

Cuno-Berufskolleg

Am Mittwoch, dem 15. Oktober 2003, fand in der Cuno-Berufsschule in Hagen ein Berufskolleg statt. Die Bezirksfachklassen der Schule für den Ausbildungsberuf Fachangestellte und Fachangestellte für Bäderbetriebe waren bei dieser Veranstaltung mit einem Informationsstand selbstverständlich auch vertreten.

Die Auszubildenden die diese Bezirksfachklassen der Cuno-Berufsschule besuchen, stellten den zukünftigen Schulabgängern den Ausbildungsberuf des/der Fachangestellten für Bäderbetriebe vor. Die zahlreichen, interessierten Besucher erhielten fachkundige Auskünfte über das allgemeine Berufsbild, über Ausbildungsschwerpunkte, Unterrichtsschwerpunkte, Ausbildungsabschlüsse und Weiterbildungsmöglichkeiten.

Das Lehrerkollegium war vertreten durch die Fachlehrer Herr Eckerle und Herr Hemmer.

Fazit:

Dieses Berufskolleg hat aber auch aufgezeigt, wie wenig bekannt der Ausbildungsberuf Fachangestellte bzw. Fachangestellter für Bäderbetriebe noch ist.

„Muskulös, braungebrannt, nur mit Badehose bekleidet,



und Arbeitsberater der Bundesanstalt für Arbeit. Die Gebietskörperschaften, sowie Kommunen, Städte und Gemeinden sind ebenfalls gefordert, Ausbil-

dungsstätten einzurichten oder zur Verfügung zu stellen.

Bernd M. Jurgeit

Chlordioxid in der Trink- und Prozesswasserbehandlung

DAS DK-DOX®-ZWEIKOMPONENTENSYSTEM

.11 EINLEITUNG

Mehr als 18.000 Wassergewinnungsanlagen versorgen die Bundesbürger mit dem wichtigsten Lebensmittel: mit Wasser. Wasser wird darüber hinaus von Industrie, Gewerbe und Haushalt zur Bereitung von Lebensmitteln und zur Reinigung von damit in Berührung kommenden Geräten und Gefäßen, zur Körperpflege, zur Fahrzeugwaschung u. a. verwendet.

Die Art der Wasser- und Trinkwasseraufbereitung wird durch die Qualität des Rohwassers bestimmt. Neben den verschiedenen Aufbereitungsverfahren hat vor allem die Trinkwasserdesinfektion dazu beigetragen, dass heute die Bevölkerung in unseren Breiten von Infektionskrankheiten, die durch Trinkwasser übertragen werden können, verschont bleibt.

.21 Gesetze und Verordnungen

Trinkwasser muss frei sein von Krankheitserregern und darf keine gesundheitsschädigenden Eigenschaften besitzen. Der Einsatz von Desinfektionsmitteln für die Trinkwasserdesinfektion wird durch die Trinkwasserverordnung vom 28.05.2001 im „§11 Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren“ festgelegt. Alle Aufbereitungsstoffe für Wasser für den menschlichen Gebrauch – also auch Desinfektionsmittel – müssen in einer Liste im Bundesgesundheitsblatt bekannt gemacht worden sein.

Diese Liste wird vom Umweltbundesamt geführt.

Dort findet man Chlordioxid im Teil I c Seite 22 „Aufbereitungsstoffe, die zur Desinfektion eingesetzt werden“ als einen zur Desinfektion von Trinkwasser zugelassenen Stoff.

Chlordioxid muss gemäß dieser Liste nach der EN 12671 (Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Chlordioxid) hergestellt werden. Das DK-DOX® Verfahren ist ein dort beschriebenes Verfahren.

Die Dr. Küke GmbH hat das DK-DOX® Zweikomponentenverfahren aus den Ausgangskomponenten Natriumperoxodisulfat und Natriumchlorit entwickelt. Diese innovative, trinkwasserkonforme und sichere Natriumperoxodisulfat-Chlorit-Methode zur Erzeugung von Chlordioxid wurde daraufhin erstmalig in dem Arbeitsblatt Technische Regel Arbeitsblatt W291 „Reinigung und Desinfektion von Wasserverteilungsanlagen“ des DVGW's aufgenommen.

.31 Wasserdesinfektion

1.3.1 Zugelassene Desinfektionsmittel nach der TVO

1.3.1.1 Chlor

Als ältestes Desinfektionsmittel in der Geschichte der Trinkwasserbehandlung ist das Chlor zu nennen. Es ist ein chemisch wirksames und preisgünstiges Verfahren, jedoch ist das Chlor-



Führungen durch die Katastrophen (der Technik) des Hagerer Willi Weyer Bades wurden an diesem Tag selbstverständlich auch durchgeführt. Fachkundig erläuterte ein Auszubildender im letzten Ausbildungsjahr den Besuchern die Pflege und Wartung der technischen Anlagen und die Überwachung der Wasserqualität.

Unterstützt wurde dieser Tag durch das Hagener Rote Kreuz. Mit großem Sach- und Fachwissen demonstrierte die Mitarbeiterin dieser Organisation die „Kunst“ der Herz-Lungen-Wiederbelebung am Phantom.

Der Bundesverband Deutscher Schwimmmeister e.V. war an diesem, sicherlich informativen Tag, vertreten durch den Vorsitzenden des Landesverbandes Nordrhein-Westfalen e.V., Peter Harzheim, den Vorsitzenden des Bezirks Süd-Westfalen (Regierungsbezirk Arnsberg) Gerhard Schütte und Bernd M. Jurgeit aus Kierspe.

hockt er auf seinem Aufsichtsstuhl oder rennt ums Becken und wartet darauf Ertrinkende zu retten, um seine, bei einer Wasserrettungsorganisation vor Jahren erworbenen Fähigkeiten unter Beweis zu stellen, während ihm die Mädchenherzen ebenso zufliegen wie neidische Männerblicke“. Dieses Klischee lebt immer noch in den meisten Köpfen der Bevölkerung.

Aufklärung ist folglich erforderlich. Wenn es gelingt, die Schulabgänger (die selbstverständlich die notwendigen Voraussetzungen erfüllen müssen) für den sicherlich abwechslungsreichen Beruf der / des Fachangestellten für Bäderbetriebe zu begeistern und ihnen die Vielfältigkeit dieses Berufsbildes zu vermitteln, so ist dies sicherlich ein großer Schritt, den zur Zeit herrschenden Fachkräftemangel, Schritt für Schritt abzubauen.

Gefordert ist aber nicht nur der Berufsfachverband BDS e.V. sondern auch die Ausbildungs-

Verfügung, die aus dem Reaktionsgebilde dosiert werden kann.

Das DK-DOX®-Verfahren bietet im Vergleich zu den klassischen Herstellungsverfahren für Chlordioxid, dem Salzsäure-Chlorit- und dem Chlor-Chlorit-Verfahren, wesentliche Vorteile.

1.3.1.3.5 Vorteile des DK-DOX®-Verfahrens gegenüber dem klassisch hergestellten Chlordioxid

- pH-neutrale Chlordioxidlösungen mit einem geringen Chloridanteil
- geringere Korrosivität gegenüber Metallen
- Chlordioxidlösungen sind bei Raumtemperatur zwei bis vier Wochen stabil, bei kühler und lichtgeschützter Lagerung länger, Einsatz als Containerware möglich.
- mehrjährige Lagerstabilität im Zweikomponentensystem
- Chlordioxidlösungen enthalten ca. 3g ClO_2/L , Lösungen sind bei Luftkontakt nicht explosiv, dadurch entfällt die Aufstellung der Anlage in einem feuersicheren Raum (keine spontane Bildung von Chlordioxid). Chlordioxidlösungen mit einem Chlordioxidgehalt < 3g/L sind nicht kennzeichnungspflichtig gemäß Gefahrstoffverordnung.
- keine Desinfektionslöcher in Trinkwasserleitungen oder Zuleitungen, da die DK-DOX® Lösung stabil ist und eine Langzeitdesinfektionswirkung besitzt.
- Chlordioxidlösungen enthalten kein Chlor, Einsatz bei der Desinfektion von organischen Membranen möglich. Keine Geschmacks- und Geruchsbeeinträchtigung bei Produkten der Lebensmittelindustrie (z. B. Zitronenlimonade)
- Chlordioxidlösungen entsprechen in ihrer Reinheit der Trinkwasserverordnung (kein Chlorit)
- Mess-, Steuer- und Regeltechnik vor Ort ist die gleiche, wie die der klassischen Herstellungsverfahren für Chlordioxid

1.3.1.4 Anwendungsgebiete von Chlordioxid nach dem DK-DOX®-Verfahren

1.3.1.4.1 Wasseraufbereitung

Die klassischen Verfahren zur Herstellung von Chlordioxid sind nur mit hohen Sicherheitsauflagen zu realisieren hinsichtlich der Anlagentechniken, wie z. B. feuersichere Räume und luftabgeschlossener Reaktor, aufwendige Steuerung usw.

Das nach dem DK-DOX® Verfahren hergestellte Chlordioxid bietet gegenüber den gebräuchlichen Desinfektionsmitteln, wie Wasserstoffperoxid, Peressigsäure und Natriumhypochlorit, eine konstant starke Desinfektionswirkung über den gesamten Trinkwasser-pH-Bereich.

In folgenden Bereichen der Wasseraufbereitung findet das DK-DOX®-System bereits Anwendung:

1. Desinfektion von zementauskleidenden Wasserverteilungsanlagen nach dem DVGW Arbeitsblatt W291 „Reinigung und Desinfektion von Wasserverteilungsanlagen“.
2. Beseitigung von Biofilmen in der Hausinstallation und die Verhinderung anschließender Wiederverkeimung mit Legionellen in Warmwassersystemen.
3. Vermeidung von Biofouling auf chloresensitiven Membranen, wie sie z. B. bei der VE-Wasseraufbereitung benutzt werden. Diese Membranen werden durch das bei der klassischen Herstellung von Chlordioxid (Reaktortechnik) entstehende freie Chlor zerstört. Das DK-DOX®-Verfahren liefert eine chlorfreie Chlordioxidlösung.
4. Desinfektion von Brauwasser und Ionenaustauschern in Brauereien.
5. Legionellenprophylaxe in Therapiebecken.
6. Desinfektion von Schwimmbeckenwasser.
7. Desinfektion von Trinkwasser in Wasserwerken.
8. Desinfektion von Drainage-

wasser für die Trinkwassergewinnung.

9. Entkeimung von Wäscherkammern in der Klimatechnik und Keimreduktion in der Luft.

Weiterhin wird das DK-DOX®-System bereits erfolgreich bei:

- der Entkeimung von Tauchlackbädern eingesetzt. Die Qualität der Oberflächenbeschichtungen wird somit erhöht und gesichert, da Chlordioxid wesentlich effektiver als die zur Keimadaption neigenden organischen Biozide ist.
- der dezentralen Waschung von Obst und Früchten zur Konservierung dieser Lebensmittel eingesetzt.

1.3.1.4.2 Trinkwasserbehandlung

Der Einsatz von Chlordioxid in der Wasserdessinfektion hat im Vergleich zur reinen Chlorung den großen Vorteil, dass die bei der Chlorung auftretenden oxidativen Nebenprodukte aufgrund des anderen Chemismus bei dem DK-DOX® System vermieden werden.

Die Environmental Protection Agency (EPA) der Vereinigten Staaten von Amerika gibt als Richtwert für die Summenkonzentration von Chlordioxid, Chlorit und Chlorat im Trinkwasser den Wert von 1 mg/kg an. Unterhalb dieses Richtwertes ist die Verwendung von Chlordioxid als Desinfektionsmittel risikolos.

In Deutschland ist der Trinkwassergrenzwert für Chlordioxid auf 0,2 mg/kg und für Chlorit ebenfalls auf 0,2 mg/kg festgelegt. Eine 3g ClO_2/L enthaltende DK-DOX® Lösung kann somit für die Desinfektion von 15.000 Litern Trinkwasser eingesetzt werden. Der nach der TVO vorgeschriebene Chloritwert kann deshalb nicht überschritten werden. Unter der Verwendung eines Kontaktwasserzählers kann eine Dosierpumpe angesteuert werden, die die Chlordioxidlösung in das Trinkwasser befördert. Die Stammlösung (3g ClO_2/L) wurde durch das Hy-

gieneinstitut des Ruhrgebietes Gelsenkirchen untersucht. Die Untersuchung erbrachte folgende Ergebnisse:

Die theoretische Chlordioxidausbeute von 3g/L konnte analytisch bestätigt werden und Chlorit ist in der Stammlösung nicht nachweisbar. Weiterhin bestätigten die Untersuchungsergebnisse die toxikologische Unbedenklichkeit der Stammlösung zur Desinfektion nach der Trinkwasserverordnung.

1.3.1.4.3 Weitere Einsatzgebiete, Applikationen

- Desinfektion von Trinkwasser, kontinuierlich und diskontinuierlich
- Notfalldesinfektion in Wasserwerken
- Desinfektion von CIP-Anlagen
- Desinfektion von Zahnarztstühlen und -plätzen
- Schwimmbadwasserdessinfektion, Chlordioxid ersetzt Aktivkohle und damit zusätzliche aufwendige Rückspülungen von Filtern
- Brunnenwasserdessinfektion
- Desodorierung und Desinfektion von Filtern in der Entsorgungsbranche
- Flaschenwaschanlagen und Getränkeabfüllbetriebe (Entkeimung von Flaschenpül- und Reinigungswasser von Produktleitungen, Behältern, Leergutüberschwallung)
- Desinfektion in Kühlwasserkreisläufen (algicide Wirkung)
- Vermeidung von Legionellen in Warmwasserkreisläufen
- Salmonellenabtötung auf Hühnerschlachtkörpern oder auf frisch gelegten Eiern sowie in Schlachthausabwässern.
- Desinfektion von Tankwagen zur Lebensmittelbeförderung
- Desinfektion von Abwasser (Gießwasser für Pflanzen, Garten und Felder)
- Holzbleiche in der Zellstoffindustrie

.41 Zusammenfassung

Durch das neu entwickelte Verfahren ist es möglich, eine der

z. B. Schwimmbadwasser-Aufbereitung

wir liefern wirtschaftliche und attraktive Lösungen für Neubau, Modernisierung und Sanierung Ihres Schwimmbades. Wir empfehlen uns als kompetenten Partner für die gesamte Schwimmbadtechnik mit langjähriger Erfahrung und aktuellstem Know-how.

Kyll
Wasseraufbereitung

51436 Bergisch Gladbach Fax: 0 22 02/29 28-27
Postfach 20 06 28 <http://www.kyll.de>
Tel.: 0 22 02/29 28-0 info@kyll.de

Trinkwasserverordnung entsprechende wässrige, stabile Chlordioxidlösung herzustellen. Das DK-DOX® Produkt besitzt im Vergleich zu Chlor, Ozon und herkömmlich hergestelltem Chlordioxid viele Vorteile. DK-DOX® besitzt ein ideales Wirkungsprinzip, d. h. bei dem Verfahren wird eine reine Chlordioxidlösung hergestellt. Weiterhin weist es eine hervorragende Desinfektionswirkung auf, es ist stabiler als herkömmlich erzeugtes Chlordioxid. Neben den chemischen Vorteilen bringt das DK-DOX® auch eine hohe Anwender- und Verbraucherfreundlichkeit und eine optimale Wirtschaftlichkeit mit sich.

Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen des IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser Beratungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH bestehen hinsichtlich der chemischen Eigenschaften der mittels DK-DOX® hergestellten Chlordioxid-

lösungen bei Dosierung unter Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik keine Bedenken bezüglich der Verwendung zur Desinfektion von Wasser für den menschlichen Gebrauch.

Mit der DK-DOX®-Methode ist ein äußerst wirtschaftliches und gleichzeitig ressourcenschonendes Verfahren entwickelt worden. DK-DOX® ist in Europa (EP 0 822 920 B1 erteilt 04.10.2001), Türkei (TR 1997 01255B, erteilt 21.03.2001), USA (US 6,171,485 B1 erteilt 09.01.2001), Ungarn, Mexiko (No. 202769, erteilt 02.07.2001), Kanada und Japan zum Patent angemeldet.

Dr. Kuke GmbH
c/o Institut f. Technische Chemie
Callinstrasse 3,
D-30167 Hannover
Tel. 05 11-7 62-55 44
Fax. 05 11-7 62-30 04
e-mail. kuke@kuke.de
URL.: www.kuke.de

Training im Wasser bei Wirbelsäulenbeschwerden und Osteoporose

Die Auftriebskraft des Wassers hat eine entlastende Wirkung auf Wirbelsäule und Bandscheiben.

Durch die scheinbare Gewichtsverminderung reduziert sich die Haltearbeit der Muskulatur, die außerhalb des Wassers für die aufrechte Haltung zuständig ist.

Der Muskeltonus der verspannten Muskulatur wird verringert. Die Muskeln lockern sich.

Für Personen mit gravierenden Problemen an den Bandscheiben empfiehlt sich besonders das Üben in der Rückenlage oder wenigstens im tieferen Wasser wo der Auftrieb höher ist. So sind die Bandscheiben weitgehend entlastet.

Durch Übungen zur Muskelkräftigung wird die wirbelsäulestabilisierende Muskulatur gekräftigt. Besonders geeignet ist hier das „Gesundheitsschwimmen“.

Osteoporose

Wassergymnastik eignet sich hervorragend zur Prävention der Osteoporose.

Die größte Knochenmasse erreicht ein Mensch zwischen dem 30–40 Lebensjahr. Danach geht ständig Knochenmasse verloren. So hat ein 70-jähriger nur noch ca. 2/3 der Knochenmasse eines 30-jährigen, ohne dass sich die äußeren Strukturen des Knochens ändern.

Für die meisten Menschen hat dies keine spürbaren Folgen. Bei einigen Menschen geht mit zunehmendem Alter Knochenmasse beschleunigt verloren, was zum gesteigerten Risiko von Knochenbrüchen im Alter führt.

Für diesen Prozess gibt es verschiedene Ursachen. Die drei

Hauptursachen sind:

- Mangel an Sexualhormon (Östrogen)
- Mängel bei der Ernährung
- Bewegungsmangel

Muskeltraining fördert den Knochenaufbau und -erhalt. Da die Verletzungsgefahr beim Üben im Wasser geringer ist, als beim Training in der Sporthalle, kann auch die Verletzungsangst reduziert werden, was wiederum ein erheblicher psychischer Faktor ist.

Der Teilnehmer lernt zu erfüllen, dass das Wasser alle Bewegungen bremst, auch die Fallbewegung. Das stärkt das Selbstbewusstsein und das allmähliche Vertrauen motiviert den Teilnehmer.

So kann der Osteoporosepatient ohne großes Risiko die Muskulatur trainieren und Koordination, Körpergefühl und Gleichgewicht verbessern, was wiederum der Verletzungsprophylaxe dient.

Bei Wirbelsäulenproblemen und Osteoporose ist Folgendes zu beachten:

- Übungen eher im brusttiefen Wasser ausführen, da der Auftrieb höher ist und dadurch die Belastung der Gelenke niedriger ist.
- Keine hohen dynamischen Sprungübungen machen (stauchende Wirkung auf die Wirbelsäule).
- Keine unkontrollierten Drehbewegungen der Wirbelsäule oder des Beckens. Bei Torsionsübungen (Verwindungen) auf Stabilisation durch Bauch-, Gesäß- und Rückenmuskulatur achten.
- Bei Übungen im Stand, Knie leicht gebeugt halten und auf einen geraden Rücken achten.
- Keine schnellen oder abrupten Richtungsänderungen. Vor jeder Richtungsänderung kurz Anhalten, „sammeln“ und dann in die neue Richtung weitergehen.

Gelenkbeschwerden und Rehabilitation

Durch den Wasserauftrieb entlastet, können sich die Gelenke viel freier bewegen. Belastungsbedingte Schmerzen und daraus resultierende Bewegungseinschränkungen werden erheblich verringert.

Das Wasser unterstützt die Aufwärtsbewegung und dämpft den Aufprall bei Abwärtsbewegungen. Sogar bei Kniearthrosen sind Laufen und Springen im Wasser möglich, was an Land schmerzhaft oder sogar unmöglich wäre.

Nach Verletzungen entstehen oft Ödeme im Gewebe oder in den Gelenken. Durch den Wasserauftrieb wird die Druckbelastung durch diese Ödeme vermindert.

Mit gezieltem Training der gelenkstabilisierenden Muskulatur, wird das Gelenk entlastet und belastungsfähiger.

Durch die verschiedenen Kräfte die im Wasser auf den Körper wirken, werden nicht nur einzelne Muskeln isoliert trainiert, sondern ganze Muskelschlingen, was sich positiv auf die inter- und intramuskuläre Koordination auswirkt. Dieser Aspekt ist beim Reha-Training von Bedeutung.

Hierfür ist auch wichtig, dass begleitend das Herz-Kreislaufsystem trainiert wird. Das kombinierte Kraft- und Ausdauertraining bedeutet für viele Sportler eine schnellere Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit.

Nicht nur die Kraft, sondern auch die Beweglichkeit wird trainiert. Durch die Auftriebswirkung des Wassers wird die Bewegungsamplitude größer und außerdem kann im warmen Wasser leichter gedehnt werden, da der Muskeltonus geringer wird.

Monika Nienaber,
Michael DeToia

Legionellen / Pseudomonaden im Filtrat, Wasserspeicher, Duschsystem?



Profis reinigen und desinfizieren fachgerecht!

30 Jahre Erfahrung in öffentlichen Bädern
Garantie und Festpreis



D. Poschen
Wasseraufbereitung
Alte Weberei 13
47506 Neukirchen-Vluyn
Tel.: 0 28 45/2 14 40
Fax: 0 28 45/3 91 50 00

Internet: <http://www.dp-wasseraufbereitung.de>

gas eine äußerst giftige Verbindung, deren Reaktionsprodukte – die Chloramine – noch in geringster Konzentration Schleimhäute und Atmungsorgane reizen. Im Jahre 1974 wurde die Trinkwasserchlorung neu bewertet, nachdem die Reaktion organischer Substanzen (Huminstoffe) mit Chlor entdeckt wurde. Bei der sogenannten Chlorierung entsteht Chloroform als Hauptprodukt, aber auch gemischte Haloforme, die neben Chlor auch Brom enthalten und als mutagen und kanzerogen gelten. Seither versucht man Alternativen zur Chlorung bei der Wasserbehandlung zu finden.

1.3.1.2 Ozon

Ozon ist eines der stärksten Oxidationsmittel, aber im Gegensatz zu Chlor wesentlich instabiler. Es desinfiziert Wasser durch die Freisetzung von naszierendem Sauerstoff (Ozonung). Der Vorteil bei diesem Verfahren liegt in der Geschmacks- und Geruchsfreiheit sowie in der fast fehlenden Schleimhautreizung. Ozon zerfällt in Wasser in die Produkte Sauerstoff und Wasser, es gibt also keine toxischen Zersetzungsprodukte. Ein großer Nachteil der Ozondesinfektion ist der rasche Ozonverfall und die Bildung von Braunstein, d. h. Ozon besitzt in Wasserleitungsnetzen keine ausreichende antibakterielle Wirkung. Die schlechte Löslichkeit von Ozon in Wasser bedingt eine wesentlich schnellere MAK-Wert-Überschreitung als bei anderen gasförmigen Desinfektionsmitteln. Die Bildung von THMs bei entsprechendem Chlorgehalt des Wassers und des nierenkrebserzeugenden Bromats bei bromidhaltigem Trinkwasser müssen bei Einsatz dieses Desinfektionsmittels berücksichtigt werden. Weiterhin ist die Ozonherstellung ein sehr kostenintensives Verfahren.

1.3.1.3 Chlordioxid

Eine Alternative zur Chlorung von Wasser bietet das Chlordioxid. Chlordioxid als Gas explodiert bei einem Volumenanteil in Luft von $\geq 10\%$. Chlordioxid ist daher nur in wässrigen Lösungen einsetzbar. Es vermeidet die nachteiligen Wirkungen des Chlors (schleimhautreizend, umweltfeindlich) und ist im Gegensatz zu Ozon stabiler und kostengünstiger herzustellen. Weitere Vorteile und Verfahren zur Gewinnung von Chlordioxid werden im Folgenden erläutert.

1.3.1.3.1 Vorteile von Chlordioxid ClO_2

- vielseitig wirkendes Desinfektionsmittel
- hervorragende
 - bakterizide (z. B. E. coli)
 - sporizide
 - virizide und
 - algizide Eigenschaften
- pH abhängige bis zu 2,5 fache Oxidationskraft gegenüber anderen Desinfektionsmitteln (Peressigsäure, Wasserstoffperoxid, Chlorbleichlauge, Chlor) und dadurch geringere Einsatzkonzentrationen
- stärkere Entkeimungswirkung und schnellere desinfizierende Wirkung im Vergleich zu Chlor
- geringere Kosten im Vergleich zur Desinfektion mit Peressigsäure oder Chlorprodukten
- weitestgehend pH-Wert unabhängige desinfizierende Wirkung (in wässrigen Medien stabil zwischen pH 6,5 und 9,5), somit wird eine konstante Desinfektion gewährleistet
- lang anhaltende bakteriostatische Wirkung – Abbau von mikrobiologischen Ablagerungen in Rohrnetzen („Biofilmkiller“)
- desodorierende Eigenschaften, d. h. Geruchs- und Geschmacksstoffe im Wasser, z. B. von Phenolen, Algen oder deren Zersetzungsprodukten werden umgewandelt, bzw. werden erst gar nicht erzeugt.
- keine Bildung von halogenierten Stoffen, wie Trihalogenverbindungen (Trihalomethane THMs), Chlorphenolen, AOX-Verbindungen und Chloraminen im Trinkwasser
- schon eine Chlordioxidkonzentration von 0,5 mg/L ist ausreichend, um Hefen, Lactobacillus brevis (in Molkereiprodukten), Pediococcus damnosus (Bier+Wein), Megasphaera sp. und Pectinatus cerevisiiphilus bei 20°C innerhalb einer Minute abzutöten.
- keine Reaktion mit primären, sekundären und quartären Aminen.

1.3.1.3.2 Chemie des Chlordioxides

Chlordioxid ist ein relativ stabiles Radikalmolekül (sehr reaktionsfreudig). Jedoch sollten Chlordioxidgehalte über 10 Vol.-% vermieden werden, da Chlordioxid-Luftgemische unter ungünstigen Umständen zur Explosion neigen. Aus diesem Grunde sollten auch keine wässrigen Chlordioxidlösungen mit einem Gehalt über 6 g/L herge-

stellt werden. Eine thermische Zersetzungsreaktion von ClO_2 erfolgt in der Gasphase bei 50°C zu Chlor und Sauerstoff. In wässriger Lösung beginnt die photolytische Zersetzung des Chlordioxids bei Wellenlängen kleiner 436 nm in Chlor, Chlorit und insbesondere zu Chlorat und Chlorid.

In alkalischen Medien unterliegt ClO_2 einer Disproportionierung zu Chlorit und Chlorat. Bei einem pH-Wert von 12 zerfällt Chlordioxid innerhalb von 3 Stunden zu 50%. In sauren Medien erfolgt eine Disproportionierung zu Chlor und Salzsäure, in neutralen wässrigen Lösungen ist Chlordioxid sehr stabil.

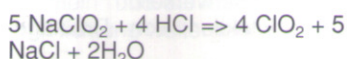
Im Wesentlichen ist die Stabilität von Chlordioxid abhängig von:

- Höhe der Konzentration
- Temperatur (je höher, desto schneller der Abbau)
- Lagerung (je mehr Luftkontakt und Lichteinstrahlung, desto schneller der Abbau)
- Einsatzbedingungen (Anwesenheit zehrender Stoffe wie organische Stoffe oder z. B. Eisen- oder Manganionen)
- Behältermaterial (Diffusion von Chlordioxid durch den Behälterkunststoff)

1.3.1.3.3 Bisherige Herstellung von Chlordioxid

Chlordioxid ist ein bekanntes und hoch effizientes Desinfektionsmittel. Aufgrund der Instabilität dieses Gases und der Gefahr der Explosion von Luftgemischen, musste es bisher mit einer aufwendigen gefahrlosen Anlagentechnik vor Ort hergestellt werden. Diese kostenintensive Anlagentechnik zieht, neben hohen Investitions-, Wartungs- und Instandhaltungskosten, auch noch zusätzliche Kosten für bauliche Maßnahmen nach § 7 der UVV (Unfallverhütungsvorschrift) "Chlorung von Wasser" nach sich.

Das gängigste Chlordioxidherstellungsverfahren ist das Salzsäure-Chlorit-Verfahren:

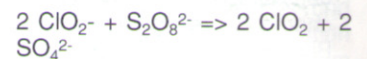


Hier wird Natriumchlorit und Salzsäure umgesetzt zu Chlordioxid, Natriumchlorid und Wasser. Weiterhin entstehen in erheblichem Umfang Chlorat und freies Chlor, so dass sich die theoretische Ausbeute an Chlordioxid von 80% bezogen auf Chlorit auf bis zu 50% reduziert. Als Ausgangskemikalien werden

verdünnte Natriumchlorit-Lösung (7,5%) und verdünnte Salzsäure (9%) verwendet. Beide Lösungen werden aus Behältern im Verhältnis 1:1 über eine Dosierpumpe in einen Reaktionsbehälter dosiert. Dort entsteht eine Lösung mit 20 g Chlordioxid/Liter. In dieser Konzentration ist die Lösung bei Kontakt mit Luft explosiv, so dass Chlordioxid bisher vor Ort mit anschließender Zwangsverdünnung hergestellt werden musste.

1.3.1.3.4 Chlordioxidherstellung nach dem DK-DOX®-Verfahren

Durch das neu entwickelte Verfahren ist es nun zum ersten Mal möglich, eine der Trinkwasserverordnung entsprechende, wässrige, stabile Chlordioxidlösung herzustellen. Dafür ist keine kostenintensive, aufwendige und gefährliche Anlagentechnik vor Ort notwendig. Grundlage dieses Verfahrens ist die Umsetzung des Chlorits mit dem Peroxodisulfat Anion gemäß nachfolgender Gleichung:



Aufgrund der Reaktionsträgheit des Peroxodisulfats, ist die Reaktionszeit bis zum quantitativen Umsatz des Chlorits zu Chlordioxid sehr viel länger als bei den herkömmlichen Verfahren zur Herstellung von Chlordioxid. Durch die Verwendung eines Übergangsmetallkatalysators in ionischer Form lässt sich diese Reaktionszeit jedoch auf 24 h verkürzen (z. B. Silber- oder Kupferionen). Die Reaktions- und Produktlösung wird durch Einsatz des Peroxodisulfat-Salzgemenges sowie eines sich im Neutralbereich ausbildenden Puffersystems nahezu pH-neutral gehalten. Dadurch werden Disproportionierungsreaktionen, d. h. die Bildung von Chlorat und Chlorit, ausgeschlossen. Die so erzeugten reinen Chlordioxidlösungen haben bei dunkler und kühler Lagerung in verschlossenen Gebinden eine Haltbarkeit von mehreren Wochen.

Die reine Chlordioxidlösung wird wie folgt erzeugt: Zu einem Volumenanteil einer wässrigen 3g ClO_2 /L Lösung wird im genauen Verhältnis eine vorgelöste Salzmenge mit der Hauptkomponente Natriumperoxodisulfat gegeben und das Gebinde dicht verschlossen. Nach einer 24 stündigen Reaktionszeit steht dann eine 3g ClO_2 /L Lösung zur