
26.10.2017

Trinkwasserdesinfektion im belegten Stall

von Kai Aumann, Vechta

ZUSAMMENFASSUNG

Aufgabe eines Desinfektionsverfahrens ist es, den Tieren dauerhaft ein bakteriologisch weitestgehend unbelastetes Trinkwasser zur Verfügung zu stellen. Das Verfahren muss vorhandene Biofilme in den Leitungen abtöten und den Keimeintrag an den Tränken unterbinden. Sowohl Brunnenwasser als auch öffentliches Wasser verkeimt in den Leitungen (durch Keimeintrag über die Tränken). Bei Verwendung von Brunnenwasser ist im Vorfeld zu prüfen, inwiefern das Wasser desinfizierbar ist – die Gehalte an leicht oxidierbarer Masse (Eisen, Mangan, Ammonium u. a.) sind entscheidend. Bei dem Einsatz von Chlor muss grundsätzlich zusätzlich der pH-Wert und die Wasserhärte (°dH) des Wassers (auch bei öffentlichem Wasser) berücksichtigt werden. Zu Beginn ist die Vorgehensweise mit fachkundigen Personen zu besprechen. Darüber hinaus ist es sinnvoll, durch entsprechende Maßnahmen die korrekte Dosierung und den Desinfektionserfolg objektiv messbar zu überprüfen; verschiedene Techniken sind hierzu verfügbar.

BESCHREIBUNG

Was bedeutet Desinfektion?

Laut dem Deutschen Arzneibuch (DAB) bedeutet Desinfektion „totes oder lebendes Material in einen Zustand [zu] versetzen, dass es nicht mehr infizieren kann“.

Zur Desinfektion können chemische oder physikalische Verfahren eingesetzt werden.

Von Desinfektion spricht man bei einer Keimreduktion in einem bestimmten Testverfahren mit bestimmten Prüfkörpern um einen Faktor von mindestens 10^{-5} . Das heißt: Von ursprünglich 1.000.000 vermehrungsfähigen Keimen (sogenannten kbE = koloniebildende Einheiten; auf einem Nährmedium kultivierbare Keime) überleben nicht mehr als 10.

Warum Trinkwasser desinfizieren?

Ziel: Weitestgehend bakteriologisch unbedänkliches Trinkwasser

Tränkwasser ist mengenmäßig, aber auch physiologisch ein sehr wichtiges Futtermittel in der Tierhaltung. Bei dem hohen genetischen und gesundheitlichen Status der Tiere ist daher darauf zu achten, dass das Tränkwasser weitestgehend bakteriologisch unbedenklich bei den Tieren ankommt. So lassen sich etwaige negative Faktoren, z. B. immunsuppressive, auf ein mögliches Minimum reduzieren.

Reinigung ist „nur“ eine Befreiung von Ablagerung auf den Oberflächen

Betrachtet man das Keimeintrags- und -wachstumspotenzial, stellt man schnell fest, dass eine durchgeführte Grundreinigung in der Leerstandphase (wie sie häufig in der Geflügelwirtschaft angewandt wird) nur sehr kurze Zeit vorhält. Veranschaulichen kann man das z. B. an den coliformen Keimen, die sich bei Wassertemperaturen von 36 °C (das ist deren Optimaltemperatur) im Durchschnitt alle 20 Minuten in ihrer Anzahl verdoppeln. Bei 20 - 25 °C Wassertemperatur beträgt die sogenannte Generationszeit (Zeitraum, in dem eine Verdopplung der Population erfolgt) noch ca. 35 - 40 Minuten.

Das macht deutlich, dass eine Reinigung einer Wasserleitung nur kurz vorhält. Die Reinigung hat in erster Linie die Aufgabe, die Rohrleitungen von jeglichen Ablagerungen auf den Oberflächen zu befreien. Sie ist damit eine sehr vorteilhafte Grundlage für ein darauf folgendes Tränkwasser-Hygienekonzept (Motto: Dreck lässt sich nicht desinfizieren).

Biofilmbtötung und -entfernung

Desinfektionsverfahren im belegten Stall sollen die Biofilmbildung vermeiden bzw. bei bereits vorhandenen Biofilmen diese abtöten und möglichst entfernen.

Minimierung des retrograden Keimeintrags an den Tränken

Neben dem schnellen Keimwachstum unterliegen Tränkwassersysteme in der Tierhaltung einem ständigen Neueintrag von Keimen / Bakterien in das Wasserleitungssystem. Vorrangig erfolgt der Keimeintritt über die Tränken. Von dort wachsen die Mikroorganismen rückwärts, also gegen den Wasserstrom in die Wasserleitung hinein (sogenannter retrograder Keimeintrag). Das passiert sowohl bei Brunnenwasser als auch bei öffentlichem Wasser. Aufgabe eines Desinfektionsverfahrens ist es, diesen retrograden Keimeintrag im belegten Stall zu minimieren.

Welche Kriterien sollten bei der Auswahl des Desinfektionsverfahrens beachtet werden?

Grundsätzlich sollte ein Verfahren folgende Kriterien erfüllen:

- eine Zulassung gemäß deutschem Futtermittelrecht, Biozid-Richtlinie oder deutscher Trinkwasserverordnung (TWVO) aufweisen
- für die örtlichen Gegebenheiten (chemische Eigenschaft des Wassers, Anwendungsbereich u. a.) geeignet sein; z. B. Oxidationspotenzial des Brunnenwassers bzw. den pH-Wert und die Wasserhärte des Wassers berücksichtigen

- eine lange Depotwirkung aufweisen; das heißt, es soll / muss an der Tränke noch Wirkung aufweisen
- möglichst alle Keimgruppen abtöten können (keine Wirkungslücken haben)
- Biofilme abtöten und möglichst abbauen können (Biofilmwirksamkeit)
- Dosierung und Wirksamkeit sollten mit einfachen Mitteln vor Ort überprüfbar sein (Überprüfung des Desinfektionserfolgs)

Welche Desinfektionsverfahren gibt es?

Tab. 1: Merkmale verschiedener Desinfektionsverfahren

Desinfektionsverfahren	Wesentliche Merkmale
Ozon + UV-Licht	<ul style="list-style-type: none"> • haben keinerlei Depotwirkung - wirken daher nicht mehr an den Tränken, sondern nur an der Bestrahlungsquelle • diese Verfahren sind dann gut geeignet, wenn Wasservorratsspeicher behandelt werden sollen oder das Brunnenwasser bakteriologisch belastet ist und im Zulauf zum Stall entkeimt werden soll
Peroxide	<ul style="list-style-type: none"> • eingeschränkte Zulassung nach TWVO (lediglich zur Oxidation) • zulässige Dosiermengen nach Dt. TWVO <ul style="list-style-type: none"> ○ max. Eindosiermenge: 17 mg/l ○ Höchstkonzentration an Wasserabgabestelle (z. B. Tränke): 0,10 mg/l • etliche Produkte, aber mit Zulassung nach Biozid-Richtlinie • Oxidationsmittel (Sauerstoffabspalter), d. h. reagiert zuerst mit der leicht oxidierbaren Masse (z. B. Eisen, Mangan u. Ä.) im Wasser und verbraucht sich dabei entsprechend • sehr reaktiv • greifen Biofilme stark, aber auch relativ unkontrolliert an • häufig gasend (d. h. in offenen Wasserflächen verliert sich die Wirkung mit der Zeit) • sollte nicht weiter verdünnt werden • gut überprüfbar (Peroxid-Messstreifen oder Redox-Messung)
Chlor-Gruppe	<ul style="list-style-type: none"> • zugelassen nach TWVO • zulässige Dosiermengen nach Dt. TWVO <ul style="list-style-type: none"> ○ max. Eindosiermenge: 1,2 mg/l (als freies Chlor)

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Konzentration an Wasserabgabestelle (z. B. Tränke): 0,10 - 0,30 mg/l • Oxidationsmittel (Sauerstoffabspalter), d. h., reagiert zuerst mit der leicht oxidierbaren Masse (z. B. Eisen, Mangan u. Ä.) im Wasser und verbraucht sich dabei entsprechend • optimale Wirkung bei einem Wasser-pH-Wert von 4 - 5 (Empfehlung bis max. pH 7) • Wasserhärte beachten, da sich ansonsten Salze (Calcium- bzw. Magnesiumchlorid) bilden = weißer Niederschlag in den Leitungen • vergleichsweise rel. schwaches Desinfektionsmittel • keine gasende Wirkung (d. h. in offenen Wasserflächen hält die Wirkung vergleichsweise lang an) • kann i. d. R. verdünnt werden (sollte aber regelm. frisch angesetzt werden) • gut überprüfbar (Chlor-Messstreifen oder Redox-Messung)
<p>Chlor-Sauerstoff-Gruppe (Chlordioxid)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • zugelassen nach TWVO • zulässige Dosiermengen nach Dt. TWVO <ul style="list-style-type: none"> ○ max. Eindosiermenge: 0,40 mg/l ○ Konzentration an Wasserabgabestelle (z. B. Tränke): 0,05 - 0,20 mg/l • Oxidationsmittel (Sauerstoffabspalter), d. h. reagiert zuerst mit der leicht oxidierbaren Masse (z. B. Eisen, Mangan u. Ä.) im Wasser und verbraucht sich dabei entsprechend • optimale Wirkung bei einem Wasser-ph-Wert von 4 - 9,5 • sehr starkes Desinfektionsmittel • in der Desinfektionsleistung sehr gut steuerbar • gasend (d. h. in offenen Wasserflächen verliert sich die Wirkung mit der Zeit) • sollte nicht weiter verdünnt werden • gut überprüfbar (ClO₂-Schnelltest oder Redox-Messung)

Was ist beim Einsatz von Desinfektionsmitteln (z. B. Peroxide, Chor, Chlordioxid) zu beachten?

Bei Brunnenwasser:

Diese Desinfektionsmittel sind sogenannte Oxidationsmittel. Das heißt, ihr Abtötungsprinzip basiert auf dem Prinzip der Sauerstoffabspaltung. Dosiert man diese Desinfektionsmittel in ein Wasser ein, das erhöhte Gehalte an leicht oxidierbarer Masse aufweist (z. B. Fe²⁺,

Mn²⁺, NH⁴⁺, Huminstoffe und andere), so reagiert das Desinfektionsmittel binnen kürzester Zeit mit dieser leicht oxidierbaren Masse (z. B. Fe²⁺ oxidiert zu Fe³⁺, bekannt als Rost) und verbraucht sich dabei. Folglich steht dann nicht mehr die volle Desinfektionsleistung zur Verfügung.

Daher sollte im Vorfeld unbedingt der Gehalt an solchen leicht oxidierbaren Substanzen ermittelt werden. Ein Parameter, der Auskunft darüber gibt, ist die sogenannte Oxidierbarkeit oder der KMnO₄-Verbrauch (beides Summenparameter, die im Rahmen einer chemo-physikalischen Untersuchung von Brunnenwasser erfasst werden können / sollten).

Bei Stadtwasser:

Bei der Desinfektion von öffentlichem Wasser braucht die Oxidierbarkeit des Wassers nicht überprüft zu werden - diese ist so gering, dass alle bekannten Desinfektionsmittel in ihrer Wirkung nicht beeinträchtigt werden.

Besonderheiten beim Einsatz von Chlor:

- Beim Einsatz von Chlor (Chlorlauge, Anolyte oder Chlorprodukte mit hohem Aktivchlorgehalt) ist zu beachten, dass dessen Wirksamkeit stark vom pH-Wert des Wassers abhängt. Insofern sollte dieser im Vorfeld unbedingt ermittelt werden. Chlor wirkt am besten bei einem Wasser-pH-Wert von 4 - 5.
- Bei Wasser-ph-Werten oberhalb von pH 7 ist die desinfizierende Wirkung stark eingeschränkt (könnte lediglich durch eine entsprechende Erhöhung der Dosiermenge ausgeglichen werden) und die korrosive Wirkung steigt an.
- Außerdem werden bei hohen Wasserhärten Salze gebildet, wenn man Chlor als Desinfektionsmittel verwendet. Dies sollte ab Gesamthärten größer 20 °dH berücksichtigt werden.

Untersuchungsergebnis				
Parameter	Methode	Ergebnis	Einheit	Grenzwert TWVO
Wassertemperatur	DIN 38404 C4	20.1	°C	
pH-Wert	DIN EN ISO 10523 C5	7.62		6,5 - 9,5
Leitfähigkeit	DIN EN ISO 27888 C8 (25 °C)	708	µS/cm	2,790
Färbung (visuell)	DIN EN ISO 7887 C1 (Verfahren A)	farblos		
Trübung (visuell)	Sichtprüfung	keine		
Geruch	DEV B1/2	ohne		
Ammonium	E DIN ISO 15923-1	0.642	mg/l	0.5
Nitrit	E DIN ISO 15923-1	0.050	mg/l	0.5
Nitrat	E DIN ISO 15923-1	<1,0	mg/l	50
Chlorid	E DIN ISO 15923-1	23.5	mg/l	250
Sulfat	E DIN ISO 15923-1	17.8	mg/l	250
Magnesium	E DIN ISO 15923-1	10.3	mg/l	
Gesamthärte	Rechenwert	1.66	mmol/l	
Gesamthärte (dH)	Rechenwert	9.3	°dh	
Eisen	E DIN ISO 15923-1	0.76	mg/l	0.2
Permanganat-Index (KMnO ₄)	DIN EN ISO 8467 H5	30.8	mg/l	
Mangan, gesamt	DIN 38406 E33	0.020	mg/l	0.05
Calcium	E DIN ISO 15923-1	49.5	ma/l	

Legende: ?; nicht akkreditierte Methode, <: kleiner Bestimmungsgrenze

Anmerkung: Beurteilung der Desinfektionswürdigkeit eines Brunnenwassers

Relevant sind vor allem die mit einem Pfeil markierten Parameter.

Der KMnO_4 -Index ist deutlich zu hoch (Normalbereich ca. 3 - 15 mg/l). Das weist auf eine erhebliche Menge an Verunreinigungen bzw. oxidierbaren Substanzen im Wasser hin, was eine Desinfektion stark beeinträchtigen, wahrscheinlich sogar unmöglich machen würde. Gleiches gilt für die ermittelten Eisen- und Ammonium-Werte, die auch leicht erhöht sind, und eine Desinfektion einschränken können.

Aufgrund des hohen pH-Werts von 7,62 schließt sich der Einsatz von Chlor aus.

Abb. 1: Beispiel für eine chemo-physikalische Untersuchung eines Brunnenwassers ©K. Aumann

Was benötigt man für eine Tränkwasser-Desinfektionsmaßnahme?

Desinfektionsmittel dürfen gemäß der Gesetzgebung nur mengenproportional dosiert werden. Das heißt, ein Messinstrument muss den Wasserdurchfluss erfassen (z. B. Kontakt-Wasseruhr oder andere geeignete Wassermesser) und diese Information entsprechend an eine geeignete Dosiertechnik weiterleiten.

Die Dosiertechnik sollte sowohl bezüglich der verhältnismäßig sehr kleinen Eindosiermengen (häufig im Bereich von 5 - 200 ml/1.000 l Wasser) und der Werkstoffbeständigkeit ausgerüstet / geeignet sein. Hier setzen sich zunehmend Membranpumpen durch, deren relevanten Bauteile aus PVDF oder ähnlichem Material gefertigt sind.

Wie stellt man die Desinfektion korrekt ein?

Da jedes Wasser (sowohl Brunnen- als auch öffentliches Wasser) ein anderes Oxidationspotenzial aufweist, muss die Desinfektionsmittelgabe vor Ort entsprechend individuell eingestellt werden.

Daher sollte unbedingt eine entsprechende Messtechnik verwendet werden, z. B.:

- Chlor- bzw. Peroxid-Messstreifen (Farbumschlag-Test)
- Chlordioxid-Schnelltest (Farbumschlag-Test) (Abb. 2)
- Redox-Messgerät (Angabe in mV) (Abb. 3)

Mittels dieser Testverfahren kann man sehr schnell und einfach vor Ort den aktiven, d. h. den für die Desinfektion im Wasser verfügbaren Gehalt an Wirkstoff ermitteln.

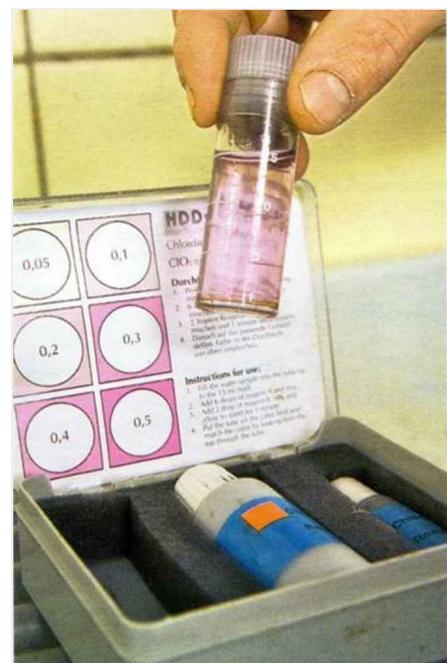


Abb. 2: Chlordioxid-Schnelltest ©K. Aumann



Abb. 3: Redox-Messgerät ©K. Aumann

Redoxpotential	Desinfektionszeit
500 - 550 mV	167.0 Min.
550 - 600 mV	6.0 Min.
600 - 650 mV	1.7 Min.
650 - 700 mV	0.5 Min.
750 mV	wenige Sekunden

Abtötungszeiten von 99.9 % E. coli in Abhängigkeit vom Redoxpotential in gechlortem Wasser bei einem pH-Wert von 7,0.

Das Redoxpotential sagt etwas über die Desinfektionsleistung im Wasser aus und wird in mV angegeben. Unbehandeltes Stadt- bzw. Brunnenwasser weist normalerweise ein Redoxpotential von 130 - 230 mV auf. Ab 500 mV sind die meisten Mikroorganismen nicht mehr überlebensfähig. Bei 650 mV geht man von einer sicheren Keimabtötung aus. Desinfektionsmittel erhöhen das Redoxpotential im Wasser.

Abb. 4: Das Redoxpotenzial ©K. Aumann

Wie beginnt man eine Desinfektionsmaßnahme?

a) Desinfektion bei einer im Vorfeld gereinigten Leitung:

Hier sollte von Anfang an die empfohlene Menge an Desinfektionsmittel eindosiert werden, um sofort einen vollwertigen Schutz zu erzielen.

b) Desinfektion bei einer im Vorfeld NICHT gereinigten Leitung:

Da sich mit großer Wahrscheinlichkeit Biofilm und damit verbunden Keime in den Leitungen befinden, sollte man diese anfangs nicht zu stark angreifen.

Ansonsten kann es zu massiven Ablösungen des Biofilms kommen, die zum einen Tränken verstopfen könnten und zum anderen die Tiere, die das Wasser aufnehmen, mit erheblichen Keimmengen belasten.

Zudem werden durch den Abtötungsprozess von gramnegativen Bakterien Endotoxine (Zellmembranbestandteile) erzeugt, die die Tiere belasten können (z. B. Nekrosen). Daher bietet es sich an, die Desinfektionsmittelgabe in den ersten Wochen langsam auf die gewünschte Zielkonzentration (gemessen an der Eindosierstelle) zu steigern. Dadurch wird der lebende Biofilm vorsichtig und oberflächlich Stück für Stück abgetötet.

Wie kann man den Desinfektionserfolg kontrollieren?

Da der Hauptkeimeintrag in das Tränkwassersystem über die Tränken erfolgt, soll das Desinfektionsmittel auch bereits an diesen wirken. Hier kann man ebenfalls mittels der oben genannten Schnelltests den Gehalt an Desinfektionsmittel im Wasser ermitteln.

Dazu nimmt man eine Wasserprobe aus einem Abteil oder einer Tränke und bestimmt dort den Desinfektionsmittelgehalt bzw. das Redoxpotential. Im zweiten Schritt vergleicht man den ermittelten Wert mit den Messwerten hinter der Desinfektionsmittel-Dosieranlage.

Sind beide Werte nahezu identisch (gleich hoch), bedeutet dies, dass die Desinfektion des Leitungssystems erfolgreich verläuft und den Tieren ab diesem Zeitpunkt weitestgehend ein bakteriologisch unbedenkliches Wasser zur Verfügung steht.

Sind jedoch am Ende der Wasserleitung keine nennenswerten Desinfektionsmittel-Konzentrationen messbar, kann das daran liegen,

- dass die eindosierte Menge zu niedrig ist oder
- dass das eindosierte Desinfektionsmittel auf dem Weg zum Probeort gezehrt - also durch Reaktionen mit z. B. dem Biofilm verbraucht - wird.

Das bedeutet, dass das Leitungssystem bakteriologisch noch nicht unproblematisch ist und ein Keimeintrag durch die Tränken nicht sicher unterbunden wird.

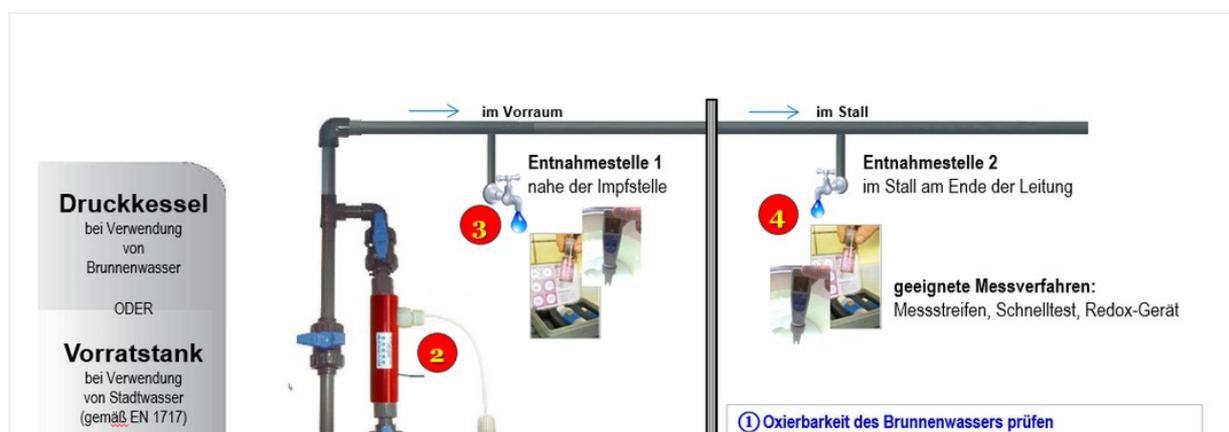
In diesem Fall sollte zuerst die eindosierte Menge an Desinfektionsmittel nochmals überprüft und ggf. angepasst werden. Ist die eindosierte Menge korrekt (ausreichende Desinfektionsmittelkonzentration direkt hinter der Eindosierstelle), aber die Desinfektionsmittelkonzentration am Ende der Leitung noch nicht ausreichend hoch, bedeutet das, dass die Abtötung des Biofilms noch nicht abgeschlossen ist.

Erst wenn an den letzten Wasserabgabestelle eine ausreichende Konzentration erreicht ist (optimalerweise die gleiche Konzentration wie die direkt hinter der Eindosierstelle), ist das Wasserleitungssystem auf sein mögliches Minimum abdesinfiziert und alle Tiere erhalten jetzt ein weitestgehend bakteriologisch unbedenkliches Tränkwasser.

Ab diesem Zeitpunkt sollte die Desinfektion dennoch weitergeführt werden, um auch weiterhin rückwärtige Keimeinträge zu minimieren / zu vermeiden. Eine Beendigung der Desinfektion würde ansonsten sehr schnell zu einer Neuverkeimung und einer erneuten Biofilmbildung führen. Man stünde dann wieder dort, wo man angefangen hat.

Was ist bei Tränkwasseranwendungen zu beachten?

Werden Antibiotika, Impfstoffe oder ähnliche Wirkstoffe über das Tränkwasser verabreicht, sollte für den Zeitraum der Anwendung sowie ca. 1 Tag vorher und 1 Tag nachher die Desinfektionsmaßnahme unterbrochen werden.



Oxidierbarkeit prüfen!



1



Desinfektionsmittel reagieren zuerst mit der leicht oxidierbaren Masse im Wasser (Eisen, Mangan u. Ä.)

② Desinfektionsmittel-Dosieranlage
Mengenproportionale Dosierung (Wassermesser + Dosierpumpe); i. d. R. werden sehr geringe Mengen dosiert (5 – 200 ml/1 m³ Wasser)

③ Korrekte Dosierung einstellen!
Hinter Eindosierung Entnahme einer Wasserprobe zum korrekten Einstellen der Desinfektionsmittel-Dosierung (Zielwert: je nach Wirkstoff)

④ Kontrolle des Desinfektionserfolgs
Am Ende der Wasserleitung Entnahme einer Wasserprobe, um den Desinfektionserfolg zu überprüfen (Zielwert: je nach Wirkstoff)

Biozide sicher verwenden. Vor Gebrauch stets Kennzeichnung und Produktinformation lesen.

Abb. 5: Einbaubeispiel für eine Desinfektionsmittel-Dosieranlage ©K. Aumann

