

Moderne Desinfektionsmittel – die Kunst der richtigen Auswahl

KOSTEN, NUTZEN, EINSCHRÄNKUNGEN | „Früher verbrachte ein Brauer 90 Prozent seiner Arbeitszeit mit Reinigungs- und Desinfektionsaufgaben.“ Diese Aussage eines gestandenen Braumeisters belegt den überaus hohen Stellenwert, der der Hygiene bei der Produktion von mikrobiologisch empfindlichen Produkten wie Bier, Limonaden oder Säften zukommt. Dass heutzutage der Aufwand für Reinigung und Desinfektion deutlich weniger Zeit erfordert, liegt neben einer weitgehenden Prozessautomatisierung am Einsatz hoch spezialisierter Reinigungs- und Desinfektionsmittel bzw. -verfahren. Innovationsträger sind weniger die verwendeten Wirkstoffe selbst, als vielmehr ständigem Wandel unterworfenen Produktrezepturen und Darstellungsverfahren. Auf die gebräuchlichsten und modernsten wird hier näher eingegangen.

SEIT INKRAFTTRETEN DER BIOZID-PRODUKTERICHTLINIE (98/8/EG) bestehen von gesetzgeberischer Seite besondere Zulassungsbeschränkungen und Meldeverfahren beim Einsatz der verschiedenen bioziden Wirkstoffe.

Neben den „klassischen“ Wirkstoffen wie Chlor, Wasserstoffperoxid, Peressigsäure, quarternären Ammoniumverbindungen, Alkoholen u. v. a. gewinnen zunehmend Verfahren an Bedeutung, bei denen der Desinfektionswirkstoff erst beim Verbraucher/

Anwender vor Ort hergestellt wird. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die derzeit verwendeten Produkte bzw. Wirkstoffe und Verfahren und die damit verbundenen Vor- und Nachteile.

■ Klassische Desinfektionsprodukte

Bei den klassischen Desinfektionsprodukten handelt es sich um wässrig formulierte Lösungen, die neben dem eigentlichen Wirkstoff verschiedene Nebenbestandteile wie Stabilisatoren, Lösevermittler und Wirkungsverstärker oder auch Härtestabilisierungskomponenten enthalten.

In der automatisierten Desinfektion von Tanks und Rohrleitungen (CIP) sowie in der Flaschenreinigung und in Rinsprozessen, aber auch in der Trinkwasserbehandlung dominieren heute oxidativ wirkende Produkte. Dazu zählen unter anderem Chlor, Peressigsäure und Wasserstoffperoxid. Allen oxidativen Desinfektionswirkstoffen

gemein ist die Tatsache, dass sie das umfassendste Wirkspektrum, die schnellste Wirkung bei keinerlei möglicher Resistenzbildung besitzen.

Da Chlor als einziges oxidativ wirkendes Biozid in hochalkalischen Formulierungen stabil ist, kommt ihm im Bereich der kombinierten Reinigung eine besondere Bedeutung zu. Es wirkt im Alkalischen reinigungsverstärkend, ist kostengünstig und hat als Desinfektionswirkstoff ein umfassendes Wirkspektrum. Nicht zuletzt deswegen war und ist es in vielen Bereichen – von der Trinkwasseraufbereitung über die Badewasseraufbereitung, die CIP-Reinigung, Schaumreinigung etc. bis hin zu Haushaltsreinigern – weit verbreitet.

Chlor, alias Aktivchlor, Bleichlauge, Hypochlorit hat jedoch eine ganze Reihe von Nachteilen.

So ist seine mikrobizide Wirksamkeit stark pH-abhängig. Bei hohen pH-Werten ist die Wirkung stark eingeschränkt, sodass beispielsweise bei alkalischen Reinigern sehr hohe Chlorkonzentrationen erforderlich sind, um eine ausreichende Desinfektionswirkung zu gewährleisten.

Die Belastung für verschiedene Materialien, insbesondere Elastomere und Edelstahl (Lochfraß), kann zu sehr hohem Verschleiß bzw. Anlagenschädigungen führen. Die hohe Reaktivität von Chlor – vor allem im neutralen bis schwach sauren pH-Bereich – führt durch Chlorierungsreaktionen zu unerwünschten Nebenprodukten wie Chlorphenolen oder anderen chlorierten Kohlenwasserstoffen (AOX), die Abwasser belastend oder sogar produktschädigend sein können.

Insbesondere aus letztgenannten Gründen versucht man bei der Getränkeproduktion, soweit wie möglich auf Chlor und chlorhaltige Produkte zu verzichten, vor allem an Stellen, wo direkter Produktkontakt

Autoren: Dr. Bernhard Unrecht und Dr. Ulrike Ohnemüller, Asiral GmbH, & Co. KG, Neustadt

Wirksubstanz/ Verfahren	Wirk- spektrum	pH- Bereich	Material- verträg- lichkeit	Produkt- verträg- lichkeit	Einsatzbereich ²⁾	Umweltver- träglichkeit	Wirk- dauer	Besonderheit ³⁾	Kosten ³⁾
Chlor	++	7 - 12	--	--	universell	--	++	Trinkwasser- zugelassen	++
Elektrolysechlor	++	7 - 12	--	--	Anlagenbedingt (Trink-/ Prozesswasser)	--	++	Trinkwasser- zugelassen	--
Peressigsäure	++	2 - 7	--	+	Vorwiegend CIP	+	+		-
Wasserstoffperoxid	+	2 - 7	-	++	Standdesinfektion	++	-	Trinkwasser-zugelassen	0
Ozon	++	2 - 12	--	++	Trink-/ Bade-/ Abwasser	++	++	Trinkwasser-zugelassen	--
UV- Licht	+	2 - 12	++	++	Trink- / Prozesswasser	++	++	Trinkwasser-zugelassen	--
Chlordioxid	++	2 - 8	0	+	universell	++	++	Trinkwasser-zugelassen	++
Halogenessigsäuren	+	1,9 - 2,5	+	++ ²⁾	CIP	0	0	giftig	-
Biguanidine	0 ¹⁾	4 - 9	++	0 ²⁾	Standdesinfektion	--	--	Schwer nachweisbar	-
Isothiazolinone	+	4 - 7	+	-	Konservierung / Stabilisierung	--	--	sensibilisierend	-
Quat/ Amine	+	4 - 10	+	-	Manuelle Oberflächendesinfektion	-	-	Hohe Oberflächenaktivität Schlecht abspülbar	-
Formalin	+	3 - 10	+	-	Manuelle Oberflächendesinfektion Begasungen	+	-	Als humankarzinogen eingestuft	0
Alkohole	+	< 7	0	0	Vorwiegend Personalhygiene	+	+	Entzündlich bis leichtentzündlich	-

1) Wirkungslücke insbesondere bei Schimmelpilzen

2) siehe „Besonderheit“

3) Auswahl

4) Einschätzung der Verfasser

++ = sehr gut; + = gut; 0 = neutral; - = schlecht; -- = sehr schlecht

Abb.1 Überblick über die Eigenschaften gängiger Desinfektionswirkstoffe (soweit nicht anders angegeben stammen die Daten aus „Wallhäusers Praxis der Sterilisation, Desinfektion, Antiseptik und Konservierung“; Georg Thieme Verlag, New York, Stuttgart 2008 und dort angegebener Literatur)

theoretisch möglich ist (CIP, Kaltwasserstabilisierung in der Flaschenreinigung, Rinser, Trinkwasseraufbereitung).

Die seit langem verwendete Alternative zu Chlor für reine Desinfektionszwecke ist Peressigsäure. Sie findet heute breite Anwendung im Bereich der CIP-Reinigung, der Flaschenreinigung über Flaschenrinser bis hin zur kalt-aseptischen Abfüllung von alkoholfreien Getränken.

Von wenigen Ausnahmen abgesehen (Wildhefen) besitzt Peressigsäure eine dem Chlor vergleichbare mikrobiologische Wirksamkeit, ist technisch gut steuerbar (Leitwert), leicht nachweisbar und zudem gut umweltverträglich.

Die ökonomischen Nachteile gegenüber Chlor treten in Anbetracht der technischen und ökologischen Vorteile in den Hintergrund.

Einziger technischer Wermutstropfen ist die hohe Korrosivität gegenüber Stahl, Edelstahl, Buntmetallen und Elastomeren, die beispielsweise den großflächigen Einsatz von peressigsäuren Schaumreinigern erschwert.

Eine gegenüber Chlor und Peressigsäure deutlich abgeschwächte Wirksamkeit besonders in der Kälte hat Wasserstoffperoxid. Sein Einsatz ist daher sehr begrenzt.

Größere Bedeutung haben hochreine Varianten, die zur rückstandsfreien Desinfektion von Weichpackungen und Kunststoffverpackungen (Joghurtbecher) verwendet werden. Rückstandsfreiheit bedeutet hierbei, dass nach erfolgter Behandlung kein Nachspülen mit Trinkwasser mehr erforderlich ist.

Die Gruppe nicht oxidativ wirkender Produkte ist zwar zahlenmäßig sehr umfangreich, mengenmäßig ist der Einsatz aber gegenüber den oxidativ wirkenden Produkten in der Getränkeindustrie wesentlich geringer.

Sie finden hauptsächlich in der manuellen Desinfektion (Standdesinfektion) und in Teilen bei der mikrobiologischen Stabilisierung von Kühl- und Brauchwassersystemen (Eiswasserkühlung, Tunnelpasteur) Verwendung.

Desinfektionsverfahren/ Desinfektionsanlagen

Zu den Desinfektionsverfahren zählen alle vor Ort durch technische Vorrichtungen erzeugten Desinfektionsmittel. Man kann dabei vier wesentliche Verfahren unterscheiden:

UV-Licht

UV-Licht ist ein kurzwelliges Licht im UV-Spektrum und wird zur direkten Keimabtötung verwendet. Der größte Vorteil dieser Methode liegt in ihrer Rückstandsfreiheit, da alleine die Energie elektromagnetischer Wellen ausreicht, Keime nachhaltig abzutöten.

Nachteilig bei diesem Verfahren ist neben den hohen Anschaffungs- und Unterhaltskosten die mangelnde Reichweite bzw. die fehlende Depotwirkung der Desinfektion. Da kein stofflicher Träger der Desinfektionswirkung existiert, beschränkt sich die desinfizierende Wirkung auf den Bereich, der von der UV-Strahlung direkt erreicht werden kann. Biofilme, die sich in Rohrleitungen bilden, können so nicht erreicht werden.

Ozon

Ozon bildet sich aus Luftsauerstoff unter Einwirkung von besonders harter UV-Strahlung bzw. in einem starken elektrischen Feld. Es ist ein äußerst wirksames Biozid, das sehr umweltfreundlich wieder in Sauerstoff zerfällt. Leider ist hier ebenfalls der technische Aufwand für Installati-

on und Betrieb sehr hoch. Darüber hinaus sind erhöhte Ozonwerte in der Luft aus arbeitsmedizinischer Sicht bedenklich und müssen daher durch strenge Kontrollen und hohen technischen Aufwand vermieden werden.

Durch seinen raschen Zerfall auch in gelöster Form bietet Ozon nur bedingt Depotwirkung.

Chlordioxid

Eine hinsichtlich ihrer chemischen Struktur und Wirkungsweise dem Ozon verwandte Substanz stellt Chlordioxid (ClO_2) dar. Es steht in seiner Reaktivität und bioziden Wirksamkeit zwischen seinen strukturverwandten Verbindungen Peressigsäure und Ozon. Seine Darstellung erfolgt über eine chemische Reaktion, bei der durch einfaches Mischen zweier – meist flüssiger – Ausgangsstoffe in einem Reaktionsgefäß eine ClO_2 -Stammlösung erzeugt wird.

Durch Verdünnung mit Wasser erhält man die entsprechende Anwendungslösung. Diese ist anders als Ozon oder UV-Licht längere Zeit stabil und bietet damit eine Depotwirkung.

Aufgrund seiner hervorragenden mikrobiziden Eigenschaften, seiner guten Umweltverträglichkeit, seiner physiologischen Unbedenklichkeit, seiner vergleichbar einfachen Erzeugungstechnik und nicht zuletzt seiner ökonomischen Vorteile ist Chlordioxid heute in der Getränkeindustrie von der Trink- und Betriebswasseraufbereitung über Rinserwasser, Füllerüberschwallung, Flaschenwaschmaschine bis hin zu CIP-Desinfektion, Transportbanddesinfektion sowie Kühl- und Prozesswasserstabilisierung im Einsatz. Sowohl UV-Licht als auch Ozon und Chlordioxid müssen aus technischen Gründen vor Ort erzeugt werden, da ihre Lebensdauer so kurz ist, dass ein Transport unmöglich ist. Dies trifft für die Elektrolyse von Kochsalz in Hypochlorit und Natronlauge („wasserbasiertes“ Desinfektionsverfahren) nicht zu.

„Wasserbasierte Desinfektionsmittel“

Bei den so genannten „wasserbasierten“ Desinfektionsmitteln handelt es sich lediglich um eine Chlor-Alkali-Elektrolyse im Kleinformat, um Chlorbleichlauge darzustellen. Anders als das großtechnische Pendant wird die durch anodische Oxidation gewonnene Chlorlösung nicht durch die

kathodisch erzeugte Natronlauge stabilisiert, sondern sofort auf Anwendungskonzentration verdünnt.

Entgegen allen Werbeaussagen handelt es sich bei diesen Desinfektionslösungen um nichts anderes als Chlor in relativ geringer Konzentration verglichen mit handelsüblicher Chlorbleichlauge.

Die Tatsache, dass elektrolytisch hergestellte Desinfektionsmittel bisher noch nicht der derzeit gültigen Biozidprodukt-Richtlinie unterliegen, beruht lediglich auf einer Gesetzeslücke, die derzeit von verschiedenen Anbietern solcher Anlagen genutzt wird. Da die entsprechende Richtlinie allerdings bereits einer Überarbeitung unterliegt, wird diese Lücke in absehbarer Zeit geschlossen werden, was möglicherweise mit dem Erlöschen der Betriebserlaubnis einhergehen wird.

Andere vor Ort erzeugte Biozide sind nicht betroffen, da entweder die Produkte selbst oder ihre Precursorverbindungen als biozide Wirkstoffe notifiziert sind. Die Desinfektionswirkung dieser elektrolytisch hergestellten Chlorlösung entspricht derjenigen von handelsüblicher Natronbleichlauge bei gleicher Konzentration und gleichem pH-Wert. Genauso entsprechen sich die Risiken hinsichtlich Materialverträglichkeit (Lochfraßkorrosion), Umweltbelastung (AOX-Bildung) sowie möglicher Produktschädigung (Chlorphenolbildung).

Einziger signifikanter Unterschied besteht hingegen bei den Anschaffungs- und Unterhaltskosten, die aufgrund der komplexen Anlagentechnik einer Chlor-Alkali-Elektrolyse sehr hoch ausfallen.

Zusammenfassung

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass dem Thema Hygiene in Zeiten immer längerer Maschinenlaufzeiten und ständig wachsender Produktivität nach wie vor eine zentrale Rolle bei der Produktionssicherheit in Getränkebetrieben zukommt.

Dabei spielen oxidativ wirkende Desinfektionsmittel sowohl qualitativ als auch quantitativ die größte Rolle.

Neben den Klassikern Chlor und Peressigsäure, die als fertige Produkte bezogen werden können, gewinnen Verfahren zur Erzeugung vor Ort immer mehr an Bedeutung. Hier ist Chlordioxid wegen seiner speziellen Vorteile hinsichtlich Ökonomie, Wirksamkeit und Umweltverträglichkeit besonders hervorzuheben. ■