



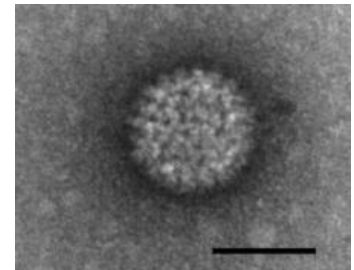
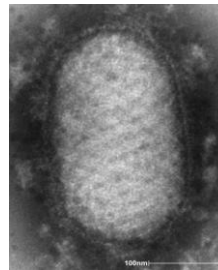
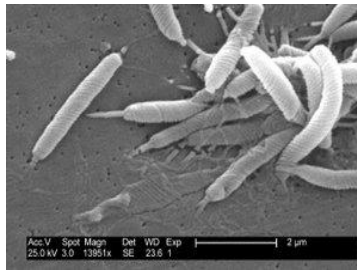
# Atemschutz Lexikon



## Desinfektionsmittel für den Atemschutz

Einteilung, Beschreibung, Wirkungsweisen

**Autor:** Georg Hader, staatlich geprüfter Desinfektor, Durchführung und Ausbildung in der Desinfektion, Unternehmen Umwelt Pro Osterhofen



Bilderquellen: Dr. Bleul, G. Hader, W. Gabler, Wikipedia

unterstützt von **Dräger**

## Vorwort

Infektionsschutz – in der heutigen Zeit ein wichtiger Bestandteil gesunder Arbeits- und Freizeittätigkeit. Die Möglichkeiten für eine Infektion mit krankmachenden Keimen in unserer Umwelt sind enorm und vielgestaltig. Sei es die weltweite Reisetätigkeit, die enorme Verbreitung von Bakterien und anderen, im Beitrag „Mikroorganismen“ näher beschriebenen Mikroorganismen durch klimatische Veränderungen, Umgang mit biologisch aktiven Arbeitsmitteln, gentechnisch veränderten Mikroorganismen sowie inzwischen weltumspannende Arbeitsprozesse mit biologischen Arbeitsstoffen – Ursachen für Infektionsübertragungen finden sich viele.

Um sich davor zu schützen, benötigen wir Desinfektionsmittel. Sie zählen zu den wichtigsten Schutzmaßnahmen bei Infektionsgefahr oder bei möglicher bzw. vermuteter Infektionsgefahr. Besonders auch im Atemschutz. Hier, wo Desinfektionserfolg nicht unmittelbar exakt messbar ist, kommt es besonders auf ein sicheres Desinfektionsmittel, seine richtige Auswahl und Anwendung, an.

Die Desinfektion ist heute als ein wesentlicher Teil im Rahmen eines mehrstufigen Systems zur Vermeidung der Übertragung von Krankheiten und zur Bekämpfung von Seuchen bei Mensch und Tier zu sehen. Aktuelle Entwicklungen fordern spezielle Auseinandersetzungen mit der Eignung von Desinfektionsmitteln und -verfahren unter den besonderen Bedingungen bis hin zum Katastrophenschutz

Für die Anwendung der gebräuchlichen Desinfektionsmittel und Desinfektionsverfahren im Atemschutz kommt man nicht ohne wichtige Grundkenntnissen aus. Im folgenden Beitrag werden Hinweise gegeben, die jeder kennen muss, der desinfiziert.

## 1 Begriffe, Definition

### Desinfektion

#### Merke:

Desinfektion ist die Beseitigung von Mikroorganismen durch Abtöten, Inaktivieren oder Entfernen, bis von dem zu desinfizierendem Material keine Infektion mehr ausgehen kann.

Desinfektion ist also ein Prozess mit dem Ziel, einen Gegenstand oder einen Bereich in einen Zustand zu versetzen, dass von ihm keine Infektionsgefährdung mehr ausgehen kann.

Desinfektion von totem oder lebendem Material erfolgt mit germiziden Mitteln oder Verfahren. Damit lassen sich alle Krankheitserreger mit Ausnahme von Bakteriosporen mit Sicherheit töten.

Desinfektion ist möglich durch physikalische Verfahren, mechanische Verfahren und chemische Verfahren. Im Atemschutz werden meist die chemischen Verfahren der Flächendesinfektion angewendet. Dafür sind speziell zugelassene und vom Hersteller der Atemschutzausrüstung empfohlene Desinfektionsmittel zu benutzen.

Die Desinfektion sollten nur sachkundige Personen, z. B. an einer Landesfeuerweherschule entsprechend ausgebildete Atemschutzgerätewarte, durchführen.

Für die Desinfektion unterscheidet man im Einzelnen:

- Hitze mittels Dampf, Auskochen, Heißluft und Wärmestrahlung, z. B. zur Instrumentendesinfektion,
- Bildung von Aerosolspray, z. B. zur Raum- und Flächendesinfektion
- Verbrennung, z. B. von benutztem Verbandmaterial,
- Strahlung durch ultraviolette Strahlung, z. B. zur Raumdesinfektion, radioaktive Strahlung,
- mechanische Verfahren z. B. durch Filtration,
- chemische Verfahren mit chemischen Desinfektionsmitteln für Haut-, Wäsche-, Flächen- und Instrumentendesinfektion.

Im Atemschutz werden meist die chemischen Verfahren der Flächendesinfektion angewendet. Die dafür speziell zugelassenen Desinfektionsmittel sollten unter Beachtung der Hinweise der Hersteller der Desinfektionsmittel angewendet werden, z. B. zur Dauer der Desinfektion, zur Konzentration des Desinfektionsmittels und zur Temperatur der Desinfektionsflüssigkeit.

Der Hersteller der Atemschutzgeräte kann in der Bedienungsanleitung auch Desinfektionsmittel empfehlen. Diese Hinweise dienen vor allem dem Schutz vor erhöhtem Materialverschleiß, z. B. bei den empfindlichen Membranen am Ausatemventil der Vollmaske. Eine Missachtung der Empfehlung der Hersteller der Atemschutzgeräte kann im Schadensfall zum Verlust der Produkthaftung für das Gerät führen.

Die mit der Desinfektion Beauftragten schützen sich zusätzlich zur Persönlicher Schutzausrüstung vor Berührung und Einatmung der teilweise erheblich gesundheitsschädlichen Desinfektionslösungen, z. B. mit Gummihandschuhen, Atemanschluss und Kombinationsfilter. Darüber hinaus müssen sie die Hautpflege beachten.

Nach der Desinfektion sind die behandelten Teile gründlich zu spülen, um Schäden an der Haut der Atemschutzgeräteträger, z. B. durch Verätzen mit Desinfektionsmitteln, zu vermeiden. Die Durchführung der Desinfektion ist in Richtlinien, z. B. in der vfdB 0804 Wartung von Atemschutzgeräten der Feuerwehr und Vorschriften, z. B. Prüfkalender in der BGR-GUV-R 190 Einsatz Atemschutzgeräteträger, vorgeschrieben.

## Biologische Gefahren

### Merke:

Uns belauern zahlreiche biologische Gefahren, die alle von pathogenen Mikroorganismen und Viren ausgehen

Heute belauern uns zahlreiche biologische Gefahren. Dazu zählen vor allem

- terroristische, kriminelle oder militärische Anschläge
- natürliche Übertragungen im individuellen Bereich
- Seuchengefahr in neuer Qualität durch internationalen Waren- und Personenverkehr, z. B. SARS, Influenza, meldepflichtige Erkrankungen
- nur mit spezieller Ausrüstung und spezieller Ausbildung erkenn- und identifizierbar
- unsichtbare, lautlose, mit menschlichen Sinnen nicht wahrnehmbare Gefahren deren Folgen zeitlich versetzt zwischen Infektion und Krankheitsausbruch auftreten
- enorme Variabilität und Vielfalt des Gefahrenpotentials der krankmachenden Keime.

Krankmachende Keime unterliegen örtlich und zeitlich nicht zu begrenzenden Prozessen.

## Potentielle B-Agenzien

### Merke

Zu den für den Menschen gefährlichsten biologischen Agenzien zählen pathogene Bakterien, Viren und Toxine.

| Bakterien          | Viren   | Toxine                       |
|--------------------|---|------------------------------|
| Bacillus anthracis | Orthopoxviren   | Botulismustoxin              |
| Yersinia pestis    | Virale hämorrhagische Fiebertviren, z. B. Ebola, Marburg, Lassa, Krim-Kongo-HF1 | Staphylococcus Enterotoxin B |

| Bakterien                               | Viren                                     | Toxine    |
|---|---|-----------|
| Francisella tularensis                  | Venezuelanische Equine-Encephalitis-Viren | Rizin     |
| Brucella spp.                           |   | Saxitoxin |
| Coxiella burnetii                       |   | Mycotoxin |
| Burkholderia mallei/pseudomallei        |   |           |
| Salmonella spp.                         |   |           |
| Shigella dysenteriae                    |   |           |
| E.coli O <sub>157</sub> :H <sub>7</sub> |   |           |
| Vibrio cholerae                         |   |           |
| Mycobacterium tuberculosis              |   |           |

Die gefährlichen Eigenschaften dieser Agenzien sind

- unterschiedliche Wirte (Mensch, Tier, Pflanze) und Wirtsspezifität
- unterschiedliche Vektoren (belebt, unbelebt, direkter Kontakt)
- aerogene Infektionen, Wasser und Nahrungsmittel als Infektionsquelle, durch Körperflüssigkeiten, Schmierinfektionen
- unterschiedliche Kontagiösität (hoch kontagiös, kaum übertragbar)
- unterschiedliche Virulenz
- unterschiedliche Infektionsdosis ( $10^5 - 10^1$ )
- unterschiedliche Pathogenität (hohe Letalität, mittelschwere, chronische Krankheitssymptome)
- unterschiedliche Inkubationszeiten (1 - 21 Tage, Monate)
- unterschiedliche Tenazität/Umweltresistenz (Influenza A Viren H<sub>5</sub>N<sub>1</sub> bei 4 °C bis 30 Tage)

## Desinfektionsmittel

### Merke

Desinfektionsmittel sind Stoffe, die Krankheitserreger auf physikalischem oder chemischem Weg abtöten und so die Übertragung von Infektionskrankheiten verhüten. Sie unterbrechen die Infektionskette. Desinfektionsmittel wirken giftig und oft ätzend. Sie können bei Inkorporation in den Menschen tödlich wirken.

Desinfektionsmittel müssen zur Verwendung in Deutschland zugelassen sein. Diese Zulassung für Desinfektionsmittel im Bereich, der auch den Atemschutz betrifft, erteilen in Deutschland der Verbund für Angewandte Hygiene und Mikrobiologie (VAH) und das Robert-Koch-Institut (RKI). Zulassungen werden in entsprechenden Listen veröffentlicht. Die lassen sich z. B. über die VAH und das RKI beziehen. Desinfektionsmittel im Atemschutz müssen darüber hinaus noch Materialverträglichkeit nachweisen. Bewährt haben sich dafür von der Dekra Exam, Fachstelle Atemschutz, und verschiedenen Ingenieurbüros begutachteten und vom Hersteller der Atemschutzausrüstung empfohlene Desinfektionsmittel.

Zur Aufrechterhaltung der Produkthaftung der Hersteller von Atemschutzgeräten müssen Empfehlungen zu Art und Anwendung von Desinfektionsmitteln beachtet werden.

Dem Verbund für Angewandte Hygiene und Mikrobiologie (VAH) gehört eine Desinfektionsmittel-Kommission an, die national und international die Klärung und Verfassung von Stellungnahmen zu Fragen der Desinfektionsmittelprüfung und Anwendung verfolgt. Sie gibt die VAH-Desinfektionsmittelliste heraus, eine Zusammenstellung der Zertifikate wirksamer Präparate.



**Bild 1:** VAH-Desinfektionsmittelliste

Bundesgesundheitsbl. - Gesundheitsforsch. -  
Gesundheitsschutz 2007 · 60:1336–1338  
DOI 10.1007/s00103-007-0241-4  
© Springer Medizin Verlag 2007

Liste der vom Robert Koch-Institut  
geprüften und anerkannten  
Desinfektionsmittel und -verfahren<sup>1</sup>

Stand vom 31.5.2007 (15. Ausgabe)

**Bild 2:** RKI-Desinfektionsmittelliste

Diese Liste umfasst die fünf Anwendungsgebiete:

- Händedesinfektion (hygienisch und chirurgisch)
- Hautdesinfektion
- Flächendesinfektion
- Instrumentendesinfektion
- Wäschedesinfektion.

Die Anwendungsbereiche des VAH umfasst im Rahmen der Flächen- und Instrumentendesinfektion auch den Bereich des Atemschutzes.

Typische Desinfektionsmittel für den Bereich des Atemschutzes sind z. B. Incidur, Incidin rapid und Sekumatic FDR. Ihre Materialverträglichkeit ist gutachterlich nachgewiesen. Sie werden von vielen Herstellern von Atemschutzgeräten empfohlen, z. T. aber mit Zweitnamen vertrieben.

## 2. Leistungsfähigkeit und Wirksamkeit moderner Desinfektionsmittel

Ein modernes Desinfektionsmittel muss nach F.v. Rheinbaben eine Vielzahl von Kriterien erfüllen. Zunächst muss es eine ausreichende Wirksamkeit besitzen. Darüber hinaus muss es auch toxikologisch unbedenklich sein, d.h. es darf unter Anwendungsbedingungen kein Gesundheitsrisiko für den Verwender haben. Schließlich muss es ökologisch verträglich sein. Weitere Forderungen sind eine ausreichende Lagerstabilität und Materialverträglichkeit und bei Haut- und Händedesinfektionsmitteln nicht zuletzt auch eine gute Hautverträglichkeit. Im Einzelnen sollte ein Desinfektionsmittel heute folgende Anforderungen erfüllen:

- breites Wirkungsspektrum im Bereich viruzid, tuberkulozid, sporozid
- schnell wirkend
- hohe und sichere Reduktionsraten, gekennzeichnet durch
  - Reduktion soweit wie möglich
  - übliche Reduktionsraten 4 - 5 Logstufen unter Laborbedingungen in praxisnahen Tests
  - bei bioterroristische Agenzien/biologische Gefahren in sehr hohen Zahlen eingesetzt bzw. vorhanden
- möglichst keine Wirkungsverluste durch Eiweiß, Schmutz u.ä.
- möglichst keine Wirkungsbeeinflussung durch unterschiedliche Temperaturen

- ergiebig, gekennzeichnet durch
  - möglicherweise große Fläche oder Vielzahl von Individuen
  - Verfügbarkeit
  - Lagerkapazität
  - kostengünstig
  - Konzentrate zum Verdünnen
- beständig, lagerstabil
- geringe Toxizität/Gefahr für die Gesundheit von Mensch, Tier und Umwelt (akut und chronisch)
- ohne nachteilige Wirkung auf Desinfektionsgut, das Desinfektionsgut kann sein
  - im Atemschutz vor allem benutzte Atemanschlüsse, Lungenautomaten und ausatemluftführende Teile der Regenerationsgeräte,
  - Arbeitsflächen, Prüfköpfe, Fußböden in Atemschutzwerkstätten
  - Teile öffentlicher Flächen
  - Haut/Hände
  - Schutzausrüstung (Anzüge unterschiedlicher Güte, Hauben/Masken, Stiefel, Rettungswesten ...)
  - Gefäße, Behälter, Geräte
  - private und dienstliche Fahrzeuge
  - Räume, Zelte, Container
  - Wäsche
  - Wasser, Abwasser, Mist, Gülle, Ausscheidungen (Auswurf, Stuhl, Harn)
- universell einsetzbar
- ohne spezielle Qualifikation/Lehrgänge/Voraussetzungen einsetzbar
- preiswürdig.

Eine desinfizierte Fläche darf nach der Desinfektion nicht mehr als Infektionsquelle infrage kommen. Ziel einer Desinfektionsmaßnahme ist daher nicht die vollständige Abtötung aller vorhandenen Keime oder Viren, sondern lediglich deren Reduzierung auf eine ungefährliche Anzahl, so dass unter Praxisbedingungen keine Infektionsgefahr mehr besteht. Bereits in den Labortesten zur Wirksamkeitsprüfung von Desinfektionsmitteln wird dieser Anforderung Rechnung getragen. So müssen die Mittel eine Anzahl ausgewählter Testbakterien um mindestens 99,999% reduzieren, d.h. von 1 Million Bakterienzellen dürfen höchstens 10 Zellen überleben. Gleiches gilt für Hefen und Pilze. Bei Viren wird eine 99,99%ige Reduktion gefordert. Hier werden also noch 100 aktive Viruspartikel geduldet.

Gelegentlich müssen nach F.v. Rheinbaben bei der Wirksamkeit von Desinfektionsmitteln gegen Mikroorganismen und Viren selbst bei modernen Desinfektionsmitteln Kompromisse geschlossen werden. Einige Mittel zeigen z. B. bei der Abtötung von Mykobakterien, zu denen auch der Tuberkulose Erreger gehört, eine nicht zufrieden stellende Wirksamkeit und längst nicht jedes Desinfektionsmittel zerstört jedes in Frage kommende Virus. Es ist daher unbedingt notwendig, nur solche Mittel zu verwenden, die vom Hersteller des Atemschutzgerätes oder CSA empfohlen werden. Die entsprechenden Angaben sind aus den Bedienungsanleitungen der Ausrüstung zu entnehmen sein.

### **Merke**

Die Wirksamkeit von Desinfektionsmitteln beeinflussen:

- korrekte Konzentration  $C$  des Desinfektionsmittels,
- exakte Einhaltung der vom Hersteller Desinfektionsmittel angegebenen Einwirkungszeit  $t$
- Einhaltung der vom Hersteller Desinfektionsmittel vorgegebenen Temperatur der Desinfektionslösung  $T$

Die Wirksamkeit negativ beeinflussen können extreme Konzentrationen an Keimen in Keimträgern wie Blut, Serum, Stuhl oder Sputum, Wird die Anwendungslösung zu stark durch solche Begleitmaterialien belastet, so kann dies im Extremfall zu einem vollständigen Wirksamkeitsverlust führen. Das trifft nach Dr. F.v. Rheinbaben besonders auf Belastungen mit Eiweiß und Blut in Chlor- und Aktivsauerstoff-freisetzende Desinfektionswirkstoffen zu. Anorganische Verbindungen wie z. B. Kalziumsalze in wässriger Lösung können wegen der entstehenden Wasserhärte die Wirksamkeit von Desinfektionsmitteln auf Tensidbasis negativ beeinflussen. Einige Desinfektionswirkstoffe können durch starke Verschiebung des pH-Werts negativ beeinträchtigt, im Extremfall sogar vollständig wirkungslos werden. Das trifft z. B. zu, wenn Reinigungs- und Desinfektionsmittel gegensätzlicher pH-Bereiche vorgabenwidrig miteinander kombiniert werden.

**Merke:**

Die Wirksamkeit der Desinfektionsmittel erlischt, wenn eine der Vorgaben für C, t oder T nicht eingehalten wird, wenn die falsche Desinfektionstechnologie verwendet wird, wenn das Desinfektionsmittel überlagert ist oder wenn sich Ermüdungserscheinungen in der Desinfektionslösung zeigen, z. B. Flusenbildung.

### 3 Auswahl des Desinfektionsmittels

#### 3.1 Auswahlhinweise für Desinfektionsmittel

Die Vielfalt an Desinfektionsmitteln lässt sich mit den Eigenschaften der Mikroorganismen erklären, sich gegen äußere Bedingungen zu schützen und die Abwehrmechanismen ihrer Wirte zu umgehen. Diese Fähigkeiten sind der Grund, dass es kein universelles Desinfektionsmittel gibt. Ein typisches Beispiel ist die desinfizierende Wirkung von Alkohol. Vermischt mit 10 bis 30% Wasser, ist Alkohol ein gutes Desinfektionsmittel. Dank des Wassers kann der Alkohol die Zellwand durchdringen und in die Bakterien eindringen, wo er eine Fällung der Proteine bewirkt und schließlich die Bakterien zerstört. Reiner Alkohol (100%) hingegen ist nicht wirksam, denn er verursacht eine Fällung der externen Proteine und dies hat zur Folge, dass er nicht mehr in das Zellinnere vorstoßen kann.

Bei den Viren gibt es solche, die mit einer Lipidschicht umhüllt sind, und andere, die nackt sind. Paradoxerweise lässt sich diese Lipidhülle mit Chemikalien leicht zerstören, was die behüllten Viren verletzbar macht. Die unbehüllten Viren hingegen sind resistenter gegen Desinfektionsmittel. Das Universaldesinfektionsmittel, das Flächen, Instrumentarium, Geräte und sogar Hände gleichzeitig desinfizieren kann, das in maschinellen Verfahren eingesetzt werden kann und dabei das gesamte erforderliche Leistungsprofil zeigt, gibt es nicht. Vielmehr muss der Anwender nach F.v. Rheinbaben für jedes Anwendungsfeld auf Spezialprodukte zurückgreifen. Ein Flächendesinfektionsmittel ist z. B. in aller Regel nicht für die Behandlung von Instrumenten geeignet; umgekehrt sollte ein Instrumentendesinfektionsmittel auch wirklich nur für Instrumentarium verwendet werden. Bisweilen ist selbst innerhalb der jeweiligen Produktklasse das Anwendungsfeld eingeengt. So gibt es z. B. innerhalb der Flächendesinfektionsmittel Produkte, die vorzugsweise für die Behandlung bestimmter Materialien z.B. von Gummiteilen für Atemanschlüsse positiv geprüft wurden.

**Merke:**

Dem vom Hersteller des Atemschutzgerätes empfohlenen Desinfektionsmittels und dem vom Hersteller des Desinfektionsmittels empfohlenen Anwendungsbereich ist deshalb Folge zu leisten. Sonst haften diese Hersteller nicht für auftretende Schäden, Versprödungen, Veralterungen u.ä.

Nicht immer ist eine uneingeschränkte Wirksamkeit gegen alle Arten von Mikroorganismen und Viren erforderlich. So gibt es durchaus Bereiche, wo auf eine Wirksamkeit gegen Mykobakterien verzichtet werden kann. Auch eine Wirksamkeit gegen bakterielle Sporen ist in aller Regel nicht notwendig. Wo Kontaktisiken mit menschlichen Körperflüssigkeiten, insbesondere mit Blut, Speichel, Ausatemfeuchtigkeit und Sekret bestehen, sollte dagegen unbedingt auf eine Wirksamkeit gegen HBV und HIV geachtet werden. Weil nicht jeder HBV- oder HIV-Infizierte sichtbare Zeichen seiner Erkrankung zeigt, gilt dies auch für Bereiche, die nicht im engeren Sinne medizinassoziiert sein müssen. Eine umfassende Viruzidie gegen alle Viren ist zwar wünschenswert, häufig aber nicht zu realisieren.

Desinfektionsmittel lassen sich entsprechend ihrer Zulassung Desinfektionstechnologien zuordnen. So eignen sich z. B. besonders die bei DGHM bzw. VAH gelisteten Desinfektionsmittellisten zur Desinfektion im Atemschutz.

- VAH bzw. DGHM Wischdesinfektion von Flächen, Tauchdesinfektion von Instrumenten, Atemschutzausrüstungen und
- DVG Sprüh- und Spritzdesinfektion von Flächen
- RKI Scheuerdesinfektion von Flächen, Raumdesinfektion, Tauchdesinfektion von Instrumenten

Die zugelassenen Desinfektionsmittel sind nur auf ihre Desinfektionsfähigkeit geprüft. Ihr Verhalten gegenüber den Werkstoffen der Atemschutzausrüstungen muss deshalb in gesonderten Gutachten festgestellt werden, z. B. von der Dekra-Exam. Nur Desinfektionsmittel, die diese zusätzliche Prüfung erfolgreich absolviert haben, werden vom Hersteller der Atemschutzausrüstung empfohlen, z. B. in den jeweiligen Bedienungs-anleitungen.

**Merke:**

Zur Desinfektion im Atemschutz dürfen nur zugelassene Desinfektionsmittel benutzt werden. Die vom Hersteller der Atemschutzausrüstung empfohlenen Desinfektionsmittel sind vorrangig zu nutzen.

### 3.2 Einteilung der Desinfektionsmittel nach Zielorganismen

Zu den pathogenen Zielorganismen zählen Bakterien, Pilze, Viren und Sporen. Praktisch wird in folgende „Wirkungsbereiche“ eingeteilt:

- Wirkungsbereich A: Gegen vegetative Bakterien und Pilze (bakterizid/fungizid) einschließlich Mykobakterien und Pilzsporen geeignet
- Wirkungsbereich B: Zur Inaktivierung von Viren geeignet
- Wirkungsbereich C: Gegen Milzbrandsporen geeignet
- Wirkungsbereich D: Gegen Gasbrand- Tetanussporen geeignet (Antiparasitäre Mittel (Wurmeier, Kokzidien) sind hier nicht behandelt)

### Einteilung der Desinfektionsmittel nach behandelten Substraten

Die Desinfektionsmittel werden oft nach den Substraten, die damit behandelt werden, gegliedert:

- Desinfektion der gesunden Haut (Hände),
- Oberflächendesinfektion (Atemschutzgeräte, CSA, Böden und Wände),
- Instrumentendesinfektion,
- Desinfektion von Textilien,
- Desinfektion des Trinkwassers.



### Einteilung der Desinfektionsmittel nach Verfahren

- Thermische Verfahren: Kochen, Verbrennen, Wasserdampf
- Chemische Verfahren, z. B. mit
  - Formaldehyd: Wirkungsbereich AB
  - Peressigsäure: Wirkungsbereich AB
  - Phenole: Wirkungsbereich A
  - Chlororg. oder chloranorg. Substanzen: Wirkungsbereich AB
  - Amphotensid: Wirkungsbereich A
  - Alkohole: Wirkungsbereich A
  - Halogene: Wirkungsbereich AB
  - Kalkmilch: Wirkungsbereich AB
- Chemo-thermische Verfahren

Erläuterung:

A=zur Abtötung von vegetativen bakteriellen Keimen einschließlich Mykobakterien sowie von Pilzen einschließlich pilzlicher Sporen geeignet.

B = zur Inaktivierung von Viren geeignet.

### 3.3 erwünschte Eigenschaften und Anforderungen der Desinfektionsmittel

Ein anwenderfreundliches Desinfektionsmittel sollte folgende Eigenschaften aufweisen:

- die Gebrauchsverdünnungen muss mit reinem Wasser herstellbar sein
- ein breites Wirkungsspektrum abdecken und möglichst viele Arten von Krankheitserregern abtöten
- rasch wirken und dies bei niedriger Konzentration
- nicht durch organisches Material (Proteine, Plasma usw.) beeinflusst werden
- möglichst geruchlos sein;
- ungiftig sein und die Schleimhäute nicht reizen;
- keine Hautreizungen verursachen (Hautdesinfektionsmittel);
- das zu desinfizierende Material oder die zu desinfizierenden Instrumente nicht verspröden, deformieren, verkleben oder anders schädigen;
- Umwelt gering möglichst belasten;
- schnelle Wirkung;
- breites Wirkungsspektrum;
- für Maschinendesinfektion nahe + 60°C Verfahrenstemperatur,
- für Handdesinfektion nahe 20°C Verfahrenstemperatur,
- niedrige Anwendungskonzentration;
- frei von gesundheitlich bedenklichen Aldehyd- oder quartäre Ammoniumverbindungen;
- kostengünstig.

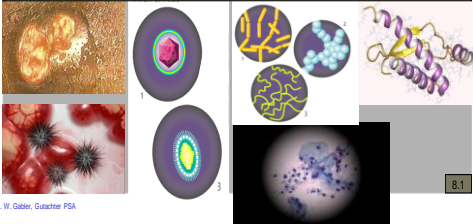
Wie man sich vorstellen kann, besitzt kein chemisches Desinfektionsmittel all die genannten Eigenschaften, aber einige kommen denen nahe. Auskunft dazu erteilen die Hersteller gesetzlich vorgeschrieben mittels Produktbeschreibung und Gefahrendatenblatt.

## Anforderungen an Desinfektionsmittel

Anforderungen an Desinfektionsmittel für den Atemschutz

### 3. Anforderungen des Atemschutzes an chemische Desinfektionsmittel

- nachweisbare Desinfektionswirkung gegen Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Sporen, Parasiten) und Viren
- Schwerpunkt der Desinfektion: Beseitigung bzw. Reduzierung Bakterien



Dipl.-Ing. W. Gabler, Guachter PSA

Anforderungen an Desinfektionsmittel für den Atemschutz

- nachweisbare Materialschonung
- nachweisbare Handhabbarkeit
- verständliche Gebrauchsanleitung
- Kombinationsmittel: nachweisbare Reinigungswirkung
- ökonomisch
- ökologisch
- vom Hersteller Atemschutzgerät empfohlen



Dipl.-Ing. W. Gabler, Guachter PSA

**Bild 3:** Anforderungen des Atemschutzes an Desinfektionsmittel

### 3.4 Probleme beim Einsatz von Desinfektionsmitteln

#### Resistenzen

Desinfektionsmittel müssen professionell und nach einem Hygieneplan geplant verwendet werden. Übertriebene und unsachgemäße Anwendung kann zu Bildung von mutationsbedingten Resistenzen beitragen. Oft weisen gegen Desinfektionsmittel widerstandsfähige Bakterien auch eine erhöhte Antibiotikaresistenz auf.

#### Schädigung der Haut

Desinfektionsmittel für Atemschutzgeräte können die Hautflora schädigen, entfetten und somit anfälliger für Pilze und Allergene machen. Risse in der Haut dienen Keimen als Eintrittspforten in den Körper. Deshalb sollten die Hände nach der Desinfektion gepflegt werden, z. B. mit Silonda®

Hautpflegemittel sollten beanspruchte und trockene Haut schützen, pflegen und möglichst auch zu ihrer Regenerierung beitragen. Eine Regulierung des Feuchtigkeits- und Fettgehalt der Haut ist wünschenswert. Sie muss schnell einziehen und keine störenden Rückstände hinterlassen.

#### Auswirkungen auf die Umwelt

Wenn Desinfektionsmittel nicht richtig entsorgt oder bedenkenlos im Haushalt eingesetzt werden, gelangen sie in die Kläranlagen und stören dort das wichtige Zusammenspiel einer Vielzahl von Bakterienarten, wodurch die Reinigungswirkung herabgesetzt wird. Viele Desinfektionsmittel wirken zudem ökotoxisch auf Gewässer.

#### Desinfektion von Flüssigkeiten

Die Desinfektion von Abwässern, Trinkwasser oder flüssigen Medien kann durch verschiedene Verfahren erfolgen. Man unterscheidet grundsätzlich zwischen chemischen und physikalischen Verfahren zur Desinfektion.

Besonders gebräuchliche chemische Verfahren basieren auf der Zugabe von Chlor, Chlordioxid, Wasserstoffperoxid oder Ozon.

Gebräuchliche physikalische Verfahren basieren auf der Erhitzung des Mediums (Pasteurisation oder Dampfdruck im Autoklav) oder der Bestrahlung mit UV-Licht.

*Sichere Handhabung mit Desinfektionsmitteln in der Atemschutz- oder CSA-Werkstatt*

**Tabelle 1:** Hinweise für den sicheren Umgang mit Desinfektionsmitteln in der Atemschutz- oder CSA-Werkstatt

| Tätigkeit                       |   | Atem- und Körperschutz  |
|---------------------------------|---|---|
| Umgang mit Desinfektionsmitteln | Herstellen der Gebrauchslösung durch Verdünnen des Konzentrates mittels Dosiereinrichtung   | Kein Atem- und Körperschutz erforderlich, ungewollte Ausbreitung Desinfektionsflüssigkeit vermeiden   |
|                                 | Herstellen der Gebrauchslösung durch Verdünnen des Konzentrates ohne Dosiereinrichtung  | Vollmaske mit Kombinationsfilter, mindestens ABEK2 P3,<br>Körperschutz: Chemikalienschutzhandschuhe, ggf. Spritzschutz z.B. Chemikalienschutzschürze<br>Sicherheitsdatenblatt Desinfektionsmittel beachten, ungewollte Ausbreitung Desinfektionsflüssigkeit vermeiden |
| Umgang mit Desinfektionsmitteln | Ausbringen/Versprühen von Desinfektionsmitteln auf Flächen in der Werkstatt, auf Teile der Atemschutzgeräte und CSA, mit Handwäsche | Anwenderhinweise des Desinfektionsmittelherstellers beachten, Vollmaske mit Kombinationsfilter, mindestens ABEK2 P3, vor allem bei Warmdesinfektion<br>Sicherheitsdatenblatt Desinfektionsmittel beachten   |
|                                 | Desinfizieren von Teile der Atemschutzgeräte und CSA mit Maschinenwäsche  | Anwenderhinweise des Desinfektionsmittelherstellers und der Maschine beachten<br>Sicherheitsdatenblatt Desinfektionsmittel beachten   |

### 3.5 Bekannte Desinfektionsmittel und ihre Wirkstoffe

Atemschutzmasken, Lungenautomaten und Chemikalienschutzanzüge sind entsprechend der Vorgaben ihrer Hersteller zu reinigen und zu desinfizieren. Dabei sollten nur Desinfektions- und Reinigungsmittel eingesetzt werden, die der Hersteller der Ausrüstung empfiehlt, weil nur die auf Desinfektionswirksamkeit und Materialverträglichkeit geprüft sind.

Die Wirkstoffe müssen gut abspülbar sein, damit keine Rückstände auf Masken und Anzügen verbleiben.

Die Aufbereitung der Atemschutzmasken, Lungenautomaten und Chemikalienschutzanzüge kann dabei entweder über eine manuelle Tauchreinigung/ -desinfektion oder mittels eines maschinellen Verfahrens in einer professionellen Waschmaschine oder einem geeigneten Reinigungs- und Desinfektionsautomaten erfolgen.

Bei der maschinellen Aufbereitung von Atemschutzmasken, Chemikalienschutzanzügen und Zubehör erfolgen Reinigung und Desinfektion innerhalb eines Waschganges. Eine manuelle Vorarbeit oder eine Vorreinigung der Ausrüstung ist nicht erforderlich. Die eingesetzten Waschmaschinen,

Maskenspülautomaten und Reinigungskabinen müssen mit speziellen, auf die Atemschutz- und CSA-Ausrüstung abgestimmten Reinigungs-, Desinfektions- und Spülprogramme ausgerüstet sein.

Lungenautomaten sind zur maschinellen Reinigung und Desinfektion beim gegenwärtigen Stand weniger geeignet.

#### Beispiel: Sekumatic® FDR



**Bild 4:** Sekumatic® FDR Konzentrat

- *Verwendungszweck*  
Flüssiges Desinfektions- und Reinigungsmittel, für Maschinenwäsche bei +60° C geeignet, von den Herstellern Dräger Safety und MSA Auer empfohlen
- *Zusammensetzung:*  
Nichtionische Tenside, NTA, alkoholische Lösemittel, Korrosionsinhibitoren. In 100 g sind Wirkstoffe enthalten: 2,0 g Glucoprotamin®, 2,0 g Didecylmethylpoly(oxethyl)ammoniumchlorid, 0,75 g Tributylteradecylphosphoniumchlorid.
- *Eigenschaften*  
Dichte (20°C): 1,03 g/ml  
pH-Wert (20°C): ca. 5,5 (unverdünnt)  
pH-Bereich (20°C) 5 – 10 ml/L: 6 – 8 (in VE-Wasser)  
Sekumatic® FDR garantiert eine sichere und materialschonende Reinigung und Desinfektion bereits bei 60°C, es ist aldehydfrei und basiert auf dem patentierten Wirkstoff Glucoprotamin®. Das Produkt erfüllt die Anforderungen des AK-BWA, z.B. pH-neutral in der Anwendungslösung, schaumarm, geeignet für Kunststoffe, kunststoffbeschichtete Metalle und metallische Werkstoffe
- *Anwendungsgebiete:*  
Zur Desinfektion und Reinigung in Aufbereitungsautomaten, die im chemischthermischen Verfahren arbeiten, z.B. Atemschutzmasken, Lungenautomaten und Chemikalienschutzanzüge
- *Anwendung und Dosierung:*  
Bei der Verwendung in Reinigungs- und Desinfektionsgeräten (RDG) einer Atemschutz- und CSA-Werkstatt wird eine Anwendungskonzentration von 5 – 10 ml/L bei 60°C und 5 min Einwirkzeit empfohlen. Dabei sind die Angaben des Herstellers des Desinfektionsmittels zu berücksichtigen.

Betriebsanweisung, Technisches Datenblatt und Sicherheitsdatenblatt für Sekumatic FDR befinden sich in der Anlage.

Weitere Desinfektionsmittel mit Eignung für Atemschutzmasken, Lungenautomaten und Chemikalienschutzanzüge sind:

### Eltra®

pulverförmiges Desinfektions- und Waschmittel für die automatische Reinigung und Desinfektion in der Waschmaschine



### Sekusept® Cleaner

Spezialreiniger zur Vorreinigung von Atemschutzmasken



### Incidur®

Flüssiges Desinfektions- und Reinigungsmittel, für Handwäsche bei +60° C geeignet, Tauchdesinfektionsmittel für Atemschutzmasken und Chemikalienschutzanzüge, von den Herstellern Dräger Safety und MSA Auer empfohlen;





|                | Halo-<br>gene | Per-<br>säuren | Alde-<br>hyde | Alko-<br>hole | Phenole<br>Phenol-<br>derivate | QAV/<br>Bigu-<br>anide | Ami-ne | Kationische<br>und amphi-<br>tere Tenside | Säuren |
|----------------|---------------|----------------|---------------|---------------|--------------------------------|------------------------|--------|---|--------|
| bakt. Sporen   |               |                |               |               |                                |                        |        |   |        |
| Hefen          |               |                |               |               |                                |                        |        |   |        |
| Pilze          |               |                |               |               |                                |                        |        |   |        |
| unbeh. Viren   |               |                |               |               |                                |                        |        |   |        |
| behüllte Viren |               |                |               |               |                                |                        |        |   |        |

|                |                    |  |            |  |
|----------------|--------------------|--|------------|--|
| <b>Legende</b> | teilweise wirksam: |  | unwirksam: |  |
|----------------|--------------------|--|------------|--|

| Tabelle 3: Wirkungsweise der Wirkstoffe |  |                    |
|---|--|--------------------|
| <b>Aldehyde</b>                         | Chemische Denaturierung von Proteinen, Enzymen, RNA und DANN | membranversiegelnd |
| <b>Alkohole</b>                         | Auflösen der Zellmembran                                     | membranauflösend   |
| <b>Bi-<br/>/Diguanide</b>               | Chemische Denaturierung von Proteinen, Enzymen, RNA und DNA  | membranversiegelnd |
| <b>Glucopro-<br/>tamin</b>              | Chemische Denaturierung von Proteinen, Enzymen, RNA und DNA  | membranauflösend   |
| <b>Chlor</b>                            | Auflösen der Zellmembran                                     | oxidierend         |
| <b>Phenole</b>                          | Auflösen der Zellmembran                                     | membranauflösend   |

| Tabelle 4: Desinfektionsmittel und ihre Wirksamkeit |            |                  |          |         |  |
|---|------------|------------------|----------|---------|--|
| Desinfektions-<br>mittel                            | Bakterien  | Sporen           | Pilze    | Viren   | Anwendung  |
| Oxidationsmittel                                    | bakterizid | sporozid         | fungizid | viruzid | Haut, Schleimhaut, Oberflächen, Instrumente          |
| Halogene<br>(Chlor, Iod)                            | bakterizid | langsam sporozid | fungizid | viruzid | Chlor: Oberflächen, Wasser<br>Iod: Haut, Schleimhaut |
| Alkohole  | bakterizid | wirkungslos      | fungizid | viruzid | Haut, Schleimhaut, Oberflächen, Instrumente          |
| Aldehyde  | bakterizid | langsam sporozid | fungizid | viruzid | Oberflächen, Instrumente                             |

| Desinfektionsmittel | Bakterien                     | Sporen      | Pilze         | Viren              | Anwendung  |
|---------------------|-------------------------------|-------------|---------------|--------------------|--|
| Phenole             | bakterizid / bakteriostatisch | wirkungslos | fungizid      | viruzid (variabel) | Haut, Schleimhaut, Oberflächen, Instrumente                        |
| Ethylenoxid         | bakterizid                    | wirkungslos | fungizid      | viruzid            | Oberflächen, Instrumente, thermostabile Arzneimittel, Lebensmittel |
| Detergenzien        | bakterizid (variabel)         | wirkungslos | fungistatisch | wirkungslos        | Haut, Schleimhaut  |
| Chlorhexidin        | bakteriostatisch              | wirkungslos | fungistatisch | virustatisch       | Haut, Schleimhaut  |

## 4.2 die wichtigsten Desinfektionswirkstoffe

### Aldehyde

#### Allgemein:

In den Flächendesinfektionsmitteln werden hauptsächlich drei Aldehyde eingesetzt. Es handelt sich um Formaldehyd, Glyoxal und Glutaraldehyd. Da Formaldehyd mittlerweile als krebserregend eingestuft wurde, sind in der VAH-Liste praktisch keine Flächendesinfektionsmittel mehr, die Formaldehyd enthalten. Glyoxal und Glutaraldehyd sind dagegen noch häufig in Desinfektionsreinigern enthalten. Bei empfindlichen Personen besteht die Möglichkeit einer Sensibilisierung gegenüber Glyoxal und Glutaraldehyd.

Deshalb müssen für alle Desinfektionsmaßnahmen, bei welchen ein direkter Hautkontakt nicht ausgeschlossen ist, Schutzhandschuhe getragen werden. Durch eine Kombination verschiedener Aldehyde wird eine optimale Desinfektionswirkung erzielt, wodurch der Gesamtaldehydgehalt gesenkt werden kann. Aldehydhaltige Desinfektionsreiniger weisen einen hohen Eiweißfehler auf, d. h. durch die Reaktion mit dem Eiweiß geht die Desinfektionswirkung verloren. Präparate auf Aldehydbasis wurden zur Raumdesinfektion (Verdampfen von Formaldehyd, TRGS 522) Formaldehyd, im Handel als 35 bis 40%ige wässrige Lösung (Formalin) ist lt. WHO krebserregend. Es sollte darauf geachtet werden, dass eine Raumluftbelastung für Anwender und Raumnutzer so gering wie möglich gehalten wird. Aldehyde riechen stechend und reizen die Schleimhäute. Nur wenig Menschen reagieren allergisch.

Die Dialdehyde, Glyoxal und Glutaraldehyd, werden z.B. in Desinfektionsreinigern oder zur Instrumentendesinfektion eingesetzt. Aldehydische Desinfektionsmittel sind oft Kombinationen dieser Verbindungen.

Formaldehyd reizt die Konjunktiven, die Haut und die Schleimhäute der oberen Luftwege; es wirkt allergen und mutagen. Bei oraler Aufnahme führt es zu schweren Verätzungen und Nekrosen. Der AGW-Wert beträgt 0,5 ppm.

Aldehyde sollen nicht im Lebensmittelbereich oder zur Desinfektion von Ausscheidungen eingesetzt werden.

#### Wirkung:

Aldehyde sind Proteinquervernetzer, die mit freien Aminogruppen von Proteinen reagieren. Aldehyde sind durch einen relativ langsamen Wirkungseintritt und die Fixierung von Eiweiß gekennzeichnet. Speziell Formaldehyd behält seine Wirksamkeit auch in Gegenwart geringer



Mengen Blut, penetriert allerdings nur wenig in organisches Material. Zweiwertige Aldehyde wirken stärker Eiweiß- und Blut-vernetzend, wodurch der Eiweißfehler ansteigt.

Aldehyde reagieren mit freien Amino- und Säureamidgruppen zu so genannten Niedrig-Methylol-Verbindungen, die im weiteren Reaktionsverlauf unter Ausbildung stabiler Methylenbrücken irreversibel vernetzen. Dieser Gerbeffekt („Tannierung“ der Zellmembran) führt zum Absterben der Mikrobenzelle. Der Vorgang ist leider unspezifisch und tritt mit Satzende?

Aldehyde weisen unter anderem aufgrund der unterschiedlichen Lipophilie, selbst bei nahe verwandten Verbindungen, oft sprunghafte Änderungen in der Viruzidie auf (von Rheinbaben u. Wolff, 2002).

**Gefährdung:**

Formaldehyd reizt die Konjunktiven, die Haut und die Schleimhäute der oberen Luftwege; es wirkt allergen und mutagen. Bei oraler Aufnahme führt es zu schweren Verätzungen und Nekrosen. Der AGW-Wert beträgt 0,5 ppm.

**Wirkungsbereich A + B:**

Aldehyde töten Bakterien, Pilze, Sporen und verschiedene Viren ab.

**Materialverträglichkeit:**

gute Materialverträglichkeit, gutes Verhalten gegenüber Werkstoffen

**Abbaubarkeit:**

Aldehyde sind biologisch abbaubar.

## Alkohole

**Allgemein:**

Ethylalkohol und Isopropylalkohol werden als Desinfektionswirkstoffe in 50–80Vol.-%-Konzentrationen als Händedesinfektionsmittel und seltener als Flächendesinfektionsmittel eingesetzt. Wegen der Brand- und Explosionsgefahr ist eine großflächige Anwendung nicht erlaubt. Beim Umgang muss man die Unfallverhütungsvorschrift der Berufsgenossenschaft Alkoholische Desinfektionsmittel beachten.

Die ausgebrachte Menge der Gebrauchslösung darf 50 ml je m<sup>2</sup> zu behandelnde Fläche nicht überschreiten. Die Gesamtmenge pro Raum darf maximal 100 ml je m<sup>2</sup> Raumgrundfläche betragen. Alkohol darf nicht auf heiße Flächen aufgebracht werden.

Alkohole dürfen nicht als Verdünnungsmittel oder Trocknungsmittel sowie für die Raumdesinfektion verwendet werden. Für die Flächendesinfektion dürfen nur wässrige Gebrauchslösungen verwendet werden, die nicht mehr als 10 Gew.% Alkohole enthalten. Für die „Schnelldesinfektion“ dürfen alkoholische Desinfektionsmittel einen Flammpunkt (DIN 51755) nicht unter 24°C haben.

Für Desinfektionsmittel in Druckgasdosen, die 600 ml Behältervolumen nicht überschreiten, gilt die Beschränkung des Flammpunktes nicht; sie dürfen jedoch nur auf Flächen von maximal 2 m<sup>2</sup> ausgebracht werden. Ungezieltes Versprühen alkoholischer Desinfektionsmittel ist unzulässig.

Die Sprühgeräte selbst müssen spannungslos oder exgeschützt sein.

Elektrische Anlagen müssen vor dem Versprühen spannungslos gemacht werden, um elektrische Schaltvorgänge zu vermeiden; heiße Flächen müssen abgekühlt werden.

Bei Einsatz des Radiotoms (Operieren mit dem elektrischen Messer) müssen zur Hautdesinfektion verwendete Alkohole abgetrocknet sein.

Während des Sprühens ist der Betrieb der Klimaanlage oder anderweitiger Lüftung erforderlich.

**Wirkung:**

Die wichtigste Wirkung der Alkohole besteht in Ihrem Einfluss auf die Membranen von Mikroorganismen. Die mikrobizide Wirkung der Alkohole beruht auf ihrer Eigenschaft, Eiweiß zu koagulieren. Natürliche Phospholipide sind nicht alkohollöslich. Alkohol verringert die Löslichkeit der Transmembranproteine und fällt die Eiweißgele aus, die den Fluss durch die Zellwand steuern. Das Kollabieren der Gele vergrößert den inneren Durchmesser der Kanäle um ein Vielfaches, sodass der Alkohol ungehindert einströmen kann.

Alkohol ist in zu hoher Konzentration, etwa als wasserfreier 96%iger Alkohol, nicht wirksam. Hochkonzentrierter Alkohol ist nämlich sehr hygroskopisch (entzieht seiner Umgebung Wasser). Diese dehydrierende Wirkung verursacht an der Bakterienzelle eine Zellwandhärtung. Eine solchermaßen gebildete undurchlässige Membran können Wirkstoffmoleküle nicht mehr durchdringen; das Zytoplasma wird nicht koaguliert. - Bei Vorhandensein von Wasser jedoch quellen die Zellwände auf; sie bleiben für die Passage von Alkoholmolekülen durchlässig.

**Wirkungsoptimum**

Das Wirkoptimum der am häufigsten verwendeten Alkohole bei einer Einwirkzeiten von 30 s bis 1 min beträgt für

- Ethylalkohol 70 bis 80%,
- Isopropylalkohol 60 bis 70%,
- n-Propylalkohol 50 bis 60%

**Wirkungsbereich A (+B):**

Alkohole wirken 50–80%ig gegen Bakterien und Pilze. In Konzentrationen von über 92% behüllte und zum Teil unbehüllte Viren.

Isopropanol ist unwirksam gegen die hydrophilen unbehüllten Picorna-Viren. Zur Abtötung von Hepatitis-Viren empfiehlt das Robert-Koch-Institut (RKI) für die Händedesinfektion 80%igen Ethylalkohol bei 5 Minuten Einwirkzeit.

**Materialverträglichkeit:**

Nicht jeder Kunststoff verträgt Alkohol. Acrylglas kann eintrüben.

**Abbaubarkeit:**

Alkohol ist sehr gut biologisch abbaubar und für den Menschen in diesen Konzentrationen nicht giftig.

**Aliphatische Amine**

Aliphatische Di-, oder Triamine (z. B. in Korsorex AF®) sind langkettige Amine von Fettsäuren mit 12-16 C-Atomen.

**Bi-/Diguanide****Allgemein:**

Bei den Diguaniden handelt es sich um relativ neu entwickelte Wirkstofftypen. Sie sind geruchsarm und haben ein breites Wirkungsspektrum. Die Wirksamkeit ist in der Flächen-desinfektion auch bei Raumtemperatur gegeben. Es ist in Wasser und organischen Lösungsmitteln gut löslich.

Guanidine sind eine Untergruppe der oberflächenaktiven Substanzen. Ihr wichtigster Vertreter ist das Chlorhexidin. Chlorhexidin ist wenig toxisch für den Menschen und wird in vielen Flächendesinfektionsmitteln in Kombination mit anderen Wirkstoffen eingesetzt.

**Wirkung:**

wirkt gut gegen Bakterien und Schimmel, unwirksam gegenüber Mykobakterien und nur selektiv wirksam gegenüber Viren.

**Chemische Aspekte:**

Guanidin ist ein Harnstoffderivat, bei dem der Sauerstoff durch die Iminogruppe ersetzt wird. Besitzt stark basische Eigenschaften und liegt daher weitgehend in der Salzform vor. In der Natur kommt die Guanidingruppe in der Aminosäure Arginin sowie im Harnstoffwechsel vor. Wegen salzartigem Charakter ist der Dampfdruck sehr gering. Deshalb besteht bei der Gebrauchslösung keine Geruchsbelästigung.

**Arten:**

Als Desinfektionswirkstoff sind derzeit 4 Verbindungen im Einsatz:

Monoguanidin: z.B. Cocoguanidiniumchlorid; dabei ist Cocos ein Gemisch mit den Alkylresten von C-12-18, wie erhöht im natürlichen Kokosfett vorkommt

Diguanidiniumverbindung: Cocospropylendiamindiguanidinacetat (z.B. Terralin®, Mikrobac®)

Biguanidverbindungen: Chlorhexidindiglukonat (Hibitane®), Polyhexamethylenbiguanidiniumchlorid (als Vantocil IB im Handel, z.B. Biguasan®, Teta aktiv®, Teta S®, Lysoformin spezial®, Incidin extra®)

**Materialverträglichkeit:**

Ablagerungen mit Farb- und Klebeffekt, wegen der kationischen Wirkstoffbasis dieser Präparate - Neigung zu Klebeffekt und Substanzaufbau auf behandelter Fläche.

**Mikrobiologisches Wirkungsspektrum:**

Im Vergleich zu Aldehyden eingeschränktes Wirkspektrum in den beiden Bereichen Bakteriologie und Viruzidie.

Bakteriologie: Wirksam gegen gram-positive und gram-negative Keime sowie gegen Pilze, nicht wirksam gegenüber Mykobakterien und Sporen.

Viruzidie: Keine Wirksamkeit gegenüber unbehüllten Viren, jedoch HBV4-Wirksamkeit gegeben.

**Abbaubarkeit:**

Bessere Abbaubarkeit bei Cocoguanidiniumpräparaten, biologische Abbaubarkeit der Guanidinwirkstoffe in der Regel jedoch schlecht; besonders Polyhexamethylenbiguanidiniumchlorid (Vantocil IB) ist biologisch nicht abbaubar.

## Glucoprotamin

**Allgemein:**

Glucoprotamin® gilt als einer der wichtigsten Ersatzwirkstoffe für die inzwischen in Ablösung befindlichen Aldehyde. Es kommt in seiner Wirksamkeit den Aldehyden nahe, ist aber besser verträglich für Mensch, Material und Umwelt. Glucoprotamin® enthaltende Desinfektionsmittel eignen sich auch zur maschinellen Desinfektion. Sie sind besonders gut für die Desinfektion im Bereich Atem- und Körperschutz geeignet, weil sie sicher desinfizieren, hervorragend reinigen und besonders materialverträglich sind. Beim Spülen lassen sie sich vollständig entfernen. Glucoprotamin® enthaltene Desinfektionsmittel werden deshalb heute in den von den meisten Atemschutzgeräteherstellern empfohlenen.

**Merke:**

Für die Desinfektion im Atemschutz besonders geeignete Desinfektionsmittel müssen sicher desinfizieren, hervorragend reinigen und besonders materialverträglich sein.

.Glucoprotamin ist das Reaktionsprodukt der natürlich nachwachsenden Rohstoffe Kokospropylen-1,3-diamin mit L-Glutaminsäure. Kokospropylen-1,3-diamin wird durch Derivatisierung (Umwandlung) aus dem Fett der Kokospalme, dem Kokosfett, gewonnen. L-Glutaminsäure ist eine in der Natur weit verbreitete Aminosäure. Sie ist unter anderem Bestandteil von Proteinen, die in Mais, Spargel, Eiern oder in der Milch vorkommen.

Das wachsartige Glucoprotamin® löst sich gut in Wasser und ist nicht flüchtig. Durch die Umsetzung des Kokosamins mit L-Glutaminsäure werden die ökotoxikologischen Eigenschaften des Amins verbessert. Gleichzeitig bleibt die antimikrobielle Wirkung erhalten.

**Wirkungsmechanismus:**

Glucoprotamin® bietet umfassende Desinfektionssicherheit, da die Substanz die Zytoplasmamembran der Bakterienzellen (Meyer 1999) zerstört. Analoges gilt für die Wirkung auf behüllte Viren. Der Wirksamkeit auf nackte lipophile Viren beruht auf Wechselwirkungen mit lipophilen Gruppen im Proteinkapsid der Partikel. Glucoprotamin® wirkt gegen grampositive und gramnegative Bakterien, Pilzen (Hefen), behüllten und wenige unbehüllten Viren, gegen Mykobakterien wie z. B. Tuberkuloseerreger und eine zahlreiche Menge unbehüllter lipophiler Viren.

**Materialverträglichkeit:**

Kompatibel mit im Krankenhausbereich vorkommenden Materialien außer Silikon; bei Daueranwendung an Polycarbonat, Polysulfon und Acrylglas sind Materialveränderungen nicht auszuschließen; deshalb wird nach Anwendung glucoprotaminhaltiger Desinfektionsmittel an diesen Materialien gründliches Abspülen empfohlen.

**Abbaubarkeit:**

Glucoprotamin® ist nach OECD-Kriterien als leicht und schnell biologisch abbaubar eingestuft (OECD 301A)<sup>2</sup>. Der Abbau erfolgt vollständig, d. h. ohne die Bildung problematischer Zwischenprodukte.

**Halogene****Allgemeine:**

Bei den Halogenen kommen hauptsächlich Chlor bzw. chlorabspaltende Produkte und Jod zum Einsatz. Während Natriumhypochlorid in der Gebäudereinigung zur Bekämpfung des *Aspergillus niger* zum Einsatz kommt, wird Chlor z.B. zur Desinfektion von Trinkwasser verwendet. Jod wird als Jodtinktur (ist eine Lösung von Jod in Kaliumjodid) zur Wunddesinfektion verwendet.

Unter die Halogene fallen Fluor, Jod, Brom, Chlor sowie Chlorderivate.

Gasförmige Halogene reizen stark die Schleimhäute und können über einen langen Zeitraum des Einatmens sogar tödlich wirken. Sie töten Mikroorganismen und können so zur Desinfektion eingesetzt werden. Chlor im Trinkwasser oder Jod bei Wunden.

Für alle Chlorverbindungen besteht die Möglichkeit der Bildung toxischer Zwischenprodukte (Metabolite) im Abwasser mit langer Persistenz, so dass der Einsatz von Chlorverbindungen, sofern damit eine Abwasserbelastung zu erwarten ist, für jede Indikation sorgfältig im Vergleich zu Alternativen abgewogen werden sollte.

**Wirkungsmechanismus:**

Oxidation nach Eindringen in die Zelle

**Abbaubarkeit:**

Halogene sind leicht abbaubar, belasten somit die Umwelt nicht.

Aus Halogenen gebildete organische Halogenkohlenwasserstoffe sind dagegen oft schwer bis nicht abbaubar und belasten die Umwelt stark.

Die Wirkung von Halogenen in wässrigen Systemen ist oxidierender Art. Sie bringen Eiweiße zur Gerinnung und hemmen die Proteinsynthese durch Substitution an Sulfhydrylgruppen und Addition an Amino- und Iminogruppen der Zellwandproteine.

## Chlor und Verbindungen

**Allgemein:**

Chlor (Cl) besitzt ein breites Wirkungsspektrum gegenüber Mikroorganismen.

Mykobakterien, einige Pseudomonaden, Bacillussporen sowie Schimmelpilze und Hefen werden allerdings nur bei Konzentrationen abgetötet, die den AGW-Wert für Chlor (0,5 ppm = 0,5 mg/l) übersteigen.

Die üblichen Gebrauchskonzentrationen für Chlor liegen bei 0,3 bis 0,6 ppm.

Abtötungszeiten betragen für Mykobakterien bei 50 ppm verfügbarem Chlor 1 bis 3 Minuten, *Pseudomonas fluorescens* bei 5 ppm verfügbarem Chlor 0,25 Minuten, *Aspergillus niger* bei 100 ppm verfügbarem Chlor 30 bis 60 Minuten, *Rhodotorula flava* bei 100 ppm verfügbarem Chlor 5 Minuten.

Cl<sub>2</sub>+ Unterchlorige Säure (HOCl) ist ein starkes Oxidationsmittel und damit keimtötend.

**Temperaturabhängigkeit:**

- bei 10°C gehen 9,5 gut Cl<sub>2</sub> in wässrige Lösung
- bei 40° C jedoch nur 4,5 gut Cl<sub>2</sub> in wässrige Lösung

**Dosierung:**

Bei organisch verschmutztem Wasser ist deshalb die Chlorzehrung zu berücksichtigen.

- Trinkwasser: 0,3 bis 0,6 ppm
- Badewasser: 0,2 bis 0,5 ppm
- Abwasser: 10,0 bis 30,0 ppm

Entscheidend ist das verfügbare freie Chlor, dessen Konzentration in ppm angegeben wird.

**pH-Wert:**

Der geringste mikrobizide Effekt setzt bei pH 8 ein. Bei niedrigem pH-Wert erfolgt eine Keimabtötung rascher als bei höherem pH.

**Anorganische Chlorverbindungen****Chlordioxid (ClO<sub>2</sub>)**

ClO<sub>2</sub> wird zur Desinfektion von Trink-, Bade- und Abwasser eingesetzt.

Wegen seiner Instabilität und daraus resultierender Explosionsgefahr, muss es unmittelbar am Verbrauchsort hergestellt werden.

Die Dosierung zur Desinfektion von Trinkwasser beträgt 1,0 bis 1,5 mg ClO<sub>2</sub> (1,0 bis 1,5 ppm).

Theoretisch hat ClO<sub>2</sub> die 2,5fache Oxidationswirkung von Cl<sub>2</sub>.

**Hypochlorite**

Natriumhypochlorit (NaOCl) dient 2 bis 5%ig als Mund- und Gurgelwasser, 1%ig zur Desinfektion von Säuglingsflaschen und -saugern (1%ige Milton-Lösung), 0,005 bis 0,01%ig als Instillationslösung.

In der Urologie (Oxybutynin-Lösung) und zur Chlorung von Kleinschwimmbädern (0,5 ppm freies Chlor) wird es eingesetzt.

Chlorkalk dient zur Behandlung von Abortgruben (1 kg Chlorkalk auf 5 l Wasser). Die Wirkung ist jedoch wegen hoher Chlorzehrung nicht sicher. Besser ist Kalkmilch, die aus 3 Teilen Wasser und 1 Teil Kalziumhydroxid  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  hergestellt wird.

Eine Schutzbrille ist, wegen Verätzungsgefahr beim Ansetzen und Anwendung, zu tragen.

### Organische Chlor Verbindungen

**Chloramine** (im Handel als Chloramin B und T) spalten langsam Chlor ab und entfalten eine länger anhaltende mikrobizide Wirkung. Sie sind zur Trinkwasserdesinfektion (0,05 % = 500 ppm) und zur Händedesinfektion (1 %) geeignet.

## Jod und Jodophore

Jod als rasch wirkendes Desinfektionsmittel mit breitem mikrobizidem Spektrum wurde in den letzten Jahren mehr und mehr durch Jodersatzmittel, sog. Jodophore, abgelöst.

Nachteile des Jods sind Jodallergien, Beeinträchtigung der Schilddrüsenfunktion durch Resorption, Verfärbung der zu desinfizierenden Objekte.

Jodophore ersetzen Jod. Es handelt sich um Komplexverbindungen des Jods mit oberflächenaktiven Substanzen, etwa Polvinylpyrrolidon (PVP). Sie besitzen einen PVP-J-Gehalt von 7 bis 10 %, jedoch nur 0,5 bis 1,75 % Jod, von dem etwa 4/5 für die Desinfektion verfügbar sind.

Vorteile des Jodophors, sind eine geringe Hautreizung, minimale Korrosionswirkung bei Metallen und minimale oder fehlende Verfärbung der zu desinfizierenden Objekte.

Jodophore dienen, in wässrigen Lösungen, zur Schleimhaut- und Wunddesinfektion, auch bei Verbrennungen und zur Spülung von Körperhöhlen. Sind enthalten

- in alkoholischer Lösung zur Hautdesinfektion,
- in Flüssigseifen zur Händedesinfektion und für desinfizierende Waschungen,
- in Salbe oder Gel zur Wundbehandlung und Abdeckung.

Das Wirkungsspektrum umfasst Viren, Bakterien, Pilze und Protozoen (Trichomonaden).

Die Deutsche Vereinigung zur Bekämpfung der Viruskrankheiten definiert ein Desinfektionsmittel nur dann als viruswirksam, wenn es innerhalb der vorgesehenen Einwirkungszeiten eine Reduktion des Virustiters um den Faktor 10<sup>4</sup> bewirkt.

Handelsübliche PVP-Jod-Lösungen mit einem titrimetrisch bestimmten J<sub>2</sub>-Gehalt von 0,66 bis 1,0% erbrachten nach 5 Minuten Einwirkungszeit ein log<sub>10</sub> Virustiterabfall von maximal nur 1,62.

Testviren waren Polio- und Adenoviren.

Die bakterizide Wirkung von PVP-Jod-Waschkonzentraten ist nicht sehr ausgeprägt: Nach Untersuchungen von ROTTER (1979) ist die Keimreduktion nur vergleichbar mit der Anwendung von Schmierseife. Die beste Keimreduktion hat PVP-Jod-Alkohol (50%iger Isopropylalkohol); er dient zur chirurgischen Händedesinfektion.

## Bispyridine

### Allgemein:

Sie gehören ähnlich wie quarternäre Verbindungen zur Gruppe der kationaktiven Verbindungen, haben jedoch im Gegensatz zu diesen zwei kationische Zentren.

Antimikrobiell sehr gut wirksame Substanz dieser Gruppe ist das Octenidindihydrochlorid.

Es ist außerordentlich stabil und in sehr niedriger Konzentration und vor allem sehr ausgeglichen wirksam.

Behält nach Adsorption an der Haut und Schleimhaut seine antimikrobielle Wirkung bei - also **Remanenzwirkung** - jedoch keine Resorption gegeben.

#### **Einsatz:**

als Hautantiseptikum (Octenisept enthält die Wirkstoffkombination Octenidin + 2-Phenoxyethanol) Kombination von 0,1 g Octendindihydrochlorid mit 30 g 1-Propanol und 45 g 2-Propanol (Neo-Kodan®). Die vollständige Wirkung ist bereits nach 15 Sekunden gegeben.

Chirurgische Händedesinfektion: Das Präparat ist nach 3 Minuten deutlich wirksamer als der Standard 60 % 1-Propanol und 5 Minuten Anwendung.

Einsatz zur antiseptischen Behandlung von Schleimhäuten - Anwendung um Urogenitalbereich: wässrige Lösung von 0,1 g Octenidindihydrochlorid und 2 g Phenoxyethanol (Octenisept®)

Bei Anwendungszeiten an der Haut der Vagina von 0,5 – 1 Minute und 1-2 Minuten. Nach der Einwirkungszeit ist eine Keimreduktion von > 99 % sowie durch Remanenzwirkung nach 30 Minuten eine Steigerung bis 99,9 % erreichbar.

**Wirkungsbereich:** Bakterien und Pilze, in 30 Sekunden inaktiviert Herpes Simplex, HBV, HIV in 1-2 Minuten

### **Kationische Tenside und amphotere Tenside**

#### **Allgemein:**

Nahezu in allen VAH-gelisteten Desinfektionsreinigern für die Flächendesinfektion sind kationische bzw. amphotere Tenside enthalten. Diese sog. quaternären Ammoniumverbindungen (Quats, QAV) besitzen außer der Desinfektions- auch eine Reinigungswirkung. Sie sind geruchsarm und auf praktisch allen wasserbeständigen Oberflächen einsetzbar. Nachteilig ist die geringe Wirkung bei Raumtemperatur, sie wirken nicht, oder nur sehr eingeschränkt, viruzid. Die entsprechenden Produkte sind deshalb nicht in der RKI-Liste enthalten. Außerdem wirkt sich der große Seifenfehler nachteilig aus, d.h. die quaternären Ammoniumverbindungen reagieren mit anionischen Tensiden - den Seifen - zu einem unlöslichen Riesenmolekül, das nahezu wasserunlöslich ist. Auf den entsprechenden Flächen kommt es zu Quietsch- und Klebeeffekten. QAV sind aus der Desinfektion nicht mehr wegzudenken. Der niedrige Dampfdruck, der diese Verbindungsgruppe auszeichnet, ermöglicht die Desinfektion großer Flächen, ohne dass nennenswerte Mengen an QAV in die Gasphase gehen und Verwender oder Dritte gefährden. Ein zweiter Vorteil wird durch die beiden weiteren Namen der QAV beschrieben.

Während die QAV früher Invertseifen genannt wurden, hat sich jetzt der Name „kationische Tenside“ eingebürgert. Sowohl der Ausdruck Invertseifen als auch die Beschreibung als kationische Tenside beschreiben die Fähigkeit der QAV, Fette und Öle in Wasser zu solubilisieren und löslich zu machen. Neben den Fett lösenden Eigenschaften benetzen QAV hydrophobe Oberflächen wie PVC oder gewachstes Linoleum gut, so dass viele Desinfektionsreiniger mit QAV als Wirkstoffen formuliert sind.

Desinfektion im Küchenbereich. In Kombination mit anderen Wirkstoffklassen, z.B. Alkoholen und Aldehyden, dienen Quats zur Haut- und Händedesinfektion, auch zur Flächen- und Instrumentendesinfektion.

#### **Nachteile:**

Wirkungslücken wie Unwirksamkeit gegen Mykobakterien, hydrophile Virusarten und Sporen, schwache Wirksamkeit gegen Pseudomonaden, außerdem die Unverträglichkeit mit anionischen Tensiden (Seifen), d.h. der durch Neutralisation bedingte Seifenfehler.

Wirkungseinschränkung durch hartes Wasser, hoher Eiweißfehler.

**Wirkung:**

Die Oberfläche von Pilzen, grampositiven Bakterien und anderen Organismen ist negativ geladen. Quaternäre Ammonium- und Phosphoniumverbindungen reagieren mit den negativen Ladungen auf der Oberfläche der Mikroorganismen und neutralisieren diese. Gleichzeitig verlieren die Invertseifen ihre Wasserlöslichkeit und blockieren einen Teil der Oberfläche des Mikroorganismus. Das geschieht bei Konzentrationen von wenigen µg/ml Invertseife in der Desinfektionslösung. Die Belegung der Oberfläche der Mikroorganismen ist eine eindeutige Funktion der Konzentration der QAV, deren Verlauf durch Zusatzstoffe in der Lösung verändert werden kann.

**Wirkungsbereich A:**

Kationische Verbindungen sind mit Ausnahme bei Mykobakterien bakterizid und fungizid. Hinweis: Amphotere Tenside weisen keine Wirkungslücke bei den Mykobakterien auf.

**Materialverträglichkeit:**

Sehr gut gegenüber allen Materialien und der Haut verträglich.

**Abbaubarkeit:**

biologisch schlecht abbaubar.

## Phenole und Phenolderivate

**Allgemein:**

Phenole (Karboll) und Phenolderivate sind Benzolabkömmlinge. Alle diese Produkte sind krebserregend. Die Phenole werden hauptsächlich zur Desinfektion von Körpersekreten verwendet, hierfür sind sie gut geeignet und in der RKI-Liste aufgeführt. Phenolhaltige Desinfektionsmittel werden meist zur Instrumentendesinfektion eingesetzt. Phenole sind bräunlich gefärbt und haben einen intensiven Eigengeruch.

Kresol ist bei normalen Raumtemperaturen nur zu 5 % in Wasser löslich. Zur besseren Löslichkeit wird es mit Seife emulgiert (Kresolseife).

Durch Aldehyde lässt sich die antimikrobielle Wirkung von Phenolen aufheben (OH-Gruppen werden besetzt).

**Wirkung:**

Adsorption an der Zellwand, Zerstörung der Zellwand und Eindringen in die Zelle. Dort denaturieren sie das Eiweiß und führen zur Auflösung der Zelle.

**Wirkungsbereich A:**

Die antimikrobielle Wirkung des Phenolmoleküls (freie OH-Gruppe und aromatischer Ring bilden das reaktive Zentrum) wird durch fettlösende (lipophile) Gruppen verstärkt. Von Bedeutung sind dabei vornehmlich Chlor- und CH<sub>3</sub>-Substituenten, wobei die Wirkungssteigerung von deren Stellung abhängt. Diese Wirkungssteigerung ist jedoch nicht bei allen Spezies gleich groß. So erhöht sich in vielen Fällen die Wirksamkeit gegen *S. aureus*, z. B. beim Vergleich von 4-Chlor-3,5-xylol mit Phenol, jedoch nicht gegen *P. aeruginosa*. Dieser Erreger reagiert insgesamt wesentlich unempfindlicher und durchbricht diese Regel.

Hinsichtlich der fungiziden Wirkung der Monophenole ergibt sich folgende Reihenfolge:

Phenol < Kresol < Thymol < Chlorthymol. Substituierung durch Halogene erhöht die fungizide Wirkung, wobei folgende Reihenfolge gilt: I > Br > Cl.

Phenylphenole und Bisphenole sind im Allgemeinen wirksamer als Monophenole bei zugleich besserer Verträglichkeit, wobei zwischen den Bisphenolen große Unterschiede bestehen. Das



Wirkungsoptimum ist gegeben bei der OH-Gruppe in 2,2-Position und steigt weiter bei Einführung von Halogenen, speziell gegen gram-positive Bakterien. Das Optimum wird bei Halogenierung in 4-Position jedes Rings erreicht. Andererseits ist die erhöhte Halogenierung mit einer erhöhten Toxizität verbunden.

Alkyl- und Arylphenole, vor allem aber halogenierte Phenole weisen eine gut mikrobizide Wirkung auf. Sie erstreckt sich nicht auf Sporen und hydrophile unbehüllte Virusarten (z.B. Enteroviren).

#### **Gefährdung:**

Untersuchungen haben gezeigt, dass Neugeborene, deren Zimmer mit phenolhaltigen Desinfektionsmitteln, z.B. mit Sagrotan® desinfiziert wurden, eine Hyperbilirubinämie bekamen. Personal, das mit phenolischen Desinfektionsmitteln arbeitete, schied Phenol im Urin aus. Die Substanz wird perkutan und bei großflächiger Anwendung auch über den Respirationstrakt resorbiert.

#### **Materialverträglichkeit:**

Phenole sind ätzend, zerstören Gummi. Acrylglas wird angegriffen.

#### **Abbaubarkeit:**

Phenole sind biologisch schwer abbaubar.

## **Metalle / Metallsalze**

#### **Allgemein:**

Bereits Spuren von Schwermetallen wirken auf Mikroorganismen wachstums-hemmend, sog. oligodynamische Wirkung (mit wenig aktiv sein).

Auf die zunächst nur reversible Adsorption mit mikrobiostatischer Wirkung folgt nach längerer Einwirkungszeit meist eine irreversible Schädigung.

Metalle sowie Metallsalze, z.B. Silber, Kupfer, Zinn, Aluminium, Cadmium und Quecksilber.

Man findet sie als Synergist z.B. bei der Trinkwasserdesinfektion.

#### **Wirkung:**

Die Desinfektion durch Schwermetalle wird mit dem Begriff „oligodynamischer Effekt“ umschrieben. Die oligodynamische Wirkung nimmt in der Reihenfolge Cadmium - Silber - Messing - Kupfer - Quecksilber ab. Oxidierte Formen dieser Elemente sind stärker wirksam als die Elemente selbst. In Lösung sind folglich die Ionen als mikrobizides Agens anzusehen.

Desinfektionswirkung von Schwermetallverbindungen hängt damit von ihrem Dissoziationsgrad ab. Die desinfizierende Wirkung von Schwermetall-Ionen beruht auf einer Reaktion mit Enzymen oder Zellwandproteinen. Dabei kommt es zur Blockierung von SH-Gruppen oder zur Reaktion mit Schwefelbrücken von Enzymen, insbesondere Dehydrogenasen und zur Bildung von Metallsulfiden. Besonders betroffen sind die Aminosäuren Zystein und Methionin. Eine solche Reaktion findet übrigens auch statt, wenn ein Silberlöffel mit Hühnereiweiß in Berührung kommt: Durch Bildung von Silbersulfid resultiert Schwarzfärbung.

Die Reaktion mit schwefelhaltigem Eiweiß bedingt natürlich auch den Eiweißfehler der organischen Schwermetallverbindungen. Eine gewisse Ausnahme bilden Zinnverbindungen; sie haben nur einen sehr geringen Eiweißfehler.

#### **Materialverträglichkeit:**

Silber, Kupfer und Quecksilber können auf unedleren Metallen zu starken Korrosionsschäden führen durch Bildung von Lokalelementen.

**Abbaubarkeit:**

Da es sich bei allen verwendeten Metallen um Schwermetalle handelt, die nicht biologisch abbaubar sind und sogar akkumulieren können, muss ihr Einsatz im Hinblick auf ihre Ökotoxizität genau überlegt werden.

**Beispiele:**

**organische Quecksilberverbindung** (Phenylquecksilberborat (Merfen®) oder –nitrat)

Anwendung: Haut-, Schleimhaut- und Wunddesinfektion

Vorteile: reizlose Verträglichkeit auf Haut und Schleimhäuten

Nachteile: hoher Eiweißfehler und zunehmende Resistenz von Staphylokokken, Umweltbelastung durch fehlende biologische Abbaubarkeit

**Tributyl - Zinnbenzoat** (in INCIDIN®):

Die Substanz wird hauptsächlich in Kombination mit Aldehyden und quarternären Ammoniumverbindungen sowie Alkoholen eingesetzt (synergetische Wirkung).

## Sauerstoffabspalter

**Allgemein:**

Bei den Sauerstoffabspaltern sind flüssige Produkte wie Wasserstoffperoxid und Peressigsäure sowie Pulvergemische aus einem Sauerstoffträger wie Perborat oder Percarbonat und einem Aktivator zu unterscheiden. Letztere reagieren erst in Lösung miteinander um Aktivsauerstoff, d.h. mikrobizid wirkenden Sauerstoff zu bilden. Die Produkte weisen eine geringe Toxizität auf und gute Gewebeverträglichkeit. Nachteilig ist die oftmals geringe Beständigkeit; im Allgemeinen müssen die Lösungen frisch hergestellt werden. Die meist jedoch ungefährlichen und biologisch gut abbaubaren Zerfallsprodukte sind vorteilhaft. Bei der Peressigsäure sind die hohe Korrosionswirkung und der stechende Geruch zu berücksichtigen.

**Wirkung:**

- Oxidation von Aminosäuren und Proteinen, Oxidation von Thiolgruppen und dadurch irreversible Schädigung von wichtigen Proteinen in Bakterien, Pilzen, Viren und Sporen
- Irreversible Zerstörung von Stoffwechselzentren in Bakterien und Pilzen
- Oxidative Zerstörung der Zellhülle von Bakterien und Pilzen
- Deaktivierung wichtiger Enzyme von Bakterien, Pilzen, Viren und Bakteriensporen

**Materialverträglichkeit:**

Sauerstoffabspalter können bei hoher Konzentration zu Korrosionsschäden führen

**Abbaubarkeit:**

Sauerstoffabspalter sind bis auf Phthalate leicht biologisch abbaubar.

## Oxidierende Substanzen (Kategorie Peroxid)

**Allgemein:**

Als oxidierende Substanzen zur Desinfektion dienen anorganische und organische Peroxide. Bedeutsam sind in der Desinfektionspraxis

- Hydroperoxide
- Percarbonsäuren.

Korrosionseigenschaften, Temperaturabhängigkeit und Stabilisierungsschwierigkeiten erschweren die Anwendung ohne Synergisten. Perverbindungen dürfen nicht als chemisch reine Substanzen gehandhabt werden.

Handelsprodukte müssen phlegmatisiert, stabilisiert und entschärft sein. Außerdem muss die Arbeitsweise peinlich sauber sein.

Aktuell werden sie mehr den je verwendet, da ihre Zerfallsprodukte ungiftig sind.

### **Beispiel: Wasserstoffperoxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)**

Es ist als Perhydrol in 30 bis 40%iger stabilisierter Lösung im Handel. Technisch dient es als Bleichmittel. Zur Schleimhautdesinfektion (z.B. Mundpflege) kommt es 3%ig, zur Flächendesinfektion 8 bis 10%ig (1 Teil Perhydrol + 4 Teile Wasser) in Frage. Es dient für die Desinfektion von Umlaufsprühbefeuchtern, wasserführenden Systemen, in Saunabetrieben etc.

## **Säuren und Laugen**

Säuren und Laugen wirken mikrobizid, so dass z. B. in der Sanitärreinigung, welche mit kalklösenden sauren Produkten durchgeführt wird, auf eine prophylaktische Desinfektion im Allgemeinen verzichtet werden kann. Auch beim Einsatz von Fett lösenden alkalischen Reinigern kann auf Grund der verseifenden Wirkung auf Eiweiß auf eine prophylaktische Desinfektion weitgehend verzichtet werden.

### **z. B. Peressigsäure (PES)**

#### **Allgemein.**

Die Peressigsäure (Percarbonsäure PES) dringt in die Mikroorganismen vollständig ein und zerstört das Enzymeiweiß irreversibel. Das heißt, es kommt ohne Scheuer-Wisch-Desinfektion zu einer vollständigen Durchdringung der Mikroorganismen und zu einer Zerstörung von innen heraus, so dass eine Folgeinfektion nicht auftreten kann.

Aus den vorangegangenen Ausführungen ergibt sich, dass beim Freiwerden von unbekanntem biologischen Agenzien die Peressigsäure das Desinfektionsmittel für den Einsatz ist.

Sie ist als Desinfektionsmittel schon seit 100 Jahren bekannt und hat eine sehr wechselvolle Geschichte hinter sich von Anerkennung bis Ablehnung war alles vertreten. Dies hängt mit den Vor- und Nachteilen der Peressigsäure beim Einsatz zusammen.

Die wichtigsten Vorteile sind

- das allumfassende mikrobiologische Wirkungsspektrum
- die im Vergleich zu anderen Desinfektionsmitteln niedrige Anwendungskonzentration
- die äußerst rasche Wirksamkeit, d.h. die notwendigen Einwirkzeiten werden stark verkürzt
- die Wirksamkeit bis etwa - 40° C
- der Abbau in völlig unbedenkliche Produkte Essigsäure und Wasser
- keine allergenen Eigenschaften bekannt
- bisher keinerlei Resistenzbildung nachgewiesen

#### **Einsatzhinweise:**

Beim Einsatz der Peressigsäure treten einige Nachteile zu Tage.

Das Konzentrat ist stark aggressiv und weist einen sehr stechenden Geruch auf.

Die korrosive Wirkung der Peressigsäure gegenüber unedlen und Buntmetallen sowie deren Legierungen wie Eisen, Messing und Kupfer ist gegeben. Hierdurch beschleunigt sich auch noch die Zersetzung des Desinfektionsmittels.

Ein weiteres Problem bildet die geringe Lagerstabilität des Konzentrates, die ggf. nur ein Jahr beträgt.

Man geht heute davon aus, dass die Peressigsäure eines der wirksamsten Desinfektionsmittel überhaupt ist. Sie findet heute ihren Einsatz in vielen spektakulären Bereichen wie z. B. im Rahmen der B-Kriegsforschung sowie allgemein in speziellen Desinfektionen im militärischen Bereich, Desinfektion von Rettungsdienstfahrzeugen. Die Astronauten wurden nach der Rückkehr vom Mond damit desinfiziert. Sie wird auch eingesetzt zur Desinfektion - auch Raumdesinfektion - in der Lebensmittelindustrie und in der Tierhaltung.

### **Zusammenfassung:**

Gerade in Extremsituationen ist die Peressigsäure ein Desinfektionsmittel, welches zur Anwendung kommen kann.

Zu diesen Extremsituationen gehören auch bioterroristische Anschläge.

Die Peressigsäure ist ein Produkt, welches alle Wirkungsbereiche abdeckt und das wesentlich besser als das allen bekannte Formaldehyd.

Zwar ist auch die Peressigsäure nicht für alle Desinfektionsmaßnahmen geeignet; sicher lohnt es sich doch, bei der Auswahl chemischer Desinfektionsmittel, die Einsatzmöglichkeit von Peressigsäure in Erwägung zu ziehen.

## **Ozon**

### **Allgemein:**

Ozon oxidiert Bakterien. Es ist ein farbloses Gas und hat einen charakteristisch, stechenden Geruch, der oft mit elektrischen Funken und Gewitterstürmen in Verbindung gebracht wird. Der Geruch wird durch die menschliche Nase bei Konzentrationen zwischen 0,02 und 0,05 ppm wahrgenommen. Dies entspricht ca. dem 1/100stel des Grenzwertes für eine begrenzte Exposition von bis zu 15 Minuten.

Ozon ist ein instabiles Gas, das bei normalen Temperaturen zum zweiatomaren Sauerstoff zerfällt. Der Zerfall wird durch Kontakt mit festen Oberflächen und chemischen Substanzen sowie durch Wärmeeinwirkung beschleunigt.

Aufgrund seiner oxidierenden Wirkung ist es für den Menschen giftig (AGW-Wert = 0,2 mg/m<sup>3</sup>). Ozonaufnahme führt oft zu heftigem Schläfenkopfschmerz. Das Gas riecht in hohen Konzentrationen aufgrund der oxidierenden Wirkung auf die Nasenschleimhaut charakteristisch stechend-scharf, während es in geringen Konzentrationen geruchlos ist. Die Geruchsschwelle liegt bei 40 µg/m<sup>3</sup>, allerdings gewöhnt man sich schnell an den Geruch und nimmt ihn dann nicht mehr wahr.

### **Gesundheitsgefahr**

Die EU hat die Richtwerte für die Ozonkonzentration festgelegt. Keine Gefahr für die Gesundheit besteht laut EU-Richtlinie durch Ozon unter einem Gehalt von 110 µg/m<sup>3</sup>.

Weil Ozon ein instabiles Gas ist, besteht eine mögliche Explosionsgefahr bei hohen Temperaturen in Anwesenheit von Materialien wie Wasserstoff, Eisen, Kupfer und Chrom.

Ozon dient zur Desinfektion von Trinkwasser, das in Europa seit über 100 Jahren benutzt wurde. Es wird ebenfalls zur Desinfektion von Wasser in Schwimmbädern verwendet.

Es liegen keine wissenschaftlichen Studien vor, ob der Gebrauch von Ozon jemals einen Todesfall verursacht hat. Trotzdem darf in Badewasser nach dessen Aufbereitung max. 0,05 ppm Ozon vorhanden sein.

Bedenken über die Ozon-Schicht und des Ozon-Niveaus in den Städten vermitteln häufig den Eindruck, dass der Gebrauch von Ozon schlecht für die Umwelt sein könnte.

Das ist nicht der Fall, da Ozon aus reinem Sauerstoff gebildet wird und zu reinem Sauerstoff zerfällt. So verschwindet es, sobald es benutzt worden ist, restlos

## 5 Wirkungsweise von Desinfektionsmitteln

Die Wirksamkeit der Desinfektionsmittel ergibt sich aus einer irreversiblen Reaktion mit spezifischen chemischen Gruppen an der Zellwand, der Zytoplasmamembran beziehungsweise dem Eiweiß. Reaktionen des Desinfektionsmittels mit den Zellwänden, z. B. durch Säuren und Laugen, führen zur Zerstörung der Zellstrukturen. So führt beispielsweise die Reaktion von Aldehyden, speziell Formaldehyd, mit der Zytoplasmamembran zu ihrer Versiegelung. Dadurch geht deren Semipermeabilität („Durchlässigkeit“) verloren, so dass eine Zellverorgung und Zellentsorgung unmöglich wird. Im Prinzip wird die Oberflächenstruktur verhärtet.

Die Wirkungsweise der Sauerstoffabspalter (Perverbindungen) beruht auf der Reaktion mit den Strukturproteinen der Zelle, besonders aber mit den Enzymproteinen. Dabei oxidieren bestimmte Sulfhydrylgruppen, wodurch diese Gruppen für weitere Reaktionen nicht mehr zur Verfügung stehen. Die Enzymproteine werden irreversibel geschädigt.

## 6 Alternative Desinfektionsmittel im Terrorfall

Im Fall eines Anschlages mit biologischen Kampfstoffen muss mit möglichst geringer Reaktionszeit gehandelt werden. Oftmals wird es nicht möglich sein, die verwendeten Erreger zu analysieren. Daher versteht sich von selbst, dass Produkte mit einer umfassenden Wirkung zum Einsatz kommen.

Dies sind die Aldehyde, bevorzugt Formaldehyd sowie die Sauerstoffabspalter und hierbei das wirksamste Produkt die Peressigsäure.

### Anwendungsgebiete

- reaktiver Wirkstoffe: Sporizidie, z.B. *Clostridium difficile*
- Wirksamkeit gegen (hydrophile) unbehüllte Viren, z.B. Norovirus, HAV

Bei der Auswahl der Mittel sollte jedoch die unterschiedliche Wirkungsweise beachtet werden. Bei der Raumesinfektion mit Formaldehyd im Krankenhausbereich sollte eine Flächendesinfektion, d.h. eine Scheuer-Wisch-Desinfektion vorangehen, um die Eiweißhüllen aufzubrechen, da Formaldehyd einen starken Eiweißfehler besitzt.

Die Mikroorganismen sollten ohne Schutz durch Eiweißsubstanzen der Einwirkung von Wasserstoffperoxid ausgesetzt sein.

Im Terrorfall ist die Raumesinfektion nicht zu empfehlen, da Bakterien ohne mechanische Zerkleinerung, d. h. Entfernung der Eiweißhülle, möglicherweise nicht vollständig erreicht werden und die Bakterienhaufen zwar mit einer Formaldehyd-Reaktionsschicht überzogen sind, im Innern jedoch noch intakte Mikroorganismen vorhanden sind, so dass es zu einem erneuten Ausbrechen einer Infektion kommen kann.

## 7 Anwendung Desinfektionsmittel im Atemschutz

Bitte informieren Sie sich dazu im Abschnitt „Hinweise zur Durchführung von Desinfektion im Atemschutz“

## 8 Sicherheitshinweise für den Umgang mit Desinfektionsmitteln

Hinweise zum Umgang mit alkoholischen Desinfektionsmitteln finden sich in den Berufsgenossenschaftlichen Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (BGR), in diesem Falle u. a. in der BGR 206 - Desinfektionsarbeiten im Gesundheitsdienst.

Zu Desinfektionsmitteln führt diese BGR 206 u. a. aus, dass die im Gesundheitsdienst eingesetzten Desinfektionsmittel vielfach Arzneimittel im Sinne des § 2 Arzneimittelgesetz oder Medizinprodukte sind. Insofern fallen diese nicht unter die Kennzeichnungs- und Verpackungsvorschriften des 3. Abschnittes der Gefahrstoffverordnung;

Sicherheitsdatenblätter nach § 14 Gefahrstoffverordnung sind somit für diese Mittel nicht zwingend erforderlich. Diese Verordnung verpflichtet aber die Hersteller, dem Anwender auf Verlangen mindestens die arbeitsschutzrelevanten Informationen zur Verfügung zu stellen, die in einem Sicherheitsdatenblatt enthalten sein müssen.

In der BGR 206 finden sich auch Ausführungen zu sicherheitstechnischen Fragen bei Einsatz von alkoholischen Desinfektionsmittel, z. B. zum Brand- und Explosionsschutz, da die Dämpfe alkoholischer Desinfektionsmittel - auch in geringen Mengen - mit Luft eine explosionsfähige Atmosphäre schaffen können.

Ansonsten sind Hersteller und Importeure von Desinfektionsmitteln grundsätzlich verpflichtet, Informationen über die Gefährdung durch diese Mittel und über entsprechende Schutzmaßnahmen zu geben (Sicherheitsdatenblätter).

darüber hinaus verlangt die Gefahrstoffverordnung zusätzlich, die Desinfektionsmittel-Behältnisse zu kennzeichnen und auf Risiken beim Umgang hinzuweisen sowie Sicherheitsratschläge zu geben (siehe auch R- und S-Sätze nach Richtlinie 67/548/EWG).

Grundsätzliche Anmerkungen zur Anwendung von (alkoholischen) Desinfektionsmitteln :

- bei der Flächendesinfektion eine gezielte Wischdesinfektion dem Versprühen von Desinfektionsmittel vorziehen. Neben einer geringeren Wirkung werden die Atemwege des Durchführenden belastet.
- Brand- und Explosionsgefahren weitestgehend vermeiden, indem die ausgebrachte Menge des alkoholischen Desinfektionsmittel begrenzt wird.
- Bei einer Ausbringung von 50 ml je m<sup>2</sup> zu behandelnder Fläche wird die untere Explosionsgrenze, z. B. 3,5 Vol.-% bei Ethanol im gesamten Raum, bei weitem nicht erreicht. Pro m<sup>2</sup> Grundfläche eines Raumes dürfen zur Wischdesinfektion aber nur 100 ml alkoholisches Desinfektionsmittel ausgebracht werden.
- Auch bei Verwendung geringer Mengen alkoholischer Desinfektionsmittel z. B. bei der Hautdesinfektion bestehen Brand- und Explosionsgefahren.
- Vor dem Einsatz elektrischer Geräte die Abtrocknung des Mittels abwarten.
- Bei bestimmungsgemäßer Verwendung von Händedesinfektionsmitteln ist mit Brand- oder Explosionsgefahren nicht zu rechnen; dennoch sollte man darauf achten, dass die Desinfektion nicht in der Nähe von Zündquellen erfolgt.

## Literatur- und Quellennachweis

BGR 206, BG-Regel: „Desinfektionsarbeiten im Gesundheitsdienst“, Download bei [www.baua.de](http://www.baua.de)

TRGS 900 Arbeitsplatzgrenzwerte, Download bei [www.baua.de](http://www.baua.de) oder [www.juris.de](http://www.juris.de)

Richtlinie 67/548/EWG (29. Anpassung, R- und S-Sätze): Richtlinie zur Einstufung, Verpackung und Kennzeichnung gefährlicher Stoffe. Download:

[http://ec.europa.eu/environmen1/dansub/main67\\_548/index\\_de.htm](http://ec.europa.eu/environmen1/dansub/main67_548/index_de.htm) und [www.baua.de](http://www.baua.de)

Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 525 „Umgang mit Gefahrstoffen in Einrichtungen zur humanmedizinischen Versorgung“, Mai 1998. Download unter [www.baua.de](http://www.baua.de)

Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (GefStoffV), 1993, Download: [www.baua.de](http://www.baua.de), [www.juris.de](http://www.juris.de)

BG/BIA Empfehlungen 1039 Flächendesinfektion in Krankenhausstationen

Eickmann U, Halsen G, Wegschneider W: Gefahrstoff-Exposition bei Arbeiten mit Desinfektionsmitteln. (Zu beziehen über die BGW [Hrsg.]: [www.bgw-online.de](http://www.bgw-online.de))

U. Eickmann, Desinfektionsmittel im Gesundheitsdienst, Informationen für eine Gefährdungsbeurteilung, Reihe Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, Nr. 1 / 2, 2007

Dr. F. v. Rheinbaben „Infektionsschutz durch Desinfektionsmittel und –verfahren“, Vortragsexpose

W. Gabler „Desinfektion im Atemschutz“, Lehr- und Ausbildungsmaterial Weka, Augsburg 2004

W. Gabler „Desinfektion in der cSA-Werkstatt“, Lehr- und Ausbildungsmaterial Weka, Augsburg 2004

Desinfektionsmittellisten von

- Vereinigung angewandte Hygiene (VAH), Download unter [www.vah-online.de](http://www.vah-online.de)
- Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie (DGHM) , Download unter [www.dghm.de](http://www.dghm.de)
- Robert Koch Institut (RKI) , Download unter [www.rki.de](http://www.rki.de)
- Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft (Bereich Tierhaltung, Bereich Lebensmittelwirtschaft) (DVG)

Richtlinien/Merkblätter

- Robert Koch Institut
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, heute: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
- Richtlinie der vfdb R10/04 Dekontamination bei Einsätzen mit AB-Gefahren

## **Anlagen**

Beispiel für eine Betriebsanweisung: Sekumatic FDR

Beispiel für ein Technisches Datenblatt: Sekumatic FDR

Beispiel für ein Sicherheitsdatenblatt: Sekumatic FDR