

Formelsammlung

Fachangestellte für Bäderbetriebe Meister für Bäderbetriebe

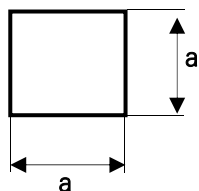
Erstellt von Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Hetterich,
mit Ergänzungen von Dipl.-Ing. (FH) Peter Vltavsky, Thomas Stiller

Inhalt

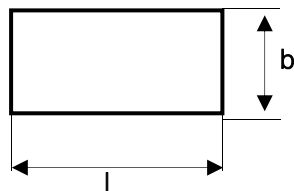
<p>Flächenberechnungen 2</p> <p> Quadrat, Rechteck 2</p> <p> Dreieck, Trapez 2</p> <p> Satz des Pythagoras..... 3</p> <p> Heronische Formel..... 3</p> <p> Kreis, Kreisring 4</p> <p>Volumenberechnungen..... 5</p> <p> Würfel, Quader 5</p> <p> Zylinder..... 5</p> <p> Prisma 5</p> <p> Pyramide, Kegel, schräge und spitze Körper .. 6</p> <p> Kegelstumpf, Pyramidenstumpf 6</p> <p> Kugel 7</p> <p>Allgemeine Mechanik 8</p> <p> Geschwindigkeit 8</p> <p> Dichte..... 8</p> <p> Gewichtskraft..... 8</p> <p> Druck..... 8</p> <p> Schweredruck (z.B. bei einer Wassersäule in einem Gefäß) 9</p> <p> Druckausbreitung (z.B. Hydraulische Presse) 9</p> <p> Gesetz von Boyle-Mariotte (Druck in Gasen) .. 9</p> <p> Vereinfachte Gleichung für Gasfüllungen oder Gasentnahme bei Druckbehältern 9</p> <p> Auftrieb in Flüssigkeiten 10</p> <p> Volumenstrom - Durchfluss - Massenstrom. 10</p> <p> Mechanische Arbeit 11</p>	<p> Mechanische Leistung 11</p> <p> Pumpenleistung 11</p> <p> Gesamtförderhöhe H 12</p> <p> Pumpenwirkungsgrad 12</p> <p> Gesamtwirkungsgrad 12</p> <p>Elektrotechnik 13</p> <p> Ohmsches Gesetz..... 13</p> <p> Elektrische Leistung..... 13</p> <p> Elektrische Arbeit 13</p> <p> Stromkosten..... 13</p> <p>Wärmelehre 14</p> <p> Wärmemenge 14</p> <p> Wärmeenergiewirkungsgrad (z. B. einer Heizung) 14</p> <p> Gesamtwirkungsgrad 14</p> <p> Brennstoffmengenermittlung für Warmwasserbereitung..... 14</p> <p> Heizkostenermittlung für die Warmwasserbereitung..... 15</p> <p> Mischwasserberechnungen..... 15</p> <p>Bäderspezifisches Fachrechnen 16</p> <p> Nennbelastung nach DIN 19643 16</p> <p> Volumenstrom nach DIN 19643..... 16</p> <p> Umwälzperiode 17</p> <p> Mindestvolumen der Warmsprudelbecken in kombinierter Nutzung..... 17</p> <p> Dosierleistung von Chlor sowie Chlorgasbedarfsberechnung 17</p>
--	---

Flächenberechnungen

Quadrat, Rechteck



$$A = a \cdot a$$



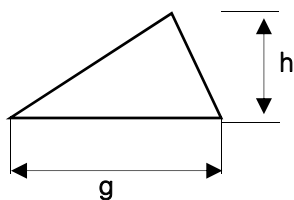
$$A = l \cdot b$$

A = Fläche in cm²

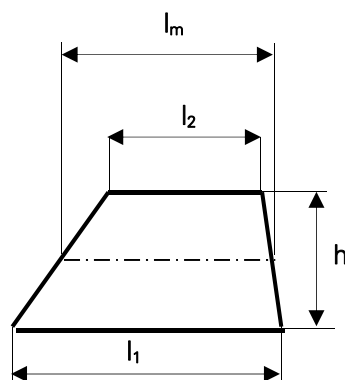
a, l = Länge..... in cm

b = Breite..... in cm

Dreieck, Trapez



$$A = \frac{g \cdot h}{2}$$



$$A = l_m \cdot h = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot h$$

A = Fläche in cm²

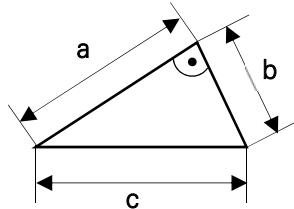
g = Grundlinie..... in cm

h = Höhe..... in cm

l, l₁, l₂, l_m = Länge..... in cm

Satz des Pythagoras

Kann zur Berechnung einer Seitenlänge in rechtwinkligen Dreiecken verwendet werden.



$$a^2 + b^2 = c^2$$

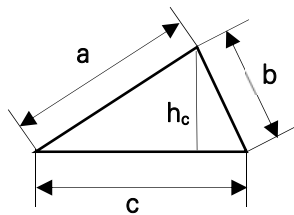
a, b = Katheten in cm

c = Hypotenuse in cm

Die Hypotenuse (Seite c) ist die dem rechten Winkel gegenüberliegende und damit auch die längste Seite im Dreieck.

Heronische Formel

Kann zur Berechnung der Fläche eines beliebigen Dreiecks verwendet werden, wenn alle drei Seitenlängen und damit auch der Umfang bekannt sind.



$$A = \sqrt{s \cdot (s - a) \cdot (s - b) \cdot (s - c)}$$

$$s = \frac{U}{2}$$

$$h_c = \frac{2 \cdot A}{c}$$

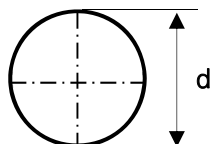
a, b, c = Seiten im Dreieck in cm

h_c = Höhe über der Seite c in cm

U = Umfang in cm

s = halber Umfang in cm

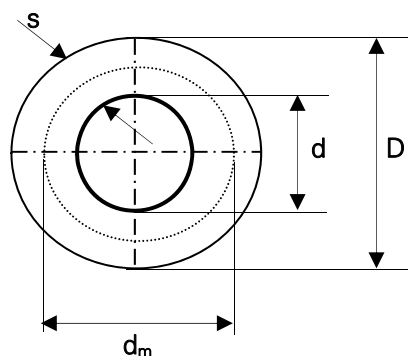
Kreis, Kreisring



$$A = r^2 \cdot \pi$$

$$A = d^2 \cdot \frac{\pi}{4}$$

$$d = 2 \cdot r$$



$$A = D^2 \cdot \frac{\pi}{4} - d^2 \cdot \frac{\pi}{4} \text{ oder}$$

$$A = d_m^2 \cdot \pi \cdot s$$

A = Fläche in cm²

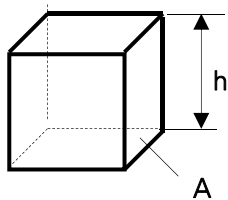
r = Radius in cm

d, D, d_m = Durchmesser in cm

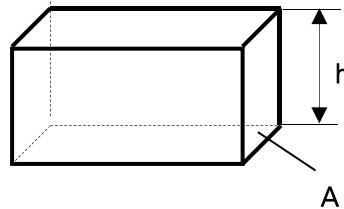
s = Ringbreite in cm

Volumenberechnungen

Würfel, Quader



$$V = A_{\text{Quadrat}} \cdot h$$



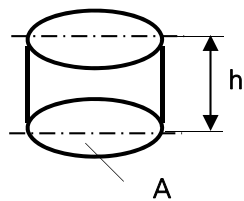
$$V = A_{\text{Rechteck}} \cdot h$$

V = Volumen..... in cm³

A = Fläche in cm²

h = Höhe..... in cm

Zylinder



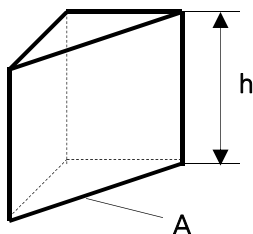
$$V = A_{\text{Kreis}} \cdot h$$

V = Volumen..... in cm³

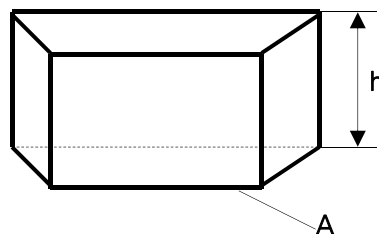
A = Fläche in cm²

h = Höhe..... in cm

Prisma



$$V = A_{\text{Dreieck}} \cdot h$$



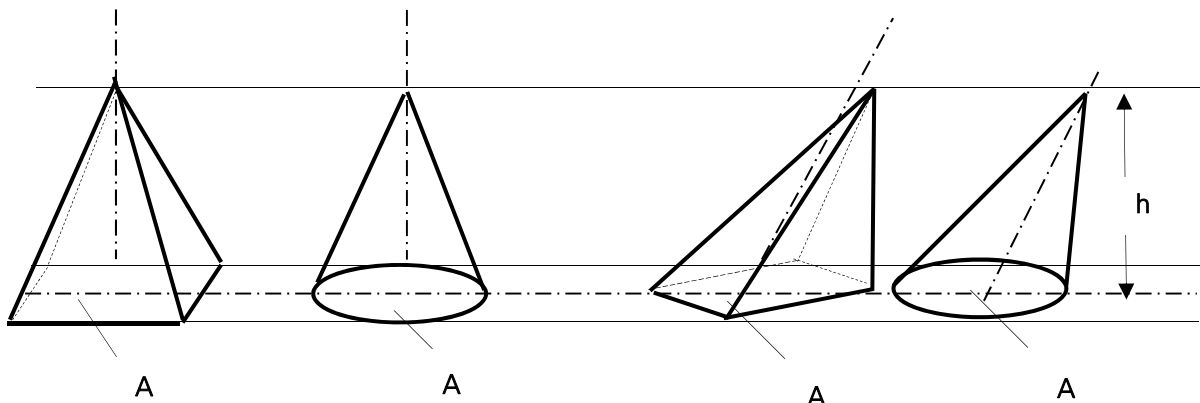
$$V = A_{\text{Trapez}} \cdot h$$

V = Volumen..... in cm³

A = Fläche in cm²

h = Höhe..... in cm

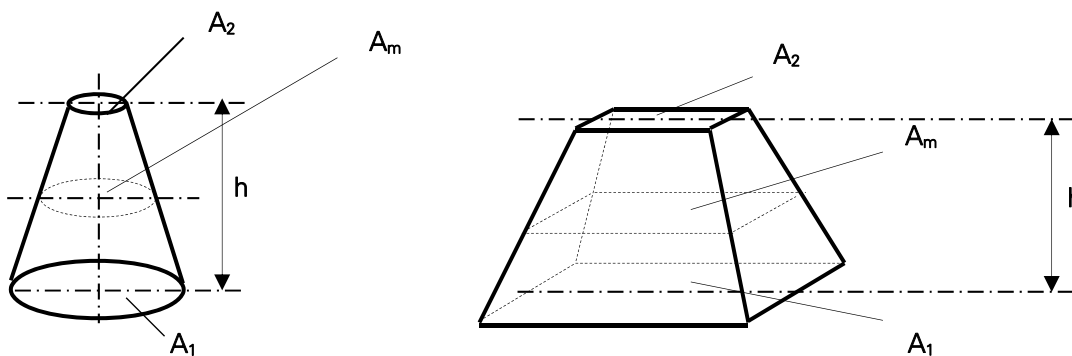
Pyramide, Kegel, schräge und spitze Körper



Grundformel $V = \frac{1}{3} A \cdot h$

V = Volumen..... in cm³
 A = Fläche in cm²
 h = Höhe..... in cm

Kegelstumpf, Pyramidenstumpf

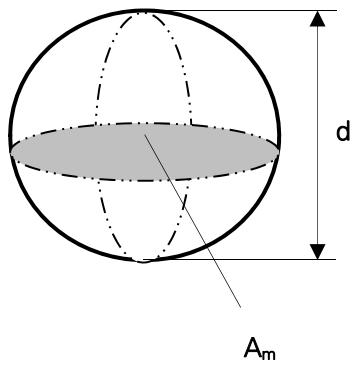


Überschlagsformel (nur anwenden bis $A_1 \leq 2A_2$)

$$V = \frac{h}{3} \cdot (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \cdot A_2}) \quad A_m = l_m \cdot b_m \quad V \approx A_m \cdot h$$

V = Volumen..... in cm³
 A₁, A₂, A_m = Fläche in cm²
 h = Höhe..... in cm

Kugel



$$A_m = d^2 \cdot \frac{\pi}{4}$$

$$V = \frac{\pi \cdot d^3}{6}$$

V = Volumen..... in cm³

A_m = Fläche in cm²

d = Durchmesser in cm

Allgemeine Mechanik

Geschwindigkeit

Unter Geschwindigkeit v eines Körpers versteht man den von ihm zurückgelegten Weg s pro dafür benötigte Zeit t .

$$v = \frac{s}{t}$$

v = Geschwindigkeit..... in m/s
 s = Weg..... in m
 t = Zeit..... in s

Dichte

Bezieht man die Masse (Stoffmenge) eines Körpers auf dessen Volumen, so erhält man die Dichte, sie wird mit dem griechischen Buchstaben ρ (rho) bezeichnet. Die Einheit der Dichte ist kg/dm^3 .

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ρ = Dichte..... in kg/dm^3
 m = Masse..... in kg
 V = Volumen..... in dm^3

Gewichtskraft

Die Gewichtskraft (auch Gewicht oder Schwere genannt) ist die auf einen Körper einwirkende Kraft, die durch das Schwerfeld der Erde erzeugt wird. Dabei werden alle Körper von der Erde mit der Erdbeschleunigung von $9,81 \text{ m/s}^2$ angezogen. Gemessen wird die Gewichtskraft in der Einheit Newton (N).

$$F_G = m \cdot g$$

F_G = Gewichtskraft..... in N [1N = 1 kgm/s^2]
 m = Masse..... in kg
 g = Erdbeschleunigung..... in m/s^2

Druck

Der Druck ist die Kraft, die auf eine bestimmte Fläche einwirkt. Die Einheit des Druckes ist N/cm^2 . In der angewandten Technik wird aber oft die Einheit bar (1 bar = 10 N/cm^2) verwendet.

$$p = \frac{F}{A}$$

p = Druck..... in N/cm^2
 F = Kraft..... in N
 A = Fläche..... in cm^2

Schweredruck (z.B. bei einer Wassersäule in einem Gefäß)

Der Schweredruck ist der Druck in einer bestimmten Tiefe, der durch die eigene Masse der darüberstehenden Flüssigkeit oder des darüberstehenden Gases hervorgerufen wird. Die Einheit des Druckes ist N/cm². In der angewandten Technik wird aber oft die Einheit bar (1 bar = 10 N/cm²) verwendet.

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

- p = (Schwere) Druck in N/cm²
- ρ = Dichte in kg/cm³
- g = Erdbeschleunigung in m/s²
- h = Höhe der Flüssigkeitssäule in cm

Druckausbreitung (z.B. Hydraulische Presse)

Der Druckkolben wird von Punkt P₁ mit einem Druck p bis zu Punkt P₂ verschoben und legt die Strecke s₁ zurück. Hierbei wird das Flüssigkeitsvolumen V₁ in den Arbeitskolben verdrängt. Hierdurch wird der Arbeitskolben um das gleiche Volumen V₂ von Punkt P₃ nach Punkt P₄ verschoben und legt dabei die Wegstrecke s₂ zurück.

$$V_1 = V_2 \Rightarrow A_1 \cdot s_1 = A_2 \cdot s_2$$

- V₁; V₂ = Volumen der Kolben in cm³
- A₁; A₂ = Fläche der Kolben in cm²
- s₁; s₂ = Weg der Kolben in cm

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2}$$

- F₁; F₂ = Kolbenkräfte in N
- A₁; A₂ = Fläche der Kolben in cm²

Gesetz von Boyle-Mariotte (Druck in Gasen)

Das Produkt aus dem Volumen V und dem Druck p einer abgeschlossenen Gasmenge erweist sich bei gleichbleibender Temperatur als konstant.

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

- p₁ ; p₂ = Druck einer abgeschlossenen Gasmenge in N/cm²
- V₁ ; V₂ = Volumen der abgeschlossenen Gasmenge in cm³

Vereinfachte Gleichung für Gasfüllungen oder Gasentnahme bei Druckbehältern

Wird die Gasmenge eines Raumes immer um die Gleiche Menge des Rauminhalts vermehrt, steigt der Druck in diesem Raum jeweils um 1 bar

$$Q = V \cdot p$$

- Q = Gasmenge in dm³
- V = Druckbehälterinhalt in dm³/bar
- p = Druck im Behälter in bar

Auftrieb in Flüssigkeiten

Ein vollständig in eine Flüssigkeit eingetauchter Körper V_K erfährt eine Auftriebskraft F_A , die seiner Gewichtskraft entgegenwirkt. Der eingetauchte Körper verdrängt hierbei ein entsprechendes Flüssigkeitsvolumen.

$$F_A = \rho_{F1} \cdot g \cdot V_{vF1} \quad (\text{bei einem vollständig eingetauchten Körper: } V_K = V_{vF1})$$

F_A = Auftriebskraft in N
 ρ_{F1} = Dichte der Flüssigkeit in kg/dm³
 g = Erdbeschleunigung in m/s²
 V_K = Volumen des eingetauchten Körpers in dm³
 V_{vF1} = Verdrängtes Flüssigkeitsvolumen in dm³

Die Auftriebskraft entspricht demnach der Gewichtskraft des verdrängten Flüssigkeitsvolumens.

$$F_A = F_{G-vF1} \quad \rightarrow \quad \rho_{F1} \cdot g \cdot V_K = m_{vF1} \cdot g$$

F_{G-vF1} = Gewichtskraft des verdrängten Flüssigkeitsvolumens in N [1N = 1 kgm/s²]
 m_{vF1} = Masse des verdrängten Flüssigkeitsvolumens in kg

Die Differenz aus der Auftriebskraft F_A des Körpers sowie dessen Gewichtskraft F_{G-K} ergibt die Belastungskraft F_B des Auftriebskörpers. Dadurch können schwimmende Körper zusätzliche Lasten aufnehmen oder durch die Kräfte in die Flüssigkeit gedrückt werden.

$$F_B = F_A - F_{G-K}$$

F_B = Belastungskraft in N [1N = 1 kgm/s²]

Ein Körper taucht so tief in eine Flüssigkeit ein, bis die eigene Gewichtskraft der Gewichtskraft des durch ihn verdrängten Flüssigkeitsvolumens entspricht. Der Körper schwimmt auf der Flüssigkeit und taucht nur teilweise in die Flüssigkeit ein.

Volumenstrom - Durchfluss - Massenstrom

Unter Volumenstrom Q versteht man das Volumen V eines Mediums wie z.B. Wasser, das sich während einer bestimmten Zeiteinheit t durch einen Querschnitt A (z. B. einer Rohrleitung) bewegt.

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

Q = Volumenstrom in m³/h
 V = Volumen in m³
 t = Zeit in h

$$Q = A \cdot v$$

Q = Volumenstrom in m³/h
 A = Querschnittsfläche der Rohrleitung in m²
 v = Fließgeschwindigkeit des Mediums in m/h

$$m' = \frac{m}{t}$$

m' = Massenstrom..... in kg/h
 m = Masse in kg
 t = Zeit in h

Mechanische Arbeit

Die Mechanische Arbeit W ist gleich dem Produkt aus dem zurückgelegten Weg und der Kraft. Die Einheit der Mechanischen Arbeit ist $Nm = J$.

$$W = F \cdot s$$

W = Mechanische Arbeit in $Nm = J$
 F = Kraft..... in N
 s = Weg der Kraft..... in m

Mechanische Leistung

Will man angeben, in welcher Zeit eine bestimmte Arbeit verrichtet wird, so bedient man sich des Begriffes Mechanische Leistung P , d.h. die Leistung ist nicht nur von der Kraft und dem zurückgelegten Weg abhängig, sondern auch von der dazu benötigten Zeit.

Die Einheit der Mechanischen Leistung ist $Nm/s = J/s = \text{Watt (W)}$.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t}$$

P = Mechanische Leistung in $W = Nm/s = J/s$
 W = Mechanische Arbeit in $Nm = J$
 F = Kraft..... in N
 s = Weg der Kraft..... in m
 t = Zeit in s

Pumpenleistung

Bei der Pumpenleistung handelt es sich um eine mechanische Leistung. Um z. B. die (träge) Masse von einem Liter Wasser (= 1 kg entspricht einer Gewichtskraft von 9,81 N) in einer Sekunde um die Höhe von einem Meter zu heben, bedarf es der nachfolgenden Leistung.

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{W}{t} = \frac{F_G \cdot s}{t} = \frac{m \cdot g \cdot s}{t} \quad \text{z.B.} \quad \frac{1 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m / s}^2 \cdot 1 \text{ m}}{1 \text{ s}} = \\
 &= 9,81 \text{ Nm / s} = 9,81 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Gesamtförderhöhe H

Druckverluste werden in zusätzliche Förderhöhe h_v umgerechnet (meist in m Wassersäule angegeben) und zu der geodätischen (tatsächlichen) Förderhöhe h_{geo} hinzuaddiert, wodurch sich die Gesamtförderhöhe H ergibt.

$$H = h_{geo} + h_v$$

$$H = h_{geo} + h_v$$

H = Gesamtförderhöhe in m

h_{geo} = geodätische Förderhöhe..... in m

h_v = zusätzliche Förderhöhe durch Druckverluste in m

Ersetzt man bei der obigen Formel jetzt noch den Weg s durch die Gesamtförderhöhe H, die durch den Pumpvorgang überwunden werden muss, so ergibt sich die folgende Formel zur Pumpenleistung

$$P_p = \frac{W}{t} = \frac{F_G \cdot H}{t} = \frac{m \cdot g \cdot H}{t} = \frac{m}{t} \cdot g \cdot H$$

P_p = abzugebende Pumpen-Leistung..... in W

H = Weg bzw. Förderhöhe in m

m/t = Massenstrom, der aus Volumenstrom Q berechnet werden kann

Pumpenwirkungsgrad

$$\eta = \frac{\text{abgegebene Leistung}}{\text{zugeführte Leistung}} = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$$

η = Wirkungsgrad

P_{ab} = Leistung, die von der Pumpe abgegeben wird in W

P_{zu} = Leistung, die von der Pumpe aufgenommen wird in W

Gesamtwirkungsgrad

$$\eta_{Ges} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \dots$$

Elektrotechnik

Ohmsches Gesetz

Je größer die Spannung und je kleiner der Widerstand, umso mehr Strom fließt.

$$I = \frac{U}{R}$$

I = elektrische Stromstärke in A

U = elektrische Spannung in V

R = elektrischer Widerstand..... in Ω

Elektrische Leistung

Die elektrische Leistung wird definiert als das Produkt aus der Spannung U und dem Strom I.

$$P = U \cdot I$$

P = elektrische Leistung in W [1 W = 1 VA]

U = elektrische Spannung in V

I = elektrische Stromstärke in A

Elektrische Arbeit

Die mechanische Arbeit unterscheidet sich von der mechanischen Leistung durch den Faktor Zeit, d. h. die mechanische Leistung ist gleich dem Quotienten aus mechanischer Arbeit und Zeit.

Genauso verhält sich die elektrische Leistung zur elektrischen Arbeit:

$$W = P \cdot t$$

W = elektrische Arbeit in Ws = VAs

P = elektrische Leistung..... in W [1 W = 1 VA]

t = Zeit in s

Stromkosten

Die Leistung, die der elektrische Strom über eine bestimmte Einschaltzeit erbringt, ist die elektrische Arbeit. Diese wird am Stromzähler abgelesen.

$$K_A = W \cdot T$$

K_A = Stromkosten in €

W = elektrische Arbeit in kWh

T = tariflicher Strompreis..... in €/kWh

Wärmelehre

Wärmemenge

Die spezifische Wärmekapazität c eines Stoffes gibt an, wie viel Energie (Kilojoule kJ) man braucht, um die Temperatur von 1 kg des betreffenden Stoffes um 1 K zu erhöhen. Erhöht ein Körper der Masse m seine Temperatur um den Betrag ΔT , dann wird seine innere Energie um die Wärmemenge Q_W erhöht:

$$Q_W = c \cdot m \cdot \Delta T$$

Q_W = Wärmemenge in kJ
 c = spezifische Wärmekapazität in kJ/(kgK)
 z.B. $c_{\text{Wasser}} = 4,19$ kJ/(kgK)
 m = Masse des zu erwärmenden Körpers in kg
 ΔT = Temperaturunterschied in K

Wärmeenergiewirkungsgrad (z. B. einer Heizung)

$$\eta = \frac{\text{abgegebene Wärmemenge}}{\text{zugeführte Wärmemenge}} = \frac{Q_{\text{ab}}}{Q_{\text{zu}}} \quad \text{oder} \quad \eta = \frac{\text{abgegebene Wärmeenergie}}{\text{zugeführte Wärmeenergie}} = \frac{W_{\text{ab}}}{W_{\text{zu}}}$$

η = Wirkungsgrad
 Q_{ab} = abgegebene Wärmemenge in kJ
 Q_{zu} = zugeführte Wärmemenge in kJ
 W_{ab} = abgegebene Wärmeenergie in kJ
 W_{zu} = zugeführte Wärmeenergie in kJ

Gesamtwirkungsgrad

$$\eta_{\text{Ges}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \dots$$

Brennstoffmengenermittlung für Warmwasserbereitung

Um die Brennstoffmenge bei der Warmwasserbereitung ermitteln zu können, ist neben der erforderlichen Wärmemenge und dem Wirkungsgrad der Heizanlage noch der Heizwert des verwendeten Brennstoffes notwendig.

Für gasförmige Brennstoffe

$$V_B = \frac{Q_W}{H_{\text{uB}} \cdot \eta}$$

V_B = Brennstoffvolumen (Gas) in m^3
 Q_W = Wärmemenge in kWh (1 kWh = 3.600 kJ)
 H_{uB} = Heizwert des Brennstoffes in kWh/ m^3
 η = Wirkungsgrad der Heizanlage

Für flüssige und feste Brennstoffe

$$m_B = \frac{Q_W}{H_u \cdot \eta}$$

- m_B = Brennstoffmasse (Öl, Kohle) in kg
- Q_W = Wärmemenge in kWh (1 kWh = 3.600 kJ)
- H_u = Heizwert für Öl oder Kohle in kWh/kg
- η = Wirkungsgrad der Heizanlage

Heizkostenermittlung für die Warmwasserbereitung

$$\text{Heizkosten} = \text{Brennstoffmenge} \cdot \frac{\text{Preis}}{\text{Menge}}$$

Daraus folgt für gasförmige Brennstoffe

$$Hk = V_B \cdot E_p$$

- Hk = Heizkosten in €
- V_B = Brennstoffvolumen..... in m³
- E_p = Preis pro Brennstoffeinheit in €/m³

Daraus folgt für flüssige und feste Brennstoffe:

$$Hk = m_B \cdot E_p$$

- Hk = Heizkosten in €
- m_B = Brennstoffmasse in kg
- E_p = Preis pro Brennstoffeinheit in €/kg

Mischwasserberechnungen

Werden zwei Stoffe mit unterschiedlichen Temperaturen vermischt, gleichen sich ihre Temperaturen aus. Man erhält eine Mischtemperatur. Der wärmere Stoff (enthält größere Wärmemenge) gibt seine Wärme an den kälteren Stoff (enthält kleinere Wärmemenge) ab. Die Gesamtwärmemenge muss aber aufgrund des Energieerhaltungssatzes erhalten bleiben.

$$\begin{aligned} \text{Mischwasserwärmemenge} &= \text{Kaltwasserwärmemenge} + \text{Warmwasserwärmemenge} \\ Q_m &= Q_k + Q_w \\ m_m \cdot c \cdot T_m &= m_k \cdot c \cdot T_k + m_w \cdot c \cdot T_w \end{aligned}$$

Da c in jedem Term vorhanden, kann c herausgekürzt werden.

Mischungsformel

$$m_m \cdot T_m = m_k \cdot T_k + m_w \cdot T_w$$

- T_m = Mischwassertemperatur in °C
- T_k = Kaltwassertemperatur..... in °C
- T_w = Warmwassertemperatur in °C
- m_m = Mischwassermenge in kg
- m_k = Kaltwassermenge in kg
- m_w = Warmwassermenge in kg

Bäderspezifisches Fachrechnen

Nennbelastung nach DIN 19643

Die Nennbelastung N (mittlere, stündliche Besucherbelastung) eines Beckens ist die Anzahl der Badenden, für die die jeweilige Beckenart (Nutzung) in einer Stunde Badebetriebszeit ausgelegt ist. Die Nennbelastung ergibt sich aus der Größe der Wasserfläche des jeweiligen Beckens, der Personen-Frequenz (n) und der Wasserfläche (a), die einer Person zur Verfügung stehen muss und die durch die jeweilige Beckennutzung vorgegeben wird (siehe Tab. 4 der DIN 19643 Teil 1).

$$N = \frac{A \cdot n}{a}$$

N = Nennbelastung in Pers/h
 A = Beckenwasserfläche n m²
 n = Personen-Frequenz in 1/h (solange kein anderer Wert angegeben ist)
 a = Wasserfläche pro Person in m²/Pers

$$N = N_{SB} + N_{SprB} + N_{NSB}$$

N = Nennbelastung der gesamten Beckenanlage
 N_{SB} = Nennbelastung Schwimmerbecken
 N_{SprB} = Nennbelastung Springerbecken
 N_{NSB} = Nennbelastung Nichtschwimmerbecken

Volumenstrom nach DIN 19643

Der Volumenstrom ist neben der Nennbelastung noch von den jeweils zum Einsatz kommenden Verfahrenstufen der Wasseraufbereitung und Desinfektion, der sogenannten Verfahrenskombination abhängig.

$$Q = \frac{N}{k}$$

Q = Aufbereitungs-Volumenstrom in m³/h
 N = Nennbelastung in Pers/h
 k = Belastbarkeitsfaktor in Pers/m³
 k = 0,5 Pers/m³ bei Verfahrenskombination ohne Ozonstufe
 k = 0,6 Pers/m³ bei Verfahrenskombination mit Ozonstufe
 k = 1,0 Pers/m³ bei Verfahrenskombination mit Ultrafiltration

$$Q_B = q \cdot L$$

Q_B = Beckenvolumenstrom in m³/h
 q = 1,0 m³/h/m Rinnenlänge in m³/ph/m
 L = Länge der Überlaufkante mind. 40 m in m

Umwälzperiode

Die Umwälzperiode t_u ist die Zeit, in der der Beckeninhalt einmal umgewälzt wird.

$$t_u = \frac{V}{Q}$$

t_u = Umwälzperiode..... in h, min
 V = Beckenvolumen in m^3
 Q = Volumenstrom in m^3/h

Mindestvolumen der Warmsprudelbecken in kombinierter Nutzung

Um eine Überlastung der Warmsprudelbecken in größeren Beckenanlagen zu vermeiden, muss bei einer Nennbelastung der Schwimmbeckenanlage > 50 Personen/Stunde für jeweils weitere 60 Personen/Stunde ein zusätzliches Warmsprudelbeckenvolumen von 1,2 m^3 vorhanden sein.

$$V = V_{\min} + \frac{N - 50 \text{ Pers/h}}{60 \text{ Pers/h}} \cdot 1,2 \text{ m}^3$$

V = Gesamtvolumen der Warmsprudelbecken in m^3
 V_{\min} = Mindestgesamtvolumen der Warmsprudelbecken = 4,0 m^3
 N = Nennbelastung der Beckenanlage in Pers/h

Dosierleistung von Chlor sowie Chlorgasbedarfsberechnung

Die Dosierleistungen von Chlorgasdosiergeräten, die für Chlorungsanlagen nach DIN 19643 zur Verfügung stehen müssen sind für

Hallenbäder: 2 Gramm Chlor pro Kubikmeter Reinwasser

Freibäder: 10 Gramm Chlor pro Kubikmeter Reinwasser

So ist die erforderliche Mindestdosierleistung eines Chlorgasdosiergeräts zu ermitteln:

$$P_{Cl} = Q \cdot k_{Cl}$$

P_{Cl} = Erforderliche Chlorgasmenge..... in g/h oder kg/h
 Q = Volumenstrom..... in m^3/h
 k_{Cl} = spezifische Chlorgasdosierleistung..... in g/ m^3

Der durchschnittliche Chlorverbrauch auf Grund der Nennbelastung berechnet sich wie folgt:

$$P_{Cl-N} = k_{Cl-N} \cdot N$$

P_{Cl-N} = Chlorverbrauch bei Nennbelastung..... in g/h oder kg/h
 k_{Cl-N} = Chlorverbrauch pro Person in g/Pers
 N = Nennbelastung in Pers/h

Die Anzahl der anzuschließenden Chlorgasbehälter richtet sich nach dem mittleren Chlorbedarf und der maximalen Entnahmemenge aus Flüssigchlorbehältern:

$$n_{Cl} = \frac{P_{Cl} \cdot 100 \text{ h}}{V_{BCl}}$$

n_{Cl} = Behälteranzahl

P_{Cl} = Chlorgasdosierleistung in g/h oder kg/h

V_{BCl} = Flüssigchlorinhalt des Behälters in kg