

TURM BAU

Gleichgewichtszustände
erkunden und erproben





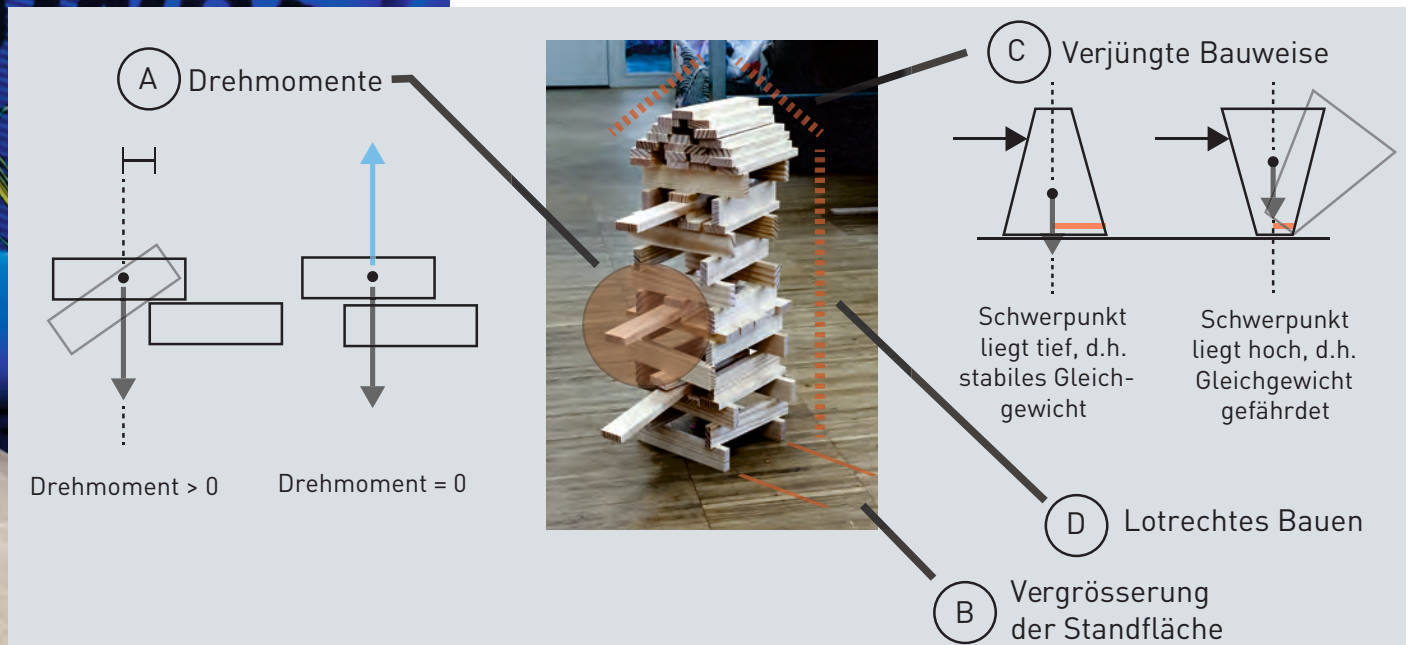
Einen Turm zu bauen, «dessen Spitze bis an den Himmel reiche» – was in Peter Bruegels Gemälde «Turmbau zu Babel» die Konstruktion von Erwachsenen ist, reizt Kinder beim spielerischen Turmbau von klein auf. Dabei erkunden sie die Grenzen des statisch Machbaren – das heisst Gleichgewichtszustände erreichen und wieder verlieren – im Kindergarten genauso lustvoll wie in der Unterstufe.

Ziel des hier beschriebenen Unterrichts ist es, an dieses spielerisch erworbene Vorwissen über das «in-die-Höhe-Bauen» anzuknüpfen und Kinder mit Aufgabenstellungen (technischen Experimenten) Regeln der Statik entdecken zu lassen, um so «bewusstes Lernen» zu initiieren. Zuerst beschreiben wir vier statische Funktionsprinzipien, welche die Grundlage für die

Standsicherheit von Türmen bilden und die sich für einfache technische Experimente anbieten. Anschliessend stellen wir das Unterrichtskonzept vor und zeigen Beispiele erprobter Aufgaben. Zusätzliche Möglichkeiten für stufenspezifische Anpassungen für den Kindergarten beziehungsweise die Unterstufe werden als Download zur Verfügung gestellt.

VOM GLEICHGEWICHT DER KRÄFTE

Statik ist «die Lehre der Kräfte, die auf ein Bauteil bzw. Bauwerk einwirken» (Schulze/Lange/Wanner, 2002). Allerdings sind diese Kräfte für unsere Sinne nicht direkt wahrnehmbar – nur indem sie auf den Bewegungszustand von Bauteilen wirken, erkennen wir ihre Existenz. Der Turm ist im Gleichgewicht, weil sich einerseits die



- Wirkungslinien
- Horizontale Kräfte
- Abstand zur Kippkante
- ⊥ Kraftarm
- ↓ Vertikale Kräfte
- ↑ Tragekraft
- Schwerpunkt

horizontalen und vertikalen Kräfte (z. B. Gewichts- und Tragekräfte) gegenseitig aufheben und sich andererseits auch die Drehmomente im Gleichgewicht befinden, das heisst sich kein Bauklotz dreht oder bewegt. Verschiedene Grundlagen tragen zur Standsicherheit von Türmen bei. Die in der Abbildung auf Seite 25 dargestellten vier Funktionsprinzipien bieten sich für einfache technische Experimente an: Kontrolle der Drehmomente der einzelnen Klötze (A), Grösse der Standfläche (B), lotrechtes Bauen (C) und verjüngte Bauweise (D).

Drehmomente (A): Ein Körper verhält sich bezüglich des Gleichgewichts so, als ob sich seine gesamte Masse im Schwerpunkt befinden würde. Massgebend für die Stabilität ist die Lage des Schwerpunktes in Bezug auf die Standfläche: Ein Körper kippt nicht, wenn sich sein Schwerpunkt lotrecht über der Standfläche befindet. Ist dies nicht der Fall, bildet sich ein resultierendes Drehmoment (Kraft mal Kraftarm) bezüglich eines Drehpunktes und der Körper kippt. In der Situation links (siehe Abbildung auf Seite 25) befindet sich der Schwerpunkt des oberen Klotzes nicht über der Standfläche und die Gewichtskraft bewirkt ein Drehmoment. In der Situation rechts befindet sich der Schwerpunkt des oberen Klotzes über dem unteren Klotz, das heisst über seiner Standfläche. Das resultierende Drehmoment ist Null. Ein vorhandenes Drehmoment kann allerdings auch mit einem Gegendrehmoment (zum Beispiel durch die Gewichtskraft eines dritten Klotzes) wieder aufgehoben werden.

Vergrösserte Standfläche (B): Eine grosse Standfläche sorgt für ein stabiles Gleichgewicht, da der Gebäudeschwerpunkt so in der Regel nicht über dem Rand der Konstruktion zu liegen kommt.

Verjüngung (C): Wird ein Turm gegen oben breiter gebaut, können bereits geringe horizontale Kräfte (zum Beispiel verursacht durch Wind) ein Kippen bewirken: Der Gebäudeschwerpunkt ist tendenziell weiter oben und kann so schnell ausserhalb der Standfläche zu liegen kommen. Es kommt zu einem Drehmoment und das ganze Bauwerk stürzt ein. Verjüngt sich

der Turm jedoch gegen oben, liegt der Gebäudeschwerpunkt weiter unten und das Gleichgewicht wird stabiler.

Lotrechtes Bauen (D): Bei einem schief gebauten Turm verlagert sich der Gebäudeschwerpunkt gegen aussen, was zu einem labilen Gleichgewicht oder gar zum Einsturz führen kann. Zudem können lokal Drehmomente entstehen, wenn Bausteine verschoben, das heisst «nicht im Lot» eingebaut werden. Durch die Verwendung eines Lots oder der Wasserwaage können Türme in «Lotrichtung» (also in Richtung der örtlichen Schwerebeschleunigung) gebaut werden und so an Standsicherheit gewinnen.

UNTERRICHTSKONZEPT

Der Unterricht wurde in Anlehnung an das Luzerner Prozessmodell für kompetenzorientierte Aufgabensets geplant (Wilhelm/Luthiger/Wespi, 2014) und fachspezifisch angepasst.

Auf eine Konfrontation mit Input folgt eine Erprobungsphase, deren Resultat ein individueller, je nach Bauteam unterschiedlicher Turm-Prototyp ist. Dabei werden baustatische Massnahmen aufgegriffen, wodurch verschiedene Lernzyklen entstehen. An Test- und Feedback-Treffen werden die verschiedenen Prototypen einander vorgestellt, erklärt und unterschiedliche Erkenntnisse zusammengetragen. Anschliessend kann eine Überarbeitung der Prototypen folgen, das Wissen mit einer Übungsaufgabe vertieft werden, oder direkt ein neuer Input initiiert werden. Die Zeit für Feedback-Konferenzen stellte sich als doppelt wertvoll heraus: Einerseits profitierten die Bauteams für ihre weitere Arbeit von den Ideen anderer Teams, andererseits wurde dadurch der Wert von Prototypen als eigenständige Bauwerke betont. Dieser zyklische Arbeitsprozess wurde mehrmals durchlaufen und bildete die Grundlage für Transferaufgaben sowie den abschliessenden Wissens-Transfer.

LERNZYKLEN

Es werden verschiedenste Lernzyklen bearbeitet, beispielsweise der Lernzyklus «Kontrolle der Drehmomente». Die Schülerinnen und Schüler beschäftigen sich mit

Möglichkeiten, einen Körper, dessen Schwerpunkt nicht mehr lotrecht über der Standfläche liegt, zu stabilisieren. In diesem Zyklus wurde das Phänomen nach der Prototypentwicklung und der Feedback-Konferenz mit einer Übungsaufgabe vertieft. Für den Prototypen erhielten die Bauteams die Auflage, Türme mit einem T-förmigen Fundament zu bauen. Die anschliessende Übungsaufgabe bestand darin, einen möglichst weit herausstehenden Turm-Balkon zu bauen, wobei anstelle von Bauklötzen Tupperware-Behälter, Schrauben und Klebeband zur Verfügung standen (Lambert/Reddeck, 2007).

TRANSFERAUFGABEN

Im Rahmen der Lernzyklen «lotrechtes bzw. verjüngtes Bauen» wurde das bei der Prototypentwicklung erworbene Wissen im Rahmen der Transferaufgabe «Turmbau nach Plan» umgesetzt: Die Bauteams hatten den Auftrag, einen möglichst stabilen Turm zu entwerfen und umzusetzen, wobei Form, Höhe und Anzahl verbauter Bauklötze frei wählbar waren. Die Lösung der Transferaufgabe hat gegenüber den Prototypen deutlich sichtbare statische Vorteile (siehe Downloadbereich für genauere Angaben zu dieser Aufgabe).

SOZIALFORMEN

Die Konfrontation sowie Test- und Feedbacktreffen fanden jeweils im Klassenverband statt. Für die Prototypentwicklung wurden Zweiergruppen gebildet. Im Teamwork konnten die Kinder einander bei diffizilen Bauweisen Hilfestellungen leisten, das Vorwissen des jeweils anderen nützen, abgleichen und gemeinsam weiterentwickeln.

MATERIALIEN

Konfrontation und Input: Acht grosse Bauklötze (etwa 30 x 5 x 5 cm; Resten aus dem Baumarkt und vom Schreiner).

Prototypentwicklung und Transferaufgaben: kleine Bauklötze. Wegen der einfachen Verfügbarkeit wurden Kapla-Hölzer gewählt. Gut geeignet und einfach erhältlich sind auch Parkettbausteine. Als Materialdifferenzierung für den Kindergarten haben sich Eierkartons bewährt.



Wie stabil ist mein Turm, wenn es rüttelt? Nach der Konfrontation mit Input entwickeln die Lernenden beim zyklischen Arbeitsprozess zum Thema «Stabilität durch Vergrößerung der Standfläche» einen Prototypen. Im Rahmen eines Feedback-Treffens testen sie die Standsicherheit ihrer unterschiedlichen Lösungen.

Seite

BAUPLAN

Für die baustatische Massnahme «lotrechtes Bauen», wurde im Kindergarten und der Unterstufe mit einem Lot (ein Knopf an einem Faden), einer Wasserwaage, einem Meterlineal oder, wenn noch höher gebaut werden soll, mit einem Doppelmeter gearbeitet.

Für die Vertiefung im Lernzyklus «Kontrolle der Drehmomente» wurden Tupperware-Behälter von unterschiedlicher Grösse, Schrauben und Klebeband verwendet.

Bei der Transferaufgabe «Turmbau nach Plan» zeichneten die Kinder mit breiten Filzstiften auf Häuschenpapier.

Dieser Artikel erschien erstmals in «4 bis 8 – Fachzeitschrift für Kindergarten und Unterstufe», Nr. 4/2016. Bern: Schulverlag plus.

DOWNLOAD

Ein Kommentar zu stufenspezifischen Anpassungen, die Strukturierung der Transferaufgabe «Turmbau nach Plan» sowie weitere Anmerkungen zu Aufgaben werden unter www.werken.ch zur Verfügung gestellt.

QUELLEN

SCHULZE, Walter et al. (2002): Kleine Baustatik. Einführung in die Grundlagen der Statik und die Berechnung der Bauteile für den Baupraktiker. Stuttgart: Teubner. S. 10.

WILHELM, Markus / LUTHIGER, Herbert / WESPI, Claudia (2014): Prozessmodell zur Entwicklung von kompetenzorientierten Aufgabensets. Luzern: Entwicklungsschwerpunkt Kompetenzorientierter Unterricht, Luzern: Pädagogische Hochschule.

LAMBERT, Anette / REDDECK, Petra (2007): Brücken – Türme – Häuser. Statisch-konstruktives Bauen in der Grundschule. In: Materialien für den naturwissenschaftlichen und technischen Sachunterricht. Kassel: University Press, S. 56.

REICHENSTETTER, Friederun / DÖRING, Hans-Günther (2014): Der kleine Dachs und die Tiere als Baumeister. Eine Geschichte mit vielen Sachinformationen. Würzburg: Arena.

AUTORENTEAM

Petra Merz ist Dozentin für Fachdidaktik TTG an der PH Schwyz und Fachlehrerin an der Primarschule Maihof in Luzern.

Thomas Berset ist Primarlehrer in Goldau und Dozent für Fachdidaktik NMG (Schwerpunkt Naturwissenschaft) an der PH Schwyz.

Pascal Stäuber ist Physiker und unterrichtet an der Kantonsschule Reussbühl sowie an der Maturitätsschule für Erwachsene in Luzern.