

Vorspannung auf Seil  
Winkel der Umlenkung

$F_1=F_2$  **5,00 kN**  
 $\alpha$  **10,0°**

Zugkraft auf Umlenkung, Baum 2

$F$  **9,96 kN**

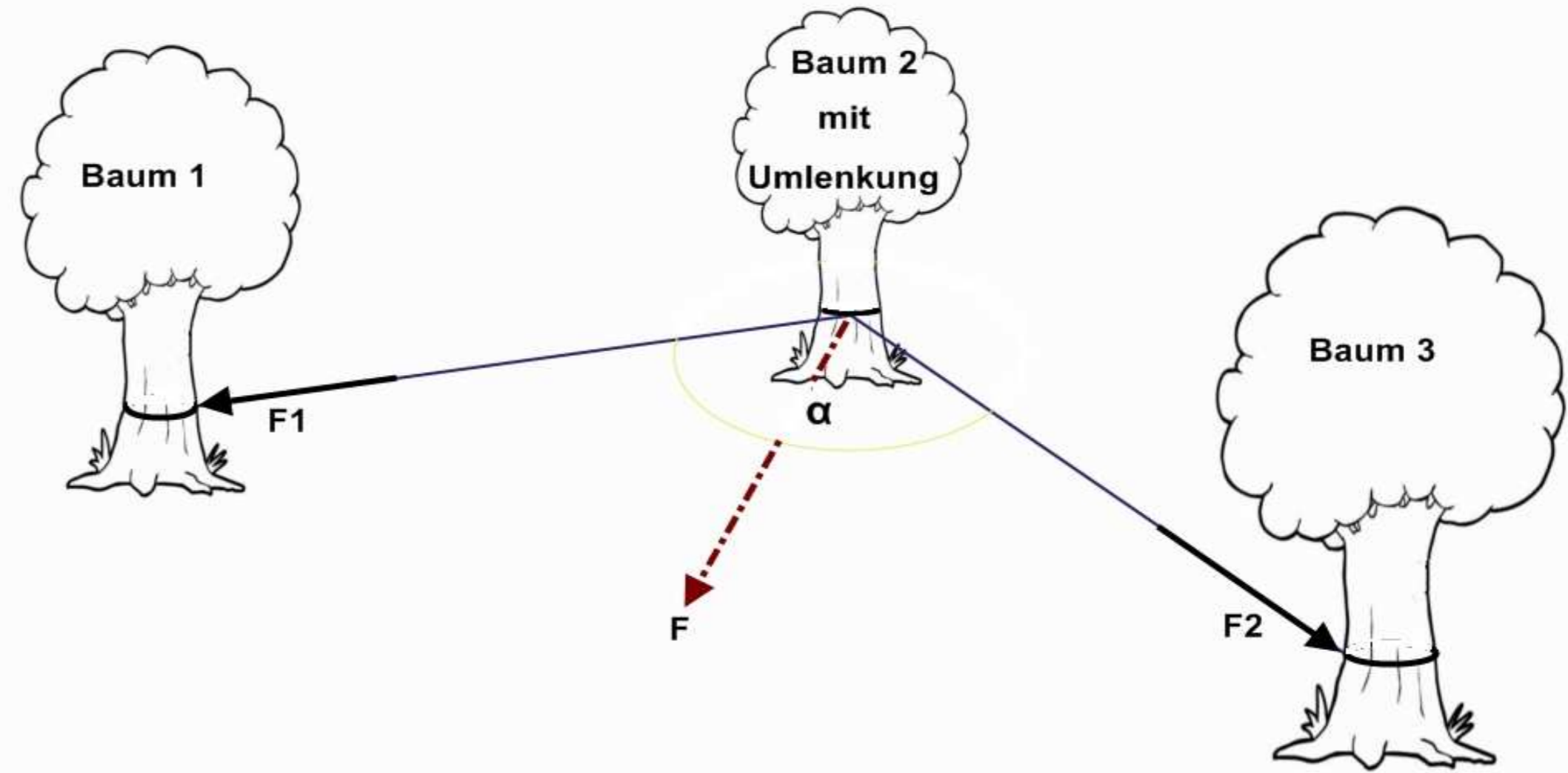
Die Zugkraft an den Anschlagpunkten von Baum 1 und Baum 3 verändert sich nicht und beträgt:

**5,00 kN**

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

**5,00 kN**

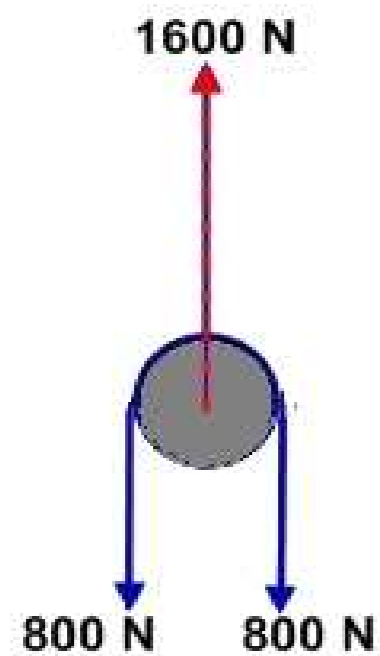
\* Das Seilgewicht bleibt bei unseren Berechnungen unberücksichtigt



**Daraus folgt für Umlenkungen im Seilgarten u.a.:**

- ◆ 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.**

**1. 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.

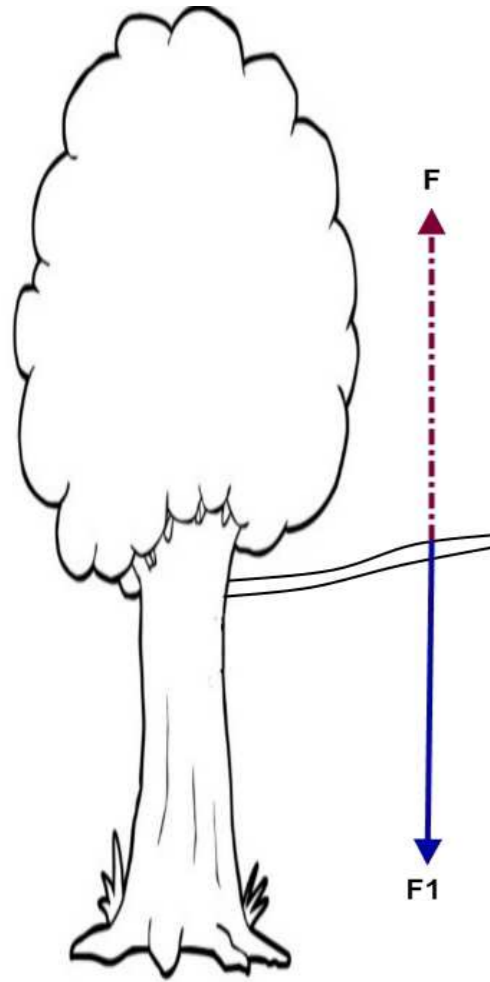
Also muss die Halterung der Rolle eine Gegenkraft von  $F_1 + F_2$  aufbringen, hier also 1600 N (ca. 160 kg): das Doppelte.

**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:

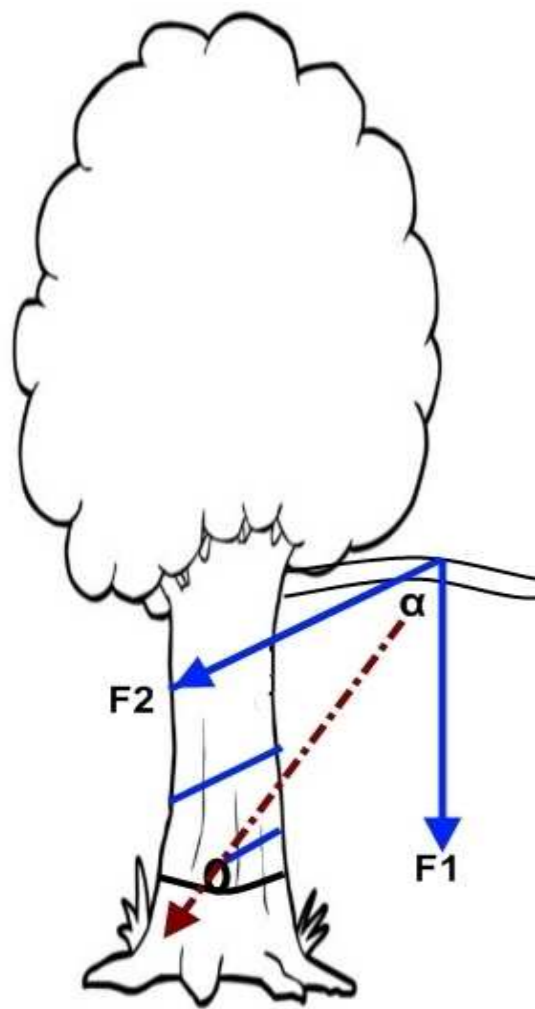
Personenlast (F1): **80 kg**  
 Last auf Anschlagpunkt \*: **80 kg**  
 inkl. Sicherheitsfaktor 3: **240 kg**

### Dynamische Kräfte:

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

Seil, Sicherungsschlaufen, Karabiner etc. müssen also laut EN mind. **720 kg** aushalten, ebenso natürlich der Ast (Anschlagpunkt).  
 Bei einem gesicherten Sprung / Sturz aus Asthöhe (Sturzfaktor 1) gelten besondere Berechnungen. -> siehe *Berechnung von Kräften im Seilgarten, Teil 3: Stürze und dynamische Kräfte*

## Beispiel 2



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

### Statische Kräfte:

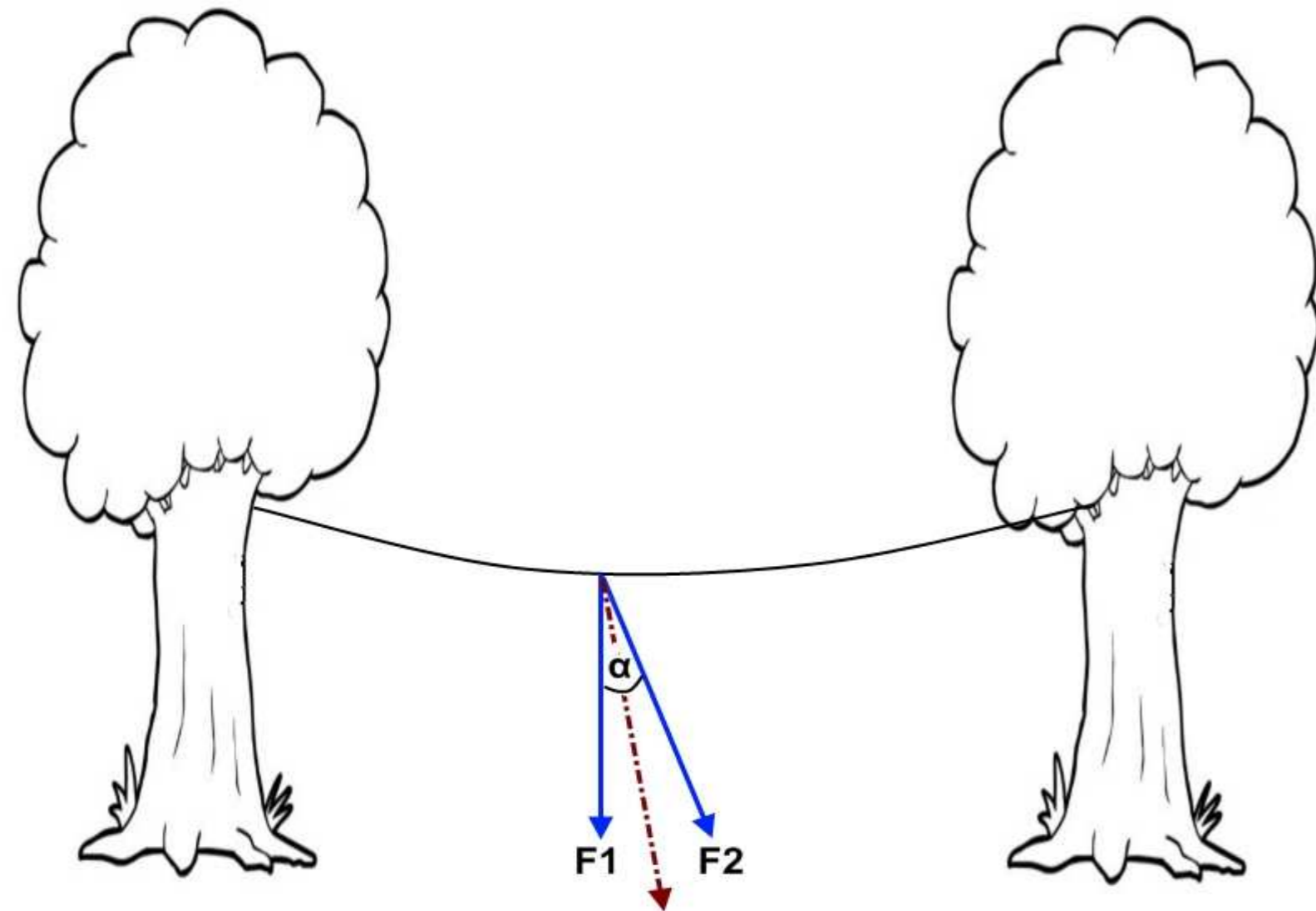
Personenlast (F1): **80 kg**  
 max Last auf Umlenkpunkt: **160 kg**  
 inkl. Sicherheitsfaktor 3: **480 kg**

### Dynamische Kräfte:

max. Personenlast (F1) bei Pendeln / Schwingen: **240 kg**  
 max. Last auf max Last auf Umlenkpunkt (F1+F2): **480 kg**  
 inkl. Sicherheitsfaktor 3: **1440 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.  
 Bei einem gesicherten Sprung / Sturz aus Asthöhe (Sturzfaktor 0,5) gelten besondere Berechnungen. -> siehe *Berechnung von Kräften im Seilgarten, Teil 3: Stürze und dynamische Kräfte*

### Beispiel 3



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

Statische Kräfte:

Personenlast (F1):	<b>80 kg</b>
max Last auf Umlenkpunkt:	<b>160 kg</b>
inkl. Sicherheitsfaktor 3:	<b>480 kg</b>

Dynamische Kräfte:

max. Personenlast (F1) bei Pendeln / Schwingen:	<b>240 kg</b>
max. Last auf Umlenkpunkt (F1+F2):	<b>480 kg</b>
inkl. Sicherheitsfaktor 3:	<b>1440 kg</b>

Das Seil, Sicherungsschlaufen am Gurt etc. müssen inkl. EN-Sicherheitsfaktor 3 mind. **750 kg** (3 x 240 kg) aushalten, die Umlenkung für sich genommen **1440 kg**.  
Bei einem gesichertem Sprung / Sturz (max. Sturzfaktor 0,5) gelten wiederum besondere Berechnungen. -> siehe *Berechnung von Kräften im Seilgarten, Teil 3: Stürze und dynamische Kräfte*

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" -> siehe unsere Excel-Formel: "*Berechnung der Seilzugkraft bei horizontal gespannten Seilen*". Je nach Durchhang des horizontal gespannten Tragseils steigen die Kräfte, die auf das Tragseil selbst und auf die Anschlagpunkte und Bäume wirken, ins Unermessliche.

Dazu ein Beispiel:

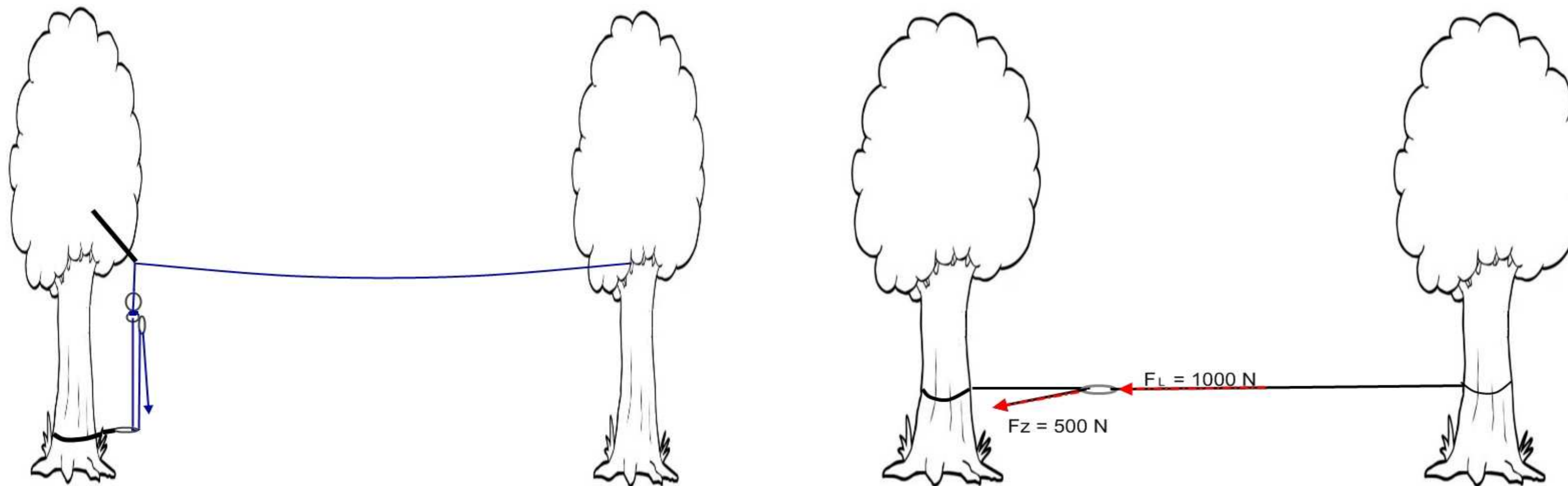
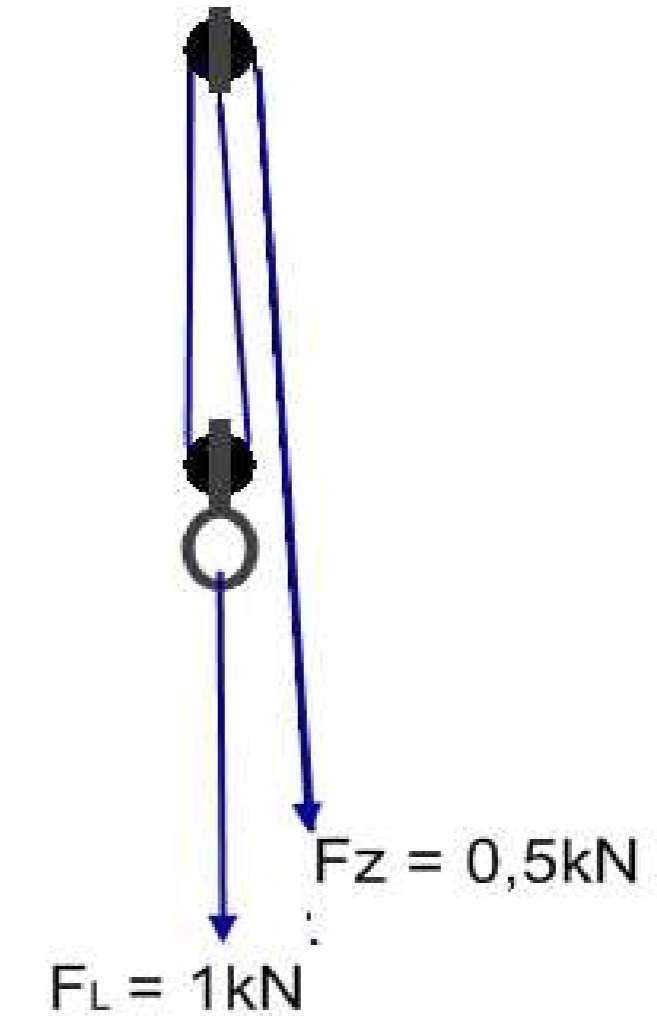
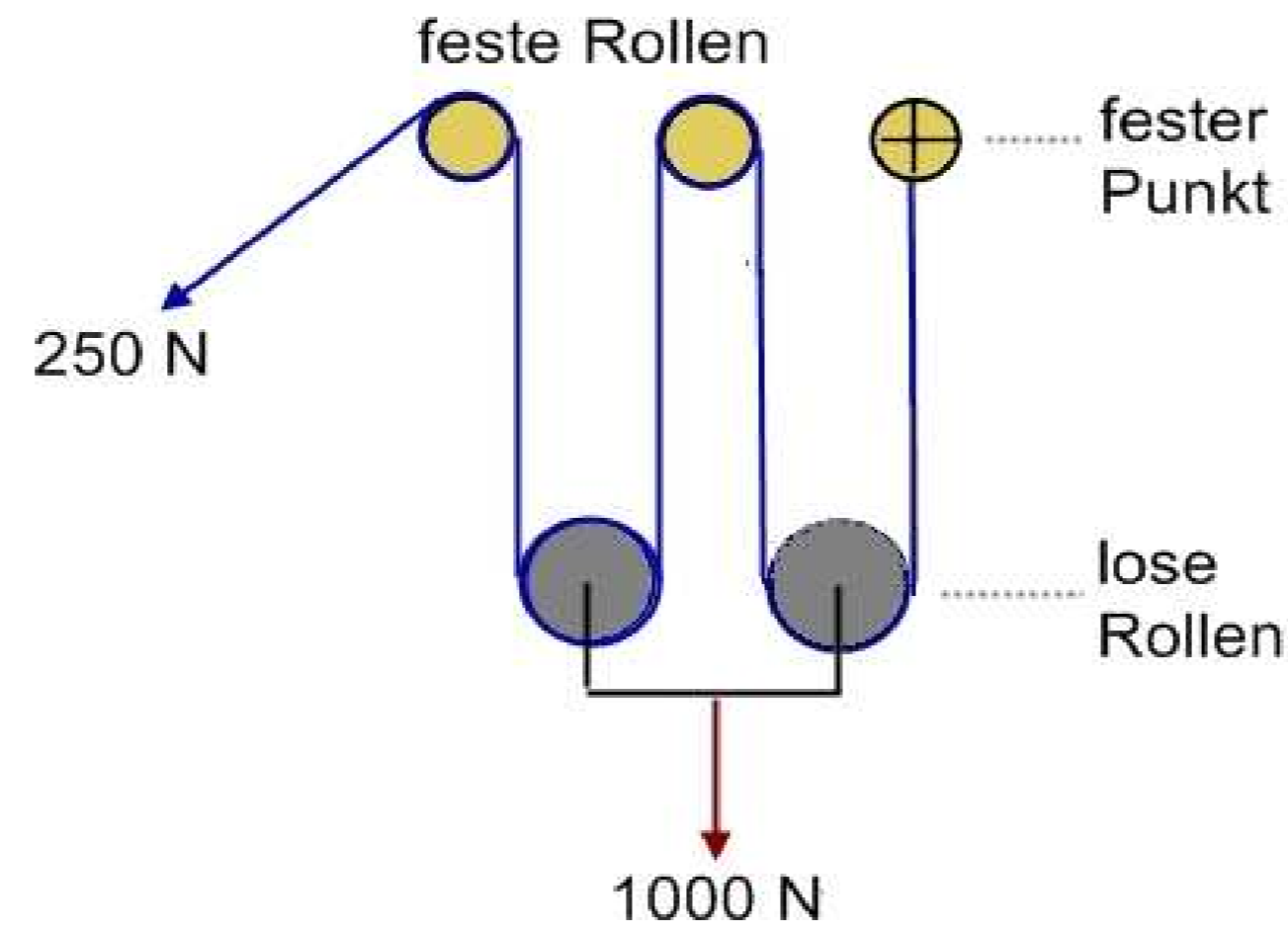
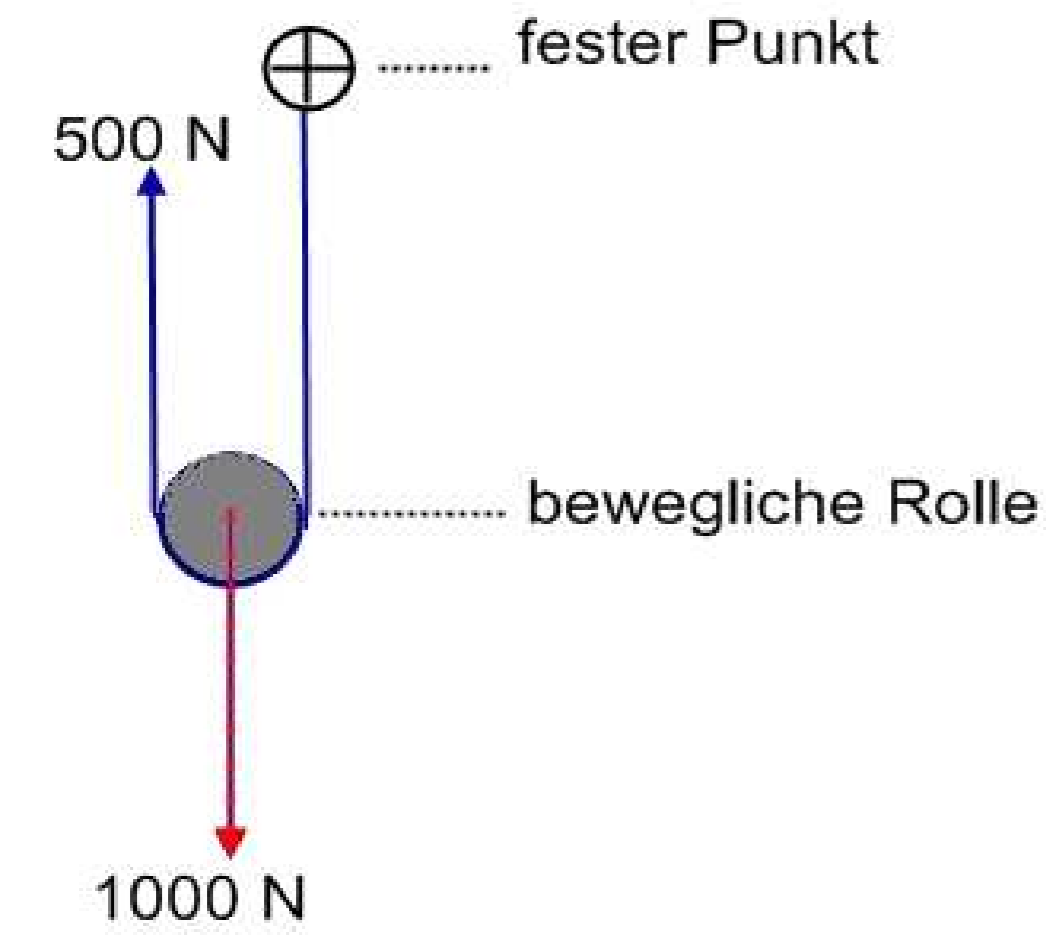
Personenlast (F1):	<b>80 kg</b>	
Vertikale Kraft, die max auf das Tragseil wirkt	<b>480 kg</b>	z.B. bei 90 Grad-Pendelsturz
Spannweite des Tragseils	<b>20 m</b>	
Durchhang des Tragseils unter Last	<b>2 m = 10 %</b>	
Zugkraft auf Bäume, Tragseil, Anschlagpunkte etc.	<b>1223 kg</b>	
inkl. Sicherheitsfaktor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

Bei einem gesichertem Sprung / Sturz (max. Sturzfaktor 0,5) gelten wiederum besondere Berechnungen. Die max. eingeleitete dynamische Kraft, die auf den Kletterer wirkt, muss hier mit 6kN berechnet werden -> siehe *Berechnung von Kräften im Seilgarten, Teil 3: Stürze und dynamische Kräfte*

### Das Prinzip "der losen Rolle":

Mit einer sog. "losen Rolle" lässt sich beim Heben und Bewegen von Lasten Kraft einsparen, denn diese bewegliche Umlenkung halbiert die Kraft. Im Gegensatz zu einem 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. Im Seilgarten können wir es nutzen, um Seile zu spannen. Dazu werden sowohl interne als auch externe Flaschenzüge benutzt.



**Urheberschutz und Nutzung:**

Wir räumen Ihnen ganz konkret das Nutzungsrecht ein, sich eine private Kopie für persönliche Zwecke anzufertigen.  
 Nicht berechtigt sind Sie dagegen, die Materialien zu verändern und /oder weiter zu geben oder gar selbst zu veröffentlichen.  
 Die Urheberrechte für die Berechnungsformeln, Texte, Zeichnungen und Fotos liegen bei: onLINE-Seilgarten / Andreas Dudda.

**Haftungshinweis:**

Trotz sorgfältiger Kontrolle übernehmen wir keine Haftung für die Richtigkeit der Kräfteberechnung.