

Formelsammlung

**für das
Profil bildende Leistungskursfach**

Ingenieurwissenschaften Fachbereich Technik

im Bildungsgang D 15a des Beruflichen Gymnasiums

Winkelfunktionen	
$\sin \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}}$ $\cos \alpha = \frac{\text{Ankathete}}{\text{Hypotenuse}}$ $\tan \alpha = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Ankathete}}$	Winkel $[\alpha] = ^\circ$ Sinus $[\sin]$ Cosinus $[\cos]$ Tangens $[\tan]$
Satz des Pythagoras	
$a^2 + b^2 = c^2$	Kathete $[a] = \text{m}$ Kathete $[b] = \text{m}$ Hypotenuse $[c] = \text{m}$
Gewichtskraft	
$F_G = m \cdot g$ $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	Gewichtskraft $[F_G] = \text{N}$ Masse $[m] = \text{kg}$ Erdbeschleunigung $[g] = \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
Drehmoment	
$M = F \cdot l$	Drehmoment, Moment $[M] = \text{Nm}$ Kraft $[F] = \text{N}$ Hebellänge $[l] = \text{m}$
Geschwindigkeit	
geradlinige Bewegung $v = \frac{s}{t}$ kreisförmige Bewegung $v = \pi \cdot d \cdot n$	Geschwindigkeit $[v] = \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Weg $[s] = \text{m}$ Zeit $[t] = \text{s}$ Durchmesser $[d] = \text{m}$ Drehzahl, Drehfrequenz $[n] = \frac{1}{\text{s}}$
Zugversuch	
Streckgrenze $R_e = \frac{F_e}{S_0}$ Dehngrenze $R_{p0,2} = \frac{F_{p0,2}}{S_0}$ Zugfestigkeit $R_m = \frac{F_m}{S_0}$ Bruchdehnung $A = \frac{L_U - L_0}{L_0} \cdot 100\% = \frac{\Delta L}{L_0} \cdot 100\%$ Zugspannung $\sigma_z = \frac{F_z}{S}$	Streckgrenze $[R_e] = \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ Zugkraft an der Streckgrenze $[F_e] = \text{N}$ Anfangsquerschnitt der Probe $[S_0] = \text{mm}^2$ Dehngrenze $[R_{p0,2}] = \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ Zugkraft an der Dehngrenze $[F_{p0,2}] = \text{N}$ Zugfestigkeit $[R_m] = \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ Höchstzugkraft $[F_m] = \text{N}$ Bruchdehnung $[A] = \%$ Probenlänge nach dem Bruch $[L_U] = \text{mm}$ Anfangsmesslänge der Probe $[L_0] = \text{mm}$ Verlängerung der Probe $[\Delta L] = \text{mm}$ Zugspannung $[\sigma_z] = \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$ Zugkraft $[F_z] = \text{N}$ Bauteilquerschnitt $[S] = \text{mm}^2$

Schnittgrößen beim Bohren	
Drehzahl $n = \frac{v_c}{\pi \cdot d}$ Vorschubgeschwindigkeit $v_f = f \cdot n$	Drehzahl, Drehfrequenz $[n] = \frac{1}{min}$ Schnittgeschwindigkeit $[v_c] = \frac{m}{min}$ Durchmesser $[d] = mm$ Vorschubgeschwindigkeit $[v_f] = \frac{mm}{min}$ Vorschub $[f] = mm$
Beanspruchung auf Biegung	
vorhandene Spannung $\sigma_b = \frac{M_b}{W}$ zulässige Spannung $\sigma_{zul} = \frac{\sigma_{grenz}}{\nu}$	Biegespannung $[\sigma_b] = \frac{N}{mm^2}$ Biegemoment $[M_b] = Nm$ axiales Widerstandsmoment $[W] = cm^3$ zulässige Biegespannung $[\sigma_{zul}] = \frac{N}{mm^2}$ Grenzspannung $[\sigma_{grenz}] = \frac{N}{mm^2}$ Sicherheitszahl $[\nu] = ./.$
Beanspruchung auf Torsion	
vorhandene Spannung $\tau_t = \frac{M_t}{W_p}$ zulässige Spannung $\tau_{t\ zul} = \frac{\tau_{t\ grenz}}{\nu}$	Torsionsspannung $[\tau_t] = \frac{N}{mm^2}$ Torsionsmoment $[M_t] = Nm$ polares Widerstandsmoment $[W_p] = cm^3$ zulässige Torsionsspannung $[\tau_{t\ zul}] = \frac{N}{mm^2}$ Grenzspannung $[\tau_{t\ grenz}] = \frac{N}{mm^2}$ Sicherheitszahl $[\nu] = ./.$
Zusammengesetzte Beanspruchung (Biegung und Torsion) für Vollwellen	
$\sigma_{zul} = \frac{\sigma_{grenz}}{\nu}$ $M_V = \sqrt{M_b^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot M_t)^2}$ Anstrengungsverhältnis α_0 für Stahl: Biegung wechselnd, Torsion statisch oder schwelend: $\alpha_0 \approx 0,7$ Biegung und Torsion im gleichen Lastfall: $\alpha_0 \approx 1,0$ Biegung statisch oder schwelend, Torsion wechselnd: $\alpha_0 \approx 1,5$ $d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_V}{\pi \cdot \sigma_{zul}}}$	zulässige Biegespannung $[\sigma_{zul}] = \frac{N}{mm^2}$ Grenzspannung $[\sigma_{grenz}] = \frac{N}{mm^2}$ Sicherheitszahl $[\nu] = ./.$ Biegemoment $[M_b] = Nmm$ Torsionsmoment $[M_t] = Nmm$ Wellendurchmesser $[d] = mm$

Dimensionierung von Passfedern	
<p>mittlere Flächenpressung</p> $p_m = \frac{2 \cdot M_t}{d \cdot h_{tr} \cdot l_{tr} \cdot i \cdot \varphi} \leq p_{zul}$ <p>für Passfedern Bauformen A, C und E $l_{tr} = l - b$</p> <p>für Passfedern Bauformen B, D und F $l_{tr} = l$</p> <p>für tragende Passfederhöhe in der Nabe $h_{tr} = h - t_1$</p> <p>für tragende Passfederhöhe in der Welle $h_{tr} = t_1$</p> <p>Traganteil Passfedern eine Passfeder $\varphi = 1$ zwei Passfedern $\varphi = 0,75$</p> <p>zulässige Flächenpressung</p> $p_{zul} = \frac{R_e}{v_F} = \frac{R_m}{v_B}$ <p>bei größter Sicherheit:</p> $v_F = 1,5$ $v_B = 2$	<p>mittlere Flächenpressung $[p_m] = \frac{N}{mm^2}$</p> <p>Torsionsmoment an der Welle $[M_t] = Nmm$</p> <p>Wellendurchmesser $[d] = mm$</p> <p>tragende Passfederhöhe $[h_{tr}] = mm$</p> <p>tragende Passfederlänge $[l_{tr}] = mm$</p> <p>Anzahl Passfedern $[i] = ./.$</p> <p>Traganteil Passfedern $[\varphi] = ./.$</p> <p>Passfederlänge $[l] = mm$</p> <p>Breite der Passfeder $[b] = mm$</p> <p>Höhe der Passfeder $[h] = mm$</p> <p>Traghöhe Wellennut $[t_1] = mm$</p> <p>Zugfestigkeit $[R_m] = \frac{N}{mm^2}$</p> <p>zulässige Flächenpressung $[p_{zul}] = \frac{N}{mm^2}$</p> <p>Sicherheit gegen Fließen $[v_F] = ./.$</p> <p>Sicherheit gegen Bruch $[v_B] = ./.$</p>
Arbeit, mechanische Leistung und Wirkungsgrad	
<p>Hubarbeit</p> $W_H = m \cdot g \cdot h$ $g = 9,81 \frac{m}{s^2}$	<p>Hubarbeit $[W_H] = J$</p> <p>Masse $[m] = kg$</p> <p>Erdbeschleunigung $[g] = \frac{m}{s^2}$</p> <p>Höhe $[h] = m$</p>
<p>Wirkungsgrad</p> $\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{W_2}{W_1} \cdot 100\%$ <p>Gesamtwirkungsgrad</p> $\eta_{ges} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \dots \cdot \eta_n$	<p>Wirkungsgrad $[\eta] = \%$</p> <p>zugeführte Leistung $[P_1] = W$</p> <p>abgeführte Leistung $[P_2] = W$</p> <p>zugeführte Arbeit $[W_1] = J$</p> <p>abgeführte Arbeit $[W_2] = J$</p>
<p>Leistung bei geradliniger Bewegung</p> $P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v$	<p>Leistung $[P] = W = \frac{J}{s} = \frac{Nm}{s}$</p> <p>Arbeit $[W] = J$</p> <p>Zeit $[t] = s$</p> <p>Kraft $[F] = N$</p> <p>Weg $[s] = m$</p> <p>Geschwindigkeit $[v] = \frac{m}{s}$</p>
<p>Leistung bei kreisförmiger Bewegung</p> $P = F \cdot v = M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n$	<p>Leistung $[P] = W = \frac{J}{s} = \frac{Nm}{s}$</p> <p>Kraft $[F] = N$</p> <p>Geschwindigkeit $[v] = \frac{m}{s}$</p> <p>Moment $[M] = Nm$</p> <p>Drehfrequenz/Drehzahl $[n] = s^{-1}$</p>

Zahnradmaße								
Modul $m = \frac{p}{\pi} = \frac{d}{z}$ Kopfkreisdurchmesser $d_a = d + 2 \cdot m = m \cdot (z + 2)$			Modul $[m] = \text{mm}$ Teilung $[p] = \text{mm}$ Teilkreisdurchmesser $[d] = \text{mm}$ Zähnezahl $[z] = ./.$					
Übersetzungen								
Übersetzungsverhältnis $i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{M_2}{M_1}$ Gesamtübersetzungsverhältnis $i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \dots$ 1: treibendes Rad 2: getriebenes Rad			Übersetzungsverhältnis $[i] = ./.$ Zähnezahl $[z] = ./.$ Drehfrequenz/Drehzahl $[n] = \text{s}^{-1}$ Teilkreisdurchmesser $[d] = \text{mm}$ Drehmoment $[M] = \text{Nm}$					
Kräfte am Zahnrad								
Tangentialkraft (Umfangskraft) $F_t = \frac{2 \cdot M_t}{d}$ Radialkraft $F_r = F_t \cdot \tan \alpha$ $\alpha = 20^\circ$			Tangentialkraft $[F_t] = \text{N}$ Drehmoment $[M_t] = \text{Nm}$ Teilkreisdurchmesser $[d] = \text{m}$ Radialkraft $[F_r] = \text{N}$ Eingriffswinkel $[\alpha] = ^\circ$					
Tragfähigkeit und Lebensdauer von Wälzlagern								
Äquivalente Belastung $P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$			Radiallastfaktor $[X] = ./.$ Axiallastfaktor $[Y] = ./.$ Radialkraft $[F_r] = \text{kN}$ Axialkraft $[F_a] = \text{kN}$					
Lebensdauer in Umdrehungen $L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \cdot 10^6$ Lebensdauer in Stunden $L_{10h} = \frac{L_{10}}{60 \cdot n}$			Lebensdauer $[L_{10}] = ./.$ Lebensdauer $[L_{10h}] = \text{h}$ dynamische Tragzahl $[C] = \text{kN}$ Drehzahl $[n] = \frac{1}{\text{min}}$					
Dezimale Vielfache oder Teile von Einheiten als Zehnerpotenz								
Mega	Kilo	–	Dezi	Zenti	Milli	Mikro	Nano	Pikto
M	k	–	d	c	m	μ	n	p
10^6	10^3	10^0	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}
Ohmsches Gesetz								
$I = \frac{U}{R}$			Widerstand $[R] = \Omega$ Strom $[I] = \text{A}$ Spannung $[U] = \text{V}$					

Reihenschaltung von Widerständen im Gleichstromsystem	
$R_{ges} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ $U_{ges} = U_1 + U_2 + \dots + U_n$ $I_{ges} = I_1 = I_2 = \dots = I_n$	Widerstand $[R] = \Omega$ Strom $[I] = A$ Spannung $[U] = V$ Anzahl der Widerstände $[n] = ./.$
Parallelschaltung von Widerständen im Gleichstromsystem	
$\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ $G_{ges} = G_1 + G_2 + \dots + G_n$ $U_{ges} = U_1 = U_2 = \dots = U_n$ $I_{ges} = I_1 + I_2 + \dots + I_n$	Widerstand $[R] = \Omega$ Leitwert $[G] = S$ Strom $[I] = A$ Spannung $[U] = V$ Anzahl der Widerstände bzw. Strompfade $[n] = ./.$
Widerstand eines Leiters	
$R = \frac{l}{\kappa \cdot q}$ $R = \frac{l \cdot \rho}{q}$ für Kupfer: $\kappa = 56 \frac{A \cdot m}{V \cdot mm^2}$	Widerstand $[R] = \Omega$ Leitungslänge $[l] = m$ Leitungsquerschnitt $[q] = mm^2$ spezifischer Leitwert $[\kappa] = \frac{A \cdot m}{V \cdot mm^2}$ spezifischer Widerstand $[\rho] = \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$
Wechselspannung und Wechselstrom im Zeitdiagramm	
Scheitelwert und Effektivwert: $U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}}$ $I = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}}$	Effektivspannung $[U] = V$ Scheitelspannung $[\hat{u}] = V$ Effektivstrom $[I] = A$ Scheitelstrom $[\hat{i}] = A$
Umrechnung zwischen Phasenverschiebung und zeitlicher Verschiebung: $t_0 = \frac{\varphi}{360^\circ} \cdot T$ Zusammenhang Frequenz und Periodendauer: $f = \frac{1}{T}$	zeitliche Verschiebung zwischen Strom und Spannung $[t_0] = s$ Phasenverschiebungswinkel $[\varphi] = ^\circ$ Periodendauer von Wechselspannung und Wechselstrom $[T] = s$ Frequenz von Wechselspannung und Wechselstrom $[f] = Hz$
Augenblickswerte: $u(t) = \hat{u} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot (t - t_0))$ $i(t) = \hat{i} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot (t - t_0))$	sinusförmige Wechselspannung in Abhängigkeit von der Zeit $[u(t)] = V$ sinusförmiger Wechselstrom in Abhängigkeit von der Zeit $[i(t)] = A$

Frequenzabhängige Widerstände im Wechselstromsystem	
$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$ $X_L = \omega \cdot L$ $X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$	Kreisfrequenz $[\omega] = \frac{1}{s}$ Frequenz $[f] = \text{Hz}$ induktiver Blindwiderstand $[X_L] = \Omega$ Induktivität $[L] = \text{H}$ kapazitiver Blindwiderstand $[X_C] = \Omega$ Kapazität $[C] = \text{F}$
Reihenschaltung von Widerständen im Wechselstromsystem	
$\cos \varphi = \frac{R}{Z}$ $\sin \varphi = \frac{X}{Z}$ $Z^2 = R^2 + X^2$ $R = \frac{U_w}{I}$ $X = \frac{U_b}{I}$ $Z = \frac{U}{I}$	Wirkwiderstand $[R] = \Omega$ Blindwiderstand $[X] = \Omega$ Scheinwiderstand $[Z] = \Omega$ Phasenverschiebungswinkel $[\varphi] = ^\circ$ Wirkspannung $[U_w] = \text{V}$ Blindspannung $[U_b] = \text{V}$ Scheinspannung $[U] = \text{V}$ Strom $[I] = \text{A}$
Widerstände im Wechselstromsystem	
$G = \frac{1}{R}$ $B = \frac{1}{X}$ $Y = \frac{1}{Z}$ $\cos \varphi = \frac{G}{Y}$ $\sin \varphi = \frac{B}{Y}$ $Y^2 = G^2 + B^2$ $R = \frac{U}{I_w}$ $X = \frac{U}{I_b}$ $Z = \frac{U}{I}$	Leitwert $[G] = \text{S}$ Blindleitwert $[B] = \text{S}$ Scheinleitwert $[Y] = \text{S}$ Wirkwiderstand $[R] = \Omega$ Blindwiderstand $[X] = \Omega$ Scheinwiderstand $[Z] = \Omega$ Phasenverschiebungswinkel $[\varphi] = ^\circ$ Wirkstrom $[I_w] = \text{A}$ Blindstrom $[I_b] = \text{A}$ Scheinstrom $[I] = \text{A}$ Spannung $[U] = \text{V}$
Leistung im Wechselstromsystem	
$P = U_w \cdot I_w = U \cdot I \cdot \cos \varphi$ $P = \frac{U^2}{R} = I_w^2 \cdot R$ $Q = U_b \cdot I_b = U \cdot I \cdot \sin \varphi$ $Q = \frac{U^2}{X} = I_b^2 \cdot X$ $S = U \cdot I$ $S = \frac{U^2}{Z} = I^2 \cdot Z$ $S^2 = P^2 + Q^2$	Wirkleistung $[P] = \text{W}$ Blindleistung $[Q] = \text{var}$ Scheinleistung $[S] = \text{VA}$

Leistung im Drehstromsystem	
$Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi$ $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$ $S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$ $Q = P \cdot \tan \varphi$	Außenleiterstrom $[I] = A$ Außenleiterspannung $[U] = V$ Wirkleistung $[P] = W$ Blindleistung $[Q] = var$ Scheinleistung $[S] = VA$ Phasenverschiebungswinkel $[\varphi] = ^\circ$
Blindleistungskompensation im Drehstromsystem	
benötigte kapazitive Blindleistung pro Strang $Q_{C \text{ Einzel}} = \frac{P}{3} \cdot (\tan \varphi_{alt} - \tan \varphi_{neu})$ benötigte Kondensatorkapazität $C = \frac{Q_{C \text{ Einzel}}}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot U^2}$	benötigte kapazitive Blindleistung für jeden Einzelkondensator $[Q_{C \text{ Einzel}}] = var$ Phasenverschiebungswinkel ohne Kompensation $[\varphi_{alt}] = ^\circ$ Phasenverschiebungswinkel mit Kompensation $[\varphi_{neu}] = ^\circ$ benötigte Kondensatorkapazität $[C] = F$
Spannungsfall	
Spannungsfall einphasig $\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\kappa \cdot q}$ Spannungsfall dreiphasig $\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\kappa \cdot q}$ für Kupfer: $\kappa = 56 \frac{A \cdot m}{V \cdot mm^2}$	Strom $[I] = A$ Leitungslänge $[l] = m$ Leitungsquerschnitt $[q] = mm^2$ spezifischer Leitwert $[\kappa] = \frac{A \cdot m}{V \cdot mm^2}$ Leistungsfaktor $[\cos \varphi]$
Korrektur der Strombelastbarkeit von Leitungen	
zulässiger Betriebsstrom $I_b = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot I_Z$	zulässiger Betriebsstrom $[I_b] = A$ Korrekturfaktoren: Umgebungstemperatur $[f_1] = ./.$ gehäufte Leitungsverlegung $[f_2] = ./.$ mehrere belastete Adern $[f_3] = ./.$ zulässige Strombelastbarkeit der Leitung $[I_Z] = A$
Betondruckfestigkeit	
$f_{c,dry,cube} = \frac{f_{ck,cube} + v}{0,92}$	Druckfestigkeit bei Trockenlagerung $[f_{c,dry,cube}] = \frac{N}{mm^2}$ charakteristische Druckfestigkeit $[f_{ck,cube}] = \frac{N}{mm^2}$ Vorhaltemaß $[v] = \frac{N}{mm^2}$

Körnungsziffer	
$k = \frac{\sum \text{aller Rückstände}}{100}$	Rückstände ab 0,25 mm [./.] = % Körnungsziffer [k] = ./.
Stoffraumrechnung	
$1000 \frac{\text{dm}^3}{\text{m}^3} = \frac{z}{\rho_z} + \frac{f}{\rho_f} + \frac{w}{\rho_w} + \frac{g}{\rho_g} + p$	Bedarf für 1 m ³ Frischbeton: Zementgehalt [z] = $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ Zusatzstoffgehalt [f] = $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ Wassergehalt [w] = $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ Gehalt an Gesteinskörnung [g] = $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ Porenvolumen [p] = $\frac{\text{dm}^3}{\text{m}^3}$ Dichte des Zementes [ρ_z] = $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ Dichte der Zusatzstoffe [ρ_f] = $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ Dichte des Wassers [ρ_w] = $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ Rohdichte der Gesteinskörnung [ρ_g] = $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$
Dimensionierung von Stahlbetonbalken	
$l_{eff} = 1,05 \cdot l_w$ $e_d = \sum \gamma_G \cdot g_{ki} + \gamma_Q \cdot q_k$ $\gamma_G = 1,35$ $\gamma_Q = 1,5$ $d = h - c_{nom} - d_{S,Bü} - 0,5 \cdot d_{S,l}$ k_d -Wert $k_d = \frac{d}{\sqrt{\frac{M_{Ed}}{b}}}$ erforderlicher Betonstahlquerschnitt $A_s = k_s \cdot \frac{M_{Ed}}{d}$	Mindeststützweite [l_{eff}] = m lichte Weite [l_w] = m Bemessungswert [e_d] = $\frac{\text{kN}}{\text{m}}$ Teilsicherheitsbeiwert für ständige Einwirkungen [γ_G] = ./. Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkungen [γ_Q] = ./. Eigenlasten [g_{ki}] = $\frac{\text{kN}}{\text{m}}$ Nutzlasten [q_k] = $\frac{\text{kN}}{\text{m}}$ statische Höhe [d] = cm Höhe des Bauteils [h] = cm Betondeckung [c_{nom}] = cm Durchmesser des Bügels [$d_{S,Bü}$] = cm Durchmesser des Tragstabs [$d_{S,l}$] = cm k_d – Wert [k_d] = ./. statische Höhe [d] = cm maximales Biegemoment [M_{Ed}] = kNm Breite [b] = m k_s – Wert [k_s] = ./. Gesamtquerschnittsfläche [A_s] = cm ²

Wärmeschutz	
$R = \frac{d}{\lambda}$ $R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$ $U = \frac{1}{R_T}$ $U_m = \frac{U_1 \cdot b_1 + U_2 \cdot b_2 + \dots + U_n \cdot b_n}{\sum b_i}$ $U_m = \frac{U_1 \cdot p_1 + U_2 \cdot p_2 + \dots + U_n \cdot p_n}{100 \%}$ $U_m = \frac{U_1 \cdot A_1 + U_2 \cdot A_2 + \dots + U_n \cdot A_n}{\sum A_i}$	<p>Wärmedurchlasswiderstand $[R] = \frac{\text{K}\cdot\text{m}^2}{\text{W}}$</p> <p>Baustoffdicke $[d] = \text{m}$</p> <p>Wärmeleitfähigkeit $[\lambda] = \frac{\text{W}}{\text{K}\cdot\text{m}}$</p> <p>Wärmedurchgangswiderstand $[R_T] = \frac{\text{K}\cdot\text{m}^2}{\text{W}}$</p> <p>Wärmeübergangswiderstand innen $[R_{si}] = \frac{\text{K}\cdot\text{m}^2}{\text{W}}$ außen $[R_{se}] = \frac{\text{K}\cdot\text{m}^2}{\text{W}}$</p> <p>Wärmedurchgangskoeffizient $[U] = \frac{\text{W}}{\text{K}\cdot\text{m}^2}$</p> <p>mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient $[U_m] = \frac{\text{W}}{\text{K}\cdot\text{m}^2}$</p> <p>Breitenanteil $[b] = \text{m}$</p> <p>Prozentanteil $[p] = \%$</p> <p>Flächenanteil $[A] = \text{m}^2$</p>
<p>Temperaturverlauf</p> $\Delta \vartheta_{\text{Schicht}} = (\vartheta_{\text{innen}} - \vartheta_{\text{außen}}) \cdot \frac{R_{\text{Schicht}}}{R_T}$	<p>Temperaturdifferenz $[\Delta \vartheta_{\text{Schicht}}] = \text{K}$</p> <p>Temperatur innen $[\vartheta_{\text{innen}}] = \text{°C}$</p> <p>Temperatur außen $[\vartheta_{\text{außen}}] = \text{°C}$</p>
Feuchteschutz	
<p>relative Luftfeuchte</p> $\varphi = \frac{p}{p_{\text{sat}}} \cdot 100\%$	<p>relative Luftfeuchte $[\varphi] = \%$</p> <p>Teildruck $[p] = \text{Pa}$</p> <p>Wasserdampfsättigungsdruck $[p_{\text{sat}}] = \text{Pa}$</p>
<p>äquivalente Luftschichtdicke</p> $s_d = \mu \cdot d$ $s_{d,c} = \sum \mu_{\text{min}} \cdot d$ $s_{d,T} - s_{d,c} = \sum \mu_{\text{max}} \cdot d$	<p>äquivalente Luftschichtdicke $[s_d] = \text{m}$</p> <p>Wasserdampfdiffusionswiderstandsfaktor $[\mu] = \text{./}$</p> <p>Baustoffdicke $[d] = \text{m}$</p> <p>äquivalente Luftschichtdicke für den Taubereich $[s_{d,c}] = \text{m}$</p> <p>äquivalente Luftschichtdicke für den Verdunstungsbereich $[s_{d,T} - s_{d,c}] = \text{m}$</p>
<p>Wassermasse während der Tauperiode</p> $g_c = \delta_0 \cdot \left(\frac{p_i - p_c}{s_{d,c}} - \frac{p_c - p_e}{s_{d,T} - s_{d,c}} \right)$ $m_c = g_c \cdot t_c$ $\delta_0 = 2 \cdot 10^{-10} \frac{\text{kg}}{\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}}$ $t_c = 7,776 \cdot 10^6 \text{ s}$	<p>Gesamtdiffusionsstrom $[g_c] = \frac{\text{kg}}{\text{s}\cdot\text{m}^2}$</p> <p>Wasserdampf-Diffusions-Leitkoeffizient in der Luft $[\delta_0] = \frac{\text{kg}}{\text{Pa}\cdot\text{s}\cdot\text{m}}$</p> <p>Wasserdampfteildruck innen $[p_i] = \text{Pa}$</p> <p>Wasserdampfteildruck außen $[p_e] = \text{Pa}$</p> <p>Wasserdampfsättigungspunkt $[p_c] = \text{Pa}$</p> <p>äquivalente Luftschichtdicke für den Taubereich $[s_{d,c}] = \text{m}$</p> <p>äquivalente Luftschichtdicke für den Verdunstungsbereich $[s_{d,T} - s_{d,c}] = \text{m}$</p> <p>Wassermasse während der Tauperiode $[m_c] = \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$</p> <p>Dauer Tauperiode $[t_c] = \text{s}$</p>

Wassermasse während der Verdunstungsperiode

$$g_{ev} = \delta_0 \cdot \left(\frac{p_c - p_i}{s_{d,c}} + \frac{p_c - p_e}{s_{d,T} - s_{d,c}} \right)$$

$$m_{ev} = g_{ev} \cdot t_{ev}$$

$$\delta_0 = 2 \cdot 10^{-10} \frac{\text{kg}}{\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}}$$

$$t_{ev} = 7,776 \cdot 10^6 \text{ s}$$

$$\text{Gesamtdiffusionsstrom } [g_{ev}] = \frac{\text{kg}}{\text{s} \cdot \text{m}^2}$$

Wasserdampf-Diffusions-Leitkoeffizient in der Luft $[\delta_0] = \frac{\text{kg}}{\text{Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}}$

Wasserdampfteildruck innen $[p_i] = \text{Pa}$

Wasserdampfteildruck außen $[p_e] = \text{Pa}$

Wasserdampfsättigungspunkt $[p_c] = \text{Pa}$

äquivalente Luftschichtdicke für den Taubereich $[s_{d,c}] = \text{m}$

äquivalente Luftschichtdicke für den Verdunstungsbereich $[s_{d,T} - s_{d,c}] = \text{m}$

Wassermasse während der Verdunstungsperiode $[m_{ev}] = \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$

Dauer Verdunstungsperiode $[t_{ev}] = \text{s}$