

Arbeitsblätter

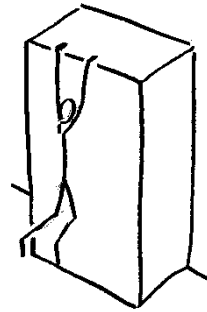
Seil – Netz

s t a t i k m o b i l

Was du dazu brauchst:

- Aluprofil 400
- 3 Schrauben
- Kunststoffrohr 150

- ✓ Suche einen Ort, wo du dich mit den Händen möglichst weit oben festhalten kannst (Kasten, Fenstervorsprung, Sprossenwand, ...).



- ✓ Lasse dich nun so hängen, dass deine Beine den Boden nicht mehr berühren. Konzentriere dich nun auf deine Hände, die das Gewicht deines Körpers halten müssen.
- ✓ Was spürst du in deinen Händen? Wie fühlt sich dein hängender Körper an – und warum?
- ✓ Zeichne und beschreibe deine Erlebnisse:

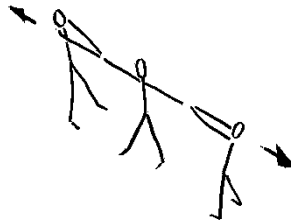
	<i>Hände</i>	<i>Körper</i>
<i>Zeichnung</i>		
<i>Gefühle</i>		
<i>Warum?</i>		

- ✓ Was denkst du haben diese deine Körpererfahrungen mit Problemen beim Errichten von Bauwerken zu tun? Welche Kräfte wirken?

Was du dazu brauchst:

- 3 Schüler/innen

- ✓ Stellt euch nun so auf, dass eine/r von euch zwischen den beiden anderen steht.
- ✓ Nehmt den in der Mitte stehenden bei den Handgelenken und beginnt vorsichtig nach außen zu ziehen. VORSICHT – NIE RUCKARTIG ZIEHEN! Ihr könntet euch verletzen.



- ✓ Was spürst du in deinen Armen? Wie fühlt sich dein gedehnter Oberkörper an – und warum? Zeichne und beschreibe deine Beobachtungen:

	Arme	Oberkörper
Zeichnung		
Gefühle		
warum		

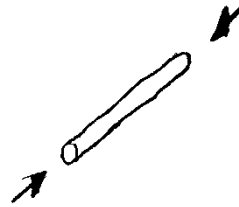
Was du dazu brauchst:

- Seil 800

- 1 Schüle/in

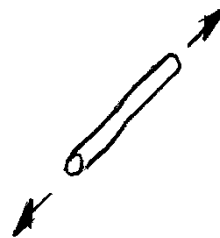
- ✓ Was passiert, wenn du das Seil versuchst, der Länge nach **zusammen zu drücken**

- **DRUCK** (Kraft) auszuüben?



- ✓ Was passiert, wenn du das Seil versuchst, der Länge nach **auseinander zu ziehen**

- **ZUG** (Kraft) auszuüben?



- ✓ Beschreibe und zeichne deine Beobachtungen zu **Seilform** und **Kraftaufwand** und versuche eine Erklärung für das Seilverhalten zu finden:

	DRUCK	ZUG
Seilform		
Kraftaufwand		

- ✓ Auf welche statischen Eigenschaften für Seile kannst du aus deinen Versuchen schließen?

	ja	nein
zugfest	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
druckfest	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

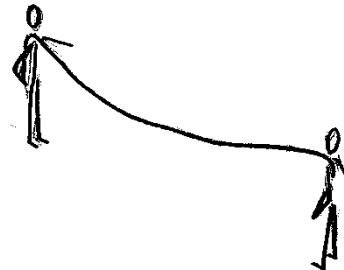
Was du dazu brauchst:

- Seil 5000

- 2 Schüler/innen

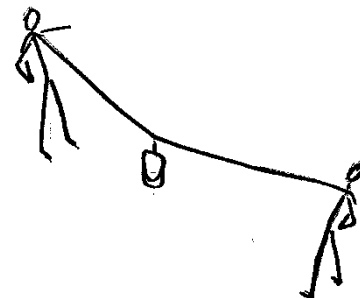
- Gewicht (z.B. Schultasche)

- ✓ Legt das Seil an den roten Markierungen über eure Schultern und haltet die Enden mit euren Händen fest.



- ✓ Versucht nun gleichzeitig und gleichmäßig das Seil zu **spannen**, indem ihr langsam auseinandergeht. Steht dabei möglichst aufrecht und gerade.

- ✓ Nun **belastet** das Seil mit einem Gewicht (z.B. Schultasche) am Haken in der Mitte des Seils. Versucht darauf das Seil wieder in die gespannte Position zu bringen und wieder aufrecht zu stehen.



- ✓ Was bewirkt diese Last in eurem Körper - der **Stütze**? Was in euren Schultern - den **Aufhängepunkten**?

Stützerfahrung (Körper)	Aufhängeerfahrung (Schultern)

- ✓ Verschiebt nun den Haken (**Belastungspunkt**) ca. 1m aus der Mitte und fühlt den Unterschied in euren Körpern – was hat sich für beide verändert? Wer hat mehr zu tragen, wer weniger und warum?

- ✓ Verschiebt nun den Haken weiter bis nah an einen von euch und fühlt wieder den Unterschied in euren Körpern – was hat sich weiter verändert?

- ✓ Wiederholt die Versuchsreihe – nun aber schiebt das Gewicht in andere Richtung, damit ihr beide auch die Erfahrungen des anderen machen könnt.

- ✓ Zeichnet , beschreibt und begründet eure Erfahrungen:

<i>Zeichnung</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Begründung</i>

Was du dazu brauchst:

- Seil 5000

- 3 Schüler/innen

- ✓ Findet nun eine Körperhaltung, die es euch leichter macht, das Gewicht mit eurem Körper zu tragen. Versucht mehrere Haltungen – aber nehmt immer beide dieselbe Haltung ein! Seid vorsichtig und achtet aufeinander. Nie das Seil plötzlich loslassen!!!
- ✓ Welche Körperhaltung eignet sich am besten und warum?
- ✓ Versucht die angenehmste Körperhaltung mindestens 30 Sekunden zu halten.
- ✓ Welche Körperteile werden stärker, welche weniger stark belastet?
- ✓ Beschreibt und zeichnet eure Beobachtungen (Körperhaltung, Kraftaufwand, ...) und versucht eine Erklärung zu finden:

Zeichnung	Beschreibung	Begründung

Was du dazu brauchst:

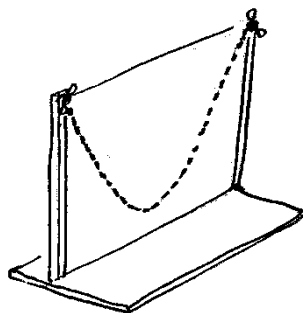
- MDF-Platte
- Hartfaserplatte
- 2 Aluprofile 400
- Aluschiene 300
- 8 Fixierschrauben
- Metallkette 1000
- 2 Kettenhaken
- DinA3 Blatt
- Bleistift

- 1 Schüler/in

- ✓ Baue die Versuchsanordnung zusammen und montiere ein Kettenende mit einem Kettenhaken an einer Fixierschraube. Hänge nun die Kette an der zweiten Fixierschraube oben so an, dass die Kette fast bis zum Boden durchhängt.



- ✓ Klebe ein DinA3 Blatt an die Platte und ziehe die Hängeform – die **Kettenlinie** - mit einem Bleistift auf dem Papier der Platte vorsichtig nach. Achte darauf, beim Nachzeichnen die Kette nicht zu verschieben.



- ✓ **Belaste** nun die Kette mit einer Schraube in der Mitte. Wie verhält sich die Kette – welche Form nimmt sie nun ein? Ziehe wiederum die **Hängeform** mit Bleistift nach.

✓ Erweitere deine Experimente durch:

1. Verlagerung des Gewichts – **der Last** - aus der Mitte.
2. Belastung mit weiteren Gewichten.

✓ Zeichne deine Beobachtungen und suche Erklärungen für die jeweilige **Verformung** der Kette:

<i>Zeichnung der Kettenform</i>	<i>Erklärung für die Veränderung</i>

Was du dazu brauchst:

- MDF-Platte
- 2 Aluprofile 400
- 2 Aluschiene 300
- Rollenaufsatz
- 8 Fixierschrauben
- Schnur 1000
- 2 Gummiringe
- Federkraftmesser

- 1 Schüler/in

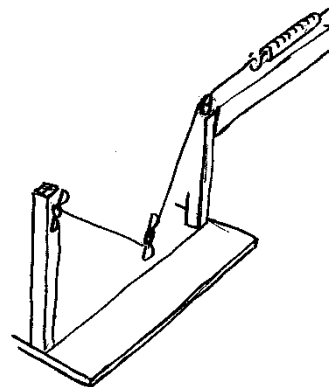
Sei vorsichtig im Umgang mit Messgeräten – sie sind sehr empfindlich!!!

- ✓ Baue die Versuchsanordnung zusammen und montiere den Rollenaufsatz. Mache nun den Federkraftmesser an der oberen Aluschiene mit Gummiringen fest.



- ✓ Verknote die Schnur an einem Ende zu einer Schlaufe und hänge sie in den Federkraftmesser ein. Lege die Schnur über die Rolle, lasse sie tief nach unten durchhängen und mache die Schnur an der Oberseite des zweiten Aluprofils fest.

- ✓ Dann belaste die Schnur in der Mitte mit einer Fixierschraube und beobachte, ob sich der Federkraftmesser einen Wert anzeigt.



- ✓ Erhöhe nun stetig die Anzahl der Gewichte und trage die **Messergebnisse** in das **Messprotokoll** ein. Versuche die Ergebnisse zu begründen.

Anzahl der Gewichte	Seillinienform	Kraftmessung (N)
	 N
	 N
	 N
	 N
	 N

Die Horizontalkraftmessung: Pfeilhöhe - Kraftaufwand

GV

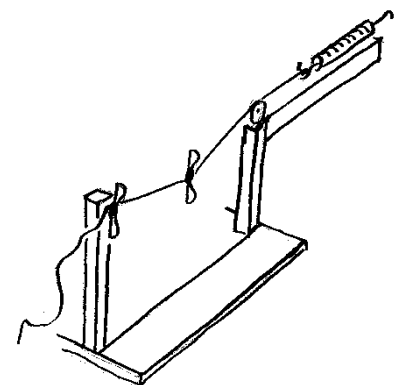
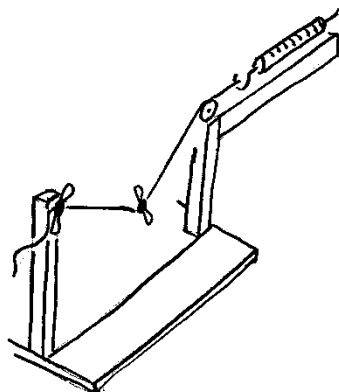
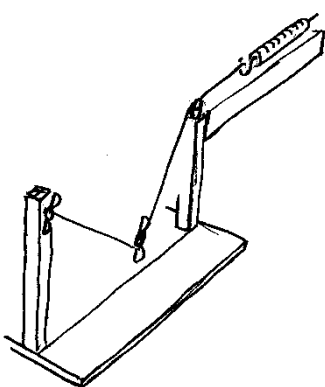
Was du dazu brauchst:

- MDF-Platte
- 2 Aluprofile 400
- 2 Aluschienen 300
- Rollenaufsatz
- 8 Fixierschrauben
- Schnur 1000
- 2 Gummiringe
- Federkraftmesser

- 1 Schüler/in

Sei vorsichtig im Umgang mit Messgeräten – sie sind sehr empfindlich!!!

- ✓ Verschiebe nun das Gewicht aus der Mitte. Was passiert?
- ✓ Verringere die **Pfeilhöhe** um 3 cm, indem du die Schnur an der gelockerten Fixierschraube weiter nachziehst. Verschiebe das Gewicht so, dass es wieder in der Mitte ist.
- ✓ Wiederhole diesen Vorgang bis die Schur immer näher an die horizontale Lage kommt. Stelle das Gewicht immer wieder auf die Mitte nach. Was fällt dir dabei auf?



- ✓ Trage die **Messergebnisse** in das **Messprotokoll** ein und versuche die Ergebnisse zu begründen.

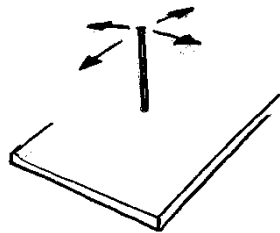
<i>Pfeilhöhe</i>	<i>Seillinienform</i>	<i>Kraftmessung</i>

Was du dazu brauchst:

- Montageplatte
- Kunststoffrohr 500 mit Abdeckkappe
- Schnüre 1000, 1500
- GEO-Dreieck
- Stecknadeln

- 2 Schüler/innen

- ✓ Nimm das Rohr - die **Stütze** - und stelle es mit der braunen Kappe nach unten auf die Montageplatte. Was passiert, wenn du loslässt?



- ✓ Überlege, wie du das Rohr mithilfe von möglichst wenig Schnüren vertikal (gerade nach oben - 90°) aufstellen und sichern kannst. Kontrolliere den Winkel mit dem GEO-Dreieck. Mache die Schnüre mit den Stecknadeln – der **Verankerung** - an der Montageplatte fest. Wie viele Schnüre brauchst du mindestens?
- ✓ Was ändert sich an der Stabilität deiner Konstruktion, wenn du die Schnüre weiter von der Stütze entfernt oder näher an der Stütze **verankerst**?
- ✓ Ändere nun den **Stützwinkel** auf 45° und versuche erneut zu stabilisieren. Wie müssen die Schnüre nun gespannt werden, damit die Konstruktion hält?

✓ Zeichne deine Versuche und versuche die Lösungen zu erklären:

	<i>Zeichnung</i>	<i>Erklärung</i>
<i>Stützwinkel 90°</i>		
<i>Verankerung weiter von Stütze</i>		
<i>Verankerung näher an Stütze</i>		
<i>Stützwinkel 45°</i>		

Was du dazu brauchst:

- Montageplatte
- 3 Kunststoffrohre 500 mit je einer Abdeckkappe
- Schnüre 1000, 1500
- GEO-Dreieck
- Stecknadeln

- 2 Schüler/innen

- ✓ Nimm nun einen zweiten Stab und verbinde die beiden mit einer Schnur. Stabilisiere die beiden Stäbe, indem du mit :
 1. Seilanzahl
 2. Abspannwinkel
 3. Abspannentfernung
 4. Stützwinkel experimentierst.
- ✓ Zeichne und erkläre deine Experimente:

<i>Zeichnungen</i>	<i>Erklärungen</i>

- ✓ Baue deine Kenntnisse weiter aus, indem du mit dem dritten Rohr weiter experimentierst und nun Flächen zwischen den Stäben aufspannen kannst. Versuche unterschiedliche Dreiecksformen als Grundfläche aus.

Zeichnungen	Erklärungen

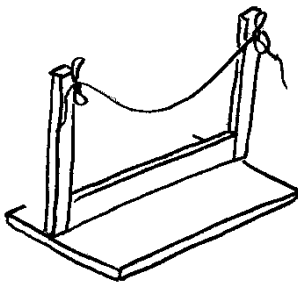
Was du dazu brauchst:

- 2 Aluprofile 400
- Aluschiene 300
- MDF Platte
- 6 Fixierschrauben
- 2 Schnüre 600
- 3 Kunststoffrohre 150
- Federkraftmesser

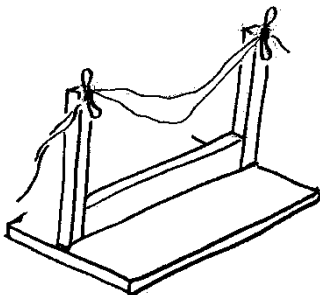
1 Schüler/in

Um 2 Funktionsseile zu stabilisieren, können **Druckstäbe** oder **Zugbänder** oder Kombinationen von beiden verwendet werden.

- ✓ Stelle mit den beiden Aluprofilen, der Aluschiene und der MDF-Platte das Versuchsgestüst auf. Schiebe je eine Fixierschraube in die beiden Profile und schraube je ein Ende einer Schnur – dem **Tragseil** - an diesen fest. Wie stabil ist diese einzelne Schnur?

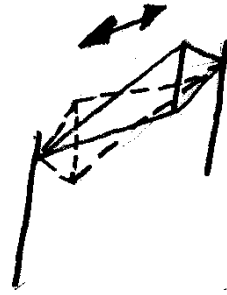


- ✓ Mache nun eine zweite Schnur – das **Stabilisierungsseil** - an den Fixierschrauben fest und spreize das Kunststoffrohr – den **Druckstab** - zwischen die Schüre, sodass beide **gespannt** sind (wenn es zu locker sein sollte, öffne eine Fixierschraube leicht und ziehe beide Schüre an einer Seite gleichmäßig in **Spannung**). Was hat sich an den Schnüren - den **Seilen** – in Bezug auf Stabilität verändert?

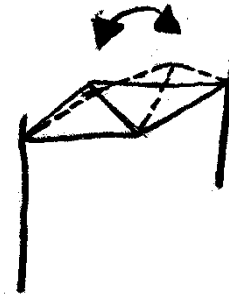


✓ Versuche herauszufinden, warum das *untere Seil* – das *Tragseil* – mehr Lasten aufnehmen kann, als das *obere* – das *Stabilisierungsseil*.

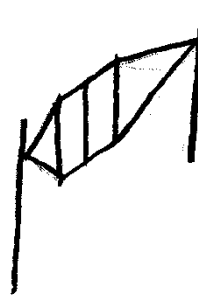
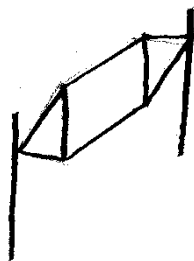
✓ Probiere verschiedene Stabpositionen aus, und untersuche mit der Kraftfeder, ob es für die Tragfähigkeit des Tragseils egal ist, an welcher Stelle man den Stab einsetzt.



✓ Macht es einen Unterschied, ob man den Stab schräg oder gerade zwischen den Seilen einsetzt – und warum?/warum nicht?



✓ Setze jetzt einen zweiten, dann auch einen dritten Druckstab ein. Verändere dabei auch die Positionen der Stäbe zueinander und finde die stabilste Anordnung. Macht es einen Unterschied, ob 2 oder 3 Druckstäbe eingesetzt sind?



- ✓ Überlege, warum diese Bauteile „**Druckstäbe**“ genannt wurden und finde eine Erklärung dafür.
- ✓ Zeichne, beschreibe und erkläre deine Versuche:

	<i>Zeichnung</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Erklärung</i>
<i>Position des Druckstabs</i>			
<i>Richtung des Druckstabs</i>			
<i>Anzahl der Druckstäbe</i>			
<i>Position der Druckstäbe</i>			

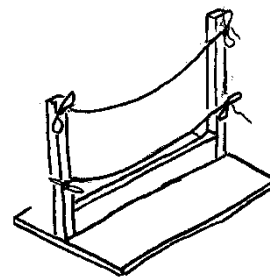
Was du dazu brauchst:

- 2 Aluprofile 400
- Aluschiene 300
- MDF Platte
- 6 Fixierschrauben
- 4 Schnüre 600
- 2 Schnüre 1000
- 3 Kunststoffrohre 150
- Federkraftmesser

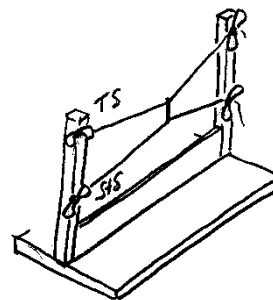
1 Schüler/in

Um 2 Funktionsseile zu stabilisieren, können **Druckstäbe** oder **Zugbänder** oder Kombinationen von beiden verwendet werden.

- ✓ Stelle mit den beiden Aluprofilen, der Aluschiene und der MDF-Platte das Versuchsgerüst auf. Schiebe je zwei Fixierschrauben in die beiden Profile und spanne alle 4 Enden der beiden Schnüre mit einer eigenen Fixierschraube ein, sodass die beiden Schnüre übereinander leicht gespannt sind. Der Abstand sollte ca. 15 cm betragen.



- ✓ Nun ziehe mit einer weiteren Schnur – dem **Zugband** - die beiden Schnüre in der Mitte etwas zusammen, sodass diese zueinander stabil werden.



- ✓ Probiere verschiedene Positionen für das Zugband aus, und untersuche mit der Kraftfeder, ob es für die Tragfähigkeit des Tragseils egal ist, an welcher Stelle man das Zugband einsetzt.
- ✓ Versuche herauszufinden, warum das *obere Seil* – das **Tragseil** – mehr Lasten aufnehmen kann, als das *untere* – das **Stabilisierungsseil**.

- ✓ Überlege, warum diese Bauteile „**Zugbänder**“ genannt wurden und finde eine Erklärung.
- ✓ Zeichne, beschreibe und erkläre deine Versuche:

	<i>Zeichnung</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Erklärung</i>
<i>Position des Zugbandes</i>			
<i>Richtung des Zugbandes</i>			
<i>Anzahl der Zugbänder</i>			
<i>Position der Zugbänder</i>			

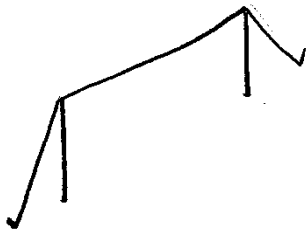
- ✓ Experimentiere nun mit beiden Elementen **Druckstab** und **Zugband**. Kombiniere beide Möglichkeiten und ergänze deine Versuche um weitere Schüre.

Was du dazu brauchst:

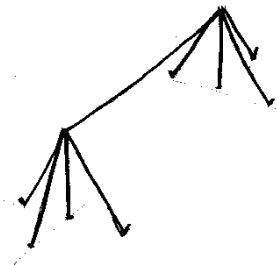
- Montageplatte
- 4 Kunststoffrohre 250 mit je 1 Abdeckkappe
- Schnüre 600, 1000
- Stecknadeln

- 1 Schüler/in

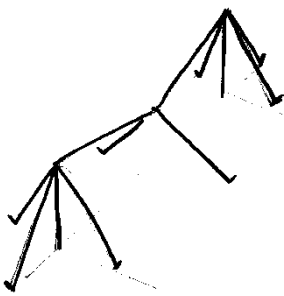
- ✓ Spanne eine Schnur zwischen 2 Kunststoffrohren - **Stützen** - im Abstand von ca. 30 cm auf und mache sie an der Montageplatte mit Stecknadeln fest. Achte darauf, dass die Schnur unter leichter Spannung steht.



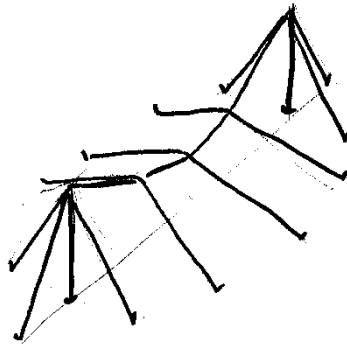
- ✓ **Stabilisiere** die Stützen nun zur Seite mit weiteren Schnüren - **Abspannseilen**.



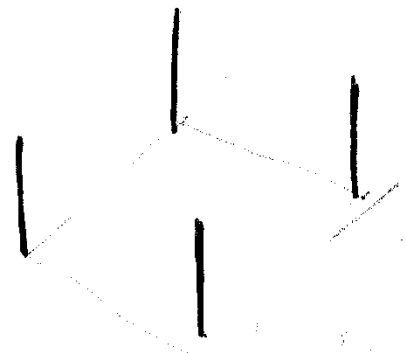
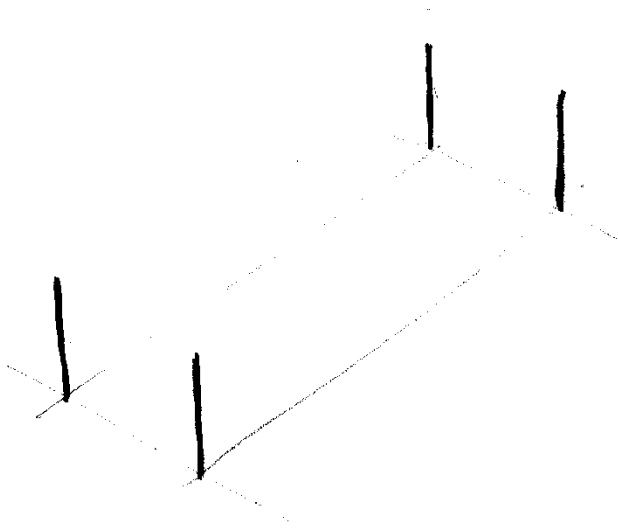
- ✓ Spanne nun das freihängende **Tragseil** quer dazu mit einer weiteren Schnur – dem **Stabilisierungsseil** - in der Mitte ab.



- ✓ Versuche nun weitere Seile zur Stabilisierung des **Tragseils** im Abstand von je 5cm anzubringen – eine **Seilschar**. Achte auf den **Abspannwinkel**.



- ✓ Nimm nun 2 zusätzliche Rohre und experimentiere mit allen 4 Stützen. Welche Möglichkeiten kannst du finden, um die Grundfläche zu überspannen? Überlege gut, welche Schnüre du als **Tragseile** und welche als **Stabilisierungsseile** einsetzt.

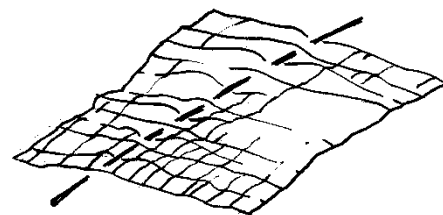


Was du dazu brauchst:

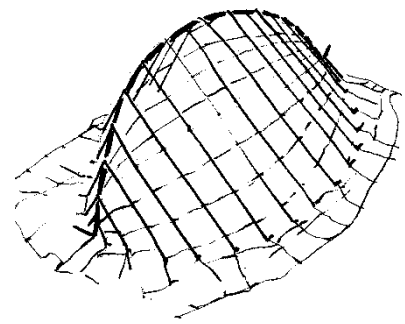
- Montageplatte
- Kunststoffrohr 1000 mit je 1 Abdeckkappe
- Netz 1000x1000
- Stecknadeln

- 1 Schüler/in

- ✓ Führe das Kunststoffrohr in der Mitte des Netzes durch die Netzöffnungen. Achte darauf, dass das Rohr immer einmal über und einmal unter einer Netzöffnung eingeführt wird.



- ✓ Biege nun das Rohr nach oben zu einem **Stützbogen** und stecke beide Enden in die Bauplatte. Spanne die **Netzränder** an beiden Seiten mit den Stecknadeln so weit nach außen ab, dass unterhalb des Netzes ein Raum entsteht.



- ✓ Welche Funktion übernimmt das Netz (zusätzlich zur Überdachung) in diesem **Tragwerk**? Wo stabilisiert das Netz?
- ✓ Experimentiere nun mit dem Winkel und der Krümmung des Stützbogens. Denke dabei auch immer an den **Innenraum** unter dem Netz – wie verändert dieser seine Form und Größe?

- ✓ Zeichne deine Versuche und beschreibe deine Beobachtungen. Finde Erklärungen für das Verhalten der einzelnen Bauteile.

Zeichnung	Beschreibung	Erklärung

Was du dazu brauchst:

- Montageplatte
- 2 Kunststoffrohre 1000 mit je 2 Abdeckkappen
- Netz 1000x1000
- Stecknadeln

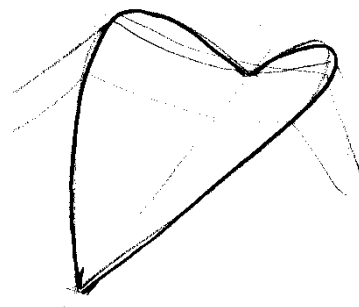
- 1 Schüler/in

✓ Erweitere deine Versuche, indem du das zweite Rohr mitverwendest.

✓ Stecke dazu die beiden Rohre nebeneinander (parallel) in die Montageplatte und spanne das Netz darüber.



✓ Verlagere die **Fußpunkte** (Basispunkte) so, dass die Enden der beiden Rohre zusammenkommen.



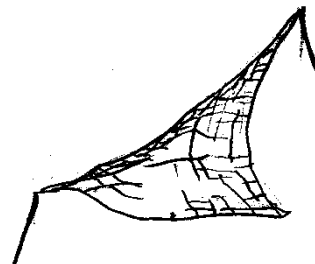
✓ Experimentiere nun mit unterschiedlichen Formen (Kreis, Ellipse, Quadrat, Rechteck, freie Form) als **Grundfläche** für den Netzrand am Boden.

Was du dazu brauchst:

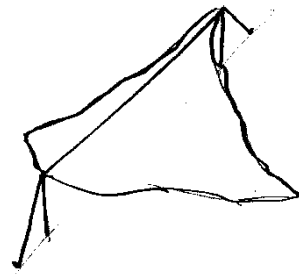
- Montageplatte
- 2 Kunststoffrohre 150 mit je 1 Abdeckkappe
- Netz 300x300
- 2 Schnüre 600
- Stecknadeln

- 2 Schüler/innen

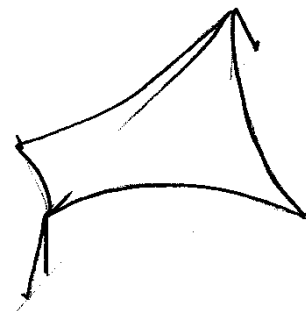
- ✓ Breitet das Netz auf der Montageplatte aus und stellt an 2 gegenüberliegenden Seilecken die Rohre auf. Haltet die Rohre gut fest und hängt die Netzecken in die Rohrschlitze – den **Aufhängepunkten**.



- ✓ Spannt nun die Rohre – **Stützen/Pylone** – mit den Schnüren (den **Abspannseilen**) in Gegenrichtung nach Außen ab, sodass sich das Netz nach oben hebt und **gespannt** ist.



- ✓ Macht das Netz nun auch in Querrichtung stabil, indem ihr die beiden losen Netzecken nach Außen spannt und auf der Montageplatte mit Stecknadeln **verankert**.



- ✓ Überlege, wo **Zug-** und **Druckkräfte** in den einzelnen Bauteilen auftreten.