

Berechnungsgrundlagen Warmwasserbereitung I

	Formel	Beispiel
Erforderliche Wärmemenge Q in Wh	$Q = m \cdot c \cdot \Delta \vartheta$	Wieviel Wh sind erforderlich, um 80 kg Wasser von ϑ_1 10°C auf ϑ_2 55°C zu erwärmen? $Q = \frac{80 \text{ kg} \cdot 1,163 \text{ Wh} \cdot 45 \text{ K}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ $Q = 4187 \text{ Wh} \approx 4,2 \text{ kWh}$
Erforderlicher Energiebedarf W (Arbeit) in Wh	$W = \frac{m \cdot c \cdot \Delta \vartheta}{\eta}$	Wieviel Energie ist erforderlich, um 80 kg Wasser von ϑ_1 10°C auf ϑ_2 55°C zu erwärmen? $W = \frac{80 \text{ kg} \cdot 1,163 \text{ Wh} \cdot 45 \text{ K}}{0,98 \text{ kg} \cdot \text{K}}$ $W = 4272 \text{ Wh} \approx 4,3 \text{ kWh}$
Erforderliche Leistung P in W	$P = \frac{m \cdot c \cdot \Delta \vartheta}{t \cdot \eta}$	80 kg Wasser sollen von ϑ_1 10°C auf ϑ_2 55°C in 8 h erwärmt werden. $P = \frac{80 \text{ kg} \cdot 1,163 \text{ Wh} \cdot 45 \text{ K}}{8 \text{ h} \cdot 0,98 \text{ Kg} \cdot \text{K}}$ $P = 534 \text{ W}$
Aufheizzeit t in h	$t = \frac{m \cdot c \cdot \Delta \vartheta}{P \cdot \eta}$	Erforderliche Aufheizzeit für 80 kg Wasser von ϑ_1 10°C auf ϑ_2 55°C erwärmt bei 2000 W Anschlußleistung $t = \frac{80 \text{ kg} \cdot 1,163 \text{ Wh} \cdot 45 \text{ K}}{2000 \text{ W} \cdot 0,98 \text{ Kg} \cdot \text{K}}$ $t = 2,1 \text{ h}$
Mischwassertemperatur ϑ_M in °C	$\vartheta_M = \frac{m_1 \cdot \vartheta_1 + m_2 \cdot \vartheta_2}{m_1 + m_2 (m_M)}$	Bei Mischung von 80 kg Wasser (m_2) von ϑ_2 55°C mit 40 kg Wasser (m_1) von ϑ_1 10°C. $\vartheta_M = \frac{40 \text{ kg} \cdot 10^\circ\text{C} + 80 \text{ kg} \cdot 55^\circ\text{C}}{40 \text{ kg} + 80 \text{ kg}}$ $\vartheta_M = 40^\circ\text{C}$
Mischwassermenge m_M in kg bzw. l	$m_M = \frac{m_2 \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)}{\vartheta_M - \vartheta_1}$	Wieviel Mischwasser mit einer Temperatur von ϑ_M 40°C erhält man durch Zumischen von kaltem Wasser in 10°C in 80 kg Warmwasser mit ϑ_2 55°C $m_M = \frac{80 \text{ kg} \cdot (55^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C})}{40^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}}$ $m_M = 120 \text{ kg} \approx 120 \text{ l}$

Berechnungsgrundlagen Warmwasserbereitung II

Warmwasserdurchfluß und Warmwassertemperatur von Durchlauferhitzern.

	Formel	Beispiel
Zeitlicher Durchfluß \dot{m}_D (Umrechnung von Stunde in Minute) in kg/min	$\dot{m}_D = \frac{P}{c \cdot \Delta \vartheta} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \cdot (\vartheta_2 - \vartheta_1)$	Durchlauferhitzer DHE 21, Nennleistung 21000 W Wie groß ist der zeitliche Durchfluß \dot{m}_D , wenn die Warmwassertemperatur $\vartheta_2 = 38^\circ\text{C}$ und Kaltwassertemperatur $\vartheta_1 = 10^\circ\text{C}$ beträgt? $\dot{m}_D = \frac{21000 \text{ W}}{1,163 \frac{\text{Wh}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 28 \text{ K}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}}$ $\dot{m}_D = 10,7 \text{ kg/min} \hat{=} 10,7 \text{ l/min}$

Faustformeln für den zeitlichen Durchfluß bei einer Temperaturerhöhung von:

28 K $\Delta \vartheta$ (von 12°C auf 40°C)	$\dot{m}_D = \frac{\text{Anschlußleistung in kW}}{2} \cdot \frac{P}{2} \approx \text{ca. l/min}$	$\frac{21 \text{ kW}}{2} = 10,5 \text{ l/min}$
43 K $\Delta \vartheta$ (von 12°C auf 55°C)	$\dot{m}_D = \frac{\text{Anschlußleistung in kW}}{3} \cdot \frac{P}{3} \approx \text{ca. l/min}$	$\frac{21 \text{ kW}}{3} = 7,0 \text{ l/min}$
Warmwassertemperatur ϑ_2 in $^\circ\text{C}$	$\vartheta_2 = \frac{P}{c \cdot \dot{m}_D} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} + \vartheta_1$	Durchlauferhitzer DHE 21, Nennleistung 21000 W Wie groß ist die Warmwassertemperatur ϑ_2 , wenn die Durchflußmenge $\dot{m}_D = 10,7 \text{ kg/min}$ und die Kaltwassertemperatur $\vartheta_1 = 10^\circ\text{C}$ beträgt? $\vartheta_2 = \frac{21000 \text{ W}}{1,163 \frac{\text{Wh}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 10,7 \frac{\text{kg}}{\text{min}}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} + 10^\circ$ $\vartheta_2 = 38 \text{ K} \hat{=} 38^\circ\text{C}$

Faustformeln Warmwassertemperatur ϑ_2

Warmwassertemperatur ϑ_2 in $^\circ\text{C}$	$\vartheta_2 = \frac{14 \cdot P (\text{kW})}{\dot{m}_D} + \vartheta_1$ (Faktor „14“ = $\frac{1000}{60 \cdot 1,163}$)	$\vartheta_2 = \frac{14 \cdot 21 \text{ kW}}{10,7 \text{ kg/min}} + 10^\circ\text{C}$ $\vartheta_2 = 37,5^\circ\text{C}$
---	--	---

Faustformeln für die Anschlußleistung

Anschlußleistung P in kW	$P = \text{l/min} \cdot \Delta \vartheta (\vartheta_2 - \vartheta_1) \cdot 0,073$
------------------------------------	---

Faustformeln für Mischwassermenge bei Kaltwassertemperatur 10°C

z. B. 80 Liter auf 65°C aufgeheizt	Warmwassermenge mit $65^\circ\text{C} : 2 \hat{=} \text{Mischwassermenge von ca. } 37^\circ\text{C}$
--	--

Faustformel für Energieverbrauch

Für den Preis von 1 kWh bekommt man	ca. 10 Liter Wasser von 85°C oder 20 Liter Wasser von 50°C oder 30 Liter Wasser von 37°C
--	--

Erklärung der Formelzeichen

Q = Wärmemenge in Wh m = Wassermenge in kg* P = Leistung in W W = Energiebedarf in Wh t = Aufheizzeit in h η = Wirkungsgrad * 1 kg $\hat{=} 1$ Liter	c = Spezifische Wärme in $\frac{\text{Wh}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ Wasser c = $1,163 \frac{\text{Wh}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ $\hat{=} 4,1868 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$	$\Delta \vartheta$ = Temperaturdifferenz in K ($\vartheta_2 - \vartheta_1$) ϑ_1 = Kaltwassertemperatur in $^\circ\text{C}$ ϑ_2 = Warmwassertemperatur in $^\circ\text{C}$ ϑ_M = Mischwassertemperatur in $^\circ\text{C}$ m_1 = Kaltwassermenge in kg m_2 = Warmwassermenge in kg m_M = Mischwassermenge in kg \dot{m}_D = zeitlicher Durchfluß in kg/min.
--	--	---