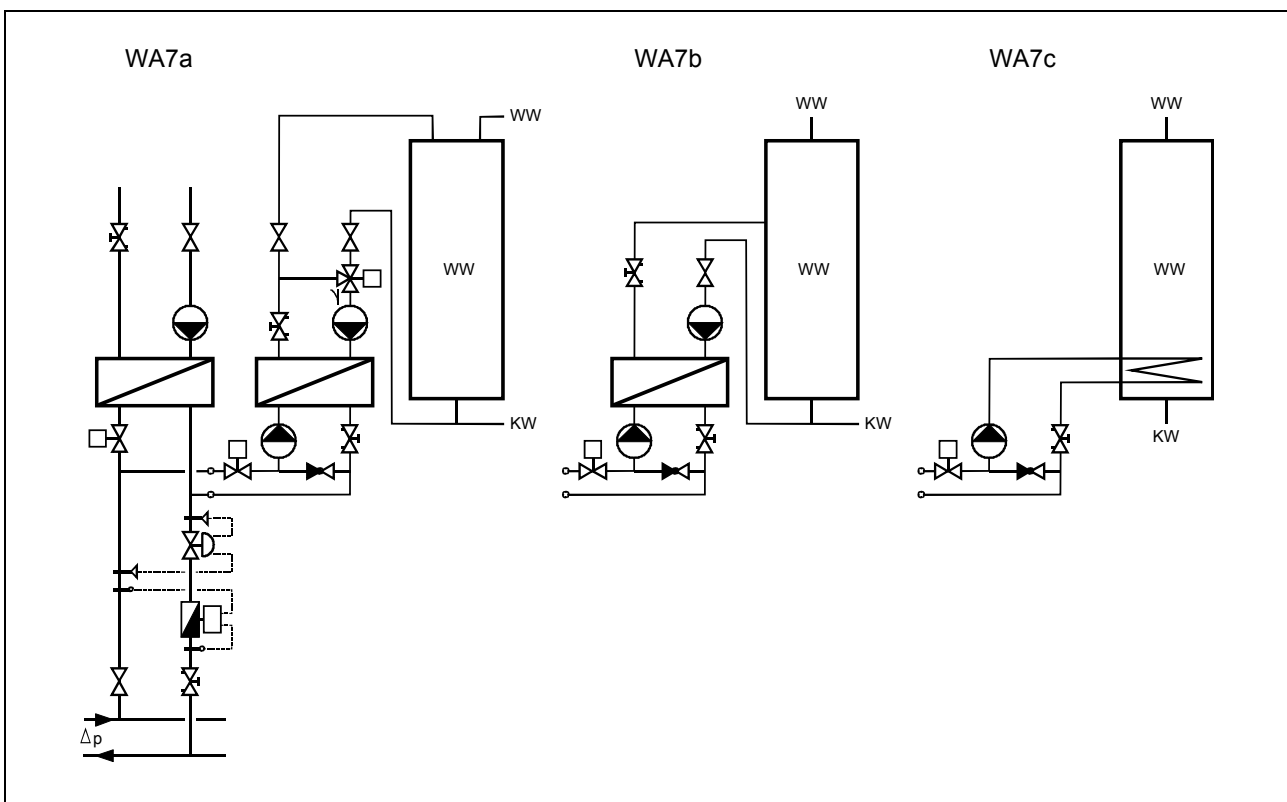


**In Fernwärmenetzen bereitet die Trinkwassererwärmung oft Probleme: Es müssen Sicherheitsvorschriften gegen Legionellen eingehalten werden, der Rücklauf zum Netz sollte möglichst tief sein und die Vorlauftemperatur nicht zu hoch, um eine Verkalkung des Wärmetauschers zu vermeiden (vergleiche dazu auch FAQ 29). Welche Schaltungen zur Trinkwassererwärmung sind für Fernwärmenetze geeignet?**

In «Standard-Schaltungen – Teil I» [2] sind zahlreiche geeignete Schaltungen beschrieben. Die wichtigsten drei Schaltungen zeigt FAQ 30 Abbildung 1:

- Standardschaltung WA7a – Anschluss eines Warmwasserspeichers mit externem Wärmetauscher und Laderegelung: Der Speicher wird mit konstanter Warmwassertemperatur geladen (z. B. 60°C); die Wärmetauscher-Eintrittstemperatur kann zur Reduktion der Verkalkung begrenzt werden (z. B. auf 70°C)
- Standardschaltung WA7b – Anschluss eines Warmwasserspeichers mit externem Wärmetauscher ohne Laderegelung: Mittels Stufenladung (eine treffendere Bezeichnung wäre «Rampenladung») wird der untere Teil des Speichers so lange umgewälzt, bis die geforderte Warmwassertemperatur (z. B. 60°C) erreicht ist (der obere Teil des Speichers bleibt vom Ladevorgang unberührt); die Wärmetauscher-Eintrittstemperatur kann zur Reduktion der Verkalkung begrenzt werden (z. B. auf 70°C)
- Standardschaltung WA7c – Anschluss eines Warmwasserspeichers mit innenliegendem Wärmetauscher: Einfache Ladung des Speichers durch natürliche Schichtung, nachteilig gegenüber dem aussenliegenden Wärmetauscher ist die begrenzte Tauscherfläche und der kleinere Wärmeaustauschkoefizient; die Wärmetauscher-Eintrittstemperatur kann zur Reduktion der Verkalkung begrenzt werden (z. B. auf 70°C)



FAQ 30 Abbildung 1: Standardschaltungen WA7 für Fernwärmeanschlüsse gemäss Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.

Die nachfolgenden Empfehlungen gelten für Warmwasserbereitungsanlagen jeder Grösse, also Anlagen in Einfamilienhäusern, Mehrfamilienhäusern, Schulhäusern, Schwimmbädern, Hotels usw. Die Empfehlungen

gelten grundsätzlich auch für Pflegeheime und Spitäler. Hier ist jedoch im Einzelfall mit den Hygiene-Verantwortlichen abzuklären, welche zusätzlichen Massnahmen notwendig sind.

### **Interner Wärmetauscher (Schaltung WA7c)**

Wenn bei bestehenden Anlagen Probleme auftreten, handelt es sich meistens um innenliegende Wärmetauscher, also um Varianten ähnlich Schaltung WA7c. Innenliegende Wärmetauscher sind aber deswegen nicht grundsätzlich ungeeignet. Es geht vielmehr darum, einige Forderungen einzuhalten:

- Möglichst grosse Tauscherfläche
- Speicher-Bauarten mit extrem tief liegenden Wärmetauschern verwenden. Bei üblichen Wärmetauschern kann der Speicher nur etwa bis Mitte Rohrbündel gefüllt werden, also deutlich weniger als der effektive Speicherinhalt; dies kann zu Problemen mit der Legionellen-Vermeidung führen (siehe unten).
- Sorgfältiger hydraulischer Abgleich (auch bei bestehenden Anlagen)
- Regelungstechnische Begrenzung der Rücklauftemperatur

Bestehende Anlagen, die diese Forderungen nicht erfüllen, sollten rasch optimiert und ggf. saniert werden.

### **Externer Wärmetauscher ohne Laderegelung (Schaltung WA7b)**

Externe Plattenwärmetauscher haben gegenüber internen Rohrbündelwärmetauschern (Schaltung WA7c) den grossen Vorteil, dass die Wärmetauscherfläche praktisch beliebig gross ausgelegt werden kann. Im einfachsten Fall wird der Wärmetauscher direkt am Speicher angeschlossen und der Speicher durch Stufenladung im unteren Teil des Speichers geladen. Der Speicher kann dabei nicht vollständig durchgeladen werden (Problem bei der Legionellen-Vermeidung, siehe unten).

Die Konfiguration Einschaltfühler auf 2/3 Speicherhöhe und Sprührohr für die Stufenladung auf 1/2 Speicherhöhe hat sich bewährt. Der Sekundäreintritt des Wärmetauschers kann direkt an der Kaltwasserleitung angeschlossen.

### **Externer Wärmetauscher mit Laderegelung (Schaltung WA7a)**

Nur mit einer Laderegelung kann der Speicher praktisch vollständig auf eine definierte Temperatur durchgeladen werden. Der Laderegler sollte nicht direkt an der Kaltwasserleitung angeschlossen werden, sondern möglichst tief an einem separaten Speicheranschluss, weil sonst jeder Warmwasserbezug den Laderegler stört.

Der Laderegler muss PID-Charakteristik haben. Regelungstechnisch ist es von Vorteil, wenn die Zeitkonstante des Regelfühlers und die Laufzeit des Regelventils möglichst kurz sind. Grundsätzlich ist die Einstellung des PID-Reglers anspruchsvoll. Für die Betriebsoptimierung und die Einstellung der Sollwerte und Reglerparameter (P-Band, Nachstellzeit, Vorhaltezeit) ist genügend Sorgfalt und Aufwand einzuplanen. Zu beachten ist, dass die Stellwirkung des Regelventils bei kaltem Wasser unten im Speicher grösser ist als bei warmem. Die optimalen Regelparameter sind immer ein Kompromiss zwischen allen auf der Anlage tatsächlich vorkommenden Betriebsverhältnissen.

Die Schichtladung mittels Laderegler hat gegenüber der Stufenladung (Schaltung WA7b) Vorteile:

- Der gewünschte Sollwert steht mit Beginn der Ladung sofort zur Verfügung (bei der Stufenladung erst am Ende der Ladung)
- Der Speicher kann wirklich vollständig durchgeladen werden (wichtig für die Vermeidung von Legionellen)
- Abhängig von der Lage des Ausschaltfühlers kann gezielt auch nur ein Teil des Speichers geladen werden (bei der Stufenladung muss immer der ganze Speicher durchgeladen werden)
- Die Schichtladung ist ideal um Zirkulationsverluste auszugleichen (siehe unten)

### **Zirkulation**

Schlimmster Feind des Schichtspeichers ist die Zirkulationspumpe. Diese stört die Schichtung unweigerlich und führt früher oder später zu einer Durchmischung des Speichers. Diesem Thema ist eine eigene FAQ gewidmet (FAQ 33).

### **Vermeidung von Legionellen**

In der Schweiz gibt das Bundesamt für Gesundheit (BAG) in «Legionellen und Legionellose» für «mittleres Risiko» folgende Empfehlungen:

1. *Das genutzte Warmwasser muss in der Regel innerhalb 24 Stunden mindestens einmal während einer Stunde auf mindestens 60°C aufgeheizt werden.*
2. *Die Auslegung der Sanitäranlage erfolgt so, dass die Temperatur im warm gehaltenen Teil des Verteilnetzes (also ohne die Anschlussleitungen) immer über 55 °C liegt. Damit wird in der Praxis gewährleistet, dass sie an der Wasserentnahmestelle nicht unter 50°C fällt.*

Quelle: Legionellen und Legionellose. Modul 12 Sanitäre Installationen. Bern: Bundesamt für Gesundheit, März 2009.  
Download: <http://www.bag.admin.ch>

Empfehlung 1 des BAG kann erfüllt werden, wenn einmal täglich die Hauptvorlauftemperatur für genügend lange Zeit auf mindestens 65...70°C erhöht wird, damit der Speicher vollständig auf mindestens 60°C erwärmt werden kann. Voraussetzung dazu ist eine genügend grosse Tauscherfläche und wenn möglich eine Laderegelung.

Für die Einhaltung von Empfehlung 2 des BAG ist neben der Warmwassertemperatur auch das Zirkulationssystem zu berücksichtigen. Unter der Annahme einer Temperaturdifferenz über der Zirkulation von 5 K und weiteren 5K über dem Wärmetauscher wäre in der restlichen Zeit, in der Wassererwärmung stattfindet, eine Fernleitungs-Vorlauftemperatur von 60°C erforderlich.

Auch wenn die Empfehlungen des BAG nur teilweise erfüllt werden, ist eine Stufenladung (im Wohnungsbau mit normalem Warmwasserverbrauch) oder eine Schichtladung (in Bürogebäuden mit vorwiegend Zirkulationsverlusten) kombiniert mit einem Antilegionellen-Ladebetrieb einmal pro Woche eine Lösung, die in vielen Anwendungsfällen mit geringerem Legionellen-Risiko genügen dürfte.

### **Vermeidung von Verkalkung**

Bei kalkhaltigem Trinkwasser muss die Wärmetauscher-Eintrittstemperatur auf der Primärseite nach oben begrenzt werden, da Temperaturen über 60° zur örtlichen Verkalkung der Wärmetauscher führen (ein vernünftiger Kompromiss liegt bei etwa 70°C).

Plattenwärmetauscher sind empfindlicher gegenüber Verkalkung als Rohrbündel-Wärmetauscher.