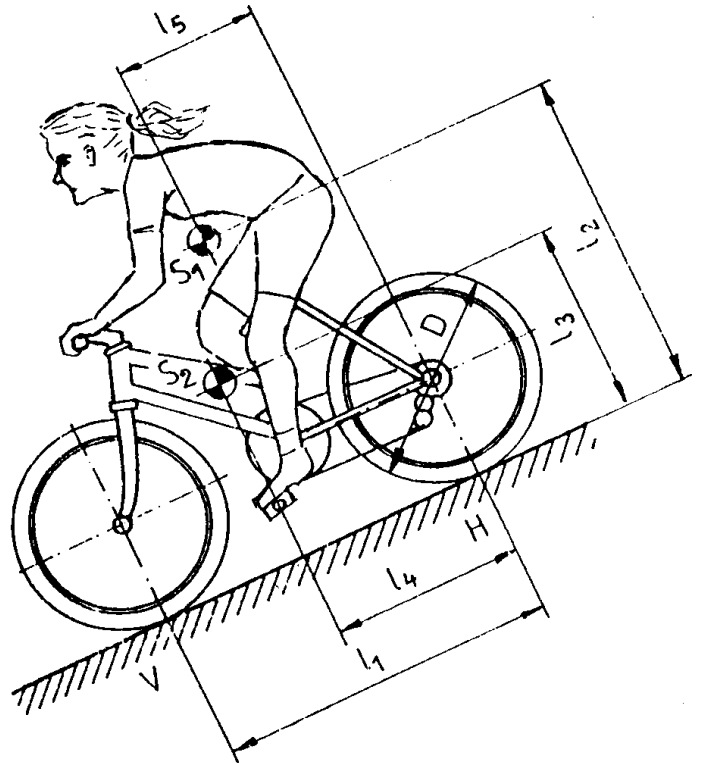


# HP 1992/93-1: Mountainbike

## HP 1992/93-1: Mountainbike

Eine Radfahrerin fährt mit angezogener Vorderradbremse eine Gefällstrecke hinunter. Ihre Gewichtskraft  $F_{G1}$  greift im Schwerpunkt  $S_1$ , die Gewichtskraft des Fahrrades  $F_{G2}$  im Schwerpunkt  $S_2$  an.

- $l_1 = 1044 \text{ mm}$
- $l_2 = 1000 \text{ mm}$
- $l_3 = 640 \text{ mm}$
- $l_4 = 575 \text{ mm}$
- $l_5 = 426 \text{ mm}$
- $D = 680 \text{ mm}$
- $F_{G1} = 560 \text{ N}$
- $F_{G2} = 140 \text{ N}$
- Gefälle = 28 %



Kettenblätter (vorne)  
mit 48 / 38 / 28 Zähnen  
Ritzel (hinten)  
mit 15 / 18 / 21 / 24 / 28 / 32 Zähnen

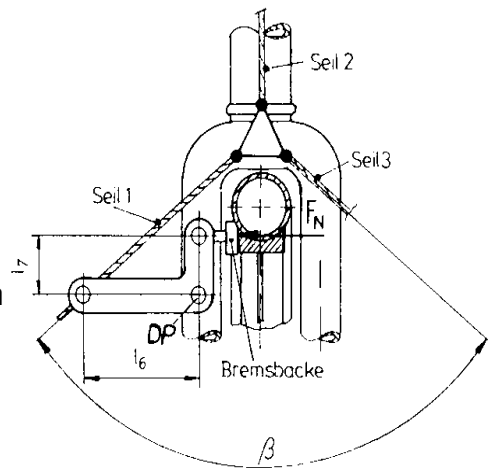
### Teilaufgaben:

Punkte

- 1 Berechnen Sie die Bremskraft  $F_{Br}$  zwischen Vorderreifen und Straße und die Aufstandskräfte  $F_v$  und  $F_H$ . 4,0
- 2 Die Zeichnung zeigt einen Schnitt durch die Vorderradgabel. Zur Vereinfachung ist nur die linke Bremsbacke gezeichnet.

- $\beta = 100^\circ$
- $l_6 = 100 \text{ mm}$
- $l_7 = 40 \text{ mm}$

- 2.1 Bestimmen Sie zeichnerisch die Kräfte in den Seilen 1 und 2, wenn auf einen Bremsbacken eine Normalkraft  $F_N = 300 \text{ N}$  wirkt. 3,0



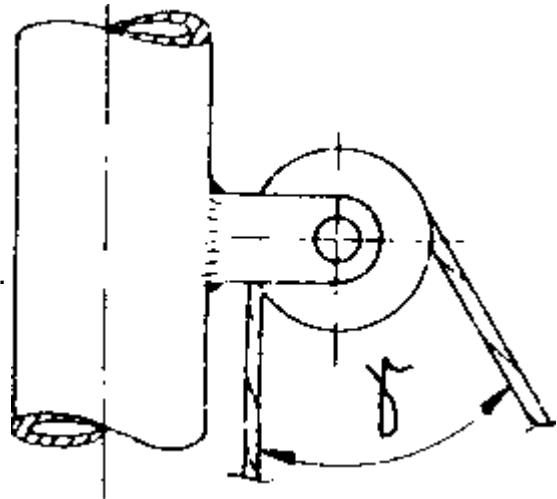
- 2.2 Das Seil 2 soll eine Kraft von 250 N übertragen können. Es besteht aus 37 Einzeldrähten von jeweils 0,28 mm Durchmesser. Welche Mindestzugfestigkeit muss der Seilwerkstoff bei 12 – facher Sicherheit gegen Bruch haben ? 2,5

# HP 1992/93-1: Mountainbike

- 3 Das Seil für eine Hinterradbremse wird über eine Rolle geführt. Die Rollenachse ist mit 2 Laschen am Rahmen befestigt. Die Achse wird aus S235 gefertigt; es wird 10 – fache Sicherheit gegen Abscherung gefordert.

Berechnen Sie den erforderlichen Achsdurchmesser für eine Seilkraft von 250 N.

$$\gamma = 32^\circ$$



4,0

- 4 Die Radfahlerin fährt in der Ebene mit einer konstanten Trittfrequenz von  $n = 90 \text{ 1/min}$ . Welche maximale Geschwindigkeit kann sie erreichen ? 3,0
- 5 Beim Aufwärtsfahren leistet die FahrerIn kurzzeitig 220 W bei einer Trittfrequenz von  $n = 30 \text{ 1/min}$ . Berechnen Sie die Vortriebskraft  $F_{\text{Vor}}$  im niedrigsten Gang bei einem Gesamtwirkungsgrad  $\eta = 0,81$ . 3,0
- 6 Welche maximale Steigung könnte die Radfahlerin mit einer Vortriebskraft von 200 N befahren ? 3,0

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma=22,5$

# HP 1992/93-1: Mountainbike

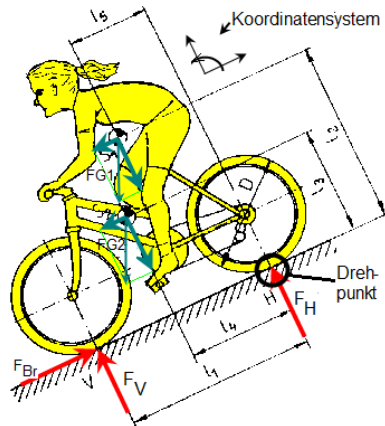
## Lösungsvorschläge

Punkte

Teilaufgaben:

### 1 LP Rad mit FahrerIn

4,0



Rechnerische Lösung:

$$F_{G1x} = F_{G1} \cdot \sin \alpha = 560 \text{ N} \cdot \sin 15,6^\circ = 151,0 \text{ N}$$

$$F_{G1y} = F_{G1} \cdot \cos \alpha = 560 \text{ N} \cdot \cos 15,6^\circ = 539,3 \text{ N}$$

$$F_{G2x} = F_{G2} \cdot \sin \alpha = 140 \text{ N} \cdot \sin 15,6^\circ = 37,7 \text{ N}$$

$$F_{G2y} = F_{G2} \cdot \cos \alpha = 140 \text{ N} \cdot \cos 15,6^\circ = 134,8 \text{ N}$$

$$\text{mit } \alpha = \arctan 28\% = 15,6^\circ$$

$$\Sigma M_H = 0$$

$$= +F_0 \cdot 0 - F_V \cdot l_1 + F_H \cdot 0 + F_{G1x} \cdot l_2 + F_{G1y} \cdot l_5 + F_{G2x} \cdot l_3 + F_{G2y} \cdot l_4 \Rightarrow$$

$$F_V = \frac{F_{G1x} \cdot l_2 + F_{G1y} \cdot l_5 + F_{G2x} \cdot l_3 + F_{G2y} \cdot l_4}{l_1}$$

$$F_V = \frac{+151,0 \cdot 1000 + 539,3 \cdot 426 + 37,7 \cdot 640 + 134,8 \cdot 575}{1044} \cdot \frac{\text{N} \cdot \text{mm}}{\text{mm}} = 462 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = 0 = +F_{Br} - F_{G1x} - F_{G2x} \Rightarrow$$

$$F_{Br} = F_{G1x} + F_{G2x} = 151,0 \text{ N} + 37,7 \text{ N} = 189 \text{ N}$$

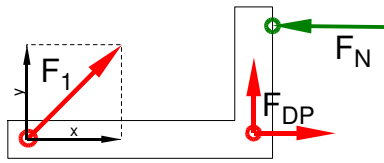
$$\Sigma F_y = 0 = F_V - F_{G1y} - F_{G2y} + F_H \Rightarrow$$

$$F_H = -F_V + F_{G1y} + F_{G2y} = -462,0 \text{ N} + 539,3 \text{ N} + 134,8 \text{ N} = 212 \text{ N}$$

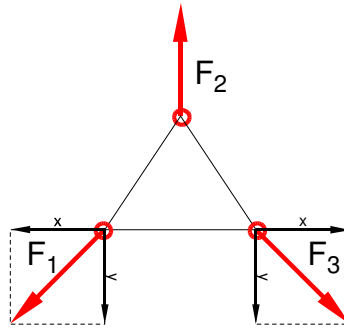
# HP 1992/93-1: Mountainbike

2

## 2.1 LS Bremshebel



## LS Dreieckverbinder



3,0

Rechnerische Lösung (nicht gefordert)

$$\Sigma M_{DP} = 0 = -F_{1y} \cdot l_6 + F_N \cdot l_7 = -F_1 \cdot \cos \frac{\beta}{2} \cdot l_6 + F_N \cdot l_7 \Rightarrow$$

$$F_1 = F_N \cdot \frac{l_7}{\cos \frac{\beta}{2} \cdot l_6} = 300 \text{ N} \cdot \frac{40 \text{ mm}}{\cos \frac{100^\circ}{2} \cdot 100 \text{ mm}} = 186,7 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y(\Delta) = 0 = -F_{1y} + F_2 - F_{2y} \Rightarrow F_2 = 2 \cdot F_1 \cdot \cos \frac{\beta}{2} = 2 \cdot 186,7 \text{ N} \cdot \cos \frac{100^\circ}{2} = 240 \text{ N}$$

Grafische Statik gekoppelt (3-Kräfteverfahren, zentrales Kräftesystem)

## 2.2

$$S_{\text{Draht}} = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4} = \frac{\pi \cdot (0,28 \text{ mm})^2}{4} = 0,0616 \text{ mm}^2$$

2,5

$$\frac{\sigma_{z\text{lim}}}{v} = \sigma_{z\text{zul}} > \sigma_z = \frac{F}{n \cdot S} \Rightarrow$$

$$\sigma_z = \frac{F}{n \cdot S_{\text{Draht}}} = \frac{250 \text{ N}}{37 \cdot 0,0616 \text{ mm}^2} = 109,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$R_m = \sigma_z \cdot v = 109,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 12 = 1318 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Erforderliche Zugfestigkeit bei einem Draht

## 3 Erforderlicher Durchmesser gegen Abscheren:

4,0

$\tau_{aB} = 290 \text{ N/mm}^2$  (S235 → Tabellenbuch Metall, Europa Verlag, 44. Auflage, S.44)

$$F = 2 \cdot F_S \cdot \cos \frac{\gamma}{2} = 2 \cdot 250 \text{ N} \cdot \cos \frac{32^\circ}{2} = 480,6 \text{ N}$$

$$\frac{\tau_{aB}}{v} = \tau_{a\text{zul}} > \tau_a = \frac{F}{2 \cdot S} \rightarrow$$

$$\tau_{a\text{zul}} = \frac{\tau_{aB}}{v} = \frac{290 \text{ N/mm}^2}{10} = 29 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_{\text{erf}} = \frac{F}{2 \cdot \tau_{a\text{zul}}} = \frac{480,6 \text{ N}}{2 \cdot 29 \text{ N/mm}^2} = 8,3 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \rightarrow d_{\text{erf}} = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 8,3 \text{ mm}^2}{\pi}} = 3,3 \text{ mm}$$

Gewählt wird der nächstgrößere angebotene Bolzen  $\varnothing 4 \text{ mm}$  (→ TabB „Bolzen“)

Scherfestigkeit (Bolzen  $\varnothing$ ) kombiniert mit Statik

# HP 1992/93-1: Mountainbike

$$4 \quad i = \frac{n_{ab}}{n_{zu}} = \frac{1420 \text{ min}^{-1}}{231,5 \text{ min}^{-1}} = 6,1 \quad 3,0$$

$$i_{min} = \frac{z_{2min}}{z_{1max}} = \frac{15}{48} = 0,3125$$

$$i_{min} = \frac{n_{zu}}{n_{abmax}} \Rightarrow n_{abmax} = \frac{n_{zu}}{i_{min}} = \frac{90 \text{ min}^{-1}}{0,3125} = 288 \text{ min}^{-1}$$

$$v_{max} = \pi \cdot n_{abmax} \cdot D = \pi \cdot 288 \text{ min}^{-1} \cdot 680 \text{ mm} = 10,25 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 615 \frac{\text{m}}{\text{min}} = 36,9 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Umfangsgeschwindigkeit aus Drehzahl mit Übersetzung

$$5 \quad i_{max} = \frac{z_{2max}}{z_{1min}} = \frac{32}{28} = 1,14 \quad 3,0$$

$$P_{zu} = 2\pi \cdot M_{zu} \cdot n_{zu} \Rightarrow M_{zu} = \frac{P_{zu}}{2\pi \cdot n_{zu}} = \frac{220 \text{ W}}{2\pi \cdot 30 \text{ min}^{-1}} = 70 \text{ Nm}$$

$$i_{max} \cdot \eta = \frac{M_{ab}}{M_{zu}} \Rightarrow M_{ab} = M_{zu} \cdot i_{max} \cdot \eta = 70 \text{ Nm} \cdot \frac{32}{28} \cdot 0,81 = 64,8 \text{ Nm}$$

$$M_{ab} = F_{vor} \cdot \frac{D}{2} \Rightarrow F_{vor} = \frac{2 \cdot M_{ab}}{D} = \frac{2 \cdot 64,8 \text{ Nm}}{680 \text{ mm}} = 190,7 \text{ N}$$

Umfangskraft aus Leistung mit Übersetzung

$$6 \quad F_{vor} = F_{Hangabtrieb} = (F_{G1} + F_{G2}) \cdot \sin \alpha \Rightarrow \quad 3,0$$

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{F_{vor}}{F_{G1} + F_{G2}}\right) = \arcsin\left(\frac{200 \text{ N}}{560 \text{ N} + 140 \text{ N}}\right) = 16,6^\circ = \text{Steigungswinkel}$$

$$\text{Steigung} = \tan 16,6^\circ = 29,8 \%$$

Befahrbare Steigung

---

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma=22,5$