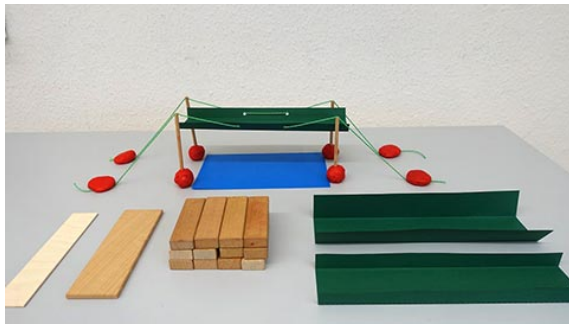


Thema Brücken, 4. Klasse, 3. Doppelstunde, Szene 8

**Erarbeitung – Kriterien für ein faires Experiment**  
07:22 Minuten



**Erarbeitung – Kriterien für ein faires Experiment**

Die Lehrperson stellt die Frage in den Raum, ob die Hängebrücke tatsächlich die „Königin der Brücken“ ist und erarbeitet mit den Schülerinnen und Schülern, welche Faktoren berücksichtigt werden müssen, um die Stabilität einer Hängebrücke und einer Balkenbrücke in einem fairen Vergleich testen zu können.

**Download**

- Transkript
- Unterrichtsentwurf
- Handzettel Analyse
- Verlaufsprotokoll
- Bild „Material für ein faires Experiment – Stabilität Balkenbrücke und Hängebrücke“

**Kontextinformation**

Die Szene stammt aus einer Unterrichtseinheit mit drei Doppelstunden (DS) zu den Themen „Was passiert, wenn eine Balkenbrücke belastet wird? Wie kann man eine flache Fahrbahn stabiler machen? Die Belastbarkeit einer Hängebrücke mit der einer Balkenbrücke vergleichen.“ Der Unterricht wurde in einer vierten Klasse durchgeführt.

In der 1. DS wiederholen die Schülerinnen und Schüler (SuS) die Bestandteile der Balkenbrücke, indem sie Wortkarten an die richtige Stelle an der Tafelskizze heften. Die Lehrperson (LP) belastet die Fahrbahn einer Balkenbrücke mit einem Ziegelstein, so dass sich diese durchbiegt. Die Vermutungen der SuS, wie dies verhindert bzw. wie die Brücke stabiler gemacht werden könnte, werden an der Tafel festgehalten. Anschließend prüfen die SuS mit Material, welche der vermuteten Faktoren tatsächlich einen Einfluss auf die Stabilität der Fahrbahn haben. Die Ergebnisse werden gesammelt. An einem Schaumstoffstreifen mit vertikal aufgezeichneten Linien führt die LK die Begriffe Druck- und Zugkraft ein und macht deutlich, dass sich diese Kräfte umso besser verteilen, je dicker der Balken ist. In einem einfachen Versuch mit den Fingern erfahren die SuS diese Kräfte körperlich. Gemeinsam mit der LP entwickeln die SuS in einer Zeichnung, wie die Zug- und Druckkräfte in einem Brückenträger mit Pfeilen sichtbar gemacht werden können. Zum Schluss werden die wirkenden Kräfte nochmals an den zur Verfügung stehenden Holzleisten gezeigt.

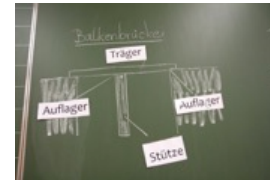
In der 2. DS wiederholen die SuS angeregt durch einen Demonstrationsversuch den in der ersten DS erarbeiteten Zusammenhang: Je dicker die Fahrbahn, desto stabiler ist sie. Gemeinsam erarbeiten sie die Nachteile immer dickerer Fahrbahnen. Die SuS erhalten die Aufgabe, mit einem Papierbogen eine stabile Brücke zu bauen, berichten der Klasse von ihren Erfahrungen, beschreiben die Gemeinsamkeiten der stabilen Brücken und erarbeiten, dass die Höhe der Faltung bzw. der Fahrbahnkanten die Stabilität beeinflussen. Die LP führt den Begriff „Profil“ ein und die SuS suchen im Klassenzimmer nach Beispielen. An verschiedenen Papier- und Holzfahrbahnen mit unterschiedlich hohen Profilkanten werden die Erkenntnisse überprüft und wiederholt.

In einer nicht aufgezeichneten Unterrichtssequenz zwischen der 2. und 3. DS konstruieren die SuS Hängebrücken und testen deren Stabilität.

In der 3. DS formulieren die SuS Kriterien für ein faires Experiment (alle Bedingungen werden konstant/gleich gehalten, nur die zu untersuchende Einflussgröße – z. B. Tragfähigkeit von Brücken – wird verändert), mit dem die Stabilität von Hängebrücken und Balkenbrücken verglichen werden kann. Anschließend entwickeln sie mit verschiedenen Materialien in Partnerarbeit einen fairen Versuch. In einem „Museumsgang“ im Klassenzimmer beurteilen die SuS bei jedem Versuch, ob die formulierten Kriterien berücksichtigt worden sind. Die SuS argumentieren dabei zu Fra-

**Sachbezogene Informationen und Einordnung**

Bei einer Balkenbrücke liegt ein Träger (Fahrbahn) auf beiden Seiten auf Auflagern. Der Träger kann mit weiteren Stützen verstärkt werden.



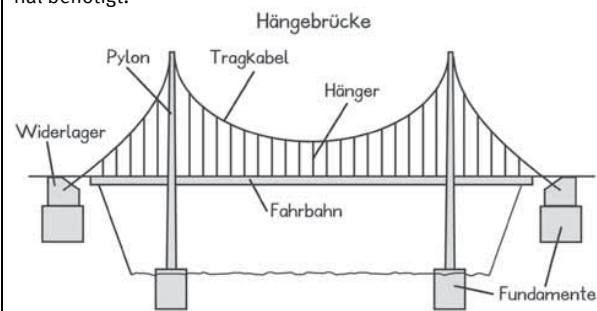
(das im Unterricht verwendete Material)

Die Stabilität einer Balkenbrücke wird bestimmt durch die Dicke des Trägers (der Fahrbahn), die Breite des Trägers und die Anzahl der Stützen unter der Fahrbahn.



(Abbildungen aus Lemmen et al., 2008, 19)

Bei Belastung einer Balkenbrücke treten in der Fahrbahn Druck- und Zugkräfte auf. Das Material des Trägers wird bei der Durchbiegung oben zusammengedrückt (Druckkräfte) und unten auseinander gezogen (Zugkräfte). In der Mitte des Trägers befindet sich die sogenannte neutrale Zone in der keine Kräfte auftreten. Je weiter die wirkenden Kräfte auseinander liegen, umso größer der Widerstand gegen die Durchbiegung und umso belastbarer ist die Brücke. Je dicker der Träger, desto stabiler ist er. Ein dicker Träger besitzt jedoch ein hohes Eigengewicht, das von den Stützen abgefangen werden muss. Außerdem wird viel (teures) Material benötigt.



(Abbildung aus Lemmen et al., 2008, 25)

Das Eigengewicht der Fahrbahn und die Belastungsgewichte ziehen am Tragkabel. Dort und in den Hängern treten deshalb gewaltige Zugkräfte auf, welche von den Seilen und den Widerlagern aufgefangen werden müssen. Da das Tragkabel über den Pylon geführt wird, wirken in dieser Stütze senkrecht nach unten

gen eines fairen Experiments und erkennen im Vergleich die Vorteile der Hängebrücke (hohe Belastbarkeit bei großen Spannweiten).

**Ziel der 3. DS** ist die Erarbeitung von Kriterien für ein faires Experiment (alle Bedingungen werden konstant/gleich gehalten, nur die zu untersuchende Einflussgröße – hier Tragfähigkeit von Brücken – wird verändert) sowie deren Umsetzung in einem eigenen Versuch. Die SuS sollen die Experimente der anderen SuS hinsichtlich der Berücksichtigung der genannten Kriterien überprüfen. Zudem sollen sie anhand der Beobachtungen die konstruktiven Besonderheiten von Hängebrücken (große Spannweite, hohe Belastbarkeit) herausfinden und beschreiben.

**Szene**

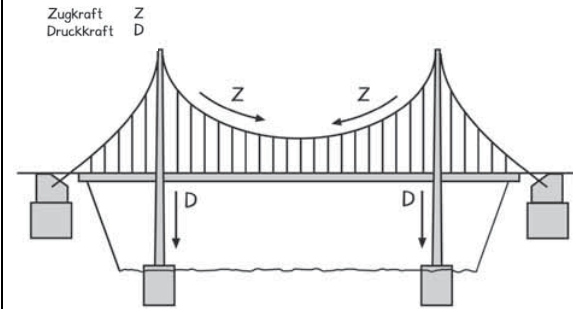
Die LP kündigt an, dass die SuS heute prüfen sollen, welcher Brückentyp belastbarer ist: Eine Hängebrücke oder eine Balkenbrücke. Sie zeigt den SuS das zur Verfügung stehende Material. Die SuS tragen im Klassengespräch zusammen, welche Kriterien bei einem fairen Versuch erfüllt sein müssen und worauf beim Vergleich der Belastbarkeit einer Hängebrücke und einer Balkenbrücke (im Modell) geachtet werden muss.

Die Szene läuft von 02:11 bis 09:25 der 3. DS.

**Lehrpersonen-Handeln**

Die LP beschreibt, worum es in dieser DS geht und leitet die SuS dazu an, Kriterien für ein faires Experiment für den Vergleich der Belastbarkeit einer Hängebrücke und einer Balkenbrücke zu formulieren. Sie stellt das zur Verfügung stehende Material für ein Experiment vor. Im Klassengespräch strukturiert und fokussiert sie die Beiträge der SuS.

gerichtete Druckkräfte. Diese müssen von einem stabilen Fundament aufgenommen werden.



Kräfteverlauf bei einer Hängebrücke  
(Abbildung aus Lemmen et al., 2008, 25)

**Stichworte**

- a) Unterrichtsphase (UP)
  - Einstieg (UP1)
  - Erarbeitung (UP2)
- b) Formen der Lernunterstützung (KA/IS)
  - Anwendung von Konzepten ermöglichen (KA4)
  - Zielklarheit schaffen (IS2)
  - Auf sprachliche Klarheit achten (IS3)
  - Hervorheben (IS4)
  - Zusammenfassen (IS5)
- c) Aktivitäten der SuS (AS)
  - Einbringen und Austauschen von Erfahrungen und Ergebnissen (AS4)
- d) Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten (SL)
- e) Unterrichtsthemen (TH)
  - Brücken (TH3)
- f) Klassenstufe (KS)
  - Klasse 4 (KS4)

**Mögliche Analyseaspekte**

(siehe auch Aufgaben- und Fragestellungen zu den Szenen)

Welche Kriterien müssen – in Bezug zur Fragestellung – erfüllt sein, damit ein fairer Vergleich möglich ist? Was kann den Ausgang des Experimentes beeinflussen?

Welche Überlegungen stellen die **SuS** an?

Wie arrangiert die **LP** die Erarbeitung der Kriterien und wie unterstützt sie die SuS?

Über welches Vorwissen müssen die **SuS** verfügen, um sich über die Bedingungen für ein faires Experiment im Allgemeinen sowie in Bezug auf die konkrete Fragestellung Gedanken machen zu können und ihre Vorschläge zu begründen?

**Mögliches Vorgehen bei der Bearbeitung**

Die Aufgabenstellung eignet sich für Gruppen- bzw. Partnerarbeit im Rahmen eines Seminars, Workshops u.ä.; Zeitrahmen ca. 45-60 min.

Die Bearbeitung dieser Szene kann kombiniert werden mit den Szenen Thema Brücken, 4. Klasse, 3. DS

- Szene 9: Partnerarbeit – Ein faires Experiment entwickeln und durchführen
- Szene 10: Ergebnisse festhalten – Warum ist die Hängebrücke stabiler als die Balkenbrücke?
- Szene 11: Auswertung, Einordnung – Was ist ein faires Experiment?
- Szene 12: Auswertung, Einordnung – Was macht die Hängebrücke stabiler?

In dieser Kombination können das Arrangement der DS und die Sequenzierung, der Aufbau und die Verknüpfung des Lernprozesses analysiert und diskutiert werden.

- a) Vor dem Betrachten der Szene: Überlegungen anstellen, wann ein Versuch „fair“ ist und was einen fairen Versuch auszeichnet (Merkmale).
- b) Ausgehend vom zur Verfügung stehenden Material (siehe Foto) überlegen, welche Kriterien für den Vergleich von Balken- und Hängebrücke relevant sind und wie der Unterricht arrangiert werden könnte, damit die SuS diese Kriterien erarbeiten und beim Versuch anwenden können.

	<p>c) Die Szene anschauen und dabei die von den SuS erarbeiteten Kriterien mit den eigenen vergleichen. Gleichzeitig das Arrangement der LP mit den eigenen Ideen zu einem möglichen Vorgehen vergleichen.</p> <p>d) Die Szene ein zweites Mal anschauen und notieren, welches Vorwissen die SuS einbringen und mit welchen Impulsen die LP arbeitet.</p>
--	---