

# TOXIKOLOGISCHE BEWERTUNGEN

**ISBN 0937-4248**



# **Wasserstoffperoxid**

**Nr. 254**

Ausgabe 01/93

Diese Kurzfassung wurde unter Verwendung des JACC Report No. 22 „Hydrogen peroxide“, ECETOC, Januar 1993, erstellt. In dem JACC Report wird das toxikologische Profil von Wasserstoffperoxid ausführlich dargestellt.

## **1 Stoffname**

1.1	Gebrauchsname	Wasserstoffperoxid
1.2	IUPAC-Name	Wasserstoffperoxid
1.3	CAS-Nr.	7722-84-1
1.4	EINECS-Nr.	231-765-0

## **2 Synonyme, Trivial- und Handelsnamen**

Albone  
Albone DS  
Albone 35  
Hybrite  
Hydrogen dioxide  
Hydrogen peroxide  
Hydrogen superoxide  
Inhibine  
Odosat D  
Oxyfull  
Oxysept I  
Perhydrol

Perone  
Peroxaan  
Select Bleach  
Superoxol  
T-Stuff

### 3 Struktur- und Summenformel

3.1	Strukturformel	H–O–O–H
3.2	Summenformel	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>

### 4 Physikalisch-chemische Eigenschaften

4.1	Molekularmasse, g/mol	34,016
4.2	Schmelzpunkt, °C	10 %: – 6 45 %: – 33 50 %: – 52 70 %: – 40 90 %: – 11
4.3	Siedepunkt, °C	10 %: 102 45 %: 108 50 %: 114 70 %: 125 90 %: 141
4.4	Dampfdruck, hPa	Partialdampfdruck bei 30 °C 35 %: 0,5 50 %: 1,1 70 %: 1,7 90 %: 2,9
4.5	Dichte, g/cm <sup>3</sup>	10 %: 1,034 (bei 20 °C) 45 %: 1,113 (bei 20 °C) 50 %: 1,195 (bei 20 °C) 70 %: 1,288 (bei 20 °C) 90 %: 1,387 (bei 20 °C)
4.6	Löslichkeit in Wasser	in jedem Verhältnis mischbar

4.7	Löslichkeit in organischen Lösemitteln	löslich in einer Reihe von organischen Lösemitteln, wie z. B. Estern, Alkoholen, Glykolen, Ketonen; es besteht die Gefahr der Bildung explosiver Gemische bzw. organischer Peroxide
4.8	Löslichkeit in Fett	keine Information vorhanden
4.9	pH-Wert	reine Lösung 3,5 - 4,5
4.10	Umrechnungsfaktor	1 ml/m <sup>3</sup> (ppm) $\triangleq$ 1,41 mg/m <sup>3</sup> 1 mg/m <sup>3</sup> $\triangleq$ 0,71 ml/m <sup>3</sup> (ppm) (bei 1013 hPa und 25 °C)

## 5 Herstellung, Produktionsmenge und Verwendung

### 5.1 Herstellung

Durch Autoxidation von 2-Alkyl-9,10-anthrachinonen; durch Elektrolyse von wässrigen Ammoniumsulfat- oder Schwefelsäure-Lösungen.

### 5.2 Hergestellte oder eingeführte Menge

> 1000 t/Jahr.

### 5.3 Verwendung

Bleichmittel für Textilien und Zellulose; Haarbleichmittel; zur Herstellung von Peroxy-Verbindungen, wie Natriumperborat und -percarbonat; wichtig in der organischen Chemie zur Epoxidierung, Hydroxylierung, Oxidation, Oxohalogenierung und Initiation der Polymerisation; Verwendung von hochgereinigtem Wasserstoffperoxid bei der Herstellung von Silikon-Halbleiter-Chips; zur Entgiftung von Abwässern, die Formaldehyd, Phenole oder Cyanid enthalten, und von Rauch und Abgasen, die Schwefeldioxid enthalten; als Desinfektionsmittel; als Treibstoff in der Raumfahrttechnik.

## 6 Zusammenfassung und Bewertung

Eine mögliche Wasserstoffperoxid-Exposition des Menschen besteht über die Nahrung. In bestimmten Gemüsesorten wurden natürliche Gehalte von

bis zu 8000 µg/kg gefunden. Die Wasserstoffperoxid-Gehalte der Außenluft sind niedriger als die üblicherweise in ausgearmeter Luft ermittelten Werte; eine umweltbedingte Belastung über die Luft wird nur bei Nebel-Wetterlagen signifikant. Es liegen keine Daten bezüglich einer Belastung beim direkten Umgang mit Wasserstoffperoxid vor.

Wasserstoffperoxid entsteht in der Zelle im Verlauf von normalen aeroben Metabolismusvorgängen, an denen eine Anzahl enzymatischer Reaktionen beteiligt ist. Besonders zu nennen ist hier die Superoxiddismutase. Wasserstoffperoxid wird durch Enzyme wie Katalase, Peroxidase und die selenabhängige Glutathionperoxidase zu Sauerstoff und Wasser abgebaut. Die Aktivität dieser Enzyme variiert je nach Gewebeart und zwischen verschiedenen Tierspezies oder -stämmen. So liegen z. B. die Katalasewerte im Zwölffingerdarm von Ratten um Größenordnungen über denjenigen von Mäusen. Im Jejunum des Menschen wurden im Vergleich zu Mäusen um ein Mehrfaches höhere Katalasewerte gefunden. Eine Exposition gegenüber Wasserstoffperoxid induziert die Katalase-Aktivität in Bakterien. Diese Induktion ist im Gewebe von Ratten und Mäusen weniger ausgeprägt. Wasserstoffperoxid kann auch durch Übergangsmetalle (z. B. Eisen, Kupfer) abgebaut werden. Dabei bilden sich hochreaktive Hydroxylradikale, die in der Lage sind, verschiedene toxische Effekte hervorzurufen.

Wasserstoffperoxid wird nach Kontakt mit Organen und Geweben zu Wasser und Sauerstoff abgebaut. Dabei kann es zu geringgradigen Gasembolien und einer reversiblen Bleichung der betroffenen Geweberegion kommen. Größere Volumina an gasförmigem Sauerstoff können die Ablösung von Zellschichten sowie Gewebe- und Organrupturen hervorrufen. Das Ansteigen des Sauerstoffgehaltes im Blut führt zu einer hyperbarischen Oxygenierung (Partialdruckanstieg von O<sub>2</sub>).

Die akute orale Toxizität von Wasserstoffperoxid im Tierversuch ist von der Konzentration der Lösung abhängig. Die letale Dosis liegt dabei zwischen 75 und 2000 mg/kg Körpergewicht. Die akzidentielle Ingestion unbekannter Mengen 30 bis 40 %iger Lösungen wirkte bei Menschen letal. Toxische Effekte waren generell auf die ätzende Wirkung im Gastrointestinaltrakt sowie auf die Entstehung großer Volumina an Sauerstoff zurückzuführen. Auch nach Aufnahme nahezu letaler Dosen wurde innerhalb von 2 bis 3 Wochen eine vollständige Erholung beobachtet.

Die dermale Toxizität ist niedrig. Wasserstoffperoxid-Lösungen mit einem Gehalt von unter 35 % sind nicht als reizend an der Kaninchenhaut eingestuft; Lösungen mit einem Gehalt ab 50 % sind ätzend. Beim Hund wurden nach direktem Kontakt mit einer 1 %igen Lösung Effekte an der Schleimhaut von Zahnfleisch und Zunge festgestellt, während beim Menschen Mundspülungen mit bis zu 3 %igen, neutralisierten Wasserstoffperoxid-Lösungen keine Schleimhautirritationen hervorriefen. Bei therapeutischer/klinischer Anwendung, bei der 1 bis 3 %ige Lösungen direkt in Kontakt mit der Darmschleimhaut kamen, traten Kolitis und Entzündungen auf.

Wasserstoffperoxid-Lösungen von 10 % und mehr verursachen irreversible Schäden am Auge, einschließlich Erblindung. Lösungen von unter 5 % sind nicht als reizend am Kaninchenauge eingestuft. Erste Effekte an der Cornea des Kaninchenauges beobachtet man bei Applikation einer 1 %igen Lösung. Beim Menschen sind 1 bis 3 %ige Lösungen ohne sichtbare Verletzungen für Augenbehandlungen eingesetzt worden. Lösungen ab 100 ppm Wasserstoffperoxid verursachen jedoch Schmerzen und Brennen und solche mit mehr als 200 ppm Hyperämie.

Die akute Exposition gegenüber einer gesättigten Dampfatosphäre verursacht bei Nagetieren nur geringfügige klinische Symptome. Eine kurze Exposition gegenüber Aerosolen mit 9400 mg Wasserstoffperoxid/m<sup>3</sup> war für Mäuse letal, wobei die Effekte auf Respirationstrakt und Augen beschränkt waren. Nach wiederholter Exposition traten ab 80 mg/m<sup>3</sup> bei Mäusen Todesfälle auf. Bei Ratten und Hunden wurden nach langfristiger Exposition gegenüber 1 bis 10 mg/m<sup>3</sup> Reizungen des Respirationstraktes und vorübergehende Schwellungen der Haut beobachtet.

Bei Menschen, die jeweils 4 Stunden lang exponiert wurden, war die Reizschwelle für den Respirationstrakt 10 mg/m<sup>3</sup> und für die Haut 20 mg/m<sup>3</sup>. Bei diesen Konzentrationen wurden bei langfristiger Exposition Augen- und Rachenirritationen, ebenso wie allmähliches Ausbleichen der Haare berichtet. Bei beruflicher Exposition wurden, sofern ein Grenzwert von 1,4 mg/m<sup>3</sup> nicht überschritten wurde, keine wesentlichen Effekte berichtet.

Die Applikation von Wasserstoffperoxid im Trinkwasser in Konzentrationen oberhalb 1 % war für Mäuse und Ratten innerhalb von Wochen letal. Nach langfristiger Applikation einer Konzentration von 0,4 % wurde bei Mäusen und von 0,25 % oder höher bei Ratten eine verringerte Körpergewichtszu-

nahme beobachtet. Eine Konzentration von 0,1 % führte bei Mäusen zu Entzündungen im Gastrointestinaltrakt. In bestimmten Studien wurden hydropische Veränderungen in der Leber, Hämosiderinablagerungen in der Milz und epitheliale Degeneration der Nierentubuli berichtet; es ist jedoch unklar, ob diese Veränderungen behandlungsbedingt waren.

Es wurde gezeigt, dass Wasserstoffperoxid in Konzentrationen, die im exponierten Gewebe eine deutliche Entzündung hervorrufen, als schwacher Tumorpromotor wirkt, wobei die Tumoren in den exponierten Organen lokalisiert sind. Wasserstoffperoxid selbst induzierte einen Anstieg von Zwölffingerdarmtumoren in Mäusen, die 0,1 bis 0,4 % Wasserstoffperoxid im Trinkwasser erhielten. Die Tumorfrequenz korrelierte mit einer spezifischen Entzündungsreaktion in diesem Gewebe und war bei denjenigen Mäusen deutlicher ausgeprägt, die spezifisch eine niedrige Katalase-Aktivität haben. Ratten, die nahezu letale Konzentrationen im Trinkwasser erhalten hatten, entwickelten Vormagenpapillome, jedoch keine Tumoren des Drüsenmagens und des Zwölffingerdarms. Das Fehlen von Tumoren in diesen Organen korreliert gut mit den dort gefundenen hohen Katalasespiegeln und demonstriert die Schutzfunktion dieses Enzyms. Die wiederholte topikale Applikation einer 15 %igen Wasserstoffperoxid-Lösung induzierte bei Sencar-Mäusen keine Hauttumoren.

In in-vitro-Testen ohne metabolische Aktivierung induziert Wasserstoffperoxid Genmutationen in Bakterien, die empfindlich gegenüber oxidativem Stress reagieren, sowie in Hefen und in Säugerzellen. Primäre DNA-Schäden wurden in Bakterien und Säugerzellen beobachtet. Wasserstoffperoxid induzierte in Säugerzellen Chromosomenaberrationen, Mikronuklei sowie morphologische Zelltransformationen. Im allgemeinen hatte der Zusatz eines exogenen Metabolisierungssystems oder von Katalase eine Reduzierung oder Verhinderung der gentoxischen Wirkung zur Folge.

Zum gentoxischen Potenzial in vivo sind nur wenige Informationen zu Wasserstoffperoxid verfügbar. Nach oraler Applikation wurden im Knochenmark von Ratten und Mäusen keine Chromosomenaberrationen oder Mikronuklei festgestellt. Im Gegensatz dazu wurden in einem Host-mediated Assay an Mäusen Genmutationen in Bakterien und Chromosomenaberrationen in Tumorzellen beobachtet. Insgesamt hat sich gezeigt, dass Wasserstoffperoxid nur bei Zellen, mit denen es in direkten Kontakt kommt, gentoxisch wirkt.

Die Daten zur reproduktionstoxischen Wirkung sind begrenzt. Nach Behandlung mit 1 bis 3 % Wasserstoffperoxid im Trinkwasser waren männliche Mäuse weiterhin fertil und die Spermatozyten von Mäusen und Kaninchen waren unbeeinträchtigt. Zur Bewertung des teratogenen Potenzials von Wasserstoffperoxid sind die vorliegenden Daten zu begrenzt.

## **7 Einstufungen und Grenzwerte**

Der Grenzwert für Wasserstoffperoxid beträgt 1 ml/m<sup>3</sup> (entsprechend 1,4 mg/m<sup>3</sup>).

## **8 Arbeitsmedizinische Empfehlungen**


Keine speziellen arbeitsmedizinischen Maßnahmen erforderlich.



Die Erstellung der TOXIKOLOGISCHEN BEWERTUNGEN ist nach bestmöglicher Sorgfalt erfolgt, jedoch ist eine Haftung bei fehlerhaften Angaben oder Bewertungen ausgeschlossen.

© Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, Heidelberg

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung, vorbehalten. Nachdrucke - auch auszugsweise - nur mit ausdrücklicher Genehmigung der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie.



Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie  
Postfach 10 14 80, 69004 Heidelberg  
Telefon: 06221 523 (0) 400  
E-Mail: [ToxikologischeBewertungen@bgchemie.de](mailto:ToxikologischeBewertungen@bgchemie.de)  
Internet: [www.bgchemie.de/toxikologischebewertungen](http://www.bgchemie.de/toxikologischebewertungen)