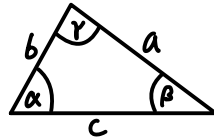


Prüfungsnotizen TechMech1 Statik

Sinussatz $\frac{a}{\sin(\alpha)} = \frac{b}{\sin(\beta)} = \frac{c}{\sin(\gamma)}$
 oder $\frac{a}{b} = \frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)}$ $\frac{a}{c} = \frac{\sin(\alpha)}{\sin(\gamma)}$ $\frac{b}{c} = \frac{\sin(\beta)}{\sin(\gamma)}$



Cosinussatz

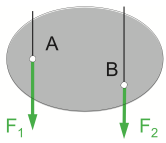
$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos(\alpha)$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cdot \cos(\beta)$$

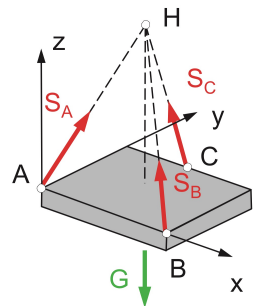
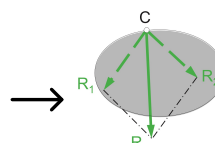
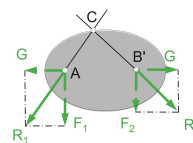
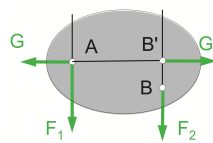
$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos(\gamma)$$

Parallele Kräfte

Geg:



Ges: · Angriffspunkt
· F_{res}



Zentrales Kraftsystem im Raum

$[\vec{S}_A] = S_A \cdot [\vec{e}_{AH}] = S_A \cdot \frac{1}{\sqrt{1^2+1^2+4^2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 4 \end{bmatrix}$ $\rightarrow \sqrt{1^2+1^2+4^2} = \sqrt{18}$

Wenn Resultierende gesucht $\rightarrow \vec{R} = S \cdot (\vec{e}_{AH} + \vec{e}_{BH} + \dots)$

Betrag aller Momente in einem Punkt: $M^A = \sqrt{(M_x^A)^2 + (M_y^A)^2 + (M_z^A)^2}$

Streckenlast

Konstante Streckenlast

Lineare Streckenlast

Parabolische Streckenlast

Streckenlast: $[q(x)]$

$q(x) = q_0$

$q(x) = \frac{q_0}{l} \cdot x = "f(x) = m \cdot x"$

$q(x) = 4 \cdot q_0 \cdot \frac{x}{l} \cdot (1 - \frac{x}{l})$

Res. Kraft: $[F_R]$

$F_R = q_0 \cdot l$

$F_R = \frac{1}{2} \cdot q_0 \cdot l$

$F_R = \frac{2}{3} \cdot q_0 \cdot l$

Res. Moment: $[M^0]$

$M^0 = \frac{1}{2} \cdot q_0 \cdot l^2$

$M^0 = \frac{1}{3} \cdot q_0 \cdot l^2$

$M^0 = \frac{1}{3} \cdot q_0 \cdot l^2$

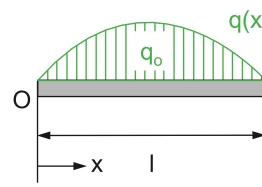
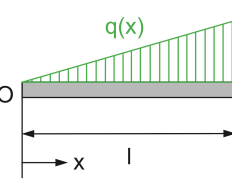
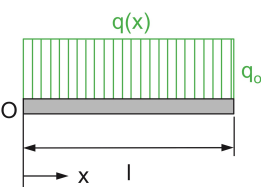
Angriffspunkt: $[x_s]$

$x_s = \frac{M^0}{F_R} = \frac{1}{2} \cdot l$

$x_s = \frac{M^0}{F_R} = \frac{2}{3} \cdot l$

$x_s = \frac{M^0}{F_R} = \frac{1}{2} \cdot l$

Darstellung:



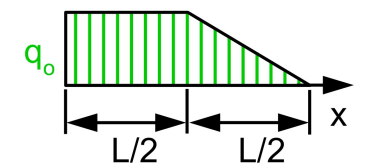
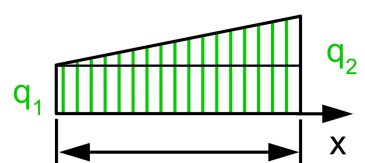
Bei mehreren Abschnitten

1) einzeln berechnen: $F_{R1}, x_{s1}, F_{R2}, x_{s2}, \dots$

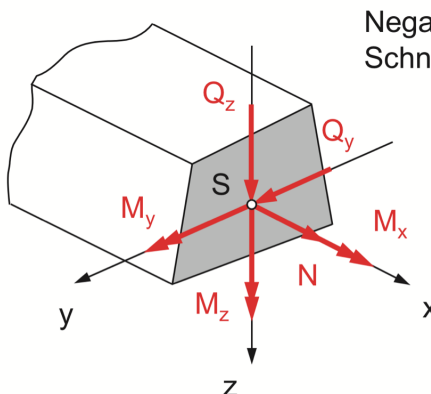
2) F_R berechnen: $F_R = F_{R1} + F_{R2} + \dots$

3) M^0 berechnen: $M^0 = F_{R1} \cdot x_{s1} + F_{R2} \cdot x_{s2} + \dots$

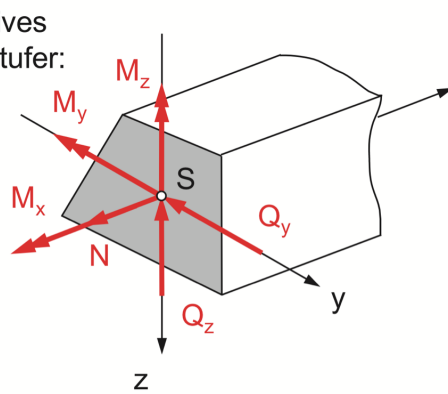
4) x_s berechnen: $x_s = \frac{M^0}{F_R}$



Positives Schnittufer:



Negatives Schnittufer:

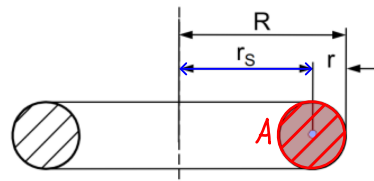
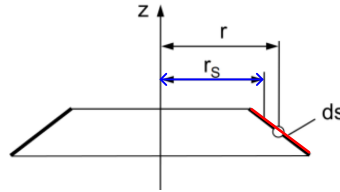
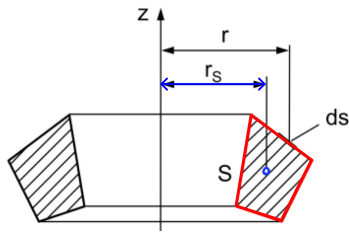


Guldinische Regel

Formel: $O = 2\pi \cdot r_s \cdot l$
 r_s = Radius d. Schwerpunktlinie
 l = Gesamtlänge d. Linie

Formel: $O = 2\pi \cdot r_s \cdot l \cdot 2$
 r_s = Radius d. Schwerpunktlinie
 l = Gesamtlänge d. Linie
 (für Blech)

Formel: $V = 2\pi \cdot r_s \cdot A$
 r_s = Radius d. Schwerpunktlinie
 A = Fläche



Zusammengesetzte Schwerpunkte

Volumenschwerpunkt:

S = Schwerpunkt V = Volumen D = Dichte

$$\frac{S_1 \cdot V_1 \cdot D_1 + S_2 \cdot V_2 \cdot D_2}{V_1 \cdot D_1 + V_2 \cdot D_2}$$

Linien-schwerpunkt:

S = Schwerpunkt L = Länge

$$\frac{S_1 \cdot L_1 + S_2 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$$

Flächenschwerpunkt:

S = Schwerpunkt F = Fläche

$$\frac{S_1 \cdot F_1 + S_2 \cdot F_2}{F_1 + F_2}$$

Formeln für Schwerpunkt auf S.71

Ebene Tragwerke

Statisch bestimmt, wenn: $L + Z = 3N$

L = Lagerreaktionen (Seil/Losl. = 1, Festl. = 2,)

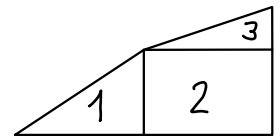
Z = Zwischenreaktionen (Gelenke = 2)

N = Anz. starrer Körper

Regel Streckenlast: Eine SL darf erst nach dem Freischneiden durch Einzelkraft ersetzt werden.

- Bei mehreren Abschnitten SL aufteilen und getrennt bei M^x berechnen:

$$\sum M^x = F_{R1} \cdot x_{S1} + F_{R2} \cdot x_{S2} + F_{R3} \cdot x_{S3} - G = 0$$

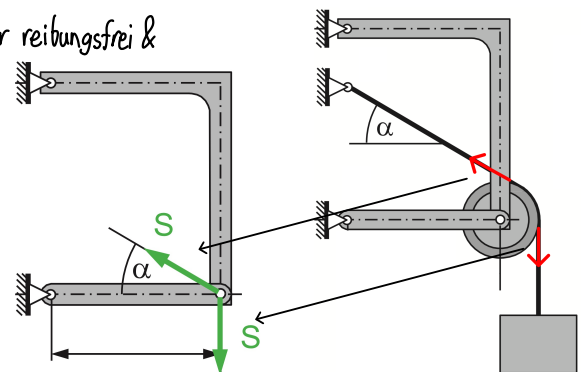


Vorgehen:

- 1) Statisch bestimmt?
- 2) Gibt es Pendelstützen?
- 3) Freischneiden grob $\rightarrow$ Lagerkräfte bestimmen (wenn möglich)
- 4) Freischneiden d. Körper/Stäbe $\rightarrow$ Gelenkkräfte bestimmen

Immer arbeiten mit: $\sum F_x = 0; \sum F_y = 0; \sum M^{NW} = 0$

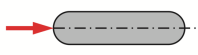
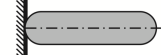
Regel Seilkräfte: Die Seilkräfte die an einer reibungsfrei & an einem Gelenk gelagerten Rolle wirken, dürfen auf das Gelenk übertragen werden.



Feste Einspannung:



Glatte Wand:



Festlager:



Seil:

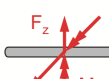
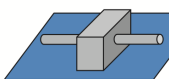
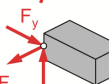
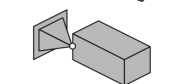
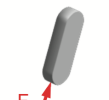
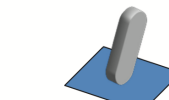
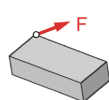
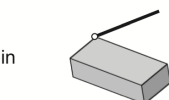


Loslager:

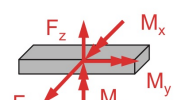
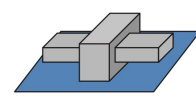


Räumliche Lager:

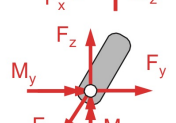
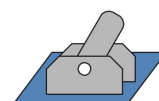
- Seil: 1-wertig
- Kraft F wirkt vom Bauteil weg in Richtung des Seils.
- Glatte Fläche: 1-wertig
- Kraft F steht senkrecht auf Kontaktfläche.
- Kugelenk: 3-wertig
- Kräfte F_x, F_y, F_z
- Radiallager: 4-wertig
- Kräfte F_x, F_z
- Momente M_x, M_z



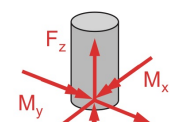
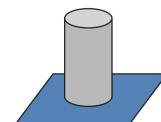
- Schublager: 5-wertig
- Kräfte F_x, F_z
- Momente M_x, M_y, M_z



- Festes Gelenklager: 5-wertig
- Kräfte F_x, F_y, F_z
- Momente M_y, M_z



- Feste Einspannung: 6-wertig
- Kräfte F_x, F_y, F_z
- Momente M_x, M_y, M_z



Fachwerk

Statisch bestimmt, wenn:

- ebene FW: $S + L = 2K$
- S = Anz. Stäbe
- L = Anz. Lagerkräfte
- K = Anz. Knoten
- räumliche FW: $S + L = 3K$

Nullstäbe: Grundsatzregel: Gibt es in einem Knoten für jede Kraft/Stab eine andere Kraft/Stab die eine Gegankraft erzeugen kann?

Nullstäbe: Nullstäbe sind Stäbe, deren Kraft null ist.

Nein? $\rightarrow$ NS

Es gelten folgende Regeln:

1. Sind an einem unbelasteten Knoten zwei Stäbe angeschlossen, die nicht in gleicher Richtung liegen, dann sind beide Stäbe Nullstäbe.
2. Sind an einem belasteten Knoten zwei Stäbe angeschlossen und greift die äussere Last in Richtung des einen Stabes an, dann ist der andere Stab ein Nullstab.
3. Sind an einem unbelasteten Knoten drei Stäbe angeschlossen, von denen zwei in der gleichen Richtung liegen, dann ist der dritte Stab ein Nullstab.

Knotenpunktverfahren Vorgehen:

Freischneiden der Knoten + Gibt es Nullstäbe?

Ermittlung der Lagerkräfte aus Gesamtgleichgewicht

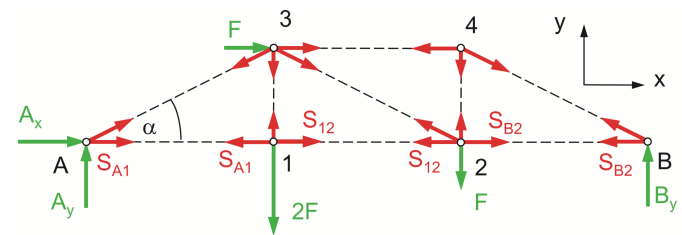
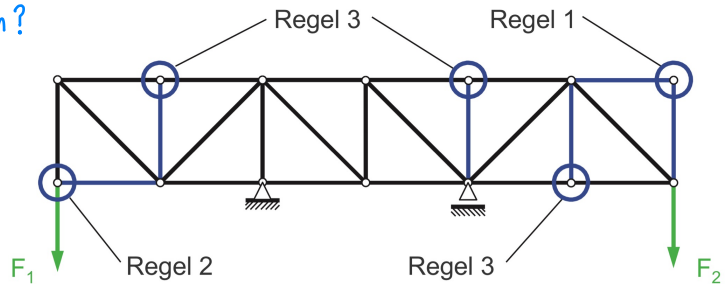
Nummerierung der Knoten

Nummerierung der Stäbe: z.B. Stab 12 verbindet die Knoten 1 und 2
Stabkräfte an den Knoten einzeichnen: Pfeil zeigt immer vom Knoten weg entlang des Stabs (gegen innen) $\Rightarrow$ **berechnete Kraft positiv $\rightarrow$ Zugkraft; berechnete Kraft negativ $\rightarrow$ Druckkraft**

Kräftegleichgewicht an Knoten aufstellen

Entscheidungsregeln für Verfahrenswahl:

- 1) Sind alle oder viele Stabkräfte gesucht?
 $\rightarrow$ Knotenpunktverfahren
- 2) Ist nur ein bestimmter Stab oder wenige Stäbe gesucht?
 $\rightarrow$ Rittersches Schnittverfahren
- 3) Besteht das FW aus mehreren verbundenen Teilsystemen?
 $\rightarrow$ FW-Systeme/Teilsysteme freischneiden $\rightarrow$ S.102



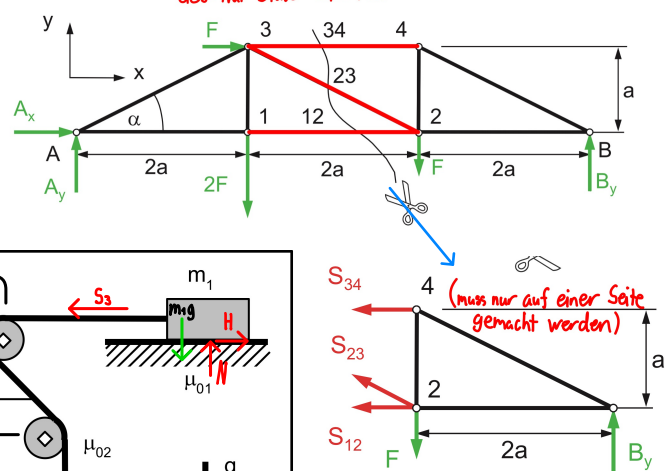
Rittersche Schnittverfahren:

vorteilhaft, wenn nur einzelne Stabkräfte zu bestimmen sind
eignet sich auch als Kontrolle für das Knotenpunktverfahren

Vorgehen: Teilfachwerk so freischneiden, dass maximal 3 Stäbe, deren Kräfte noch Unbekannt sind, geschnitten werden. Die Stäbe dürfen nicht alle zum gleichen Knoten gehören.

Stabkräfte aus den drei Gleichgewichtsbedingungen des Teilfachwerks bestimmen

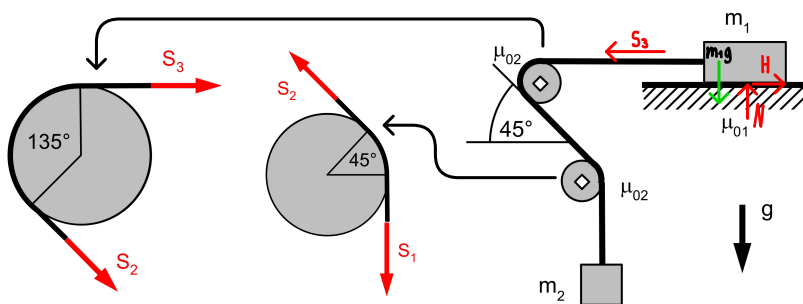
Ritterscher Schnitt: Ges: Nur Stäbe 12, 23, 34



Seilreibung

Vorgehen:

1) Freischneiden



Seilgleichungen: $S_2 < S_3 \cdot e^{\mu_2 \cdot \frac{\pi}{4}}$ $S_1 = m_2 \cdot g < S_2 \cdot e^{\mu_1 \cdot \frac{\pi}{4}}$

2) a) Gleichgewicht: $\sum F_x = H - S_3 = 0 \Rightarrow H = S_3$
(evtl. auch $\sum M^x = 0$) $\sum F_y = N - m_1 \cdot g = 0 \Rightarrow N = m_1 \cdot g$

b) Haftbedingung aufstellen: $H < \mu_{01} \cdot N \Rightarrow S_3 < \mu_{01} \cdot m_1 \cdot g$
(oder Reibungsgesetz: $R = \mu_0 \cdot N \Rightarrow \dots$)

3) Einsetzen: $S_1 = m_2 \cdot g < e^{\mu_2 \cdot \frac{\pi}{4}} \cdot e^{\mu_1 \cdot \frac{\pi}{4}} \cdot \mu_{01} \cdot m_1 \cdot g \Rightarrow \dots \Rightarrow \dots$

Eytelweinsche Seilgleichung

1) Haftung: $S_{\text{Gross}} \leq S_{\text{Klein}} \cdot e^{\mu_0 \cdot \varphi}$

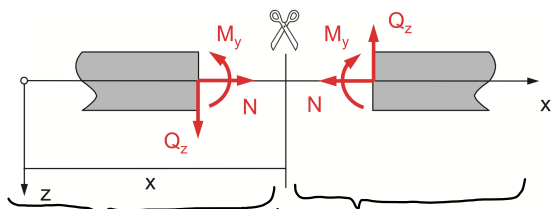
2) Gleiten: $S_{\text{Gross}} = S_{\text{Klein}} \cdot e^{\mu_0 \cdot \varphi}$

S_{Gross} ist die Kraft, in deren Richtung das Seil rutscht, bzw. zu rutschen droht.

Wenn "Seil statisch, Rolle dreht", dann die Kraft, die in entgegengesetzte Richtung des Drehsinns, wirkt.

Schnittlasten bei Balken

Def. Schnittlasten: Die im Inneren wirkenden Kräfte/Momente, die die Beanspruchung/Belastung des Balkens beschreiben.

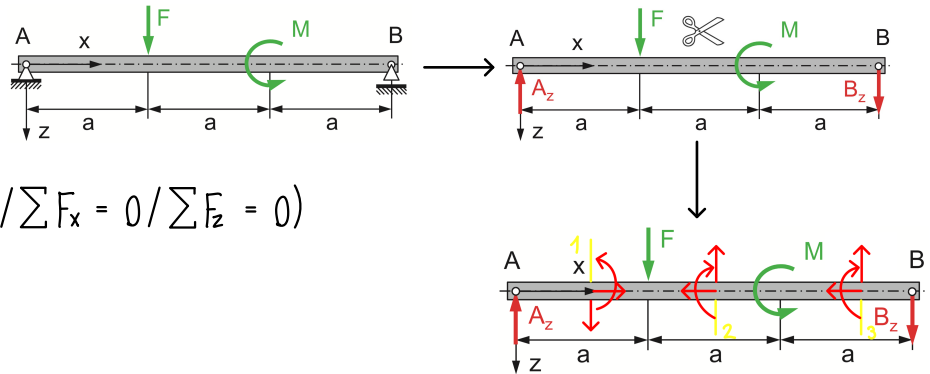


Nach jeder zusätzlich auf den Balken einwirkenden Kraft → Schnitt machen!

Verlauf der Schnittkräfte: (Gilt nicht für SL)

		An Stellen mit...		
		Krafteinfluss		Momenteneinfluss
Positives Schnittufer	Negatives Schnittufer	ohne	mit	
$\sum F_x = N(x) + F_1 - F_2 \dots$	$\sum F_x = -N(x) + F_1 - F_2 \dots$	konstant	Sprünge	unbeeinflusst
$\sum F_z = Q_z(x) + G - F_3 \dots$	$\sum F_z = -Q_z(x) + G - F_3 \dots$	konstant	Sprünge	unbeeinflusst
$\sum M^* = M_y(x) + a \cdot A_z \dots$	$\sum M^* = -M_y(x) + a \cdot A_z \dots$	linear	Knicke	Sprünge

Vorgehen: Geg: - Abmessung a
- Kraft F
- Moment $M = 2a \cdot F$



1) Lagerreaktionen berechnen ($\sum M^{A/B} = 0 / \sum F_x = 0 / \sum F_z = 0$)

2) Schnitte setzen & berechnen

Bereich 1: $0 < x < a$

$$\sum F_x = N(x) = 0 \Rightarrow \underline{N(x) = 0}$$

$$\sum F_z = Q_z(x) - A_z = 0 \Rightarrow \underline{Q_z(x) = A_z}$$

$$\sum M^* = M_y(x) - x \cdot A_z = 0 \Rightarrow M_y(x) = x \cdot A_z \Rightarrow \underline{M_y(0) = 0 \cdot A_z = 0}$$

$$\underline{M_y(a) = a \cdot A_z = \dots}$$

Beachte: - Vorzeichen der Schnittkräfte wechseln
- "x" verändert sich (bspw. "x - 3a")
- Grenzen (0 & a) ändern sich

Dieses Prozedere für jeden Schnitt machen.

"Spezielle" Verbindungen $M_y(x) \leftrightarrow Q_z(x)$: $M_y'(x) = \frac{d}{dx} M_y(x) = Q_z(x)$ (Da Länge meist in "a" angegeben wird, wird nach a abgeleitet)

Haftung H = Haftungskraft; H_0 = max. Haftungskraft

Haften: $H < H_0 = \mu \cdot N$

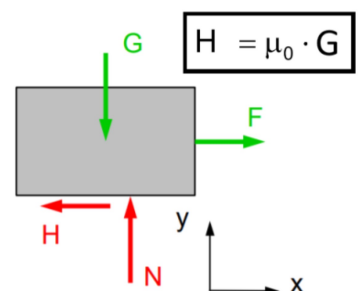
Grenzhaftung: $H = H_0 = \mu \cdot N$

Gleiten: $R = \mu \cdot N$

Vorgehen:

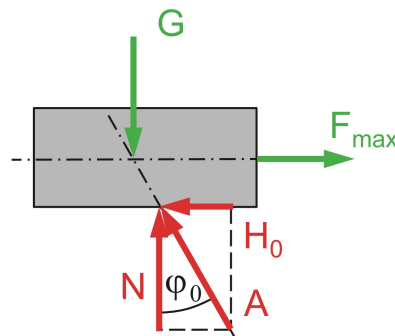
1) H, N mittels $\sum F_x / F_y / M^* = 0$ berechnen.

2) Mit $H_0 = \mu_0 \cdot N$ weiterrechnen



$$H = \mu_0 \cdot G$$

Haftungsinkel Gibt die maximal mögliche Abweichung d. Wirkungslinie d. Reaktionskraft (N) v.d. Normaleichtung an, bei der noch Gleichgewicht herrscht.



$$\tan(\varphi_0) = \frac{H_0}{N} = \mu_0 \Rightarrow \varphi_0 = \arctan(\mu_0)$$