

# Elektrolytische Desinfektion von Trinkwasser

## Verordnungsgerechte und regelwerkskonforme Desinfektion von hausinternen zirkulierenden Trinkwasserinstallationen

Prof. Dr. Dieter Kreysig, wissenschaftlicher Berater

Dipl.-Ing. Holger Hennig, Gruppenleiter

Dipl.-Ing. Burkhard Sandt, Leiter Betrieb und Entwicklung a. D.

Die Einhaltung der in der Trinkwasser-Verordnung (TrinkwV 2001) [2] auf der Grundlage des Infektionsschutzgesetzes (IfschG) [3] verbindlich vorgeschriebenen mikrobiologischen Qualität des Trinkwassers ist insbesondere bei Hausinstallationen, aus denen Wasser für den menschlichen Gebrauch an die Öffentlichkeit („öffentlich-gewerblicher Bereich“, vgl. [4]) abgegeben wird, wichtig.

Trotz Regelkonformität bei Planung, Errichtung und Betrieb [5] kann die Trinkwasser-Qualität, von der Übergabestelle des Wasserversorgungsunternehmens (WVU) an den Anschlussnehmer bis zur letzten Zapfstelle einer Hausinstallation entsprechend der hygienischen Sensibilität der künftigen Nutzung, präventiven Schutz vor mikrobieller Kontamination erfordern. Im Falle einer bereits vorhandenen Kontamination kann – nach vorangegangener

Durchführung bau- und betriebstechnischer Maßnahmen – mittels ausgewählter verfahrenstechnischer Maßnahmen die Wiederherstellung einer einwandfreien hygienischen Situation im Trinkwasserversorgungssystem erforderlich werden [6].

Fällt nach Abwägung aller Risiken, der Wirkung und jeweiligen Wirkungsgrenzen die Wahl der einzusetzenden verfahrenstechnischen Maßnahme im konkreten Anwendungsfall auf den Einsatz eines chemischen Verfahrens, sind die elektrolytische Herstellung und Dosierung von Natriumhypochlorit / unterchloriger Säure vor Ort [7]

- ▶ mittels der Kammerzellenelektrolyse sowie
- ▶ durch Überwachung des Desinfektionsmittelgehaltes im Trinkwasser [8] sowohl als verordnungs- wie auch regelwerkskonform zu favorisieren.

Eine geregelte / gesteuerte wartungsarme und desinfektionswirksame Variante dieses Verfahrenstyps, besonders für den Einsatz in nichtzirkulierenden kaltwasserführenden Systemen, ist im Fach.Journal 2006/2007 unter dem Titel „Elektrolytische Desinfektion von Trinkwasser“, Teil 1 ([www.ihks-fachjournal.de/artikel/2006-2007/elektrolytische-trinkwasser-desinfektion](http://www.ihks-fachjournal.de/artikel/2006-2007/elektrolytische-trinkwasser-desinfektion)) [1] beschrieben. Inzwischen sind diese Anlagen auch mit einer Chlormess-technik für die Kontrolle, Steuerung und Speicherung der Konzentration an freiem Chlor im behandelten Trinkwasser verfügbar (wodurch in einer solchen Kombination z. B. die Pflicht zum Führen eines Betriebsbuches entfällt). Nach erfolgreichem Einsatz mehrerer Dutzend dieser unter den Typenbezeichnungen AQUADES DOS I bzw. III in unterschiedlichen Trinkwasserversorgungsanlagen (Krankenhäuser, Pflegeheime, Hotels, Sportstätten usw.) als sowohl fest installierte wie auch mobile Anlagen, lag es nahe, diese Anlagen auch für den Einsatz in Trink-Warmwasser-(TWW)-Systemen zu erweitern.

### ANFORDERUNGEN AN DIE DESINFEKTIONS-ANLAGEN FÜR ZIRKULIERENDE TWW-SYSTEME

Unter Beibehaltung der typischen Merkmale des in nicht zirkulierenden Trinkwasseranlagen bewährten DESDOS-Verfahrens sind für den Einsatz in zirkulierenden – in der Regel TWW-führenden – Systemen folgende Ergänzungen und Weiterentwicklungen zwingend erforderlich:

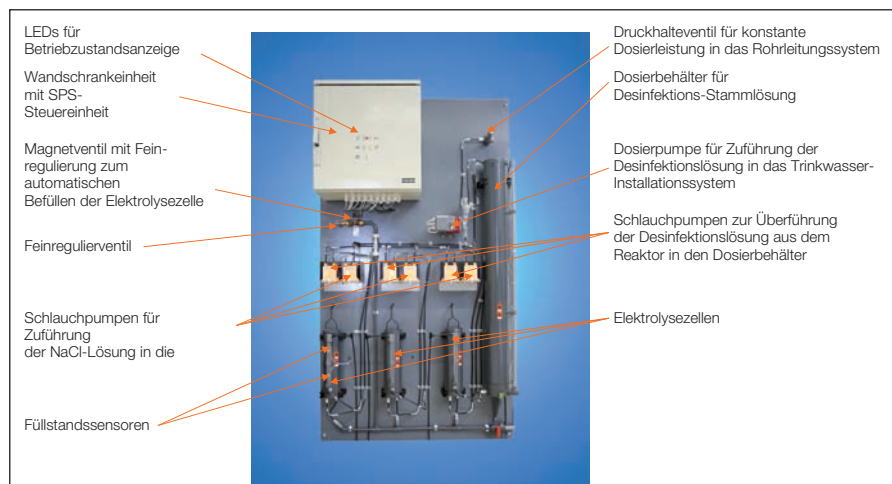


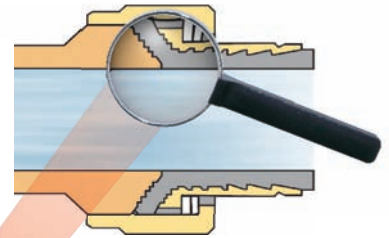
Abb. 1 Anlagenaufbau AQUADES DOS III

# JRG LegioStop Family<sup>®</sup>

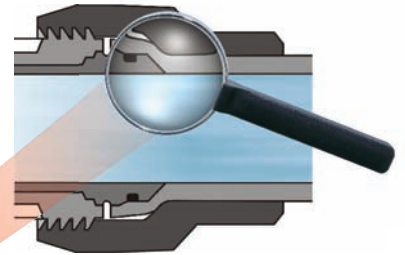
*Besser installiert, tottraumfrei installiert!*



JRG Sanipex<sup>®</sup> classic  
tottraumfrei  
seit 1987



JRG Sanipex MT<sup>®</sup>  
tottraumfrei  
seit 2001



JRG LegioStop<sup>®</sup>  
tottraumfrei  
seit 2006



JRG LegioTherm<sup>®</sup>  
desinfiziert  
seit 2007

Die perfekte  
Trinkwasser-Installation  
ist **tottraumfrei**

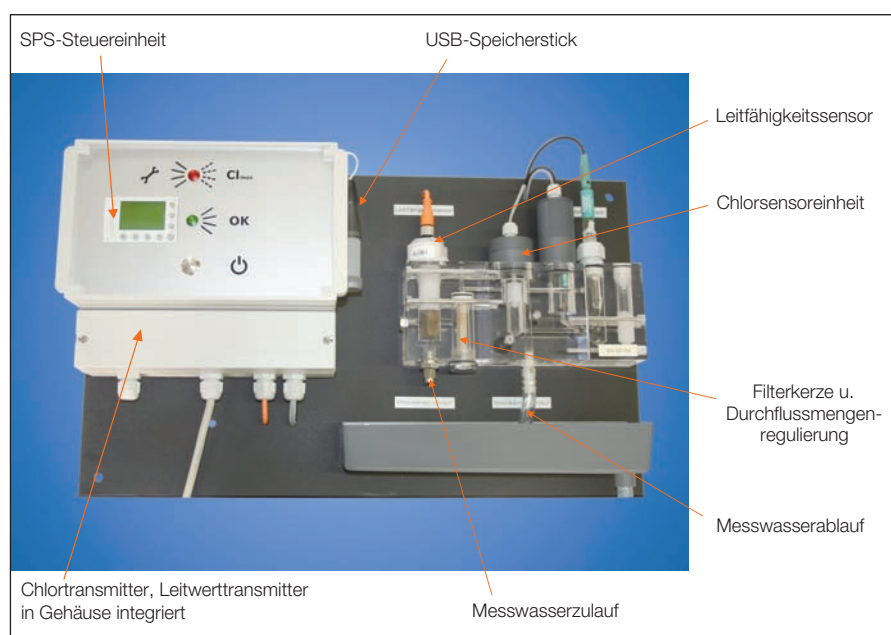


Abb.2 Systemkomponente Chlor- und Leitfähigkeitsmesstechnik

Die Dosierung der Desinfizienz-Stammlösung erfolgt in den Vorlauf des Trinkwasserversorgungssystems, gesteuert von einem Kontaktwasserzähler. Solange ein entsprechender verbrauchsbedingter Wasseraustrag erfolgt, besteht kaum die Gefahr einer Unter- bzw. Überschreitung der zulässigen Grenzkonzentration an freiem Chlor. In Phasen geringer Zapfung bzw. in Phasen der Zapfruhe hingegen liegt die Gefahr der Konzentrationsüberschreitung auf der Hand. Daher sind permanente Messungen der Konzentration an freiem Chlor im Versorgungswasser mittels einer geeigneten Chlormesstechnik erforderlich und die steuertechnische Nutzung dieses hierarchisch übergeordneten Signals für die Zu- oder Abschaltung der Dosiervorrichtung notwendig.

Mit der Dosierung der elektrolytisch nur partiell in freies Chlor überführten Natriumchloridlösung mit einem Restgehalt an Chlorid sowie infolge des aus dem freien Chlor im Ergebnis thermischer und chemischer Reaktionen rückgebildeten Chlorids („Chlorzehrung“) steigt – besonders in den Phasen geringer Zapfung bzw. Zapfruhe – im Füllwasser des Systems der Gehalt an Chlorid-Ionen.

Dieser Gehalt kann mittels einer permanenten Messung der elektrischen Leitfähigkeit des Vorlauf-Wassers ermittelt

werden. Bei Erreichen des damit äquivalenten, voreingestellten systemtypischen Gehaltes an Chlorid-Ionen wird dieses zugehörige Messsignal, hierarchisch priorisiert, steuertechnisch genutzt, um die Dosiervorrichtung abzuschalten bzw. nach Vorliegen eines unteren Grenzwertes erneut zuzuschalten, wenn es der korrespondierende Wert für die Chlorkonzentration zulässt.

### VERFAHRENSTECHNISCHE MERKMALE UND FUNKTION DER DESINFIZIENS-ANLAGEN FÜR ZIRKULIERENDE TRINKWASSER-VERSORGUNGSANLAGEN

#### Elektrolytische Herstellung und Dosierung der Desinfizienz-Stammlösung

Mit dem genannten Verfahren wird in folgenden Teilschritten das Desinfizienz erzeugt und dosiert:

Eine bevorratete wässrige Lösung von Natriumchlorid (Spezifikation lt. [7]) gleich bleibender Konzentration wird nach ventilt- und füllstandssensorisch kontrollierter Verdünnung mit Wasser in einer Elektrolysezelle (0,8 l Inhalt), ausgestattet mit Spezialelektroden (mit Ru-/Ir-Mischoxid beschichtetes Titanium), zeit- und stromgesteuert elektrolysiert.

Das Elektrolysat enthält eine chargenweise gleiche Konzentration von 1,0 g freiem Chlor/Liter, wird nach Abschluss des Elektrolyseprozesses als Dosier-Stammlösung in einen Zwischenbehälter überführt und die Elektrolysezelle erneut mit Elektrolytlösung befüllt.

Aus dem Zwischen- / Dosierbehälter erfolgt die gesteuerte (Kontaktwasserzähler, übergeordnet Chlor- und Leitwertmesstechnik) Dosierung der Stammlösung in den zugelassenen Grenzkonzentrationen in das Vorlaufwasser des zirkulierenden Versorgungssystems.

Füllstandssensoren am Dosierbehälter signalisieren der Steuereinheit, den Elektrolyseprozess erneut zu starten.

Jeder Zyklus dauert eine Stunde, so dass bei ununterbrochenem Betrieb mit 1 Elektrolysezelle in 24 Stunden eine maximale Menge dosierbaren freien Chlors von bis zu 19,2 g/d bereitgestellt werden kann.

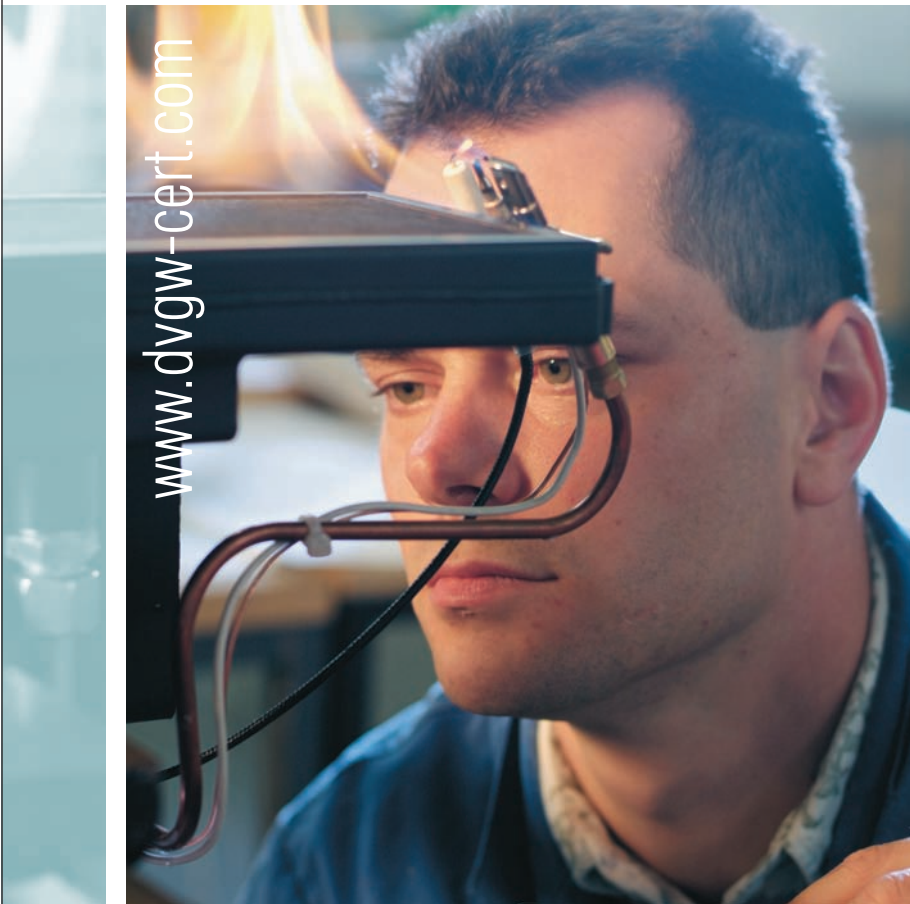
Ist aufgrund der Größe einer Versorgungsanlage mit höheren Füllvolumina, Zirkulationsmengen und Wasserverbräuchen eine größere Menge an dosierbarem freiem Chlor erforderlich, können mittels mehrerer, z. B. drei parallel geschalteter und gesteuert betriebener Elektrolysezellen, die daraus resultierenden Erfordernisse erfüllt werden. Das ist mit dem Anlagentyp DESDOS III mit einer maximalen Bereitstellungs-Kapazität für das Desinfizienz in Höhe von 57,6 g/d realisiert.

#### ANLAGENAUFBAU UND FUNKTION

Die AQUADES DOS-Anlagen verfügen u.a. über

- ▶ mikroprozessorbasierte Systemelektronik zur Anlagensteuerung und Funktionsüberwachung,
- ▶ die Möglichkeit der automatischen Speicherung von relevanten Verbrauchs- und Betriebsdaten als elektronisch gespeichertes Betriebsbuch auf USB-Stick zur Visualisierung / Übertragung auf PC,
- ▶ Visualisierung des Betriebszustandes über LEDs bzw. das Display der Systemelektronik,
- ▶ GLT-Anbindung für eine Sammelstörungsmeldung

## SICHER IST SICHER – DVGW



### DVGW-zertifizierte

- Geräte und Bauteile
- Fachunternehmen
- Bauunternehmen
- Managementsysteme
- Sachverständige

Darauf können Sie  
sich verlassen.



CE 0085



DVGW CERT GmbH – Der Branchenzertifizierer  
mit über 50 Jahren Erfahrung



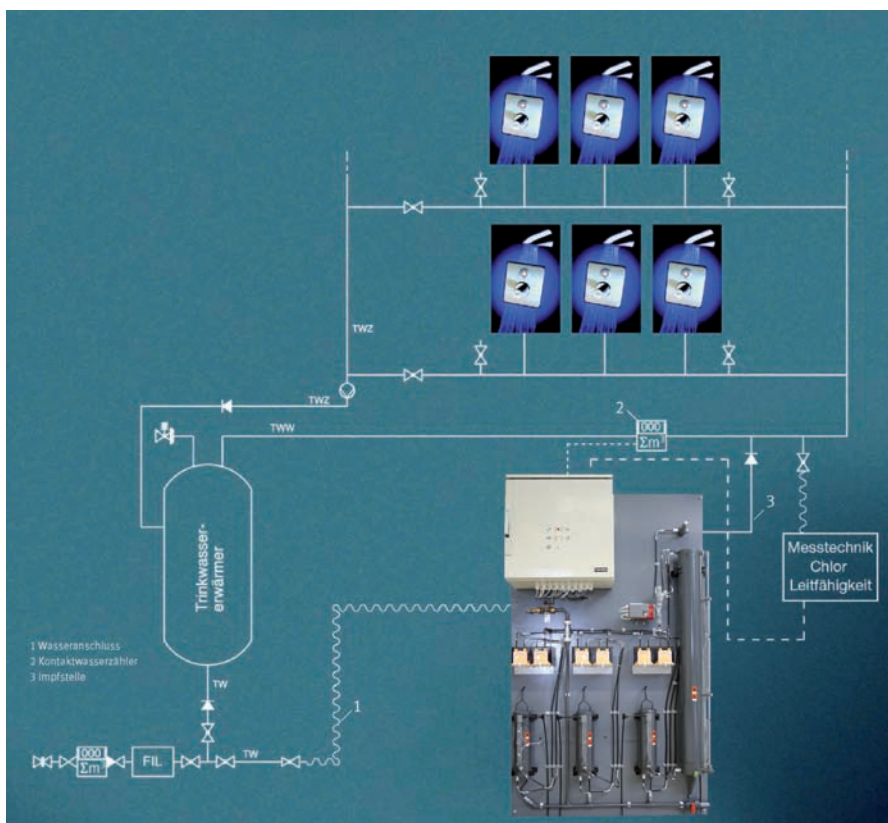


Abb.3 Einbindungsbeispiel AQUADES DOS III mit Chlor- und Leitfähigkeitsmesstechnik in Zirkulationssysteme

und über folgende Sicherheitsfunktionen:

- ▶ Das Befüllen der Elektrolysezelle bei Stromausfall nach Netzwiederkehr mit NaCl-Lösung und Wasser bis zum oberen Füllstandssensor erfolgt automatisch, die Anlage startet den Elektrolysevorgang und die Fortsetzung der Dosierung selbstständig.
- ▶ Bei signifikanten Abweichungen des Norm-Elektrolysestromes vom Vorgabewert (z. B. infolge Netzdefekt, Elektrodenverkalzung, zu geringer NaCl-Konzentration in der Elektrolyselösung) wird die Anlage abgeschaltet (Störmeldung!).
- ▶ Bei Erreichen des unteren Füllstandssensors im NaCl-Vorratsbehälter erfolgt eine Warnmeldung, es ist noch für ca. 25 (Anlagentyp DESDOS I) bzw. 75 (Anlagentyp III) Elektrolysezyklen NaCl-Sole vorhanden; die Anlage schaltet ab, wenn nicht rechtzeitig nachgefüllt wird.
- ▶ Selbstüberwachung der Magnetventil-Funktion durch Zeitvorgabe in der Steuerung; zur Vermeidung von Überfüllung der Behälter sind Zeitfenster für die Schlauchpumpen hinterlegt.

- ▶ Bei Erreichen des unteren Füllstandes im Dosierbehälter bleibt die Anlage ohne Dosierung stehen (Störmeldung).

#### Der Anlagentyp I:

- ▶ Kompakte, komplett vormontierte Anlage in einem Gehäuse mit integriertem Tank für Natriumchloridlösung und abschließbarer Aluminium-Gehäuseabdeckung.
- ▶ Zur einfachen Installation und Inbetriebnahme als Wandmontage oder mit als Zubehör erhältlichem Trägermodul für die Standmontage verfügbar.
- ▶ Zusätzlich als Sonderausführung für den mobilen Einsatz in einer transportablen / fahrbaren Trägerkonstruktion erhältlich.
- ▶ Dosierleistung für maximale Wasserentnahme/Tag bei 0,3 mg freiem Chlor/Liter am Einmischpunkt / an der ersten Zapfstelle des Systems ca. 65 m<sup>3</sup>.
- ▶ Dosierleistung für maximalen Volumenstrom, 30 Minuten anliegend ca. 10 m<sup>3</sup>/h.

#### Der Anlagentyp III, Abb.1:

- ▶ Auf Montageplatte komplett vormontierte Einheit mit allen zum Betrieb erforderlichen Systemkomponenten für einfache Installation und Inbetriebnahme.
- ▶ Zur Wandmontage oder mit als Zubehör erhältlichem Trägermodul für die Standmontage erhältlich.
- ▶ Steuer- und Regelkomponenten in separatem Wandschränkelement.
- ▶ Dosierleistung für maximale Wasserentnahme/Tag bei 0,3 mg freiem Chlor/Liter am Einmischpunkt / an der ersten Zapfstelle im System ca. 200 m<sup>3</sup>.
- ▶ Dosierleistung für maximalen Volumenstrom, 30 Minuten anliegend ca. 20 m<sup>3</sup>.

#### DIE SYSTEMKOMPONENTE CHLOR- UND LEITFÄHIGKEITSMESSTECHNIK

Für die Einhaltung der verordnungsgerechten oder behördlich genehmigten, zeitweilig abweichenden Konzentrationen von freiem Chlor im behandelten Trinkwasser ist die kontinuierliche Konzentrationsmessung unabdingbare Voraussetzung für den Einsatz von Desinfektions-Anlagen in zirkulierenden Trinkwasser-Versorgungsanlagen. Hierbei handelt es sich üblicherweise um Warmwassersysteme mit einer Temperaturcharakteristik von  $\geq 60\text{ }^{\circ}\text{C}$  im Vorlauf und  $\geq 55\text{ }^{\circ}\text{C}$  im Rücklauf.

Daraus erwächst das Erfordernis, eine dafür geeignete Messtechnik einzusetzen, die auch bei diesen höheren Temperaturen zuverlässig arbeitet. Eine weitere Besonderheit hinsichtlich der Anforderung an die Chlormesstechnik ist eine langzeitstabile fehlerfreie Messwertermittlung zur Vermeidung von häufigen Kalibrierungsmaßnahmen. Eine Chlormesstechnik, die diesen Anforderungen genügt, ist marktüblich nicht verfügbar. Folglich musste eine solche nach dem amperometrischen Messprinzip arbeitende Messtechnik speziell entwickelt werden. In Kombination mit einer die Chloridkonzentration durch Messung der elektrischen Leitfähigkeit detektierenden Leitfähigkeitsmesstechnik steht ein Systemmodul mit folgenden Funktions- und Leistungsmerkmalen zur Verfügung, Abb. 2:

- ▶ amperometrische Chlorsensoreinheit mit integriertem Leitfähigkeitssensor in kompakter Anordnung im Acrylblock,
- ▶ SPS-Einheit mit integrierten Chlor- und Leitwerttransmittern in geschütztem Gehäuse, in übersichtlicher Anordnung auf einer Montageplatte zur ortsvariablen Einbindung,
- ▶ kontinuierliche Erfassung und Auswertung der Messwerte,
- ▶ Ist-Werte der Chlorkonzentration und der Betriebszustände werden im Display der Steuerung angezeigt,
- ▶ Speicherung betriebsbuch-relevanter Messwerte in der Steuerung bzw. auf USB-Stick für die Führung eines elektronischen Betriebsbuches,
- ▶ einstellbare Minimal- / Maximalwerte als Funktionsrahmen der Dosierung für die Chlorkonzentration (0,1 ... 10) mg/l, für den Leitwert (100 ... 4.000)  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ,
- ▶ Arbeitstemperatur-Bereich (15...60) °C,
- ▶ kein Netzanschluss erforderlich (Spannungsversorgung über die Anlage selbst),
- ▶ Fehlfunktionen werden gemäß [8] über eine Sammelstörmeldung signalisiert.

Der Vorteil dieses autarken kombinierten Messtechnikmoduls besteht u. a. darin,

dass es nach dem Einmischpunkt der Dosierung an beliebiger Stelle im Installationsystem (z. B. in der Nähe der ersten Zapfstelle) angeordnet werden kann. Ein Einbindungsbeispiel ist in Abb. 3 ersichtlich.

### ZUSAMMENFASSUNG

Mit den nach dem bewährten Prinzip der elektrolytischen Generierung von Desinfizienzien funktionierenden Anlagen stehen für die gebäudeinterne Desinfektion von Trinkwasser und Trinkwasserverteilungsanlagen – kalt wie auch warm – verordnungs- und regelwerkskonforme Anlagen sowohl für nicht zirkulierende wie auch für zirkulierende Systeme zur Verfügung, die für den Einsatz in praktisch jedem Typ, jeder Größe und jeder Betriebsweise öffentlich-gewerblicher Trinkwasser-Versorgungsanlagen geeignet sind. Einen Überblick über die Anlagen und ihr typisches Einsatzspektrum gibt Abb.4.

### Charakteristisch für alle genannten Anlagen sind u. a. folgende Punkte:

- ▶ Sie arbeiten absolut frei von Gefahrstoffen, Gefahrstofftransport, -deponierung und -Handling.

- ▶ Das Desinfizienz wird zeitnah und mengengerecht zum jeweils aktuellen Verbrauch aus dem natürlich im Trinkwasser enthaltenen oder in Form von Natriumchlorid eingesetzten Chlorid elektrolytisch erzeugt und dosiert.
- ▶ Regelung, Steuerung und zusätzliche Sicherheitsfunktionen sowie fachkundige Wartungen in anlagentypischen Intervallen gewährleisten einen sicheren Anlagenbetrieb.

### Autoren

Prof. Dr. Dieter Kreysig, wissenschaftlicher Berater

Dipl.-Ing. Burkhard Sandt,

Leiter Betrieb und Entwicklung a. D.

Dipl.-Ing. Holger Hennig,

Technisches Büro, Gruppenleiter

Franke AQUAROTTER, Ludwigsfelde

Fotos und Grafiken: Franke AQUAROTTER

[www.franke-aquarotter.de](http://www.franke-aquarotter.de)

### Literatur

- [1] D. Kreysig und B. Sandt: Elektrolytische Desinfektion von Trinkwasser; IHKS FACH.JOURNAL 2006/2007, S. 70-75.
- [2] Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Trinkwasserverordnung 2001. 21. Mai 2001, BGBl., 959 ff. und 25. November 2003, BGBl. I, S. 2394 ff.
- [3] Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz) vom 20. Juli 2000; BGBl. I, S. 1045 ff.
- [4] Ergebnisse einer Expertenanhörung am 31.03.2004 i, Universitätsklinikum Bonn; BGBl. 7, 2006, S. 681-686.
- [5] a) DVGW -Technische Regel Arbeitsblatt W 551 (April 2004); Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn.  
b) VDI-Richtlinien – VDI 6023, Beuth Verlag Berlin und darin zitierte weitere Normen und Regeln.
- [6] Empfehlungen des Umweltbundesamtes nach Anhörung der Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit  
- Hygienisch-mikrobiologische Untersuchung im Kaltwasser von Wasserversorgungsanlagen [...], aus denen Wasser für die Öffentlichkeit [...] bereitgestellt wird;  
- Periodische Untersuchung auf Legionellen in zentralen Wassererwärmungsanlagen [...], aus denen Wasser für die Öffentlichkeit [...] bereitgestellt wird; - BGBl. 7, 2006, a) S. 693-696; b) S. 697-700.
- [7] Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 der Trinkwasserverordnung 2001, 8. Änderung Stand Dezember 2007.
- [8] DVGW – Technische Regel Arbeitsblatt W 229 (Januar 2008); Verfahren zur Desinfektion von Trinkwasser mit Chlor und Hypochloriten; Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn.

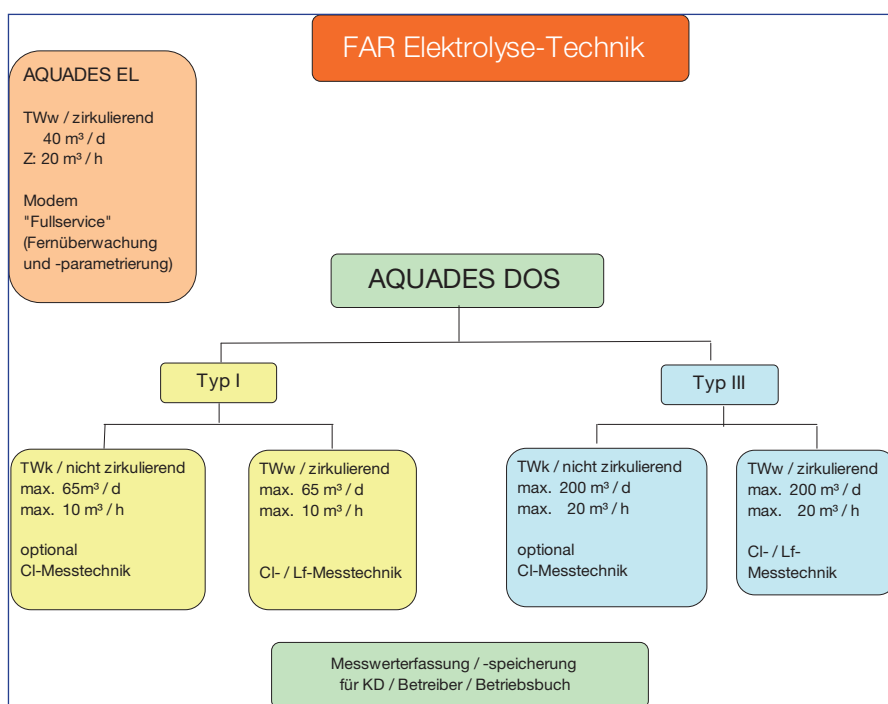


Abb.4 Übersicht über die Desinfektions-Anlagen und deren Einsatzvarianten

# Die Welt ist keine Scheibe - Ihre Anzeigen auch nicht [...]



**innovatools**

*Werkzeuge für den Erfolg*

Fach.**Journal**

*Fachzeitschrift für Erneuerbare Energien & Technische Gebäudeausrüstung*

[Hier mehr erfahren](#)



**innovapress**

*Innovationen publik machen  
schnell, gezielt und weltweit*

Filmproduktion | Film & Platzierung | Interaktive Anzeige | Flankierende PR | Microsites/Landingpages | SEO/SEM | Flashbühne