

### 5.3.3.5 Aldehyde

Die wichtigsten Mittel aus dieser Gruppe sind Formaldehyd und Glutaraldehyd. Glyoxal, ein weiteres Desinfektionsmittel, wird aufgrund seiner geringeren Wirkung wenig genutzt.

#### Biozide Wirkmechanismen

Formaldehyd und Glutaraldehyd interagieren mit Proteinen und Nukleinsäuren, mit  $\text{NH}_2$ -,  $\text{COOH}$ -,  $\text{SH}$ -,  $\text{OH}$ -Gruppen<sup>1</sup>. Allgemein beruhen die Wirkungen von Aldehyden auf der relativ leicht zugänglichen und stark reaktiven Aldehydgruppe, welche Peptide mit primären Aminen oder Guanidylgruppen unter Bildung von Schiff'schen Basen kovalent verknüpfen. Diese Quervernetzungen können zwischen Proteinen untereinander und/oder Proteinen mit DNA stattfinden. Eine solche Störung der strukturellen Integrität der Proteine bzw. DNA bewirkt in aller Regel die Denaturierung und somit einen kompletten Aktivitätsverlust<sup>2</sup>.

Bei Formaldehyd ist unklar, ob eine Wirkung in der Zellwand/äußeren Membran vorliegt. Glutaraldehyd ist ein Quervernetzer in der Zellwand und äußeren Membran (Peptidoglykan und Teichonsäure bei Gram-positiven Bakterien/Lipoprotein bei Gram-negativen Bakterien<sup>1</sup>). Beide reagieren mit Thiol-Gruppen in der cytoplasmatischen Membran und im Cytoplasma findet Alkylierung, Quervernetzung, Koagulation, und Reaktion mit Aminogruppen statt. Alle Reaktionen finden bei niedrigen Aldehydkonzentrationen statt<sup>1</sup>.

Formaldehyd liegt in wässriger Lösung als Methylenglycol ( $\text{HOCH}_2\text{OH}$ ) vor. Auch Oligomere davon sind möglich  $\text{HO}(\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$ . Formaldehyd als Aldehyd ( $\text{H}_2\text{C}=\text{O}$ ) liegt bis zu einer Konzentration von 0,1 % (w/v) vor<sup>3</sup>. Im schwach alkalischen Milieu verschiebt sich das Gleichgewicht zur Aldehydform. Auch Glutaraldehyd kann polymerisieren. Bei beiden ist das Monomer die aktivste Form<sup>1</sup>.

Eine saure Glutaraldehydlösung ist stabil, eine basische Lösung ist aktiver (aktivierte Lösung). Letztere verliert die höhere Aktivität aber innerhalb von zwei Wochen, es sei denn, die Lösung wird stabilisiert<sup>1</sup>. Je höher der pH der Umgebung, desto mehr reaktive Stellen zur Aldehydbindung liegen in der Zelle vor<sup>1</sup>. Glutaraldehyd reagiert mit den Amino- und Sulfhydrylgruppen im alkalischen Bereich am stärksten<sup>1,4</sup>.

#### Wirkungsspektrum

Bakterien, Bakteriensporen, Viren und Pilze.

Wirkungsverlangsamung bei Temperaturen unter  $10\text{ }^\circ\text{C}$ <sup>5</sup>.

## Anwendung

- Aldehyde sind gut wasserlöslich, besitzen aber einen ausgeprägten Temperatur-Zeitfaktor. Von einer Anwendung unter 10 °C wird abgeraten (<8 °C Polymerisation zu Paraformaldehyd - toxisch für Fische).
- Die Desinfektion ist bei geschlossenen Türen und ausgeschalteten Ventilatoren durchzuführen, da Luftbewegungen die Desinfektionswirkung der Aldehyde negativ beeinflussen <sup>6</sup>.
- Für die Raumdesinfektion (auch Belüftungsanlagen) sind die Hinweise nach Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 522 und 540 zu beachten.
- Formaldehyd wird als Desinfektionsmittel in flüssiger und gasförmiger Form verwendet.
- Unter Formalin wird eine 35 - 40 %ige Formaldehydlösung mit Zusatz von Methanol verstanden <sup>5</sup>.
- Flächendesinfektion mit 0,7 - 4 %igem Formaldehyd je nach Erreger, Mindesteinwirkungszeit 2 h. Zur Flächendesinfektion werden zur Wirkungssteigerung oft Präparate in Kombination mit Reinigungssubstanzen oder Alkohol verwendet <sup>5</sup>.
- Eine 0,2 %ige Glutaraldehydlösung tötet 10<sup>4</sup> Gram-positive oder Gram-negative vegetative Bakterien innerhalb von 20 min <sup>4</sup>.
- Glyoxal bildet in Wasser stabile Hydrate, so dass die zeitweise hydratisierten Aldehydgruppen nicht mehr zur Desinfektion zur Verfügung stehen. Im Vergleich zu Formaldehyd ist die Desinfektionswirkung bis zu viermal schlechter <sup>6</sup>.
- *Bacillus anthracis*-Keime werden mit 5 % Formaldehyd bei 20 °C nach 32 h und bei 37 °C nach 90 min abgetötet <sup>4</sup>.
- Zur Bakteriensporendesinfektion sind erhöhte Konzentrationen (ca. 4 % Formaldehyd/ 2 % Glutaraldehyd <sup>4</sup>, für mindestens 2 h) erforderlich <sup>5</sup>.

## Arbeits- und Anlagenschutz bei der Anwendung

Chemische Inaktivierungsmaßnahmen dürfen nur durch entsprechend eingewiesenes Personal und nur nach Anlegen der persönlichen Schutzkleidung durchgeführt werden (Gesichtsschutz, geeignete Handschuhe, Schutzkittel, ggf. chemikalienbeständige Schürze). Das Personal muss in der sicheren und sachgerechten Anwendung unterwiesen sein.

Näheres siehe [GESTIS-Stoffdatenbank](#) unter dem jeweiligen Aldehyd.

### Formaldehyd

Reiz- bis Ätzwirkung auf Augen und Haut

Aus dem vorliegenden Informationsmaterial wurde abgeleitet, dass der Stoff als kanzerogen für den Menschen angesehen werden sollte.

### Glutaraldehyd

reizende Wirkung auf Augen, Haut und Atemwege, Beeinträchtigung der Atemfunktion, sensibilisierende Wirkung auf Haut und Atemwege

Es besteht der begründete Verdacht auf kanzerogenes Potential.

### Glyoxal

Reizwirkung auf Schleimhäute und Haut

Entwürfe für Betriebsanweisungen zum Umgang mit der Chemikalie können mit Hilfe der [GisChem-Datenbank](#) erstellt werden.

## Literatur

1. Russel A.D., Chopra I.: **Understanding antibacterial action and resistance**, 2 edn. London United Kingdom: Ellis Horwood 1996.
2. Fraenkel-Conrat H., Olcott H.S.: **The reaction of formaldehyde with proteins; cross-linking between amino and primary amide or guanidyl groups.** *Journal of the American Chemical Society* 1948, **70(8):2673-2684.**
3. Kramer A., Assadian O., Wallhäußer K.H.: **Wallhäußers Praxis der Sterilisation, Desinfektion, Antiseptik und Konservierung. Qualitätssicherung der Hygiene in Industrie, Pharmazie und Medizin ; 208 Tabellen:** Stuttgart [u.a.] Thieme, c2008; 2008.
4. Hugo W.B.: **Inhibition and destruction of the microbial cell:** Academic Press; 1971.
5. Bundesministeriums für Gesundheit und Konsumentenschutz: **Mittel und Verfahren für die Durchführung der Desinfektion bei anzeigepflichtigen Tierseuchen.** Österreich 1996
6. Kraus B.: **Die experimentelle Prüfung verschiedener Desinfektionsmittel und Desinfektionsverfahren auf Sporozidie im Modellversuch unter Berücksichtigung einiger Faktoren, die ihre Wirksamkeit beeinflussen.** Gießen 1983

## Autorenkollektiv

**Dr. Inga Michels, Prof. Dr. Christian Menge**  
Friedrich-Loeffler-Institut, Institut für molekulare Pathogenese, Jena

**Dr. Werner Philipp**  
Universität Hohenheim, Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und Umwelthygiene bei Nutztieren, Hohenheim