

HYGIENE *Report*

- Hepatitis A / Norovirus
- Allergene
- Berufskleidung

4 2014

Das Forum für Qualitätssicherung der Lebensmittel- und Getränkeindustrie



Hart zu Mikroorganismen. Sanft zu Anlagen.

DK-DOX®

Wirksame Desinfektion bei
deutlich minimierter Korrosion

DK-DOX® Chlordioxid. Zum vielfältigen Einsatz in der
Getränke- und Lebensmittelindustrie:

- Fass- und Flaschenwäsche • CIP sauer
- Füller und Pasteure • Leitungen, Tanks und Kessel
- Kühltürme • u.v.m.

Dr. Kücke GmbH
Schaumburger Str. 11 • 30900 Wedemark
Telefon +49 (0) 5130 3766163
info@kueke.de
www.dk-dox.de

DR. KÜKE
GmbH
DK

**THE
CHLORINE DIOXIDE
COMPANY**

Korrosionsminimierung in der Produktion

Die Anwendung von pH-neutralen Chlordioxid-Desinfektionslösungen in der Lebensmittelindustrie

Der Einsatz von Chlordioxid zur Desinfektion von Trink-, Brauch- und Prozesswasser, zur Flaschen-desinfektion sowie zur Desinfektion von Anlagen und Anlagenteilen ist in der Lebensmittelproduktion seit Jahrzehnten geübte Praxis. Zur Anwendung kamen bisher Chlordioxidlösungen, die aus der Reaktion von Natriumchlorit mit Salzsäure gemäß der Reaktionsgleichung 1 hergestellt werden.

Die Anwendung von Chlordioxid in einem lebensmittelherstellenden Betrieb bedingt, dass das hier einzusetzende Chlordioxid der Trinkwasserverordnung 2001 (TrinkwVo 2001) unterliegt.

Neben dem oben genannten Verfahren zur Herstellung salzsaurer Chlordioxidlösungen erlaubt die TrinkwVo 2001 den Einsatz von Chlordioxid hergestellt aus der Reaktion des Natriumchlorits mit Natriumperoxodisulfat gemäß der Reaktionsgleichung 2

Das Salzsäure – Chlorit Verfahren gem. Reaktion (1) existiert in zwei Ausführungsformen.

Zum einen ist dies die Darstellung des Chlordioxids als eine konzentrierte Reaktorlösung von ca. 15-18 g/L Chlordioxid. Diese Lösung wird nach der Herstellung unter Einsatz eines 300 %igen überstöchiometrischen Einsatzes an Salz-

säure üblicherweise auf eine Gebrauchskonzentration von ca. 2-3 g Chlordioxid/L verdünnt oder direkt in den zu desinfizierenden Wasserstrom geleitet. Die benötigten Eduktkomponenten sind 9 % wässrige Salzsäure Lösung und 7,5 % wässrige Chloritlösung.

Zum anderen lässt das DVGW Arbeitsblatt W 224 auch die manuelle Herstellung von Chlordioxid nach diesem Verfahren zu. Hierzu werden eine wässrige Chloritlösung und eine wässrige Salzsäurelösung, die in einem 1000 % überstöchiometrischen Überschuss zur Chloritlösung gegeben wird, zur Reaktion gebracht. Eine 2-3 g Chlordioxid/L enthaltene Chlordioxidlösung lässt sich so gewinnen. Die pH-Werte so erzeugter Chlordioxidlösungen liegen, aufgrund des sehr hohen Salzsäureüberschuss, bei $\text{pH} < 0,5$. Chlordioxidlösungen aus dem Natriumperoxodisulfatchlorit-Verfahren werden durch Umsetzung einer 0,3 % oder 0,5 % Chloritlösung mit Natriumperoxodisulfat gem. Reaktionsgleichung 2 gewonnen. Die Ausbeute dieser Reaktion liegt bei nahezu 100%.

Für den Einsatz von trinkwasserzugelassenen Chlordioxidlösungen in der Lebensmittelindustrie stehen nunmehr Chlordioxidlösungen zur Verfügung, die einerseits einen extrem niedrigen pH-Wert ($< 0,5$) und hohe Chloridfrachten (Herstellung

mit hohen Überschüssen an Salzsäure), andererseits einen neutralen pH-Wert ($\text{pH} 6-7$) und äußerst geringe Chloridfrachten (Herstellung aus chloridarmen Natriumchloritlösungen und chloridfreiem Natriumperoxodisulfat) aufweisen.

Die Unterschiede der beiden Herstellmethoden und der daraus hergestellten Chlordioxidlösungen sind in Tabelle 1 dargestellt.

DK-DOX® und DK KONT® zur Erzeugung pH neutraler Chlordioxidlösungen

Das Normverfahren zur Herstellung pH neutraler Chlordioxidlösungen wird in der DIN EN 12671 „Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Vor Ort erzeugtes Chlordioxid“ beschrieben. Die Norm verweist unter Punkt A.2.2 „Anwendungsform des Produktes“ auf den pH Wertebereich von 5,5 bis 8,0. Hier sind Chlordioxidlösungen, die nach dem DK-DOX® Verfahren hergestellt werden, besonders stabil. Das DK-DOX® Patentverfahren bildet die DIN EN 12671 exakt ab.

Aufgrund der direkten Reaktion des Chloritons mit einem Sulfatradikal, ohne Ausbildung einer Cl_2O_2 Zwischenstufe wie im Salzsäure-Chlorit-

Verfahren, kommt es zur Bildung von Chlordioxid, ohne das freies Chlor (HOCl , ClO^-) in der Lösung gebildet wird.

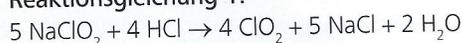
Die in Reaktionsgleichung 1 genannte Summengleichung kann in die Teilgleichungen 2.1 und 2.2 zerlegt werden.

Die homolytische Spaltung des Peroxodisulfat Anions (2.1) ist die geschwindigkeitsbestimmende Reaktion. Sie kann beschleunigt werden durch die Erhitzung des Reaktionsgemisches auf maximal 30°C . Höhere Temperaturen führen zu einer beginnenden Thermolyse des sich bildenden Chlordioxids und zu einer beschleunigten Weiterreaktion des Chlordioxids zu Chlorat.

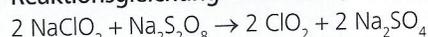
DK-DOX® zur manuellen Herstellung von Chlordioxidlösungen

Das DK-DOX® Zweikomponentenverfahren verwendet eine 0,3 %ige bzw. eine 0,5 %ige Chloritlösung als Flüssigkomponente und Natriumperoxodisulfat als Feststoffkomponente. Bei der manuellen Herstellung von Chlordioxidlösungen wird die vorkonfektionierte Feststoffkomponente Natriumperoxodisulfat in der Transportflasche mit Trinkwasser vorgelöst und diese Lösung in den Transportbehälter mit der 0,3/0,5

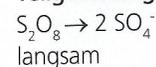
Reaktionsgleichung 1:



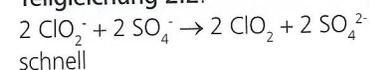
Reaktionsgleichung 2:



Teilgleichung 2.1:



Teilgleichung 2.2:



Natriumchlorit – Salzsäure Verfahren	DK-DOX®, DK KONT® Verfahren Natriumchlorit – Natriumperoxodisulfat Verfahren
Theoretisch 80 % Umsatz des Natriumchlorits zu Chlordioxid.	Theoretisch 100 % Umsatz des Natriumchlorits zu Chlordioxid.
Herstellung von Chlordioxidlösungen mit 20 g ClO ₂ /L mit 300 % überstöchiometrischen Salzsäureüberschuss. Herstellung von Chlordioxidlösungen ohne Verdünnung von 2-3 g/L mit 1000 % überstöchiometrischen Salzsäureüberschuss.	Herstellung von Chlordioxidlösungen zwischen 0 und 5 g/L nach Reaktionsgleichung 2.
Halbwertszeit von Chlordioxidlösungen mit 20 g ClO ₂ /L 6-12 Stunden je nach Umgebungstemperatur. Beständigkeit der Chlordioxidlösungen mit 2-3 g ClO ₂ /L bei 1000 % Salzsäureüberschuss ca. 2 Wochen. Chloratbildung.	Beständigkeit der Chlordioxidlösung ca. 1 Monat bei Raumtemperatur.
Erzeugte Chlordioxidlösungen haben pH Werte zwischen -1 und 0,6, sind stark Chlorid haltig und enthalten unmittelbar nach der Herstellung freies Chlor.	Erzeugte Chlordioxidlösungen haben pH Werte zwischen 6 und 7, haben einen sehr geringen Chlorid Gehalt und enthalten unmittelbar nach der Herstellung kein freies Chlor.
Chlordioxidlösungen, die bei Betriebsstillstand im Reaktor und den Rohrleitungen verbleiben, sind nach wenigen Stunden unbrauchbar durch Zerfall. Desinfektionslöcher entstehen, wenn nicht vor Wiederinbetriebnahme der gesamte Reaktor und das gesamte Chlordioxidleitungssystem mit frischer Chlordioxidlösung gespült wird.	Chlordioxidlösungen sind über einen Monat stapelbar bei Verlusten an Chlordioxid < 10 % p.m. Keine Desinfektionslöcher.
Vertauschen von Saugglanzen für die flüssigen Eduktstoffe Natriumchlorit und Salzsäure kann zu erheblichen Unfällen durch unkontrollierten Chlordioxidaustritt und damit zu Gefährdungen des Bedienpersonals führen.	Vertauschen und Gefährdungen sind nicht möglich. Der flüssige Eduktstoff Natriumchlorit wird durch eine Saugglanze und eine Pumpe in den Reaktor eingebracht, der feste Eduktstoff Natriumperoxodisulfat wird durch das Durchströmen einer Kartusche mit dem Verdünnungswasser in den Reaktor eingebracht.
Zwei Dosierpumpen zur exakten Dosierung gleicher Volumina Salzsäure (9 %) und Natriumchlorit (7,5 %) in Reaktor notwendig.	Eine einfache Schlauchpumpe zur Dosierung einer 10 %igen Chloritlösung. Vorkonfektioniertes Salz in Kartusche wird gelöst in Verdünnungswasser. Steuerung über Levelsensoren
Spontanreaktion führt zur Bildung von großen Mengen Chlordioxid in kurzer Zeit. Im Reaktor müssen Reaktionszeiten von ca. 15 Minuten eingehalten werden, im manuellen Verfahren Reaktionszeiten von ca. 1-2 Stunden. Die Reaktionszeiten sind temperaturabhängig.	Sehr langsame Bildung von Chlordioxid. Im Reaktor müssen Reaktionszeiten von 24 Stunden bei 30 °C eingehalten werden. Im manuellen Verfahren liegen die Reaktionszeiten bei 24 Stunden (30 °C) bis zu drei Tagen (19 °C).
Absaugung der Chlordioxidgase bei Reaktoranlagen mit 20 g ClO ₂ /L aufgrund der Diffusion durch Reaktormaterial	Diffusion von Chlordioxidgas aufgrund geringer Konzentration der Chlordioxidlösung ausgeschlossen.

Tabelle 1: Verfahrensgegenüberstellung Salzsäure-Chlorit vs. Peroxodisulfat-Chlorit.

6%igen vorkonfektionierten Natriumchloritlösung überführt.

Hierdurch wird ein homogenes Reaktionsgemisch hergestellt. Nach einer Reaktionszeit von 24 Stunden bei 30 °C oder von 72 Stunden bei 20 °C steht dann eine chlorfreie (kein Cl₂, HOCl oder NaOCl), pH neutrale Chlordioxidlösung zur Verfüg-

ung. Diese muss in Trinkwasseranwendungen gem. dem DVGW Arbeitsblatt W624 – Punkt 10.5 Dosierung von bevorrateten Chlordioxidlösungen – mengenproportional zudosiert werden. Eine Geschmacks- oder Geruchsveränderung im Lebensmittelprodukt durch Chlorphenolbildung wird bei dieser Chlordioxidherstellung – im Ge-

gensatz zu den chlorhaltigen salzsäuren Chlordioxidlösungen – sicher vermieden.

Die Dosierung in weiteren Betriebs-/Prozesswässern wird auch durch Chlordioxidsensoren oder Redoxelektroden gesteuert, die die Dosierpumpe entsprechend ansteuern.



Abb. 1: DK-DOX® Zweikomponentensystem.

Quelle: Dr. Küke GmbH

Durch die sehr langsame Erzeugung von Chlordioxid, die eine Spontanreaktion zu Chlordioxid ausschließt, lässt sich gefahrlos, manuell Chlordioxidlösung zwischen 0 und 0,5 % herstellen.

Die so gefahrlos, manuell hergestellte Kanister-/Containerware kann dann in dem Betrieb dezentral eingesetzt werden. Die DK-DOX® Kanister-/Containerware kann in Gebindegrößen von 250 ml bis 1000 Liter bereitgestellt werden.

DK KONT® zur automatisierten Herstellung von Chlordioxid

Der Batch Prozess, der dem DK-DOX® Zweikomponentenverfahren zu Grunde liegt, wurde durch eine folgende Weiterentwicklung durch die Dr. Küke GmbH automatisiert. Der daraus resultierende Chlordioxidgenerator DK KONT® erzeugt quasi kontinuierlich eine bis zu 0,5 % konzentrierte Chlordioxidlösung. Die Tabelle 2 auf der nachfolgenden Seite gibt die grundlegenden Daten der zwei DK KONT® Generatortypen wieder.

Funktionsbeschreibung

In den DK KONT® Reaktor wird eine definierte Menge Chloritlösung durch eine Schlauchpumpe dosiert. Danach wird Trinkwasser durch eine Einspülvorrichtung ge-

DK KONT		MIDI	MAXI
ClO ₂ - Leistung	g/h	2,5-4,2	12,5-20,8
Betriebsdruck (Wasseranschluss)	bar	2-10 bar	2-10 bar
Chemikalienverbrauch pro Charge		2 Liter DK-DOX®Chloritlg. / 1 DK-DOX®CAPS	5 Liter DK-DOX®Chloritlg / 1 DK-DOX® CAPS
Konzentration Stammlösung	g/l	2,8 – 5,2	
Spannungsversorgung		90-265 V, 50/60 Hz	
Schutzart		IP 65	

Tabelle 2: Daten DK KONT®.

leitet, das die vorkonfektionierte Menge Natriumperoxodisulfat auflöst und mit der Chloritlösung vermischt.

Es folgt eine 24 stündige Reaktionszeit, bei der nach Reaktionsgleichung 2 das gesamte Chlorit zu Chlordioxid oxidiert wird.

Diese ausreagierte Chlordioxidlösung wird danach durch das Öffnen eines Ventils durch Schwerkrafteinwirkung in den Dosierbehälter übergeben. Aus diesem Dosierbehälter wird im Anschluss das Chlordioxid in die jeweilige Applikation gepumpt.

Der folgende Ansatz im Reaktor kann nun durchgeführt werden und ist abhängig davon, dass vorkonfektionierte Natriumperoxodisulfat (DK-DOX® CAPS) in die Einspülvorrichtung eingebracht und das der „Meldebestand“ in der Dosiereinheit erreicht worden ist. Der Mel-

bestand ist eine systemrelevante Größe und beschreibt die Menge an Chlordioxidlösung, die in mindestens 24 Stunden vom zu desinfizierenden System verbraucht wird. Das Chlordioxid im Dosierbehälter hat eine Haltbarkeit von mindestens 30 Tagen. Der gesamte Prozess wird über Füllstandssensoren im Reaktor und im Dosierbehälter gesteuert.

DK-DOX® und DK KONT® Einsatz im Hofbrauhaus Wolters GmbH

In der Brauerei Hofbrauhaus Wolters GmbH in Braunschweig sind die Masse der Anlagen und Anlagenteile unter Verwendung des Edelstahl 1.4301 gefertigt. Seit dem Herbst 2013 wird dort DK-DOX® Chlordioxid eingesetzt, das nach dem DK-DOX® Natriumperoxodisulfat – Natriumchlorit Verfahren über den DK KONT® Chlordioxidgenerator hergestellt, aber auch als manuell anzusetzendes Zweikomponentensystem DK-DOX® als Containerware dezentral am Pasteur bereitge-

stellt wird. Da neben dem Peroxodisulfat-Chlorit-Verfahren auch noch das bekannte Salzsäure-Chlorit-Verfahren hier Anwendung findet, ist ein direkter Vergleich der beiden Einsatzsysteme unter Praxisbedingungen hier gegeben.

Anforderungen an eine Anlage zur Herstellung und Dosierung von Chlordioxid aus Sicht der Praxis

Die Betriebssicherheit in einer Brauerei bedingt zwingend, dass der Generator zuverlässig und störungsfrei Chlordioxid in der benötigten Menge für mehrere Dosagestellen zur Verfügung stellt.

Um schwankende Chlordioxid Abnahmen und Stillstandszeiten des Betriebes z.B. am Wochenende abzudecken, ist das Chlordioxid idealerweise über einen gewissen Zeitraum stapelbar.

Ferner sollte die Anlage bedienerfreundlich gestaltet sein und keine Möglichkeit bieten die Chemi-

kalien, welche zur Chlordioxidherstellung verwendet werden, zu wechseln und falsch an die Anlage anzuschließen.

Die Anlage soll weiterhin eine Chlordioxidlösung produzieren, die möglichst kein oder kaum überschüssiges Chlorid enthält und den pH-Wert des mit Chlordioxid beaufschlagten Wassers nicht oder kaum verändert. Dieses wird gefordert, um die mit Chlordioxid in Kontakt kommenden Materialien und Maschinen, welche meistens aus 1.4301 bestehen, möglichst nicht durch Korrosion zu beschädigen.

Die Bereitstellung der Chlordioxidlösung muss wirtschaftlich erfolgen, wobei ein geringer Aufpreis zu Gunsten einer höheren Arbeitssicherheit und einer geringeren Korrosivität bis zu einem gewissen Maß getragen werden kann.

Vergleich des Salzsäure-Chlorit Verfahrens mit Salzsäureüberschuss und des DK KONT®-Verfahrens

Sowohl das Salzsäure-Chlorit- als auch das DK KONT®-Verfahren können Chlordioxidlösung für mehrere Dosagestellen mit einer Anlage herstellen.

Beide Anlagen bieten die Möglichkeit kürzere Stillstandszeiten durch Chlordioxid, welches über einen gewissen Zeitraum stabil ist, ohne Probleme für den Wiederanlauf zu stapeln. Allerdings weist die Chlordioxidlösung, die mittels des DK



Abb. 2: DK KONT®. Quelle (Bild 2-4): Dr. Küke GmbH



Abb. 3: Einsetzen DK-DOX® CAPS in Einspülvorrichtung.



Abb. 4: Start der Chlordioxidherzeugung.

KONT®-Verfahrens hergestellt wird je nach Umgebungstemperatur eine Stabilität von bis zu 30 Tagen auf. Sie ist somit deutlich länger stabil als die Chlordioxidlösung, die mit einem Verfahren mit Salzsäureüberschuss hergestellt wird.

Beim Salzsäure-Chlorit-Verfahren werden 9 %ige Salzsäure und 7,5 %iges Natriumchlorit verwendet, welche beide als Flüssigkeiten vorliegen. Da die Behälter, in welchen die beiden Lösungen angeliefert werden, nahezu gleich aussehen, ist nicht auszuschließen, dass diese, obwohl sie vollständig und korrekt beschriftet sind, auch von unterwiesenen Personen vertauscht werden.

Bei dem DK KONT®-Verfahren kommen Natriumperoxodisulfat als Feststoff und Natriumchlorit als Flüssigkeit zum Einsatz. Das Natriumperoxodisulfat wird von der Anlage durch Zusatz von Wasser selbstständig gelöst und eine Verwechslung durch den Anlagenbediener ist sicher ausgeschlossen.

	Versuch 1	Versuch 2	Versuch 3	Versuch 4
pH	1,4	6,3	2,2	6,7
Konzentration [mg Chlordioxid/L]	920	914	51	51
Massenverlust [%]	11,1	0,28	0,029	0,00001

Tabelle 3: Datensammlung Versuch 1-4.

Bei Wässern mit geringer Gesamthärte und Pufferkapazität bewirkt eine Dosage von Chlordioxid, welches mit dem Salzsäure-Chlorit-Verfahren und somit mit einem deutlichen Salzsäureüberschuss hergestellt wird, eine Absenkung des pH-

Wertes. Im speziellen Anwendungsfall wird das Umfeld des Füllers mit einer 1,5 ppm Chlordioxidlösung bedüst. Bei dem verwendeten Rohwasser mit einer Geamthärte von 4 °dH konnte ein pH-Wert kleiner 4 festgestellt werden. Dieses führt zusammen mit dem vorliegenden Chlorid zu deutlichen Korrosionserscheinungen an den mit der Lösung in Kontakt kommenden Anlagenteilen, wie in der Abbildung 5 des Puffertanks für Bedüsungswasser dargestellt ist.

Chlordioxidlösungen nach dem DK-DOX® / DK KONT® Verfahren zeigen die Ergebnisse aus Tabelle 3.

Die Dosage des mittels DK KONT®-Verfahrens hergestellten Chlordioxids erfolgt im Bereich der Bandschmierung. Die Dosage an Chlordioxid wird so eingestellt, dass an den Düsenstöcken für die Bandschmierung 1,5 ppm anliegen. Dieses entspricht der Konzentration, die auch zur Permanentbedüsung des Füllumfeldes verwendet wird. Aus diesem Grund können die Auswirkungen der beiden verschiedenen Chlordioxidlösungen miteinander verglichen werden. Abbildung 6 zeigt deutlich, dass Korrosion wie beim Stapeltank an den Düsen der Bandschmierung und den Transportbändern nicht sichtbar ist.

Da bei dem DK KONT®-Verfahren keinerlei pH-Wert Beeinflussung des mit Chlordioxid beaufschlagten Wassers stattfindet und kaum Chlorid vorliegt, ist die Korrosion bei gleicher Chlordioxidkonzentration ein weitaus geringeres Problem. Vergleichende Korrosionsuntersuchungen mit dem Edelstahl 1.4301 nach DIN 50905 „Korrosion der Metalle – Korrosionsuntersuchungen“ zwischen salzsauren Chlordioxidlösungen und den pH-neutralen

Vergleich der Wirtschaftlichkeit beider Verfahren

Die Herstellung von Chlordioxid mit dem Salzsäure-Chlorit-Verfahren



Abb 5: Puffertank für Bedüsungswasser.



Abb. 6: Transportbänder und Düsen.

Quelle (Bild 5+6): Hofbrauhaus Wolters

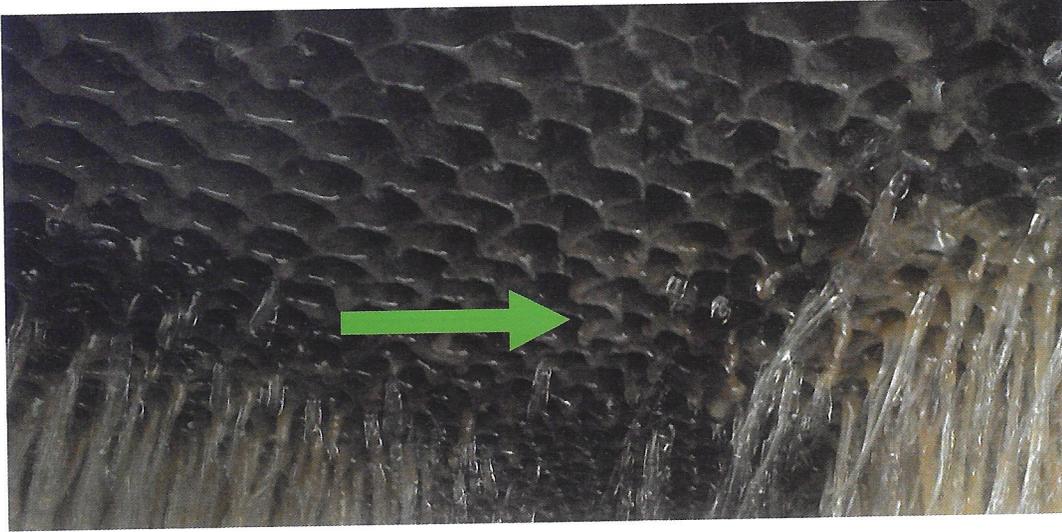


Abb. 7: Schleimbildner im Kühlturm des Pasteurs.



Abb. 8: Kühlturm des Pasteurs mit DK-DOX® Chlordioxid betrieben.

Quelle (Bild 7 und 8): Hofbrauhaus Wolters GmbH

ren kostet bei den aktuellen Preisen für Salzsäure und Natriumchlorit ca. 6 ct/g Chlordioxid. Ausgehend von 250 Produktionstagen und einem Bedarf von 500 g Chlordioxid pro Tag belaufen sich die Kosten für Chemikalien auf ca. 7500 €/Jahr.

Die Chemikalienkosten zum Betrieb der DK KONT®-Anlage betragen bei gleicher Produktionsmenge Chlordioxid ca. 8000 €/Jahr. Somit betragen die Mehrkosten für eine solche Anlage ca. 500 €/Jahr bzw. ca. 2 €/Produktionstag. Diese zusätzlichen Kosten sind aus dem Blickwinkel der Praxis aufgrund der erhöhten Arbeitssicherheit und der geringeren Korrosivität durchaus vertretbar.

Der tatsächliche Bedarf an Chlordioxid ist im realen Betrieb geringer als in dem Rechenbeispiel angenommen. Aufgrund der noch vorhandenen Kapazität der Anlage wird diese momentan umgerüstet, damit eine weitere Dosagestelle betrieben werden kann. Neben den beiden bereits bestehenden Dosagestellen für die Beaufschlagung des Kaltwassers der Flaschenreinigungsmaschine und für die Bandschmierung soll aufgrund der positiven Erfahrungen eine dritte Dosagestelle für die Permanentbedüsung für das Füllenumfeld ebenfalls von der DK KONT®-Anlage aus versorgt werden. Hierfür wird die vorhandene Salzsäure-Chlorit-Anlage außer Betrieb genommen.

Eine weitere Einsatzmöglichkeit von Chlordioxid ohne Verschiebung des pH-Wertes des beaufschlagten Wassers

Als weiteres Einsatzgebiet kommt Chlordioxid im Bereich des Kühlwasserkreislaufes des Pasteurs zum Einsatz. Bevor die Dosage von Chlordioxid einsetzte, wurde das Pasteurwasser mit einem Biozid auf Basis von Chlor-Mehtyl-Isothiazol Verbindungen beaufschlagt. Aufgrund des hohen Nährstoffeintrages durch zuckerhaltige Getränke, die in der Maschine pasteurisiert werden, ist die biologische Belastung vergleichsweise hoch. Die Beschaffenheit des Kühlturmes, dessen Lamellen aus Kunststoff bestehen, lässt eine Rei-

nigung mit heißer Lauge nicht zu. Kalte Reinigungen erzielen nicht das gewünschte Ergebnis. Besonders in den Sommermonaten ist eine Biofilmbildung nicht zu vermeiden. Es bildeten sich Schleimbildner entlang der Lamellen, wie in der Abbildung 7 deutlich sichtbar ist.

Die Umstellung auf Chlordioxid erfolgte im Herbst 2013. Seitdem wird DK-DOX® eingesetzt, welches anders als in der Abfüllung als fertige Gebrauchslösung im Container verwendet wird. Im Verlauf einiger Wochen war bei dem Kühlturm ein vermehrter Austrag an Biomasse feststellbar, bevor die Lamellen im ganzen Kühlturm gleichmäßig durchgängig waren. Dieses zeigt das Bild 8, welches im Frühjahr 2014 aufgenommen wurde, deutlich.

Dieses Ergebnis konnte im Vorfeld durch Reinigungsprotokolle nicht erreicht oder dauerhaft gehalten werden.

Literarnachweis und Referenzen auf Anfrage

Dr. Kücke GmbH
Schaumburger Straße 11
D-30900 Wedemark
kueke@kueke.de
www.kueke.de