



Trinkwassererwärmung -  
Legionellen-Risiken bei Solarspeichern  
vermindern.

**ROTEX**

# Trinkwassererwärmung

## Legionellen-Risiken bei Solarspeichern vermindern

Bakterien in Warmwassersystemen führen zu erheblichen hygienischen Problemen. Ursachen und Konsequenzen werden seit Mitte der 80er Jahre immer intensiver diskutiert. Spektakuläre Fälle der Legionärskrankheit (Legionellose), eine schwere bakterielle Lungenentzündung, haben zu Reaktionen des Gesetzgebers geführt. Doch die Dunkelziffer ist hoch: Nach Expertenschätzungen erkranken in Deutschland pro Jahr bis zu 12000 Menschen an der Legionärskrankheit, die in ca. 20 % der Fälle zum Tod der Infizierten führt.

■ **Dr.-Ing. Franz Gramling**

Rotex GmbH, 74363 Güglingen

In die neue Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2000), die am 1. Januar 2003 in Kraft treten wird, sind neue wissenschaftliche und technische Erkenntnisse eingeflossen. Zugleich werden Zuständigkeiten, Verantwortung und Verfahrensabläufe geregelt. Die TrinkwV 2000 ist unter haus- und versorgungstechnischen Aspekten ein wichtiger Fortschritt. Zunehmend werden nicht nur Legionellen, sondern auch andere krankheitserregende Bakterien, zum Beispiel Pseudomonaden, im Warmwasser nachgewiesen.

Dafür gibt es mehrere Ursachen. Zum einen hat sich die Ausdehnung der Warmwassernetze im häuslichen Bereich verändert. Die Anzahl der Zapfstellen pro Bewohner ist im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts erheblich angestiegen. Zum anderen beeinflussten steigende Energiekosten und das Umwelt- und Kostenbewusstsein den Betrieb der Hausinstallationen, insbesondere von Trinkwassererwärmern. Die Warmwassertemperaturen wurden reduziert, Zirkulationsleitungen galt es zu vermeiden und selbst die Duschköpfe wur-



Legionella pneumophila, Auslöser der Legionärskrankheit (Legionellose)

den auf eine maximale Zerstäubung ausgelegt, um Wasser zu sparen.

Für die Sparmaßnahmen zahlt man unter Umständen einen höheren Preis als absehbar. Vor allem die Speicher-Trinkwassererwärmer haben sich aus heutiger

bakteriologischer Sicht als problematisch herausgestellt. Die meisten am Markt erhältlichen Speicher entstammen konstruktiv einer Zeit, in der das gezapfte Warmwasser aufgrund hoher Speichertemperaturen, unabhängig vom jeweiligen Aufbau, weitgehend keimfrei war. Doch um bei einer niedrigeren Speichertemperatur die gleiche nutzbare Menge Warmwasser zu erhalten, müssen zwangsläufig größere Speicher aufgestellt werden. Das gilt besonders für Trinkwassererwärmer in solarthermischen Anlagen zur Trinkwassererwärmung. Um Schlechtwetterzeiten zu überbrücken, müssen diese Speicher großzügig dimensioniert sein. In einem Ein- oder Zwei-Familienhaus beispielsweise sind 300 bis 600 l Speichervolumen eine gängige Größe.

Foto: Robert Koch-Institut, Berlin, H. Gelderblom

### Bakterien siedeln auf Sedimenten

Sowohl die Temperaturabsenkung als auch das erhöhte Speichervolumen sind aus bakteriologischer Sicht denkbar ungünstig. Abgesenkte Temperaturen führen dazu, dass die thermische Desinfektion (ab 60 °C) nicht mehr stattfindet. Mehr Speichervolumen bedeutet längere Verweilzeiten des Wassers im Speicher bei idealen Temperaturen zur Keimvermehrung. Das Bakterienwachstum wird dadurch erst möglich oder zumindest begünstigt. Der undefinierte Wasseraustausch bei großen Speichern verstärkt den Effekt.

„Trinkwasser“ (ist) alles Wasser, im ursprünglichen Zustand oder nach Aufbereitung, das zum Trinken, zum Kochen, zur Zubereitung von Speisen und Getränken oder zu den folgenden anderen häuslichen Zwecken bestimmt ist:

- Körperpflege und -reinigung,
- Reinigung von Gegenständen, die bestimmungsgemäß mit Lebensmitteln in Berührung kommen,
- Reinigung von Gegenständen, die bestimmungsgemäß nicht nur vorübergehend mit dem menschlichen Körper in Kontakt kommen.

§ 3, TrinkwV 2000



Neben diesen Betriebs- und Dimensionierungsproblemen gibt es in einem konventionellen stehenden oder liegenden Speicher praktisch keine Strömung. Der Speicher wird zum Absatzbehälter für alle mit dem Wasser transportierten Schwebstoffe. Mitgeführte Schmutzpartikel, Mineralien, Korrosionsrückstände usw. setzen sich ab und bilden in relativ kurzer Zeit eine Sedimentschicht auf dem Boden des Speichers. Das Sediment wächst kontinuierlich an, sofern der Speicher nicht regelmäßig gereinigt wird. Der „Sumpf“ ist ein idealer Nährboden für diverse Bakterien, die in geringer Anzahl in jedem Trinkwasser enthalten sind. Die Bakterien vergesellschaften sich zu Biofilmen, so dass Bereiche mit hoher Keimdichte in direktem Kontakt zum Trinkwasser stehen.

Durch eine Temperaturschichtung im Speicher ist der Boden der Ort mit der niedrigsten Temperatur. Zudem wird frisches Trinkwasser unter Berücksichtigung dieser Schichtung immer im unteren Teil des Speichers eingeleitet. Die Sedimentschicht ist somit bei rund 20 °C bis 30 °C nicht nur ein günstiger Nährboden, sondern konstruktionsbedingt immer kühler als der übrige Speicher. Eine kontinuierliche, sichere thermische Desinfektion bereitet daher Schwierigkeiten und kann nur durch eine insgesamt hohe Speichertemperatur mit der Gefahr von Verbrühungen erreicht werden.

### Anforderungen an moderne Trinkwassererwärmer

Die TrinkwV 2000 bestimmt, dass in Hausinstallationen die „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ eingehalten werden müssen. Bezogen auf die Legionellen-Problematik der Speicher greift das DVGW Arbeitsblatt W 551. Es verlangt Reinigungsöffnungen, eine Mindesttemperatur von 60 °C am Warmwasseraustritt und das Vermeiden von Turbulenzen im Speicher.

Im Gegensatz zu Großanlagen schreibt das DVGW Arbeitsblatt W 551 für alle Anlagen in Ein- oder Zweifamilienhäusern beziehungsweise für Trinkwassererwärmer mit weniger als 400 l Speichervolumen keine direkt am Speicher wirksamen Maßnahmen zum Schutz vor Bakterienbildung vor. Die verbleibenden Bestimmungen sind keine völlig befriedigende Lösung:

- Die regelmäßige Reinigung ist eine symptomatische Maßnahme, sie ändert

#### 4.2.2 Speicher-Trinkwassererwärmer und zentrale Durchfluss-Trinkwassererwärmer

Jeder Speicher-Trinkwassererwärmer muß ausreichend große Reinigungs- und Wartungsöffnungen, z.B. in Form eines Handloches, aufweisen (siehe DIN 4753 Teil 1).

Am Warmwasseraustritt des Speicher-Trinkwassererwärmers muss bei bestimmungsgemäßem Betrieb eine Temperatur von 60 °C eingehalten werden können. (Unter Berücksichtigung z.B. der Schaltdifferenz des Reglers darf eine Temperatur von 55 °C nicht unterschritten werden.)

Der Kaltwassereinlauf muss so konstruiert sein, dass während des Entnahmevorganges eine große Mischzone vermieden wird.

**Auszug aus dem DVGW Arbeitsblatt W 551**

nichts am Funktionsprinzip der Speicher und birgt somit weiterhin die Gefahr des verstärkten Bakterienwachstums.

- Eine Mindesttemperatur von 60 °C ausschließlich am Wasseraustritt bedeutet, dass die Bakterienkolonien an anderer Stelle im Speicher ungestört bleiben.
- Das Vermeiden von Mischzonen im Speicher bewirkt lediglich, dass Bakterien im unteren Bereich des Speichers gehalten werden, um möglichen Kontaminationen des gesamten Speicherinhalts vorzubeugen. Es besteht die Gefahr von strömungsarmen, stark verkeimten Zonen, in denen kaum Wasseraustausch stattfindet.

Auf der Trinkwasserseite sollten moderne Wassererwärmer zur Legionellen-Vorbeugung folgende konstruktive Anforderungen erfüllen:

- Vermeiden von Temperaturschichtungen,
- Vermeiden von strömungsarmen Zonen,
- Gleichmäßige Erwärmung des Wassers bis 60 °C,
- Vermeiden von Sedimenten,
- Einfache Wartung,
- Verwendung korrosionsfreier Materialien,
- Schnelle Bereitstellung des Warmwassers bei Bedarf.

Die Temperaturschichtung kann auf dreierlei Weise vermieden werden:

- Durch Herabführen der Heizspirale bis auf den Speicherboden. Diese Maßnahme vermeidet jedoch keine strömungsarmen Totzonen und verhindert keine Biofilm-Bildung. Die Grundkonstruktion des Speichers ist weiterhin konventionell.
- Durch Umwälzung des Wassers für eine gleichmäßige Erwärmung. Das Arbeitsblatt W 551 schreibt dies nur für Großanlagen mit mehr als 400 l Speichervolumen vor.

Für Kleinanlagen (Speicher unter 400 l Inhalt und Anlagen in Ein- oder Zweifamilienhäusern) gilt die Vorgabe nicht.

- Durch die Kombination von Durchflusserhitzer und Wärmespeicher zu einem zentralen Durchlauf-Trinkwassererwärmer (z. B. Prinzip Rotex Sanicube).

### Trinkwassererwärmung durch Wärmetauscher

Das Besondere am letztgenannten Sanicube Warmwasserspeicher ist, dass die Wärme nicht im Trinkwasser selbst, sondern im davon völlig getrennten Speicherwasser gespeichert wird. Das zu erwärmende Trinkwasser wird in einem PE-X-Rohr geführt, das als gewickeltes Rohrbündel ausgebildet ist und sich über die gesamte Speicherhöhe erstreckt. Dieses System verhindert die Vermehrung von Bakterien, da es streng nach dem „First-in-first-out“-Prinzip arbeitet: Das Wasser, das zuerst in den Speicher eingespeist wird, verlässt diesen auch als erstes wieder. Infolge der Kunststoffbauweise treten keine Korrosionserscheinungen sowie damit verbundene Oxidationsprodukte und Sedimente auf.

Das Sanicube-Prinzip hat sich seit mehr als 20 Jahren in der Praxis bewährt. Der Speicherbehälter ist eine zweischalige Vollkunststoffkonstruktion, die zwischen Innen- und Außenbehälter wärmedämmend ausgeschäumt wird, um möglichst geringe Oberflächenverluste zu bewirken. Bei Inbetriebnahme wird der Behälter einmalig mit Speicherwasser, dem Wärmemedium aufgefüllt. Das Wasser steht nicht unter Druck, wird nicht ausgetauscht und kann auf unterschiedliche Weise erwärmt werden:

- Über den Metallrohrwärmetauscher mit Heizungswasser (öl- oder gasbeheizt), mit Fernwärme, Solar- oder industrielle Abwärme,



- Elektrisch über einen speziellen Heizstab, der sich über die gesamte Speicherrhöhe erstreckt,
  - Mit einer Luft/Wasser-Wärmepumpe, die direkt am Speicher befestigt werden kann und die den Verbrauch an elektrischer Energie stark reduziert,
  - Mit einer solarthermischen Anlage, wobei das Speicherwasser direkt durch die Solarkollektoren geleitet und erwärmt wieder in den Behälter zurückgeführt wird.
- Die richtige Länge des Trinkwasserrohres im Warmwasserspeicher ist besonders wichtig. Sie resultiert einerseits aus dem Verhältnis von Materialaufwand und Druckabfall, andererseits aus der ausreichenden Warmwasserleistung und der Verweildauer, die zur thermischen Desinfektion notwendig ist. Als optimale Rohrlänge wurde 3 x 135 m (20 x 2 mm PE-X-Rohr) erkannt, was einem Volumen von 80 l Trinkwasser im Durchlaufsystem entspricht. Die gleichmäßige Erwärmung auf 60 °C und der genau definierte Trinkwasseraustausch stoppt die Vermehrung von Keimen und vermeidet Biofilme.



Aufgeschnittener Speicher vom Typ Rotex Sanicube

### Hygienische Langzeitbetrachtung

Hygienische Untersuchungen des Speichers am Engler-Bunte-Institut in Karlsruhe und am Hygiene-Institut der Universität Tübingen bestätigten die guten wasserhygienischen Eigenschaften des Warmwasserspeichers Sanicube. Vom Engler-Bunte-Institut wurde das Wasser eines seit drei Jahren im Betrieb befindlichen Speichers untersucht. Sowohl das warme Brauchwasser als auch das Speicherwasser hatten uneingeschränkte Trinkwasserqualität.

Die Untersuchungen am Hygieneinstitut der Universität Tübingen betrafen vor allem das Verhalten des Sanicubes gegenüber Legionella-Bakterien, den Erregern der Legionärskrankheit. Auch hier bewährten sich die konsequente Trennung von Trink- und Speicherwasser sowie das Prinzip des Durchlauferwärmers. Die Besiedlung des Speicherwassers mit Legionella-Bakterien bei einer Betriebstemperatur jenseits von 60 °C war nicht möglich. Bei Untersuchungen desselben Instituts in Anlagen mit herkömmlichen Speichern wurden noch bei 64 °C vereinzelte Legionella-Bakterien gefunden. Selbst mit dem Frischwasser in hoher Konzentration eingetragene Krankheitskeime wurden im untersuchten Sanicube wirkungsvoll abgetötet.

Ein weiterer Vorteil ist, dass auf der Speicherwasserseite ein Verkalken des Heizungswärmetauschers, des Heizstabs oder der Wärmepumpe ausgeschlossen ist, da das Speicherwasser nicht ausgetauscht wird. Auch trinkwasserseitig setzt sich infolge der hohen Fließgeschwindigkeiten normalerweise auf der glatten Kunststoffoberfläche des PE-X-Rohr-Wärmetauschers kein Kalk ab.

Die wasserhygienischen Probleme konventioneller Warmwasserspeicher sind mitunter erheblich, denn vom Funktionsprinzip her können die Sedimentbildung und der undefinierte Wasseraustausch nicht ausgeschlossen werden. Die Gefahr des Wachstums krankheitserregender Bakterien ist bauartbedingt gegeben. Die Wartungs- und Pflegemaßnahmen für solche Speichertypen sind nur symptomatischer Natur und ändern nichts an den prinzipiellen Schwierigkeiten.

### Fazit

Die neue TrinkwV 2000 nimmt zur Wahrung der Wasserqualität alle Instanzen – von der Wassergewinnung bis zur Zapfstelle, vom Wasserwerk bis zum Hausbesitzer – in die Pflicht. Die Verantwortung des Betreibers von Großanlagen, zum Beispiel in Krankenhäusern, Altenheimen, Hotels und Sportstätten, ist offenkundig. Da Hausinstallationen in Ein- und Zweifamilienhäusern bisher von Legionellen im Warmwassersystem praktisch nicht betroffen gewesen sind und als überschaubar gelten, stehen die Kleinanlagen zur Zeit noch weniger stark in der Diskussion.

Doch grundsätzliche Bedenken bleiben angebracht, denn das Legionellen-Potential ist in jeder Hausinstallation latent vor-

handen. Bislang gibt es noch keine systematische Erfassung wasserursächlicher Infektionskrankheiten und damit auch keine aussagekräftigen Erhebungen über die mikrobielle Belastung von Trinkwasser. Niemand kennt die genaue Zahl der nicht erkannten Fälle der Legionärskrankheit in Deutschland. Hinzu kommen folgende Risikopotentiale, die zukünftig die Gefahr von Legionelleninfektionen in Privathaushalten sowie in Ein- und Zweifamilienhäusern erhöhen könnten:

- Durch die weitere Verschiebung der Altersstruktur wird die Risikogruppe für Legionelleninfektionen größer.
- Mit der Zunahme der häuslichen Pflege von immungeschwächter Personen steigt das Infektionsrisiko.
- Die wachsende Anzahl von solarthermischen Anlagen führt zum Einsatz konventioneller, aber relativ großvolumiger Solarspeicher, deren Funktionsprinzip der Wärmeschichtung (unten kälteres, oben wärmeres Wasser) die Legionellenvermehrung begünstigt.

Im Sinne einer Legionellen-Prophylaxe sind die Zielsetzungen, die bei Großanlagen gelten, ebenso für Kleinanlagen angezeigt. Diejenigen Hausinstallationen sind am besten geeignet, die den Bakterien im Trinkwassererwärmer durch ein gleichmäßiges, hohes Temperaturniveau und optimale Wasserdurchströmung möglichst wenig Angriffspunkte bieten. „Immer in Bewegung halten“ lautet das Motto für eine erfolgreiche Strategie gegen Legionellen.

### Literatur

- Botzenhart, K. „Rotex Multisystemspeicher – Gutachten zum Verhalten von Legionella pneumophila bei verschiedenen Wassertemperaturen im Speicher“, Eberhard-Karls Universität Tübingen, Hygiene-Institut, Dz. 1989
- Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches, Technische Regel, Arbeitsblatt W 551, Bonn 1993
- Grammling, F., Modernes Speicherkonzept zur Verbesserung der Hygiene bei der Warmwasserbereitung, Sanitär + Heizungstechnik 2/91
- Kreysig, D., Jacobs, R., Systeme der Trinkwasserdesinfektion, IKZ-Haustechnik 17/2000
- N.N., Legionellen und Co. sind ständig präsent, SI-Information 7/2000
- Röggener, U., Legionellen in Trinkwassererwärmungsanlagen, zit. n. [www.lebensmittel.org/-lebensm/legion.htm](http://www.lebensmittel.org/-lebensm/legion.htm)
- Sanitär + Heizungstechnik, 2. SHT-Diskussion Legionellen, Sonderdruck, Düsseldorf 2000
- Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2000), zit. n. [www.bmggesund.de/themen/k-bek/wasser/twasser.htm](http://www.bmggesund.de/themen/k-bek/wasser/twasser.htm)