlage (RLT) mit wirksamem Luftaustausch installiert ist, sind Stationsbereiche mit Anlagen geringerer Leistung ausgerüstet oder verfügen nicht über raumlufttechnische Anlagen. Darüber hinaus werden in OP-Bereichen mehr Flächen desinfiziert und evtl. auch höhere Konzentrationen an Desinfektionswirkstoffen verwendet.

Zwischen einer länger andauernden Reinigung in einem Raum und einer kürzer andauernden Reinigung von mehreren Räumen nacheinander bei gleicher Gesamtdauer muss unterschieden werden, da sich Beschäftigte bei der intensiven Reinigung eines Raumes dauerhaft innerhalb des Arbeitsbereiches aufhalten, in dem der Desinfektionsreiniger ausgebracht wurde. Bei der Reinigung von mehreren Räumen begeben sie sich dagegen während der Arbeit von einem Arbeitsbereich, in dem ein Desinfektionsreiniger verarbeitet wurde, in noch unbelastete Arbeitsbereiche.

4.3 Beschreibung der Tätigkeitsprofile

OP-Reinigung, ein Raum (länger andauernd)

Die Reinigung eines einzelnen Operationssaales kann 1 bis 2 Stunden dauern. In dieser Zeit werden sämtliche Arbeits-, Wand- und Fensterflächen mit einem Schwamm oder Lappen gereinigt. Die Bodenfläche wird im letzten Arbeitsgang mit einem Mopp gewischt. Nicht zu den Aufgaben der als Reinigungskraft Beschäftigten gehört in der Regel die Desinfektion der Operationsbestecke, wohl aber die Entsorgung und der Abtransport von Abfall. Operationsbestecke werden üblicherweise durch das medizinische Personal desinfiziert.

OP-Reinigung, mehrere Räume (kürzer andauernd pro Raum)

Häufiger werden Beschäftigte nicht nur für die Reinigung eines einzelnen Operationssaales eingesetzt. Vielmehr sind diese Beschäftigten in der Regel Vollzeitarbeitskräfte, die nach der Reinigung eines einzelnen Operationssaales in den nächsten verunreinigten OP wechseln und dort dieselben Arbeiten durchführen. Da Operationssäle im Krankenhausbetrieb praktisch ständig in Betrieb sind, kann eine Beschäftigte in einer Schicht ca. acht Reinigungszyklen – unterbrochen durch kurze Arbeitspausen und expositionsfreie Zeiten – im OP-Bereich durchführen.

Stationsreinigung, ein Raum (länger andauernd)

Die Reinigung einzelner Räume im Stationsbereich kann 1 bis 2 Stunden dauern. Neben der Desinfektionsreinigung fallen in einem Krankenzimmer auch die Entsorgung des Abfalls, die Reinigung der Nasszelle mit Sanitäreinrichtungen und die Reinigung der Fenster an. Zu den Desinfektionsreinigungen gehört das Wischen sämtlicher Flächen, wie Tische, Nachtschränken, Fensterbänke und Wände mit Schwamm und Lappen. Auch hier wird im letzten Arbeitsgang der Fußboden mit dem Mopp gewischt. Reinigungen dieser Art fallen in besonderen Infektionsfällen an.

Stationsreinigung, mehrere Räume (kürzer andauernd pro Raum)

Meist werden die Beschäftigten für die Reinigung eines ganzen Stationsbereiches eingesetzt. Dazu wechseln sie nach der Reinigung eines Krankenzimmers in den nächsten zu reinigenden Stationsraum. Die üblichen Reinigungsarbeiten umfassen die Desinfektionsreinigung der Flächen wie Tische und Nachtschränken, das Entfernen von Abfällen, die Reinigung der Sanitäreinrichtungen und der gesamten Nasszelle, sowie die Reinigung des Fußbodens. Sobald alle Räume einer Station gereinigt sind, wird der Flur dieser Station als letzter Arbeitsgang meist in

zwei Abschnitten gereinigt. Reinigungsarbeiten dieser Art sind die häufigsten Tätigkeiten für Beschäftigte, die im Krankenhausbereich mit Flächendesinfektionsarbeiten beauftragt sind. Diese halten sich in den einzelnen Räumen nur relativ kurzzeitig auf, so dass sie nur den Konzentrationen in der Anfangsphase der Wirkstofffreisetzung ausgesetzt sind.

4.4 Literaturdaten

Die in der Literatur verfügbaren Messdaten sind meist nicht lückenlos dokumentiert z. B. hinsichtlich Raumgrößen, Wirkstoffkonzentrationen, Lüftungssituationen, so dass konkrete Aussagen für diese BG/BIA-Empfehlungen nicht daraus abgeleitet werden können [siehe Anhang].

4.5 Arbeitsplatzmessungen

Aus insgesamt 142 Arbeitsplatzmessungen, die in den Jahren 1991-1992 durchgeführt wurden, wurden für diese BG/BIA-Empfehlungen die 72 personengetragenen Einzelmessungen aus 29 Betrieben ausgewählt, die unter Arbeitsbedingungen durchgeführt wurden, wie sie heutigen Flächendesinfektionsmethoden entsprechen.

Die meisten Desinfektionsreiniger enthalten in der Rezeptur neben Formaldehyd auch Glutaraldehyd. In der Vergangenheit wurde eine Exposition durch Glutaraldehyd aber nicht immer mitgemessen, so dass die Datensätze lückenhaft sind. Es ist jedoch möglich (siehe Anhang 2.2), aus den Konzentrationsangaben der Lösung für Formaldehyd und Glutaraldehyd und der gemessenen Formaldehyd-Konzentration in der Luft den zusätzlichen Raumlufanteil für Glutaraldehyd abzuschätzen und vice versa. Daraus lässt sich dann der Bewertungsindex nach TRGS 403 bestimmen.

Außerdem wurden in einem umfassend beschriebenen Arbeitsbereich unter definierten Bedingungen der zeitliche Auf- und Abbau der Raumlufkonzentration an Formaldehyd exemplarisch (15-Minuten-Mittelwerte über sammelnde Probenahme bzw. mit kontinuierlich registrierendem Messgerät) in Abhängigkeit von der Lüftung gemessen. Zur Beurteilung der Kurzzeitwerte (Überschreitungsfaktor Formaldehyd: =1=) ist die Bestimmung von 15-Minuten-Mittelwerten allein nicht ausreichend, da der Momentanwert der Konzentration zu keinem Zeitpunkt das Grenzwertniveau überschreiten soll. Wegen des kontinuierlichen Anstiegs der Formaldehyd-Konzentration mit Beginn der Flächendesinfektion sind die Kurzzeitwert-Anforderungen z. B. erfüllt, wenn bei schlechter Lüftung die Arbeit rechtzeitig beendet wird. Die im Anhang beschriebenen Ergebnisse wurden bei der Ableitung der Empfehlungen nach Abschnitt 6 berücksichtigt.

4.6 Messergebnisse/Bewertungsindizes

In den Tabellen 4 bis 7 sind die Bewertungsindizes, die sich wie im Anhang beschrieben aus den 72 Messungen berechnen lassen, dargestellt. Obwohl die Messdauern zwischen 1 und 2,5 Stunden schwankten, wird davon ausgegangen, dass die Messergebnisse für die Schichtlänge repräsentativ sind.

Tabelle 4: Bewertungsindizes: OP-Bereich, Flächendesinfektion in einem Raum

Anzahl Betriebe	Anzahl (Formaldehyd und Glutaraldehyd)
4	10
Parameter	Bewertungsindizes
95-Perzentil	4,84
Arithmetisches Mittel	2,00
Geometrisches Mittel	1,19
Kleinster Wert	0,13
Größter Wert	4,97

Tabelle 5: Bewertungsindizes: OP-Bereich, Flächendesinfektion in mehreren Räumen nacheinander

Anzahl Betriebe	Anzahl (Formaldehyd und Glutaraldehyd)
10	18
Parameter	Bewertungsindizes
95-Perzentil	1,02
Arithmetisches Mittel	0,55
Geometrisches Mittel	0,45
Kleinster Wert	0,12
Größter Wert	1,13

Tabelle 6: Bewertungsindizes: Stationsbereich, Flächendesinfektion in einem Raum

Anzahl Betriebe	Anzahl (Formaldehyd und Glutaraldehyd)
5	20
Parameter	Bewertungsindizes
95-Perzentil	3,27
Arithmetisches Mittel	1,09
Geometrisches Mittel	0,55
Kleinster Wert	0,06
Größter Wert	3,36

Tabelle 7: Bewertungsindizes: Stationsbereich, Flächendesinfektion in mehreren Räumen nacheinander

Anzahl Betriebe	Anzahl (Formaldehyd und Glutaraldehyd)
10	24
Parameter	Bewertungsindizes
95-Perzentil	1,25
Arithmetisches Mittel	0,26
Geometrisches Mittel	0,32
Kleinster Wert	0,05
Größter Wert	1,29

5 Befund

5.1 Alkohole: Ethanol, Isopropanol

Die Alkohole Ethanol und Isopropanol werden bei der Formulierung von Desinfektionsreinigern in einem Konzentrationsbereich von durchschnittlich 1-2 Gew.-% (maximal 5 Gew.-%) eingesetzt. In der Gebrauchslösung liegen sie noch etwa um den Faktor 100 verdünnt vor (siehe Tabelle 1). Eine grenzwertüberschreitende Exposition durch Alkohole kann bei den oben beschriebenen Verfahren und Bedingungen ausgeschlossen werden, da Alkohole nur mit ca. 1 % zur Belastung der Reinigungskräfte beitragen.

5.2 Aldehyde: Formaldehyd, Glutaraldehyd

Es zeigen sich in erheblichem Umfang, abhängig von der Tätigkeit und den Umgebungsbedingungen, Überschreitungen des Bewertungsindizes BI = 1.

Um den Bewertungsindex BI = 1 bei der Flächendesinfektion einzuhalten, müssen technische und organisatorische Schutzmaßnahmen ergriffen werden, die aus den Arbeitssituationen, bei denen der Bewertungsindex Eins eingehalten wurde, abgeleitet werden können ([6] siehe Anhang).

6 Empfehlungen

Folgende Empfehlungen sind zur Einhaltung der Luftgrenzwerte für die aufgeführten Arbeitsbereiche nach 4.2 einzuhalten:

1. Konzentration an Desinfektionswirkstoff

Die Konzentrationen an Formaldehyd und Glutaraldehyd dürfen zusammen 500 mg pro Liter Anwendungslösung nicht überschreiten. Dies ist gewährleistet, wenn bei einer 0,5 %igen Anwendungslösung das Konzentrat nicht mehr als 5 Gew.-% Formaldehyd und bis zu 5 Gew.-% Glutaraldehyd enthält. Dies ist auch gewährleistet, wenn das Konzentrat formaldehydfrei ist und nicht mehr als 10 Gew.-% Glutaraldehyd enthält.

2. Benetzte Fläche

Der Bewertungsindex ist eingehalten, wenn außer dem Fußboden höchstens noch die Nachtschränken oder entsprechende kleinere Flächen gereinigt werden. Die Einhaltung des Grenzwertes ist nicht mehr gewährleistet, wenn zusätzlich Wände und Türen desinfiziert werden.

3. Lüftungssituation

Bei geschlossenen Fenstern und Türen oder bei offenen Türen und angekippten Fenstern ist die Lüftung nicht ausreichend, so dass die Arbeitszeit in einem solchen Raum nicht mehr als 15 Minuten betragen darf. Bei geöffneten Fenstern oder mäßiger technischer Lüftung darf die Arbeitszeit in einem Raum nicht mehr als 30 Minuten betragen. Über die ganze Schicht darf nur bei effizienter Lüftung (OP mit Lüftung im Vollastbetrieb) innerhalb eines Raumes mit Desinfektionsreinigern gearbeitet werden (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8: Lüftungsmaßnahmen, Maximale Arbeitszeit im Raum

Lüftungsmaßnahme	Maximale Arbeitszeit im Raum
Technische Lüftung (Luftwechselzahl > 10 h ⁻¹ , z. B. OP bei Lüftung im Volllastbetrieb)	Ganze Schicht
Fenster vollständig geöffnet oder technische Lüftung (Luftwechselzahl < 10 h ⁻¹ , z. B. Aufenthaltsraum)	0,5 Stunden
Ansonsten (z. B. Fenster/Türen geschlossen oder Türen geschlossen/Fenster gekippt oder Türen geöffnet/Fenster gekippt)	0,25 Stunden

Sind alle diese Empfehlungen gleichzeitig eingehalten, ist davon auszugehen, dass die Luftgrenzwerte eingehalten sind.

Für die Flächendesinfektion von mehreren Räumen nacheinander stellt die Empfehlung 3 kein besonderes Problem dar, da sich die Beschäftigten nach Abschluss der Flächendesinfektion in einem Raum in den nächsten zu reinigenden Raum begeben. Da im neuen Raum die Aldehydkonzentration erst allmählich durch die zunehmend mit Desinfektionsreiniger benetzte Fläche ansteigt, sind die Beschäftigten nie vollschichtig im Grenzwertbereich exponiert.

Von den 72 vorliegenden Bewertungsindizes erfüllen 31 diese Empfehlungen (siehe Anhang).

Bei der Ermittlung der Kurzzeitwerte wurde festgestellt, dass der Grenzwert für Formaldehyd bei Luftwechselzahlen von 0,18 und 3,0 h⁻¹ sowie Einhaltung der Empfehlungen 1 und 2 eingehalten ist. Wird unter gleichen Voraussetzungen eine größere Fläche als die Fußbodenfläche (wie in Empfehlung 2 festgelegt) bearbeitet, ist der Kurzzeitwert bereits nach 25 Minuten nicht mehr eingehalten. Zur Einhaltung der Kurzzeitwerte muss daher Empfehlung 3, in der die Arbeitszeiten in Räumen mit unterschiedlichen Luftwechselzahlen festgelegt sind, strikt eingehalten werden.

Wenn diese Empfehlungen nicht eingehalten werden können, können diese BG/BIA-Empfehlungen nicht im Rahmen der Arbeitsbereichsanalyse angewendet werden. Es muss dann davon ausgegangen werden, dass die Luftgrenzwerte überschritten werden, solange ihre Einhaltung nicht nachgewiesen wird.

Durch technische (z. B. Verbesserung der Lüftungsmaßnahmen) oder organisatorische Maßnahmen (z. B. Arbeitszeitbegrenzung) kann die Einhaltung der Luftgrenzwerte erreicht werden. Die Einhaltung der Luftgrenzwerte ist auch durch Absenkung der Anwendungskonzentration oder durch Anwendung aldehydfreier oder aldehydarmer Desinfektionsreiniger möglich. Diese Maßnahmen sind mit der zuständigen Hygienekommission abzusprechen.

Bei der Arbeitsbereichsanalyse sollen andere Emissionsquellen z. B. im selben Raum durchgeführte Instrumentendesinfektionen oder Tätigkeiten anderer Beschäftigter in Betracht gezogen werden.

Es darf außerdem nicht außer Acht gelassen werden, dass die bei der Flächendesinfektion üblicherweise eingesetzten Desinfektionsreiniger ausnahmslos sensibilisierende Stoffe [7] enthalten. Auch wenn Kontrollmessungen nach TRGS 402 nicht erforderlich sind, müssen in den beschriebenen Arbeitsbereichen technische, organisatorische und persönliche Schutzmaßnahmen ergriffen werden, um den Hautkontakt zu den Arbeitsstoffen sicher auszuschließen.

7 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.
- Der Anwender hat sich jährlich über die Gültigkeit dieser Empfehlungen zu vergewissern und dies zu dokumentieren.
- Bei Anwendung dieser BG/BIA-Empfehlungen bleiben andere Anforderungen der Gefahrstoffverordnung, insbesondere die Ermittlungspflichten (§ 16 GefStoffV), Teile der Überwachungspflicht 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.

8 Überprüfung

Diese BG/BIA-Empfehlungen wurden im Juli 2002 verabschiedet. Sie werden in jährlichen Abständen überprüft. Sollten Änderungen notwendig werden, insbesondere hinsichtlich eventueller Grenzwertabsenkungen, werden diese veröffentlicht.

Literatur

- [1] Steuer, W.; Lutz-Dettinger, U.; Schubert, F.: Leitfaden der Desinfektion, Sterilisation und Entwesung. 7. Aufl. Gustav Fischer, Stuttgart 1998
- [2] Desinfektionsmittel-Liste der DGHM. Hrsg.: Desinfektionsmittelkommission der DGHM. mhp, Wiesbaden 2002
- [3] Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV). BGBl. I, S. 2233 vom 15. November 1999 (in der aktuellen Fassung)

- [4] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Umgang mit Gefahrstoffen in Einrichtungen zur humanmedizinischen Versorgung (TRGS 525). B ArbBl (1998) Nr. 5, S. 99-105, im Internet unter www.baua.de/prax

- [5] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz – „Luftgrenzwerte“ (TRGS 900). B ArbBl (2000) Nr. 10, S. 34-63, zuletzt geändert B ArbBl (2002) Nr. 3, S. 71, im Internet unter www.baua.de/prax

- [6] Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit: Umgang mit Reinigungs- und Pflegemitteln (BGR 209, bisher ZH 1/187). Carl Heymanns, Köln 2001

- [7] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Sensibilisierende Stoffe (TRGS 540). B ArbBl (2000) Nr. 2, S. 73-78, im Internet unter www.baua.de/prax

Anhang

1 Literaturdaten zur Gefahrstoffexposition

Woitowitz et al. [1] berichten über Formaldehydkonzentrationen in Krankenhauszimmern nach Fußbodendesinfektionen mit handelsüblichen Desinfektionsreinigern, wenn die Beschäftigten den Arbeitsbereich bereits verlassen haben. Bei einer Probennahmedauer von 90 Minuten wurden Raumluftkonzentrationen von 0,01 bis 0,11 mg/m³ festgestellt. Die Art der technischen Lüftung, die Anwendungskonzentration sowie die Raumgröße sind nicht dokumentiert.

Schimmel et al. [2] berichten über Formaldehydkonzentrationen während der Scheuerdesinfektion in chirurgischen Einrichtungen (OP-Bereich) sowie über Laborversuche in einem definierten Raum. Bei 14 Einzelmessungen im OP-Bereich (Raumvolumen 160 m³) wurden 4,4 mg/m³ Formaldehyd gemessen. Bei vier Einzelmessungen im OP-Bereich (Raumvolumen 120 m³) wurden 9,0 mg/m³ mit einem Spitzenwert von 12 mg/m³ gemessen. Es kam eine 1 bis 2 %ige Formaldehydlösung zum Einsatz.

Unter Laborbedingungen (Raumvolumen 41 m³) wurde die Formaldehydkonzentration nach einer Scheuerdesinfektion mit 2 und 4 %iger Desinfektionslösung nach 60 Minuten mit > 4,1 mg/m³ bei geschlossenem Fenster, bzw. mit < 1,2 mg/m³ bei geöffnetem Fenster gemessen. Ohne leistungsfähige Abluftanlage wurde die MAK für Formaldehyd immer überschritten. Die Rezeptur des Konzentrates des Desinfektionsreinigers ist nicht dokumentiert.

Elias [3] berichtet über Formaldehydkonzentrationen während der Durchführung verschiedener Techniken zur Flächendesinfektion (Ein-Eimer-Verfahren, Zwei-Eimer-Verfahren, sowie maschinelle Verfahren und Sprühdessinfektionen, die hier nicht betrachtet werden). Bei 22 Einzelmessungen mit handelsüblichen Desinfektionsreinigern und Anwendungskonzentrationen von 0,5 %, wurden Spitzenwerte von 0,13 bis 1,46 ppm Formaldehyd und Mittelwerte von 0,06 bis 0,96 ppm Formaldehyd gemessen. Die Luftwechselzahlen sind mit 8 bis 20 h⁻¹ angegeben, die Dauer der durchgeführten Tätigkeiten betrug 12 bis 42 Minuten. In Tabelle 1 sind die Angaben von Elias zusammengefasst.

Tabelle 1: Bewertungsindizes für Formaldehyd, ermittelt bei verschiedenen Flächendesinfektionstechniken

Anzahl Messwerte (nur Formaldehyd)	Bewertungsindizes		
	Max	50-Perzentil	95-Perzentil
22	2,12	0,54	1,92

Disch et al. [4] berichten über die Formaldehydkonzentration in der Raumluft während der Desinfektion. Die Messungen wurden in einem Prüfraum mit einer Bodenfläche von 14 m² und einem Raumvolumen von 36 m³ durchgeführt. Der Fußboden wurde mit konstant 40 mL/m² einer 0,5 %igen Anwendungslösung eines handelsüblichen Desinfektionsmittels behandelt. Die Formaldehydkonzentration in der Anwendungslösung betrug 0,056 %. Festgestellt wurde für

den Konzentrationsverlauf von Formaldehyd in der Raumluft, dass nach ca. 1 Stunde jeweils das Maximum erreicht wurde und die Formaldehydkonzentration dann kontinuierlich abklang, bis nach ca. 5 bis 6 Stunden ohne Belüftung noch ein Wert von 0,1 ppm vorlag. In Versuchen unter realen Bedingungen bei der Desinfektion im OP und einer Intensivstation nach den im Haus üblichen Desinfektionsverfahren mit einer 0,5 %igen Anwendungslösung und ca. 0,056 % Formaldehyd in der Anwendungslösung wurde als Maximalwert 0,5 ppm gefunden. Bei Anwendung der Nasswischtechnik wurde nach 2 Stunden kein Formaldehyd mehr nachgewiesen.

Die Kurzzeitwerte sind nicht dokumentiert, sondern nur die jeweils maximale Konzentration für Formaldehyd. Angaben über die Lüftungssituation bei den Messungen unter realen Bedingungen fehlen. Es fehlen auch Zeitangaben über die Auftragung des Flächendesinfektionsmittels, so dass der Zeitpunkt, zu dem die Beschäftigten die Flächendesinfektion abgeschlossen hatten, nicht ersichtlich ist.

Binding et al. [5] berichten über Desinfektionen in OP-Bereichen mit 3 %igen Anwendungslösungen. Unter diesen Bedingungen wurden Kurzzeitwerte (5 Minuten) von bis zu 5 ppm Formaldehyd in der Raumluft bestimmt. Bei diesen Kurzzeitmessungen wurde die Konzentration von Glutaraldehyd mit bis zu 0,6 ppm bestimmt. Für Glutaraldehyd wurde über die gesamte Schicht ein Wert von 0,2 ppm nicht überschritten. Da auch der Kurzzeitwert eingehalten sein muss, konnte hier nicht von einer Einhaltung des MAK-Wertes von 0,2 ppm ausgegangen werden.

Die Größe der bearbeiteten Räume oder Flächen, die Konzentrationen der Aldehyde in den Anwendungslösungen, die Beschreibung der Lüftungssituation und die Angabe der genauen Messwerte sind nicht dokumentiert.

Die in der Literatur verfügbaren Messdaten sind meist nicht lückenlos dokumentiert, z. B. hinsichtlich Raumgrößen, Wirkstoffkonzentrationen, Lüftungssituationen, so dass konkrete Aussagen für diese BG/BIA-Empfehlungen daraus nicht abgeleitet werden können.

2 Messergebnisse

2.1 Schichtbezogene Messwerte (Formaldehyd)

In den Tabellen 2 bis 5 sind die vorliegenden 72 Messergebnisse als Stoffindizes nach TRGS 402 dargestellt. Obwohl die Messzeiten zwischen 1 und 2,5 Stunden (60 bis 150 Minuten) schwankten, wird davon ausgegangen, dass die Messergebnisse für die Schichtlänge repräsentativ sind.

Tabelle 2: Messergebnisse OP-Bereich, Flächendesinfektion in einem Raum

Anzahl Betriebe	Anzahl Messwerte (nur Formaldehyd)	Max	Min	50-Perzentil	95-Perzentil
		Stoffindizes			
4	10	4,57	0,09	2,34	4,44
		Messwerte [mg/m ³]			
		2,74	0,05	1,41	2,67

Probenahmedauer 1 bis 2,5 Stunden, Messung an der Person

Tabelle 3: Messergebnisse OP-Bereich, Flächendesinfektion in mehreren Räumen nacheinander

Anzahl Betriebe	Anzahl Messwerte (nur Formaldehyd)	Max	Min	50-Perzentil	95-Perzentil
		Stoffindizes			
10	18	0,95	0,06	0,35	0,80
		Messwerte [mg/m ³]			
		0,57	0,04	0,21	0,52

Probenahmedauer 2 Stunden, Messung an der Person

Tabelle 4: Messergebnisse Stationsbereich, Flächendesinfektion in einem Raum

Anzahl Betriebe	Anzahl Messwerte (nur Formaldehyd)	Max	Min	50-Perzentil	95-Perzentil
		Stoffindizes			
5	20	2,60	0,05	0,58	2,53
		Messwerte [mg/m ³]			
		1,56	0,03	0,35	1,52

Probenahmedauer 2 Stunden, Messung an der Person

Tabelle 5: Messergebnisse Stationsbereich, Flächendesinfektion in mehreren Räumen nacheinander

Anzahl Betriebe	Anzahl Messwerte (nur Formaldehyd)	Max	Min	50-Perzentil	95-Perzentil
		Stoffindizes			
10	24	1,26	0,02	0,22	1,00
		Messwerte [mg/m ³]			
		0,76	0,01	0,14	0,6

Probenahmedauer 2 Stunden, Messung an der Person

2.2 Berechnung von Luftkonzentrationen

Bei bekannter Rezeptur des Desinfektionsreinigers kann z. B. das Messergebnis für Formaldehyd verwendet werden, um einen Wert für Glutaraldehyd zu ermitteln, indem Formaldehyd als Leitsubstanz betrachtet wird. Umgekehrt kann auch das Messergebnis für Glutaraldehyd verwendet werden, um einen Wert für Formaldehyd zu ermitteln, indem Glutaraldehyd als Leitsubstanz betrachtet wird.

Dass diese Vorgehensweise zu verwendbaren Ergebnissen führt, wurde anhand von Messungen bei der Instrumentendesinfektion von der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege bewiesen. Das gesamte Berechnungsverfahren sowie sämtliche Herleitungen und Beweise werden im BIA-Report „Berechnungsverfahren“ umfassend vorgestellt [6].

Bei Instrumentendesinfektionen mit Desinfektionsreinigern, die sowohl Formaldehyd als auch Glutaraldehyd enthielten, wurden bei Expositionsmessungen beide Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz bestimmt. Es wurde dabei festgestellt, dass die Konzentration der beiden Stoffe in der Luft

immer vom Verhältnis der Stoffe in der Anwendungslösung abhing. Daher konnte ein Faktor abgeleitet werden, in den die stofflichen Eigenschaften (wie z. B. die Flüchtigkeit der beiden Aldehyde) einfließen [6, 7]. Für die Anwendung des Faktors ist die Kenntnis der Zusammensetzung des eingesetzten Desinfektionsreinigers notwendig.

Nach der folgenden Formel wird spezifisch für den verwendeten Desinfektionsreiniger ein Wert bestimmt, der multipliziert mit dem Messergebnis für Formaldehyd den Bewertungsindex für Formaldehyd und Glutaraldehyd ergibt.

$$BI = SI_{\text{Formaldehyd}} \left[1 + F \left(\frac{K_{\text{Glutaraldehyd}}}{K_{\text{Formaldehyd}}} \right) \right]$$

BI Bewertungsindex, hier: Formaldehyd und Glutaraldehyd gesamt

SI Stoffindex Einzelstoff, hier: Formaldehyd

K Konzentration des Stoffes im Konzentrat oder in der Anwendungslösung, g pro 100 g oder Gew.-%
hier: Formaldehyd oder Glutaraldehyd

F Proportionalitätsfaktor (für Formaldehyd 0,86, für Glutaraldehyd 1,16, Ableitung von F siehe [1])

Beispiel:

Zusammensetzung eines handelsüblichen Desinfektionsreinigers:

4,2 g Formaldehyd, 3 g Glutaraldehyd in 100 g Konzentrat

Durch Einsetzen in die obige Formel ergibt sich:

$$1 + 0,86 * 3 / 4,2 = 1,61$$

Mit dem Wert 1,61 wird der Stoffindex für Formaldehyd multipliziert.

Im folgenden Beispiel wurde ein Desinfektionsreiniger mit oben angegebener Zusammensetzung bei der Scheuer-/Wischdesinfektion in einem OP-Bereich in der üblichen Anwendungskonzentration von 0,5 % verarbeitet. Zur Bearbeitung der Flächen wurden übliche Materialien, wie Mopp und Wischlappen verwendet. Die Beschäftigten bearbeiteten eine Fläche von ca. 170 m²/Stunde. Zur Ermittlung der Belastung in diesem Szenario wurden folgende personengetragen gemessenen Werte ermittelt:

Formaldehyd: 0,21 mg/m³ entspricht einem SI von 0,35

Glutaraldehyd: 0,03 mg/m³ entspricht einem SI von 0,075

Die Summe ergibt nach TRGS 403 die Gesamtbelastung von BI = 0,425.

In diesem Fall ist für Formaldehyd und Gutaraldehyd jeweils eine Messung durchgeführt worden, so dass ein Vergleich zwischen dem tatsächlichen Messwert und dem Ergebnis des Berechnungsverfahrens möglich ist. Bei einer Anwendung des Berechnungsverfahrens ergibt sich durch Multiplikation des Faktors für den eingesetzten Desinfektionsreiniger mit dem Messergebnis für Formaldehyd ein Wert von BI = 0,35 * 1,61 = 0,563. Der gemessene Wert beträgt BI = 0,425. Das berechnete Ergebnis liegt damit ca. 30 % über dem tatsächlichen Wert, da in die bei der Berechnung eingesetzten Faktoren Sicherheitszuschläge eingegangen sind.

Für die Ableitung der Empfehlungen wurden, soweit nicht beide Stoffe gemessen wurden, die fehlenden Daten nach den oben beschriebenen Verfahren berechnet. Das Datenkollektiv, auf das sich alle folgenden Rückschlüsse beziehen, ist in den Tabellen 4 bis 7 im Allgemeinen Teil dargestellt (Bewertungsindizes nach TRGS 403). Die Ermittlung der Werte erfolgte nach den Vorgaben von [8]. In 36 % der Fälle lagen Messungen für beide Aldehyde vor, in 5 % der Fälle wurde ein Desinfektionsreiniger eingesetzt, der nur Formaldehyd enthielt. So wurden bei 59 % der Fälle für die keine Messungen für Glutaraldehyd vorlagen, Bewertungsindizes nach dem vorgestellten Berechnungsverfahren berechnet.

2.3 Konzentrationsverlauf über die Zeit

Zur Bestimmung von Konzentrationsverläufen hinsichtlich der geltenden Kurzzeitwertanforderungen wurden in einem Raum mit 120 m³ Raumvolumen mit Schrankeinbauten und gekacheltem Fußboden Reinigungsarbeiten nach dem heutigen Stand der Technik unter vorgegebenen Luftwechselzahlen und gleich bleibenden Bedingungen durchgeführt.

Die Reinigungsarbeiten waren bei allen Messungen nach genau 20 Minuten abgeschlossen, wie es auch den in der Praxis üblichen Arbeitszeiten entspricht. Die Aufenthaltsdauer der Reinigungskraft betrug in allen Fällen jedoch 2 Stunden, um auch Arbeiten, die ohne weitere neue Desinfektionsmittelexposition (wie Reinigung der Nasszelle mit Sanitärreiniger) üblicherweise ausgeführt werden, abzudecken. Es wurde parallel jeweils eine personengelegene Messung durchgeführt, deren Ergebnisse sich mit den bereits durchgeführten Messungen deckten.

Die Luftwechselzahlen wurden nach der SF₆-Methode (Tracergas-Methode [9]) gemessen. Bei komplett geschlossenem Raum (Fenster und Türen geschlossen) wurde eine Luftwechselzahl von 0,18 h⁻¹ und bei Querlüftung durch zwei gekippte Fenster von 3,0 h⁻¹ gemessen.

Unter diesen beiden Lüftungsbedingungen wurden die Einbauten (glatte Schränke mit Schubladen oder Türen) mit einer Gesamtfläche von 14 m², sowie bei zwei Versuchen zusätzlich die Fußbodenfläche mit einer Gesamtfläche von 32 m² gereinigt, so dass sich vier Arbeitsszenarien ergaben (Tabelle 6).

Tabelle 6: Arbeitsszenarien zur Bestimmung des Konzentrationsverlaufes

Nr.	Arbeitsszenario
1	Flächendesinfektion der Schränke, Fußbodendesinfektion, Luftwechselzahl 0,18 h ⁻¹
2	Flächendesinfektion der Schränke, Fußbodendesinfektion, Luftwechselzahl 3,0 h ⁻¹
3	Flächendesinfektion der Schränke, Luftwechselzahl 0,18 h ⁻¹
4	Flächendesinfektion der Schränke, Luftwechselzahl 3,0 h ⁻¹

Die Reinigungstechnik entsprach dem unter Punkt 3a des Allgemeinen Teils beschriebenen heutigen Stand der Technik. Es wurde eine 0,5 %ige Anwendungslösung eines Desinfektionsreinigers mit einer Konzentration von 9 Gew.-% Formaldehyd verwendet.

Als Messverfahren wurde neben dem BIA-Standardverfahren ein direkt anzeigendes Messgerät (Interscan) eingesetzt, das die Möglichkeit bietet, z. B. Zeitintervalle für den 15-Minuten-Mittelwert individuell festzulegen. Voraussetzung für den Einsatz des Interscan ist, dass andere Gefahrstoffquellen nicht vorhanden sind und die Messung stören.

In Bild 1 bis 10 sind die Ergebnisse als Messwert des BIA-Standardverfahrens und der direkt anzeigenden Messung in mg/m^3 dargestellt. Zu jedem der vier Arbeitsszenarien wurden zehn 15-Minuten-Mittelwerte jeweils um 5 Minuten zeitversetzt nach dem BIA-Standardverfahren aufgenommen. Das direkt anzeigende Messgerät nahm parallel hierzu kontinuierlich 1-Minuten-Mittelwerte auf. Aus den 1-Minuten-Mittelwerten des Interscan-Gerätes wurden rechnerisch 15-Minuten-Mittelwerte ermittelt und den Daten des BIA-Standardverfahrens gegenübergestellt.

Da nicht über den gesamten Zeitraum Proben nach dem BIA-Standardverfahren aufgenommen wurden, wurde aus den Messdaten des direkt anzeigenden Messgerätes der weitere Verlauf der 15-Minuten-Mittelwerte nach dem Standardverfahren extrapoliert, um eine Abklingkurve für den Konzentrationsverlauf von Formaldehyd in der Luft am Arbeitsplatz zu erhalten.

Die Messung nach Bild 2 wurde zur Validierung der Messverfahren komplett wiederholt und ergab nur geringfügig unter den ersten Ergebnissen liegende Messdaten.

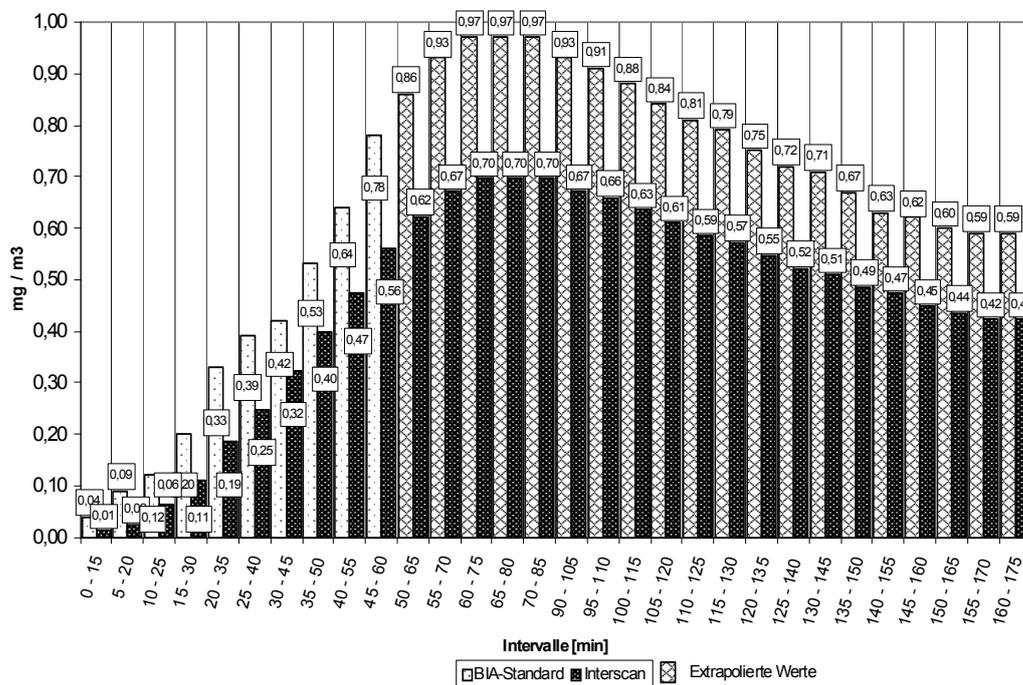


Bild 1: Flächendesinfektion der Schränke und des Fußbodens; Luftwechselzahl $0,18 \text{ h}^{-1}$; 0,5 %ige Anwendungslösung; Standardmessung und direkt anzeigende Messung von Formaldehyd

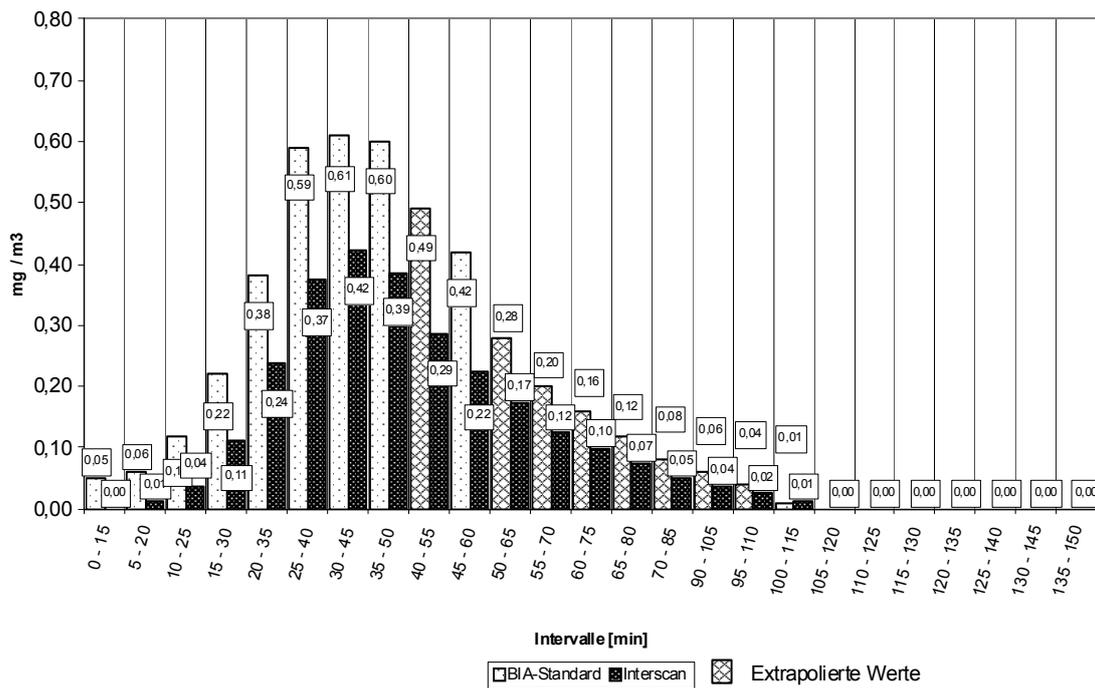


Bild 2: Flächendesinfektion der Schränke und des Fußbodens; Luftwechselzahl 3,0 h⁻¹; 0,5 %ige Anwendungslösung; Standardmessung und direkt anzeigende Messung von Formaldehyd

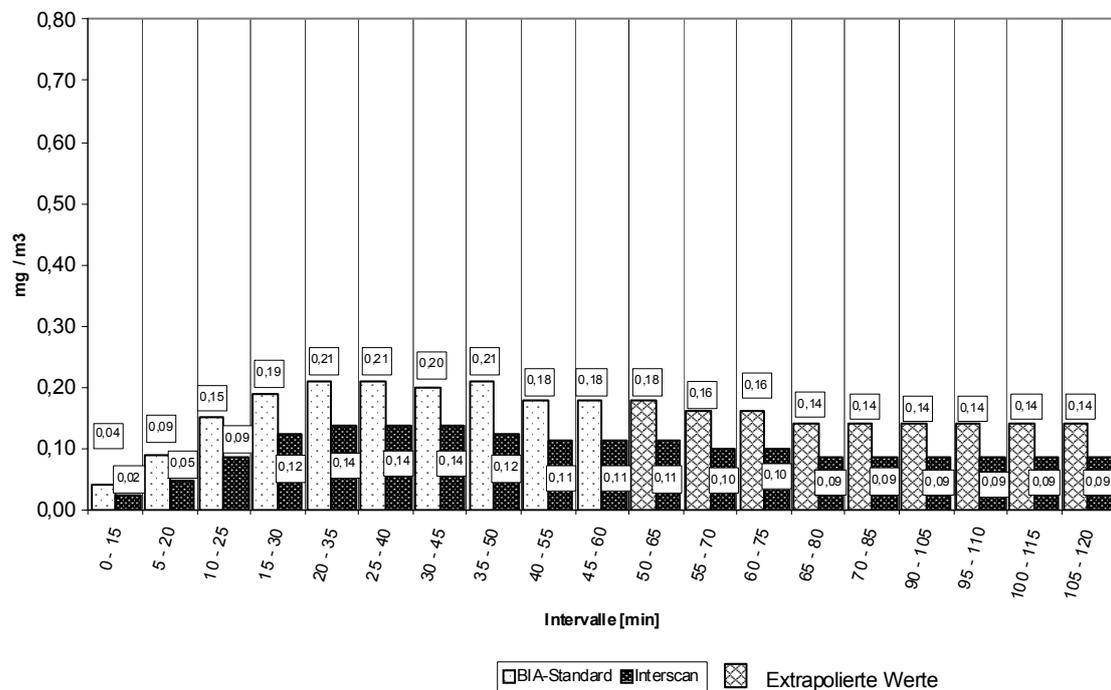


Bild 3: Flächendesinfektion der Schränke ohne Fußboden; Luftwechselzahl 0,18 h⁻¹; 0,5 %ige Anwendungslösung; Standardmessung und direkt anzeigende Messung von Formaldehyd

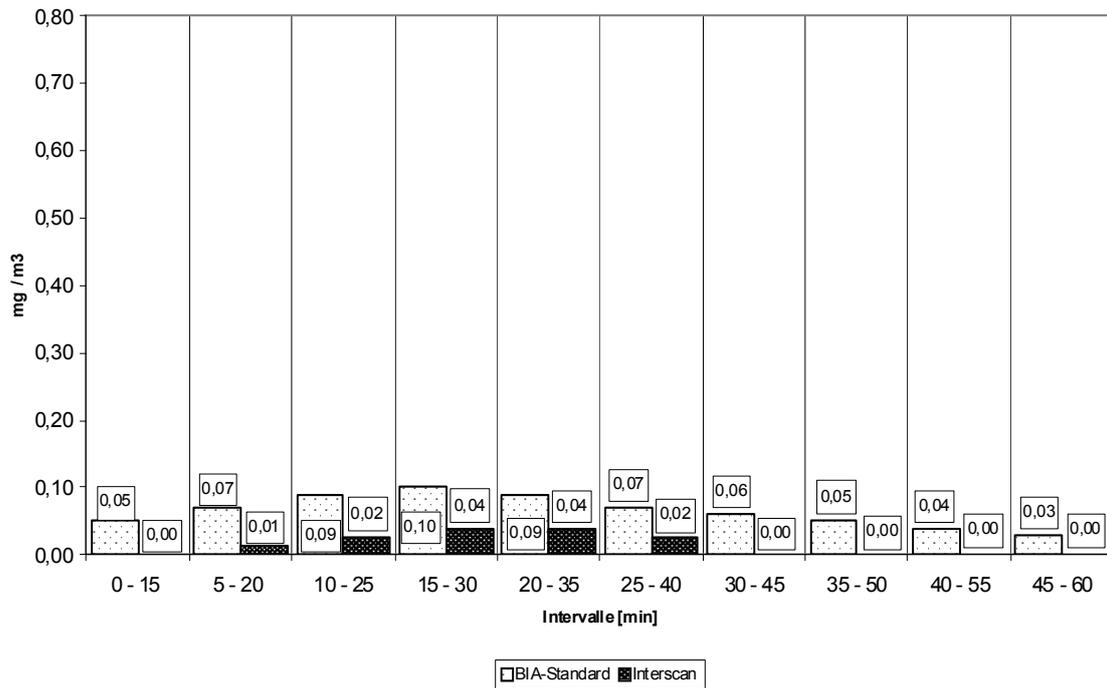


Bild 4: Flächendesinfektion der Schränke ohne Fußboden; Luftwechselzahl $3,0 \text{ h}^{-1}$; 0,5 %ige Anwendungslösung; Standardmessung und direkt anzeigende Messung von Formaldehyd

3 Ableitung der Bedingungen für die Einhaltung der Grenzwerte

Um die Bedingungen zu ermitteln, unter denen die Einhaltung der Luftgrenzwerte gewährleistet ist, wurden die Messergebnisse in den folgenden Tabellen nach Arbeitsbereichen und Bedingungen mit Grenzwertüberschreitungen (Tabellen 7 bis 10 jeweils a) und Grenzwerteinhaltungen (Tabellen 7 bis 10 jeweils b) gegliedert.

Der für die Überschreitung der Grenzwerte verantwortliche Parameter ist jeweils beschrieben.

3.1 Messergebnisse OP-Bereich, Flächendesinfektion in einem Raum

Wurde die Flächendesinfektion im OP-Bereich (ein Raum) durchgeführt und war die raumluftechnische Anlage nicht eingeschaltet, wurden nur Messwerte oberhalb oder im Bereich des Luftgrenzwertes ermittelt, teilweise wurde der Luftgrenzwert erheblich überschritten (siehe Tabelle 7a).

Tabelle 7a: Bewertungsindizes OP-Bereich, Flächendesinfektion in einem Raum, raumluftechnische Anlage nicht vorhanden oder nicht in Betrieb

Anzahl Betriebe	Anzahl Messungen	Bewertungsindizes			
		Max	Min	50-Perzentil	95-Perzentil
3	7	4,97	0,63	2,60	4,88

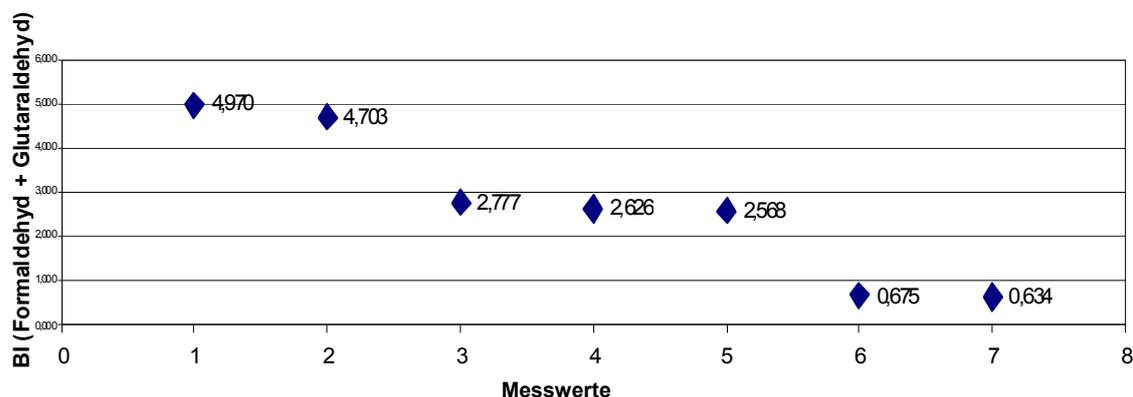


Bild 5: Reinigung eines einzelnen Operationssaales ohne RLT

Wurde die Flächendesinfektion dagegen im gleichen Arbeitsbereich ebenfalls nur in einem Raum, jedoch bei eingeschalteter raumluftechnischer Anlage mit wirksamem Luftwechsel durchgeführt, wurden bei den Messungen in diesem Arbeitsbereich Messwerte mit einem Bewertungsindex von maximal 0,62 gefunden (siehe Tabelle 7b).

Tabelle 7b: Bewertungsindizes OP-Bereich, Flächendesinfektion in einem Raum, raumluftechnische Anlage in Betrieb, wirksamer Luftwechsel

Anzahl Betriebe	Anzahl Messungen	Bewertungsindizes		
		Min	Mittel	Max
1	3	0,13	0,38	0,62

Bei allen in einem einzigen Raum durchgeführten Flächendesinfektionen im OP-Bereich (Tabellen 7a und 7b) wurden Desinfektionsmittel mit einem hohen Gehalt an Formaldehyd eingesetzt (mehr als 5 g/100 g Konzentrat).

Aus Tabelle 7b geht auch hervor, dass die Einhaltung der Luftgrenzwerte für Formaldehyd und Glutaraldehyd (alle BI < 1) bei der Flächendesinfektion im OP-Bereich bei Arbeiten in einem einzelnen Raum nur gewährleistet ist, vorausgesetzt die Bedingungen, wie in Abschnitt 6 des Allgemeinen Teils der BG/BIA-Empfehlungen genannt, sind erfüllt.

3.2 Messergebnisse OP-Bereich, Flächendesinfektion in mehreren Räumen nacheinander

Wurde die Flächendesinfektion im OP-Bereich in mehreren Räumen nacheinander durchgeführt, d. h. mehrere Operationssäle wurden nacheinander gereinigt und die raumluftechnische Anlage war nicht eingeschaltet, wurde der Grenzwert zum Teil überschritten, so dass die Bewertungsindizes zwischen 1,13 und 0,43 (siehe Tabelle 8a) lagen.

Tabelle 8a: Bewertungsindizes OP-Bereich, Flächendesinfektion in mehreren Räumen nacheinander, raumluftechnische Anlage nicht vorhanden oder in Betrieb

Anzahl Betriebe	Anzahl Messungen	Bewertungsindizes			
		Max	Min	50-Perzentil	95-Perzentil
6	11	1,13	0,43	0,72	1,07

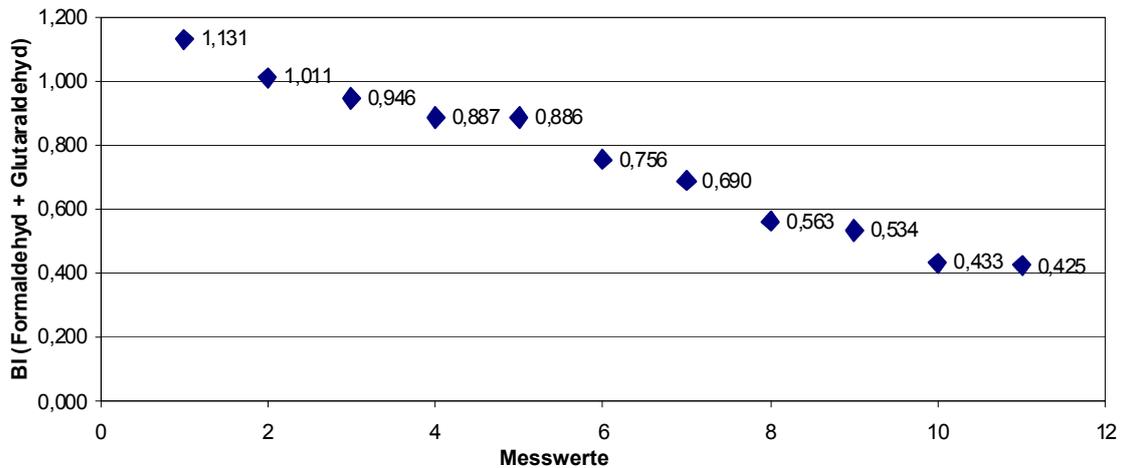


Bild 6: Reinigung mehrerer Operationssäle nacheinander ohne RLT

Wurde die Flächendesinfektion dagegen im gleichen Arbeitsbereich ebenfalls in mehreren Räumen nacheinander, jedoch bei eingeschalteter raumluftechnischer Anlage mit wirksamem Luftwechsel durchgeführt, wurden bei den Messungen in diesem Arbeitsbereich Messwerte mit einem Bewertungsindex von maximal 0,30 gefunden (siehe Tabelle 8b). War der Luftwechsel ausreichend wirksam und wurden Desinfektionsreiniger mit niedrigen Wirkstoffkonzentrationen verwendet, lagen die Messwerte unter dem Grenzwert.

Tabelle 8b: Bewertungsindizes OP-Bereich, Flächendesinfektion in mehreren Räumen nacheinander, raumluftechnische Anlage in Betrieb (wirksamer Luftwechsel) und/oder Verwendung von niedrig konzentrierten Desinfektionsreinigern

Anzahl Betriebe	Anzahl Messungen	Bewertungsindizes			
		Max	Min	50-Perzentil	95-Perzentil
4	7	0,30	0,12	0,23	0,30

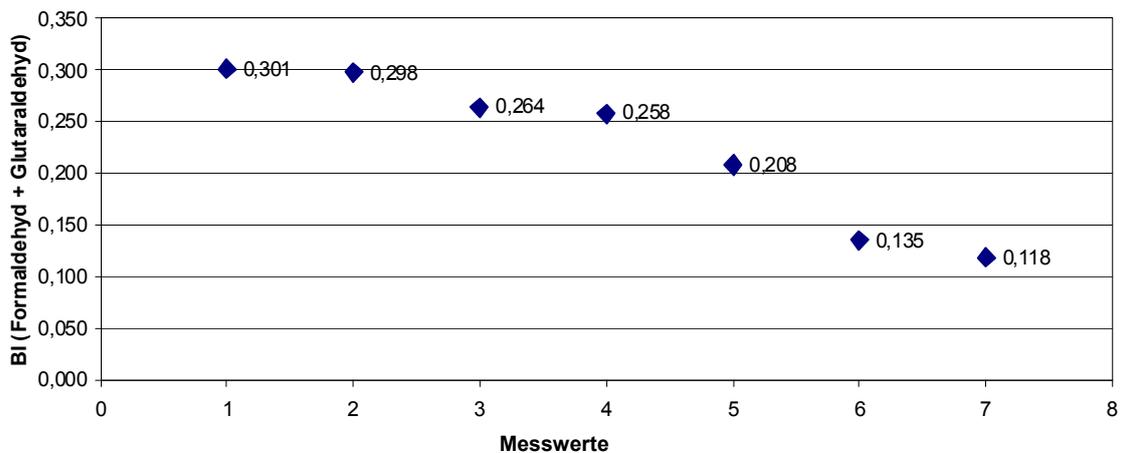


Bild 7: Reinigung mehrerer Operationssäle nacheinander mit RLT und/oder niedrigen Wirkstoffkonzentrationen

Bei allen in mehreren Räumen nacheinander durchgeführten Flächendesinfektionen im OP-Bereich (Tabellen 8a und b) wurden Desinfektionsmittel mit unterschiedlichen Gehalten an Formaldehyd eingesetzt. Die höchsten Messwerte wurden bei der Verarbeitung von Desinfektionsreinigern mit hohen Formaldehydgehalten (mehr als 5 g/100 g Konzentrat) oder bei hohen Anwendungskonzentrationen (2,5 %ige Lösungen) festgestellt. Besonders niedrige Messwerte wurden bei der Verarbeitung von Desinfektionsreinigern gemessen, die kein freies Formaldehyd, sondern Formaldehydabspalter enthalten und wenn die raumlufttechnische Anlage sehr wirksam arbeitete.

Aus Tabelle 8b geht hervor, dass die Einhaltung der Luftgrenzwerte für Formaldehyd und Glutaraldehyd (alle BI < 0,25) bei der Flächendesinfektion im OP-Bereich, wenn mehrere Räume nacheinander gereinigt werden, gewährleistet ist, vorausgesetzt die Bedingungen, wie in Abschnitt 6 der BG/BIA-Empfehlungen angegeben, sind erfüllt.

3.3 Messergebnisse Stationsbereich, Flächendesinfektion in einem Raum

Bei Durchführung der Flächendesinfektion in einem einzelnen Raum im Stationsbereich bei geschlossenen Fenstern und Türen sowie ohne eine raumlufttechnische Anlage, mit der ein wirksamer Luftwechsel erzeugt werden kann, wurden Messwerte teilweise erheblich über dem Grenzwert ermittelt (siehe Tabelle 9a).

Tabelle 9a: Bewertungsindizes Stationsbereich, Flächendesinfektion in einem Raum, Fenster und Türen geschlossen

Anzahl Betriebe	Anzahl Messungen	Bewertungsindizes			
		Max	Min	50-Perzentil	95-Perzentil
4	13	3,36	0,75	1,05	3,30

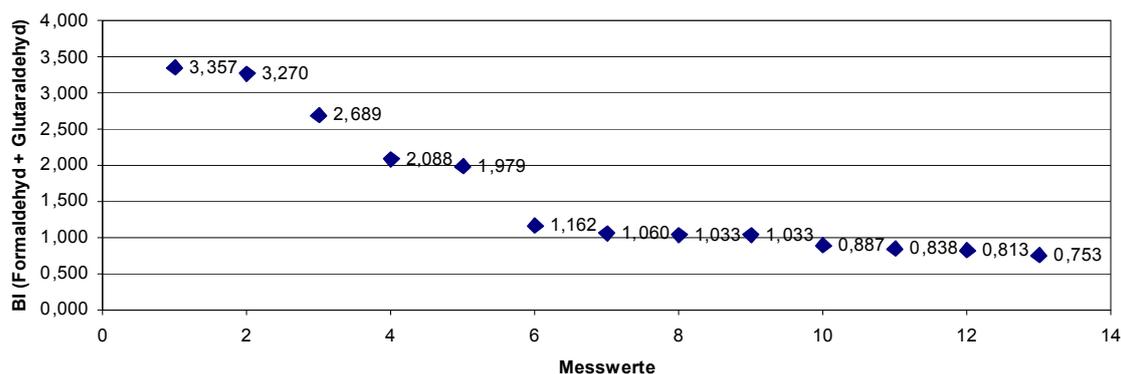


Bild 8: Reinigung eines einzelnen Stationsraumes, geschlossene Fenster und Türen

Wurde die Flächendesinfektion in diesem Arbeitsbereich dagegen bei offenen Fenstern und Türen oder unter Verwendung von Desinfektionsreinigern mit einer niedrigen Wirkstoffkonzentration (bezogen auf Aldehyde) verwendet, wurden bei den Messungen in diesem Arbeitsbereich Messwerte mit einem Bewertungsindex von maximal 0,20 gefunden (siehe Tabelle 9b).

Tabelle 9b: Bewertungsindizes Stationsbereich, Flächendesinfektion in einem Raum, Fenster und Türen geöffnet oder niedrige Wirkstoffkonzentration

Anzahl Betriebe	Anzahl Messungen	Bewertungsindizes			
		Max	Min	50-Perzentil	95-Perzentil
1	7	0,20	0,06	0,09	0,18

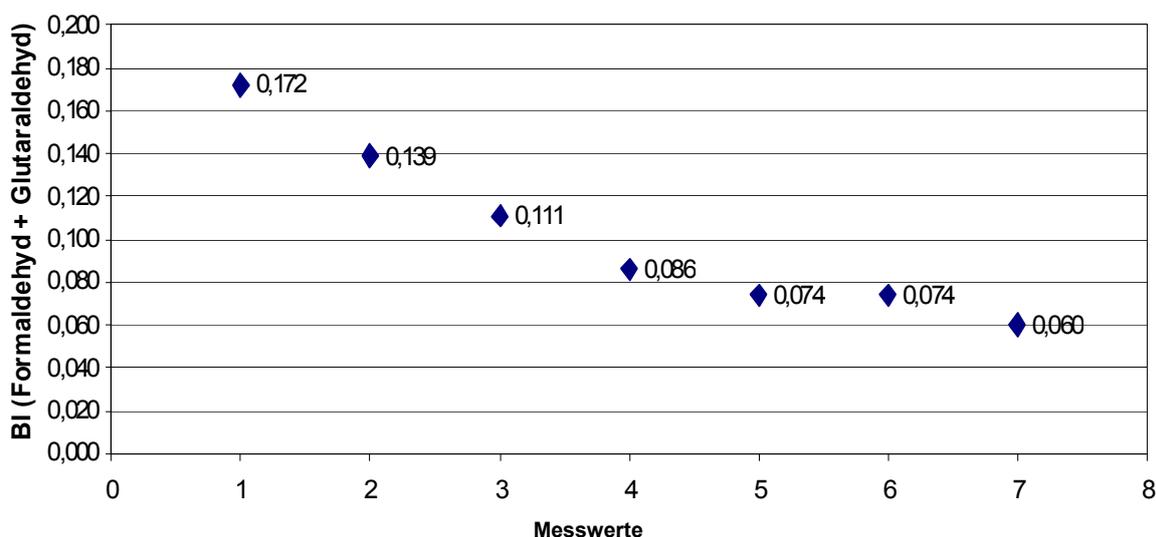


Bild 9: Reinigung eines einzelnen Stationsraumes, offene Fenster und Türen und/oder niedrige Wirkstoffkonzentration

Bei allen in einzelnen Räumen durchgeführten Flächendesinfektionen im Stationsbereich (Tabellen 9a und b) wurden Desinfektionsmittel mit unterschiedlichem Gehalt an Formaldehyd eingesetzt. Die höchsten Messwerte wurden bei der Verarbeitung von Desinfektionsreinigern mit hohen Formaldehydgehalten (mehr als 5 g/100 g Konzentrat) oder bei ausgeschalteter raumlufttechnischer Anlage festgestellt.

Aus Tabelle 9b geht hervor, dass die dauerhaft sichere Einhaltung der Luftgrenzwerte für Formaldehyd und Glutaraldehyd (alle BI < 0,25) bei der Flächendesinfektion im Stationsbereich, wenn einzelne Räume gereinigt werden, gewährleistet ist, vorausgesetzt die Bedingungen, wie in Abschnitt 6 der BG/BIA-Empfehlungen genannt, sind erfüllt.

3.4 Messergebnisse Stationsbereich, Flächendesinfektion in mehreren Räumen nacheinander

Bei der Flächendesinfektion von mehreren Räumen nacheinander im Stationsbereich, d. h. mehrere Patientenzimmer oder Funktionsräume wurden hintereinander bearbeitet, wurden Messwerte im Bereich des Grenzwertes ermittelt, wenn Fenster und Türen geschlossen waren und eine raumlufttechnische Anlage nicht vorhanden oder nicht in Betrieb war. Bei Verwendung von Desinfektionsreiniger mit hohen Konzentrationen an Aldehyden wurde der Luftgrenzwert regelmäßig überschritten (siehe Tabelle 10a).

Tabelle 10a: Bewertungsindizes Stationsbereich, Flächendesinfektion in mehreren Räumen nacheinander, raumluftechnische Anlage nicht vorhanden oder in Betrieb, Fenster und Türen geschlossen, hohe Wirkstoffkonzentrationen

Anzahl Betriebe	Anzahl Messungen	Bewertungsindizes			
		Max	Min	50-Perzentil	95-Perzentil
5	10	1,29	0,35	0,58	1,28

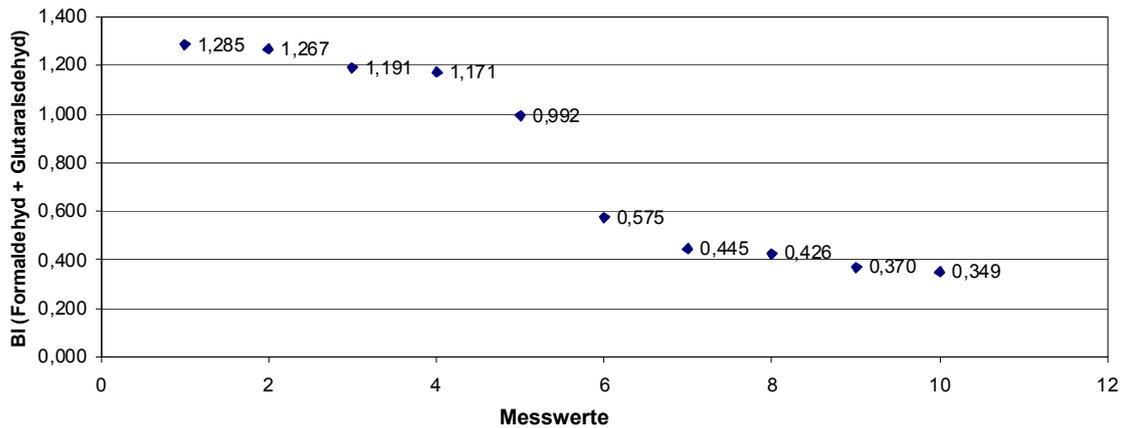


Bild 10: Reinigung mehrerer Stationsräume nacheinander, ohne raumluftechnische Anlage und/oder geschlossene Fenster und Türen und/oder hohe Wirkstoffkonzentration

Wurde die Flächendesinfektion von mehreren Räumen im Stationsbereich jedoch mit Desinfektionsreinigern mit niedrigen Wirkstoffkonzentrationen durchgeführt, wurden Messwerte im Bereich oder unterhalb der Grenzwerte ermittelt (siehe Tabelle 10b).

Tabelle 10b: Bewertungsindizes Stationsbereich, Flächendesinfektion in mehreren Räumen nacheinander, niedrige Wirkstoffkonzentration

Anzahl Betriebe	Anzahl Messungen	Bewertungsindizes			
		Max	Min	50-Perzentil	95-Perzentil
5	14	0,32	0,05	0,25	0,31

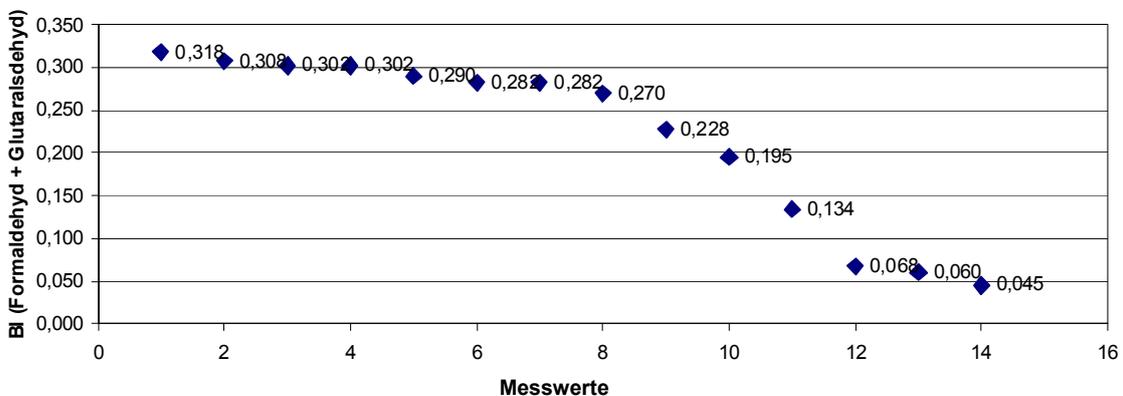


Bild 11: Reinigung mehrerer Stationsräume nacheinander, niedrige Wirkstoffkonzentrationen

Auch bei den hier beschriebenen Flächendesinfektionen mehrerer Räume nacheinander im Stationsbereich wurden Desinfektionsreiniger mit unterschiedlichen Gehalten an Formaldehyd verwendet (Tabellen 10a und b). Die höchsten Messwerte wurden bei der Verarbeitung von Desinfektionsreinigern mit hohen Formaldehydgehalten (mehr als 5 g/100 g Konzentrat), bei höheren Dosierungen als den üblichen 0,5 % oder bei ausgeschalteter raumluftechnischer Anlage festgestellt.

Aus Tabelle 10b geht hervor, dass die Einhaltung der Luftgrenzwerte für Formaldehyd und Glutaraldehyd (alle BI < 0,25) bei der Flächendesinfektion im Stationsbereich, wenn mehrere Räume nacheinander bearbeitet werden, gewährleistet ist, vorausgesetzt die Bedingungen, wie in Abschnitt 6 der BG/BIA-Empfehlungen genannt, sind erfüllt.

Literatur

- [1] Woitowitz, H.-J.; Knecht, U.: Felduntersuchungen zur Belastung der Raumluf durch Formaldehyd in Kliniken und Instituten. *Öffentl. Gesundheitswesen* 41 (1979), S. 715-723
- [2] Schimmel, G.; Senf, L.; Ziegler, P.: Untersuchungen zur Formaldehydkonzentration in der Raumluf medizinischer Einrichtungen beim Einsatz formaldehydhaltiger Desinfektionsmittel. *Z. ges. Hyg. Grenzgeb.* 28 (1982), S. 313-317
- [3] Elias, I.: Bewertung von Arbeitsverfahren zur Desinfektion von Operationsräumen von Krankenhäusern nach der Konzentration von Formaldehyd in der Atemluft. *Zbl. Arbeitsmed.* 37 (1987), S. 389-397
- [4] Disch, K.; Glasmacher, R.: Formaldehyd in der Raumluf während der Desinfektion. *Hyg. Med.* 13 (1988), S. 61-64
- [5] Binding, N.; Witting, U.: Exposure to formaldehyde and glutardialdehyde in operating theaters. *Int. Arch. Occup. Environ. Health* 62 (1990), S. 233-238
- [6] Berechnungsverfahren und Modellbildung in der Arbeitsbereichsanalyse. BIA-Report 3/2001. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 2001
- [7] Weidlich, U.; Gmehling, J.: Expositionsabschätzung – Ein Methodenvergleich mit Hinweisen für die praktische Anwendung. *Forschungsbericht der BAU 488*. Wirtschaftsverlag NW, Bremerhaven 1986
- [8] Alker, M.; Gielen, H.-G.; Sonnenschein, G.; Pflaumbaum, W.: Aufbereitung von Arbeitsplatzdaten. *BArbBl* (2000) Nr. 1, S. 14-16
- [9] Messen von Innenraumlufverunreinigungen – Bestimmung der Luftwechselzahl in Innenräumen. *VDI-Richtlinie 4300, Blatt 7*. Düsseldorf 2001