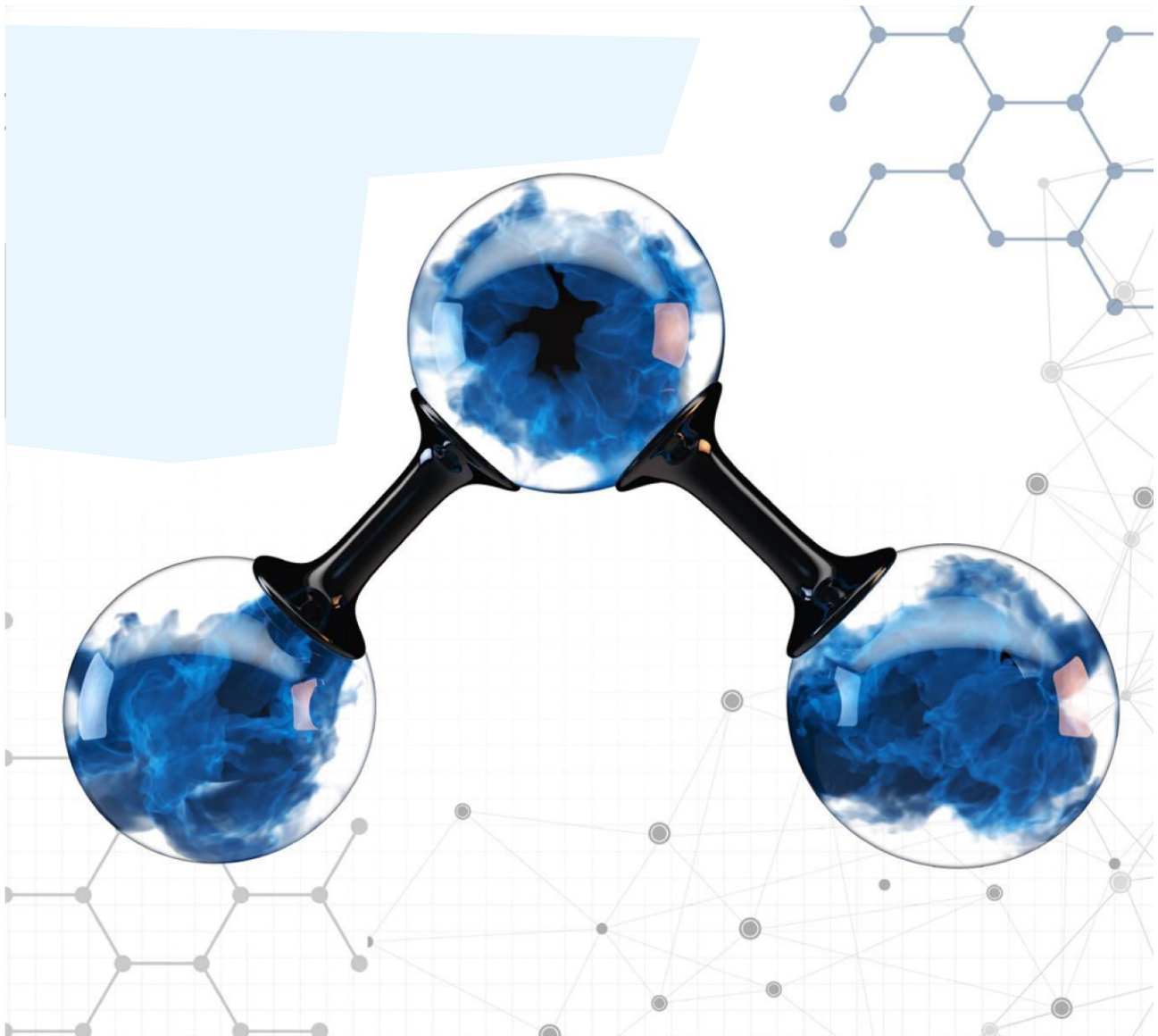


IHO

INDUSTRIEVERBAND
HYGIENE & OBERFLÄCHENSCHUTZ
FÜR INDUSTRIELLE UND INSTITUTIONELLE ANWENDUNG

Ozon ist Chemie

Bewertung der Wirkstoffkomponente in der Reinigung



1. Hintergrund

Es gibt Technologien, die ozonisiertes Wasser zur Reinigung und Desinfektion von Geschirr, Textilien und Oberflächen nutzen. Manche Anbieter dieser Technologien bewerben die Verwendung von Leitungswasser und eine „natürliche und chemikalienfreie“ Reinigung und Desinfektion durch vor Ort generiertes Ozon.

Ozon ist eine Chemikalie mit deutlichem Gefahrenpotenzial. Es wird chemisch der Chemie des Sauerstoffs zugeordnet. Bodennahes Ozon entsteht durch Lichteinfluss aus Vorläufersubstanzen, wie Stickstoffdioxid und kann laut Umweltbundesamt zu Schäden bei Menschen, allen Ökosystemen und auch Nutzpflanzen führen. (1) Daher ist für eine sichere Verwendung ein Fokus auf die Arbeitssicherheit zu legen.

2. Ozon-Technologie und Wissenswertes

Ozon ist ein anorganisches Molekül mit der chemischen Formel O_3 . Bei der Herstellung von O_3 wird zumeist Luftsauerstoff verwendet, der in einer elektrischen Entladung oder unter UV-Strahlung zu Ozon reagiert. Es handelt sich um ein reaktives Gas. In Luft sind weitere Bestandteile (z.B. Stickstoff, VOCs) enthalten, die mit Ozon zu Stickoxiden und VOCs oxidiert werden können. Diese Reaktionsprodukte können ebenfalls ein schädliches Potenzial haben.

Das farblose Gas Ozon ist ein hochinstabiles chemisches Oxidationsmittel. Die Ozondesinfektion von Wasser ist seit 1982 von der US-Umweltschutzbehörde (EPA) zugelassen, und die Wasserdesinfektion ist nach wie vor die häufigste Anwendung für Ozon. Seit dem 01.07.2024 ist Ozon im Rahmen der Biozidprodukteverordnung (EU) 528/2012 für die Produktarten (PT) 2, 4, 5 und 11 (Oberflächendesinfektion, Lebens- und Futtermittelbereich, Trinkwasser und Schutzmittel für Flüssigkeiten in Kühl- und Verfahrenssystemen) ein in der EU genehmigter Biozidwirkstoff. (2)

Abbildung 1: Piktogramme zur Kennzeichnung von Ozon gemäß Europäischer Chemikalienagentur



Flame over circle



Health hazard



Environment



Corrosion



Skull and crossbones

2.1 Einstufung und Kennzeichnung

Wie alle Chemikalien, die auf dem Markt bereitgestellt werden, müssen die Hersteller alle verfügbaren Informationen zu mit der Chemikalie verbundenen Gefahren bewerten und darauf aufbauend eine Einstufung vornehmen. Die Einstufung der Hersteller (REACH Registranden) ist in Tabelle 1 wiedergegeben und die zu verwendende Piktogramme in Abbildung 1.

Hervorzuheben ist die Einstufung „spezifische Zielorgantoxizität Kategorie 1 bei wiederholtem Kontakt“ (STOT RE 1). Eine Abgabe von Chemikalien mit dieser Einstufung ist gemäß Chemikalienverbotsverordnung an den Privatverbraucher nicht erlaubt.

Mit dieser Einstufung ist Ozon eine ernstzunehmende Chemikalie, die besondere Aufmerksamkeit im Arbeitsschutz erfordert.

Tabelle 1: Einstufung gemäß ECHA (11)

Ox. Gas 1	H270
Skin Corr. 1B	H314
Eye Dam. 1	H318
Akuttoxisch 1	H330
STOT RE 1	H372
Aquatic Acute	H400
Aquatic Chronic	H410

2.2 Bekannte Anwendungsgebiete

- + Wasserbehandlung
 - Einsatz in Schwimmbädern
 - bei der Reinigung von Trinkwasser (seit 1987)
 - industrielle Anwendungen wie die Rückgewinnung von Abwasser
- + Luftreinigung
 - bei der Luftfiltration
- + Geruchseliminierung
 - Brandschadensanierung
 - Tatortreinigung
 - geschlossene Räume
- + Textilreinigung
- + Geschirreinigung
- + Gebäudereinigung
- + Medizintechnik
 - Sterilisation von Behältern für aseptische Verpackungen
- + Lebensmittelverarbeitung
 - Dekontamination von Frischwaren
 - Konservierung von Lebensmitteln in Kühllagern

2.3 Eigenschaften von Ozon-Lösungen

2.3.1 Herstellung von ozonisiertem Wasser

Ozon-Gas wird in Wasser eingebracht. Die Löslichkeit von Ozon in Wasser kann durch verschiedene Variablen wie Bewegung, Druck, Wassertemperatur und Wasserqualität beeinflusst werden. Bei 0 °C und Atmosphärendruck sind 49,4 ml O₃ / 100 ml Wasser löslich. Damit ist die Löslichkeit von Ozon in Wasser als gering anzusehen. Bewegungen führen zu ortsgebundenen Schwankungen in der Ozon-Konzentration. Je höher der Umgebungsdruck, desto höher ist die Löslichkeit von Ozon. Sinkt der Umgebungsdruck, wird gelöstes Ozon freigesetzt.

2.3.2 Stabilität

Ozon kann Metalle korrodieren, wobei Metalloxide entstehen. Diese Metalloxide sowie im Trinkwasser gelöste Metallionen (unter anderem kommen Eisen, Kupfer und Mangan dort häufig vor) katalysieren die Zersetzung von in Wasser gelöstem Ozon, wodurch dieses Ozon nicht mehr für die Desinfektion und Reinigung zur Verfügung steht. In Lösung befindliches Ozon kann auch durch den Kontakt mit organischen Verunreinigungen abgebaut werden.

2.3.3 Materialverträglichkeit

Ozon kann Kunststoffe (Dichtungen, Maschinenbauteile, Laufräder, Leitungen) angreifen und verspröden lassen. Schon bei geringen Ozon-Konzentrationen kann eine Rissbildung in verschiedenen Elastomeren und Kautschuken auftreten. (3) Daher sollte vor Inbetriebnahme eines Ozongenerators vom Hersteller des Geräts (Waschmaschine, Geschirrspülmaschine) eine Bestätigung vorliegen, dass die verwendeten Materialien gegenüber Ozon beständig sind.

3. Arbeitssicherheit

Betreiber von Ozongeneratoren haben nach Arbeitsschutzgesetz eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Dazu gehören Substitutionsprüfungen und Sicherheitsvorkehrungen. Beim Betreiben eines Ozongenerators mit einer Leistung von mehr als 2 g/h sollte die DGUV-Regel 103-015 berücksichtigt werden. Hierbei soll neben Sicherheitsvorkehrungen ein Ozon-Managementsystem verwendet werden, um den Schutz der Mitarbeitenden und der Umwelt zu gewährleisten.

3.1 Grenzwerte

Gasförmiges Ozon kann zur Inhalationsgefahr werden, wenn die Ozon-Konzentration und die Expositionszeit Grenzwerte überschreiten (siehe Tabelle 2). Für Ozon liegt in Deutschland kein Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) und keine Maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK) vor, wohl aber laut MAK-Liste 2023 (4) eine Einstufung von Ozon als krebserzeugend (kanzerogen Kat. 3). Da in Deutschland kein MAK-Wert für Ozon definiert ist, kann für eine Gefährdungsbeurteilung z.B. der französische Arbeitsplatzgrenzwert als Acht-Stunden-Mittelwert (TWA) von 0,1 ml/m³ herangezogen werden (5).

Tabelle 2: Bestehende Arbeitsplatzgrenzwerte für ausgewählte Gase in der Luft

DNEL ¹	0,024 mg/m ³
Geruchsschwelle	0,02 ml/m ³
TWA Ozon (Frankreich)	0,1 ml/m ³
TWA Chlor (Deutschland) (6)	0,5 ml/m ³
TWA CO ₂ (Deutschland)	5000 ml/m ³

¹ Derived no-effect level.

AGWs für die Gase Chlor (0,5 ml/m³) und Kohlendioxid (5000 ml/m³) sind größer als für Ozon (s. Tabelle 2). Die Unterschiede in den AGWs deuten auf die Gefährdungen hin, die bei Inhalation von Ozon auftreten können. Daher ist in der Gefährdungsbeurteilung zu prüfen, ob lufttechnische Anlagen einzusetzen sind, um zu verhindern, dass der französische TWA von 0,1 ml/m³ überschritten wird.

Ab 180 µg/m³ Konzentration in der Luft wird die Bevölkerung vor hohen Konzentrationen gewarnt, da es zu Augenreizungen, Husten, Niesreiz, Kopfschmerz, Schwindel und Übelkeit führen kann. Laut UBA (1) können alle diese Effekte bei körperlicher Arbeit verstärkt werden.

Ab 1 ml/m³ können Brustschmerzen, Husten, Kurzatmigkeit und Rachenreizungen entstehen (7).
Ab 10 ml/m³ kann eine Inhalation zu Lungeneinblutungen und Bewusstlosigkeit führen (7). Über 5000 ml/m³ führt eine Inhalation innerhalb weniger Minuten zum Tode (7).

Betreiber von Ozon-Generatoren haben nach Arbeitsschutzgesetz eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Um die Einhaltung der Grenzwerte zu prüfen, kann die Messung der Ozonkonzentration in der Luft sinnvoll sein. Auch wenn ein Gerät (Geschirreiniger oder Waschmaschine) im geschlossenen Zustand betrieben wird, muss es zum Entleeren geöffnet werden. Hierbei kann vorhandenes Ozon in die Raumluft entweichen. Bei der Anwendung von im Wasser gelösten Ozon für die Flächenreinigung oder Desinfektion kann es beim Abfüllen und Auftragen der Flüssigkeit aufgrund von Druckschwankungen zur unbeabsichtigten Freisetzung / Ausgasung von Ozon kommen.

Dazu steht in der DGUV-Information* 103-015: *„Räume, in denen Ozonanlagen aufgestellt sind, müssen mit technischer Entlüftung ausgerüstet sein. Es muss eine saugende Lüftung vorhanden sein, deren Ansaugöffnung unmittelbar über dem Fußboden liegt und die bei Ansprechen des Gaswarngerätes selbsttätig einschaltet; ein mindestens dreifacher Luftwechsel pro Stunde muss sichergestellt sein. [...] ozonhaltiges Abgas muss über eine wirksame Restozon-Entfernungsanlage ins Freie geleitet werden.“* (7)

*DGUV: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

4. Prüfen der Desinfektions-, Wasch- und Reinigungsleistung

Bei der Verwendung von Ozon als neue Komponente in Desinfektions-, Wasch- oder Reinigungsprozessen sollte vor Inbetriebnahme ein Nachweis erfolgen, dass die Desinfektions-, Wasch- bzw. Reinigungsleistung den Qualitätsanforderungen genügt und wirtschaftlich effizient sind. Methoden zur Prüfung der Reinigungsleistung werden durch Fachgesellschaften und Verbände (z.B. Hohenstein, TÜV, wfk, FIGR, AK GGS, FH Albstadt-Sigmaringen) auf Basis von Normen (vgl. Tabelle 3) fachgerecht geprüft.

Geeignete Desinfektionsmittel und Desinfektions-Waschverfahren, geprüft nach DIN EN14885 *Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika – Anwendung*, können z. B. den Desinfektionsmittellisten des Industrieverbandes für Hygiene und Oberflächenschutz (IHO) (8), des Verbundes für Angewandte Hygiene (VAH) (9) oder des Robert Koch-Institutes (RKI) (10) entnommen werden. Diese Listen sind unabhängig von der Zulassung und stellen lediglich eine Marktübersicht dar.

Tabelle 3: Normen zur Überprüfung der Wirksamkeit für Biozidprodukte

Flächendesinfektion mit Mechanik (Gerät)	DIN EN 16615, EN 13727, EN 1276 /EN 13624
Flächendesinfektion ohne Mechanik (Spray-Anwendung)	EN 1276, EN 13727/EN 1650, EN 17387 EN 13624 / DIN EN 13697, DIN EN 16777 DIN EN 14476, DIN EN 17111
Desinfektion von Bedarfsgegenständen (z.B. Geschirr)	DIN EN 1276, DIN EN 1650, DIN EN 13697, DIN EN 17735
Wäschedesinfektion	EN 13727, EN 13624, DIN EN 16616 (DIN EN 14476, Viruzidie)

4.1 Anforderungen an die Reinigung und Desinfektion von Oberflächen

Die DIN 10516 *Lebensmittelhygiene –Reinigung und Desinfektion* beschreibt die Durchführung einer Risikobewertung durch das jeweilige Lebensmittelunternehmen mit zugehörigen Verfahren und Kontrollen. Dazu zählen die regelmäßige Überprüfung der Ozon-Konzentration und der Desinfektionswirkung mittels u.a. Abklatschverfahren und Tupfverfahren nach DIN 10113 *Nachweis von aeroben Bakterien, Hefen und Schimmelpilzen*.

4.2 Anforderungen an die Reinigung und Desinfektion in der Krankenhausreinigung

In der DIN 13063 *Krankenhausreinigung–Anforderungen an die Reinigung und desinfizierende Reinigung in Krankenhausgebäuden und anderen medizinischen Einrichtungen* ist eine regelmäßigen Ergebniskontrolle der durchgeführten Reinigungs- und Desinfektionsverfahren vorgeschrieben. Dazu zählen die regelmäßige Überprüfung der Ozon-Konzentration und der Desinfektionswirkung auf den Oberflächen. Hier sind u.a. zu nennen Abklatschverfahren und Tupfer verfahren nach DIN 10113 *Nachweis von aeroben Bakterien, Hefen und Schimmelpilzen*.

4.3 Anforderungen an die Reinigung und die Aufbereitung von Geschirr

Der Betreiber einer Geschirrspülmaschine hat nach einer Veränderung eines Verfahrensparameters, z.B. die Änderung des Behandlungsmittels, die Pflicht, eine Hygieneüberprüfung gem. DIN 17735 *Gewerbliche Spülmaschinen - Hygieneanforderungen und Prüfung* vorzunehmen. Die Ozon-Konzentrationen sind regelmäßig zu überprüfen und zu dokumentieren. Die DIN 17735 legt Anforderungen zum Erreichen eines angemessenen hygienischen Zustands des in Spülmaschinen behandelten Spülgutes fest. Sie enthält auch einen Leitfaden für den hygienischen und ordnungsgemäßen Betrieb sowie für Pflege und Wartung von Spülmaschinen.

4.4 Anforderungen an die Reinigung und die Aufbereitung von Wäsche

Die Sicherstellung der mikrobiologischen Qualität gehört in zahlreichen Gewerben (z.B. Gastronomie), Industrien (z.B. Lebensmittelverarbeitung) und im Gesundheitswesen zu den zentralen Anforderungen bei der Aufbereitung von Textilien. Dazu ist eine Validierung der desinfizierenden Waschverfahren notwendig. Validierungsmodelle, -methoden und -verfahren können DIN EN14065 *Textilien - In Wäschereien aufbereitete Textilien - Kontrollsystem Biokontamination* und dem Handbuch zur Validierung von desinfizierenden Waschverfahren entnommen werden.

Die Desinfektionsmittellisten (8, 9, 10) enthalten Informationen zu Prozessparametern geeigneter Waschverfahren, unter denen die spezifizierten Waschmittelprodukte eine ausreichende Desinfektionswirkung zeigen.

5. Empfehlungen

Folgende Punkte sollten bei der Anwendung von ozonisiertem Wasser überprüft werden:

- + Korrekte Anwendung sicherstellen.
- + Prüfung der Reinigungsleistung von ozonisiertem Wasser im Vergleich zu bestehenden Reinigungsprozessen und ggf. reinem Wasser.
- + Validierung der Desinfektionsleistung in der Einsatzumgebung gemäß gültiger Normen, insbesondere mit den verwendeten Desinfektionsprodukten.
- + Es muss in der Gefährdungsbeurteilung geprüft werden, ob
 - geeignete (quantitative) Messtechniken verwendet werden sollten, um das Vorhandensein von Ozon in der Lösung zu bestätigen und das Auftreten von Ozon in der Umgebungsluft nachzuweisen und zu minimieren.
 - technische Maßnahmen wie raumluftechnische Anlagen zum Einsatz kommen sollten.
 - PSA (Handschuhe, Masken) zum Einsatz kommen sollten.
 - für die Arbeitsstätte die Einhaltung der maximalen Arbeitsplatzkonzentrationen zu prüfen ist.
- + Die Zuverlässigkeit der Ozon-Generatoren und der Warnsysteme muss sichergestellt werden sowie ein Notfallplan für Systemausfälle erstellt werden.
- + Die Langzeitverträglichkeit von ozonisiertem Wasser auf den eingesetzten Oberflächen und Geräten muss geprüft werden.
- + Durchführung einer Bilanzierung von tatsächlichen Einsparungen (Kosten, Reinigungschemie) bei Ozon-Einsatz.

Literaturverzeichnis

1. **Umweltbundesamt.** Ozon. [Online] 09.12.2022 <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschadstoffe-im-ueberblick/ozon>.
2. **ECHA.** Commission Implementing Regulation (EU) 2023/1078 of 2 June 2023 02.06.2023. Approving ozone generated from oxygen as an active substance for use in biocidal products of product-types 2, 4, 5 and 11 in accordance with Regulation (EU) No 528/2012 of the European Parliament and of the council.
3. **Schutz von dienhaltigen Elastomeren gegen Ozonrisse. Trimbach, Jürgen.** Heft 1, Ratingen : Dr. Gupta Verlag, 2015, GAK Gummi Fasern Kunststoffe, Bd. 68. Jg., S. 30.
4. **Ständige Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe.** MAK- und BAT-Werte-Liste 2023. Bonn : DFG, 2023.
5. **Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung.** GESTIS - International Limit values. [Online] [Zitat vom: 27.05.2024] <https://ilv.ifa.dguv.de/limitvalues/10194>.
6. **Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung.** GESTIS – International Limit values. Substanzliste. Chlor. [Online] [Zitat vom: 27.05.2024] <https://ilv.ifa.dguv.de/limitvalues/11201>.
7. **DGUV. Information 103-015.** 2005.
8. **Industrieverband Hygiene und Oberflächenschutz.** IHO-Desinfektionsmittelliste. [Online], <https://www.desinfektionsmittelliste.de/>, 2025
9. **Verbund für Angewandte Hygiene e.V.** VAH-Desinfektionsmittelliste. [Online], <https://vah-online.de/de/vah-liste,2025>
10. **Robert Koch Institut.** RKI-Desinfektionsmittelliste. [Online], <https://www.rki.de/DE/Themen/Infektionskrankheiten/Krankenhaushygiene/Desinfektionsmittelliste/Desinfektio-Desinfek-und-verfahren/desinfektionsmittel-und-verfahren-node.html>, 2025
11. **Europäische Chemikalienagentur.** Summary of Classification and Labelling Ozone. [Online] [Zitat vom: 31.10.2024.] <https://echa.europa.eu/de/information-on-chemicals/clinventory-database/-/discli/details/132693>.

Herausgeber



Industrieverband Hygiene und Oberflächenschutz für industrielle
und institutionelle Anwendung e. V.

Mainzer Landstr. 55 60329
Frankfurt am Main t +49
69 2556 1247 f +49 69
2556 1254

iho@iho.de www.iho.de



IHO_Hygiene



iho-hygiene



www.linkedin.com/company/

Dieses Dokument wurde von Mitgliedern des Industrieverbands Hygiene und Oberflächenschutz (IHO) für die professionelle Reinigung erstellt und dient der Übersicht über Reinigungsverfahren in gewerblichen Anwendungen unter Einsatz von ozonisiertem Wasser.

Der Text ist nach bestem Wissen und Stand der Technik erstellt worden. Eine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit oder Vollständigkeit der Informationen wird nicht übernommen. Der IHO oder die Autoren haften nicht für Schäden, durch die Nutzung der zur Verfügung gestellten Informationen. Dies gilt nicht für Schäden an Körper, Gesundheit und Leben oder Schäden, die vom IHO, den Autoren oder deren Erfüllungsgehilfen vorsätzlich oder grob fahrlässig verursacht wurden.