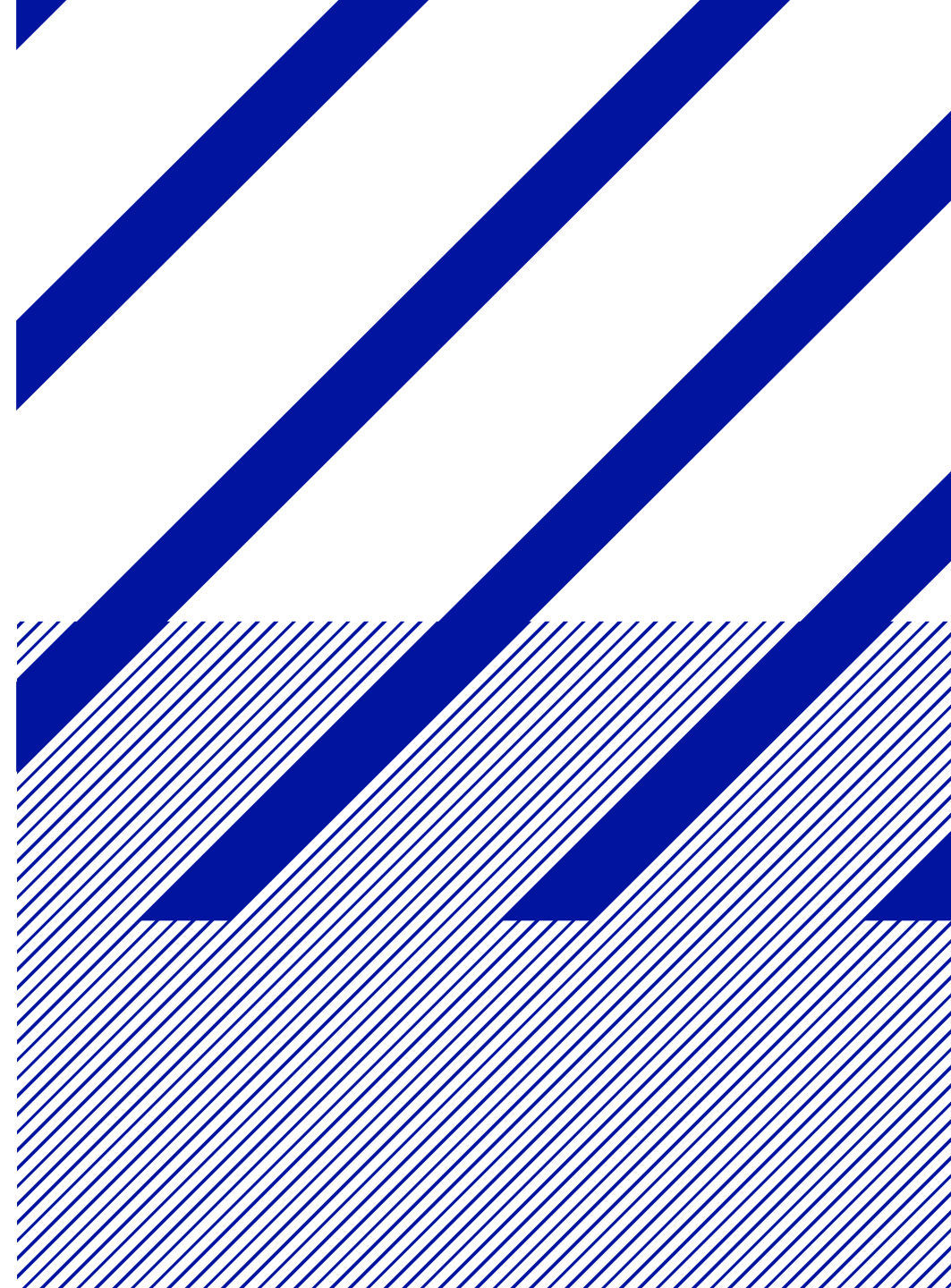




Trinkwassererwärmung reloaded

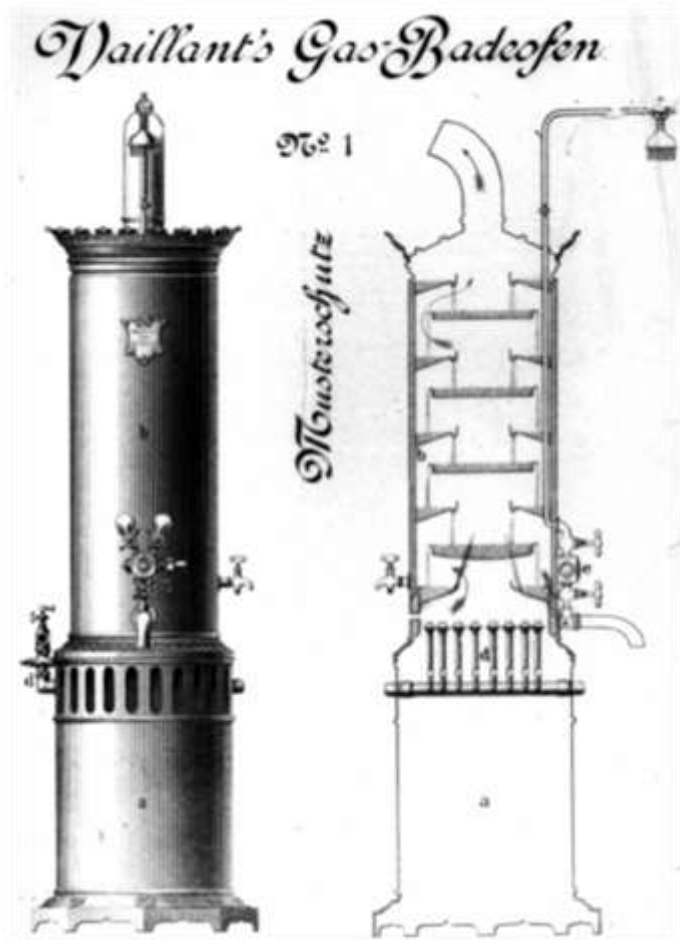
Die Technik der Trinkwassererwärmung
- ein Überblick -

Prof. Dr.-Ing. C. Bäcker



Warmes Wasser - Gestern wie Heute

Gas-Badeofen von 1892



- zur damaligen Zeit eine Sensation
- dezentrale Trinkwassererwärmung
- Vorläufer einer ganzen Reihe von Entwicklungen im Bereich der Trinkwassererwärmung

Warmes Wasser - Gestern wie Heute

Nostalgie-Bad aus den 20er Jahren



Bild: SBZ Monteur

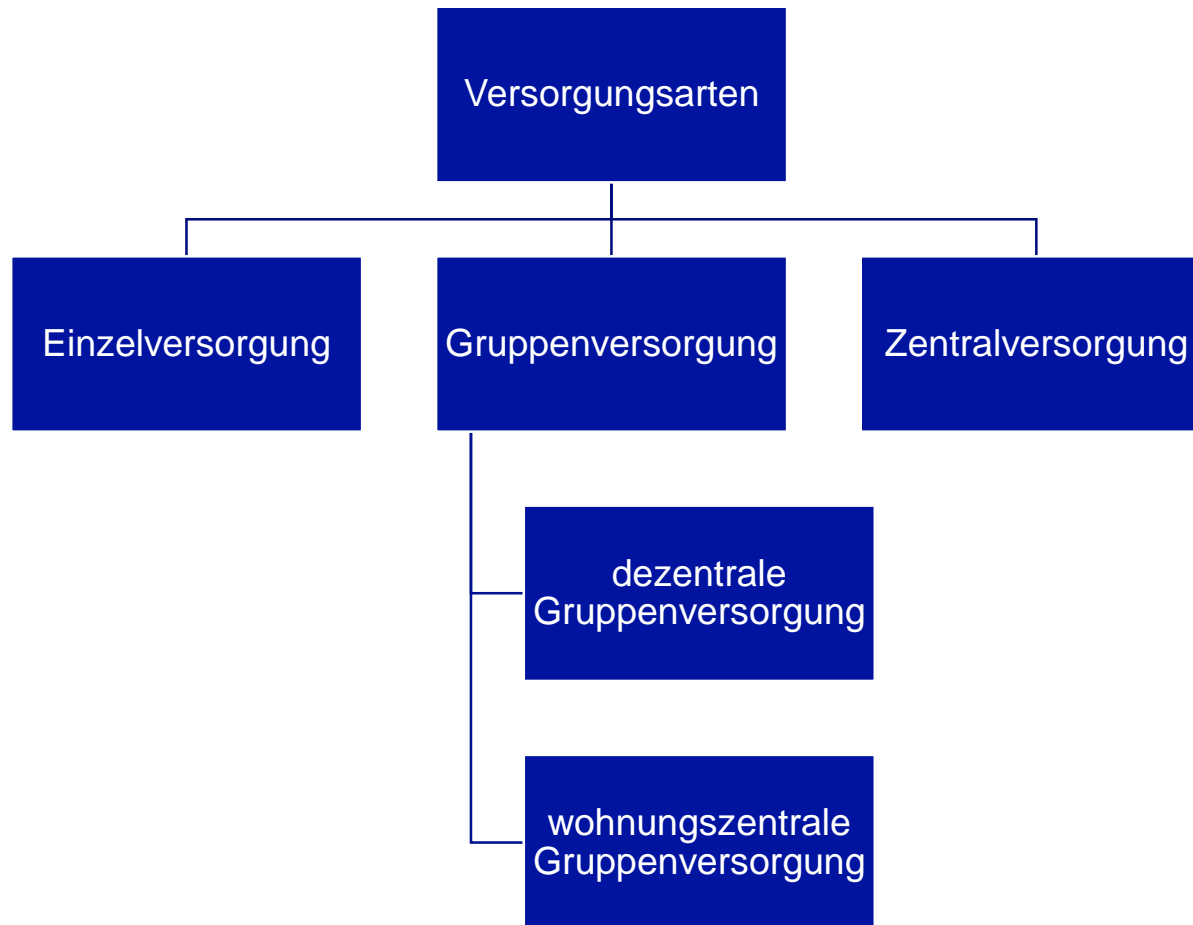
Trinkwassererwärmung

Anforderungen

- Warmwasser soll mit der gewünschten Temperatur und Menge (ohne große Verzögerung) zur Verfügung stehen
- die Warmwasser-Temperatur soll an den Entnahmestellen regelbar sein
- Warmwasser soll hygienisch einwandfrei sein
- Trinkwassererwärmer sollen betriebssicher und einfach zu bedienen sein
- der Betrieb soll kostengünstig, energiesparend und umweltfreundlich sein

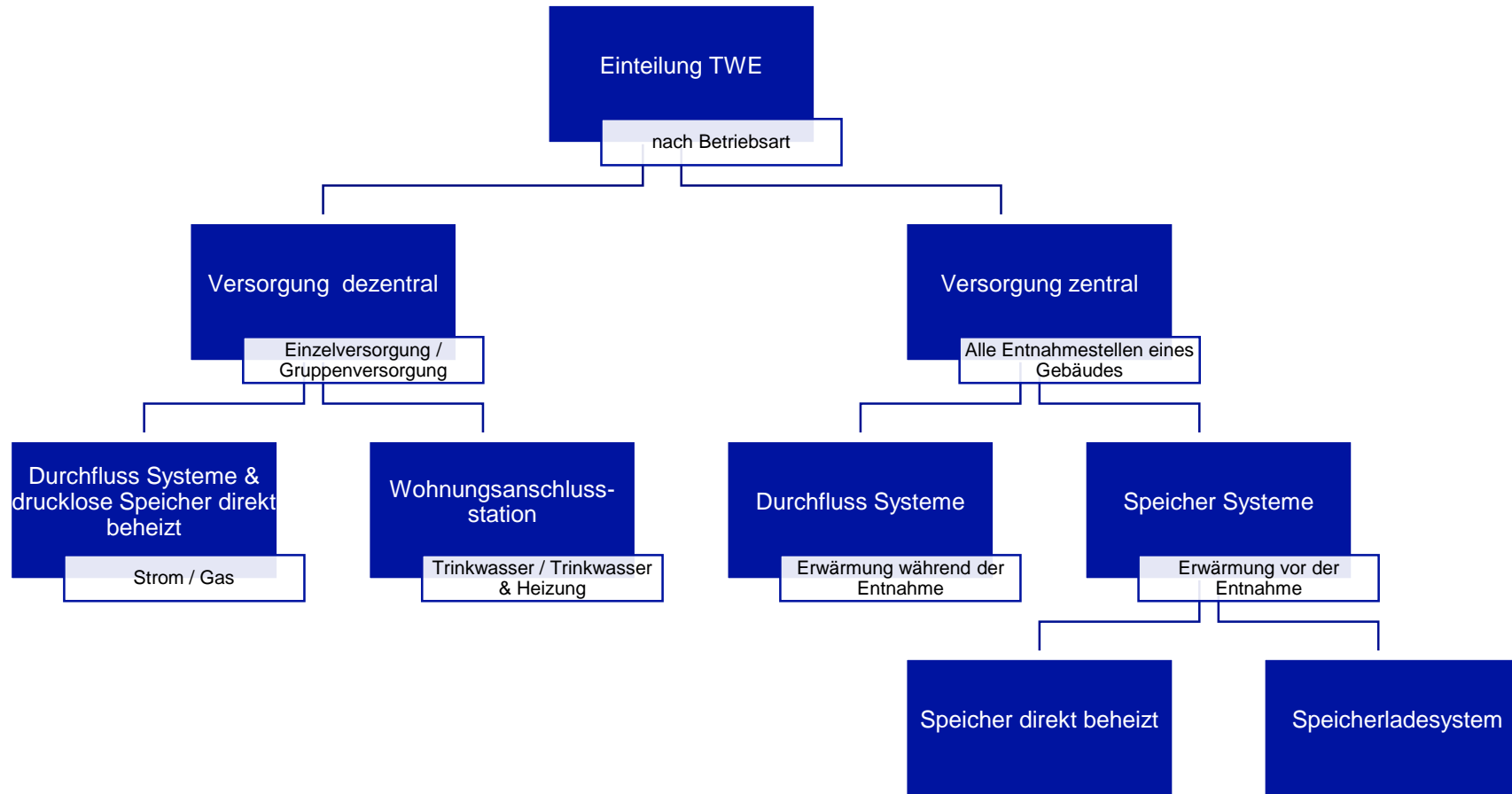
Trinkwassererwärmung

Versorgungsarten



Trinkwassererwärmung

Einteilung

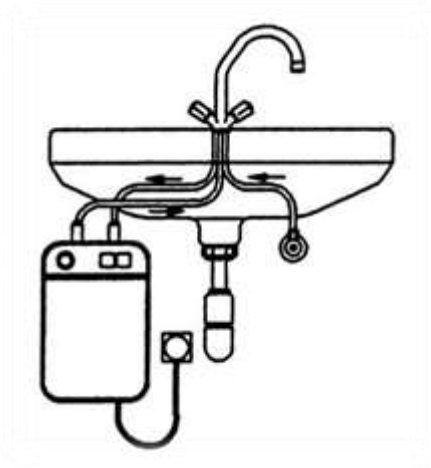


Trinkwassererwärmung

Versorgung dezentral

Durchfluss Systeme & drucklose Speicher direkt beheizt

- Elektrischer Durchlauferhitzer
- Gasbetriebener Durchlauferhitzer
- Drucklose Speicher (Untertisch)



Wohnungsanschlussstationen

- Trinkwasser
- Trinkwasser & Heizung



Dezentrale Trinkwassererwärmer

DIN 1988-200

- Dezentrale Trinkwassererwärmer, die der Versorgung einer Entnahmemarmatur dienen (Einzelversorgung), können ohne weitere Anforderungen betrieben werden.
- Bei dezentralen Speicher-Trinkwassererwärmern, die der Versorgung einer Gruppe von Entnahmestellen dienen (Gruppenversorgung), z. B. innerhalb eines Badezimmers einer Wohnung, muss am Austritt aus dem Trinkwassererwärmer die Trinkwassertemperatur ≥ 50 °C betragen.
- Dezentrale Durchfluss-Trinkwassererwärmer können ohne weitere Anforderungen betrieben werden, wenn das nachgeschaltete Leitungsvolumen von 3 l im Fließweg nicht überschritten wird.

Komfortkriterien

VDI 6003

- z. B.: Komfortkriterien Dusche

Nutztemperatur $t_{\text{WW}} = 42 \text{ °C}$ ^{a)}

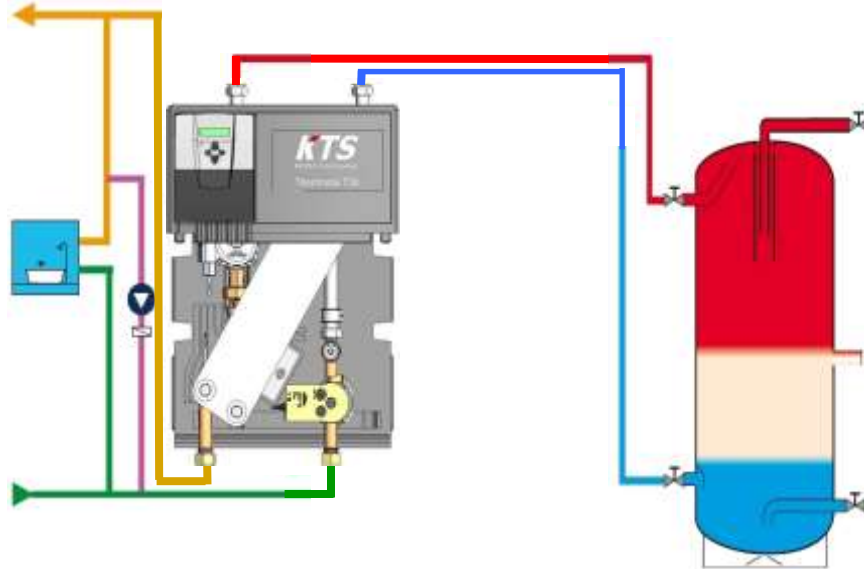
Komfortkriterien		Kurzzeichen/Einheit	Anforderungsstufe		
			I	II	III
1	Zeitlicher Abstand bei serieller Nutzung	t_{WW} in min	max. 8	max. 5	0
2	Möglichkeit gleichzeitiger Nutzung zweier oder mehrerer Entnahmestellen		nein	ja	ja
3	Maximale Temperaturabweichung während der Nutzung	in K	± 5	± 4	± 2
4	Mindestentnahmerate	\dot{V} in ℓ/min	7	9	9
5	Mindestentnahmemenge	V_{B} in ℓ	28	60	120
6	Maximale Zeit bis zum Erreichen der Nutztemperatur unter Berücksichtigung von Zeile 3 und Zeile 4	t_{ϑ} in s	~ 26	10	7

a) vgl. VDI 2067 Blatt 22

Trinkwassererwärmung

Versorgung zentral

Durchfluss Systeme



Speicher Systeme

- direkt beheizt
- Speicherladesysteme



Trinkwassererwärmung

Speicher Systeme



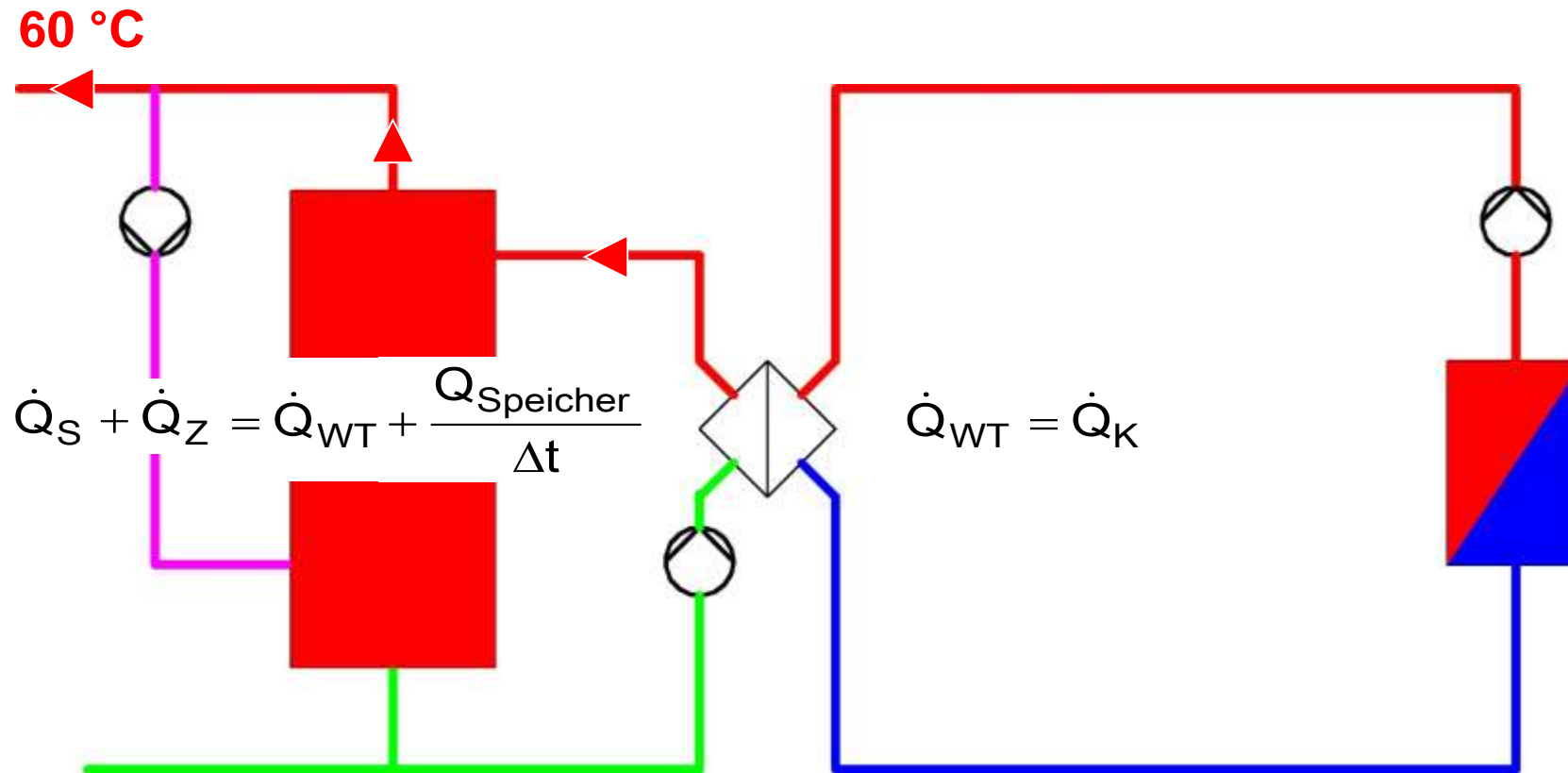
Speicher-Trinkwassererwärmer



Speicherladesystem

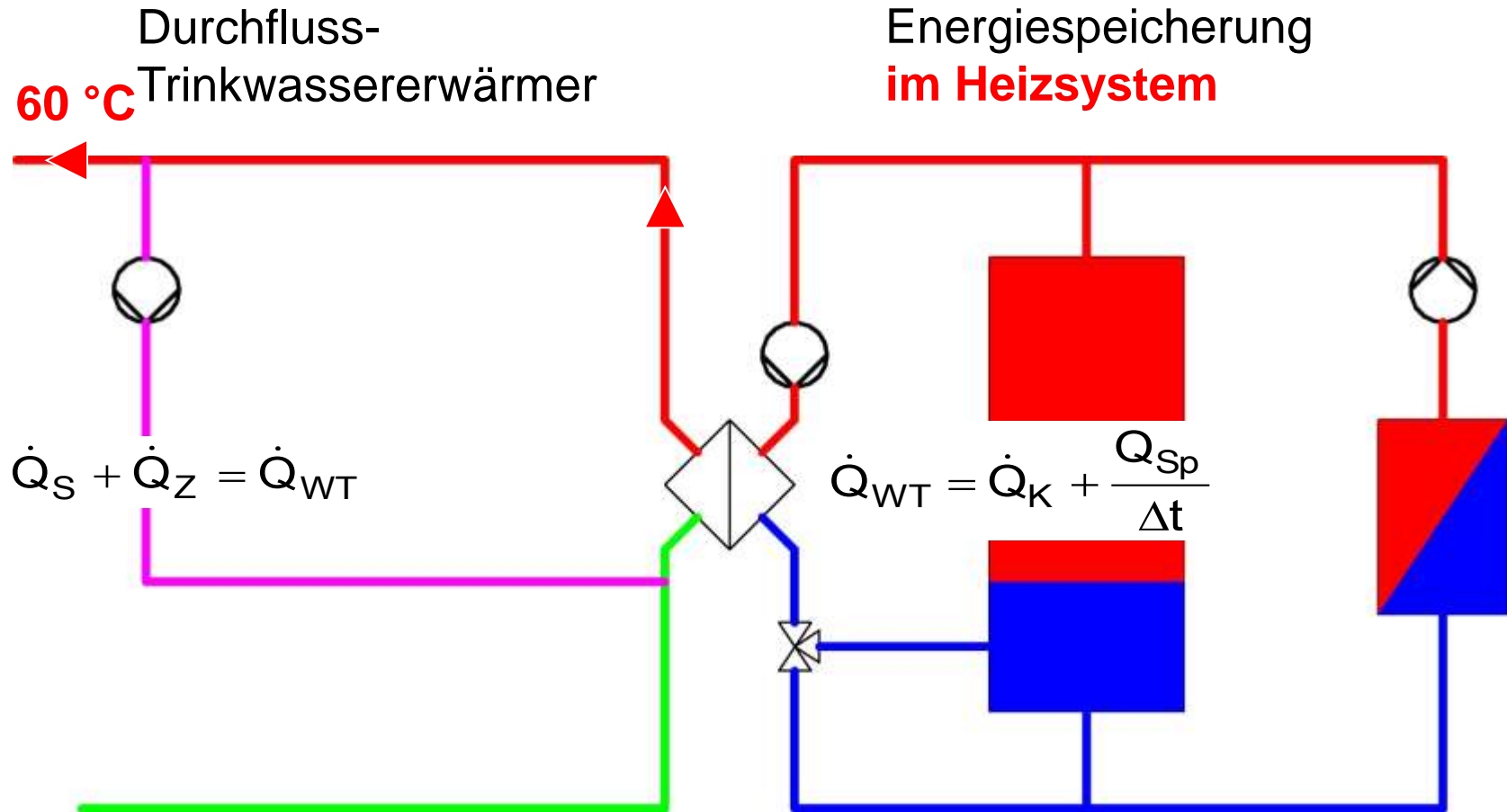
Trinkwassererwärmung

Speicher-Trinkwassererwärmer (Speicherladesystem)



Trinkwassererwärmung

Durchfluss-Trinkwassererwärmer



Zentrale Trinkwassererwärmer

DIN 1988-200

- Zentrale Trinkwassererwärmer, Speicher- oder Durchflusssysteme bzw. kombinierte Systeme (Speicherladesysteme), müssen so geplant, gebaut und betrieben werden, dass am Austritt aus dem Trinkwassererwärmer die Trinkwassertemperatur ≥ 60 °C beträgt.
(Ausnahme: TWE mit hohem Wasseraustausch)
- Bei Entnahme von Spitzenvolumenströmen ist mit einem Temperaturabfall im Speicher zu rechnen. Kurzzeitige Absenkungen der Speicheraustrittstemperatur im Minutenbereich sind daher tolerierbar.

Zentrale TWE mit hohem Wasseraustausch

DIN 1988-200



- Zentrale Trinkwassererwärmer, z. B. in Ein- und Zweifamilienhäusern
- Wasseraustausch im Betrieb für Trinkwasser warm alle 3 Tage
- Warmwasserbevorratungstemperaturen ≥ 50 °C
- Möglichkeit, die Speichertemperatur auf 60 °C zu erhöhen
- Warmwasserbevorratungstemperaturen **nie** < 50 °C
- der Betreiber muss im Rahmen der Inbetriebnahme und Einweisung über das eventuelle Gesundheitsrisiko (Legionellenvermehrung) informiert werden

- Erleichterung insbesondere für den Einsatz regenerativer Wärmeerzeugung (z.B. Wärmepumpen)

Hygienische Anforderungen

DIN 1988-200

- Damit eine massenhafte Vermehrung von Legionellen in der Trinkwasser-Installation verhindert wird, sind Trinkwassererwärmer mit geringem Speichervolumen und **Speicheraustrittstemperaturen ≥ 60 °C** zu bevorzugen.
- **Ausnahme:**
Bei Trinkwassererwärmern, die der Einzel- und Gruppenversorgung dienen und Durchfluss-Trinkwassererwärmern mit einem nachgeschaltetem Leitungsvolumen ≤ 3 l im Fließweg.



Hygienische Anforderungen

RKI - Richtlinie

2.1.2 „Anforderungen der Hygiene an Warmwassersysteme“

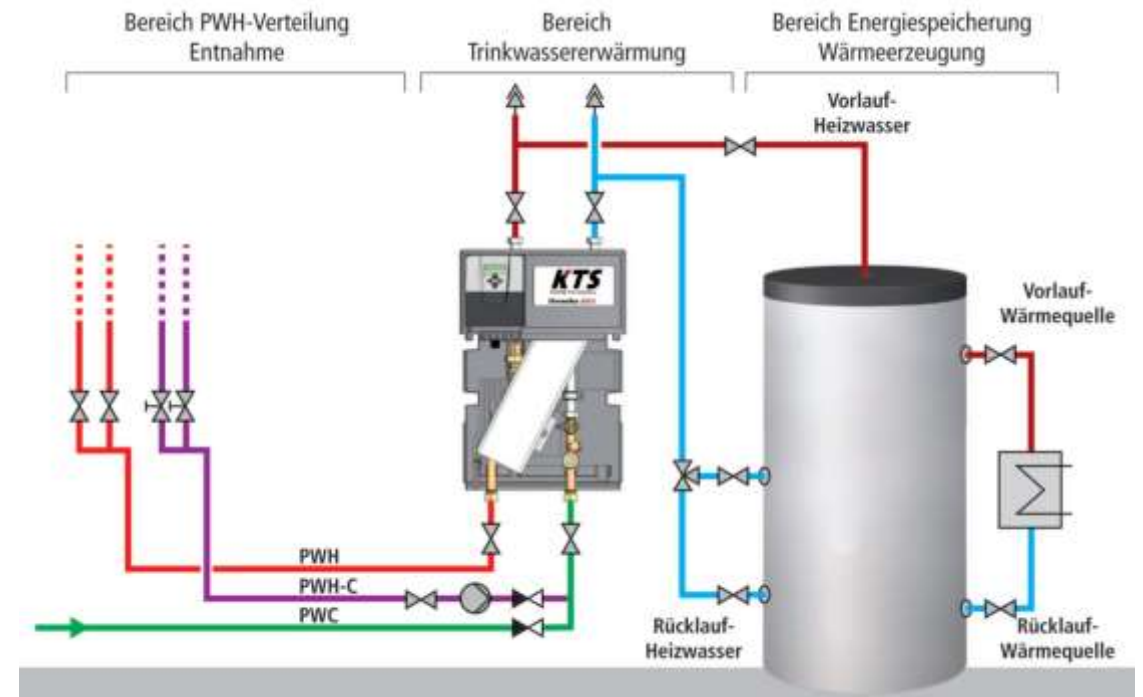
- ...
- Es ist möglichst wenig erwärmtes Trinkwasser zu speichern.
- Es ist auf 60 °C zu erwärmen.
- Eine gleichmäßige Temperaturverteilung ist erforderlich.
- ...
- Die Warmwassertemperatur muss unmittelbar vor dem Mischen am Auslass noch mindestens 55 °C betragen.
- ...

Anlage zu Ziffer 4.4.6 und 6.7 der „Richtlinie für die Erkennung, Verhütung und Bekämpfung von Krankenhausinfektionen“

Heizwasser-Pufferspeicher

DIN 1988-200

- aus trinkwasserhygienischen Gründen keine großen Trinkwassermengen speichern
- alternative Wärme nicht in Vorwärmstufen, sondern in einem Heizwasser-Pufferspeicher bevorraten



Vorwärmstufen

DIN 1988-200

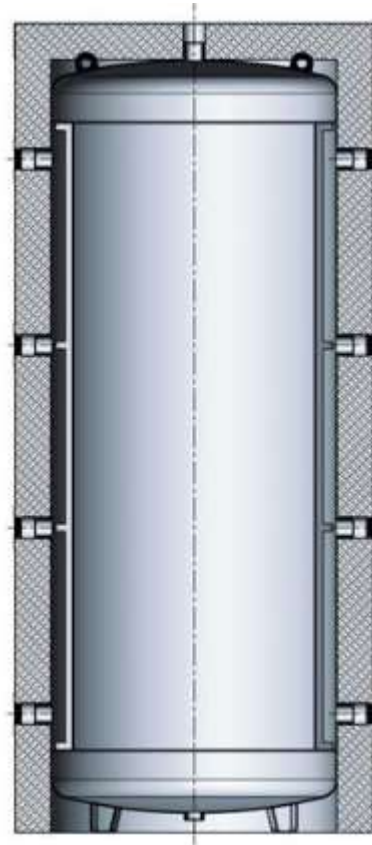
- Vorwärmstufen oder Trinkwassererwärmer mit integrierter Vorwärmstufe (bivalente Speicher)
- bei zentralen Trinkwassererwärmern ist der gesamte Speicherinhalt der Vorwärmstufe einmal täglich auf ≥ 60 °C aufzuheizen
- bei bivalenten Speichern ist der gesamte Inhalt des Speichers (unabhängig vom Speicherinhalt) einmal täglich auf ≥ 60 °C aufzuheizen

Heizwasser-Pufferspeicher

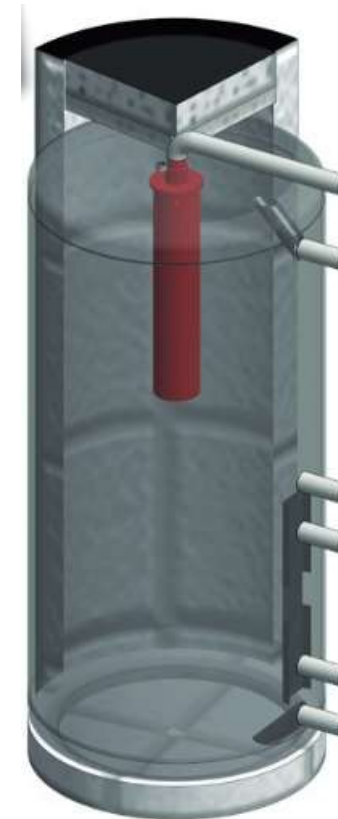
Konstruktionsmerkmale



Pufferspeicher mit Solar-Wärmetauscher
und Thermosiphonrohr



Pufferspeicher mit
innenliegenden Leitblechen



Leitwerkschichtspeicher®

Solare Trinkwassererwärmung

DIN 1988-200



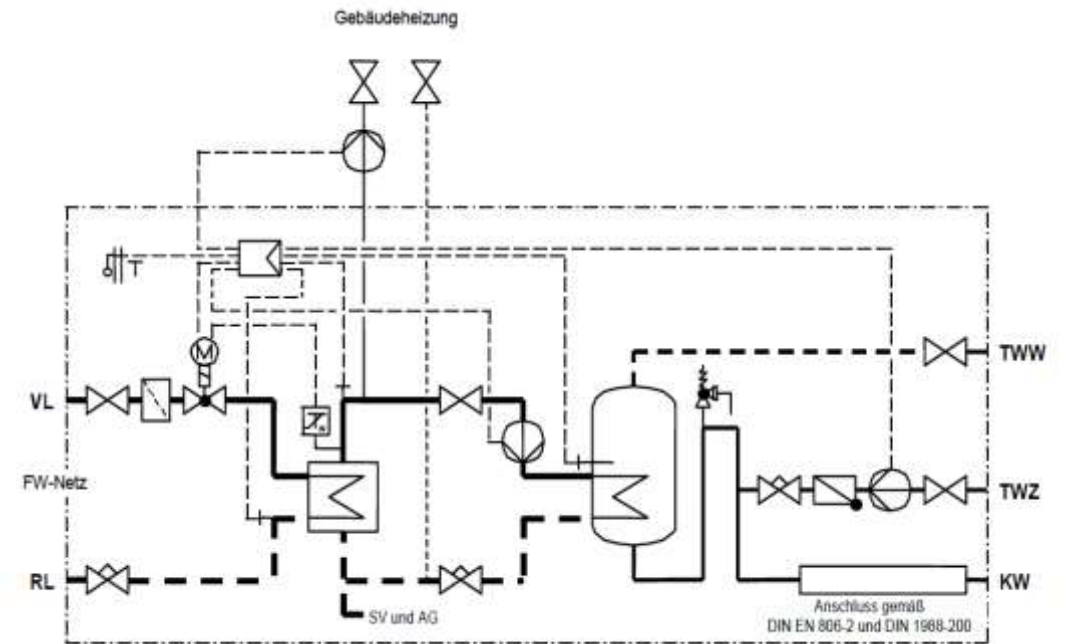
- Thermische Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung
- Auslegung und Berechnung nach VDI 6002 Blatt 1

ICS 27.160, 91.140.65		VDI-RICHTLINIEN		März 2014 March 2014	
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE	Solare Trinkwassererwärmung Allgemeine Grundlagen Systemtechnik und Anwendung im Wohnungsbau Solar heating for potable water Basic principles System technology and application in residential buildings	VDI 6002	Blatt 1 / Part 1		
		Ausg. deutsch/englisch Issue German/English			
Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.		The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.			
Inhalt	Seite	Contents	Page		
Vorbemerkung	2	Preliminary note	2		
Einkleitung	2	Introduction	2		
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3		
2 Normative Verweise	4	2 Normative references	4		
3 Begriffe	4	3 Terms and definitions	4		
4 Solares Angebot und Umwandlung der Solarstrahlung in Wärme	7	4 Insolation and conversion of solar radiation into heat	7		
4.1 Solares Angebot	7	4.1 Insolation	7		
4.2 Solarkollektoren	10	4.2 Solar collectors	10		
5 Systemtechnik und Komponentenauslegung	16	5 System technology and component design	16		
5.1 Auswahlkriterien für ein Solarsystem	16	5.1 Selection criteria for a solar heating system	16		
5.2 Systemtechnik	17	5.2 System technology	17		
5.3 Grundsätze der System- und Komponentenauslegung	24	5.3 Fundamental principles of system and component design	24		
5.4 Kollektorfeld	30	5.4 Collector array	30		
5.5 Solarspeicher	36	5.5 Solar storage tanks	36		
5.6 Wärmeübertrager	42	5.6 Heat exchangers	42		
5.7 Rohrleitungssystem im Kollektorkreis	46	5.7 Piping system in the collector loop	46		
5.8 Pumpen	49	5.8 Pumps	49		
5.9 Sicherheitseinrichtungen	50	5.9 Safety equipment	50		
5.10 Wärmeträger im Kollektorkreis	56	5.10 Heat transfer fluid in collector loop	56		
5.11 Regelung	58	5.11 Control	58		
5.12 Blitzschutz und Überspannungsschutz bei thermischen Solaranlagen	59	5.12 Lightning protection and voltage surge protection in solar thermal heating systems	59		
6 Wirtschaftlichkeit	60	6 Economic efficiency	60		
6.1 Kosten der solaren Nutzwärme	60	6.1 Costs of useful solar heat	60		
6.2 Umweltverträglichkeit	69	6.2 Environmental compatibility	69		
VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG) Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung					
VDI-Handbuch Sanitärtechnik VDI-Handbuch Ressourcenmanagement in der Umweltechnik VDI-Handbuch Wärme-Heiztechnik					

Fernwärmeversorgung

DIN 1988-200

- Die Vorlauftemperatur zur Trinkwassererwärmung ist so zu wählen, dass am Austritt des Trinkwassererwärmers eine Trinkwassertemperatur von $\geq 60\text{ °C}$ sichergestellt werden kann.
- Bei indirektem Anschluss muss die Temperatur des Wärmeübertragers berücksichtigt werden.
- Die Begrenzung der Rücklauftemperatur ist so zu wählen, dass eine stabile Speichertemperatur von $\geq 60\text{ °C}$ sichergestellt werden kann.
- Dieses gilt auch für den Nachheizbetrieb mit Zirkulationsverlusten.



Fernwärmeversorgung

Hausstation und Hausanlage



Dimensionierung

Merkmale und Anforderungen



Dimensionierung

DIN 1988-200

- Trinkwassererwärmungsanlagen sind dem Bedarf an erwärmtem Trinkwasser entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Technik (z. B. für den Wohnungsbau nach DIN 4708-2) auszulegen.

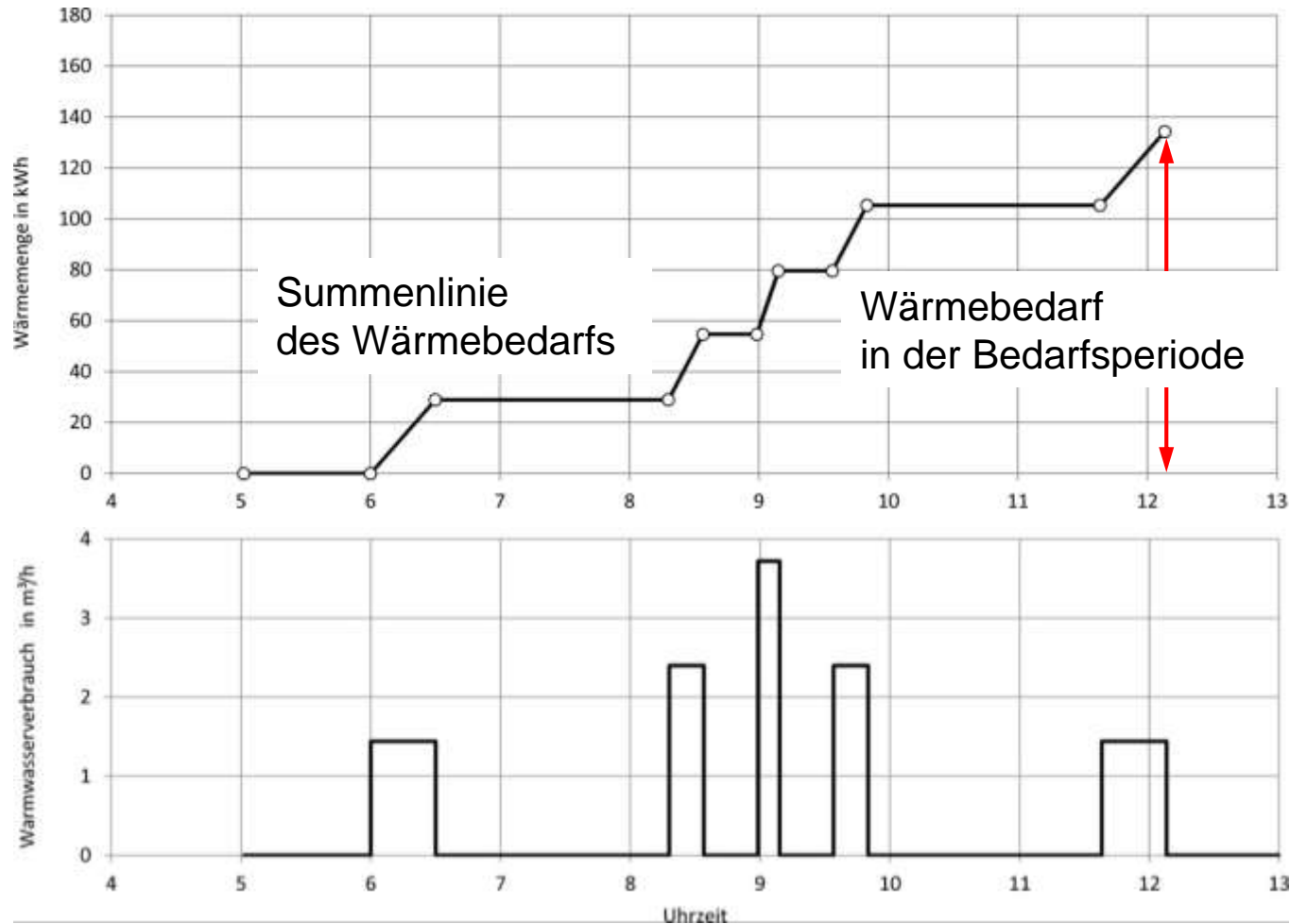
Dimensionierung

DIN 4708-2

DEUTSCHE NORM		April 1994	
Zentrale Wassererwärmungsanlagen Regeln zur Ermittlung des Wärmebedarfs zur Erwärmung von Trinkwasser in Wohngebäuden		DIN 4708 Teil 2	
ICS 91.140.60 Central heat-water-installations; Rules for the determination of the water-heat-demand in dwelling-houses		Ersatz für Ausgabe 10.79	
Inhalt			
	Seite	Seite	
1 Anwendungsbereich	1	3 Ermittlung der Bedarfskennzahl N	2
2 Begriffe	1	3.1 Berechnungsunterlagen	2
2.1 Bedarfskennzahl N	1	3.2 Berechnungsgang	4
2.2 Belegungszahl p	1	4 Anwendung	5
2.3 Einheitswohnung	1	4.1 Wahl des Wassererwärmers	5
2.4 Raumzahl r	1	4.2 Erforderliche Nennleistung der Wärmeversorgung	5
2.5 Wohnungszahl n	1	4.3 Durchflußmenge	5
2.6 Zapfstellenzahl v	1	5 Berechnungsbeispiel	5
2.7 Zapfstellenbedarf w_v	1	Zitierte Normen	7
2.8 Norm-Gebäudewärmebedarf $Q_{N, Geb}$	2		
2.9 Wärmeleistung für zentrale Wassererwärmung Q_{WW}	2		

Trinkwassererwärmung

Leistungskennzahl DIN 4708-3: Bedarfsprofil für N=20



Trinkwassererwärmung

DIN 4708-2

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt als Grundlage zur einheitlichen Ermittlung des Wärmebedarfs in zentralen Anlagen zur Erwärmung von Trinkwasser in Wohngebäuden, deren Wassererwärmer mittelbar oder unmittelbar beheizt werden. Sie können mit Wärmeerzeugern zur Heizwärmeversorgung kombiniert oder ausschließlich für die Erwärmung von Trinkwasser bestimmt sein (siehe auch DIN 4753 Teil 1).

Diese Norm gilt nicht, wenn nach Lage und Zweckbestimmung der zu versorgenden Gebäude eine überdurchschnittliche Gleichzeitigkeit in der Benutzung der Wassererwärmungsanlage (z.B. in Werkwohnungsblöcken, Hotels u. ä.) zu erwarten ist.

Trinkwassererwärmung

Methoden der Wärmebedarfsermittlung

Nutzungsart	DIN 4708	Summenlinie	DIN 1988
Wohngebäude	✓	✓	✓
Büro- und Verwaltung	✗	✓	✓
Hotel	✗	✓	✓
Kaufhäuser	✗	✓	✓
Krankenhäuser	✗	✓	✓
Schulen	✗	✓	✓
Sonstige	✗	✓	✗

Wärmebedarf für die Trinkwassererwärmung

Gewerbliche Nutzung und in öffentlichen Gebäuden

Nutzung	Bezugseinheit (BE)	spez. Jahreswärmebedarf pro BE [kWh / BE · a]
Bäckereien	Tag & Beschäftigten	4,0 – 6,0
Verwaltungsgebäude	Tag & Person	0,5 – 1,5
Friseursalon	Tag & Beschäftigten	6,0 – 8,0
Kantinenküchen	Essensportionen	0,1 – 0,15
Kaufhaus	Tag & Beschäftigten	0,5 – 1,5
Krankenhaus	Tag & Bett	6,0 – 18,0
Schule ohne Dusche	Tag & Schüler	0,2 – 0,6
Schule mit Dusche	Tag & Schüler	1,0 – 2,0
Sportanlage	Tag & Mitglied	2,0 – 2,5
Wäscherei	100 kg Wäsche	19,0 – 23,0

Anmerkung:
 Nutzttemperatur des Warmwassers 50 °C;
 nach DVGW-Arbeitsblatt W 551 muss die
 Warmwassertemperatur
 mindestens 60 °C betragen

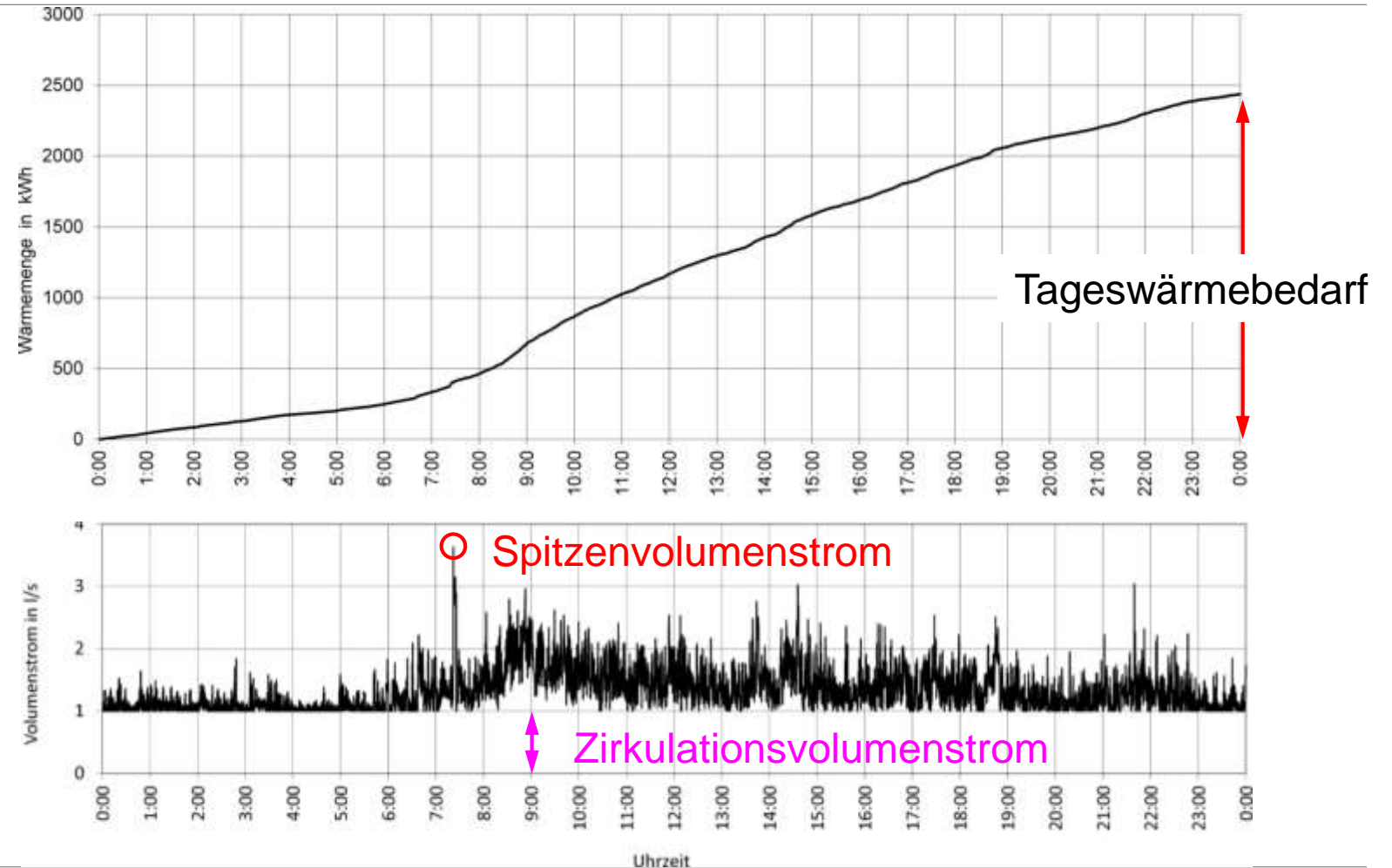
Quelle: Arbeitsgemeinschaft Fernwärme (AGFW)

Messtechnische Untersuchungen

Summenlinie des Wärmebedarfs aus Messwerten



Ultraschall-Durchflussmessung



Messtechnische Untersuchungen

Ermittlung des Warmwasserbedarfs

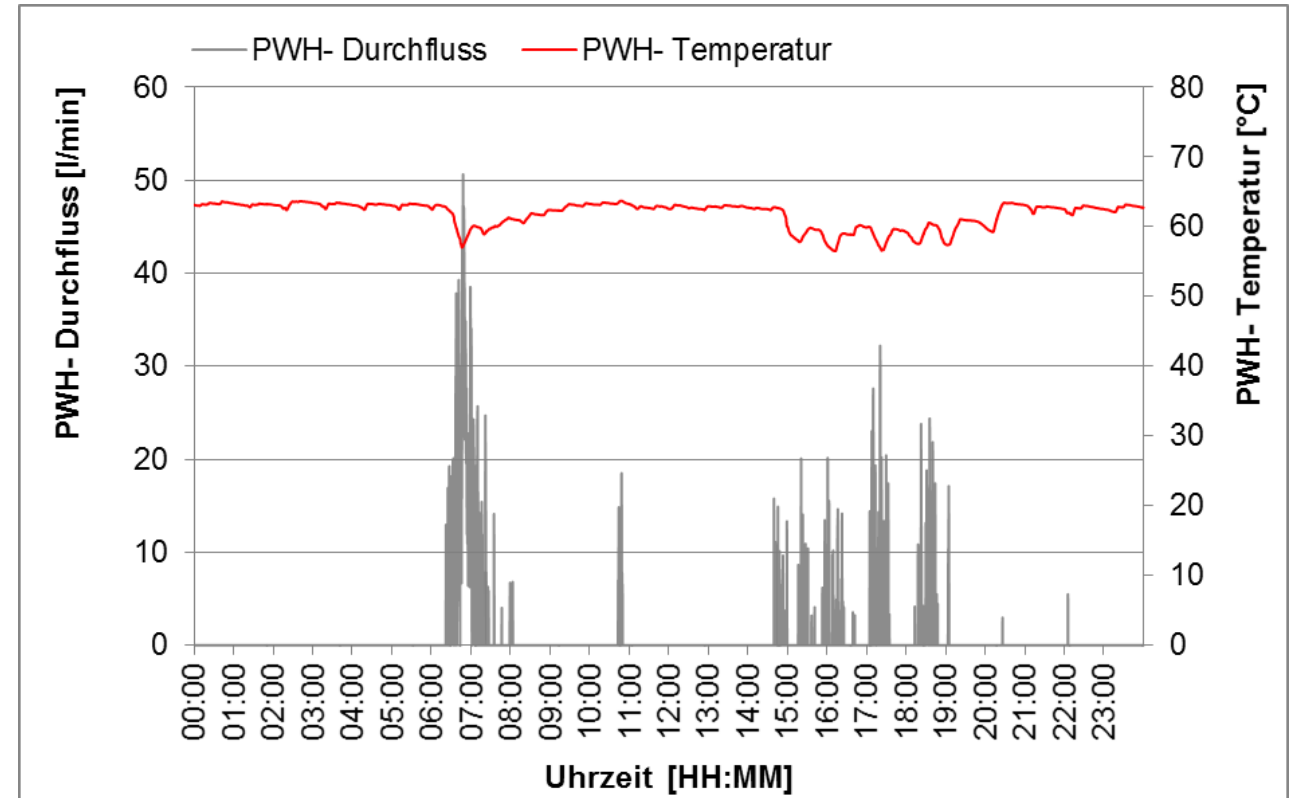


- Speicher-Trinkwassererwärmer
- 6 x 1.000 Liter
- Nutzungsart: Haftgebäude

Ermittlung des Warmwasserbedarfs

Messtechnische Untersuchungen

- Gesamtvolumen des Speicher-
Trinkwassererwärmers von 6.000 Liter
- Warmwasserentnahme am dargestellten
Tag betrug 1.300 Liter
- Maximale Tagesentnahme im
Messzeitraum betrug 1.500 Liter
- **Überdimensionierung des Speicher-
Trinkwassererwärmers**
- **Bestimmungsgemäßer Betrieb nicht
gegeben**



Darstellung des PWH-Durchflusses und der PWH-Temperatur des Speicher-Trinkwassererwärmers (Nutzungsart: Haftgebäude)

Warmes Wasser - in Zukunft ?

- keine Speicherung des erwärmten Trinkwassers
- neue, bedarfsorientierte Bemessungsverfahren zur Dimensionierung von Trinkwassererwärmern
- messtechnische Erfassung von Verbrauchsprofilen