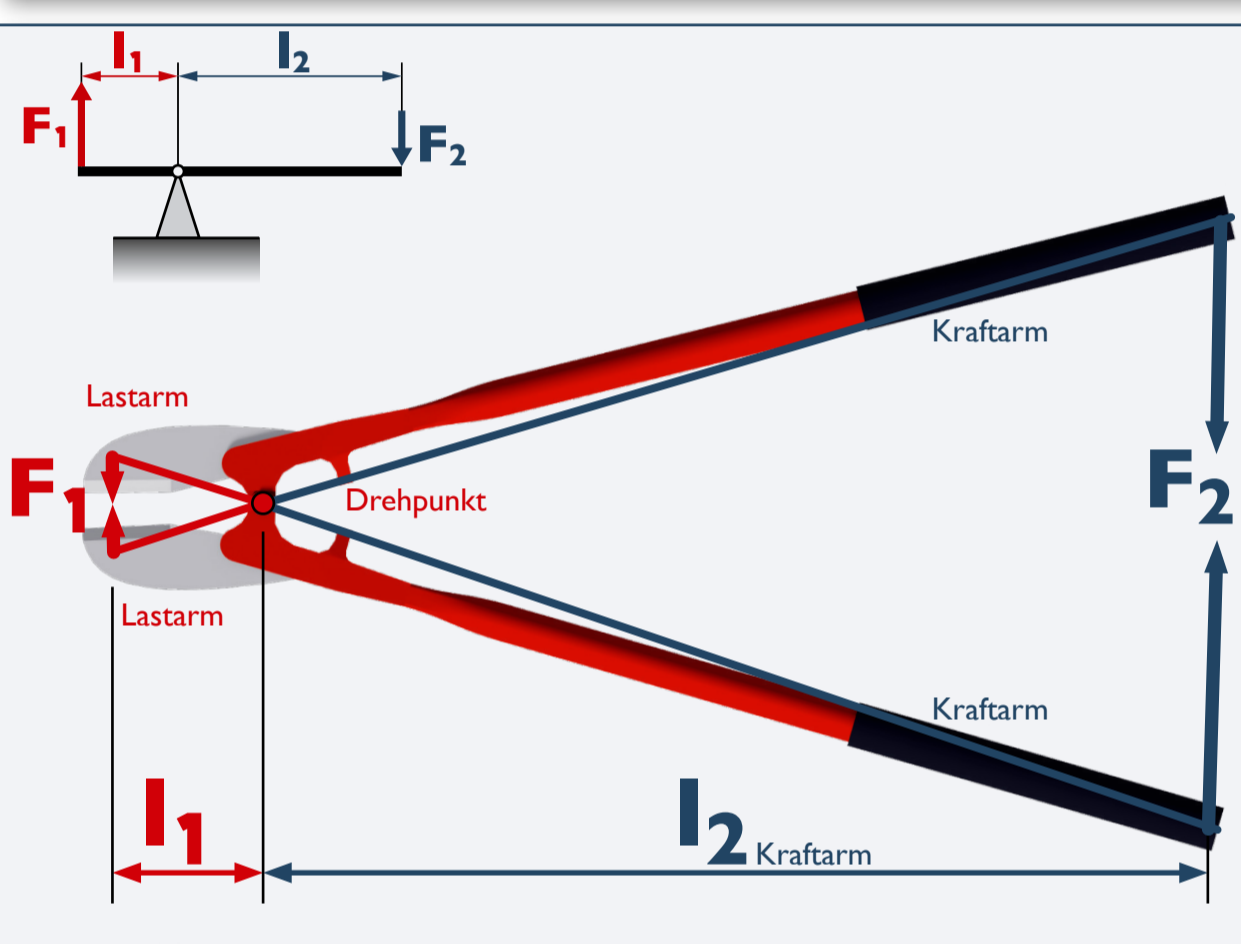


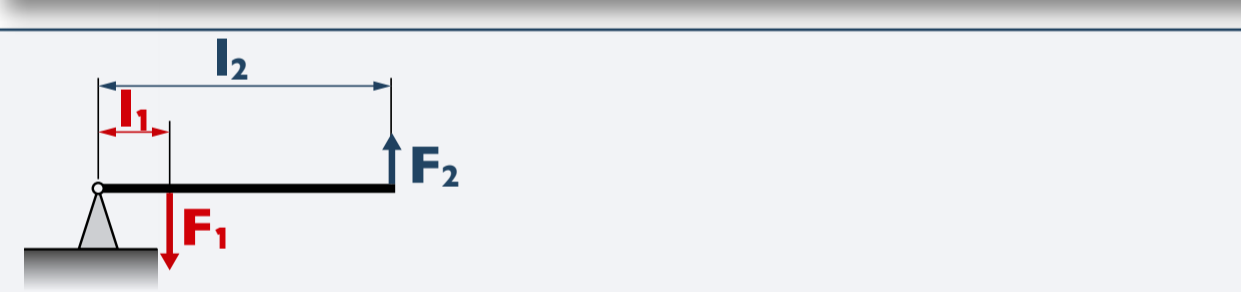
# „Taktik ohne Technik ist hilflos“ GRUNDLAGEN DER PHYSIK

## Das Prinzip des Hebelgesetzes

Das Hebelgesetz besagt, dass ein langer Hebel leichter zu bewegen ist als ein kurzer; wenn man das gleiche Gewicht bewegen möchte. Ein gutes Beispiel ist ein Schraubenschlüssel. Das liegt daran, dass der längere Hebel mehr Drehmoment erzeugt, welches die Last einfacher bewegt.  
Mit anderen Worten: Je länger der Hebelarm ist, desto weniger Kraft muss man aufwenden, um eine Last zu bewegen, dafür aber umso mehr Weg. Es gibt dabei einseitige und zweiseitige Hebel. Ein einseitiger Hebel wäre z.B. ein Schraubenschlüssel ein zweiseitiger z.B. ein Seitenschneider.

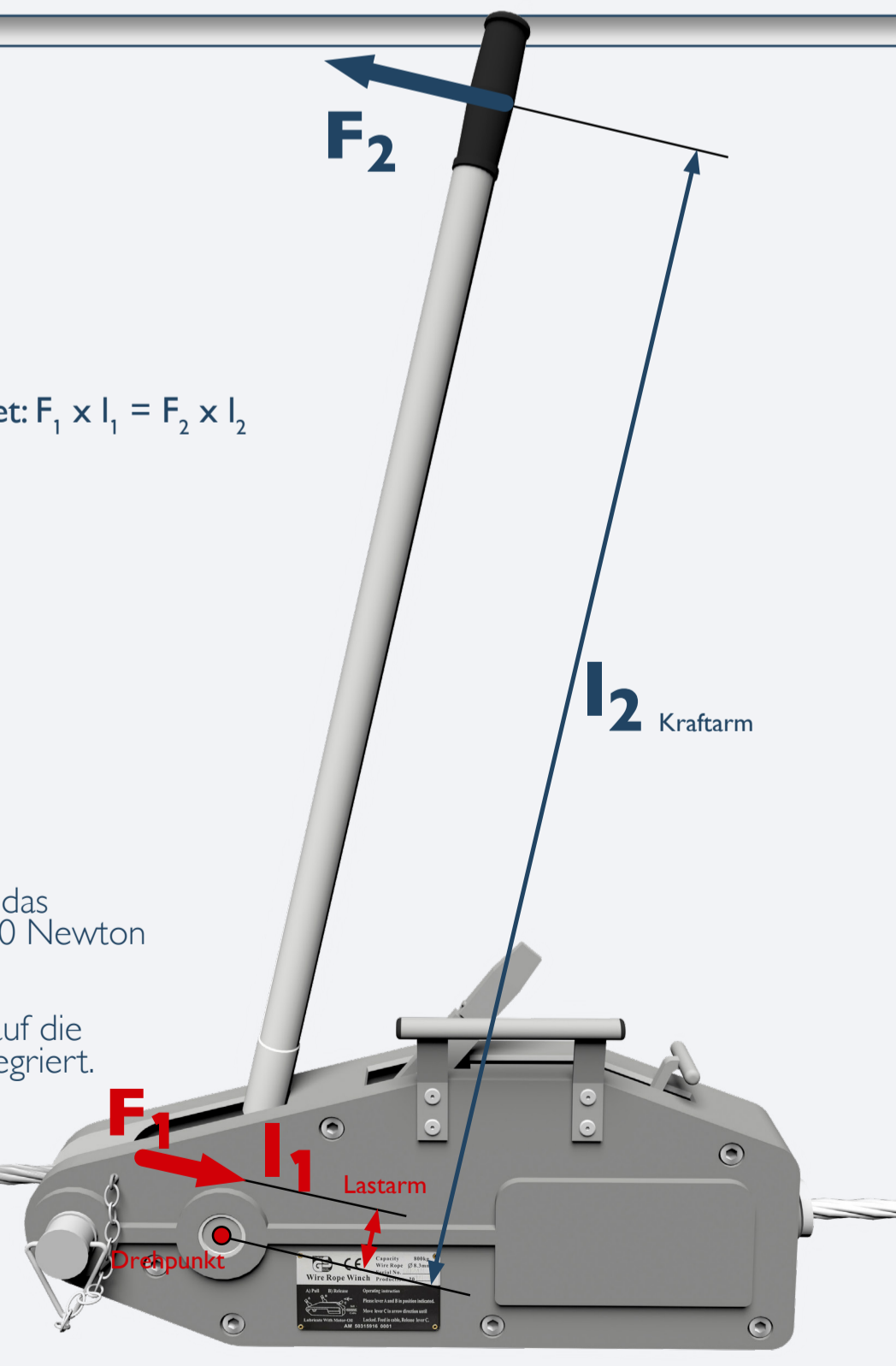


**Beispiel Bolzenschneider**  
Grundformel für einen **zweiseitigen Hebel** ist:  
 $F_1 \times l_1 = F_2 \times l_2$   
Annahme:  
 $F_2 = 500 \text{ N}$   
 $l_2 = 0,5 \text{ m}$   
 $l_1 = 0,05 \text{ m}$   
Gesucht: Kraft  $F_1$   
Für die Berechnung von  $F_1$  wird die Formel wie folgt umgeformt:  
 $F_1 = F_2 \times l_2 : l_1$   
Berechnung:  $500 \times 0,5 : 0,05 = 5.000 \text{ N}$   
Mit einer Kraft von 500 Newton (50 kg) wird die zehnfache Kraft (5.000 Newton / 500 kg) erzeugt, da die Länge des anderen Hebels 10x kürzer ist.



**Beispiel Greifzug**  
Zwei Kräfte beim **einseitigen Hebel**.  
Die Grundformel wird auch beim einseitigen Hebel angewendet:  $F_1 \times l_1 = F_2 \times l_2$   
Annahme:  
 $F_2 = 400 \text{ N}$   
 $l_1 = 0,025 \text{ m}$  (= 2,5 cm)  
 $l_2 = 1,00 \text{ m}$   
Gesucht: Die möglich Kraft  $F_1$ , die auf das Greifzugseil wirkt.

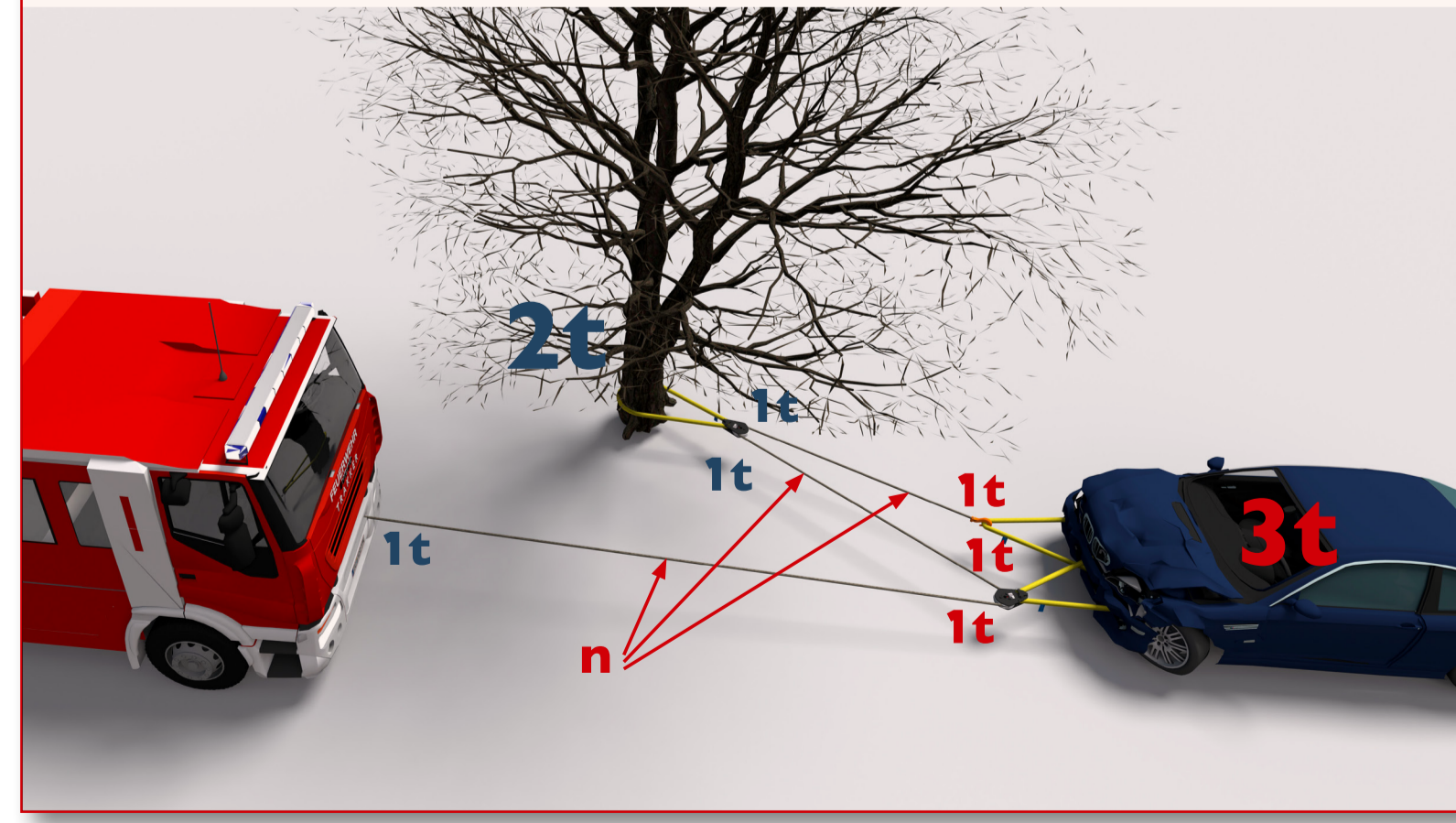
Die Formel wird auf  $F_1$  umgeformt:  
 $F_1 = F_2 \times l_2 : l_1$   
Berechnung:  $400 \times 1 : 0,025 = 16.000 \text{ N}$   
Mit einer angewandten Kraft von 400 Newton (40 kg) wirkt auf das Klemmbackenpaar in der Greifzugmechanik eine Kraft von 16.000 Newton (1.600 kg).  
Um eine Überlastung der Klemmbacken zu vermeiden, ist eine, auf die maximale Belastung bemessene Scherstift im Vorwärtshebel integriert.



## Beispiel Schraubenschlüssel

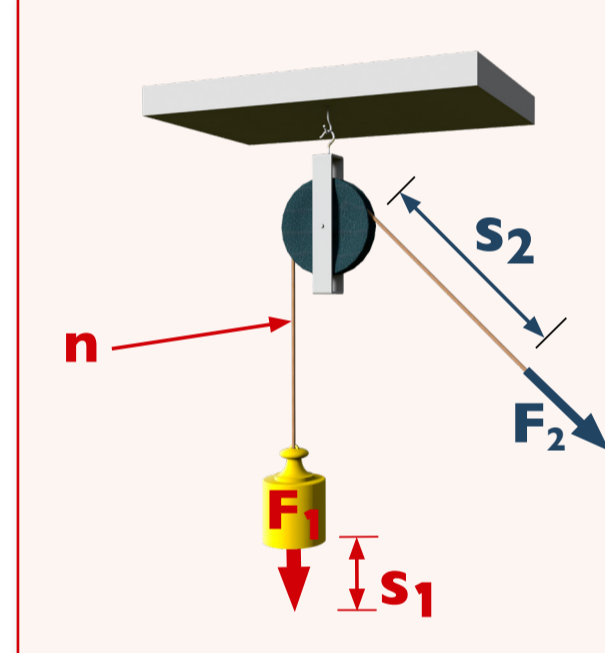
Die Formel um das Drehmoment zu berechnen ist:  
 $M = F_2 \cdot l_2$   
Annahme:  
 $l_2 = 0,5 \text{ m}$   
 $F_2 = 1.000 \text{ N}$   
Gesucht: Drehmoment  $M$   
Berechnung:  $1.000 \times 0,5 = 500 \text{ Nm}$   
Mit einer Kraft von 1.000 Newton und einer Hebel-länge von 50cm kann ein Drehmoment von 500 Newtonmeter erreicht werden.

## Beispiel Seilwinde - Einscheren mit zwei Umlenkrollen = zweifache Rolle = Flaschenzug = Verdreifung der Zugkraft

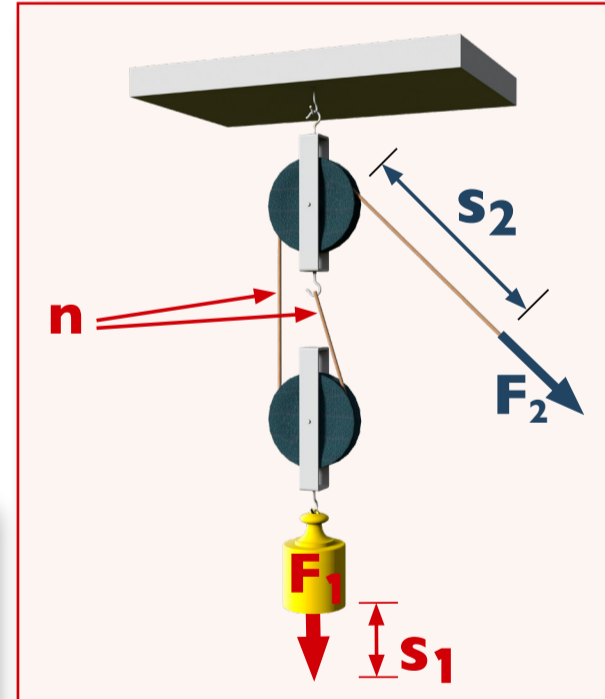


## Das Prinzip des Flaschenzuges

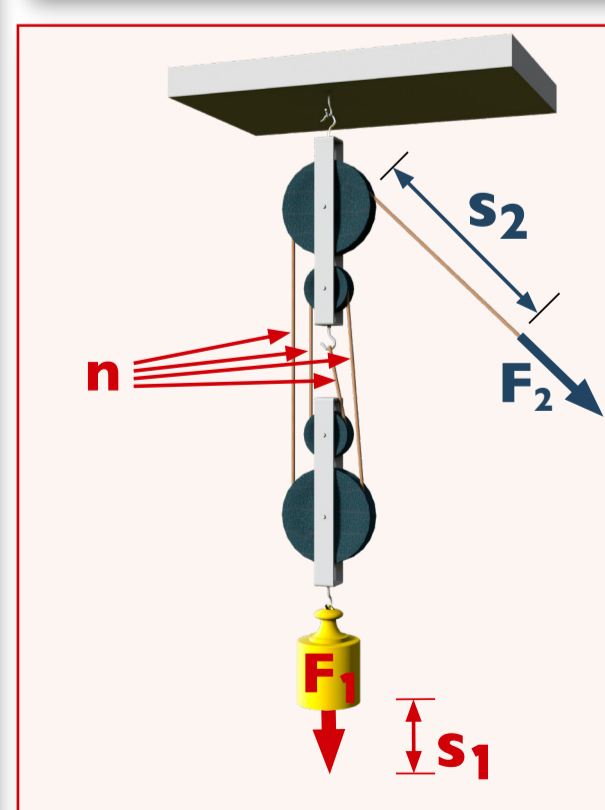
Ein Flaschenzug ist ein einfaches mechanisches System, das verwendet wird, um schwere Lasten zu heben. Es besteht aus einer Rolle oder einer Gruppe von Rollen, die durch Seile oder Ketten miteinander verbunden sind. Wenn am Ende des Seils gezogen wird, wird die Last am anderen Ende des Seils angehoben.  
Je nach Anzahl der Rollen im Flaschenzug kann die Kraft, die zum Anheben der Last benötigt wird, reduziert werden. Zum Beispiel, wenn ein Flaschenzug mit zwei Rollen (Beispiel 2) verwendet wird, wird die benötigte Kraft halbiert. Wenn ein Flaschenzug mit vier Rollen (Beispiel 4) verwendet wird, wird die benötigte Kraft um ein Viertel reduziert, die benötigte Seillänge allerdings verdoppelt bzw. vervierfacht. Ist nur eine Rolle vorhanden (Beispiel 1 - feste Rolle), gilt dieses Prinzip nicht, da es lediglich eine Umlenkung des Seiles bedeutet.  
 $n = \text{Anzahl der tragenden Seile}$   
 $F_2 = F_1 : n$   
 $s_2 = s_1 \times n$   
 $s_1 = s_2 : n$



**Beispiel 1 - feste Rolle**  
Annahme  $F_1 = 10 \text{ kg}$   
 $s_1 = 50 \text{ cm}$   
 $n = 1$   
 $F_2 = 10 : 1 = 10 \text{ kg}$   
 $s_2 = 50 \times 1 = 50 \text{ cm}$   
Bei einer einfachen Rolle (kein Flaschenzug) gibt es keine Kräfteersparnis.



**Beispiel 2 - lose Rolle**  
Annahme  $F_1 = 10 \text{ kg}$   
 $s_1 = 50 \text{ cm}$   
 $n = 2$   
 $F_2 = 10 : 2 = 5 \text{ kg}$   
 $s_2 = 50 \times 2 = 100 \text{ cm}$   
Bei zwei Rollen halbiert sich die Kraft und es verdoppelt sich der Weg (Seillänge).



**Beispiel 3 - Flaschenzug**  
Annahme  $F_1 = 10 \text{ kg}$   
 $s_1 = 50 \text{ cm}$   
 $n = 4$   
 $F_2 = 10 : 4 = 2,5 \text{ kg}$   
 $s_2 = 50 \times 4 = 200 \text{ cm}$   
Bei vier Rollen schrumpft die Kraft auf ein Viertel und es vervierfacht sich der Weg (Seillänge).



**Beispiel - KF50 Kranfahrzeug**  
Flaschenzug am Kranhaken mit mehreren nebeneinanderliegenden Rollen.