



# Trinkwassererwärmung auf ein Maximum reduzieren!

## Optimierte Dimensionierung über Bedarfsprofile

Timo Kirchhoff M. Eng.,  
Robin Diekmann B. Eng.

*ThermoSystem KTS – Hygienische Trinkwassererwärmung im Durchflussprinzip*

Es existieren unterschiedliche Möglichkeiten, die Versorgung mit warmem Trinkwasser in Gebäuden sicherzustellen. Die Bereitstellung kann dezentral oder zentral erfolgen. Des Weiteren kann es sich um Speicher- oder Durchfluss-Systeme handeln. Je nach Art des Erwärmungssystems sind verschiedene Risikofaktoren für die Trinkwasserhygiene zu beachten. In Speicher-Trinkwassererwärmern kann es zu sehr langen Verweilzeiten des Trinkwassers bis zur Entnahme kommen. Speicher werden so ausgelegt, dass der mögliche Spitzenbedarf an erwärmtem Trinkwasser vorgehalten wird. Hierdurch ergeben sich in mittelgroßen und großen Objekten lange Aufenthaltszeiten von bis zu mehreren Tagen. Um Stagnation und die daraus resultieren-

de Hygienesrisiken zu vermeiden, sind jedoch aus hygienischer Sicht geringere Aufenthaltszeiten des Trinkwassers im Gebäude anzustreben. Die DIN 1988-200:2012-05 empfiehlt deshalb, dass die zur Erwärmung notwendige Energiespeicherung nicht im Trinkwasser, sondern auf der Heizungsseite (Pufferspeicher, Latentwärmespeicher) erfolgen sollte. Durchfluss-Systeme folgen dieser Empfehlung. Sie haben den großen Vorteil, dass das Wasser bedarfsgerecht „auf Abruf“ in der benötigten Menge erwärmt und zur Verfügung gestellt wird. Die benötigte Energie wird nicht mehr im Trinkwasser sondern auf der Heizungsseite in Pufferspeichern bevorratet. Somit wird der hygienische Risikobereich des Speicher-Trinkwassererwärmers eliminiert.

## GRUNDLAGEN

Ein Aspekt, der für Fachplaner häufig eine Herausforderung darstellt, ist die Auslegung des Erwärmungssystems. Unabhängig davon, ob es sich dabei um einen Speicher- oder Durchfluss-Trinkwassererwärmer handelt. Die Sorge der Fachplaner, die Trinkwassererwärmung zu klein auszulegen, führt häufig zu einer Überdimensionierung

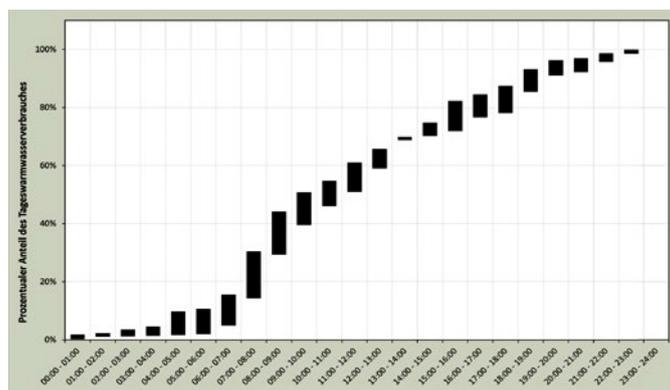


Abb. 1: Bandbreite der stündl. Trinkwarmwasser-Verbräuche von 4 Altenheimen

der Anlage. Ursache dafür ist u.a., dass derzeit normativ nur ein Auslegungsverfahren für Wohngebäude durch die DIN 4708-2:1994-04 geregelt ist.

Im Zuge der Umsetzung der Europäischen Gebäuderichtlinie und als Ersatz für die EN 15316-3-1:2007 wurde die DIN EN 12831-3 erarbeitet; sie liegt derzeit als Entwurf

vor. Das dort beschriebene Auslegungsverfahren ist neben Wohngebäuden auch für weitere Gebäudearten gültig.

Die Basis jeder Auslegung stellt die Bedarfsermittlung dar. Der Bedarf ist von der Nutzungsart des Gebäudes abhängig. Wohngebäude unterliegen z.B. einer anderen Nutzung als eine Schule oder ein Krankenhaus. Aus dem Bedarf ergibt sich die benötigte Wärmemenge, welche in entsprechenden Zeiträumen für die Trinkwassererwärmung benötigt wird.

### Bedarfsermittlung über Bedarfsprofile

Die grafische Darstellung des Nutzerverhaltens erfolgt in sog. Bedarfsprofilen (unteres Diagramm in Abb. 3). Hierbei werden die Wärmeleistung für die Trinkwassererwärmung oder der Warmwasser-Volumenstrom in Abhängigkeit der Zeit in einem Diagramm dargestellt. Als Zeitspanne werden i.d.R. für die Darstellung 24 Stunden gewählt. Die Höhe der Bedarfsspitzen, ebenso wie die Summe

erkennen, dass die Abweichung der stündlichen Anteile des Tageswärmebedarfs maximal 15 % beträgt. Ist also der Tageswärmebedarf eines weiteren Objektes bekannt, kann über die prozentuale Verteilung des Bedarfsprofils der Bedarf für dieses Objekt ermittelt werden. Häufig ist jedoch auch der Tageswärmebedarf eines Gebäudes nicht bekannt. Dieser kann durch sog. Bezugsgrößen ermittelt werden, welche aus messtechnischen Untersuchungen oder Statistiken hervorgehen und in verschiedener Literatur zu finden sind. Bezugsgrößen geben den Warmwasser-Tagesverbrauch, bezogen auf eine definierte Größe an. Sie werden in personen- und sachbezogene Bezugsgrößen unterschieden. Als personenbezogene Bezugsgrößen können z.B. der Warmwasserverbrauch pro Bett in einem Krankenhaus oder Altenheim als auch der Warmwasserverbrauch pro Person in einer Wohnung genannt werden. Ein Beispiel für eine sachbezogene Bezugs-

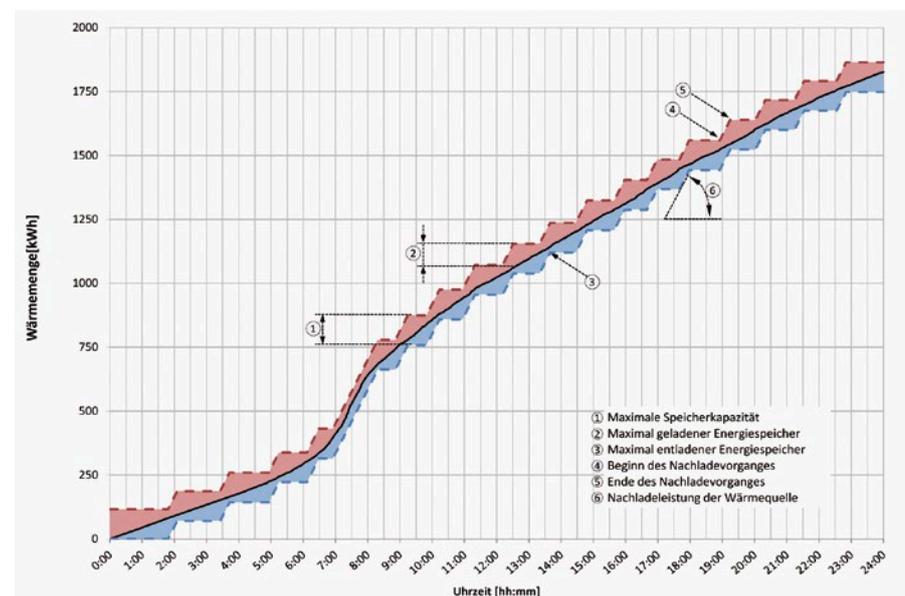


Abb.2: Reales Wärmeschaubild. Erhöhte Nachheizleistung und erhöhte Taktung der Wärmequelle

der Wärmemengen über einen Tag verteilt, ähneln sich in Objekten gleicher Nutzungsart. Aus diesem Grund sind Bedarfsprofile einer bestimmten Nutzungsart auf andere Objekte mit derselben Nutzungsart übertragbar. Dies wird beispielhaft an Abb.1 verdeutlicht. Die Grafik zeigt die Bandbreite des stündlichen Tageswärmebedarfs von vier Altenheimen. Es ist zu

größe ist der Warmwasserverbrauch für eine Mahlzeit in einer Kantine oder einem Restaurant. Durch die Multiplikation einer Bezugsgröße mit der Anzahl der vorhandenen Bezugsgrößen wird der Tageswärmebedarf ermittelt. Wenn dieser Wert mit den stündlichen Anteilen des Tageswärmebedarfs eines Bedarfsprofils auf einen Tag verteilt wird, entsteht ein Bedarfspro-

## AUSGEZEICHNET MIT DEM BEST OF SHK AWARD FÜR NACHHALTIGKEIT



### permaLine – die neue inline Systemwasseraufbereitung



- **Sicher:** Erfüllt VDI-Richtlinie 2035, Teil 1 und 2 **ohne Betriebsunterbrechung**
- **Einfach:** Vollautomatische Funktion mit Kontrolldisplay
- **Kompakt:** Mobiles Gerät mit einfachem Handling
- **Ökologisch:** Ressourcenschonendes Recycling-Konzept
- **Effizient:** Filtration, Entmineralisierung und pH-Wert-Regulierung



Mehr Infos unter:  
[www.perma-trade.de](http://www.perma-trade.de)

**perma-trade**®

Wasserbehandlung mit Zukunft

fil für ein neues Objekt. Um sowohl die statistische Sicherheit der Berechnung als auch die Qualität der Berechnungsergebnisse zu verbessern, müssen möglichst viele Bedarfsprofile für eine Nutzungsart vorhanden sein. Eine große Datenbank gemessener Bedarfsprofile ist somit eine essenzielle Grundlage für eine optimale Dimensionierung.

## GEMESSENE BEDARFSPROFILE SIND DER SCHLÜSSEL

Gemessene Nutzerprofile bilden eine ideale Basis für die Auslegung einer Trinkwassererwärmungsanlage, denn sie geben einen Einblick in das tatsächliche Nutzerverhalten eines Gebäudes. Für die Messung bieten sich Ultraschall-durchfluss-Messgeräte an. Die Messwertaufnahme mittels Laufzeitdifferenz-Verfahren erspart einen Eingriff in die Rohrleitungsführung. Somit bleibt bei der Montage der Messtechnik der laufende Betrieb des Gebäudes ungestört. Des Weiteren stellt die Messwertabweichung dieses Verfahrens, mit maximal 1,6 % vom Messwert, eine ausreichende Messgenauigkeit dar. Um repräsentative Messdaten zu erlangen, wird ein Messzeitraum von mindestens 14 Tagen empfohlen. So wird jeder Wochentag doppelt erfasst und es können ggf. Unregelmäßigkeiten im Verbrauch erkannt werden. Bei der Messwertaufnahme ist die zeitliche Ablagerate der Messgrößen von entscheidender Bedeutung. Werden die Messwerte über einen zu langen Zeitraum gemittelt, fällt die Dämpfung der Messwerte zu stark aus. Folgt z.B. auf einen Spitzenbedarf von 30 Sek. eine Verbrauchspause von 9,5 Minuten bei einer Mittelung der Messwerte über 10 Minuten, so wird die Spitzenlast zu gering dargestellt.

Die Übertragungsleistung des Durchfluss-Trinkwassererwärmers wird demzufolge zu gering eingeschätzt. Werden die Messwerte im Gegensatz sekundlich ausgewertet, sind sehr hohe Bedarfs-spitzen zu erwarten. Die Übertragungsleistung des Durchfluss-Trinkwassererwärmers fällt somit sehr hoch aus und eine Überdimensionierung der Anlage ist

die Folge. Um die Überdimensionierung von Durchfluss-Trinkwassererwärmern zu vermeiden, hat sich in der Praxis für Großanlagen, wie Krankenhäuser, Alten-

nen Einfluss auf die insgesamt benötigte Wärmemenge. Somit bleibt die Größe des Pufferspeichers unverändert. Die Weiterverwendung der Messdaten

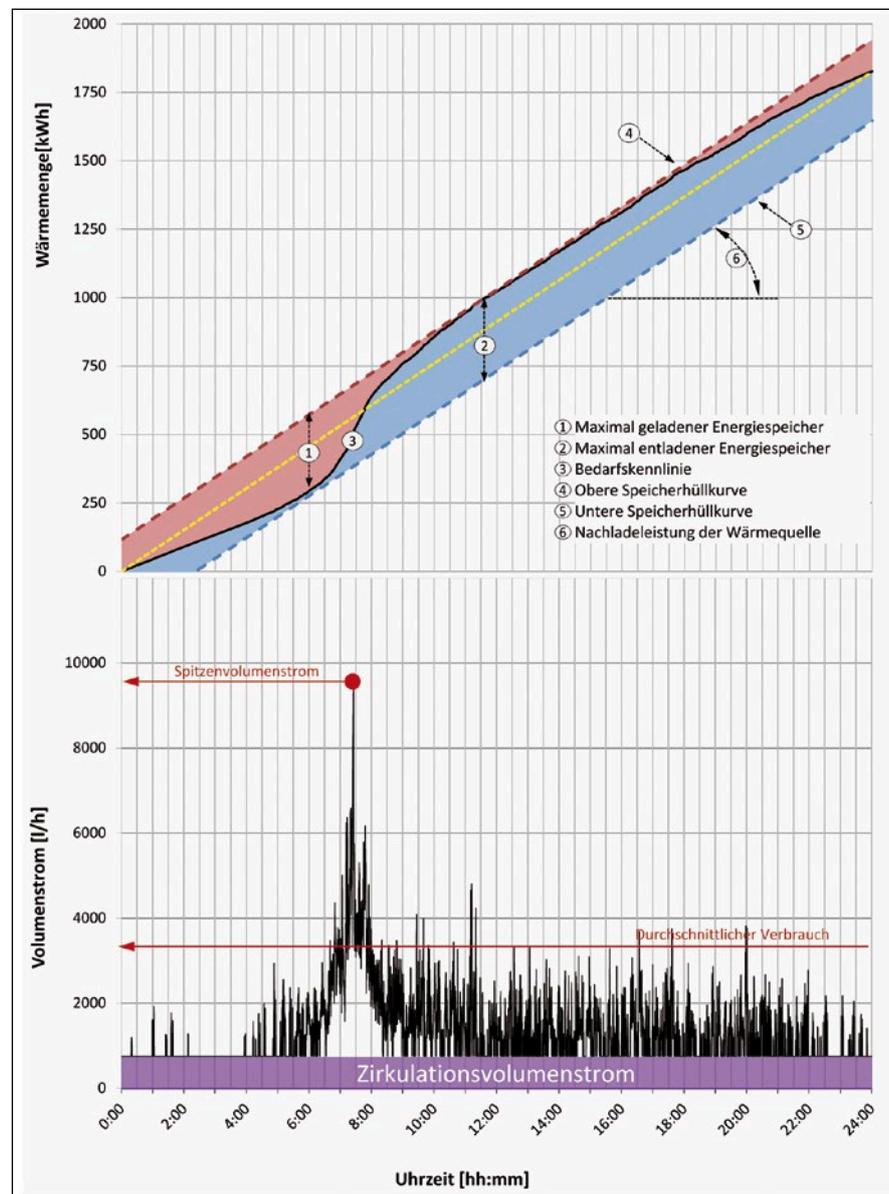


Abb.3: Ideales Wärmeschaubild mit dazugehörigem Bedarfsprofil. Minimale Nachheizleistung und Taktung der Wärmequelle

heime oder Hotels, die Bildung des Mittelwertes über einen Zeitraum von 60 Sek. bewährt. Hierdurch hervorgerufene Absenkungen der Austrittstemperatur des Trinkwassererwärmers im Minutenbereich sind tolerierbar (vgl. DIN 1988-200:2012-05 Abs.: 9.7.2.2). Der Nutzer nimmt diese kurzzeitigen Absenkungen auf Grund der Pufferwirkung des Rohrnetzes nicht wahr. Diese Mittelung der Messwerte hat kei-

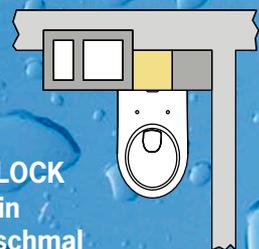
setzt das Vorhandensein verschiedener Angaben zum Gebäude voraus. Die Auslastung des Gebäudes während der Messung ist von großer Bedeutung. Zudem ist die Wahl einer geeigneten Bezugsgröße, welche übertragbar auf andere Objekte gleicher Nutzungsart ist, essenziell für die weitere Verwendung des Bedarfsprofils. Ist das Objekt während des Messzeitraums nicht zu 100% ausgelastet, muss das Bedarfsprofil angepasst

# SLIM-BLOCK

Die Lösung für Problembäder



Superschmal!



**SLIM-BLOCK  
WC-Stein  
20 cm schmal**

mit Druckknopf oder für  
Betätigungsplatte »Omega« (Geberit®)  
Höhe 110 cm, Tiefe 20 cm

Ein Fallstrang oder ein Träger im Weg?  
Ein Kamin oder Schornstein?  
Kein Problem mehr!

Der **Grumbach SLIM-BLOCK** macht  
die Montage eines Wand-WCs trotzdem  
möglich!

werden. Des Weiteren ist der Volumenstrom der Trinkwasser-Zirkulation nicht zu vernachlässigen. Er muss bei jedem Gebäude separat ermittelt werden, da er von der jeweiligen Rohrleitungsführung und dem Gebäude abhängig ist.

## DIMENSIONIERUNG DES PUFFERSPEICHERS

Im Hinblick auf die Dimensionierung von Durchfluss-Trinkwassererwärmungsanlagen gilt der Bereitstellung der Wärmeenergie besondere Beachtung. Die erforderliche Energie zur Erwärmung des Trinkwassers kann über einen Tag verteilt erheblich schwanken. Zu Zeiten geringen Bedarfs werden sehr niedrige Wärmeleistungen benötigt, wohingegen zu Spitzenlastzeiten sehr hohe Wärmeleistungen gefordert werden. In der Regel verfügt die Wärmequelle zur Deckung der Spitzenlasten über keine ausreichende Leistung. Um die Spitzenlast abdecken kommen hier Wärmespeicher zum Einsatz.

## Ermittlung der benötigten Wärmemenge

Für die Größenermittlung des Wärmespeichers bietet sich das sogenannte Summenlinienverfahren an. Hierbei wird die notwendige Wärmeenergie für die Trinkwassererwärmung kumuliert über einen Zeitraum von einem Tag in einem Wärmeschaubild aufgeführt (Punkt ③ in Abb.3). Die zusätzlich für die Erhitzung des Zirkulationsvolumenstroms erforderliche Wärmemenge wird mit der Wärmeenergie für die Trinkwassererwärmung im Wärmeschaubild addiert.

Die Wärmeverluste des Pufferspeichers bleiben in diesem Beispiel unberücksichtigt. Um die notwendige Leistung der Wärmequelle und das erforderliche Speichervolumen aus dem Wärmeschaubild zu entnehmen, werden die Wärmemengen bei 00:00 Uhr und bei 24:00 Uhr miteinander verbunden. Diese Linie wird parallel nach oben verschoben, bis sie nur noch an einem Punkt die Bedarfskennlinie schneidet. Sie wird als obere Speicherhüllkurve oder auch als Energiebedarfskennlinie bezeichnet (Punkt ④ in

Abb.3). Anschließend wird eine weitere Linie parallel nach unten verschoben, bis auch sie nur noch an einem Punkt die Bedarfskennlinie schneidet. Diese Linie wird als untere Speicherhüllkurve bezeichnet (Punkt ⑤ in Abb.3). Der senkrechte Abstand zwischen der oberen und unteren Speicherhüllkurve bildet die benötigte Wärmekapazität des Energiespeichers. Der Zustand ① in Abb.3 stellt einen maximal geladenen Energiespeicher dar. Im Zustand ② ist der Pufferspeicher maximal entladen.

Aus der Steigung der Speicherhüllkurven (Punkt ⑥ in Abb.3) kann die benötigte Leistung der Wärmequelle entnommen werden. Da die Nachladung dauerhaft erfolgt, kommt es zu keiner Taktung der Wärmequelle. Dieser Zustand entspricht jedoch nicht der Realität.

Das so dargestellte Wärmeschaubild zeigt einen Idealzustand bei maximal erforderlicher Wärmekapazität des Pufferspeichers und minimal erforderlicher Wärmeleistung der Wärmequelle. Häufig sind die Einbringöffnungen oder gar der Platzbedarf für den Energiespeicher nicht ausreichend und die benötigte Größe des Energiespeichers steht nicht zur Verfügung.

In diesem Fall ist der Fachplaner gezwungen, das Volumen und somit die gespeicherte Wärmeenergie zu reduzieren. Die Nachladeleistung der Wärmequelle und die gespeicherte Wärmemenge im Energiespeicher stehen in Korrelation. Verringert sich das Volumen des Energiespeichers muss die Nachladeleistung der Wärmequelle entsprechend erhöht werden. In diesem Fall endet die Nachladung, wenn der Energiespeicher voll beladen ist. Die erneute Nachladung beginnt, wenn die Wärmemenge in dem Energiespeicher auf ein zuvor definiertes Niveau gesunken ist. Dies führt zu einer Taktung der Wärmequelle. Eine zu hohe Taktung kann sich nachteilig auswirken, denn sie steht der Lebensdauer und dem effizienten Betrieb der Wärmequelle entgegen. Wird hingegen die Nachladeleistung reduziert und die gespeicherte Wärmemenge vergrößert, erhöhen sich

**Fordern Sie ausführliche Unterlagen an!**

**Karl Grumbach GmbH & Co. KG**  
Breiteilsweg 3 · D-35581 Wetzlar  
Telefon +49 6441 9772-0 · Fax -20  
www.grumbach.net  
grumbach@grumbach.net

die Bereitschaftsverluste und die Investitionskosten. Zudem wird mehr Stellfläche für den Energiespeicher benötigt. In der Praxis ist somit ein Kompromiss zwischen Energieeffizienz, wirtschaftlichem Betrieb und Höhe der Investitionskosten zu finden. Abb.2 stellt ein reales Wärmeschaubild dar, in dem die Kapazität des Energiespeichers in einem ausgewogenen Verhältnis zur Leistung der Wärmequelle steht. Die Leistung (Punkt ⑥) und die Taktung der Wärmequelle haben sich im Gegensatz zu Abb.3 erhöht. Die

ber wird sowohl die hochtemperierte Schicht mit nutzbarer Speicheraustrittstemperatur als auch die niedrig temperierte Schicht, die im Rücklauf der Wärmequelle zugeführt wird. Bei der Ermittlung des Speichervolumens ist unbedingt zu berücksichtigen, dass nur die hochtemperierte Schicht im Speicher nutzbar ist.

Die niedrig temperierte Schicht kann nicht verwendet werden um das Trinkwasser zu erwärmen. Des Weiteren wird die Größe des Pufferspeichers von der

dender Bedeutung. Sie steht in direktem Zusammenhang mit der Leistung des Durchfluss-Trinkwassererwärmers. Steht eine hohe Temperaturspreizung zwischen dem Heizmittel und der Trinkwasser-Austrittstemperatur zu Verfügung, kann ein größerer Trinkwasservolumenstrom erwärmt werden.

Die verfügbare Leistung nimmt ab, wenn die Differenz zwischen der Heizmitteltemperatur und der Trinkwasser-Austrittstemperatur geringer wird.

Nutzerprofile von PWH-Systemen sind,

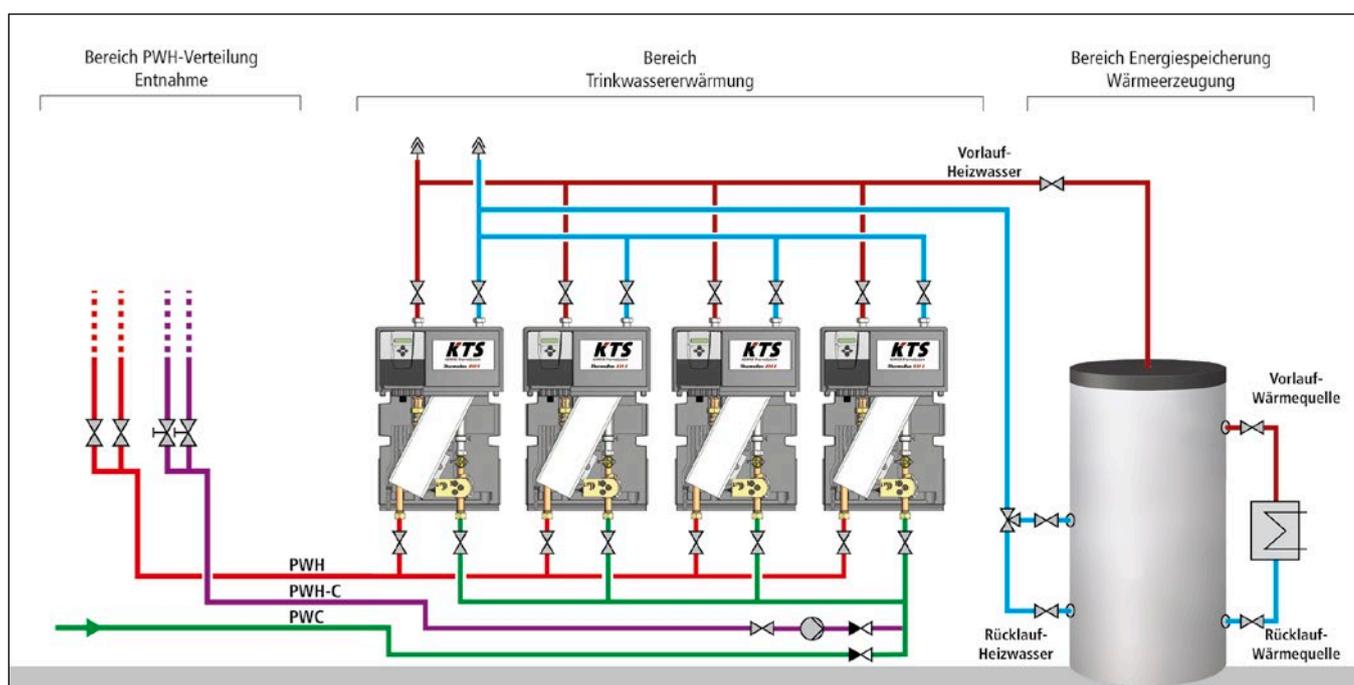


Abb.4: Systemdarstellung eines Durchfluss-Trinkwassererwärmungssystems mit Kaskadenrotation

Größe des Energiespeichers wurde hingegen reduziert (Punkt ①).

### Ermittlung des Speichervolumens

Im Gegensatz zu Trinkwasserspeichern ist in Energiespeichern eine Schichtung des Heizmediums ausdrücklich erwünscht. Mit Hilfe von Leitblechen sorgen moderne Energiespeicher für eine turbulenzarme Einschichtung des Rücklaufmediums aus dem Trinkwassererwärmer. Durch diese Art der Einschichtung wird eine möglichst kleine Mischwasserzone zwischen hoch- und niedrig temperierten Schichten des Heizmediums gebildet. Denn je kleiner die Mischwasserzone ist, umso größer

gewählten Heizmittel-Vorlauftemperatur beeinflusst.

Denn mit der Höhe der Heizmitteltemperatur steigt die im Pufferspeicher maximal gespeicherte Wärmemenge.

### DIMENSIONIERUNG DES DURCHFLUSS-TRINKWASSERERWÄRMERS

Die Größenbestimmung des Durchfluss-Trinkwassererwärmers kann ebenfalls über das Bedarfsprofil erfolgen. Die maximale Steigung der Summenlinie ist ein Maß für die maximal benötigte Leistung zur Erwärmung des Trinkwassers. Auch hier ist die Heizmittel-Vorlauftemperatur, welche dem Durchfluss-Trinkwassererwärmer zugeführt wird, von entschei-

über den Tag verteilt, durch stark schwankende Verbräuche geprägt. Der Spitzenwärmebedarf wird in den meisten Fällen nur über einen verhältnismäßig kleinen Zeitraum benötigt.

Um sowohl Phasen hohen als auch niedrigen Verbrauchs abdecken zu können, werden häufig mehrere zentrale Erwärmungseinheiten in einer Kaskade zusammengeschaltet.

Durch die sog. Kaskadenschaltung wird bei kleinen Volumenströmen, wenn z.B. nur eine Erwärmungseinheit in Betrieb ist, als auch bei hohen Spitzenvolumenströmen, wenn alle Erwärmungseinheiten in Betrieb sind, eine hohe Regelgüte erreicht. Ebenfalls werden durch die

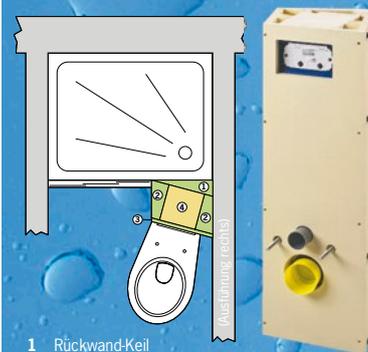
# SLIM-BLOCK

## + 15°-Winkelemente



**Superschmal!**

### Die Lösung für »Schlauchbäder«!



- 1 Rückwand-Keil
- 2 Seitenwand-Keil
- 3 Frontplatte
- 4 WC-Stein 20 cm SLIM-BLOCK

#### WC-Stein 20 cm schmal SLIM-BLOCK mit 15°-Winkelementen

Durch den neuen **Grumbach SLIM-BLOCK** in Verbindung mit den Winkel-elementen lässt sich eine seitliche Wand-WC-Montage mit 15°-Winkel realisieren! **Die ideale Lösung für »Schlauchbäder«!**

#### Fordern Sie ausführliche Unterlagen an!

**Karl Grumbach GmbH & Co. KG**  
 Breiteilsweg 3 · D-35581 Wetzlar  
 Telefon +49 64 41 9772-0 · Fax -20  
[www.grumbach.net](http://www.grumbach.net)  
[grumbach@grumbach.net](mailto:grumbach@grumbach.net)

Kaskadenschaltung die Druckverluste des Trinkwassererwärmers reduziert, die, bedingt durch die eingesetzten Plattenwärmeübertrager, im Vergleich zu Speicher-Trinkwassererwärmern höher ausfallen.

Problematisch können diese sog. Kaskaden werden, wenn über eine längere Zeitspanne nur geringe Entnahmestromen abgefordert werden (z.B. Schule im Ferienbetrieb). In diesen Zeiten arbeitet beispielsweise nur eine Erwärmungseinheit.

Die übrigen Einheiten der Kaskade sind ohne Funktion – der Wasserinhalt der Rohrleitungen zwischen den Erwärmungseinheiten sowie in den Einheiten selbst stagniert. Auch hier kann es zu einer gefährlichen Veränderung der Trinkwasserhygiene kommen!

#### Stagnationsfreie Betriebsweise

Trinkwasserhygienisch optimierte Systeme vermeiden die oben beschriebene Stagnation in den kaskadierten Erwärmungseinheiten sowie in deren Zuleitungen (Abb.4). In längeren Phasen mit niedrigem Bedarf wird die sogenannte Kaskadenrotation aktiviert. Hierbei werden die einzelnen Erwärmungseinheiten volumenabhängig nacheinander betrieben. Durch den permanenten Wechsel werden alle Module regelmäßig durchströmt und so die Trinkwasserhygiene gesichert.

Außerdem werden die Betriebsstunden gleichmäßig auf die Module verteilt. Bei der Auswahl des geeigneten Durchfluss-Erwärmungssystems ist somit besonderes Augenmerk auf eine stagnationsfreie Betriebsweise der Kaskaden zu legen.

#### FAZIT

Die Dimensionierung von Trinkwassererwärmungssystemen stellt für Fachplaner häufig eine Herausforderung dar. Eine ideale Grundlage für die Dimensionierung bieten daher gemessene Bedarfsprofile. Sie geben das Nutzerverhalten eines Gebäudetyps bestmöglich wieder. Die grafische Darstellung der Daten

aus Bedarfsprofilen in Wärmeschaubildern ermöglicht eine bedarfsorientierte Dimensionierung des Durchfluss-Trinkwassererwärmers, ebenso wie des Energiespeichers. Durch die Ähnlichkeit des Verbraucherverhaltens in Gebäuden gleicher Nutzung können vorhandene Bedarfsprofile unter bestimmten Voraussetzungen auch für die Auslegung weiterer Gebäude gleicher Nutzungsart verwendet werden. Unternehmen wie KEMPER verfügen über eine große Sammlung an Bedarfsprofilen für verschiedenste Nutzungsarten und unterstützen den Fachplaner bei der Auslegung der Anlagen.

#### Literaturverzeichnis:

- ▶ DIN 1988-200:2012-5 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen Teil 200: Installation Typ A (geschlossenes System) – Planung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe; Technische Regel des DVGW
- ▶ DIN EN 12831-3 Heizungsanlagen und wassergeführte Kühlanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen – Teil 3: Trinkwassererwärmung, Heizlast und Bedarfsbestimmung; Deutsche Fassung prEN 12831-3:2014
- ▶ SIA 385/2:2015 Anlagen für Trinkwarmwasser in Gebäuden – Warmwasserbedarf, Gesamtanforderungen und Auslegung
- ▶ DIN EN 15316-3-1:2008-06 Heizungsanlagen in Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen - Teil 3-1: Trinkwassererwärmung, Charakterisierung des Bedarfs (Zapfprogramm)
- ▶ DIN 4708-1:1994-04 Zentrale Wassererwärmungsanlagen; Begriffe und Berechnungsgrundlage
- ▶ DIN 4708-2:1994-04 Zentrale Wassererwärmungsanlagen; Regeln zur Ermittlung des Wärmebedarfs zur Erwärmung von Trinkwasser in Wohngebäuden
- ▶ Spöler, Thomas: Messtechnische Erfassung und nutzungsabhängige Auswertung von Warmwasserbedarfsprofilen (August 2013)

#### Autoren:

*Timo Kirchhoff M. Eng.,  
 Stellv. Leiter Produktmanagement*

*Robin Diekmann B. Eng., Produktmanager*

*Gebr. Kemper GmbH + Co. KG  
 57462 Olpe*

*Foto/Grafiken:*

*Gebr. Kemper  
[www.kemper-olpe.de](http://www.kemper-olpe.de)*

