



FH MÜNSTER
University of Applied Sciences

EGU

FB Energie · Gebäude · Umwelt
Energy · Building Services ·
Environmental Engineering

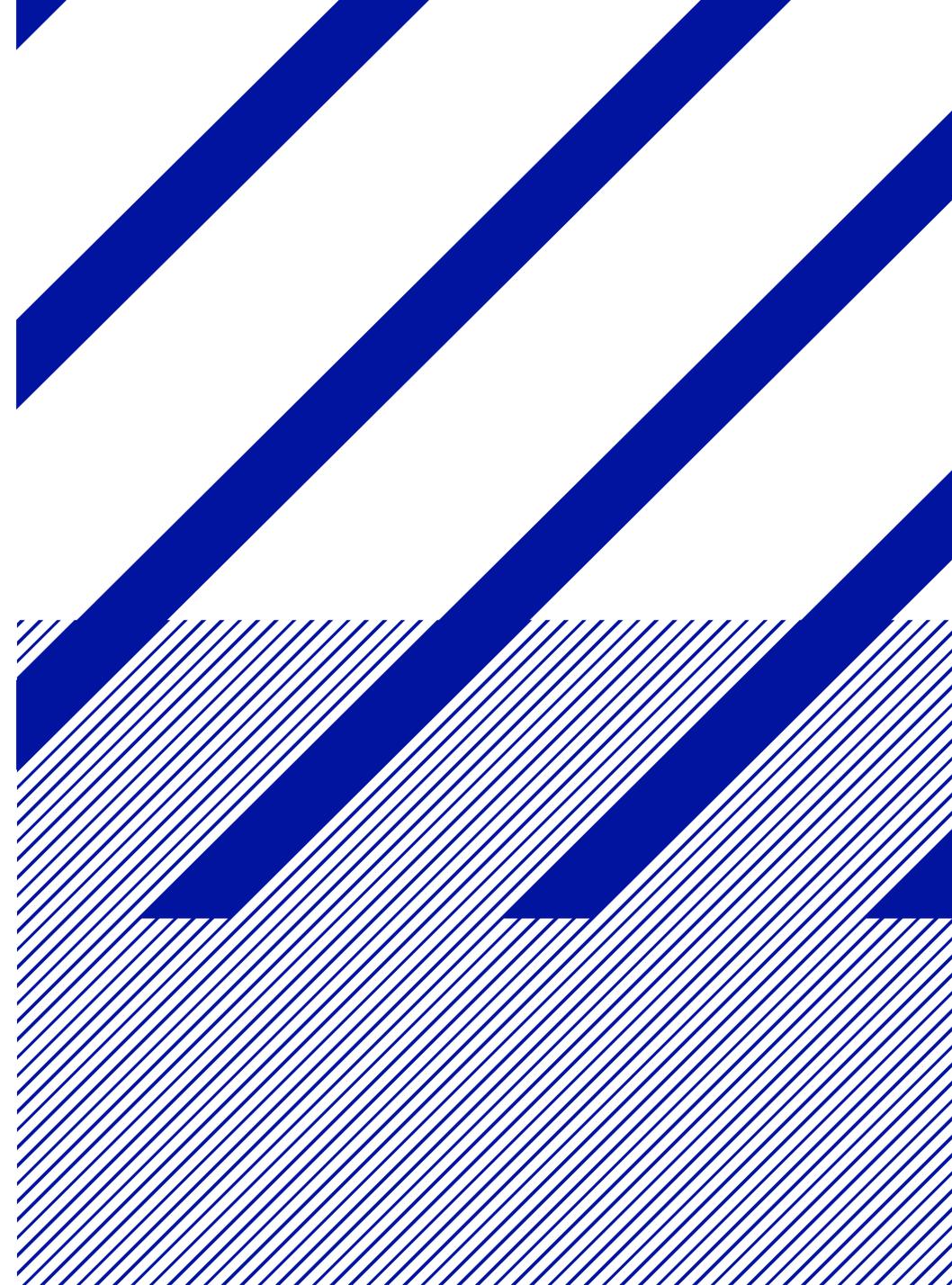
Trinkwasserhygiene versus Erneuerbare Energien

Prof. Dr. Franz-Peter Schmickler
Labor Sanitärtechnik

Stegerwaldstr. 39
D-48 565 Steinfurt

fon +49 (0)2551.9 62-835
fax +49 (0)2551.9 62-837

schmick@fh-muenster.de
www.fh-muenster.de/EGU



Inhaltsangabe

Stichworte

- Einleitung Problemstellung
- Thema Trinkwasserhygiene
- Thematik der Regenerativen Energien
- Technische Aspekte der regenerativen Energien
 - - Solarthermieanlagen
 - - Wärmepumpenanlagen
- DIN EN 12831-3 „Trinkwassererwärmung, Heizlast und Bedarfsbestimmung“
- Zusammenfassung und Ausblick



Trinkwasserhygiene versus erneuerbare Energien



- Die Trinkwasserhygiene stellt schon bei konventionellen Systemen eine technische Herausforderung dar.
- Die erneuerbaren Energien treten zukünftig in den Vordergrund
- Am Beispiel der Solarthermie und am Beispiel von Wärmepumpen soll die Problematik dargestellt werden
- Weitere Möglichkeiten zur Trinkwassererwärmung: Abwärmenutzung, Photovoltaik, ...
- Lösungsansätze

Trinkwasserhygiene

Trinkwasserhygiene – was bedeutet das?

Trinkwasserverordnung: es gilt die neueste Ausgabe „*Verordnung zur Neuordnung trinkwasserrechtlicher Vorschriften vom 3.1.2018*“
Stichworte: Klein-/ Großanlagen und es gelten die a.a.R.d.T.

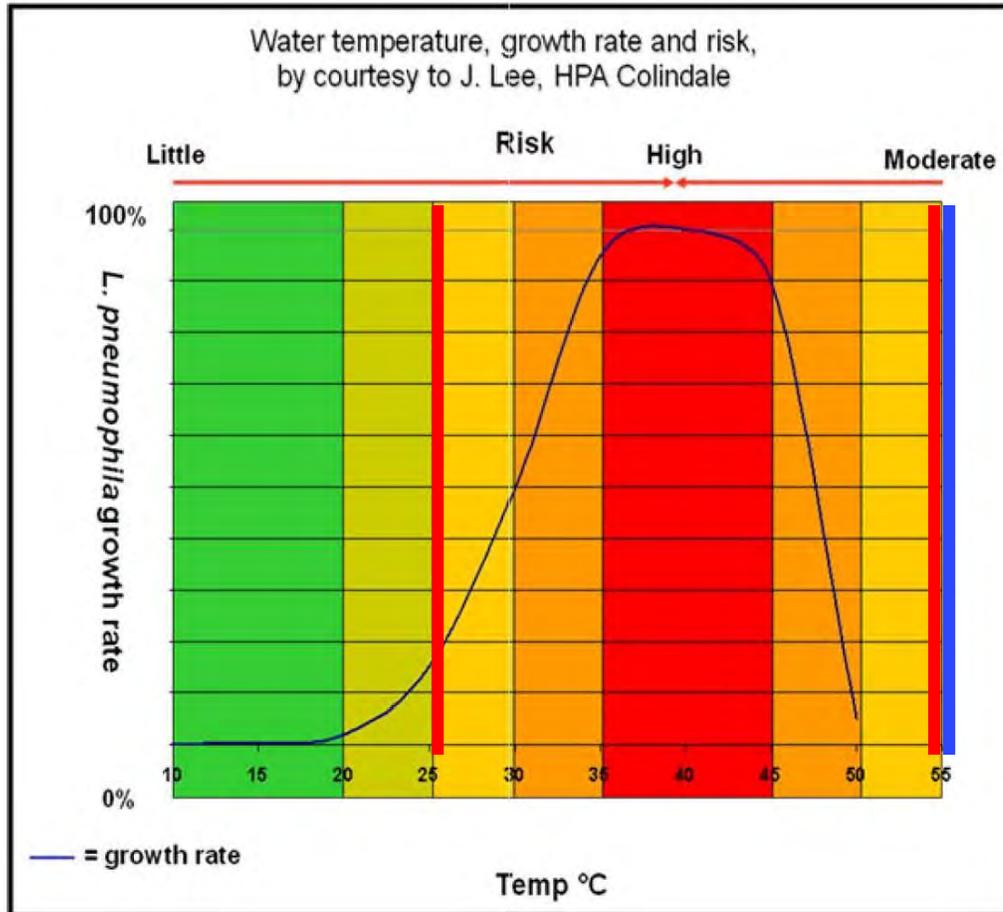
DVGW W 551: dort sind seit vielen Jahren schon die Temperaturen festgeschrieben worden. Auch hier das Thema Klein- / Großanlagen. Und das Thema Vorwärmstufen

VDI 6023: Sie wird gerade neu überarbeitet. Das Thema Trinkwassererwärmung wird Zukünftig auch in diesem Regelwerk Erwähnung finden.
(zukünftig wird sie als VDI / BTGA und ZVSHK Richtlinie erscheinen)



Trinkwasserhygiene

Was heißt eigentlich Trinkwasserhygiene???



Die Hygieniker haben dazu relativ wenig veröffentlicht. Alles bezieht sich auf diese Untersuchung am Beispiel der *Legionella pneumophila*. Andere Bakterien verhalten sich wohl ähnlich (?)

DVGW W 551 sagt 60 Grad (minus 5 K)

DIN 1988-200 begrenzt auf 25 Grad und 60 Grad

Trinkwasserhygiene

DVGW W551

DVGW W 551: dort sind seit vielen Jahren schon die Temperaturen festgeschrieben worden. Auch hier das Thema Klein- / Großanlagen. Und das Thema Vorwärmstufen

Begriffe

Vorwärmstufen

Dem Trinkwassererwärmer vorgeschaltete weitere Erwärmer, z. B. aus Wärmerückgewinnungsanlagen, Solaranlagen

Planung und Errichtung

5.2.3 Vorwärmstufen

Trinkwassererwärmungsanlagen müssen so konzipiert sein, dass der gesamte Wasserinhalt der Vorwärmstufen einmal am Tag auf $\geq 60\text{ °C}$ erwärmt werden kann.

Trinkwassererwärmer mit integrierter Vorwärmstufe (Bivalente Speicher) müssen so konstruiert sein, dass der Inhalt des gesamten Speichers einmal am Tag auf $\geq 60\text{ °C}$ erwärmt werden kann.

Betrieb

6.3 Anlagen mit Vorwärmstufen

Bei Anlagen mit externen Vorwärmstufen, bei denen der Speicherinhalt einschließlich Vorwärmstufe $\geq 400\text{ l}$ beträgt, ist der gesamte Speicherinhalt der Vorwärmstufe 1 x täglich auf $\geq 60\text{ °C}$ aufzuheizen.

Bei Trinkwassererwärmern mit integrierten Vorwärmstufen (Bivalente Speicher), bei denen der gesamte Inhalt des Speichers $> 400\text{ l}$ beträgt, ist der Inhalt des gesamten Speichers 1 x täglich auf $\geq 60\text{ °C}$ aufzuheizen.



Trinkwasserhygiene

DVGW W551

Und unter dem Abschnitt „**Sanierung - Bautechnische Maßnahmen**“ heißt es:

8.3.1 Trinkwassererwärmer und Vorwärmstufen

Die Speichergröße wird nach dem festgestellten Wasserverbrauch – z. B. nach DIN 4708 – dimensioniert. Nicht benötigte Speicher sind stillzulegen und die zugehörigen Anschlussleitungen an den Abzweigungen abzutrennen. Die tägliche Aufheizung von Vorwärmstufen ist einzurichten und sicherzustellen. Trinkwassererwärmer sind entsprechend zu reinigen.

Damit der gesamte Speicherinhalt erwärmt werden kann, ist der Trinkwassererwärmer gegebenenfalls durch zusätzliche Umwälzung des Speicherinhaltes oder Einbau eines außerhalb angeordneten Wärmetauschers mit Ladepumpe umzurüsten.

Also eine Dimensionierung ist vorgeschrieben. Zukünftig nach DIN EN 12 831-3! Nachfolgendes steht einleitend unter „**Planen und Errichten**“

Trinkwassererwärmungsanlagen sind dem Bedarf an erwärmtem Trinkwasser entsprechend den allgemeinen anerkannten Regeln der Technik so klein wie möglich, so groß wie nötig, auszulegen. Für Wohngebäude gilt DIN 4708.

Technische Regel
Arbeitsblatt W 551 | April 2004

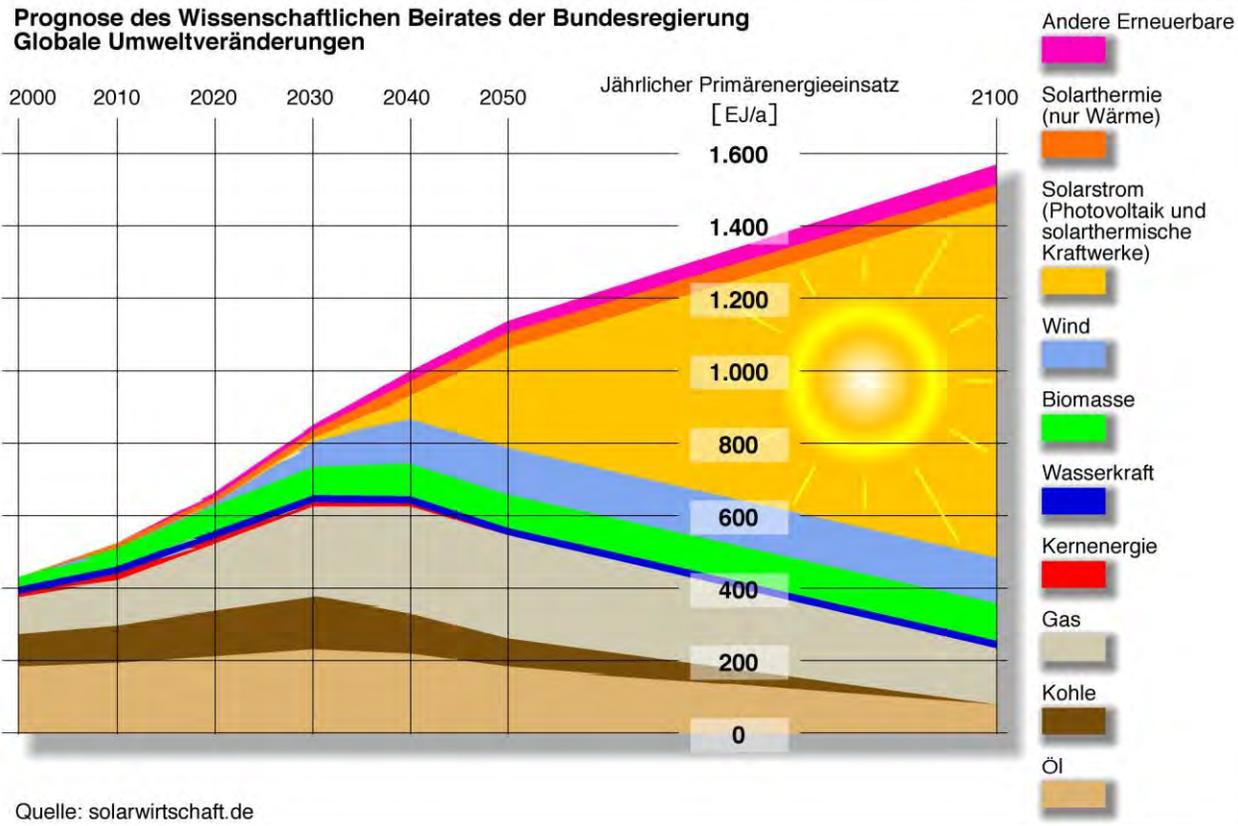


Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen

Erneuerbare Energien

zur Trinkwassererwärmung warum?

Veränderung des weltweiten Energiemixes bis 2100



Blick in die Glaskugel:

Hier die Prognose des wissenschaftlichen Beirates der Bundesregierung

Einstieg in den Klimaschutzplan 2050

aus Sicht der Politik

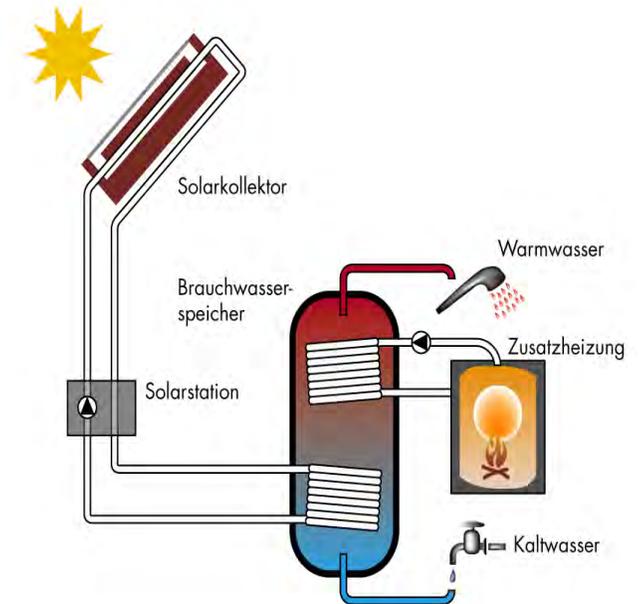
- Nahezu vollständige Dekarbonisierung der Energieversorgung **bis spätestens 2050**
- **Strom** aus **erneuerbaren** Energien zukünftig als zentraler Energieträger – Einsatz für Wärme, Verkehr und Industrie (**Sektorkopplung**)
- Gaskraftwerke ja, aber CO₂ neutrales, regenerativ erzeugtes Gas statt Erdgas (**Power to Gas**)
- Lebenswerter, bezahlbare und nahezu **klimaneutraler Gebäudebestand** durch
 - Deutliches Senkung des Energiebedarfs
 - Deckung des Energiebedarfs durch **erneuerbare Energien**
 - Perspektivischer **Ersatz** von gas- und ölbefeuerten Heizungssystemen im Bestand
 - neue Gebäude sollen für Heizung und Warmwasser **nicht mehr aus fossilen Energieträgern** versorgt werden



Erneuerbare Energien

zur Trinkwassererwärmung warum?

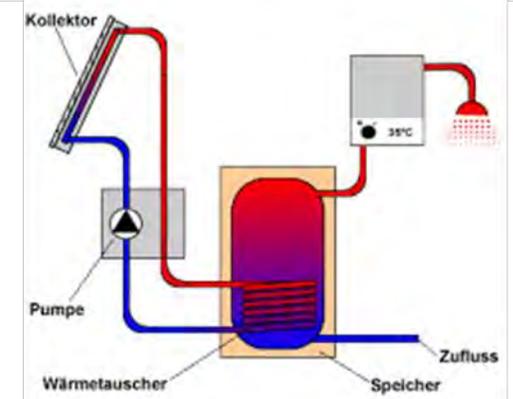
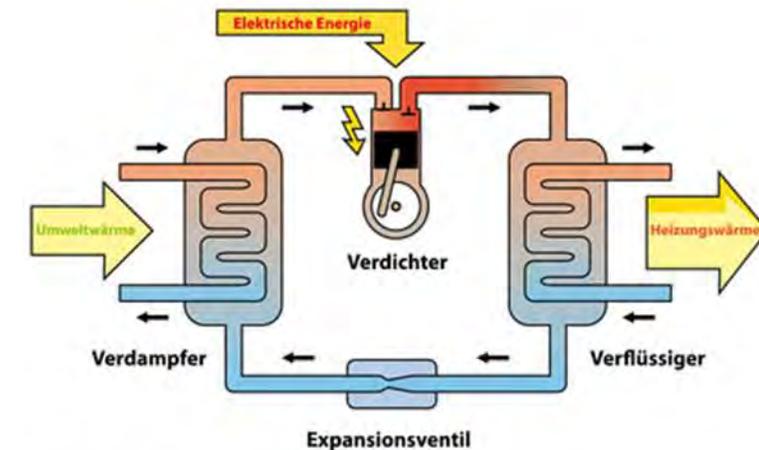
- Ein sinkender Wärmebedarf für die Heizung im Wohnungsbau führt dazu, dass der zur **Trinkwassererwärmung notwendige Wärmebedarf steigt** und an Bedeutung gewinnt. Andererseits ist das Thema alternative Energien ein wichtiges Thema. Die Trinkwassererwärmung mittels Solarenergie ist eine Alternative, die auch wirtschaftlich interessant wird.
- Solare Trinkwassererwärmungsanlagen **benötigen immer ein Backup** System zur Nachheizung und zur Beheizung bei nicht ausreichender Solarer Einstrahlung.
- Solare Trinkwassererwärmungsanlagen stellen keine Technik dar, die man “aus dem Regal heraus“ einsetzen kann. Die Anlagen bedürfen sorgfältiger Planung und Auslegung. Anschließend ist **Know How** bei der Montage erforderlich und auch während des Betriebes muss eine solche Anlage immer wieder kontrolliert werden. Da die Backup-Heizung auch dann für warmes Wasser sorgt, wenn die Anlage ausfällt (z.B. bei einem Blitzeinschlag), merkt der Bewohner nicht, dass er kostbare Energie anstelle der kostenlosen Sonne nutzt.



Erneuerbare Energien

zur Trinkwassererwärmung warum?

- Gleiches gilt auch für Wärmepumpenanlagen. Ob mit Erdwärmesonden, Grundwasser oder Luft als Wärmequelle – es sind die jeweiligen Besonderheiten mit einzukalkulieren.
- Auch Wärmepumpen benötigen vielfach einen zweiten Energieträger, um die entsprechenden Temperaturen zu gewährleisten.
- Auch hier gibt es eigentlich keine Technologie nach dem „plug and play“ – Prinzip.
- Gerade auch hier fällt es schwer die für die Hygiene wichtige Temperatur von 60 °C einzuhalten



Regenerative Energien

Solare Technik

Wirkungsgrade:

Photovoltaik: durchschnittlich ca. 20%



Solarthermie: durchschnittlich ca. 80%



η

Typische Stillstandstemperaturen von Solarkollektoren:

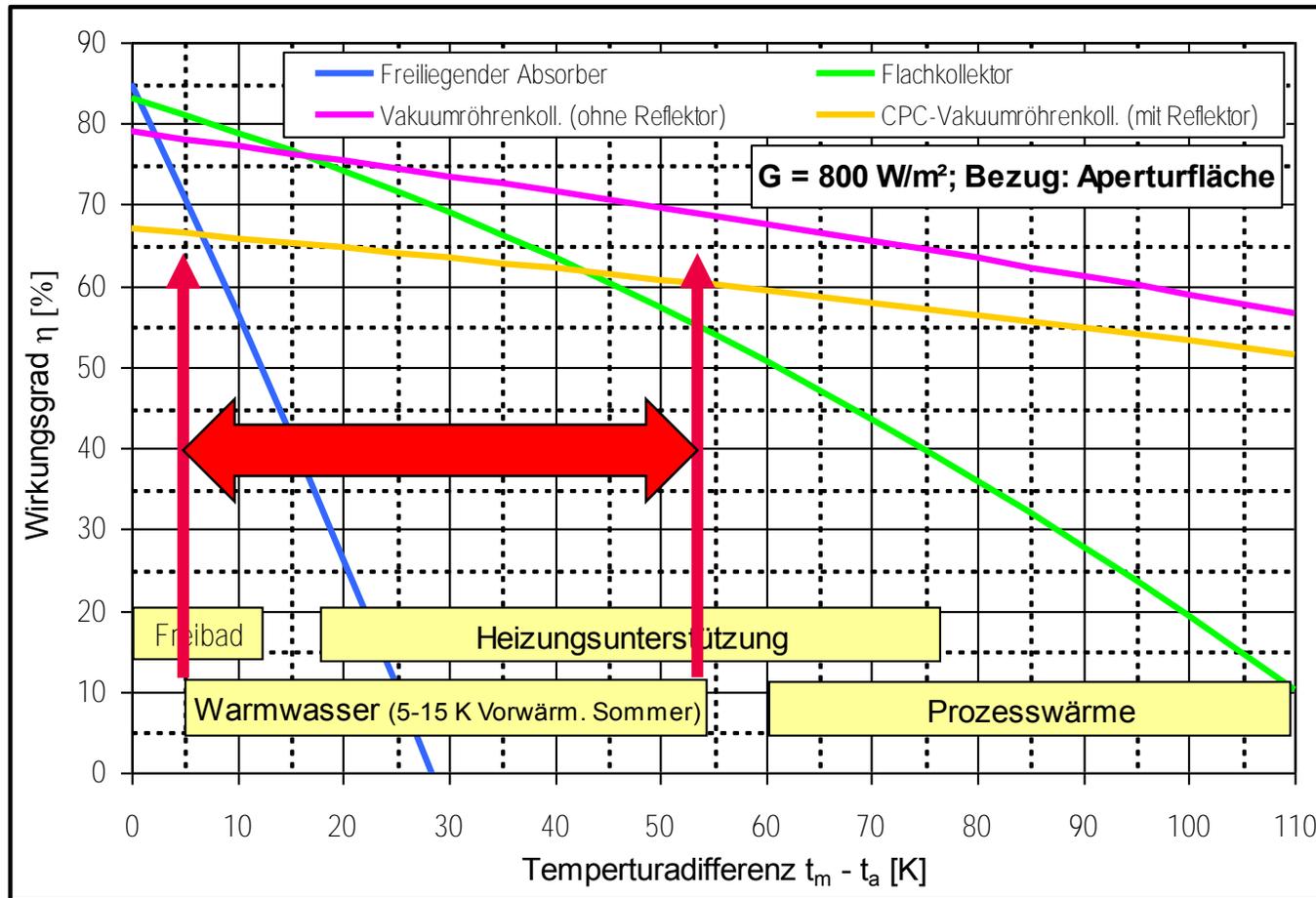
Absorber: 65 °C

Flachkollektor: 200 °C

Röhrenkollektor: 300 °C



Solare Trinkwassererwärmung - Kollektorbauarten

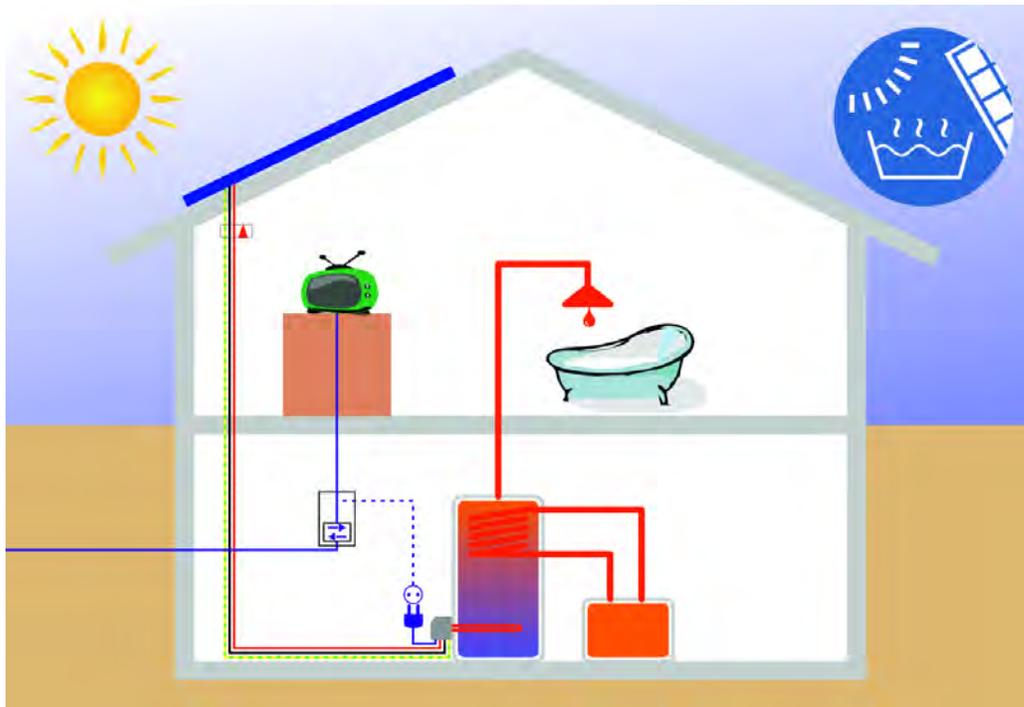


Quelle: VDI 6002

Betrachtet man den für die Trinkwasser Erwärmung in Betracht kommenden Temperaturbereich so liegt der Wirkungsgrad der Kollektorbauarten gar nicht weit auseinander.
Es sei denn; sie wollen direkt heißes Wasser haben...

Trinkwasser Hygiene hängt nicht von der Kollektorbauart ab.

Power to Heat:



Warmwasser –

- Netzautark
oder
- mit Photovoltaik Überschussstrom
oder
- als Inselssystem
oder
- in Verbindung mit smart home / smart grid / ...

Quelle: my-pv.com

Regenerative Technik

Wärmepumpen

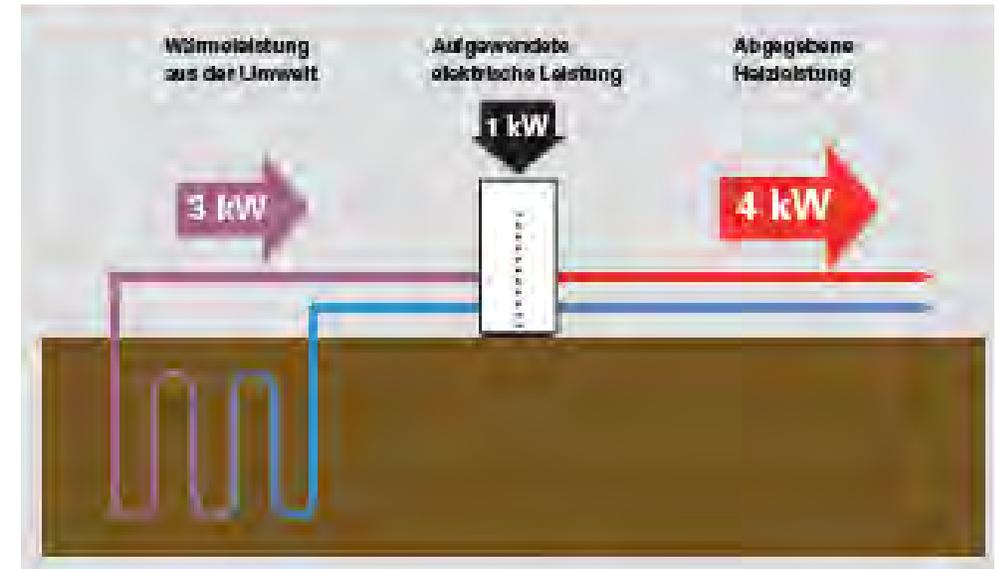
Typische **Leistungszahlen** 3,5 bis 5,5:

$$\varepsilon_C = \frac{T}{T - T_0}$$

Beispiel: B = 0; W= 55

$$\varepsilon_C = \frac{328}{328 - 273} = 5,96$$

Jahresarbeitszahl JAZ oder COP (Coefficient of performance)



Regenerative Technik

Wärmepumpen

Jahresarbeitszahl JAZ oder COP (Coefficient of performance)

Kann nur mittels Simulation oder Rechner ermittelt werden
(Wichtig und ein MUSS für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen!)

$$JAZ = \frac{Q_{WP}}{W_{EL}}$$

JAZ Jahresarbeitszahl
 Q_{WP} von der Wärmepumpe abgegebene Wärmemenge in kWh
 W_{EL} der Wärmepumpe zugeführte elektrische Arbeit in kWh

Aber Achtung!



Bestimmung der Jahresarbeitszahl entsprechend VDI 4650 (2009)

Angaben zum Projekt

Name	
Adresse	
Heizgrenztemperatur in °C	10
Vorlauftemperatur / Rücklauftemperatur in °C	35 / 28
Art der Warmwasserbereitung	Heizungswärmepumpe
Anteil Warmwasserbereitung am Gesamtwärmebedarf in %	18
Warmwasserbereitung Korrekturfaktor (Verflüssiger)	1,051

Angaben zur Wärmepumpe

Hersteller	Junkers Bosch
Typenbezeichnung	STE 170
Leistungszahl COP (B0/W35)	4,68

Wärmequelle und Betriebsweise

Wärmequelle	Erdwärmesonde
Quellentemperatur in °C	+2
Betriebsweise	monovalent

Korrekturfaktor für abweichende Temperaturdifferenzen am Verflüssiger

Temperaturdifferenz bei Prüfstandsmessung in K	5
Temperaturdifferenz am Verflüssiger im Betrieb in K	7
Heizung Korrekturfaktor (Verflüssiger)	1,02

Korrekturfaktor für vorliegende Betriebsbedingungen

max. Vorlauftemperatur in °C	35
Primärtemperatur in °C	0
Korrekturfaktor (unterschiedliche Betriebsbedingungen)	1,113

Korrekturfaktor zur Berücksichtigung der Quellenpumpe: 1,055

Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe im Heizbetrieb: 5,04

Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe für Warmwasserbereitung: 4,27

Gesamt-Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe: 4,88

Wärmepumpen

Bauarten – „Auslegungstemperaturen“

Nach DIN EN 14 511 unterscheiden die verschiedenen Wärmepumpenarten sich auch nach den entsprechenden Medien und Temperaturen.

Typische Werte sind:

Typ	Eintritts- temperatur Wärmequelle	Vorlauf- temperatur Sekundärkreis
Luft/Wasser	A 2 °C	W 35 °C
Sole/Wasser	B 0 °C	W 35 °C
Wasser/Wasser	W 10 °C	W 35 °C

A steht für Air (= Luft)

B steht für Brine (= Sole)

W steht für Water (= Wasser)

Wärmepumpen

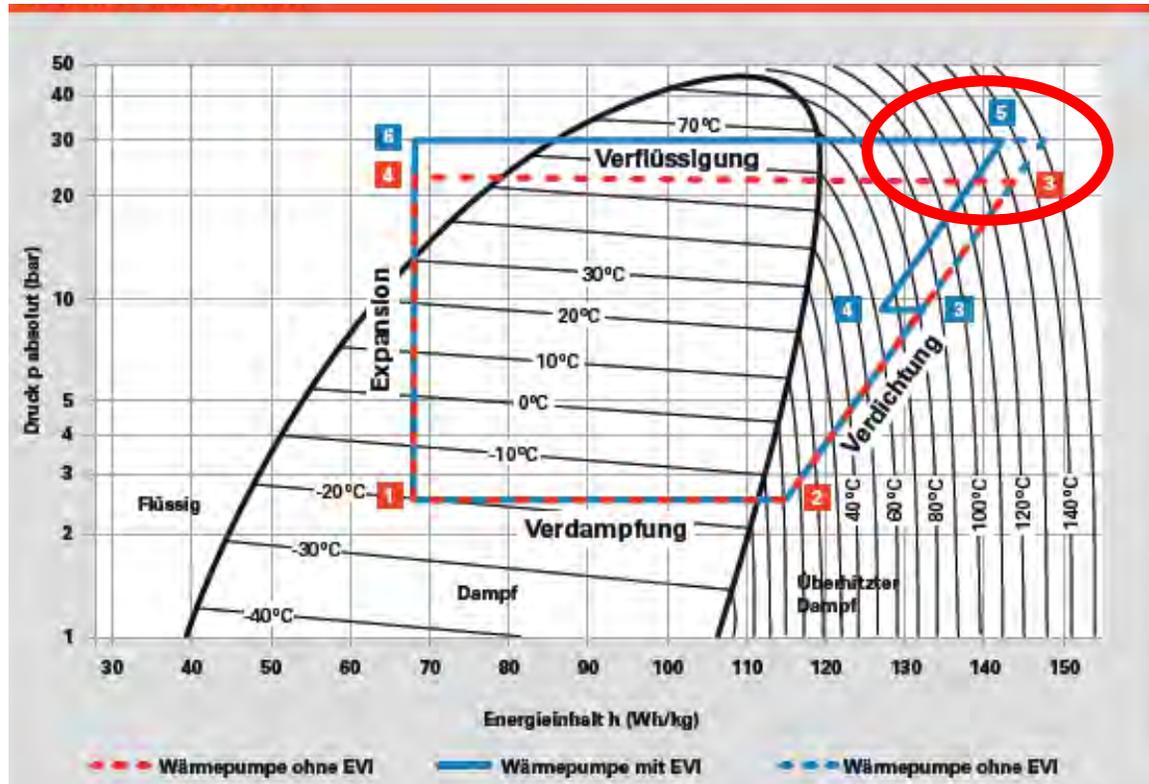
Temperaturen

- Herkömmliche Wärmepumpen können aufgrund der eingesetzten Kältemittel in der Regel maximale Vorlauftemperaturen zwischen 55 °C und 65 °C erreichen. Bei einer Vorlauftemperatur von 55 °C lassen sich Trinkwarmwasser-Temperaturen bis 48 °C, bei einer Vorlauftemperatur von 65 °C bis max. 58 °C erzielen.
- Zum Erreichen dieser Temperaturen im TWW-Speicher arbeiten die Wärmepumpen mit sehr niedrigen Leistungszahlen ($\epsilon = 2,5\text{--}3,3$ je nach Temperatur der Wärmequelle).
- Um die hygienische Anforderung an TWW – Speicher im Mehrfamilienhausbereich zu erfüllen, müssen die Speicher auf 60 °C Auslauftemperatur **nacherwärmt** werden.
- Dies kann durch einen bivalenten Wärmeerzeuger, durch speziell hierfür entwickelte Wärmepumpen mit Vorlauftemperaturen bis zu 75 °C oder direkt elektrisch erfolgen.

Wärmepumpen

Welche Temperaturen werden erreicht?

Mit Dampfzwiseheinspritzung kann das Kältemittel gekühlt werden, weshalb man bei gleichem Endtemperaturen anstelle von 55°C eine Temperatur von 70°C erreicht.



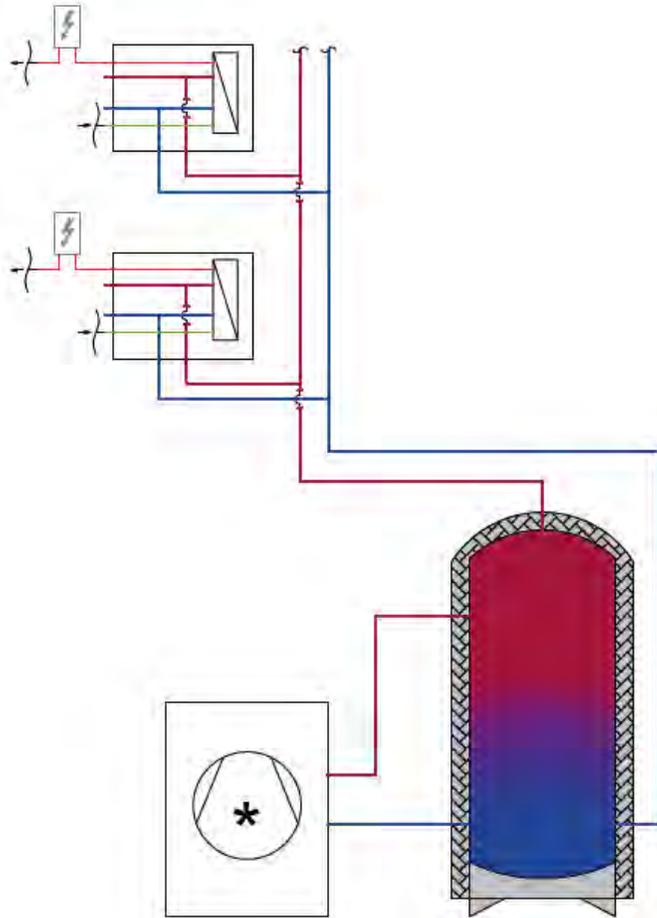
Eine Wärmepumpe ohne EVI (rote Linie) kann bei einer Quellentemperatur von -10°C nur eine Vorlauftemperatur 55°C erreichen, da der Verdichtungsprozess bei 135°C enden muss.

Durch die Dampfzwiseheinspritzung (3 bis 4; blaue Linie) findet eine Abkühlung des Kältemittels statt. Der Druck kann weiter erhöht werden, ohne die zulässige Maximaltemperatur zu überschreiten. Es kann eine Vorlauftemperatur von 65°C erreicht werden.

Quelle: Viessmann

Wärmepumpen

Technische Lösungen



Wir benötigen technische Lösungen um Energieeffizienz **und** Trinkwasserhygiene gewährleisten zu können

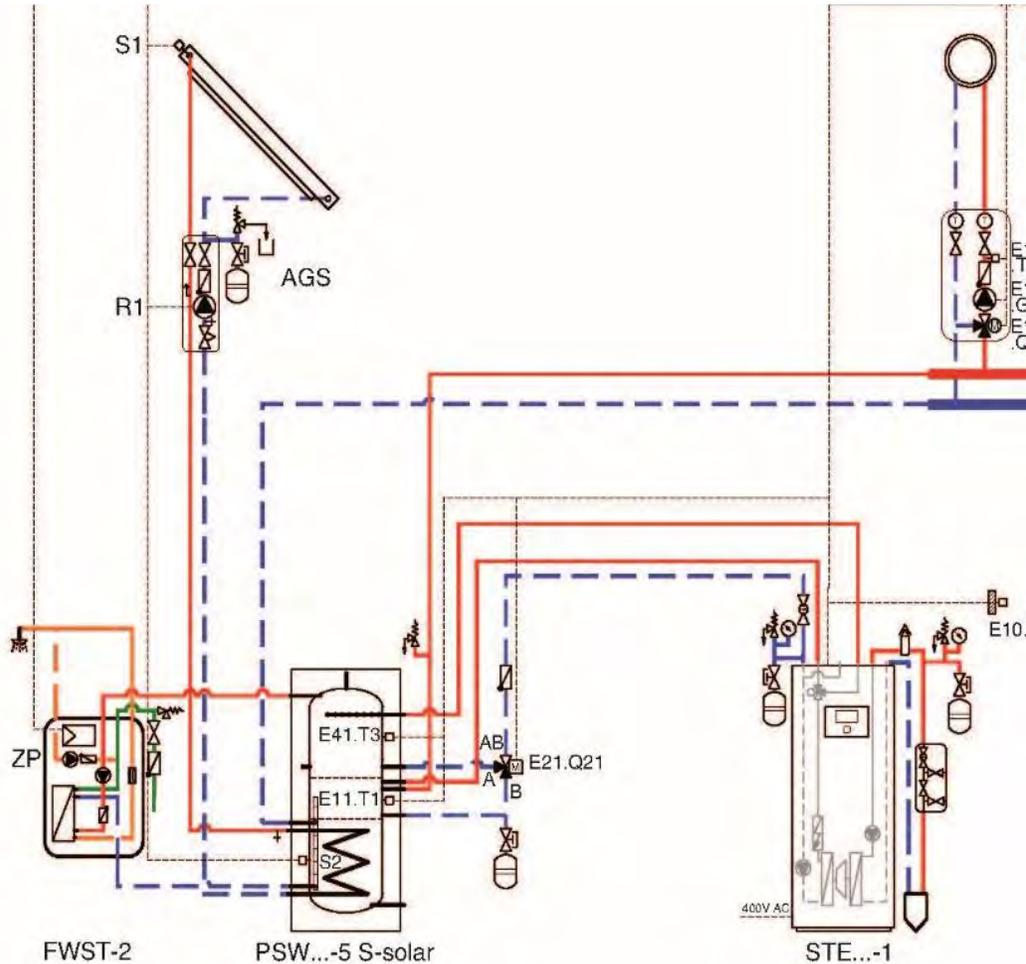
Eine Möglichkeit stellen dezentrale Trinkwassererwärmer mit entsprechender Nachheizung dar

Trinkwasserseitig handelt es sich in den meisten Fällen dann um Kleinanlagen

Diese Konzepte lassen sich auch auf die thermischen Solaranlagen anwenden

Wärmepumpen

2 Speicher Anlagen



Die Erkenntnis ist, dass man in den meisten Fällen 2 Energiespeicher Anlagen benötigen.

Speicher 1 für die Heizenergie (typische Temperaturen um 30 °C).

Und **Speicher 2** für die Trinkwassererwärmung auf Temperaturen von knapp unter 50°C (die ggfls. nachgeheizt werden müssen).

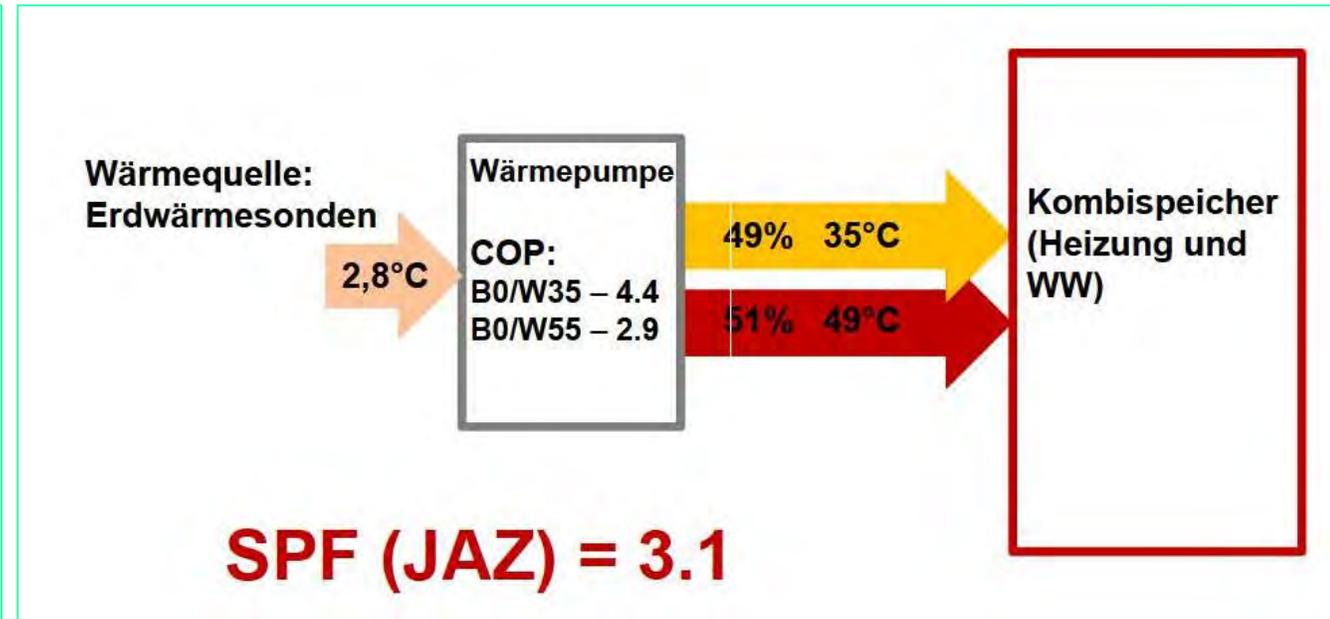
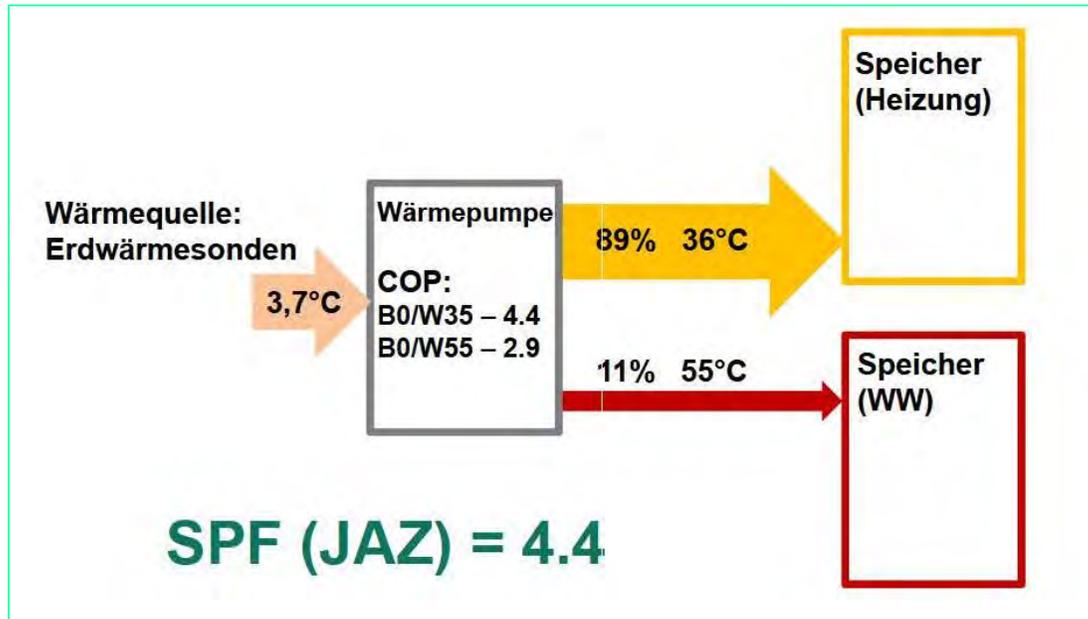
Ferner stellt sich die Frage nach der Betriebsweise.

- Monovalent
- Monovalent mit elektr. Nachheizung (= Monoenergetisch)
- Bivalent (Nachheizung mit zweiter Wärmequelle)

Wärmepumpen

JAZ in der Realität

Die Fraunhofer ISE hat seit vielen Jahren Untersuchungen an ausgeführten Wärmepumpenanlagen durchgeführt und veröffentlicht.

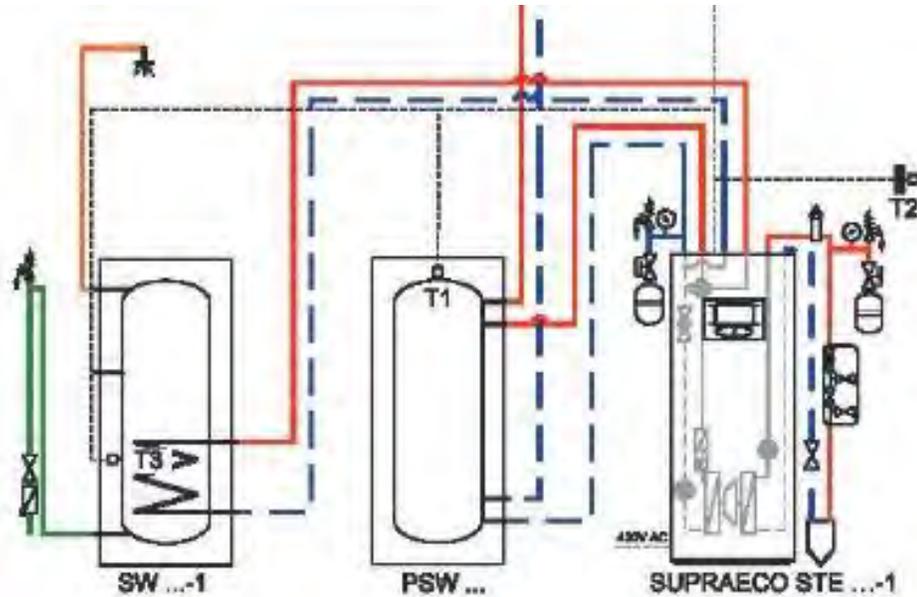


Quelle: Dr. Marek Miara

http://www.zebau.de/fileadmin/images/Veranstaltungen/2017/Expertenkreise/Vortrag_Expertenkreis_Waermepumpe_MMiara_web.pdf

Wärmepumpen

.... und was passieren kann



Und was passiert, wenn die Temperatur im Energiespeicher für Trinkwasser aufgrund von Abnahme (z.Bsp. auf 30 °C) fällt?

Dann ist die Temperatur am Boden des Speichers vermutlich schon nahe der Kaltwassereintrittstemperatur.

Die Wärmepumpe beginnt zu heizen – schafft aber nur eine Temporerhöhung von vielleicht 15 K.

Der Speicher wird also gefüllt mit 25 °C, was für die Warmwassertemperatur (an der Badewanne oder Dusche) zu wenig ist.

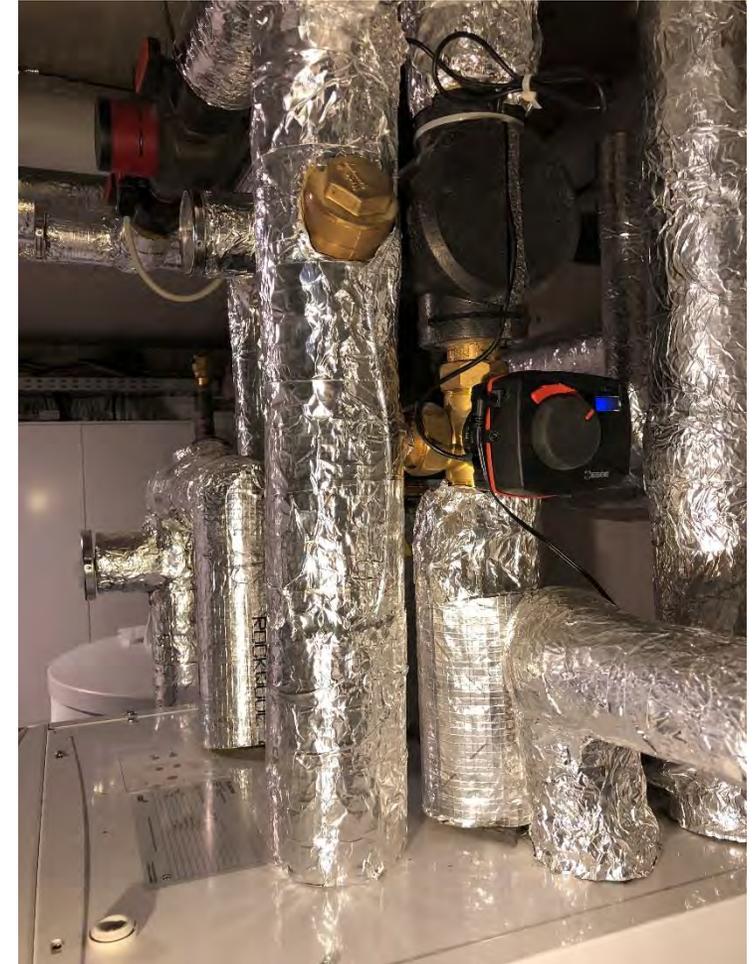
**Deshalb Beimischung
notwendig!!!**

Wärmepumpen

....und was passieren kann

Beimischschaltung!

- Sie hat die Aufgabe, die Vorlauftemperatur hoch zu halten
- Durch Rücklauf – Volumenstrom begrenzen
- Und somit dem Warmwasser Energiespeicher wieder ein hohes Temperaturniveau einschichten....



Trinkwasser

VDI Regelwerke



VDI 6002 Blatt 1 Solare Trinkwassererwärmung – Allgemeine Grundlagen – Systemtechnik und Anwendung im Wohnungsbau

VDI 6002 Blatt 2 Solare Trinkwassererwärmung - Anwendungen in Studentenwohnheimen, Seniorenheimen, Krankenhäusern, Hallenbädern und auf Campingplätzen

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	
<i>Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.</i>		<i>The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.</i>			
Inhalt	Seite	Contents	Page		
Vorbemerkung	2	Preliminary note	2		
Einleitung	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 Wärmeträger	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		

Trinkwasser

VDI Regelwerke

VDI 4650 Blatt 1 Berechnung der Jahresarbeitszahl von Wärmepumpenanlagen – Elektrowärmepumpen zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung

VDI 4650 Blatt 2 Kurzverfahren zur Berechnung der Jahresheizzahl und des Jahresnutzungsgrades von Sorptionswärmepumpenanlagen – Gas-Wärmepumpen zur Raumheizung und Warmwasserbereitung

ICS 27.080, 91.140.10		VDI-RICHTLINIEN		Dezember 2016 December 2016	
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE		Berechnung der Jahresarbeitszahl von Wärmepumpenanlagen Elektrowärmepumpen zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung Calculation of the seasonal coefficient of performance of heat pumps Electric heat pumps for space heating and domestic hot water		VDI 4650 Blatt 1 / Part 1 Ausg. deutsch/englisch Issue German/English	
<i>Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.</i>		<i>The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.</i>			
Inhalt	Seite	Contents	Page		
Vorbemerkung	2	Preliminary note	2		
Einleitung	2	Introduction	2		
1 Anwendungsbereich	4	1 Scope	4		
2 Normative Verweise	5	2 Normative references	5		
3 Begriffe	6	3 Terms and definitions	6		
4 Formelzeichen, Abkürzungen und Indizes	8	4 Symbols, abbreviations and indices	8		
5 Grundlagen der Berechnung	10	5 Basics of calculation	10		

ICS 27.080, 91.140.10		VDI-RICHTLINIEN		Januar 2013 January 2013	
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE		Kurzverfahren zur Berechnung der Jahresheizzahl und des Jahresnutzungsgrades von Sorptionswärmepumpenanlagen Gas-Wärmepumpen zur Raumheizung und Warmwasserbereitung Simplified method for the calculation of the annual heating energy ratio and the annual gas utilisation efficiency of sorption heat pumps Gas heat pumps for space heating and domestic hot water		VDI 4650 Blatt 2 / Part 2 Ausg. deutsch/englisch Issue German/English	
<i>Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.</i>		<i>The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.</i>			
Inhalt	Seite	Contents	Page		
Vorbemerkung	2	Preliminary note	2		
Einleitung	3	Introduction	3		
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3		
2 Normative Verweise	5	2 Normative references	5		
3 Begriffe	5	3 Terms and definitions	5		
4 Formelzeichen, Abkürzungen, Indizes	7	4 Symbols, abbreviations, indices	7		

Trinkwasser

DIN EN 12831-3

Das Summenlinienverfahren - DIN EN 12 831-3

Es ist zwischenzeitlich Weißdruck!

Beschreibung eines Verfahrens, zur Speicherauslegung

Sie können mit diesem Verfahren auch Wärmepumpenspeicher auslegen!

Sie benötigen Bedarfsprofile - durch Messungen
- durch genaue Kenntnisse des Bedarfs
- durch Konstruktion des Bedarfsprofils

Kein einfaches Kochrezept!

DIN EN 12831-3:2017-09
EN 12831-3:2017 (D)

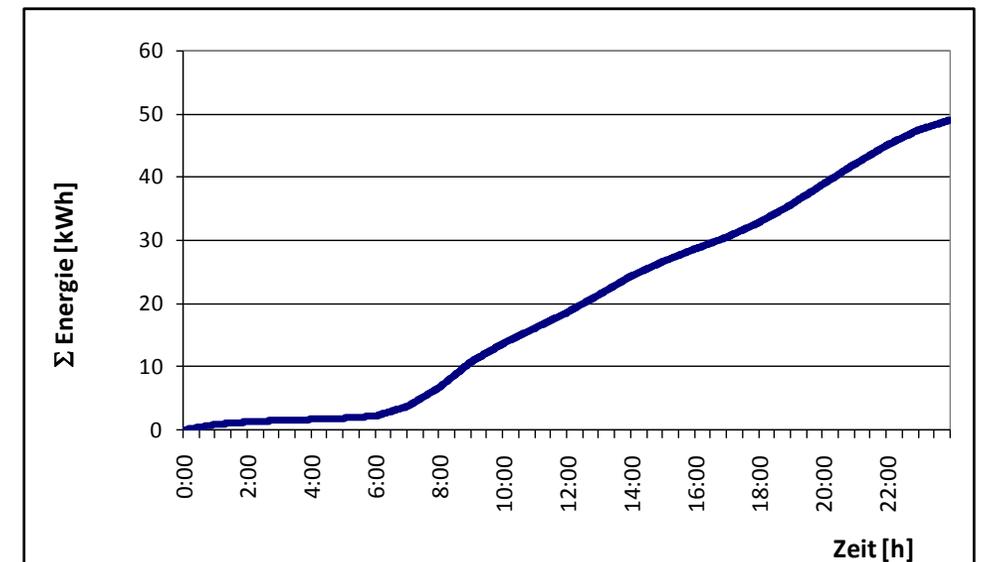
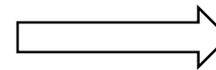
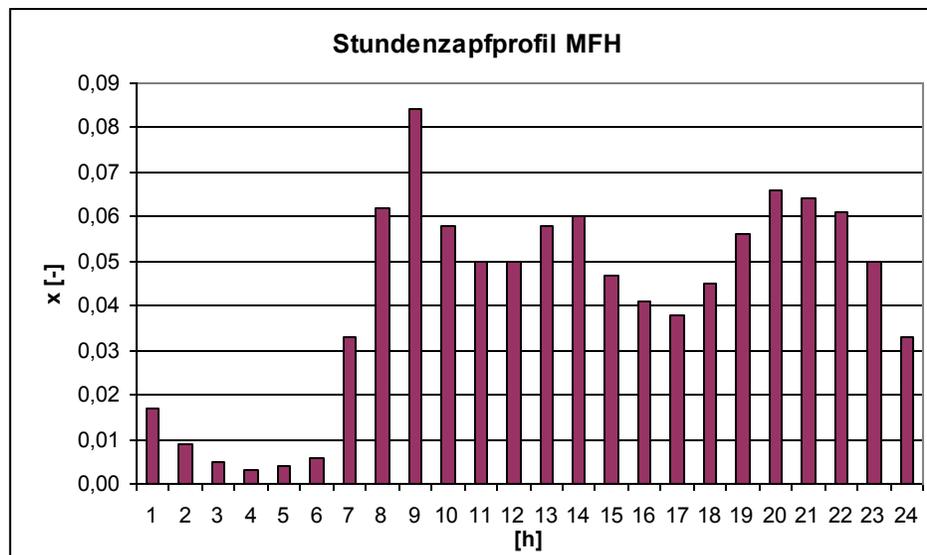
Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen.....	11
3 Begriffe.....	11
4 Symbole und Abkürzungen.....	13
4.1 Symbole.....	13
4.2 Indizes.....	14
5 Beschreibung der Verfahren.....	15
5.1 Allgemeine Beschreibung des Verfahrens zur Bemessung von Anlagen zur Trinkwassererwärmung.....	15
5.2 Allgemeine Beschreibung der Verfahren zur Berechnung des Energiebedarfs für die Trinkwassererwärmung.....	16
6 Berechnungsverfahren.....	16
6.1 Ausgangsgrößen.....	16
6.2 Berechnungsschritte.....	17
6.3 Eingangsgrößen.....	17
6.3.1 Allgemeines.....	17
6.3.2 Produktdaten.....	17
6.3.3 Anlagen-Auslegungsdaten.....	17
6.3.4 Betriebsdaten und Grenzen.....	18
6.3.5 Sonstige Daten.....	18
6.4 Berechnungsverfahren für die Bemessung von Anlagen zur Trinkwassererwärmung.....	18
6.4.1 Berechnung der Energiebedarfs-Linie für erwärmtes Trinkwasser.....	18
6.4.2 Energieversorgung.....	21
6.4.3 Verfahren zur Bestimmung der Anlagen zur Trinkwassererwärmung.....	35
6.5 Berechnungsverfahren zur Bestimmung des Energiebedarfs für die Trinkwassererwärmung.....	37
6.5.1 Energiebedarf für erwärmtes Trinkwasser, beruhend auf Abzapf- oder Lastprofilen.....	37
6.5.2 Energiebedarf für erwärmtes Trinkwasser, beruhend auf dem erforderlichen Volumen.....	38
6.5.3 Flächenbezogener Energiebedarf für die Trinkwassererwärmung.....	40
6.5.4 In Tabellenform angegebener Energiebedarf für die Trinkwassererwärmung.....	40
7 Qualitätskontrolle.....	41
8 Übereinstimmungsprüfung.....	41
Anhang A (normativ) Muster für Eingabedaten.....	42
A.1 Lastprofile.....	42
A.2 Parameter zur Berechnung des Energiebedarfs.....	42
A.3 Parameter für die Bemessung der Anlagen zur Trinkwassererwärmung.....	43
A.3.1 Lastfaktoren f_j von Speichern für erwärmtes Trinkwasser.....	43
A.3.2 Verluste $q_{sb,sto}$ von Speichern für erwärmtes Trinkwasser im Bereitschaftsbetrieb.....	44
A.3.3 Spezifischer Wärmeverlust der Verteilungsleitungen je Rohrlängeneinheit q'_{dis}	44
A.3.4 Zeitverzögerung der Wärmeerzeugungsanlage t_{lag}	44

Summenlinienverfahren

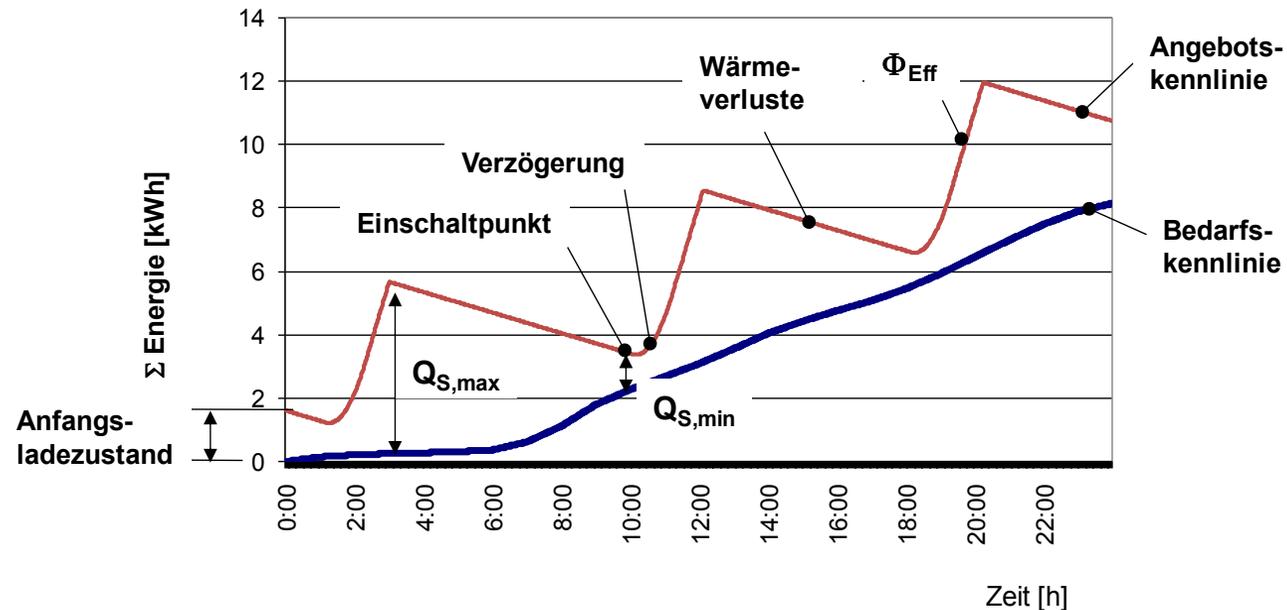
Erstellung der Bedarfskennlinie

- Zunächst muss die Bedarfskennlinie ermittelt werden. Dazu werden Messwerte oder andere gesicherte Daten bzw. Annahmen benötigt.
- Aber es darf auch hier schon gesagt werden, dass wir zukünftig gerade hier noch weiteres Datenmaterial benötigen.



Summenlinienverfahren

Angebotskennlinie



Elemente der Angebotskennlinie – hier Prinzip-Skizze für ein Speichersystem (Speicher mit Durchmischung) [DIN EN 12831-3]

Um die Angebotskennlinie zu erstellen, müssen die folgenden Größen bestimmt werden:

- maximale Speicherkapazität $Q_{S,max}$
- minimale Speicherkapazität $Q_{S,min}$ im Falle durchmischter und ungeschichteter Speicher
- Wärmeverluste des Speichers
- Wärmeverluste der Verteilungen
- Ein- und Ausschaltzeitpunkt für die Nachheizung
- Verzögerungszeit bis zum Anlegen der vollen Wärmeerzeugerleistung
- effektive Nachheizleistung Φ_{eff}

Zusammenfassung - Ausblick

Eine nicht ganz einfache Aufgabe ...

Die umweltpolitischen Voraussetzungen werden kurz- bis mittelfristig die fossilen Energieträger verbieten und somit zur weiteren Verbreitung der regenerativen Energiesysteme führen.

- Derzeit bieten sich zur energieeffizienten Trinkwassererwärmung thermische Solaranlagen wie auch Wärmepumpenanlagen an.
- Die zum Einsatz kommende Technik ist nur durch ingenieurmäßige individuelle Bearbeitung jedes einzelnen Projektes möglich. Ansonsten ist entweder die Energieeffizienz oder aber die Trinkwasserhygiene nicht gewährleistet.
- Die DIN EN 12831-3 erhält Möglichkeiten mittels des Summenliniendiagrammes zu überprüfen, inwieweit und welche Technik zum Einsatz kommen kann. Gerade bei der so wichtigen Frage der Speicherauslegung ist sie hilfreich.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Prof. Dr. Franz-Peter Schmickler
Labor Sanitärtechnik

Stegerwaldstr. 39
D-48 565 Steinfurt

fon +49 (0)2551.9 62-835
fax +49 (0)2551.9 62-837

schmick@fh-muenster.de
www.fh-muenster.de/EGU

