



[calculatoratoz.com](http://calculatoratoz.com)



[unitsconverters.com](http://unitsconverters.com)

# Verlust aufgrund von Verankerungsschlupf, Reibungsverlust und allgemeinen geometrischen Eigenschaften Formeln

Rechner!

Beispiele!

Konvertierungen!

Lesezeichen [calculatoratoz.com](http://calculatoratoz.com), [unitsconverters.com](http://unitsconverters.com)

Größte Abdeckung von Rechnern und wächst - **30.000+ Rechner!**  
Rechnen Sie mit einer anderen Einheit für jede Variable - **Eingebaute Einheitenrechnung!**

Größte Sammlung von Maßen und Einheiten - **250+ Messungen!**



Fühlen Sie sich frei, dieses Dokument mit Ihren Freunden  
zu TEILEN!

[Bitte hinterlassen Sie hier Ihr Rückkoppelung...](#)



## Liste von 28 Verlust aufgrund von Verankerungsschlupf, Reibungsverlust und allgemeinen geometrischen Eigenschaften Formeln

### Verlust aufgrund von Verankerungsschlupf, Reibungsverlust und allgemeinen geometrischen Eigenschaften

### Kraftschwankungsdiagramm und Verlust aufgrund von Verankerungsschlupf

#### 1) Ausrutscher

$$fx \quad \Delta = F \cdot \frac{PL_{Cable}}{A_{Tendon} \cdot E_s}$$

Rechner öffnen 

$$ex \quad 0.000477mm = 400kN \cdot \frac{50.1m}{0.21mm^2 \cdot 200000MPa}$$

#### 2) Druckabfall bei gegebener Einstelllänge

$$fx \quad \Delta f_p = 2 \cdot P \cdot \eta \cdot l_{set}$$

Rechner öffnen 

$$ex \quad 9.988992MPa = 2 \cdot 20.01kN \cdot 6 \cdot 41.6m$$



### 3) Druckabfall unter Berücksichtigung des Verankerungsschlupfes und der Absetzlänge

$$\text{fx } \Delta f_p = \frac{\Delta \cdot A_p \cdot E_s}{l_{\text{set}} \cdot 0.5}$$

Rechner öffnen 

$$\text{ex } 12.01923\text{MPa} = \frac{5\text{mm} \cdot 0.25\text{mm}^2 \cdot 200000\text{MPa}}{41.6\text{m} \cdot 0.5}$$

### 4) Fläche des Spannstahls bei gegebener Setzlänge

$$\text{fx } A_p = 0.5 \cdot \Delta f_p \cdot \frac{l_{\text{set}}}{\Delta \cdot E_s}$$

Rechner öffnen 

$$\text{ex } 0.208\text{mm}^2 = 0.5 \cdot 10\text{MPa} \cdot \frac{41.6\text{m}}{5\text{mm} \cdot 200000\text{MPa}}$$

### 5) Setzlänge bei gegebenem Druckabfall

$$\text{fx } l_{\text{set}} = \frac{\Delta f_p}{2 \cdot \eta \cdot P}$$

Rechner öffnen 

$$\text{ex } 41.64584\text{m} = \frac{10\text{MPa}}{2 \cdot 6 \cdot 20.01\text{kN}}$$



## 6) Setzlänge bei gegebener Vorspannkraft unmittelbar nach Verlust

Rechner öffnen 

$$fx \quad l_{\text{set}} = \sqrt{\Delta \cdot A_p \cdot \frac{E_s}{P \cdot \eta}}$$

$$ex \quad 0.045632\text{m} = \sqrt{5\text{mm} \cdot 0.25\text{mm}^2 \cdot \frac{200000\text{MPa}}{20.01\text{kN} \cdot 6}}$$

## 7) Verankerungsschlupf bei gegebener Setzlänge

Rechner öffnen 

$$fx \quad \Delta = 0.5 \cdot \Delta f_p \cdot \frac{l_{\text{set}}}{A_p \cdot E_s}$$

$$ex \quad 4.16\text{mm} = 0.5 \cdot 10\text{MPa} \cdot \frac{41.6\text{m}}{0.25\text{mm}^2 \cdot 200000\text{MPa}}$$

## 8) Vorspannkraft im Abstand x unter Berücksichtigung der Rückreibung

Rechner öffnen 

$$fx \quad P_x = (P - \Delta f_p) \cdot \exp(\eta \cdot x)$$

$$ex \quad 21.24948\text{kN} = (20.01\text{kN} - 10\text{MPa}) \cdot \exp(6 \cdot 10.1\text{mm})$$



## 9) Vorspannkraft nach sofortigem Verlust unter Berücksichtigung des Umkehrreibungseffekts

$$fx \quad P = \left( \frac{P_x}{\exp(\eta \cdot x)} \right) + \Delta f_p$$

Rechner öffnen 

$$ex \quad 0.01kN = \left( \frac{96kN}{\exp(6 \cdot 10.1mm)} \right) + 10MPa$$

## 10) Vorspannungsverlust durch Ausrutschen

$$fx \quad F = A_{Tendon} \cdot \frac{E_s \cdot \Delta}{PL_{Cable}}$$

Rechner öffnen 

$$ex \quad 4.2E^{-6}kN = 0.21mm^2 \cdot \frac{200000MPa \cdot 5mm}{50.1m}$$

## Reibungsverlust

## 11) Gebogener Winkel bei resultierender Reaktion

$$fx \quad \theta = 2 \cdot a \sin \left( \frac{N}{2 \cdot P_x} \right)$$

Rechner öffnen 

$$ex \quad 30.18957^\circ = 2 \cdot a \sin \left( \frac{50kN}{2 \cdot 96kN} \right)$$




12) Reibungskoeffizient gegeben  $P_x$  

fx

Rechner öffnen 

$$\mu_{\text{friction}} = \left( \frac{1}{a} \right) \cdot \left( 1 - \left( \left( \frac{P_x}{P_{\text{End}}} \right) + (k \cdot x) \right) \right)$$

$$\text{ex } 3.704172 = \left( \frac{1}{2^\circ} \right) \cdot \left( 1 - \left( \left( \frac{96\text{kN}}{120\text{kN}} \right) + (0.007 \cdot 10.1\text{mm}) \right) \right)$$

13) Resultierende der vertikalen Reaktion von Beton auf Spannglied 

fx

Rechner öffnen 

$$N = 2 \cdot P_x \cdot \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)$$

$$\text{ex } 49.69326\text{kN} = 2 \cdot 96\text{kN} \cdot \sin\left(\frac{30^\circ}{2}\right)$$

14) Vorspannkraft am Spannungsende mit Taylor Series Expansion 

fx

Rechner öffnen 

$$P_{\text{End}} = \frac{P_x}{(1 - (\mu_{\text{friction}} \cdot a) - (k \cdot x))}$$

$$\text{ex } 96.23187\text{kN} = \frac{96\text{kN}}{(1 - (0.067 \cdot 2^\circ) - (0.007 \cdot 10.1\text{mm}))}$$

15) Vorspannkraft im Abstand X durch Erweiterung der Taylor-Serie 

fx

Rechner öffnen 

$$P_x = P_{\text{End}} \cdot (1 - (\mu_{\text{friction}} \cdot a) - (k \cdot x))$$

$$\text{ex } 119.7109\text{kN} = 120\text{kN} \cdot (1 - (0.067 \cdot 2^\circ) - (0.007 \cdot 10.1\text{mm}))$$



## 16) Vorspannkraft im Abstand x vom Streckende für bekannte Resultante



$$fx \quad P_x = \frac{N}{2 \cdot \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}$$

Rechner öffnen

$$ex \quad 96.59258kN = \frac{50kN}{2 \cdot \sin\left(\frac{30^\circ}{2}\right)}$$

## 17) Wobble-Koeffizient k gegeben Px

$$fx \quad k = \left(\frac{1}{x}\right) \cdot \left(1 - (\mu_{\text{friction}} \cdot a) - \left(\frac{P_x}{P_{\text{End}}}\right)\right)$$

Rechner öffnen

$$ex \quad 0.01957 = \left(\frac{1}{10.1mm}\right) \cdot \left(1 - (0.067 \cdot 2^\circ) - \left(\frac{96kN}{120kN}\right)\right)$$

## Allgemeine geometrische Eigenschaften

## 18) Fläche des Betonabschnitts, wenn die transformierte Fläche berechnet wird

$$fx \quad A_T = A_t - (m \cdot A_s)$$

Rechner öffnen

$$ex \quad 965.14mm^2 = 4500.14mm^2 - (175 \cdot 20.2mm^2)$$





## 19) Fläche des Spannstahls bei transformierter Fläche

$$fx \quad A_s = \frac{A_t - A_T}{m}$$

Rechner öffnen 

$$ex \quad 20.0008\text{mm}^2 = \frac{4500.14\text{mm}^2 - 1000\text{mm}^2}{175}$$

## 20) Transformierter Bereich des vorgespannten Mitglieds

$$fx \quad A_t = A_T + (m \cdot A_s)$$

Rechner öffnen 

$$ex \quad 4535\text{mm}^2 = 1000\text{mm}^2 + (175 \cdot 20.2\text{mm}^2)$$

## 21) Umgewandelte Fläche des vorgespannten Bauteils bei gegebener Bruttofläche des Bauteils

$$fx \quad A_t = A_g + (m - 1) \cdot A_s$$

Rechner öffnen 

$$ex \quad 4534.8\text{mm}^2 = 1020\text{mm}^2 + (175 - 1) \cdot 20.2\text{mm}^2$$

## Verluste durch Kriechen und Schrumpfen

## 22) Elastische Dehnung bei Kriechdehnung

$$fx \quad \varepsilon_{el} = \frac{\varepsilon_{cr,ult}}{\Phi}$$

Rechner öffnen 


$$ex \quad 0.5 = \frac{0.8}{1.6}$$



23) Kriechbeiwert bei gegebener Kriechdehnung Rechner öffnen 

$$fx \quad \Phi = \frac{\varepsilon_{cr,ult}}{\varepsilon_{el}}$$

$$ex \quad 1.6 = \frac{0.8}{0.50}$$

24) Schrumpfung für Nachspannung Rechner öffnen 


$$fx \quad \varepsilon_{sh} = \frac{0.002}{\log 10(t + 2)}$$

$$ex \quad 0.000313 = \frac{0.002}{\log 10(28d + 2)}$$

25) Ultimative Kriechdehnung Rechner öffnen 

$$fx \quad \varepsilon_{cr,ult} = \Phi \cdot \varepsilon_{el}$$

$$ex \quad 0.8 = 1.6 \cdot 0.50$$

26) Ultimative Schrumpfung bei Vorspannungsverlust Rechner öffnen 

$$fx \quad \varepsilon_{sh} = \frac{\Delta f_{loss}}{E_s}$$

$$ex \quad 0.1 = \frac{20GPa}{200000MPa}$$



## 27) Verlust der Vorspannung bei Kriechdehnung

**fx**  $\Delta f_{\text{loss}} = E_s \cdot \varepsilon_{\text{cr,ult}}$

Rechner öffnen 

**ex**  $160\text{GPa} = 200000\text{MPa} \cdot 0.8$

## 28) Verlust der Vorspannung bei Schrumpfdehnung

**fx**  $\Delta f_{\text{loss}} = E_s \cdot \varepsilon_{\text{sh}}$

Rechner öffnen 

**ex**  $0.06\text{GPa} = 200000\text{MPa} \cdot 0.0003$



## Verwendete Variablen







- **a** Kumulativer Winkel (Grad)
- **A<sub>g</sub>** Bruttoquerschnittsfläche (Quadratmillimeter)
- **A<sub>p</sub>** Stahlbereich unter Vorspannung (Quadratmillimeter)
- **A<sub>t</sub>** Transformierter Bereich des vorgespannten Elements (Quadratmillimeter)
- **A<sub>T</sub>** Transformierter Bereich aus Beton (Quadratmillimeter)
- **A<sub>Tendon</sub>** Sehnenbereich (Quadratmillimeter)
- **A<sub>s</sub>** Bereich Spannstahl (Quadratmillimeter)
- **E<sub>s</sub>** Elastizitätsmodul der Stahlbewehrung (Megapascal)
- **F** Vorspannkraft (Kilonewton)
- **k** Wackelkoeffizient
- **l<sub>set</sub>** Absetzlänge (Meter)
- **m** Modulares Verhältnis
- **N** Vertikale Resultierende (Kilonewton)
- **P** Vorspannkraft nach unmittelbaren Verlusten (Kilonewton)
- **P<sub>End</sub>** Vorspannkraft beenden (Kilonewton)
- **P<sub>x</sub>** Vorspannkraft aus der Ferne (Kilonewton)
- **PL<sub>Cable</sub>** Kabellänge (Meter)
- **t** Zeitalter des Betons (Tag)
- **x** Abstand vom linken Ende (Millimeter)
- **Δ** Slip von Anchorage (Millimeter)
- **Δf<sub>loss</sub>** Verlust der Vorspannung (Gigapascal)



- $\Delta f_p$  Vorspannungsabfall (Megapascal)
- $\epsilon_{cr,ult}$  Ultimative Kriechbelastung
- $\epsilon_{el}$  Elastische Dehnung
- $\epsilon_{sh}$  Schrumpfungsdehnung
- $\eta$  Vereinfachter Begriff
- $\theta$  Gegenüberliegender Winkel in Grad (Grad)
- $\mu_{friction}$  Reibungskoeffizient der Vorspannung
- $\Phi$  Kriechkoeffizient der Vorspannung



# Konstanten, Funktionen, verwendete Messungen

- **Funktion: asin**, asin(Number)  
*Inverse trigonometric sine function*
- **Funktion: exp**, exp(Number)  
*Exponential function*
- **Funktion: log10**, log10(Number)  
*Common logarithm function (base 10)*
- **Funktion: sin**, sin(Angle)  
*Trigonometric sine function*
- **Funktion: sqrt**, sqrt(Number)  
*Square root function*
- **Messung: Länge** in Millimeter (mm), Meter (m)  
*Länge Einheitenumrechnung* 
- **Messung: Zeit** in Tag (d)  
*Zeit Einheitenumrechnung* 
- **Messung: Bereich** in Quadratmillimeter (mm<sup>2</sup>)  
*Bereich Einheitenumrechnung* 
- **Messung: Druck** in Megapascal (MPa), Gigapascal (GPa)  
*Druck Einheitenumrechnung* 
- **Messung: Macht** in Kilonewton (kN)  
*Macht Einheitenumrechnung* 
- **Messung: Winkel** in Grad (°)  
*Winkel Einheitenumrechnung* 



## Überprüfen Sie andere Formellisten

- **Verlust aufgrund von Verankerungsschlupf, Reibungsverlust und allgemeinen**
- **geometrischen Eigenschaften Formeln** 
- **Verlust durch elastische Verkürzung Formeln** 

Fühlen Sie sich frei, dieses Dokument mit Ihren Freunden zu TEILEN!

### PDF Verfügbar in

[English](#) [Spanish](#) [French](#) [German](#) [Russian](#) [Italian](#) [Portuguese](#) [Polish](#) [Dutch](#)

12/28/2023 | 2:30:24 PM UTC

[Bitte hinterlassen Sie hier Ihr Rückkoppelung...](#)

