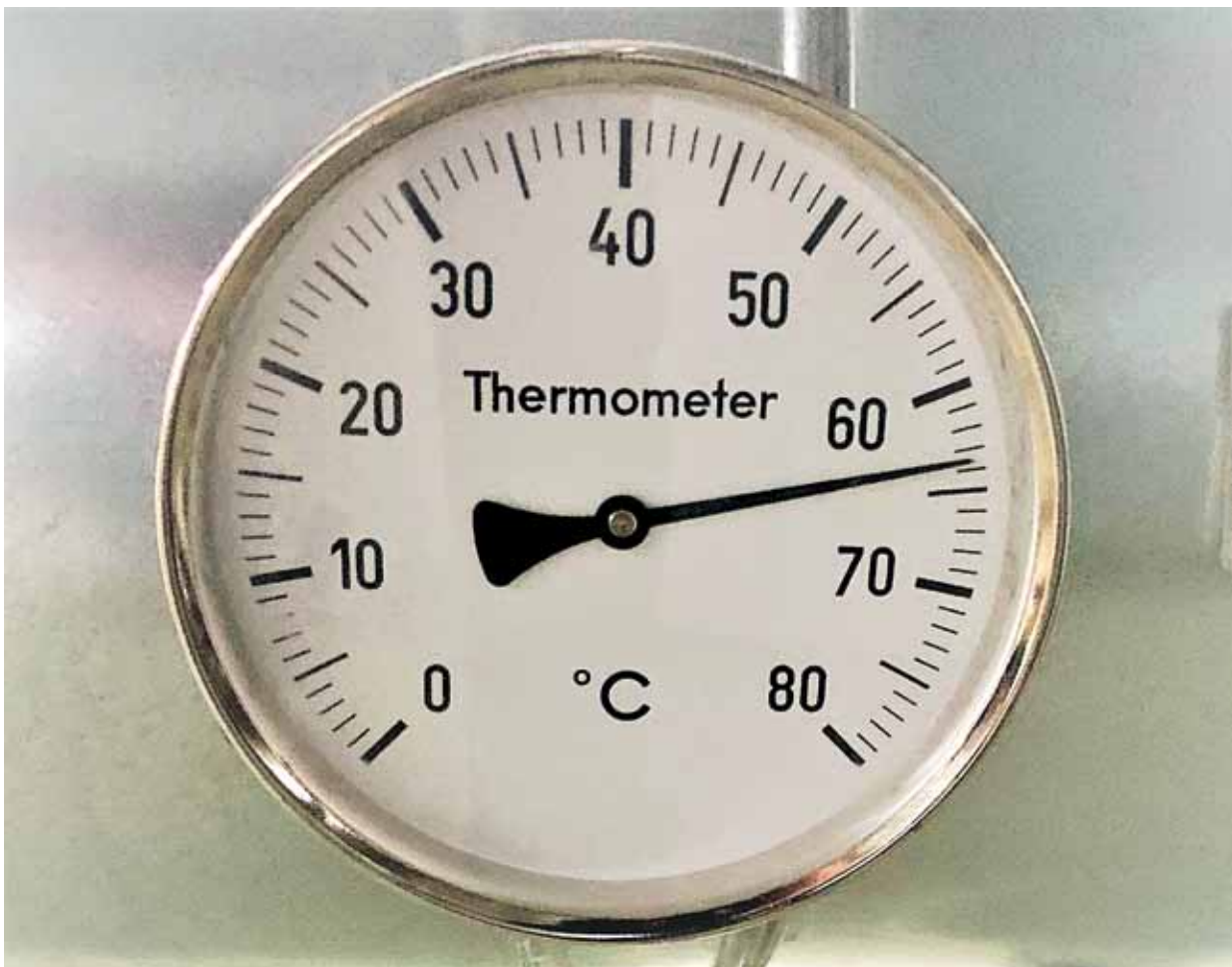


## On-site Desinfektion

# Energiesparpotenzial nutzen, Warmwassertemperaturen senken

Mit geeigneten Desinfektionsverfahren wird eine Absenkung der Warmwassertemperatur in Gebäudeinstallationen möglich. Dies bietet die Möglichkeit zur Energieeinsparung und erlaubt zudem den effektiven Einsatz regenerativer Energien in Form von Wärmepumpen.



① Warmwassertemperatur 63,5 °C

In der aktuellen Energiekrise und dem daraus resultierenden explodierenden Energiepreis, wird händeringend nach Möglichkeiten gesucht, um Energie einzusparen. Diskutiert wird dabei auch über die Länge der Duschzeit bis hin zu den Temperaturen, die in einer Warmwasserinstallation notwendig bzw. zumutbar sind.

Warmwassertemperaturen von 55–60 °C dienen dazu, die Vermehrung der Legionellen zu verhindern. Sofern eine Trinkwasserinstallation mit einer Warmwassertemperatur < 60 °C betrieben wird, muss sichergestellt sein, dass sich die im Trinkwasser nahezu immer vorhandenen Legionellen nicht



Dr. rer. nat.  
**Christoph Feil**,  
Leiter F&E Innowatech  
GmbH, Empfingen

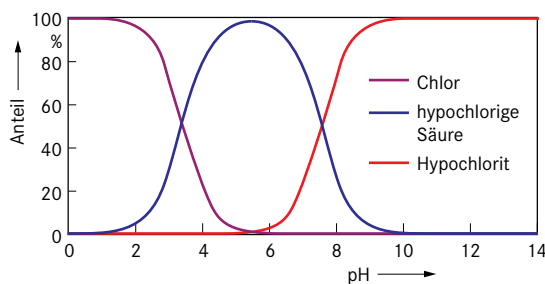
vermehrten können, um eine Gefährdung der Verbraucher zu verhindern.

Die technischen Regeln für mikrobiologisch einwandfreies Warmwasser sind im DVGW Arbeitsblatt W 551 /2/ vorgegeben. Sie besagen, dass Warmwasser am Austritt des Trinkwassererwärmers prinzipiell eine Temperatur von mindestens 60 °C und in der Zirkulationsleitung mindestens 55 °C aufweisen muss.

Das Arbeitsblatt lässt Alternativen zu diesem Vorgehen zu, wenn „die einwandfreien Verhältnisse durch mikrobiologische Untersuchungen nachgewiesen werden“ /2/.



② Zirkulationspumpe mit Anzeige der Leistungsdaten und Wassertemperatur



③ Bestandteile des freien Chlors



④ Innowatech Aquadron mit Multi-Mess-Center zur Trinkwasserbehandlung

Eine wirksame Alternative stellt die Behandlung des Warmwassers mit dem in situ generierten Desinfektionsmittel Anolyte dar. Das pH-neutrale Desinfektionsmittel wird vor Ort aus enthärtetem Wasser, reinem Kochsalz und elektrischem Strom mittels Membranzellenelektrolyse hergestellt. Das Verfahren entspricht den allgemein anerkannten Regeln der Technik und wird im DVGW-Arbeitsblatt W 229 /3/ beschrieben.

### Absenkung der Warmwassertemperaturen in einem Altenpflegeheim

Um die konkreten Möglichkeiten zur Energieeinsparung durch die Temperaturabsenkung des Warmwassers nachvollziehen zu können, wurden in einem Altenpflegeheim (Kapazität: 104 Heimplätze) bei verschiedenen Vorlauftemperaturen die Wärmeverlusteigenschaften der Rohrleitung untersucht /4/.

Im konkreten Fall wird das Warmwasser über das Fernwärmenetz bereitgestellt. Im Normalbetrieb wurde die Vorlauftemperatur aufgrund der Behandlung des Warmwassers mit Anolyte auf 44 °C abgesenkt. Die Zirkulationsmenge im Rohrleitungssystem beträgt 6,6 m<sup>3</sup>/h.

Bei den Untersuchungen wurde die Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf und Rücklauf bei Vorlauftemperaturen von 44, 55 und 60 °C ermittelt. Im Normalbetrieb (44 °C) beträgt dieser Verlust 3,0 K, während der Verlust bei 55 und 60 °C Vorlauf mit 5,1 und 6,6 K deutlich höher ist. Anhand der Untersuchungen wurde abgeleitet, dass für ein Erreichen einer Rücklauftemperatur von mindestens

55 °C eine Vorlauftemperatur  $\geq 61,5$  °C benötigt wird.

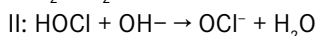
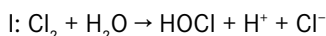
Die Energieeinsparungen beim Betrieb mit Vorlauftemperatur 44 °C im Vergleich zu Vorlauftemperatur 61,5 °C liegen im Jahr bei etwa 153,5 MWh und entsprechen im konkreten Fall einer Reduktion des Wärmebedarfs um 17,5 %. Es ist allerdings anzumerken, dass Zirkulationsverluste während der Heizperiode zur Beheizung des Gebäudes beitragen und in diesem Fall durch Heizenergie ersetzt werden müssen. Auf der anderen Seite entsprechen die ermittelten Wärmeverluste nur den Verlusten im Wasserverteilnetz und beinhalten nicht die Regelgruppe und den Warmwasserspeicher. Würde dieser Bereich ebenfalls berücksichtigt, könnten die realen Einsparungen noch höher liegen.

Die durchgeführten Untersuchungen erlauben außerdem eine Energiemengenanalyse. Der Warmwasserverbrauch des Heimes liegt bei 3,3 m<sup>3</sup>/Tag und liegt damit bei 2,1 % der Tages-Zirkulationsmenge. Unter der Annahme, dass das zugeführte Kaltwasser eine Temperatur von 10 °C aufweist und auf 44 °C erwärmt werden muss, zeigt sich, dass nur etwa 15 % der Warmwasserwärmeenergie in die Aufbereitung des Kaltwassers und die restlichen 85 % in die Kompensation der Zirkulationsverluste gesteckt werden müssen. Bei einer Vorlauftemperatur von 61,5 °C würde die Aufbereitung des Kaltwassers aufgrund der höheren Zirkulationsverluste sogar nur knapp 5 % der Wärmeenergie und mehr als 95 % der Ausgleich der Zirkulationsverluste ausmachen.

## In situ generiertes Desinfektionsmittel mittels Membranzellenelektrolyse

Bei der Membranzellenelektrolyse der Firma Innowatech wird in der so genannten Aquadron-Anlage das Desinfektionsmittel Anolyte aus einer NaCl-haltigen Sole produziert. Charakteristisch für das Verfahren ist, dass zwischen der Anode und Kathode eine semipermeable Membran angebracht ist, die nur bestimmte Ionen durchlässt. An der Anode entsteht so eine neutrale Natriumhypochlorit-Lösung (Anolyte).

Die Lösung ist, die just-in-time am Ort der Verwendung produziert wird, weist eine geringe Wirkstoffkonzentration (0,2–1,5 g/l) auf. Daher gilt das Konzentrat als nicht wassergefährdend und ist nicht als Gefahrstoff eingestuft. Als Bezeichnung für den enthaltenen Wirkstoff wird häufig der Begriff „freies Chlor“ oder „Aktivchlor“ verwendet /5/. Die Begriffe beinhalten die Substanzen Chlor ( $\text{Cl}_2$ ), hypochlorige Säure ( $\text{HOCl}$ ) und Hypochlorit ( $\text{OCl}^-$ ), da diese in einem pH-abhängigen dynamischen Gleichgewicht miteinander stehen (Reaktionsgleichungen I und II, Bild ③) /6/.



Anhand Bild ③ wird ersichtlich, dass im neutralen pH-Bereich ( $\text{pH} = 7$ ) hypochlorige Säure als Hauptkomponente und Hypochlorit miteinander im Gleichgewicht stehen, aber kein elementares Chlor vorliegt. Folglich kann die Bildung elementaren Chlors und somit das Ausgasen von gesundheitsschädlichem und korrosivem Chlorgas bei der Produktion des Anolytes im neutralen Bereich vollständig vermieden werden.

Nach der Produktion wird das Anolyte in einem Puffertank aufgefangen und von dort gemäß den rechtlichen Vorgaben dem Trinkwasser zudosiert. Die permanente Behandlung des Trinkwassers mit dem hoch bakteriziden, viruziden und fungiziden Anolyte erlaubt die Reduzierung der Konzentration an schädlichen Mikroorganismen sowie Biofilmen, die als Reservoir für viele Keime dienen. Dies entspricht der mikrobiologischen Anforderung nach § 5 Absatz 4 TrinkwV /7/.

Das Desinfektionsverfahren ist in der vom Umweltbundesamt veröffentlichten Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren /8/ gemäß § 11 der Trinkwasserverordnung gelistet. Die Liste umfasst alle Verfahren und Wirkstoffe, die für die Desinfektion von Trinkwasser eingesetzt werden dürfen. Es gibt für die Anwendung der dort gelisteten Wirkstoffe Vorgaben zu den erlaubten Höchstmengen und zu ggfs. gebildeten Nebenprodukten, jedoch keine zeitliche Begrenzung. Bei Desinfektionsmitteln mit Natriumhypochlorit ist gemäß der Liste der Aufbereitungsstoffe /8/ auf die Desinfektionsnebenprodukte Trihalogenmethane (THM), Chlorat und Bromat zu achten. Die Bildung dieser Nebenprodukte kann vor allem durch die

in-situ-Produktion und die Verkürzung von Lagerzeiten, aber auch durch die Verwendung eines hochreinen Zugangswassers für die Aquadron-Anlage und die Produktion eines pH-neutralen Produkts vermieden werden. Das Anolyte-Konzentrat erfüllt demnach sämtliche Reinheitsanforderungen gemäß DIN EN 901 /9/ und DIN 19693 /5/, die für Anwendungen im Trinkwasserbereich relevant sind.

Aufgrund der Behandlung des Warmwassers kann eine mikrobiologisch einwandfreie Situation auch bei Warmwassertemperaturen deutlich unter  $60\text{ }^\circ\text{C}$  gewährleistet werden. Damit kann auch auf eine energieintensive thermische Desinfektion mit Temperaturen  $> 70\text{ }^\circ\text{C}$  gänzlich verzichtet werden.

## Fazit

Die mikrobiologischen Anforderungen gemäß TrinkwV /7/ werden durch die permanente Behandlung des Warmwassers mit dem on-site hergestellten pH-neutralen Desinfektionsmittel Anolyte gewährleistet. Das Desinfektionsverfahren wies im Praxiseinsatz bei reduzierter Warmwassertemperatur ein Energieeinsparpotenzial von deutlich mehr als 15 % des Wärmebedarfs auf. Die Temperaturabsenkung im Warmwasser erlaubt zudem den effektiven Einsatz regenerativer Energien in Form von Wärmepumpen. Folglich besitzt das Thema nicht nur in Bezug auf die aktuelle Energiekrise, sondern auch aufgrund der angestrebten  $\text{CO}_2$ -Neutralität Deutschlands bis zum Jahr 2045 eine erhebliche Relevanz.



## Literatur

- /1/ Statistisches Bundesamt: Daten zur Energiepreisentwicklung, August 2022, Schaubild 4.2
- /2/ DVGW Arbeitsblatt W 551: Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasserinstallationen, April 2004
- /3/ DVGW Arbeitsblatt W 229: Verfahren zur Desinfektion von Trinkwasser mit Chlor und Hypochloriten, März 2021
- /4/ Projekt „Energieeinsparung durch Absenkung der Zirkulationstemperatur“ durchgeführt von e7 Energie Markt Analyse GmbH im Auftrag der SEWIS GmbH, Juni 2018
- /5/ DIN 19693: Anlagen zur Wasserbehandlung – In-situ-Erzeugung von Bioziden – Aktives Chlor hergestellt aus Natriumchlorid durch Elektrolyse, Juli 2021
- /6/ Hollemann, A. F.; Wiberg, E.: Lehrbuch der Anorganischen Chemie, 81.-90. Auflage, Walter de Gruyter-Verlag, Berlin, 1976
- /7/ Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TrinkwV), letzte Änderung 22.09.2021
- /8/ Umweltbundesamt, Bekanntmachung der Liste der Aufbereitungsstoffe und Desinfektionsverfahren gemäß § 11 der Trinkwasserverordnung, 23. Änderung, Dezember 2021
- /9/ DIN EN 901: Produkte zur Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch – Natriumhypochlorit; Deutsche Fassung EN 901:2013, Dezember 2013