

# Bauen in der Schattenbox

## Welches Würfelgebäude wirft diese Schatten?

Zu vorgegebenen Schatten bauen die Kinder in einem Raster passende Würfelgebäude. Sie dokumentieren ihre Lösungen in Bauplänen, suchen nach weiteren Gebäuden zu den Schatten mit gleich vielen, mehr oder weniger Würfeln und finden Gebäude mit maximaler oder minimaler Würfelanzahl.

### Zeitbedarf

4–6 Unterrichtsstunden, danach variabel.

### Kompetenzen inhaltlich

Räumliche Beziehungen aus Ansichten erkennen, beschreiben und nutzen. Würfelgebäude und deren zweidimensionale Darstellungen zueinander in Beziehung setzen (nach Vorlage bauen, zu Bauten Baupläne erstellen).

### Kompetenzen prozessbezogen

Problemlösen. Kommunizieren. Argumentieren.

### Zusätzliches Material

1 Taschenlampe.

Für je zwei Kinder: ca. 10 Holzwürfel der Kantenlänge 2 cm (bei vielen Händlern für Lehrmittel erhältlich), 2 Büroklammern.

## Materialpaket

**M** Schattenbox-Kartei mit 16 Paaren von Schatten.

In der Schattenbox wird dazu jeweils ein passendes Gebäude gebaut. Die Forscheraufträge auf den Karten dienen der Vertiefung.



**3** Bastelvorlage „Schattenbox“

**4** Blanko-Baupläne in zwei Größen.

**5** Einer-Schatten für den gemeinsamen Einstieg.

**6** Zwei Einer-Schatten, ein Würfel. Die Kinder suchen zu den Einer-Schatten passende Positionen des Würfels.

**7** Eigene Schattenkarten zeichnen

**8** Blanko-Schattenkarten

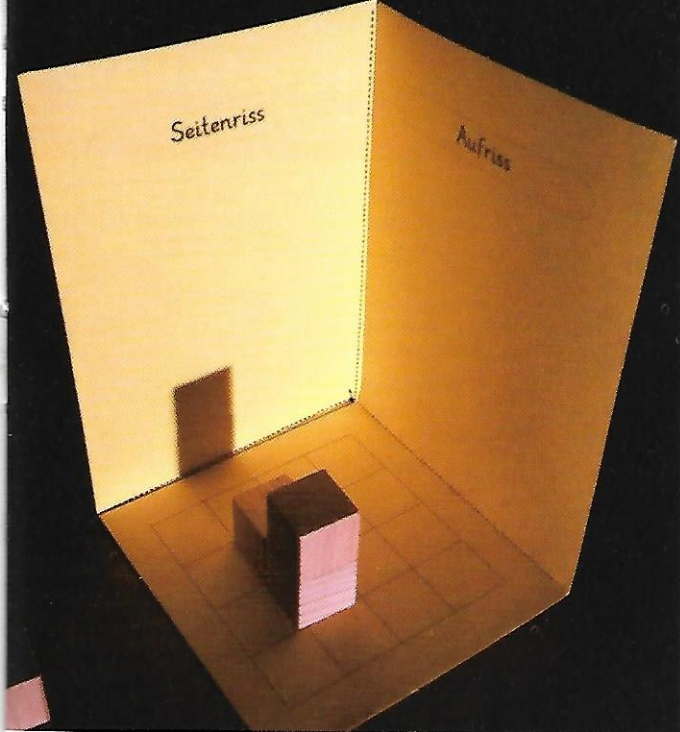
**9** Schattenbox-Kartei: Lösungen

**10** So arbeite ich mit der Schattenbox-Kartei

Die Schattenbox ist eine Art Guckkasten mit einem Raster auf dem Boden, auf dem Würfelgebäude gebaut werden, und zwei Wänden, an denen Schattenbilder befestigt werden. Mit Hilfe der **3** Bastelvorlage „Schattenbox“ kann die Schattenbox leicht auch von Kindern hergestellt werden. Normales Kopierpapier ist ausreichend – dickeres hilfreich, wenn man die Schattenbilder mit „kleinen Wäscheklammern“ statt mit Büroklammern befestigen will.

### Einführung mit der Taschenlampe

Zur Einführung in die Arbeit mit der Schattenbox versammelt sich die Klasse um einen Gruppentisch. Die Kinder werden darauf vorbereitet, dass nicht alle gleichzeitig gut sehen können und dass deshalb alles mehrfach demonstriert werden wird. Es liegen einige Holzwürfel, eine Schattenbox, einige **4** Blanko-Baupläne, das Kartenpaar 4 aus der **M** Schattenbox-Kartei, zwei Miniatur-Wäscheklammern und eine Taschenlampe bereit. Drei Würfel werden so auf den Grundriss gesetzt, dass sie zu den Schattenkarten passen. Der Raum wird abgedunkelt. Das Gebäude wird mit der Taschenlampe beleuchtet – in Richtung einer Schattenboxwand (Abb. 1). Das sollte die Lehrkraft vorher schon einmal ausprobiert haben. Lichtstarke Lampen mit möglichst parallelen Strahlen sind für die Demonstration am besten geeignet. Bei einer streuenden Lampe (wie dem Kamerablitzlicht am Smartphone) muss die Unterkante des Gebäudes im Zentrum des Lichtkegels liegen. Die Lampe muss dann teilweise unter die Tischkante strahlen. Von Vorteil ist, dass der Schatten durch die Box durchscheint – er ist auch für die Kinder zu sehen, die gerade keinen Blick von vorne in die Box haben. Die bei-

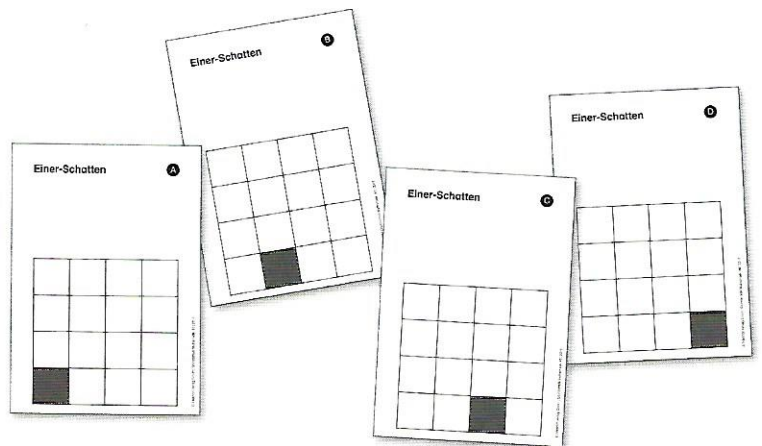


1 Die Unterrichtsreihe beginnt im Dunkeln.

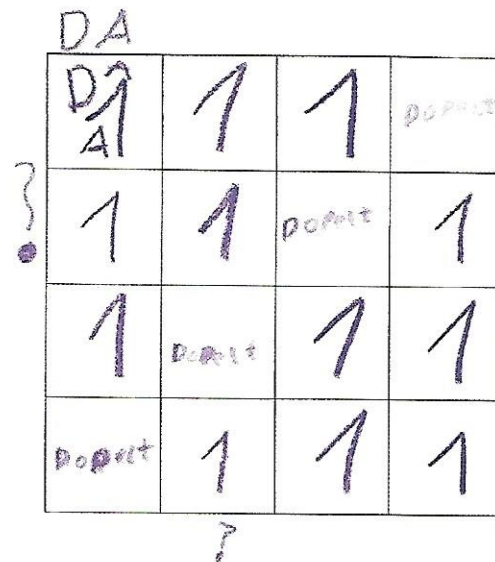
den Schatten werden von den Kindern beschrieben, z. B. als Turm. Es wird genau geschaut, wo die drei Würfel ihre Schatten werfen. Erst danach werden die Schattenkarten in der Box aufgehängt, so dass den Kindern deutlich wird, dass die Karten genau die Schatten zeigen. Das Bauwerk wird in einem Bauplan dokumentiert. Jedes Kind baut anschließend eine Schattenbox nach Anleitung.

### Das erste Mal mit Schattenkarten arbeiten

Für die erste Partnerarbeit erhält jedes Kinderpaar einen Satz **5 Einer-Schatten** (Abb. 2), das Arbeitsblatt **6 Zwei Einer-Schatten, ein Würfel**, einen Holzwürfel und eine Schattenbox. Die Kinder sollen verschiedene Kombinationen der Einer-Schattenkarten in die Schattenbox hängen



2 Erste Arbeitsphase: Zwei Einer-Schatten werden kombiniert. Wo muss der Würfel platziert werden?



3 Diese Positionen sind möglich. Die Kinder finden eigene Notationsformen.

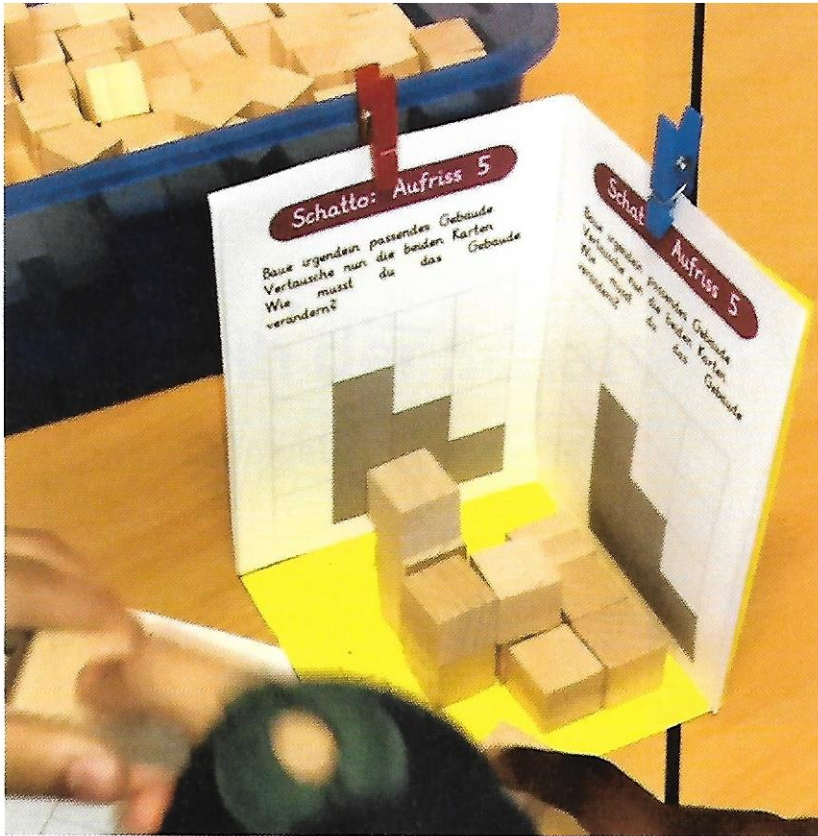
### Mehr zur Schattenbox

In der darstellenden Geometrie und beim technischen Zeichnen werden dreidimensionale Objekte häufig über Dreitafelprojektionen mit Grundriss, Seitenriss und Aufriss wiedergegeben. Seitenriss bzw. Aufriss sind dabei Parallelprojektionen der Seiten- bzw. der Vorderansicht. Bei den Schattenbildern der Schattenbox handelt es sich aus mathematischer Sicht genau um solche Risse (von Würfelgebäuden) – der Einfachheit halber in einem 4-mal-4-Raster.

Die Würfelgebäude können mit Hilfe eines gewichteten Grundrisses eindeutig beschrieben werden (s. Abb. 5 auf S. 25). Der gewichtete Grundriss wird hier, wie in der Grundschule üblich, „Bauplan“ genannt.

Aus der Zuordnung von Schattenbildern, Bauplänen und einfachen Würfelgebäuden lassen sich eine Vielzahl interessanter Fragestellungen entwickeln, von denen einige hier vorgestellt werden. Während gewichtete Grundrisse alle Informationen enthalten, um ein Würfelgebäude eindeutig zu bauen, gehen bei den Projektionen auf die Schattenbilder Informationen verloren. Das hat zur Folge, dass oftmals selbst zu Kombinationen einfach anmutender Auf- und Seitenrisse mehrere Würfelbauten möglich sind.





4 Will man möglichst viele Würfel verbauen, muss man sie hinter anderen „verstecken“.

und den Würfel passend platzieren. Es ist wichtig, dass beide Kinder frontal vor der Schattenbox sitzen, so dass sie auf die Aufrisswand schauen. Der Seitenriss wird immer an der linken Wand platziert. Mit dieser Vereinbarung ist sichergestellt, dass sich in der gesamten Unterrichtseinheit Ergebnisse vergleichen lassen.

## Lernen begleiten

### Beobachtungshilfen

- Wer baut direkt in die Box mit aufgehängten Schattenkarten? Wer kommt ohne Box aus und hält die Karten nur gelegentlich zur Überprüfung hoch?
- Wer findet mehrere oder sogar vollständige Lösungen zu einem Kartenpaar?
- Wer kann die Würfelanzahlen weiter minimieren bzw. maximieren? Wer geht systematisch vor? Wer kann sein Vorgehen begründen? Wer achtet beim „Verstecken von Würfeln“ nur auf den Aufriss bzw. nur auf den Seitenriss?

### Förderhinweise

Eine Taschenlampe kann auch noch in späteren Arbeitsphasen den Abgleich zwischen Würfelgebäude und Schattenkarte unterstützen. Ansonsten vereinfacht immer das Anhalten oder Aufhängen der Karten den Bau. Dementsprechend sollten leistungsstärkere Schülerinnen und Schüler dazu angehalten werden, bewusst auf das Anhalten der Karten zu verzichten, damit der Abstraktionsgrad und die Schwierigkeit der Aufgabe höher ist.

Die Kinder markieren mögliche Positionen des Würfels auf dem Bauplan mit einer 1. Erste Entdeckungen werden geäußert: „Darf ich auch Tauschaufgaben machen?“ deutet auf Erkenntnisse zur Symmetrie hin. Rafael und Sarah entwickeln eine eigene Notationsform: Sie vermerken auf dem Bauplan auch, welche Karten zu einer „1“ gehören (Abb. 3, S. 23). Robert geht systematisch vor: Er kombiniert zuerst Karte A mit allen anderen Karten.

Um zu sehen, ob die Klasse alle Würfelpositionen gefunden hat, werden diese an der Tafel auf einem großen Bauplan gesammelt. Es fällt auf, dass einige Felder frei bleiben oder nur von wenigen Kindern belegt wurden.

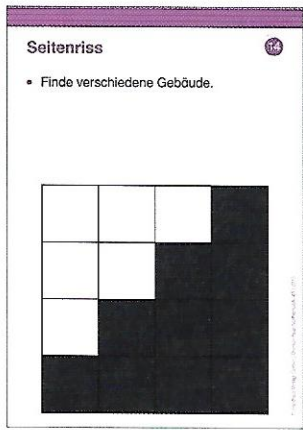
Welche Karten passen zu den Lücken? Eine zweite Arbeitsphase beginnt, in der sich ein Diskurs entwickelt, ob die Diagonalfelder belegbar sind. „Doch, die gehen“, besteht Jan. „Man muss die Karten nur doppelt nehmen.“

## Eigene Schattenkarten zeichnen

Jedes Kinderpaar bekommt eine Schattenbox, zehn Holzwürfel, das Arbeitsblatt **7 Eigene Schattenkarten zeichnen** und zwei **8 Blanko-Schattenkarten**. Zu einem selbst erdachten Würfelgebäude erstellen die Kinder den Bauplan und die Schattenkarten. Letztere werden untereinander ausgetauscht. Ein anderes Team baut zu den Schattenkarten wiederum ein Würfelgebäude. Den meisten Kindern wird auffallen, dass zu zwei Schattenkarten verschiedene Gebäude passen.

In höheren Klassen kann man die Aufgabe stellen, dass Schattenkarten zu vorhandenen Bauplänen gezeichnet





hm 14

			7
		2	
	3		
4			

Wr 10

hm 14

4	3	2	7
3	3	2	7
2	2	2	7
1	1	1	7

Wr 31

- 5 Robert zeichnet zum Kartenpaar 14 je einen Bauplan mit minimaler und maximaler Würfelfanzahl.

werden sollen. Besonders herausfordernd ist dies, wenn das Gebäude vorher nicht gebaut werden soll.

## Die Schattenbox-Kartei in der Freiarbeit

Die Karten der **M Schattenbox-Kartei** und eine Schattenbox ermöglichen vier Formen der Auseinandersetzung mit Würfelgebäuden und deren Schatten (dazu Mischformen). Der Abstraktionsgrad nimmt von 1. bis 3. zu:

1. Kartenpaar auswählen und in Schattenbox befestigen, passendes Gebäude bauen, Gebäude auf Bauplan festhalten.
2. Kartenpaar auswählen, passendes Gebäude bauen, mit Hilfe der Karten überprüfen, Gebäude auf Bauplan festhalten.
3. Kartenpaar auswählen, Bauplan erstellen, mit Karten und Würfeln in Schattenbox überprüfen.
4. Forscheraufträge auf den Karten der Schattenbox-Kartei bearbeiten, Ergebnisse auf Bauplänen festhalten. (Seitenriss-Karten enthalten eher einfache Fragen, während es bei den Aufriss-Karten häufig um Vollständigkeit der Lösungen geht.)

Auf einigen Aufriss-Karten wird angeregt, die dazugehörige Seitenriss-Karte zu drehen und den Aufriss mit dem Seitenriss der Rückseite zu kombinieren. So sind weitere Aufgaben möglich.

### Selbstständiges Arbeiten der Kinder

Die **4 Blau-Baupläne** zum Festhalten der Arbeitsergebnisse stehen sowohl maßstabsgetreu als auch (pa-

piersparend) verkleinert zur Verfügung. Die Kontrolle der Aufgaben kann anhand der Lösungsblätter geschehen (**9 Schattenbox-Kartei: Lösungen**). Arbeitsfortschritte werden auf dem Arbeitsplan **10 So arbeite ich mit der Schattenbox-Kartei** vermerkt.

Wenn ein Kind mit der Kartei arbeitet, sollte die begleitende Lehrkraft immer mal wieder nachhaken: Kann man noch Würfel wegnehmen? Kann man noch Würfel verstecken? „Man muss immer den höchsten Turm anfangen und dahinter kann man dann Würfel verstecken“, argumentiert Robert (Abb. 4). Er notiert die Nummer des Kartenpaars, mit dem er gearbeitet hat (Nr 14), und die minimale und maximale Würfelfanzahl (Wr 10/Wr 31; Abb. 5). Der linke von ihm gezeichnete Bauplan ist spiegelverkehrt, was auf die Anzahl der Würfel allerdings keinen Einfluss hat.

## Forscheraufträge zur Schattenbox

Um das Argumentieren und das Problemlösen in der Klasse anzuregen, empfiehlt es sich, einzelne Forscheraufträge im Klassenverbund zu bearbeiten. Aufgaben des Typs „Finde alle möglichen Würfelgebäude“ lassen es zu, dass alle Kinder sich beteiligen. Kartensatz 1 und 3 bieten sich an. Die „Schwarmintelligenz“ der Klasse genutzt und treffend argumentiert, ist eine vollständige Lösung möglich. Fragen nach der kleinst- oder größtmöglichen Würfelfanzahl fordern ebenfalls Argumentationen heraus.