

# Ist ... das MÖGLICH ...

Unterrichtsmaterialien:

Slackline

Fach: Physik

Jahrgangstufe: 9./10.



LVR-Industriemuseum  
ENTDECKEN. ERLEBEN. MITMACHEN.

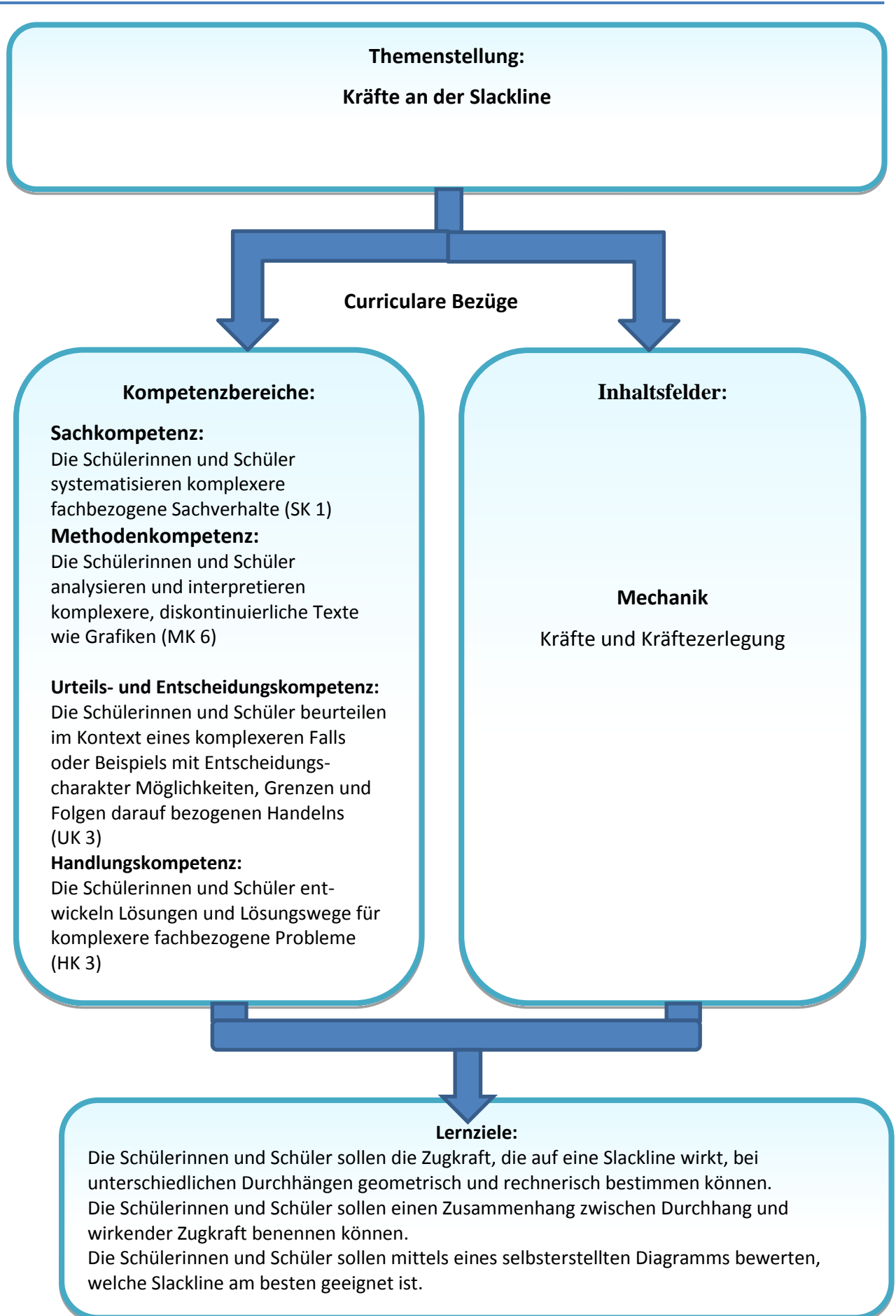
UNIVERSITÄT  
DUISBURG  
ESSEN




*Offen im Denken*

---

Inhalt	Seite
1. Lernziele und curriculare Bezüge	3
2. Die Lernsituation	4
3. Der Unterrichtsverlauf	5
4. Die korrespondierende Ausstellungseinheit im Museum	6
5. Informationsmaterialien zum Thema	7–8
6. Schülerarbeitsblatt	9
7. Musterlösung	10–11
8. Quellenangaben	12

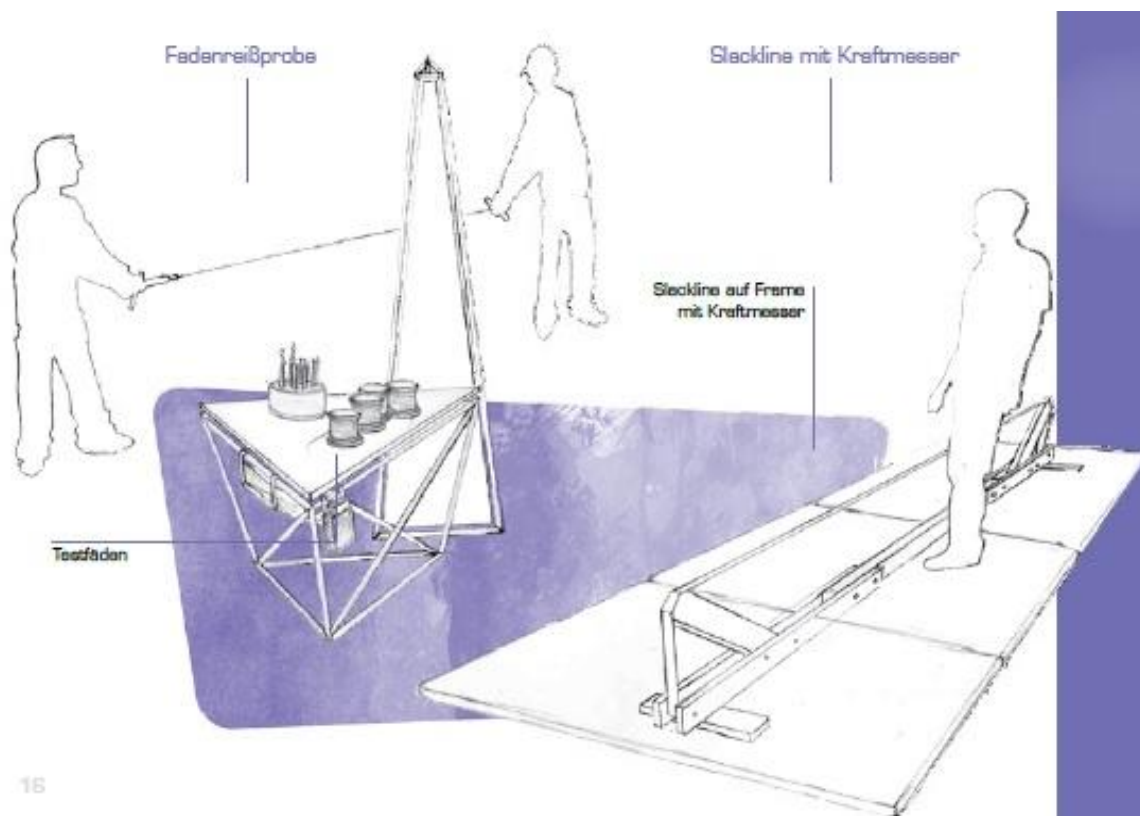
Autoren: Hüseyin Ince/Jens Stelten



<p><b>Handlungsanlass</b></p>	 <p>Die Schule beschließt, eine Slackline in der Schulsporthalle zu installieren und beauftragt die Schüler, eine passende Line auszuwählen.</p>
<p><b>Aufgabenstellung</b></p> 	<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen geometrisch und rechnerisch die wirkenden Zugkräfte in der Slackline anhand einer gegebenen Belastung bestimmen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler fertigen ein Diagramm an und benennen eine geeignete Slackline für den gegebenen Fall.</p>
<p><b>Materialvorgaben</b></p> 	<p>Informationsmaterial</p> <p>Arbeitsblätter</p> <p>Schülerinnen und Schüler benötigen Taschenrechner und Geodreiecke</p>

<b>Zeit</b>	<b>Inhalt/Lehr-Lernaktivitäten</b>	<b>Medien</b>	<b>Eigener Kommentar</b>
5 Min.	Begrüßung/Einführung in die Handlungssituation	PowerPoint	
10 Min.	Informationsgewinnung in Einzelarbeit	Informationsmaterialien	
5 Min.	kurzes Lehrer-Schüler-Gespräch über Inhalte der Informationsmaterialien	PowerPoint, Tafel, Informationsmaterialien	
60 Min.	Arbeitsphase: SuS lösen Aufgaben in Partnerarbeit	Arbeitsblatt	
10 Min.	Diskussion der Ergebnisse	Tafel	

## Station 3:



16

Die Besucher können auf einer ca. 4 Meter langen, freistehenden Slackline über einem Mattenboden balancieren. Die Slackline ist mit einer Kraftmessuhr ausgestattet, sodass ein zweiter Besucher die auftretende Zugkraft ablesen kann. Übergreifendes Thema an dieser Station ist die Zug- bzw. Reißfestigkeit von Materialien. Eine Fadenreißprobe als einfaches Tischexperiment ergänzt das Aktivangebot.

Ein mit historischem Filmmaterial illustrierbares Nebenthema ist die ehemals olympische Disziplin Tauziehen, die hohe Anforderungen an das verwendete Material stellt.

Dieses Experiment bietet einen idealen Anknüpfungspunkt für das Fach Physik, da es einen lebensnahen Kontext für das Inhaltsfeld Kräfte und Kräftezerlegung im Bereich Mechanik beinhaltet.

## Slackline

Bei der Sportart „Slacklines“ handelt es sich um das Balancieren auf einem Kunststoffband, das zwischen zwei Fixpunkten gespannt ist. Das wichtigste Element beim Slacklines ist die Leine, die es aus verschiedenen Materialien gibt. Somit erhält jede Leine ihre persönlichen Eigenschaften, wie Durchhang (slack), Elastizität, Schwingungsverhalten, Oberflächenbeschaffenheit und Bruchlast. Die Bruchlast gibt an, bei wie viel kN die Leine reißt und ist aus Sicherheitsgründen besonders zu beachten.

### Fixpunkte beim Slacklines

Zum Aufspannen der Leine benötigt man zwei verlässliche Fixpunkte und ein effektives Spannsystem.

Als stabile Fixpunkte können z. B. Bäume (ab einem Durchmesser von 20 cm), Geländer oder Bohrhaken dienen.

Immer ist darauf zu achten, dass die Fixpunkte den auftretenden Kräften Stand halten und durch die Belastungen nicht beschädigt werden.

Da die Slackline oft sehr straff gespannt ist, treten an den Fixpunkten Kräfte bis zu 10 kN–15 kN (1000 kg–1500 kg) auf.

Neben Bäumen in der Natur, können Slacklines auch in der Sporthalle installiert werden. Dort dürfen Slacklines nur an eigens dafür vorgesehenen und geprüften

Schwerlastverankerungen an der Hallenwand gespannt werden.

### Kräfte an der Slackline

Wird eine Slackline zwischen zwei Fixpunkten gespannt und beispielsweise in der Mitte durch einen Menschen und seine Gewichtskraft belastet, so wirken bestimmte Zugkräfte auf die Fixpunkte. Abbildung 1 verdeutlicht diese Situation. Die nach unten gerichtete Gewichtskraft  $F_G$  des Körpers übt Zugkräfte entlang der Slackline auf ihre Fixpunkte aus. Die Richtung der Zugkraft  $F_{Zug}$  weist entlang der Slackline vom Fixpunkt weg (gestrichelte Pfeile). Zur Berechnung der auftretenden Kräfte soll folgende Formel dienen, die sich aus den Winkelfunktionen und dem Satz des Pythagoras herleiten lässt.

$$F_z = \frac{F_g \sqrt{\frac{L^2}{4} + d^2}}{2d}$$

$F_z$ : Zugkraft an den Fixpunkten

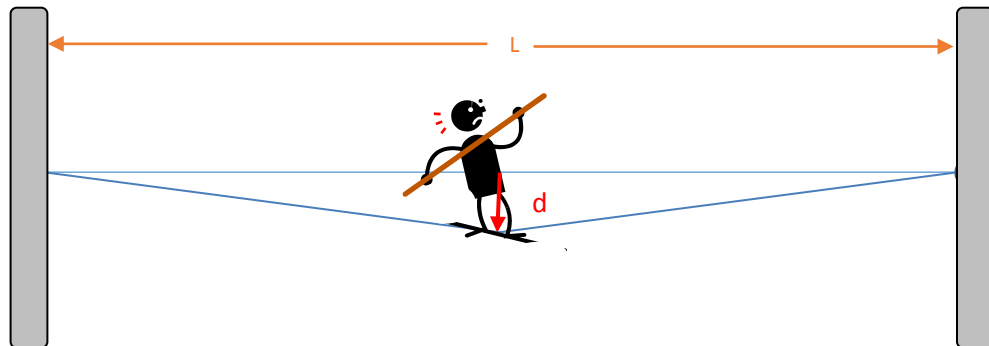
$F_g$ : Gewichtskraft des Menschen

$L$ : Länge der Leine

$d$ : Durchhang der Leine



Abbildung 1: Kräfte an der Slackline

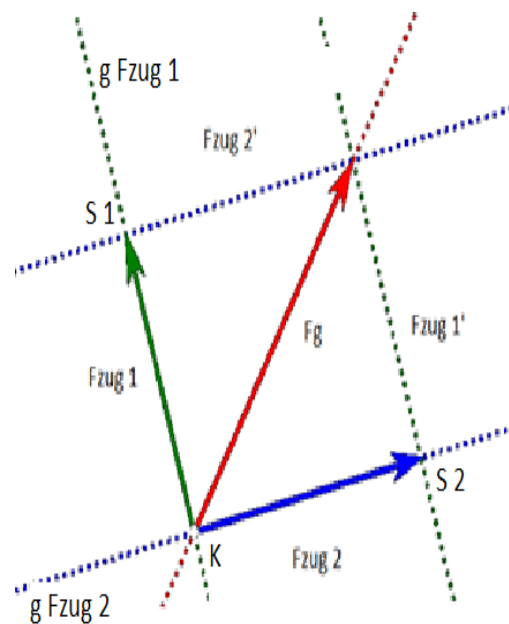


### Konstruktion eines Kräfteparallelogramms

Ist eine der beiden Größen,  $F_G$  oder  $F_{Zug}$  bekannt, ist es geometrisch möglich, mit Hilfe eines Kräfteparallelogramms die jeweils andere Größe zu ermitteln. Im folgenden Beispiel sei eine Gewichtskraft  $F_G$  gegeben. Man zeichnet nun den Kraftpfeil der Gewichtskraft in einem geeigneten Maßstab (z. B. 1 cm entspricht 2 kN) an den Punkt K, an dem sie angreift. Nun zeichnet man eine Gerade  $g_{F_{Zug1}}$  durch den Punkt K.

Die Gerade muss genau in die Richtung verlaufen, in die die Kraft  $F_{Zug1}$  wirkt. Dann zeichnet man die Parallele  $F_{Zug1}'$ . Danach zeichnet man die Gerade  $g_{F_{Zug2}}$  durch den Punkt K. Hier weist die Gerade in die Richtung in die  $F_{Zug2}$  wirkt. Die Parallele  $F_{Zug2}'$  wird eingezeichnet.

Es ergeben sich zwei Schnittpunkte S1 und S2. S1 ist die Spitze des Kraftpfeils  $F_{Zug1}$  und S2 ist die Spitze des Kraftpfeils  $F_{Zug2}$ . Die Kraftpfeile können nun ausgemessen werden. Da man vorher einen Maßstab festgelegt hat, können so die beiden gesuchten Kräfte  $F_{Zug1}$  und  $F_{Zug2}$  bestimmt werden.





Name/Vorname

Datum

**Ausgangssituation:** Die Schulleiterin hat beschlossen, für die SuS eine Slackline in der Sporthalle aufzubauen. Sie hat zwei Recksäulen im Abstand von 5 m als Fixpunkte mit geeignetem Spannsystem ausgewählt. Nun muss sie sich für eine Leine entscheiden und weiß nicht genau, welche die richtige für ihre SuS ist. Sie bittet euch um Hilfe. Es gibt drei Leinen zur Auswahl. Ihr sollt bestimmen, welche Leine für ihre SuS geeignet ist!

**Vorspannung:**

Leine 1 (rot) : 5 m lang, Durchhang = 0,2 m

Leine 2 (blau) : 5 m lang, Durchhang = 0,3 m

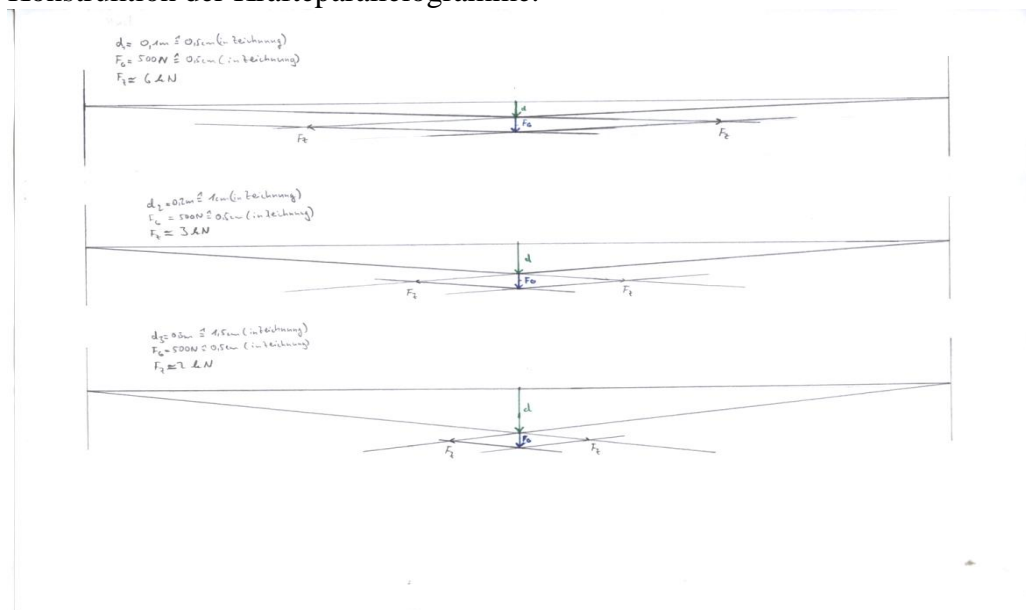
Leine 3 (schwarz): 5 m lang, Durchhang = 0,1 m

Die Bruchlast von allen Leinen beträgt 8 kN.



- Bestimme die Zugkraft  $F_Z$  bei einer Gewichtskraft von 500 N in den drei gegebenen Fällen. Bestimme durch Konstruktion eines Kräfteparallelogramms. Für die Konstruktion soll gelten: 5 m (Slackline) entsprechen 25 cm in der Zeichnung. Für die Gewichtskraft soll gelten: 1 cm entsprechen 1 kN.
- Erstelle mit Hilfe der Formel aus den Informationsmaterialien eine Wertetabelle für jede einzelne Leine. Nimm als x-Wert die Gewichtskraft  $F_g$  und als y-Wert die Zugkraft  $F_Z$ . Setze für  $F_g$  Werte von 50 kg–200 kg ein.
- Übertrage alle drei Tabellen in ein Diagramm und entscheide unter Berücksichtigung der Bruchlast, welche der drei Leinen du der Schulleiterin empfehlen würdest und warum?
- Wie hängen Durchhang und Zugkraft zusammen. Formuliere eine je-desto-Beziehung.

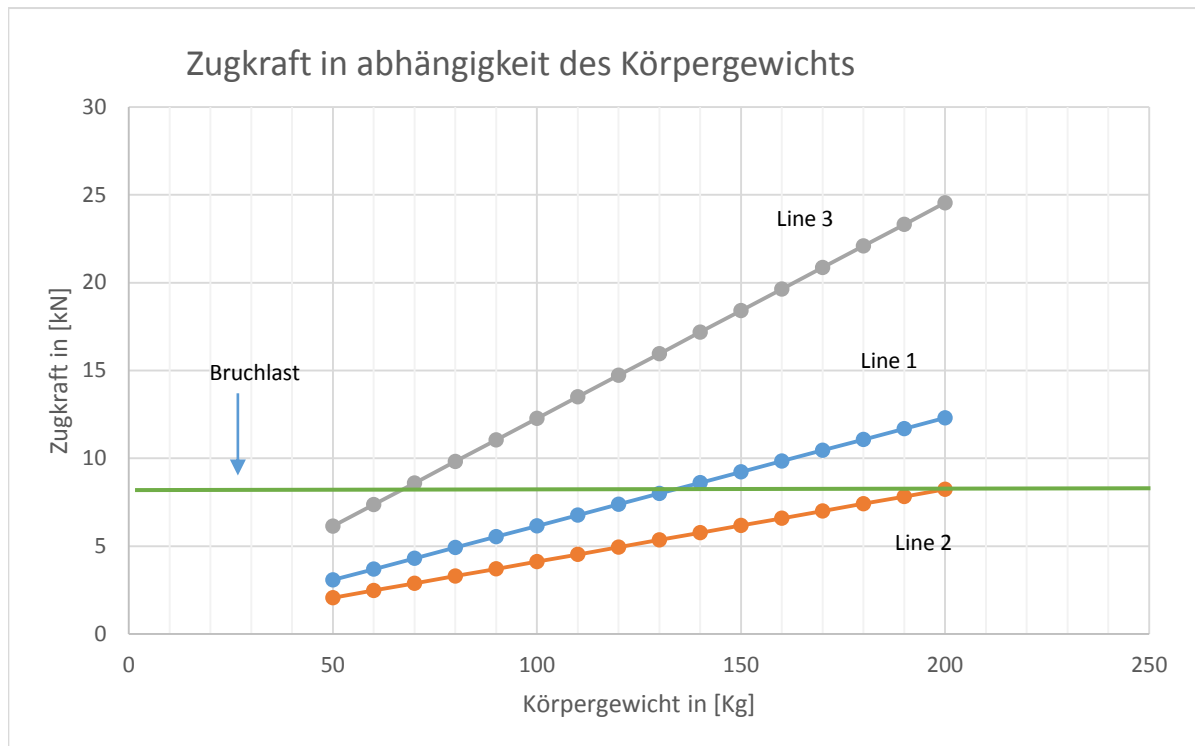
### 1. Konstruktion der Kräfteparallelogramme.



2. Erstelle mit Hilfe der Formel aus den Informationsmaterialien eine Wertetabelle für jede einzelne Leine. Nimm als x-Wert die Gewichtskraft  $F_G$  und als y-Wert die Zugkraft  $F_Z$ . Setze für  $F_G$  Werte von 50 kg–200 kg ein.

Gewicht (kg)	Zugkraft (kN) Leine 1	Zugkraft (kN) Leine 2	Zugkraft (kN) Leine 3
50	3,075	2,058	6,136
60	3,69	2,47	7,363
70	4,305	2,881	8,59
80	4,92	3,293	9,817
90	5,535	3,705	11,045
100	6,15	4,116	12,272
110	6,765	4,528	13,499
120	7,381	4,94	14,726
130	7,996	5,351	15,953
140	8,611	5,763	17,181
150	9,226	6,175	18,408
160	9,841	6,586	19,635
170	10,456	6,998	20,862
180	11,071	7,41	22,09
190	11,686	7,821	23,317
200	12,301	8,233	24,544

3. Übertrage alle drei Tabellen in ein Diagramm und entscheide unter Berücksichtigung der Bruchlast, welche der drei Leinen du der Schulleiterin empfehlen würdest und warum?



Leine 2 wird empfohlen, da sie erst bei 200 kg Belastungsgewicht an ihre Grenzen kommt.

4. Wie hängen Durchhang und Zugkraft zusammen?

Je kleiner der Durchhang, desto größer die Zugkraft.

Quellen
<a href="http://schulsportsymposion.de/material/2012/Slackline_Fixpunktbefestigung.pdf">http://schulsportsymposion.de/material/2012/Slackline_Fixpunktbefestigung.pdf</a>
Kernlehrplan Physik für die Realschule in Nordrhein-Westfalen, aktuelle Version
Kernlehrplan für die Gesamtschule – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen Naturwissenschaften: Biologie, Chemie, Physik, aktuelle Version
Kernlehrplan und Richtlinien für die Gesamtschule – Sekundarstufe I in Nordrhein-Westfalen, Arbeitslehre: Hauswirtschaft, Technik, Wirtschaft, aktuelle Version
<a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Kr%C3%A4fteparallelogramm">http://de.wikipedia.org/wiki/Kr%C3%A4fteparallelogramm</a>
Rodeo Slackliner in Graz <a href="http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rodeo_slackline_graz.jpg">http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rodeo_slackline_graz.jpg</a> Urheber: Bernhard Friedrich 27.02.2014, 11:16 Uhr