

Jeder Körper hat in einem Gravitationsfeld einen Schwerpunkt. Über Lagesensoren und das Gleichgewichtsorgan können Menschen und Tiere ihre Stellung im Raum wahrnehmen und automatisch bei Abweichungen reagieren. Sogar Pflanzen verfügen über entsprechende Mechanismen, um beispielsweise Wurzel- und Blattwachstum sowie eine stabile Entwicklung zu gewährleisten.

Manchmal lassen sich schiefe Bäume oder Felsformationen finden, deren Aussehen ein nahes Umkippen vermuten lässt. Trotzdem stehen diese oft schon jahrhundertlang stabil an jenem Platz. Der ihnen innewohnende Schwerpunkt liegt offenbar so, dass das Gewicht entsprechend austariert ist.

Die ersten Aufgaben dienen der Sensibilisierung der Lernenden für das häufig im Alltag und sogar im unmittelbaren Lebensumfeld auftauchende Phänomen des Gleichgewichts von Körpern aufgrund des Schwerpunkts. Die Erlangung eines Gleichgewichts oder des stabilen Stands respektive Vorkommens beruht auf der nicht immer sofort erkennbaren Verlagerung oder Verschiebung des Schwerpunkts.

Mögliche „Strukturen“ im Tierreich, die der Stabilisierung (= Herstellung eines Gleichgewichts) dienen, sind: Eichhörnchen-Schwanz zur Stabilisierung des Flugs; oft mehrere Meter lange Flossen bei Walen; Platzierung der vier Beine unter dem Rumpf bei Vierbeinern; langgestreckter Libellenkörper, der dem schweren Kopfbereich mit Fangapparat entgegenwirkt; langer Schwanz bei Brachiosaurus als Gegenstück zum langen Hals usw.

Beispiele aus der unmittelbaren Umgebung für etwas, das irritierenderweise im Gleichgewicht zu sein scheint: Hier kommen je nach Ort verschiedene Kunst- und Kulturobjekte infrage; alte, schiefe Bäume oder Felsformationen, die regional unterschiedlich häufig zu finden sind; aber auch Bauwerke, wie Kirchen, Türme oder Tore, ebenso wie alte Häuser, Fachwerkbauten oder Mühlen – hiervon gibt es in den meisten Bundesländern mehrere prominente Beispiele und auch im europäischen Raum lassen sich vielfältige Exempel entdecken.

Der Kran als technische Anwendung der Schwerpunktverlagerung (bzw. im engeren Sinne der Hebelgesetze) zeigt eindrücklich, auf welche Art und Weise die eigentlich unmöglich erscheinende Lastenhebung funktionieren kann.

Die riesigen Steinplatten hinter dem Führerhäuschen dienen als Gegengewicht (Kontergewicht) für den bis zu 60 Meter langen Kranausleger, mit dessen Hilfe dann auf den Baustellen Schwerlasten von mehreren Tonnen gehoben und transportiert werden. Je nach erforderlichem Gewicht variiert die Anzahl der Steinplatten, von denen eine rund 2.000 kg wiegt. In Abhängigkeit von der Bauart und Leistungsfähigkeit liegen den einzelnen Modellen unterschiedliche Angaben in den Datenblättern zugrunde.

In den beiden Versuchen wird der Schwerpunkt einer Holzplatte bzw. eines Korkens derart verlagert, dass eine zunächst unmöglich erscheinende Aufgabe der Halterung auf einem Tassenrand respektive einem Nagelkopf dadurch tatsächlich realisiert werden kann. Beide Versuche haben einen erstaunlichen Effekt beim Ausprobieren, denn die bis zu diesem Alter gemachten Alltagserfahrungen werden irritiert und die Präkonzepte der technisch-physikalischen Zusammenhänge ggf. widerlegt.

## Technik – Schwerpunkt und Stabilität Lösungen / Hinweise

In **Versuch 1** sorgt der in der Mitte der kleinen Holzplatte befindliche Schwerpunkt zunächst dafür, dass diese nicht am äußeren Tassenrand zum Liegen kommen kann. Jedes Mal beim deutlichen Überschreiten der Mitte kippt die kleine Holzplatte um und fällt vom Tassenrand hinunter. Erst durch die (Klemm)Befestigung der beiden Kuchengabeln wird aufgrund deren Gewichts der gemeinsame Schwerpunkt deutlich vom Mittelpunkt der kleinen Holzplatte verschoben, sodass diese nun ungehindert am äußeren Tassenrand stabil zum Liegen kommt.



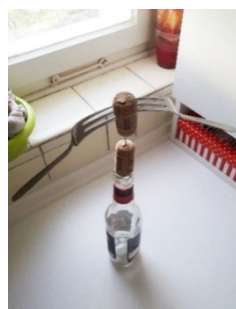
Die Holzplatte mit regulärem Schwerpunkt in der Mitte kippt bei der Auflage am Tassenrand hinunter.

Mit den eingeklemmten Gabeln wird der Schwerpunkt des Gebildes aufgrund der schweren Gabelgriffe deutlich nach links hinter den Mittelpunkt der Holzplatte verschoben. Dadurch kann diese ungehindert auf dem Tassenrand im Gleichgewicht liegen.



Das **2. Experiment** beruht auf demselben Prinzip, jedoch wird hier der Schwerpunkt weit unter die aufgebaute Konstruktion verlagert, sodass die zunächst ausgeschlossen wirkende Aufgabe, eine feine Nagelspitze mit großem vermeintlich darüber liegenden Gewicht auf einem kleinen Nagelkopf zu platzieren, keineswegs unerfüllbar bleibt.

Es ist sicherzustellen, dass die Nägel auf die gezeigte Weise fest in den Korken stecken, bevor die Gabeln ebenfalls sicher festgesteckt werden. Die Lernenden sollten bei entsprechender Vorgehensweise verlässlich zu dem Ergebnis kommen, dass der Korken mit den Gabeln überraschend sicher und stabil auf dem kleinen Nagelkopf balancieren kann. Der Aufbau befindet sich dank der Gabeln im Gleichgewicht. Durch diese wird der Schwerpunkt deutlich unter die Nagelspitze verlagert, sodass sie schön stabil austariert aufliegen kann.



Dieses Prinzip wenden unter anderem viele Artisten und Akrobaten an, indem sie beispielsweise beim Seiltanzen lange Stangen als Stabilitätshilfen einsetzen. Die ausladenden Stangenenden führen mit ihrem jeweiligen Gewicht dazu, den Schwerpunkt des Seiltänzers so zu verlagern, dass er sicher und im Gleichgewicht balancieren kann.

Das Experiment würde ebenfalls mit vertauschten Korken funktionieren; dafür müssten allerdings die Gabeln umgesteckt werden. Während die kleinen Nägel lediglich die entsprechende Auflagefläche bieten, kommt den Gabeln die Rolle der Gewichte zu, die den Schwerpunkt des Aufbaus derart verlagern, dass dieser im Gleichgewicht und ausbalanciert ist.



### Knobelaufgabe für Schwerpunkt-Detektive

Bei dieser Knobel-Aufgabe kommen die Erkenntnisse aus den vorangegangenen Versuchen zum Tragen; ebenso ist Kreativität und ein bisschen „Querdenken“ gefragt. Die kurze Geschichte um den Brückenbaumeister und Dachdeckermeister schließt einerseits an die Leonardo-Brücke an (Konstruktionsweise ohne zusätzliche Verbindungselemente) und bietet andererseits versteckte Hinweise auf die Lösung dieser Herausforderung.

Einzelne Schritte bei den Überlegungen können in Form von Tipps oder bildlichen Hinweisen gegeben werden, um die erfolgreiche Enträtselung der kniffligen Vorgaben herbeizuführen.

Selbst dem geschicktesten „Handwerker“ dürfte es mit viel Fingerspitzengefühl unmöglich sein, die 10 Nägel auf diesem einen Nagelkopf gestapelt auszubalancieren (die stark minimierte Auflagefläche durch die runden Nagelschäfte macht das schier unausführbar). Es bedarf daher eines Aufbaus, der eine gegenseitige Stabilisierung der Nägel herbeiführt. Die folgenden Legemuster zeigen diesen „dachartigen“ Aufbau in wenigen Schritten:

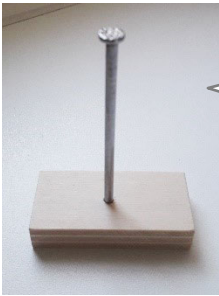


Lege einen Nagel als Basis hin. Positioniere die anderen Nägel abwechselnd zu beiden Seiten mit der Spitze nach außen.  
Wiederhole dies, bis acht Nägel so auf der Basis angeordnet sind.



Füge den letzten Nagel als Abschluss hinzu, indem du ihn auf der Höhe der Basis mit dem Kopf in entgegengesetzter Richtung auf die anderen Nägel legst.

Hebe das gesamte Konstrukt vorsichtig an, sodass die einzelnen Nägel nach außen absacken können. Drücke dabei die beiden Nägel („Basis“ und „Abschluss“) sachte zusammen, damit keiner der anderen hindurchrutscht.



Setze die gestapelte Nagel-Konstruktion vorsichtig in ihrer Mitte auf den Nagelkopf.

Im Ergebnis zeigt sich, dass es durchaus möglich ist, ohne zusätzliche Verbindungselemente 10 Nägel auf einem einzelnen zu platzieren. Die gestapelten Nägel halten sich gegenseitig aufgrund der wirksamen Schwerkraft und damit einhergehender Drehmomente. Der Schwerpunkt des Gesamtgebildes ermöglicht nun die stabile Auflage auf dem Nagelkopf. Der Dachdeckermeister könnte dem Brückenbaumeister folgende Anfertigung anbieten:



**Sicherheitshinweise:**

Im Umgang mit Nägeln, Gabeln, Handbohrer und Glas ist hohe Achtsamkeit geboten, um Verletzungen an den Spitzen der Gegenstände oder Schnittverletzungen bei Glasbruch zu vermeiden. In dieser Altersklasse ist ein angemessener Umgang mit Werkzeugen und Materialien zu erwarten, dennoch empfehlen wir, diese Experimente nur unter Aufsicht Erwachsener oder geeigneter Betreuungs- und Aufsichtspersonen durchführen zu lassen.