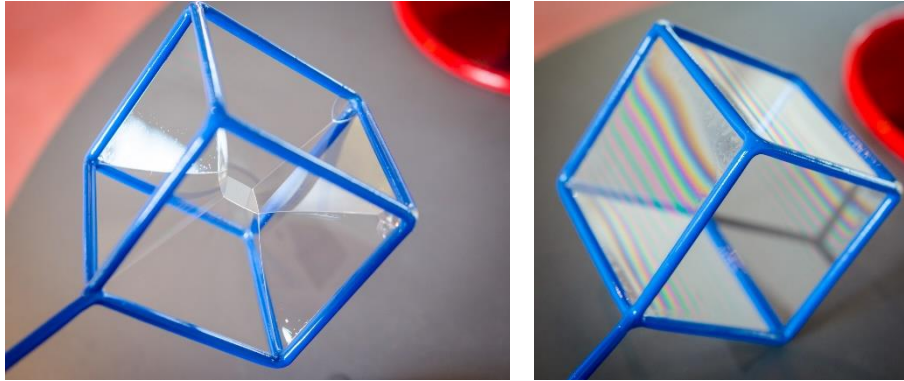


## WUNDERBARE SEIFENHÄUTE

Ob man wohl auch „eckige Seifenblasen“ erzeugen kann? Sicher doch! Durch das Tauchen verschiedener Kantenmodelle in Seifenlauge werden die unterschiedlichsten, faszinierenden Gebilde erzeugt. So erweist es sich sogar als recht schwierig, die Oberfläche eines Würfels mit Seifenhaut zu benetzen. Häufiger wird ein viel filigraner wirkendes Gebilde mit einem kleinen Quadrat oder auch Würfel in der Mitte, zu dem sich Seifenhäute von den Würfelmanten spannen, erzeugt:



Das Exponat lädt dazu ein, die sich ausbildenden Seifenhautstrukturen an Kantenmodellen wie z.B. Prismen, Zylindern oder Tetraedern zu untersuchen. Dabei wird so manch ein Besucher nicht nur einmal in Erstaunen versetzt, wenn die Seifenhaut eine ganz andere Form annimmt, als vielleicht zunächst intuitiv vermutet.

### Folgende Fragen könnten sich dem Besucher beim Experimentieren stellen:

1. Es bilden sich „bestimmte stabile Flächen“ aus, die selbst bei heftigem Wackeln erhalten bleiben. Was sind das für Flächen?

Bei genauem Hinschauen – quasi „unter der Lupe“ – lassen sich faszinierende Regelmäßigkeiten entdecken. Schon der Physiker Joseph Antoine Ferdinand Plateau (1801-1883) machte (trotz Erblindung) in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts Experimente mit Kantenmodellen in Seifenlauge und stellte dabei diese beiden – folglich nach ihm benannten – faszinierenden Eigenschaften in unmittelbarer Umgebung von Kanten bzw. Punkten fest:

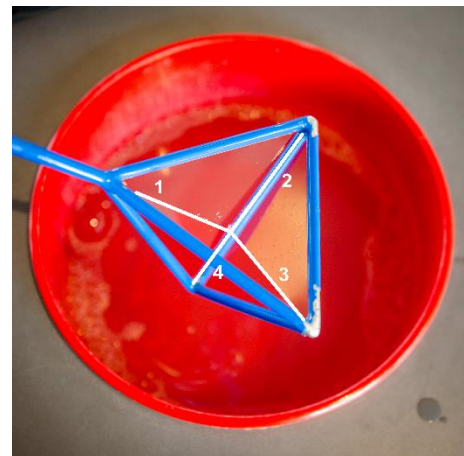
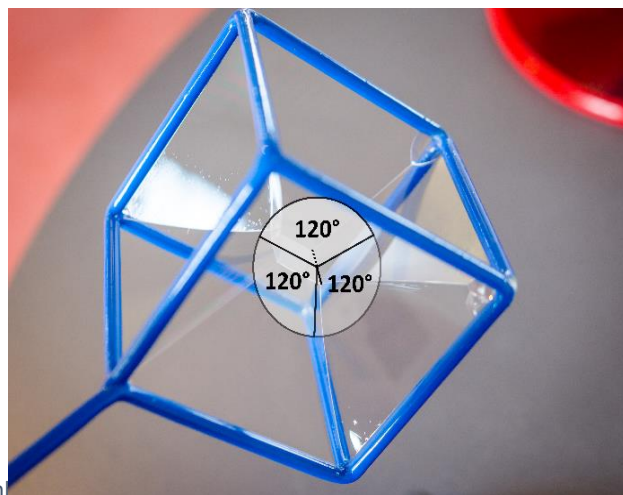
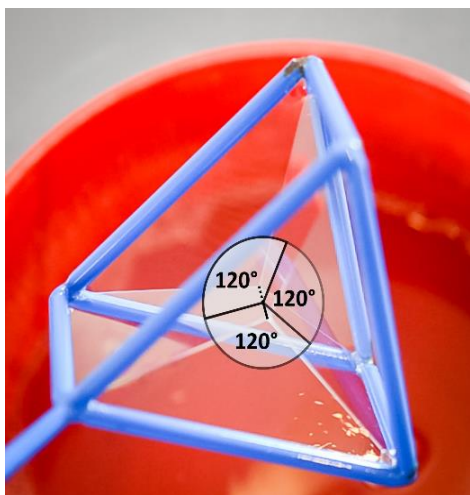


Abbildung 1: Aufeinandertreffen von genau vier Kanten in Punkten.



- In **Punkten** treffen immer **4 Kanten** aufeinander. (siehe Abb. 1)
- In **Kanten** treffen sich immer **3 Flächen** unter einem **Winkel von jeweils 120°**. (siehe Abb. 2)

Bei diesen Seifenhautstrukturen handelt es sich um sogenannte (lokale<sup>1</sup>) **Minimalflächen**, deren Flächeninhalt bei vorgegebenem Rand kleinstmöglich ist. Für jedes der Gebilde bedeutet das, dass der Gesamtflächeninhalt (aller Seifenhautflächen zusammen) minimal ist. Die mathematische Beschreibung solcher Flächen ist sehr kompliziert. Auch können sich viele verschiedene Minimalflächen für ein vorgegebenes Kantenmodell ausbilden. Zersticht der Experimentator nämlich eine Fläche mit einem (möglichst trockenen) Finger, so „springen“ die Seifenhäute sofort in einen nächsten stabilen Zustand. Minimalflächen sind daher – außer bei ebenen, geschlossenen Randkurven – nicht eindeutig.

### *2. Warum bilden sich gerade diese Minimalflächen aus? Wie ist das physikalisch zu erklären?*

Aufgrund der Oberflächenspannung ziehen sich die dünnen Seifenhäute immer auf eine möglichst kleine Fläche zusammen. Den Effekt der Oberflächenspannung kennt jeder aus dem Alltag: So formen z.B. Pinselhaare sich zu einer kleinen „Spitze“, wenn sie in Wasser getaucht werden: An der Oberfläche werden die Flüssigkeitsteilchen zur Flüssigkeit hin „angezogen“. Eine Seifenhaut ist eine dünne Schicht mit zwei solchen Oberflächen, auf die von beiden Seiten der gleiche Druck – nämlich der Luftdruck – wirkt. Daher bilden sich Formen mit kleinstmöglicher „mittlerer Krümmung“ und somit minimaler Fläche.

### *3. Und warum ist die Seifenblase rund?*

Eng mit dem Exponat verbunden ist auch die Seifenblase, die schon seit Jahrhunderten nicht nur die Kleinsten zu faszinieren weiß. Sie entsteht, wenn eine Seifenhaut so stark angepustet wird, dass sie sich von ihrem Ring löst. Die Seifenhaut springt in den nächstmöglichen stabilen Zustand und umschließt dabei eine gewisse Luftmenge. Und weil die Kugel die kleinstmögliche Oberfläche bei festem Volumen aufweist, ist die Seifenblase rund – übrigens auch, wenn die Blase aus einem Gestell mit eckiger Form gepustet wird.

### *4. Lässt sich das Wissen sinnvoll nutzen?*

Eine der atemberaubendsten Anwendungen findet sich im Bereich der Architektur: Das Dach des Münchner Olympiastadions wurde Seifenhäuten an speziell entworfenen Kantenmodellen nachempfunden.



Abbildung 3: Dach des Münchner Olympiastadions.

(Bildquelle: <https://www.olympiapark.de/de/der-olympiapark/veranstaltungsorte/olympiastadion/>)

<sup>1</sup> Es können sich verschiedene Minimalflächen ausbilden, deren Gesamtflächeninhalte nicht gleich sein müssen. Es handelt sich vielmehr um lokale Minima, d.h. wären die Seifenhäute in der Struktur, die sich ausgebildet hat, nur ein wenig anders geformt, so wäre der Flächeninhalt bereits größer als der der Minimalfläche.

Minimalflächen anzustreben kann nicht nur Materialkosten und Verpackungsmüll reduzieren, sondern auch Platz sparen: So sind Wendeltreppen einer Fläche kleinstmöglichen Inhalts, der Schraubenfläche, nachempfunden. Dieser ist auch die DNA-Doppelhelix sehr ähnlich. So hat sich ebenso die Natur Minimalflächen zunutze gemacht, um möglichst viele Erbinformationen auf kleinstem Raum speichern zu können.