

Vom Würfel zum Quader

Einen Faltvorgang gezielt verändern

Wohin mit den Laschen? Wie lang müssen die Seiten sein? In der hier beschriebenen Unterrichtsreihe ändern die Kinder eine Faltanleitung für einen Würfel so ab, dass ein Quader entsteht. Die experimentelle Herangehensweise bietet Gelegenheit für eigene Entdeckungen. Viel Wert wird auch auf die Dokumentation des Vorgehens gelegt: Die Kinder erstellen Faltplakate und beschreiben ihr Vorgehen.

Zeitbedarf

4 Unterrichtsstunden.

Kompetenzen inhaltlich

Über räumliches Vorstellungsvermögen verfügen. Räumliche Beziehungen erkennen, beschreiben und nutzen. Zwei- und dreidimensionale Darstellungen von Faltobjekten zueinander in Beziehung setzen.

Modelle von Würfel und Quader herstellen und untersuchen.

Kompetenzen prozessbezogen

Problemlösen. Kommunizieren. Argumentieren. Darstellen.

Zusätzliches Material

Würfel- und Quadermodelle für den Einstieg.

Für jedes Kind: 2 x 6 quadratische Faltblätter (10 x 10 cm) für den Würfel und für den ersten Quader. 6 DIN-A6-Faltblätter für den zweiten Quader.

Für jede Gruppe: 6 DIN-A4-Blätter und weitere Faltblätter für die Faltplakate.

Materialpaket

M **Ein Würfel-Modul falten.** Poster mit Fotos und Zeichnungen zu den einzelnen Faltschritten.

19 **Würfel-Modul.** Faltanleitung mit Zeichnungen zu den einzelnen Faltschritten.

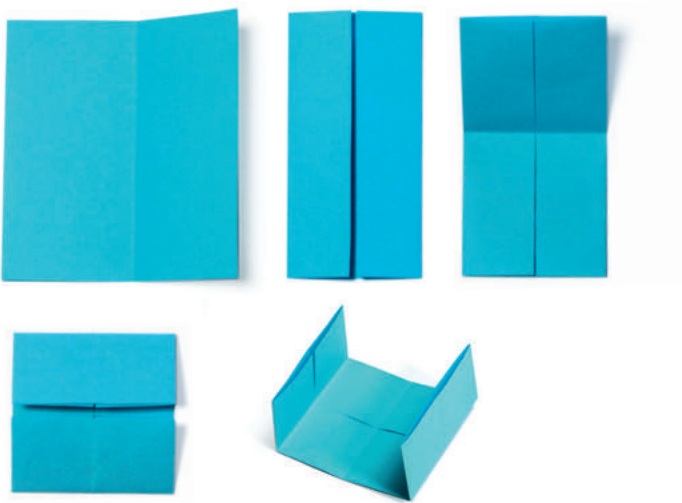
20 **Einen Würfel zusammenstecken.** Zur Differenzierung nach oben: Die Kinder beschreiben ihr Vorgehen beim Zusammenstecken des Würfels anhand von Fotos.

In der Regel sind den Kindern in der dritten oder vierten Klasse die geometrischen Körper „Würfel“ und „Quader“ bekannt. Trotzdem ist es sinnvoll, zu Beginn dieser Unterrichtseinheit das Grundwissen zu aktivieren: Wie sehen die Seitenflächen aus? Wie viele Ecken, Kanten und Flächen gibt es? Wie sehen Netze aus? Die Kinder sollten auch bereits erste Erfahrungen mit dem Falten und dem Lesen von Faltanleitungen gemacht haben.

Aus sechs Modulen einen Würfel falten

Die Aufgabe für die erste Stunde besteht darin, sechs identische Module nach Anleitung zu falten und dann zu einem Würfel zusammenzustecken. Die Kinder arbeiten in Gruppen zusammen. Das ist förderlich für die Kommunikation über den Arbeitsprozess und über unterschiedliche Vorgehensweisen. Jede Arbeitsgruppe erhält für je zwei Kinder eine Faltanleitung **19** **Würfel-Modul** und zwölf farbige Faltpapiere (10 x 10 cm). Jedes Kind soll erst einmal ein Modul herstellen. Zusätzlich zu der gezeichneten Faltanleitung steht das Poster **M** **Ein Würfel-Modul falten** mit Fotos (vgl. Abb. 1) zur Verfügung. Allen Kindern in der Erprobungsklasse gelang es ein Modul herzustellen, teilweise mit Hilfe des Partners.

Jedes Kind stellt anschließend noch fünf Module her und versucht dann, die sechs Module zu einem Würfel zusammenzustecken. Weil die Würfel erst stabil werden, wenn alle sechs Module zusammengesteckt sind, dürfen die Kinder die Stecklaschen festkleben. Während der Arbeit unterstützen sich die Schülerinnen und Schüler ge-



1 Faltschritte für ein Würfel-Modul.

genseitig, denn es gibt keine Anleitung, nur die Information, dass das Produkt ein Würfel sein soll. Von 20 Kindern in der Erprobungsklasse konnten 13 ihren Würfel selbstständig fertigstellen (Abb. 2–4).

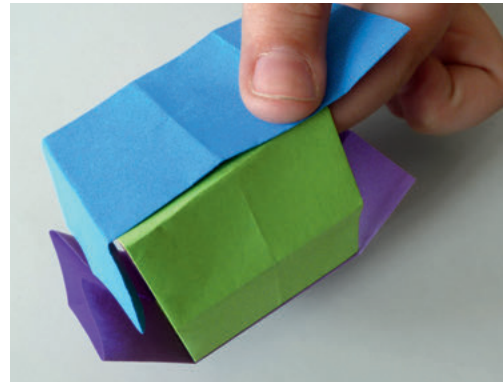
Einige Kinder äußerten in der Reflexion ihre Unzufriedenheit mit dem Produkt. Sie hatten die Module nicht genau genug gefaltet, was das Zusammenstecken erschwerte. Zu Fehlern kam es vor allem, weil die Steck-/Klebelaschen außen statt innen lagen (Abb. 5).

Arbeitsprozesse auf Plakaten festhalten

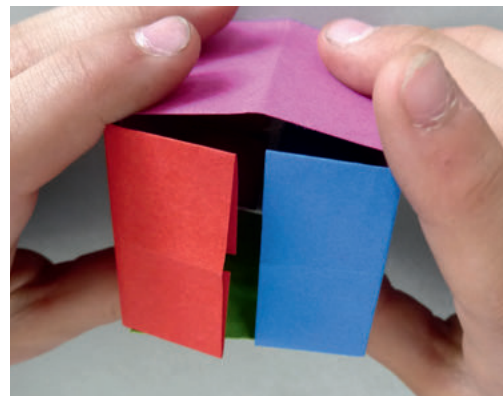
In der nächsten Unterrichtsstunde werden die Gruppen gebeten, Faltplakate für die weitere Arbeit und für andere Klassen herzustellen. Das Plakat soll alle Faltungen zeigen, die für die Herstellung eines Moduls notwendig sind. Gruppen, die sich schwertun mit der Organisation ihrer Arbeit, erhalten noch folgende Arbeitstipps: Faltschritte besprechen, Arbeit in der Gruppe verteilen, zu jedem Faltschritt ein angefangenes Modul auf das Blatt legen, Plakat besprechen, Module so aufkleben, dass die Faltung nachvollzogen werden kann.

Das Zusammenstecken beschreiben

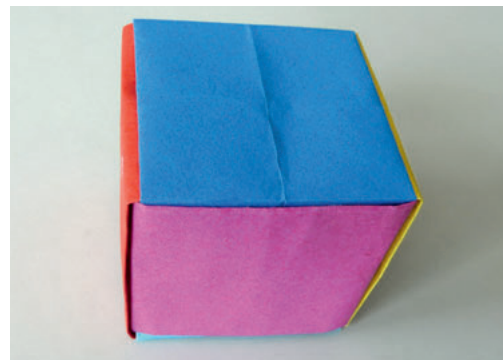
Leistungsstarke Schülerinnen und Schüler beschreiben das Zusammenfügen der Module zu einem Würfel in einem kurzen Text. Als Fachbegriffe stehen die Wörter „die Klebelasche“ und „die untere (obere/linke/rechte/vordere/hintere) Würfelfläche“ an der Tafel. Die Kinder erhalten das Arbeitsblatt **20 Einen Würfel zusammen-**



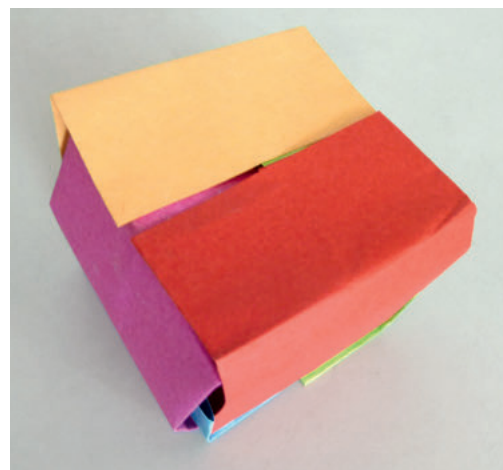
2 Nach der Würfelform suchen.



3 Das letzte Modul fehlt noch.



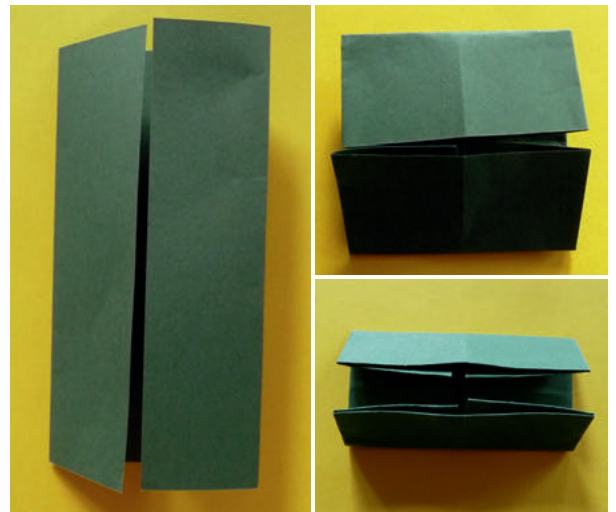
4 Der fertige Würfel.



5 Fehler! Klebelaschen außen statt innen.



6 Sechs Flächen für den Quader, aber gesteckt werden kann der Quader nicht. Die Laschen lägen außen.



7 Modul 3 für den Quader – so geht's: Der „Schrank“ muss zweimal zur Mitte hin gefaltet werden.

Lernen begleiten

Beobachtungshilfen

- Wer faltet gemäß Falanleitung? Wer nutzt das Poster? Wer nimmt Hilfe von anderen Kindern in Anspruch?
- Wer kann beim Falten der Quader vorhersagen, wie die Seitenflächen aussehen müssen? Wer ändert die Faltungen zielgerichtet ab? Wer geht eher probierend vor?
- Wer tauscht sich mit einem Partner aus? Wer kann Ideen des Partners weiterentwickeln?
- Wer lässt sich von Rückschlägen nicht entmutigen?
- Wer fühlt sich für die Verständlichkeit der Faltplakate verantwortlich? Wer achtet auf Vollständigkeit, richtige Reihenfolge, notwendige Beschriftung?

Förderhinweise

Kinder, die noch nicht genau genug falten, sollten mit einem Partner zusammenarbeiten, der Hinweise geben und helfen kann.

Zwischenreflexionen stellen sicher, dass die Kinder Fehler gegebenenfalls noch korrigieren können. Der Austausch über Vorgehensweisen motiviert auch zur Weiterarbeit.

Beim Falten des Quaders ist es für manche Kinder eine Hilfe, Modul 1 ein drittes Mal herzustellen, wieder aufzufalten und im Faltlinienmuster die Grundfläche des Quaders einzuzeichnen.

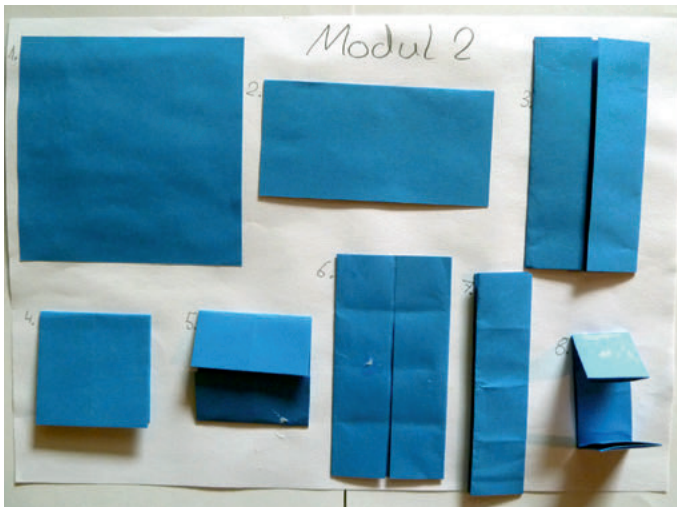
Leistungsstarke Schülerinnen und Schüler übernehmen die Verantwortung für das Erstellen der Faltplakate.

stecken. Darauf ist eine Fotofolge zu sehen, die die Beschreibung strukturieren hilft.

Module so variieren, dass ein Quader entsteht

Die Arbeitsaufgabe für die dritte Stunde lautet: „Stelle einen Quader aus sechs Modulen her. Stecke oder klebe die Module dann wie beim Würfel zusammen. Welche Module müssen geändert werden? Wie müssen die Module verändert werden? Tipp: Es ist leichter, wenn gegenüberliegende Flächen dieselbe Farbe haben.“

Fast alle Kinder in der Erprobungsklasse arbeiteten mit einem Partner an einem Quader oder sie berieten gemeinsam ihr Vorgehen. Allen war klar, dass für den Quader die Kantenlängen des Würfels abgeändert werden müssen. Tims Lösungsidee setzte sich durch: Die quadratische Grundfläche wird beibehalten, die Höhe des Würfels soll halbiert werden. Zuerst falteten die Kinder also die beiden Module für die quadratischen Flächen des Quaders. Auch eine Lösung zur Halbierung der Seitenfläche war schnell gefunden: Das Würfelmodul wird einmal zusätzlich längs halbiert. Dieses Modul stellten die Kinder viermal her (Abb. 6). Dann versuchten sie, den Quader zusammenzustecken. Doch nun tauchte ein Problem auf: Aus den vier Modulen für die Seitenflächen kann man zwar einen Quader kleben, aber die Klebelaschen liegen dann außen. Gesteckt werden könnte der Quader nicht. Wie kommen die Stecklaschen an die andere Seite der Quaderfläche? Alle Kinder experimentierten mit dem



8 Auf Faltplakaten dokumentieren die Kinder ihr Vorgehen.



9 Geschafft! Ein Würfel und zwei Quader.

Würfelmodul und suchten eifrig nach einer Lösung, sodass es nicht lange dauerte, bis sie gefunden wurde: Sollen die Stecklaschen oben und unten an der Quaderfläche sein, müssen die kurzen Seiten des „Schanks“ zweimal zur Mitte hin gefaltet werden (Abb. 7).

Kinder, die ihren Quader fertiggestellt haben, werden gebeten, zu den neuen Quadermodulen (Modul 2 und 3) Faltplakate zu erstellen (Abb. 8), um die gewonnenen Erkenntnisse für die weitere Arbeit nutzen zu können. Die anderen Schülerinnen und Schüler arbeiten derweil weiter an ihrem Quader, denn es sollen alle zu Ergebnissen kommen.

Ein Quader aus DIN-A6-Blättern

Beim Vergleich der gefalteten Quader mit den Quadermodellen können die Kinder feststellen, dass der gefaltete Quader ein besonderer Quader ist, weil er vier gleiche Flächen und eine quadratische Grund- und Deckfläche hat. Nun soll nach demselben Steckprinzip ein allgemeiner Quader mit drei verschiedenen Flächen gefaltet werden. Die Gruppen erhalten dafür Faltblätter im DIN-A6-Format. Aufgabe: Versucht, aus den Faltpapieren einen Quader mit drei verschiedenen Flächen herzustellen. Achtet auf Stecklaschen an der richtigen Seite, damit man den Quader zusammenstecken kann.

Das Falten der Grund- und Deckfläche ist nicht schwer. Man kann einfach nach der ursprünglichen Faltanleitung vorgehen. Für die längere Seitenfläche nutzten die Kinder in der Erprobungsklasse die Erfahrungen aus der vorherigen Stunde: Das Grundflächenmodul wird einmal zu-

sätzlich längs halbiert. Schwieriger war es dann, die zweite Seitenfläche herzustellen. Eine Länge kann zwar von der Grundfläche abgeleitet werden; die zur anderen Seitenfläche passende Höhe kann aber nur ungefähr getroffen werden. Wieder experimentierten die Kinder. Das erste Modul, das angelehnt an die Erfahrungen der vorherigen Stunde von mehreren Kindern gleichzeitig fertiggestellt wurde, hatte zwar die Stecklaschen an der richtigen Seite und hatte auch einigermaßen die richtige Höhe, zeigte aber Schwächen beim Zusammenstecken des Quaders. Die Stecklaschen waren zu schmal und das Papier sehr steif durch die vielen Papierlagen. Eine bessere Lösung musste her. Einige Kinder falteten die schon fertigen Module auf und versuchten, sich an den Faltlinien zu orientieren. Lisa und Nele fanden schließlich eine Lösung: Sie falteten das DIN-A6-Blatt zweimal, einmal längs, einmal quer, und drittelten die längere Seite des entstehenden Rechtecks. Wieder entspricht die Höhe der Fläche nicht exakt der Höhe der anderen Seitenfläche, doch das machte nichts. Auch das Falten führt ja zu einer gewissen Ungenauigkeit. Die sechs Module können mit etwas Fingerfertigkeit zu einem Quader zusammengefügt werden.

Die Kinder präsentieren ihre fertigen Arbeiten auf einem Ausstellungstisch (Abb. 9). Während einige mit Hilfestellung durch andere Kinder ihr Werk noch vollenden, machen sich andere an das Erstellen der Faltplakate.

Schmitz, M.: Papierfalten im Mathematikunterricht. Begründungen und Beispiele. In: Ludwig, M.; Kleine, M. (Hrsg.): Beiträge zum Mathematikunterricht 2012. Online im Internet: http://www.mathematik.uni-dortmund.de/ieem/bzmu2012/files/BzMU12_0095_Schmitz.pdf (zuletzt aufgerufen am 17.2.2014).