

... DIE AUSLEGUNG EINES TRINKWASSERERWÄRMERS

Durchschau die Strategien

Die Nutzung einer warmen Dusche ist in Deutschland ein Standardkomfort

Millionenfach verrichten Trinkwasser-erwärmer ihren Dienst in Deutschland. Die richtige Auslegung sorgt für einen komfortablen Betrieb bei gleichzeitigem sparsamen Umgang mit Energie. Wie das funktioniert, lesen Sie hier.

Millionen von Anlagen haben auch heute Morgen wieder dafür gesorgt, dass dieses Volk sich warm duschen kann. Einige haben es wohl absichtlich ausgelassen und müffeln sich durch den Tag. Alle anderen sind zumeist dankbar, dass das Duschwasser nicht eisekalt war und dass man nach dem Haarewaschen noch ausreichend Warmwasser bekam, um den Schaum aus den Haaren zu treiben. Menge und Temperatur werden nicht zufällig passend zur Verfügung gestellt. Was es zu beachten gibt und wie man sich diese Planungsvorgänge sehr gut erklären kann, lesen Sie auf den nächsten Seiten.

VORAUSSETZUNGEN

Kuhistgleichemmalcemdeltatheta und gilt selbstverständlich auch ohne Ausnahme bei der Warmwasserbereitung. Nehmen wir im ersten Step an, Sie betrachten einen Duschvorgang und verwenden diese Formel.

Sie duschen sich mit insgesamt 80l warmen Wassers von 45°C. Überprüft mit der Formel kommt man zu folgender Erkenntnis:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\vartheta$$

Dabei ist

Q = Energie in Wattstunden

m = die erwärmte Masse in Kilogramm

c = die spezifische Wärmekapazität (für Wasser mit 1,163 Wh/(kgK))

$\Delta\vartheta$ = Temperaturdifferenz in Kelvin

Für das genannte Beispiel ist es ausreichend genau, wenn man 80l Wasser als 80kg schwere Masse ansieht. Und bei einer Erwärmung von Trinkwasser geht man in Deutschland fast immer von einer Starttemperatur von 10°C aus. Daher soll sich das Duschwasser im Beispiel um 35K von 10°C auf 45°C erwärmen.

Eingesetzt gilt daher:

$$Q = 80\text{kg} \cdot 1,163\text{Wh}/(\text{kgK}) \cdot 35\text{K}$$

$$Q = 3256,4 \text{ Wh}$$

Der Energieaufwand für dieses Duschbad beträgt also rund 3256 Wh.

Das entspricht übrigens dem Energiegehalt von rund einem Dritteliter Heizöl oder einem Drittelkubikmeter Erdgas.

ERSTE ERKENNTNISSE

Man kann die Physik nicht außer Kraft setzen. Daher kann man klar festhalten, dass man unabhängig vom Aufheizvorgang für dieses Duschwasser immer diese Energiemenge 3256 Wh aufwenden muss. Es stellt sich die Frage nach dem Wie. Ganz trivial kann man schon mal annehmen, dass ein leistungsstarker Kessel weniger Zeit benötigt, um die 80l aus dem Beispiel zu erwärmen als ein kleiner Tauchsieder. In Zahlen wird dies deutlicher. Ein Kessel mit 100kW Leistung braucht zur Erwärmung weniger Zeit als ein Tauchsieder mit 1 kW Leistung

Als Formel kann man festhalten:

$$\frac{Q}{\dot{Q}} = t$$

Dabei ist

Q = Energie in Wattstunden

\dot{Q} = Leistung in Watt

t = die Zeit in Stunden (weil die Energie in dieser Anwendung in Wattstunden ausgedrückt wurde)

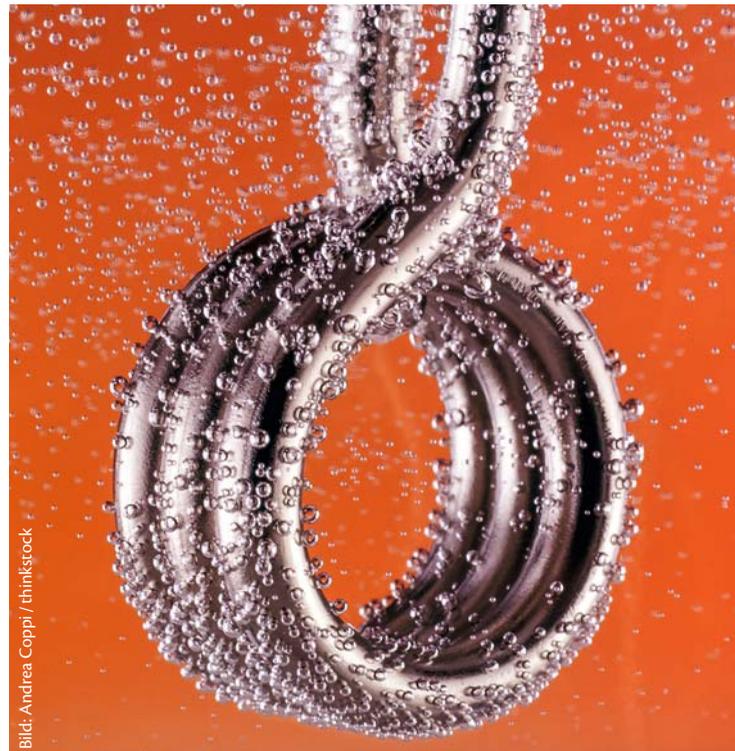


Bild: Andrea Coppi / thinkstock

Wasser lässt sich auch mit dem Tauchsieder erwärmen

Setzt man die Zahlen für die beiden Beispiele ein, kann man schon mal festhalten für \dot{Q} mit 100 kW Kesselleistung oder 1 kW Tauchsieder-Power:

$$\frac{3.256Wh}{100.000W} = t = 0,03256h = 1,95Min \approx 2Min$$

$$\frac{3.256Wh}{1.000W} = t = 3,256h = 195Min \approx 200Min$$

Der 100-kW-Kessel erwärmt das Duschwasser in zwei Minuten, während der Tauchsieder fast 200 Minuten benötigt. Eigentlich klar, dass der dicke Kessel mit 100-mal höherer Leistung 100-mal schneller fertig ist.

ERSTES GESETZ ZUR WARMWASSERBEREITUNG

Entweder man geht mit großer Leistung ran oder man benötigt viel Zeit zur Warmwasserbereitung.

Dieses erste Gesetz zur Warmwasserbereitung hört sich einfach und logisch an. Davon ableiten kann man aber noch weitere schlaue Erkenntnisse für die Praxis:

Einfamilienhäuser der neueren Generation haben zur reinen Beheizung eine geringe \rightarrow **Heizlast**. Oft sind 5 kW ausreichend, um moderne Gebäude zu erwärmen. Würde die Heizleistung zur Warmwasserbereitung ebenfalls auf nur 5 kW begrenzt, so wäre der Kessel in dem Beispiel und gerechnet für nur einen Duschvorgang bereits geraume Zeit exklusiv in Betrieb:

$$\frac{3.256Wh}{5.000W} = t = 0,6512h \approx 39Min$$

Würden drei Personen mit diesen Annahmen nacheinander duschen, so wäre ein 5-kW-Wärmeerzeuger schon fast zwei Stunden beschäftigt, nur um das warme Wasser zu erwärmen. Während dieser Zeit könnte das Haus trotz toller Isolierung bereits empfindlich abkühlen. In der Praxis sollte man diesen Zusammenhang daher unbedingt kennen und berücksichtigen. Ein moderner Gas-Brennwertkessel wird daher nur für den Heizbetrieb auf die in diesem Beispiel genannten 5 kW Heizleistung begrenzt. Die Warmwasserbereitung wird dann gewissermaßen bei Vollgas und vielleicht 20 kW Leistung abgearbeitet.

$$\frac{3256Wh}{20.000W} = t = 0,1628h \approx 10Min$$

Damit schnurrt und moduliert ein Kessel sehr effizient vor sich hin bei reinem Heizbetrieb und schaltet nur selten ab. Die Warmwasserbereitung erfolgt gewissermaßen mittels Booster. Daher tritt keine fühlbare Auskühlung des Hauses auf.

WEITERE ERKENNTNISSE

Lief die erste Betrachtung noch darauf hinaus, ein winziges Einfamilienhaus zu versorgen, soll der nächste Blick über den Tellerrand die Tipps für ein Mehrfamilienhaus liefern. Natürlich bleibt dabei das erste Gesetz zur Warmwasserbereitung in Kraft. Sind beispielsweise dreißig Wohnungen in einem Wohnhaus zusammengefasst, so kann natürlich auch hierfür eine zentrale Warmwasserbereitung ausgelegt werden.

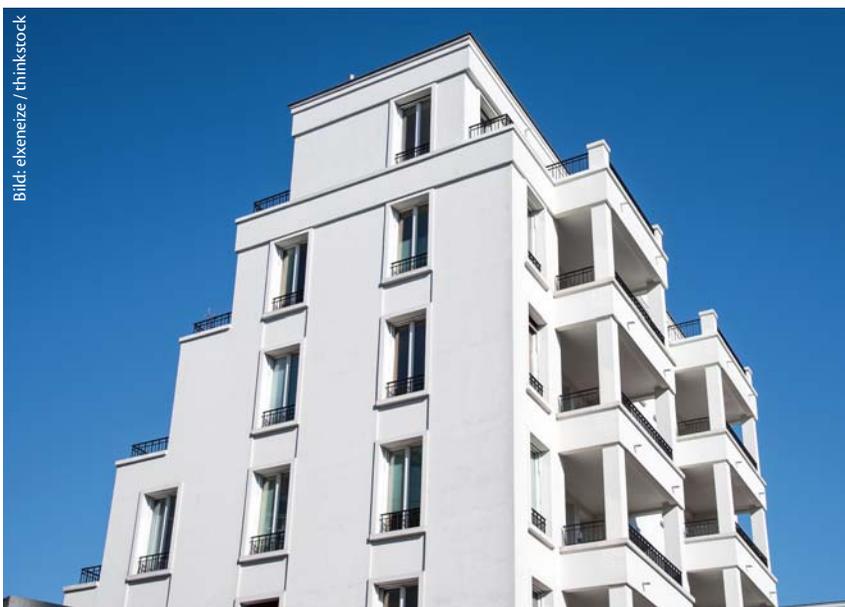
Die Physik wird nicht neu erfunden, aber man benennt neue Einheiten und nutzt andere Vokabeln. Der Kern des Ansatzes für das Einfamilienhaus bleibt jedoch erhalten: Sag mir, wie viel Energie du zur Warmwasserbereitung brauchst, und ich sage dir, wie du diese bereitstellen kannst. Der Ansatz für diese Auslegung wird gemäß der DIN 4708 Teil 2 geliefert.

Die Grundformel erschließt sich einerseits über die bereits geschilderten Zusammenhänge und zusätzlich durch die folgenden Erläuterungen.

Die Grundformel der DIN 4708 lautet:

$$N = \frac{\sum (n \cdot p \cdot v \cdot w_v)}{3,5 \cdot 5820}$$

Keine Angst, das komische Zeichen auf dem Bruchstrich lässt sich ganz einfach erklären, der Rest sowieso.



Die Auswahl eines Trinkwassererwärmers für ein Mehrfamilienhaus kann gemäß der Bedarfskennzahl nach DIN 4708 errechnet werden



Ein Trinkwassererwärmer kann, wie dieser, auch mit einem zusätzlichen Wärmetauscher für solare Aufheizung versehen sein

\sum Summe von allem

N = Bedarfskennzahl

n = Anzahl der Wohnungen

p = Anzahl der Personen pro Wohnung

w_v = Zapfstellenbedarf

Sollten Sie die Ausführungen zum Thema [Kuhistgleichemalcemaldeltatheta](#) noch nicht verstanden haben, so ist jetzt der richtige Moment, dieses Thema nochmals zu verinnerlichen. Die folgenden Gedankengänge fußen darauf.

N steht also als dimensionslose Zahl, genauer Bedarfskennzahl. Um diese Bedarfskennzahl zu erkennen, schauen wir zuerst auf die beiden Werte unter dem Bruchstrich, also auf 3,5 multipliziert mit 5820.

Mit diesen beiden Zahlen ist eine Einheitswohnung beschrieben. In der leben drei bis vier Personen und damit als Mittelwert 3,5 Personen. Diese 3,5 Personen benötigen laut dieser Formel immer die Energiemenge zur Warmwasserbereitung von einer Wannenfällung je Person. Laut dieser Norm beträgt diese Energiemenge für eine Wannenfällung 5820 Wh.

Die Bedarfskennzahl 1 steht also für $3,5 \cdot 5820$ Wh, also letztlich 20 370 Wh.

Man bildet für ein Mehrfamilienhaus letztlich das Vielfache dieser Bedarfskennzahl.

Die weiteren Daten zur Bestimmung des Trinkwassererwärmers sind schon fast trivial. Wie viele Wohnungen sind zu versorgen und welche Anzahl an Personen sind jeder einzelnen Wohnung zuzuordnen? Wird in den Wohnungen tatsächlich jeweils gebadet oder doch nur geduscht? Die Erkenntnis aus dieser Festlegung führt zu dem Zapfstellenbedarf, also der Energiemenge, die gewissermaßen bereitstehen sollte, um eine sichere Versorgung zu gewährleisten.

Da man einen Investor für den Bau eines Mehrfamilienhauses nur schwer diese Fragen stellen kann, gibt die entsprechende Norm, also die DIN 4708 Auskunft oder zumindest Vorschlagswerte. Beispielsweise für die Annahme, wie viele Leute in eine geplante Wohnung einziehen werden, gibt es ein paar Schätzwerte, die sich bewährt haben. Man bezieht einfach die Größe der Wohnung auf eine Anzahl von Personen.

Raumzahl r	Belegungszahl p
1	2,0
1 ½	2,0
2	2,0
2 ½	2,3
3	2,7
3 ½	3,1
4	3,5
4 ½	3,9
5	4,3
5 ½	4,6
6	5,0
6 ½	5,4
7	5,6

Der Zapfstellenbedarf mit dem Kürzel w_v richtet sich danach, ob eine Normalausstattung vorgenommen wird oder ob es sich um eine Komfortausstattung handelt.



DICTIONARY

Warmwasserbereiter	=	water heater
Tauchsieder	=	immersion heater
Vorschlagswert	=	default value
Warmwasserspeicher	=	boiler, hot water tank

Nimmt man eine Normalausstattung an, so wird stumpf die Füllung einer Badewanne als Bedarf angenommen und der Wert von 5820 Wh wird pro Wannenfüllung eingesetzt. Das ist der einfachste Fall.

Etwas ausschweifender wird es bei gehobener Ausstattung. Das folgende Beispiel kommt ohne die gehobene Ausstattung aus und schafft das gleiche Verständnis für die Zusammenhänge.

BEISPIEL FÜR 30 WOHNUNGEN

In einem Wohnhaus sollen insgesamt 30 Wohneinheiten untergebracht werden. Sämtliche Wohnungen werden sanitärseitig mit Normalausstattung versehen.

Es gibt

- 6 Wohnungen mit je 3 Räumen (Typ 1)
- 4 Wohnungen mit je 4 Räumen (Typ 2)
- 20 Wohnungen mit je 5 Räumen (Typ 3)

Es gilt die Bedarfskennzahl für den Trinkwassererwärmer zu ermitteln.

Für Typ 1 darf laut Tabelle auf der vorigen Seite unterstellt werden, dass dort 2,7 Personen einziehen.

Für Typ 2 sind es 3,5 Personen und für Typ 3 demnach 4,3 Personen.

Das ergibt einen Energiebedarf von

$$\text{Typ 1} > 6 \cdot 2,7 \cdot 5820 \text{ Wh} = 94284 \text{ Wh}$$

$$\text{Typ 2} > 4 \cdot 3,5 \cdot 5820 \text{ Wh} = 81480 \text{ Wh}$$

$$\text{Typ 3} > 20 \cdot 4,3 \cdot 5820 \text{ Wh} = 500520 \text{ Wh}$$

Die Summe der Energiebedarfe beträgt

$$94284$$

$$+ 81480$$

$$+ 500520$$

$$= 676284$$

Umgangssprachlich steht da: Du sollst zur sicheren Warmwasserbereitung 676284 Wh bereithalten.

Teilt man diesen Wert durch den zugeordneten Einheitswert von 20370 Wh, so erhält man die Bedarfskennzahl des Trinkwassererwärmers.

$$676284 \text{ Wh} / 20370 \text{ Wh} = 33,2$$

Der Bedarf entspricht also dem von 33,2 Einheitswohnungen.

Die Größe eines Trinkwassererwärmers ist auch immer im Zusammenhang mit der Leistung der Wärmeerzeuger zu bestimmen

Bild: WAS_ / thinkstock



VERGLEICH ZUR ENTWIRRUNG

Bei einem Brunch unter Bodybuildern essen 6 der Gäste jeweils 4 Eier, 13 Gäste essen je 6 Eier und 10 Gäste essen pro Person 9 Eier. Wie viel Dutzend Eier müssen geordert werden?

$$\begin{aligned} &6 \cdot 4 \\ &+ 13 \cdot 6 \\ &+ 10 \cdot 9 \\ &= 312 \end{aligned}$$

Ein Dutzend Eier entspricht 12 Eiern.

$$312 / 12 = 26$$

Es müssen 26 Dutzend Eier besorgt werden.

SUCH DEN SPEICHER

Mit den bisher erarbeiteten Erkenntnissen muss es möglich sein, diese Bedarfskennzahl zu erreichen, entweder über die hohe Leistung eines Wärmeerzeugers von vielleicht 500kW oder über einen großen Vorrat an heißem Trinkwasser von vielleicht 5000l. Sie merken schon an der Übertreibung der jeweiligen Anforderungen, dass beide Anforderungen nicht zielführend sind. Ein Kessel mit 500kW Heizleistung könnte zwar den Warmwasserbedarf immer decken, wäre aber ansonsten gnadenlos überdimensioniert zur Beheizung der dreißig Wohnungen.

ZWEITES GESETZ ZUR WARMWASSERBEREITUNG

Entweder man geht mit großer Leistung des Wärmeerzeugers ran oder man setzt auf ein großes Speichervolumen, um einen Vorrat an Heißwasser zu schaffen.

Würde man hingegen 5000l an Wasser im Keller bunkern und in den Heizpausen des Wohnhauses aufheizen, so würde kein hygienischer Austausch des Wassers gewährleistet werden können.

Speicher-Wasser-erwärmer Logalux	Heizwasser-Vorlauf-temp.	Leistungskennzahl N_L bei Speichertemp. 60 °C
	°C	
LTN400	50	–
	60	–
	70	17
	80	22
	90	26
LTN550	50	–
	60	–
	70	21
	80	26
	90	30
LTN750	50	–
	60	–
	70	37
	80	49
	90	59
LTN950	50	–
	60	–
	70	41
	80	53
	90	68
LTN1500	50	–
	60	–
	70	70
	80	94
	90	113
LTN2000	50	–
	60	–
	70	101
	80	134
	90	160
LTN2500	50	–
	60	–
	70	148
	80	199
	90	242
LTN3000	50	–
	60	–
	70	156
	80	210
	90	255

Bild: Buderus

DRITTES GESETZ ZUR WARMWASSERBEREITUNG

Zu große Speichervolumina oder gar Reserven sind wegen der daraus resultierenden Hygieneproblematik unbedingt zu vermeiden.

Man sucht einen Kompromiss zwischen Speichergöße und Kesselleistung. In der dargestellten Tabelle wird für die Bedarfskennzahl von genau 33,2 kein Speicher angeboten. Punktlandungen wären auch eher zufällig. Man greift in einem solchen Fall zu dem nächsthöheren Wert. Aus der dargestellten Tabelle zeigt sich der LTN750 mit einer NL-Zahl von 37 als wirtschaftlicher Kandidat.

SPEICHER GEWÄHLT UND FERTIG?

Im Hintergrund steht immer noch die Logik, dass ja auch ein entsprechender Wärmeerzeuger die Leistung zur Nachheizung liefern können sollte, ohne dass das Wohnhaus während der Heizpause dabei empfindlich abkühlt. Vor diesen im Beispiel ausgewählten 750-Liter-Speicher also einen 20-kW-Kessel zu montieren wäre logischerweise wenig hilfreich. Über die Heizlast des Gebäudes ist aber auch die Leistung des Wärmeerzeugers bereits ermittelt worden. Im Beispiel sollen diese 30 Wohnungen zusammen mit 70kW Heizleistung versorgt werden können. Und ohne einen Zuschlag auf diese 70kW kann überprüft werden, wie lange dieser Wärmeerzeuger nun benötigen würde, den komplett entladenen Speicher durchzuwärmen. Bitte beachten Sie bei der folgenden Berechnung: Obwohl bei der Zapfung von 45°C ausgegangen wird, soll der Speicher auf 60°C erwärmt werden. Das schafft natürlich größere Reserven für den Zapfvorgang von 45°C

Daher ergibt sich:

$$Q = 750\text{kg} \cdot 1,163\text{Wh}/(\text{kgK}) \cdot 50\text{K}$$

$$Q = 43.613\text{Wh}$$

Und aus der Formel für die Zeit ergibt sich:

$$\frac{43.613\text{Wh}}{70.000\text{W}} = t = 0,623\text{h} \approx 37\text{Min}$$

Es dürfte also unproblematisch sein, wenn das Gebäude im Falle einer kompletten Durchladung des Speichers mal 37 Minuten ohne Beheizung auskommen muss.

Alles gut also ...

Beispiele für die Leistungskennzahl von Speicherwassererwärmern einer Baureihe aus dem Hause Buderus