

Umlenkungen

Vorspannung auf Seil: 7 kN



Winkel der Umlenkung (α): 20°



Zugkraft auf Umlenkung, Baum 2: 13.79 kN

Die Zugkraft an den Anschlagpunkten von Baum 1 und Baum 3 verändert sich nicht und beträgt: 7 kN

Die max. Kraft, die auf das Seil wirkt, verändert sich auch nicht und beträgt: 7 kN

* Das Seilgewicht bleibt bei unseren Berechnungen unberücksichtigt



Zwei 1:2 Flaschenzüge aus einem Seil inkl. Rückholzug der Seilbrückenlast



Zwei 1:2 Flaschenzüge zur Seilspannung ohne Verwendung einer Astgabel



Prinzip in der Praxis



1:4 Verhältnis im Einsatz bei einem Brückencache



Zwei simple 1:2 Flaschenzüge zum Spannen einer Doppelseilbrücke



Zwei simple 1:2 Flaschenzüge für eine Doppelseilbrücke unter einer Brücke



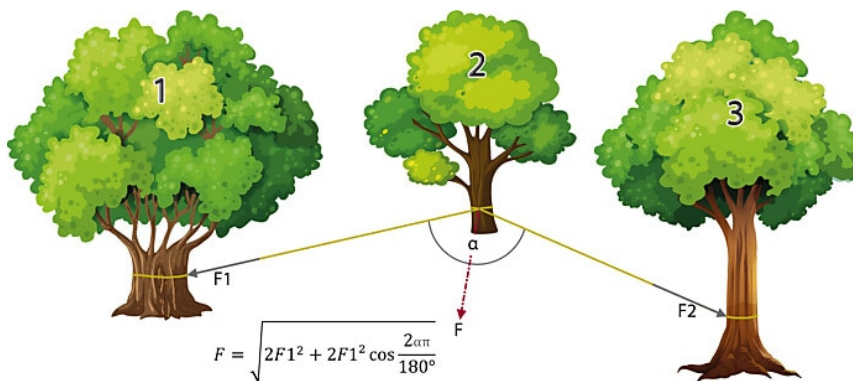
Zwei 1:2 Flaschenzüge zum Spannen einer doppelten Schrägseilbrücke



1:3 Flaschenzug unter Verwendung einer Doppelrolle mit Rücklaufsperre zum Spannen einer Wurfbeutelschleuder



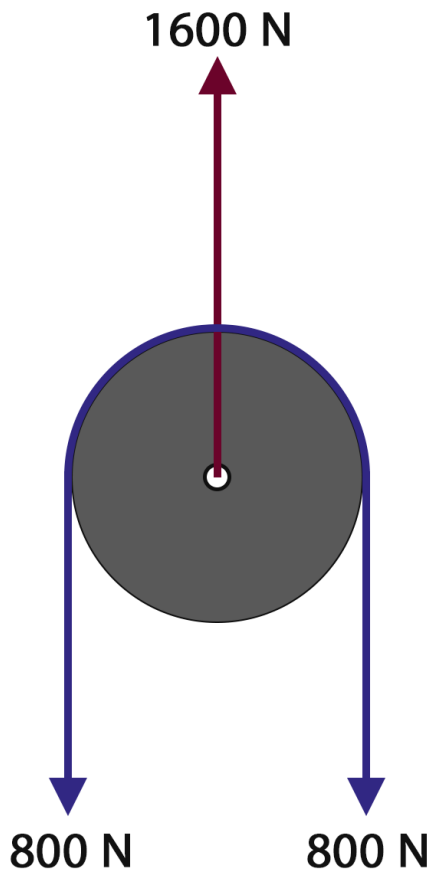
Lkw-Spanngurte als Seilbrücke ohne Durchhang unter einer Brücke (Ellington-Flaschenzug)



Daraus folgt für Umlenkungen:

- Je spitzer der Winkel bei Umlenkungen, desto höher die Kraft auf den umlenkenden Anschlagpunkt
- Die Kraft, die auf die Umlenkung wirkt, kann sich hier max. um Faktor 2 erhöhen (siehe: [Das Prinzip «der festen Rolle»](#))
- Erst ab 120° (und flacher) wird der Anschlagpunkt entlastet.

Das Prinzip der festen Rolle



An der festen Rolle werden Kräfte lediglich umgelenkt.

Beispiel: Auf der linken Seite der Rolle zieht eine Kraft mit 800 N (ca. 80 kg) – ebenso auf der rechten Seite.

An der festen Rolle ziehen also die beiden Kräfte F_1 und F_2 in gleiche Richtung. Der Winkel der Umlenkung beträgt hier 0 Grad.

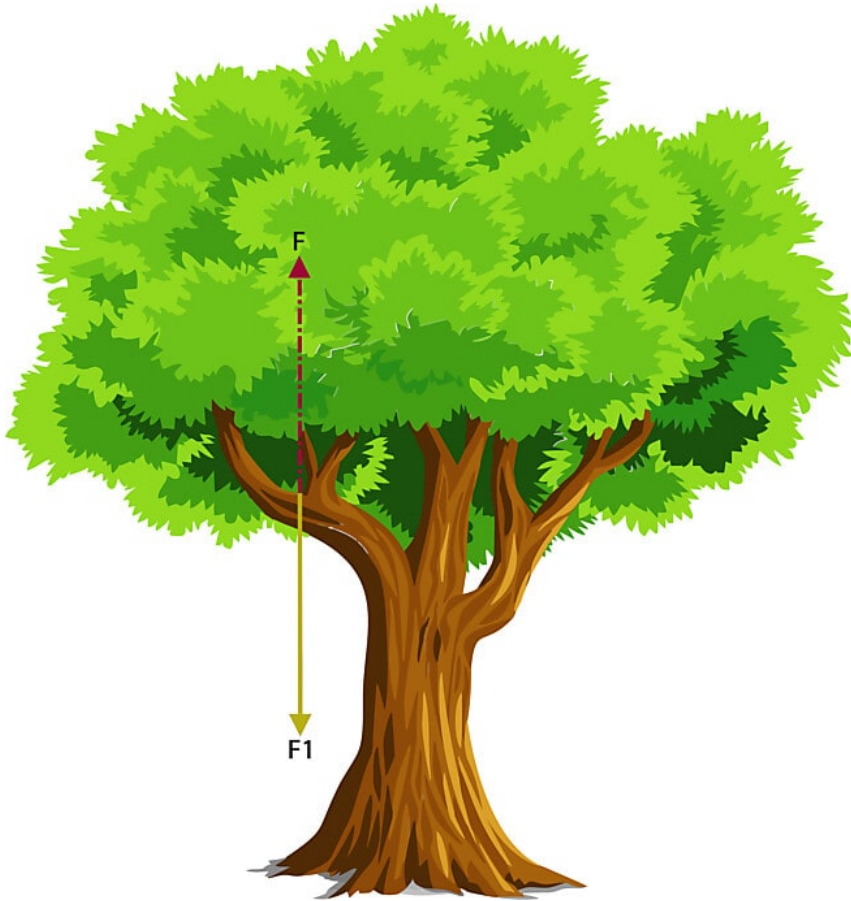
Also muss die Halterung der Rolle eine Gegenkraft von $F_1 + F_2$ aufbringen, hier also 1600 N (ca. 160 kg): das Doppelte.

Diese Erhöhung der wirkenden Kräfte bei Umlenkung ist sicherheitsrelevant (siehe dazu die Beispiele 1 bis 3).

Beachte hierbei auch:

- Unsaubere Knoten im Seil können die Bruchlast um bis zu $2/3$ verringern.
- Bei der Verwendung von Drahtseilen können zu spitze Winkel und zu enge Radien das Material schädigen.

Beispiel 1



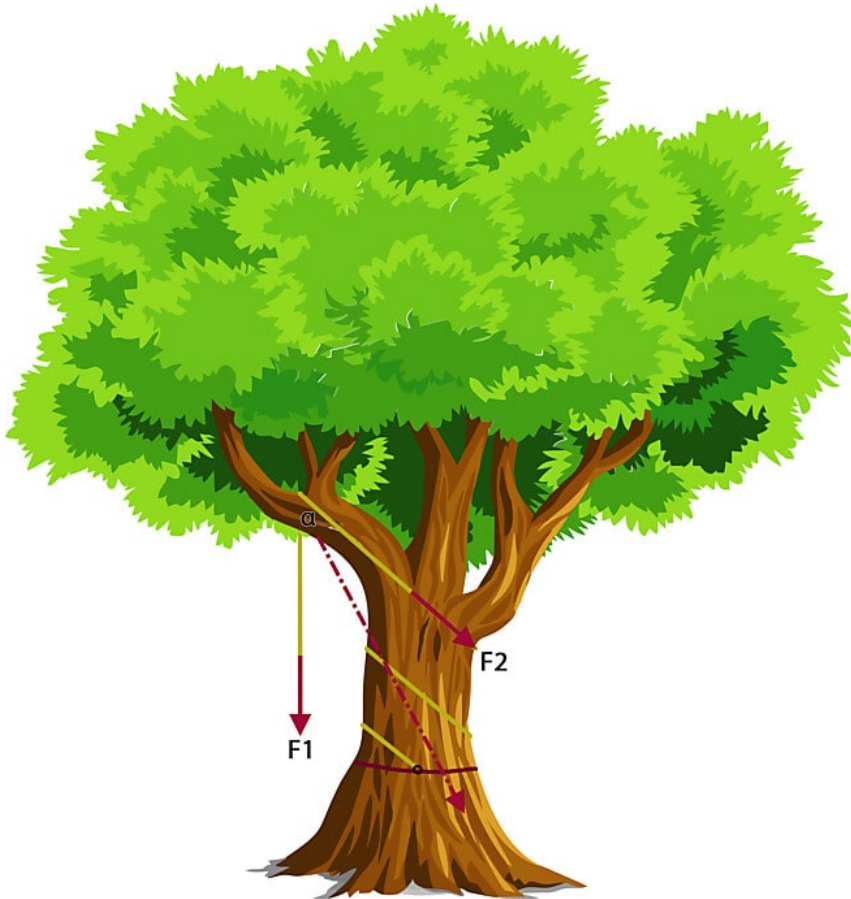
Bei diesem Beispiel gibt es keine Umlenkung. Das Seil (Liane) ist statisch am Ast fixiert.

Statische Kräfte		Dynamische Kräfte	
Personenlast (F1):	80 kg	max. Personenlast (F1) bei Pendeln:	240 kg
max. Last auf Umlenkpunkt:	160 kg	max. Last auf max. Last auf Umlenkpunkt (F1+F2):	480 kg
inkl. Sicherheitsfaktor 3:	480 kg	inkl. Sicherheitsfaktor 3:	1440 kg

Seil, Sicherungsschlaufen, Karabiner etc. müssen also laut EN mind.

720 kg aushalten, ebenso natürlich der Ast (Anschlagpunkt).

Beispiel 2



Bei diesem Beispiel (Toprope-Sicherung) wird das Sicherungsseil nach unten umgelenkt und statisch fixiert.

Statische Kräfte

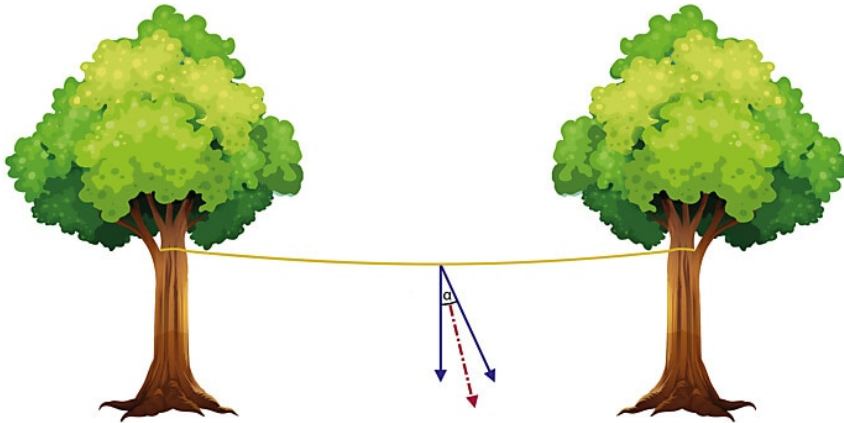
Personenlast (F1):	80 kg
Last auf Anschlagpunkt:	80 kg
inkl. Sicherheitsfaktor 3:	240 kg

Dynamische Kräfte

max. Personenlast (F1) bei Pendeln:	240 kg
Last auf Anschlagpunkt:	40 kg
inkl. Sicherheitsfaktor 3:	720 kg

Die Belastungen auf den Ast und die Umlenkung können hier doppelt so gross werden wie im Beispiel 1. Laut EN müssen also **1440 kg** eingeplant werden.

Beispiel 3



Bei dieser Konstruktion wird wie im Beispiel 2 das Sicherungsseil nach unten umgelenkt. Jedoch hängt es dieses Mal an einem Tragseil.

Statische Kräfte		Dynamische Kräfte	
Personenlast (F1):	80 kg	max. Personenlast (F1) bei Pendeln:	240 kg
max. Last auf Umlenkpunkt:	160 kg	max. Last auf Umlenkpunkt (F1+F2):	480 kg
inkl. Sicherheitsfaktor 3:	480 kg	inkl. Sicherheitsfaktor 3:	1440 kg

Das Seil, Sicherungsschlaufen am Gurt etc. müssen inkl. EN-Sicherheitsfaktor 3 mind. **750 kg** ($3 \times 240 \text{ kg}$) aushalten, die Umlenkung für sich genommen **1440 kg**.

Es wirken also max. 480 kg auf den Umlenkungspunkt als vertikale Kraft auf das horizontal gespannte Tragseil. Das **Heimtückische** an dieser Konstruktion ist allerdings das «Tragseil-Prinzip». Je nach Durchhang des horizontal gespannten Tragseils steigen die Kräfte, die auf das Tragseil selbst und auf die Anschlagpunkte und Bäume wirken, ins Unermessliche.

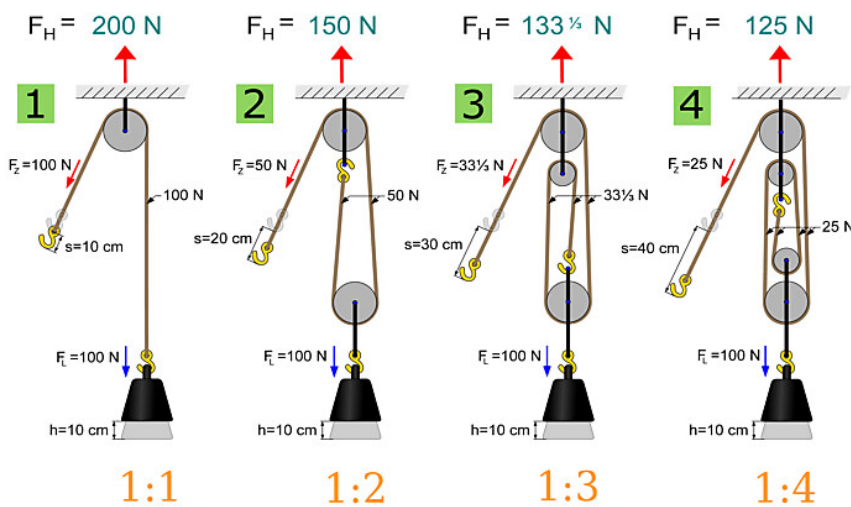
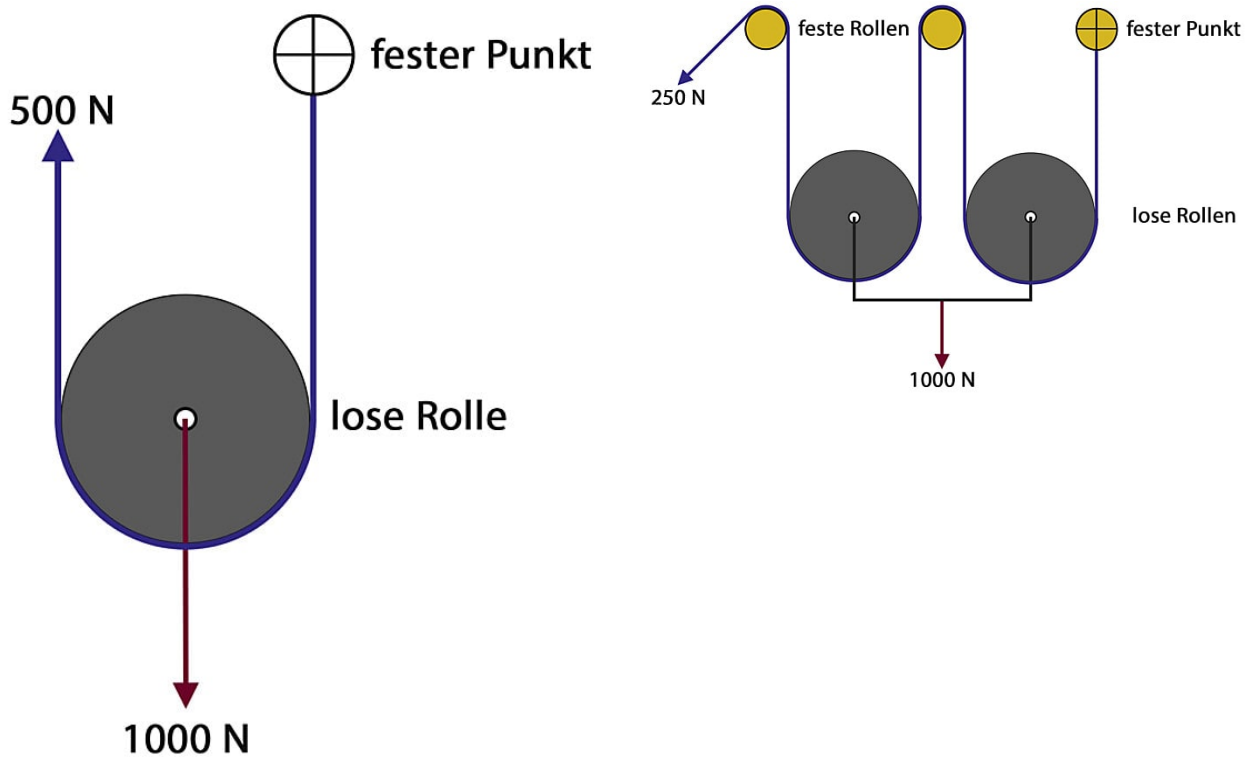
Beispiel

Personenlast (F1):	80 kg
Vertikale Kraft, die max. auf das Tragseil wirkt: (z.B. bei 90 Grad-Pendelsturz)	480 kg
Spannweite des Tragseils:	20 m
Durchhang des Tragseils unter Last:	2 m = 10 %
Zugkraft auf Bäume, Tragseil, Anschlagpunkte etc.:	1223 kg
inkl. Sicherheitsfaktor 3:	3670 kg

Das Prinzip der losen Rolle

Mit einer sogenannten «losen Rolle» lässt sich beim Heben und Bewegen von Lasten Kraft einsparen, denn diese bewegliche Umlenkung halbiert die Kraft. Im Gegensatz zu einer festen Rolle (standortfeste Umlenkung) bewegt sich die Rolle mit der daran befestigten Masse in Zugrichtung. Dieses Prinzip ist als Flaschenzug bekannt – im Grunde eine

Kombination von losen und festen Rollen. Wir können dies nutzen, um Seile zu spannen. Dazu werden sowohl interne als auch externe Flaschenzüge benutzt.



Beispieleinsätze von Flaschenzügen