

Arbeitsblätter

Pneu – Membran

s t a t i k m o b i l

Was du dazu brauchst:

- deine eigene Hand

Deine Haut überzieht deinen Körper wie eine große **Membran**. Sie kann sich bei Belastung dehnen. Beobachte und spüre deine Haut bei den folgenden Versuchen genau.

- ✓ Lass deine Hand ganz locker. Beschreibe wie die Haut sich an der Innenseite der Hand und wie an der Außenseite anfühlt. Dann spanne deine Handinnenfläche, indem du die Finger so weit als möglich voneinander spreizt.
- ✓ Beschreibe und zeichne deine Beobachtungen:
- ✓

	<i>Entspannte Hand</i>	<i>Angespannte Hand mit gestreckten Fingern</i>
Zeichnung		
Beschreibung		

Was du dazu brauchst:

- deinen Oberkörper

1 Schüler/in

- ✓ Atme tief ein und halte die Luft 5 Sekunden lang an. Spüre **die Kraft der Luft** - den **Luftdruck** - in deinem Körper (Brustkorb). Wie fühlt sich das an?
- ✓ Reguliere nun den **Luftdruck** durch kontrolliertes Öffnen deiner Lippen und lasse ein wenig Luft ab. Hat sich die Kraft der Luft verändert – was spürst du jetzt?
- ✓ Experimentiere auf diese Weise mit **unterschiedlichen Druckverhältnissen**.
- ✓ Beschreibe und zeichne deine Erlebnisse:

Zeichnungen	Beschreibungen

- ✓ Finde nun Beispiele, wo der Luftdruck als Kraft in Technik, Natur, ... verwendet wird.

Was du dazu brauchst:

- deine Backen und Finger

1 Schüler/in

Deine Wangen können wie der Gummi eines Luftballons durch eine **Kraft** – den **Luftdruck** - gedehnt werden.

- ✓ Schließe deinen Mund und atme durch die Nase ein. Führe ein wenig Luft bei geschlossenem Mund in die Mundhöhle, sodass sich deine Wangen leicht aufblähen. Halte die Luft 5 Sekunden an. Wie fühlen sich deine Wangen jetzt an?
- ✓ Drücke nun mit deinen Fingern gegen eine Wange. Achte darauf, dass dabei keine Luft entweicht. Was fühlst du an der zweiten Backe – spüre genau! Was passiert mit der Luft in deinem Mund?
- ✓ Zeichne und beschreibe deine Erlebnisse:

	<i>Zeichnung</i>	<i>Beschreibung</i>
<i>Backen mit Luft gefüllt</i>		
<i>Drücken auf die Wange</i>		
<i>Erklärung</i>		

- ✓ Versuche herauszufinden, welche Beziehungen zwischen der **Luftkraft**, der **Wangenkraft** (Membran) und der **Fingerkraft** (Belastungen) bestehen.
- ✓ Nun erhöhe den Druck durch Nachpressen von Luft in deinen Backen.
- ✓ Drücke nun wieder mit den Fingern gegen die Wange und fühle, was passiert.
- ✓ Wo liegt der Unterschied zu vorhin? Was fühlst du nun an der zweiten Backe – spüre genau! Was passiert mit der Luft?
- ✓ Zeichne und beschreibe deine Erlebnisse:

	<i>Zeichnung</i>	<i>Beschreibung</i>
<i>Backen stark mit Luft gefüllt</i>		
<i>Drücken auf die Wange</i>		
<i>Erklärung</i>		

Stell dir nun vor, deine Mundhöhle wäre so groß wie ein Bauwerk und deine Wangen eine aufblasbare feste Haut (eine Membrane), die eine Halle umschließt.

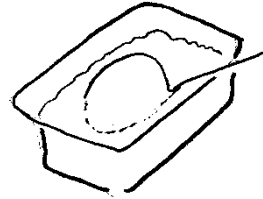
- ✓ Welche Kräfte könnten von Außen auf die Hallenhaut (Membran) wirken (was könnte der Druck deiner Finger für eine Belastung darstellen)? Überlege.

Was du dazu brauchst:

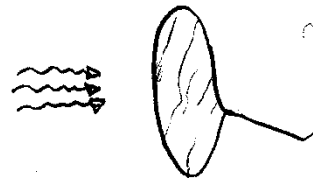
- Drahtrahmen rund
- Seifenblasenlauge
- Kunststoffbox klein

- 1 Schüler/in

- ✓ Mische in der Kunststoffbox die Seifenblasenlauge nach Rezept an.
- ✓ Tauche den runden Drahtrahmen in die Seifenblasenlauge und ziehe ihn vorsichtig wieder heraus. Es sollte nun eine **Seifenhaut** im Rahmen hängen.



- ✓ Blase nun leicht in die Seifenhaut – die **Membran** – und beobachte, wie sie sich verformt.



- ✓ Blase nun in unterschiedlicher Stärke und beobachte wieder das Verhalten der **Seifenhautmembran**. Was passiert dabei in der Seifenhaut und warum?
- ✓ Zeichne und beschreibe deine Erfahrungen.

Zeichnungen	Beschreibung

- ✓ Überlege, was solche Windkräfte an Membrankonstruktionen bewirken können und finde Beispiele dafür.

Das Seifenhautmodell (1) – Membranspannung biegeweicher Rand 1

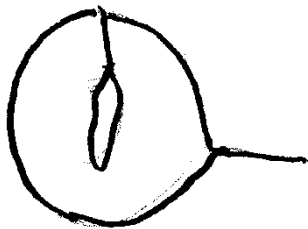
GV

Was du dazu brauchst:

- Drahtstab rund
- Baumwollfaden mit Schlaufe
- Seifenblasenlauge **ZM**
- Kunststoffbox klein

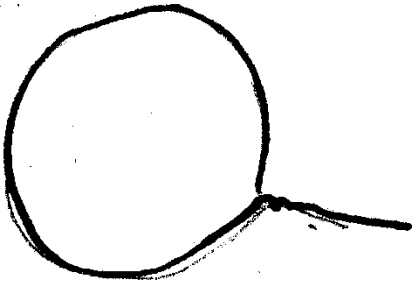
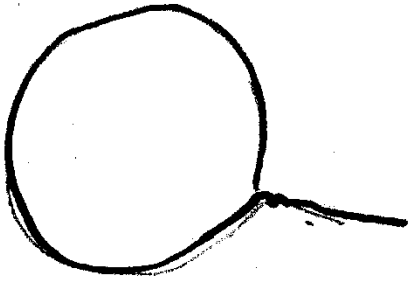
- 1 Schüler/in

- ✓ Mische in der Kunststoffbox die Seifenblasenlauge nach Rezept an.
- ✓ Binde den Baumwollfaden mit der Schlaufe so an den Drahtrahmen, dass die Schlaufe frei in der Mitte des Rahmens hängt.



- ✓ Tauche nun den Drahtstab mit dem Baumwollfaden in die Seifenblasenlauge und ziehe ihn vorsichtig wieder heraus. Es sollte nun eine Seifenhaut im Rahmen und im Wollfaden hängen.
- ✓ Welche Form nimmt die Fadenschlaufe ein? Warum?
- ✓ Stich nun die Haut im Inneren der Schlaufe durch und beobachte, was mit der Fadenform passiert? Wie sieht die entstandene **Randbildung** der Membran aus?

- ✓ Zeichne die Fadenformen vor und nach dem Zerstechen der inneren Seifenhaut. Versuche, dieses Verhalten zu erklären?

	<i>Fadenschlaufe gefüllt</i>	<i>Fadenschlaufe leer</i>
<i>Zeichnung</i>		
<i>Beschreibung</i>		
<i>Erklärung</i>		

- ✓ Überlege, wo in Membrankonstruktionen solche Veränderungen wirken können und suche Beispiele dafür.

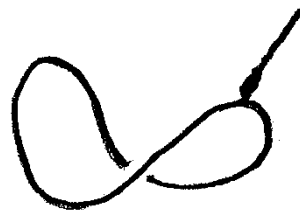
Das Seifenhautmodell (2) – eigene räumliche Minimalfläche

GV

Was du dazu brauchst:

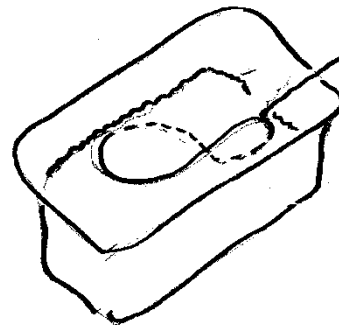
- Bindendraht oder Aluminiumdraht (1,5 – 3 mm) (ca. 40 – 50 cm lang) **ZM** - 1 Schüler/in
- Rund-, Flach-, Kombizange o.ä. **ZM**
- Seifenblasenlauge **ZM**
- Kunststoffbox klein
- (Lötkolben, Flussmittel, Lot) (**ZM**)

- ✓ Biege dir aus Draht eine Raumform (3-dimensional), die geschlossen sein muss und drehe (oder löte) diese an den Enden zusammen. Lass die Enden mindestens 3 cm lang, damit man sie auch als Griff verwenden kann.



- ✓ Mische in der Kunststoffbox die Seifenblasenlauge nach Rezept an.

- ✓ Tauche nun deine Drahtform in die Seifenblasenlauge und ziehe sie vorsichtig wieder heraus. Bleibt eine Seifenhaut an deinem Rahmen hängen? Warum? Warum nicht?



- ✓ Wenn nicht, verbiege deinen Drahtrahmen so lange, bis der Rahmen eine Seifenhaut ausbildet.



- ✓ Welche Minimalfläche ist dabei entstanden? Versuche diese aus unterschiedlichen Perspektiven zu zeichnen. Beschreibe die Form auch mit Worten.

Zeichnungen	Beschreibung

Das Seifenhautmodell (2) – räumliche Minimalfläche GV

Was du dazu brauchst:

- selbstgemachter Drahtrahmen **ZM**
- Seifenblasenlauge **ZM**
- Kunststoffbox klein

- 1 Schüler/in

- ✓ Untersuche, welche Formen für die Entstehung von Minimalflächen gut geeignet sind, indem du deinen Drahtrahmen verbiegst.
- ✓ Tauche dabei immer deine Raumformen in die Seifenlauge.
- ✓ Experimentiere und dokumentiere deine Versuche (Zeichnung, Beschreibung).

Zeichnungen	Beschreibung

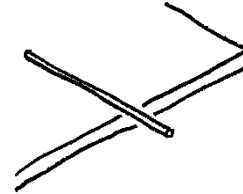
- ✓ Versuche nun kompliziertere Formen aus Draht zu biegen und dokumentiere diese wieder.

Was du dazu brauchst:

- Zeitungspapier
- Kunststoffrohr 500

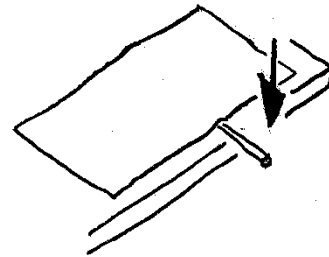
1 Schüler/in

- ✓ Lege das Kunststoffrohr flach auf den Tisch, sodass es ca. 10 cm über den Tischrand ragt.



- ✓ Bedecke nun das Rohr mit dem Zeitungspapier so flach, dass keine Falten entstehen und somit kaum Luft zwischen Papier und Tisch ist.

- ✓ Jetzt drücke am überstehenden Rohrteil leicht nach unten, so dass die Zeitung angehoben wird. Wie viel Kraft benötigst du dafür? Was passiert mit der Zeitung?



- ✓ Zeichne und beschreibe deine Beobachtungen – versuche, eine Erklärung zu finden:

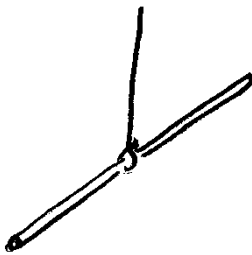
<i>Zeichnung</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Erklärung</i>

Was du dazu brauchst:

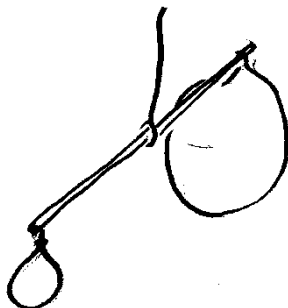
- 2 Ballone
- Kunststoffrohr 500
- Baumwollschnur (ca. 30cm)
- Lineal
- Tixo **VM**

1 Schüler/in

- ✓ Nimm das Kunststoffrohr, messe die Mitte und verknote daran eine Schnur, so dass noch 20 cm Faden frei hängen. Mach die Kontrolle, ob das Rohr auch wirklich in der Waage ist (wenn das Rohr gerade hängt) und klebe die Schnur Tixo am Rohr fest, damit sie sich nicht mehr verschiebt.



- ✓ Blase nun 2 Ballons unterschiedlich stark auf (1 Atemzug und 5 Atemzüge) und verschließe sie mit gleichlangen Klebestreifen. Klebe die Ballons genau an je ein Ende des Rohrs.



- ✓ Halte nun deine Versuchsanordnung am Faden und beobachte, was passiert. Wie kannst du das Ergebnis erklären?

- ✓ Zeichne und beschreibe deine Beobachtungen – versuche, eine Erklärung zu finden:

	Zeichnung	Beschreibung
Luftmengenverhältnis 1:5		
Erklärung		

- ✓ Wiederhole den Versuch, aber **verändere** nun das Verhältnis **der Luftmengen** in den Ballons (1:1, 1:2, 1:10, ...). Werden deine Vermutungen aus dem ersten Versuch bestätigt?

✓ Zeichne und beschreibe deine Beobachtungen – versuche, eine Erklärung zu finden:

	Zeichnung	Beschreibung
Luftmengenverhältnis 1:1		
Luftmengenverhältnis 1:2		
Luftmengenverhältnis 1:10		
Erklärung		

Was du dazu brauchst:

- Kaugummi

1 Schüler/in

- ✓ Nimm dir aus der Kaugummipackung 2 Kaugummis und kaue sie gut durch.
- ✓ Versuche eine Blase zu erzeugen, indem du **Luft** in den Kaugummi **einbläst**.
- ✓ Blase den Kaugummi immer weiter auf, soweit bis er platzt.
- ✓ Versuche zu erklären, was beim Aufblasen einer Kaugummiblase passiert.
- ✓ Überlege auch, warum die Kaugummiblase zerplatzt – suche eine Erklärung dafür.
- ✓ Zeichne und beschreibe in 4 Bildern die Entstehung einer Blase bis zum Platzen auf.

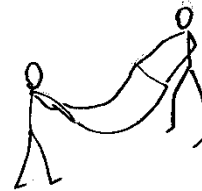
	Zeichnung	Beschreibung	Erklärung
1.			
2.			
3.			
4.			

Was du dazu brauchst:

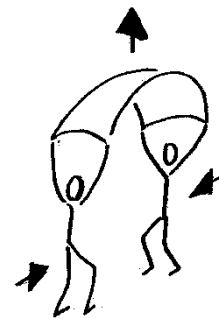
- Leintuch o.ä. **ZM**

2 Schüler/innen

- ✓ Breitet gemeinsam das Tuch aus, nimmt es an den 4 Ecken und lasst es durchhängen.



- ✓ Nun reißt ihr gleichzeitig das Tuch hoch und geht unter dem Tuch einen Schritt aufeinander zu – haltet die Ecken dabei gut fest.



- ✓ Warum bleibt für kurze Zeit ein Dach über euch erhalten? Warum nicht länger?
- ✓ Zeichne und beschreibe in drei Stufen deine Beobachtungen und versuche, eine Erklärung zu finden:

	1.	2.	3.
Zeichnung			
Beschreibung			
Erklärung			

Was du dazu brauchst:

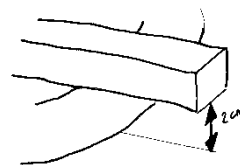
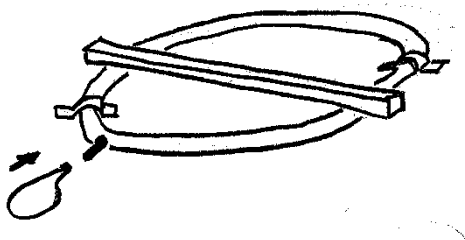
- Montageplatte
- Fahrradschlauch
- 4 Montagegurte
- Stecknadeln
- Luftpumpe
- Luftdruckmesser
- Lineal 300
- Aluminiumprofil 800

1 Schüler/in

- ✓ Nimm einen unaufgeblasenen Fahrradschlauch und mache ihn auf einer Montageplatte mit Schnüren leicht fest. Miss mit dem **Luftdruckmesser** den **Luftdruck** im Schlauch.



- ✓ Lege nun ein Aluprofil quer auf den Schlauch und versuche dieses durch Pumpen auf eine Höhe von 2 cm zu heben. Beobachte dabei, wie sich die Stabilität des Schlauchs zunehmend verändert und miss einmal den Luftdruck mit Belastung durch das Aluprofil und einmal ohne. Trage die Werte in die **Messtabelle** ein.



- ✓ Pumpe bis auf eine Höhe von 4 cm weiter auf und beobachte, wie sich der Schlauch füllt und das Aluprofil bewegt. Miss wiederum den Luftdruck im Schlauch **mit und ohne Belastung**.

- ✓ Trage deine Messergebnisse in das Forscherprotokoll ein und vergleiche **Luftdruck** mit **Leistungsvermögen des Schlauchs**. Versuche den Zusammenhang mit Worten zu beschreiben.
- ✓ Zeichne und beschreibe in drei Stufen deine Beobachtungen und versuche, eine Erklärung zu finden:

	Schlauch ohne Luft	Hubhöhe 2 cm		Hubhöhe 4cm	
Luftdruck bar	mit Belastung bar	ohne Belastung bar	mit Belastung bar	ohne Belastung bar
Zeichnung					
Beschreibung					
Erklärung					

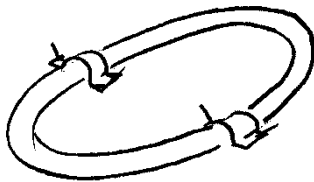
- ✓ Überlege, wo überall der Luftdruck als Kraft verwendet wird – finde mindestens 5 Beispiele dazu.
- ✓ Verdopple nun das Gewicht auf dem Schlauch durch ein zweites Aluprofil und wiederhole die Messreihe. Versuche herauszufinden, was sich verändert und warum?
- ✓ Was kannst du über die zusätzliche Last in bezug auf den Luftdruck, den du ja durch Pumpen (= deine Kraft) aufbauen musst, erfahren?
- ✓ Überlege, wozu man die Eigenschaften eines Fahrradschlauchs noch verwenden könnte und versuche so etwas zu bauen.

Was du dazu brauchst:

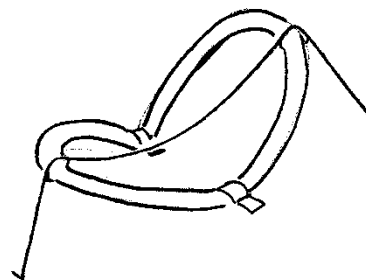
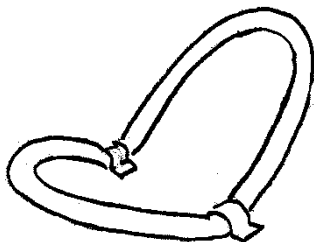
- Montageplatte
- 2 Fahrradschläuche
- 4 Montagegurte
- Schnüre 1000
- Stecknadeln
- Luftpumpe

2 Schüler/innen

- ✓ Nimm einen Fahrradschlauch und pumpe ihn langsam auf. Beobachte wie sich die Stabilität des Schlauchs zunehmend verändert.
- ✓ **Verankere** den Schlauch mit zwei Montagegurten - **Ankergurten** - an der Montageplatte und drücke die freien Schlauchbogenteile leicht nach oben (ca. 45°). Spüre die **Widerstandskraft** des Schlauchs gegen dein Vorhaben



- ✓ Versuche nun ein Tragegerüst aufzubauen, indem du die **Schlauchbögen** durch **Zusammenspannen** und **Abspannen** mit Schnüren auf die Platte stabil machst.



- ✓ Baue den Modellversuch wieder ab und finde andere Möglichkeiten, den Schlauch als Tragegerüst aufzubauen und in eine stabile Form zu bringen. Du kannst dazu auch weitere Schnüre, Gurte, Stäbe, ... verwenden. Warum kann man bei diesen Konstruktionen von „Skelett“ sprechen?

✓ Zeichne und beschreibe deine Beobachtungen und versuche, Erklärungen zu finden:

	<i>Zeichnung</i>	<i>Beschreibung</i>	<i>Erklärung</i>
<i>Modell 1</i>			
<i>Modell 2</i>			
<i>Modell 3</i>			
<i>Modell 4</i>			

✓ Überziehe dein Schlauchtragwerk mit einem Netz oder dem roten Stretchstoff und spanne diese mit Stecknadeln an der Montageplatte fest.

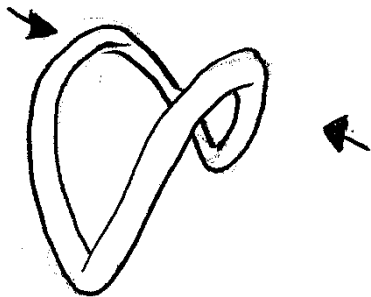
✓ Baue deine Versuche weiter aus, indem du zusätzliche Schläuche verwendest.

Was du dazu brauchst:

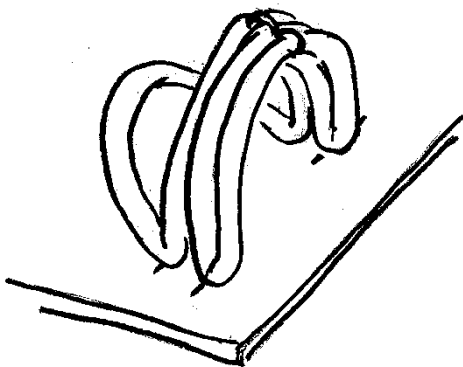
- Montageplatten
- 2 Fahrradschläuche
- 4 Montagegurte
- Stecknadeln
- Luftpumpe

2 Schüler/innen

- ✓ Knicke beide Schläuche halb aufgepumpt in der Mitte und mache sie hintereinander mit den Gurten an der Montageplatte fest.



- ✓ Biege nun die halbkreisförmigen Schläuche nach oben und binde sie mit einer Schnur zusammen. Versuche mit Seilabspannungen nach unten die hintereinander, Mache nun den Schlauch mithilfe zweier Stoffgurte und Stecknadeln an der Montageplatte fest.

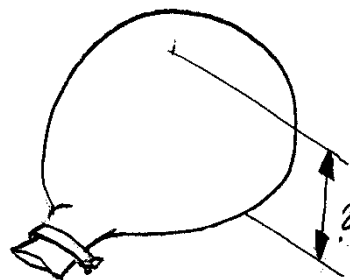


Was du dazu brauchst:

- Ballon rot/groß in Platte
- 7 Fixierschrauben
- Geodreieck
- Lineal 300
- Katluftföhn **ZM**

1 Schüler/in

- ✓ Nimm das Lineal, miss den Kreisdurchmesser des Ballons und notiere den Wert.



- ✓ Blase nun den Ballon mit der **Kaltstufe** des Föhns soweit leicht auf, bis die Gummihaut – die **Membran** - keine Falten mehr aufweist und verschließe die Öffnung mit der Klemme.
- ✓ Miss die **Scheitelhöhe (Pfeilhöhe)** am höchsten Punkt des Ballons von der Grundfläche aus. Überlege, wie du dazu eine möglichst genaue **Messvorrichtung** mit den vorhandenen **Messwerkzeugen** aufbauen kannst.
- ✓ Zeichne deine **Messanordnung** und begründe, warum diese Art der Messung gut geeignet ist.

<i>Zeichnung</i>	<i>Begründung</i>

- ✓ Blase nun weiter auf und mache wieder die Höhenmessung.

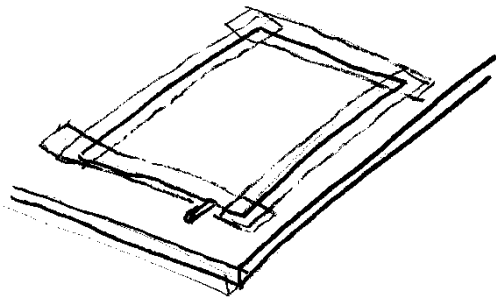
	<i>Scheitelhöhe 1</i>	<i>Scheitelhöhe 2</i>	<i>Scheitelhöhe 3</i>
<i>Messwert in mm</i>			

Was du dazu brauchst:

- Kunststofffolie **VM**
- Klebeband breit **VM**
- Kunststoffrohr 50 mit Verschluss

1 Schüler/in

- ✓ Als Grundfläche kann euch ein Tisch oder der Boden dienen, auf den ihr die Folie kleben könnt.
- ✓ Schneidet eine Kunststofffolie mit den Maßen 40 cm x 30 cm zu und klebt sie mit dem Klebeband so auf Tisch oder Boden, dass die Folie nicht ganz straff gespannt ist. Klebt dabei ein Kunststoffrohr (50) mit ein, um die Traglufthalle auch aufblasen zu können.



- ✓ Pumpt oder blast nun die Halle auf und verschließt das Rohr.
- ✓ Schaut euer Modell nun genau an und kontrolliert, ob die Folie (Membran) faltenfrei ist. Zeichnet euer Modell und versucht in einem zweiten Modell durch Veränderung der Grundfläche die Faltenbildung zu vermeiden.

Zeichnung

Zeichnung