

Interaktives Tafelbild Symmetrie

Dieser Leitfaden gibt einen Überblick über den inhaltlichen und didaktischen Zusammenhang der Medien des Interaktiven Tafelbilds „Symmetrie“.

Allgemeine Informationen zur Nutzung sowie zum didaktischen Konzept des Interaktiven Tafelbilds gibt es in der Handreichung „Wissenswertes zum Arbeiten mit dem Interaktiven Tafelbild“, die auch im Medienpaket enthalten ist.

1 Methodisch-didaktische Hinführung

Schon von klein auf sammeln Kinder Erfahrungen im Bereich Symmetrie und hantieren selbstverständlich mit alltäglichen Gegenständen, die nicht brauchbar wären, würden sie nicht ihre symmetrischen Eigenschaften aufweisen. Ein Tisch mit ungleichen Beinen ist ebenso unpraktisch wie eine Treppe mit schiefen Tritten. Die Gewinnchancen aller Feldspiele, wie z. B. Fußball oder Tennis, wären ungleich verteilt, wenn die Felder nicht symmetrisch angelegt wären. Auch in der Natur sind viele symmetrische Formen (Schneeflocken, Blätter, Blüten, Insekten usw.) zu entdecken. Diese bisher intuitiv gesammelten Erfahrungen gilt es in dieser Einheit ins Bewusstsein der Schülerinnen und Schüler zu rücken.

1.1 Motivation für das Thema

Symmetrie ist ein Thema, dem die Schülerinnen und Schüler im Laufe ihrer Grundschulzeit immer wieder auf unterschiedlichem Niveau begegnen. Noch bevor Schülerinnen und Schüler sich des Mathematikunterrichts bewusst sind, erstellen sie verschiedene Formen von Mustern, Bandornamenten und Faltungen. An diese Vorerfahrungen knüpft zunächst in Klasse 1 die Achsensymmetrie an und später die Dreh- und Schubsymmetrie in Klasse 3 und 4. Hierbei liegt das Augenmerk immer auf einer ganzheitlichen Herangehensweise durch die selbstständige Herstellung symmetrischer Figuren, aber auch durch das Erkennen, Beschreiben, Begründen und Ordnen. So sollen Schülerinnen und Schüler beispielsweise Symmetrieachsen erkennen und unvollständige Darstellungen symmetrisch ergänzen können. Sie sollen Symmetriefehler finden, Spiegelungen und regelmäßige Verschiebungen von Mustern als Formen der Symmetrie begreifen, und bei all dem ein überschaubares Repertoire an Fachbegriffen kennenlernen: Spiegelachse, Drehsymmetrie, Parkettierung, Bandornament usw.

Das Thema Symmetrie wird naturgemäß vornehmlich im Mathematik-/Geometrie-Unterricht behandelt, vereinzelt auch im Sach- und Kunstunterricht. Es eignet sich gut für übergreifende Darstellungen. Die Schönheit und der Zweck von Symmetrie in Natur, Technik, Kunst und Architektur sind leicht anschaulich und begreifbar zu machen.

Die Materialien, die hier zum Selbermachen benötigt werden, sind ganz simple Dinge: Papier, Schere, Stift und Farbe, einfache Zeichengeräte wie Lineal und Geo-Dreieck sowie Alltags- und Haushaltsgegenstände, zum Beispiel ein Taschenspiegel. Auch das Geobrett und LTZ-Plättchen können verwendet werden.

1.2 Medienauswahl

Das Interaktive Tafelbild „Symmetrie“ enthält 19 Einzelmedien.

- 4 Fotos bzw. Fotocollagen, die Symmetrie im Alltag sichtbar machen.
- 1 Grafik als Impulsbild für den Einstieg ins Thema (Titelbild)
- 2 interaktive Grafiken (Symmetrieachsen finden, Wie Drehsymmetrie entsteht)
- 2 interaktive Übungen (Nicht symmetrisches Objekt herausfinden, Rechnen mit einem Spiegel)

- 3 Experimentier-/Bastelanleitungen (Achsen-, Schub- und Drehsymmetrie)
- 2 Sachtexte (Was ist Symmetrie?, Wir bauen eine symmetrische Burg)
- 2 Arbeitsblätter mit Lösungen (Schubsymmetrie, Übungen mit Geobrett)
- 1 Linkliste

1.3 Hintergrundinformationen für die Lehrkraft

Das Interaktive Tafelbild „Symmetrie“ vermittelt den Kindern ein grundlegendes Verständnis von Symmetrie, indem es Achsen-, Schub- und Drehsymmetrie in ihrem Alltag aufzeigt und durchschaubar macht. Dabei geht es weniger um mathematisch-geometrische Beweisführung als um unmittelbare Evidenz. Hier können sie ihren Augen (noch) trauen.

Bei der Untersuchung von Figuren und Formen auf ihre Symmetrie hin finden die Schülerinnen und Schüler beispielsweise die Symmetrieachse durch einfaches Falten eines Papiers.

Für einen kompletten Kursus ist die Reihenfolge

- Achsensymmetrie
- Schubsymmetrie
- Drehsymmetrie

empfohlen. Die Themen können aber auch für sich behandelt werden.

2 Die Symmetrie-Arten

2.1 Einstieg und Hinführung zum Thema

Die Wahrnehmungspsychologie (Gestaltlehre) kennt die Symmetrie als eines von neun „Gestaltprinzipien“, die das menschliche Erkennen und Einordnen von Objekten leiten. Jedes Kind erkennt Symmetrie lange bevor es das Wort dafür benutzt. Wenn es eine Tafel Schokolade – gerecht – teilt, dann hat es vorbewusst eine zentrale Symmetrieachse in einem homogenen Muster gefunden (das übrigens auch ein schönes Beispiel für Schubsymmetrie, bzw. Parkettierung hergibt).

Die Symmetrie in den zunächst gezeigten Objekten soll rein visuell erkannt werden, ohne messtechnische Hilfsmittel. Dabei ist es in Ordnung, wenn das eine oder andere Objekt nicht zweifelsfrei symmetrisch ist. Denn oft (und vor allem bei natürlichen Objekten) ist die Symmetrie offensichtlich als solche angelegt, aber nicht perfekt ausgeführt, z. B. bei einem Seestern, der durch Verletzung einen kürzeren Arm hat. Oder bei Menschen, deren Gesichter und Körper ebenfalls niemals perfekt symmetrisch sind. Die mathematischen Regeln und Prinzipien, die der Symmetrie zugrunde liegen, spielen auf dieser Stufe noch keine Rolle.

2.1.1 Symmetrie ist ein Alltagsphänomen

Das Titelbild zeigt eine Bildcollage aus vier Motiven. Drei davon (Gesicht, Schmetterling, Buchstabe „A“) sind achsensymmetrisch, die Zeichnung des Berges jedoch nicht. Zum Teil begegnen wir diesen Motiven in anderen Medien des Pakets wieder.

Medium



„Symmetrie“

Die Eingangsfrage an die Schülerinnen und Schüler kann lauten: Welches Bild weicht mit welcher Eigenschaft von den anderen ab? Nachdem darauf mehrere richtige Antworten möglich sind, muss das Augenmerk auf die Form gelenkt werden, etwa durch den Hinweis auf die paarige Anordnung von identischen Merkmalen (z. B. Augen, Flügel).

Deutlicher wird es, wenn die Lehrkraft durch das Anlegen eines Lineals (Handkante, Buch o. Ä.) auf die Links-/Rechts-Ähnlichkeit hinweist.

Als Einstiegs-Erklärung für den Begriff „Symmetrie“ bietet sich dann an:

Dinge (Lebewesen, Formen usw.) nennt man symmetrisch, wenn sie in sich eine Ähnlichkeit aufweisen oder gleichmäßig angeordnete Muster.

Dass Symmetrie nicht nur in der idealen Welt der Zeichnung vorkommt, lässt sich mit der Fotocollage symmetrischer Alltagsgegenstände zeigen:

Medium



„Symmetrie ist überall“

Hier sind zu sehen:

- Ein Halma-Spielbrett
- Der Vorderreifen eines Fahrrades
- Ein Parkettboden
- Eine Zange
- Ein Hampelmann.

Damit ist das Spektrum der Symmetrie bereits erweitert, denn der Fahrradreifen ist nicht nur (wie die Motive der Zeichnung) achsensymmetrisch, sondern auch ein drehsymmetrisches Objekt. In dem Halma-Spielbrett lassen sich mehrere (6) Symmetrieachsen finden. Falls diese „fortgeschrittenen“ Symmetrien noch nicht entdeckt werden sollten, kann man auch später noch zu diesem Bild zurückkehren.

Der abgebildete Hampelmann ist nicht rein achsensymmetrisch, könnte aber auf den ersten Blick von den Schülerinnen und Schülern so eingeschätzt werden. Das Bild kann als Impuls genutzt werden, um die Schülerinnen und Schüler zu eigenen, achsensymmetrischen Hampelmann-Konstruktionen anzuregen.

Die Schülerinnen und Schüler können an dieser Stelle auch Gegenstände nennen, von denen sie glauben, dass sie symmetrisch sind.

2.1.2 Die drei grundlegenden Arten von Symmetrie

Dieser illustrierte Sachtext greift die Einstiegsfrage wieder auf und führt sie weiter, indem die Symmetrie in ihren drei Hauptarten vorgestellt und beschrieben wird. Die wichtigsten Begriffe („Achse“, „deckungsgleich“ usw.) werden eingeführt. Es kann auch (nochmals) auf die Fotocollage „Symmetrie ist überall“ zugegriffen werden, um zu zeigen, dass es nicht nur Achsensymmetrie gibt.

Medien



„Symmetrie ist überall“



„Symmetrie – was ist das?“

Die griechisch-lateinische Herkunft des Begriffs ist durch das Bild eines griechischen Tempels illustriert. Ein griechischer Bildhauer namens Polykleitos benutzte ca. 500 v. Chr. als erster den Ausdruck „sum metria“ (Gleichmaß).

Dass Symmetrie aber nicht nur ein Ausdruck einer Formensprache ist, sondern eine sehr umfassende Idee, sollen die kurzen Texte zur „Schönheit“, „Nützlichkeit“ und „Gerechtigkeit“ von Symmetrie zeigen. Dazu können die Schüler auch eigene Einfälle aufschreiben (Aufgabe 1).

Dann werden Achsen-, Dreh- und Schubsymmetrie in knappen Texten und kommentierten Grafiken vorgestellt. Nach diesen Abschnitten sollten die Kinder in der Lage sein, die Aufgaben 2 und 3 erfolgreich zu bearbeiten.

Zur Vertiefung des Erlernten bietet dieses Paket weitere Medien für jede der drei Symmetrie-Arten.

2.2 Achsen- und Spiegelsymmetrie

Achsensymmetrie ist am einfachsten zu erkennen und zu beschreiben, da die Symmetrieachse als gerade Linie klar zu visualisieren ist. Der Ausdruck „Spiegelsymmetrie“ ist synonym zu verwenden, denn als Achsensymmetrie ist definiert:

Man nennt eine Figur achsensymmetrisch, wenn sie durch die senkrechte Achsenspiegelung an ihrer Symmetrieachse auf sich selbst abgebildet wird.

Diese Eigenschaft lässt sich durch konkrete Spiegelung (z. B. durch Anlegen eines Taschenspiegels) oder Falten (z. B. bei geometrischen Mustern aus Papier) leicht überprüfen. Hier kann man auch nochmal auf den Schmetterling vom Titelbild hinweisen: Durch Zusammenfallen seiner Flügel kommen diese zur Deckung.

Medium



„Symmetrieachsen finden“

Diese interaktive Grafik zeigt sechs achsensymmetrische Gegenstände des Alltags, darunter zwei, die bereits vom Titelbild bekannt sind (Gesicht, Schmetterling).

Mit dieser Grafik lässt sich erklären, auf welche Merkmale man achten muss:

- Ist z. B. in dem Objekt eine „natürliche“ Symmetrieachse vorhanden – beim Buch der mittige Bindefalz, beim Gesicht der Nasenrücken?
- Wo endet ein Muster, wo beginnt das andere (Kleeblatt, Sofa)?
- Wer sagt denn, dass es nur eine Achse geben muss (Kleeblatt, Reihenhaukette)?

Die Schülerinnen und Schüler sollen die Symmetriebeziehungen herausfinden und auf der interaktiven Tafel an der vermuteten Position einzeichnen (oder die Lehrkraft tut dies). Die korrekte Lage der Achse (oder mehrerer Achsen) kann dann zur Überprüfung per Klick eingeblendet werden.

Medium



„Was ist nicht achsensymmetrisch?“

In dieser Übung sollen die Schülerinnen und Schüler in jeweils einer Reihe von vier Illustrationen das eine Objekt herausfinden, das **nicht** achsensymmetrisch ist.

Dabei muss „Symmetrie“ auch etwas abstrakter verstanden werden. Zum Beispiel ist die Brezel in der Reihe der Lebensmittel sicher nicht exakt achsensymmetrisch; auch nicht das T-Shirt auf dem Foto. Aber das „Prinzip Brezel“ (oder die „Idee Brezel“) ist eine idealisierte, achsensymmetrische Form. Die Kinder sollen verstehen, dass sich das Prinzip nicht immer perfekt durchsetzt. (Hier kann man auf das menschliche Gesicht hinweisen: Forschungsergebnisse besagen, dass perfekt achsensymmetrische Gesichter, trotz aller allgemeinen Bevorzugung der Symmetrie, auch wieder nicht als angenehm empfunden werden, sondern als „künstlich“. Siehe dazu zwei Links in der Link-Sammlung.)

Hinweis: Zusätzlich zu den auch im engsten Sinne achsensymmetrischen Wörtern (AUA, TAT usw.) gibt es solche, die ebenfalls als „achsensymmetrisch“ bezeichnet werden; etwa „Anna“ oder

„Retter“. Diese, Palindrome genannt, können sinnvoll vorwärts wie rückwärts gelesen werden, haben allerdings keine Symmetrie auf der rein grafisch-visuellen Ebene.

Medium



„Basteleien mit Achsensymmetrie“

Achsensymmetrische Experimente sind besonders leicht zu machen. Diese illustrierte Anleitung zeigt zwei Methoden, die zu Hause oder in der Schule eigene Erfahrungen mit Achsensymmetrie vermitteln:

- Achsensymmetrische Muster herstellen durch Falten und Ausschneiden von Papier
- Mit Klecksbildern achsensymmetrische Muster erzeugen

Die im Folgenden beschriebenen Medien behandeln Achsensymmetrie in spielerisch-konkreter Form als Spiegelsymmetrie:

Medien



„Symmetrie durch Spiegeln“



„Mit dem Spiegel rechnen“

Das Bild „Symmetrie durch Spiegeln“ zeigt, wie ein Spiegel, der auf das Titelbild gesetzt wurde, zwei der Motive (Schmetterling, „A“) sowohl halbiert als auch vervollständigt. Und die beiden anderen Motive (Berg, Gesicht) erscheinen nun je zwei Mal im Gesamtbild. Dieser visuelle Effekt soll in der Übung „Mit dem Spiegel rechnen“ eingesetzt werden:

Es liegen fünf Münzen auf dem Tisch. Fünf kleine Additions- und Subtraktions-Aufgaben müssen nacheinander durch das richtige Aufsetzen eines Taschenspiegels zwischen und auf den Münzen gelöst werden. Drei Lösungsmöglichkeiten A, B, C werden grafisch dargestellt. Die richtige Lösung kann anschließend als Foto eingebildet werden.

2.3 Schubsymmetrie

Schubsymmetrie (auch Schiebesymmetrie, Translationssymmetrie) nennt man diejenige Symmetrie, die sich durch die Verschiebung in einer Richtung um eine Strecke ergibt.

Schubsymmetrische Muster sind so alltäglich, dass man sie kaum als solche wahrnimmt: Bodenparkett, Pflasterungen, Stoffmuster, Schachbrett. Aus oft ganz unauffälligen Grundmustern können in der vielfachen Wiederholung, im Versatz und der Spiegelung aufwändige Ornamente entstehen.

Medium



„Bandornament als Wandschmuck“

Das Bild einer Bordüre, wie man es häufig in Kinderzimmern findet, soll das Thema Schubsymmetrie vorbereiten. Das bestimmende Merkmal ist die in der Länge mehrfach aneinander gereihete Piraten-Szene: Also ein Grundmuster, jeweils um eine bestimmte Strecke verschoben.

Auch hier ist der Prüfstein die Deckungsgleichheit. Sie wird allerdings nicht durch Spiegelung, sondern durch Verschiebung des Musters erzielt.

Im folgenden Arbeitsblatt werden die Begriffe Schubsymmetrie, Bandornament und Parkettierung erklärt. Die Schülerinnen und Schüler sollen erkennen, welche Grundmuster (oder Elemente) in Bandornamenten stecken und wie sie verschoben wurden, um das Ornament zu erzeugen. Analog dazu wird eine Kirchendecke als Beispiel für eine flächige Verwendung wiederkehrender Muster – also Parkettierung – untersucht.

Die Lösungen der vier Aufgaben im Arbeitsblatt finden sich im Lösungsblatt Schubsymmetrie.

Medium



„Schubsymmetrie – Symmetrie durch Verschieben von Mustern“
(mit Lösungsblatt)

Die Bastelanleitung zum Thema Schubsymmetrie stellt zwei einfache Methoden zur Erzeugung von Bandornamenten vor: Kartoffeldruck und das Erweitern eines durchgepausten Musters:

Medium



„Basteleien mit Schubsymmetrie“

2.4 Drehsymmetrie

Drehsymmetrie findet sich bei tatsächlich drehenden Gegenständen (Windrad, Autoreifen, Ventilator, Quirl usw.), aber natürlich auch bei unbewegten Objekten. Während sie bei den erstgenannten Objekten auch für mechanische Stabilität sorgt (man denke sich ein Windrad mit einem wesentlich längeren Flügel), ist sie bei unbewegten (jedenfalls nicht drehenden) Gegenständen eher ein Gestaltmerkmal. So oder so:

Man nennt ein Objekt drehsymmetrisch, wenn es nach einer Drehung um einen Drehpunkt mit einem bestimmten Winkel genauso aussieht wie zuvor.

Oder anders ausgedrückt:

Die Deckungsgleichheit, die aus den bisher vorgestellten Symmetrieformen bekannt ist, wird bei der Drehsymmetrie aus einer bestimmten Drehung um einen Drehpunkt erzielt.

Ein Halteverbotsschild, wie man es in vielen Ländern der Erde findet, deutet bereits durch seine Kreisform und die im Mittelpunkt kreuzenden Durchmesser-Linien auf „Drehung“ und „Drehpunkt“ hin:

Medium



„Halteverbotsschild (drehsymmetrisch)“

Ein weiteres drehsymmetrisches Motiv (Fahrradreifen) findet sich im Medium „Symmetrie ist überall“.

Die beiden wichtigen Merkmale von Drehsymmetrie – Drehpunkt und Drehung um einen bestimmten Betrag/Winkel – werden in der folgenden Simulation illustriert:

Medium



„Wie Drehsymmetrie entsteht“

Wie man unter Anwendung drehsymmetrischer Grundregeln drehsymmetrische Muster erzeugt, erklärt die Bastelanleitung:

Medium



„Basteleien mit Drehsymmetrie“

Aus zwei übereinander gelegten, im Mittelpunkt verbundenen Karton-Quadraten entsteht ein Achtstern durch die Verdrehung der beiden Quadrate. Ebenfalls ein Achtstern lässt sich basteln, wenn man ein quadratisches Papier nach der hier gegebenen Anleitung faltet und dann an den Faltkanten mit der Schere zuschneidet.

In beiden Fällen entsteht ein drehsymmetrisches Muster, wobei im ersten Fall ein „echter“ Drehpunkt verantwortlich ist. Im zweiten Fall ergibt sich der Drehpunkt des Musters durch die Schnittlinien der Faltung im Mittelpunkt des wieder auseinandergefalteten Papiers.
Hinweis: Eine Schneeflocke ist ein sechsstrahliger „Stern“, dieser ist aber schwieriger herzustellen. In der Linksammlung ist ein Link auf eine Webseite, auf der man sechsstrahlige Sterne ganz ohne Papierverbrauch erzeugen kann (Flash-Animation); sowie für Fortgeschrittene eine Anleitung für sechsstrahlige Papiersterne.

2.5 Übergreifende Übungen und erweiterter Horizont

2.5.1 Arbeiten mit dem Geobrett

Das Geobrett kann gut für die Symmetrie-Übungen dieses Arbeitsblatts (Achsen-, Dreh- und Schubsymmetrie) verwendet werden. Falls vorhanden, können die Musteraufgaben auf die Bretter (11x11-Raster) übertragen werden. Wenn keine Geobretter vorhanden sind, lassen sich die Lösungen in dem ausgedruckten Arbeitsblatt einzeichnen. Zur Kontrolle gibt es ein Lösungsblatt.

Medium



„Symmetrieübungen mit dem Geobrett“ (mit Lösungsblatt)

2.5.2 Der Plan einer perfekt symmetrischen Burg

Wissen um Symmetrie ist durchaus nützlich – das soll diese Sachinformation vermitteln:

Medium



„Wir bauen eine symmetrische Burg“

Schritt für Schritt erfahren die Schülerinnen und Schüler, wie unter Anwendung symmetrischer Beziehungen eine achteckige Burg entsteht – die es wirklich gibt:

Die Burg Castel del Monte wurde ca. 1240 bis 1250 von einem unbekanntem Baumeister für den Staufer-Kaiser Friedrich II. in Apulien, Süditalien, erbaut. Der Grundriss dieser achteckigen Burg mit ihrem Kranz von ebenfalls achteckigen Türmen ist mit Rücksicht auf vielerlei Symmetriebeziehungen konstruiert.

Die Burg gibt Forschern nach wie vor viele Rätsel auf. Als Verteidigungsanlage ist sie wegen fehlender Einrichtungen (Wehrgänge, Soldatenunterkünfte, Ställe, Vorratsräume usw.) nicht zu gebrauchen. Sicher spielten arabische Ornamentik und Mystik um die Zahl Acht bei dem Entwurf eine Rolle.

Dieses Medium skizziert in wenigen Schritten den Planentwurf von Castel del Monte bis zum vollständigen Grundriss, der dann als 3D-Modell gezeigt wird. Abschließend sieht man die Burg in einer Fotografie.

2.5.3 Symmetrie – nein danke

Zur vollständigen Betrachtung des Themas Symmetrie gehört auch die bewusste oder unbewusste Verweigerung oder Überwindung der Symmetrie.

- Baukunst

Für viele Architekten ist Symmetrie und Gleichmaß von höchster Bedeutung. Der Architekt Friedensreich Hundertwasser (1928 – 2000) vermied oder verschleierte symmetrische Bauformen (wie zum Beispiel an seinem „Kunsthause“ in Wien zu sehen). Auch in der Epoche des Jugendstils wandte man sich von (strenger) Symmetrie zugunsten organischer, geschwungener Formen und Linien ab.

- **Venezianische Gondel**
Normalerweise achten Bootsbauer peinlich genau auf Achsensymmetrie der Rumpfformen, da sonst der Geradeauslauf beeinträchtigt ist. Die Gondel, die von einem am Heck stehenden Ruderer mit nur einem seitlichen Ruder angetrieben wird, hat einen leicht versetzten Kielsprung, also einen asymmetrischen Rumpf. Damit wird die Seitwärtsdrehung, die von dem Seitenruder herrührt, ausgeglichen.
- **Kleidung (modisch – funktional bedingt)**
In der Mode geht natürlich alles, und das meiste ohne guten Grund. Manchmal findet man aber Jacken, deren Reißverschluss auf Halshöhe nach links oder rechts verlegt ist. Denn wenn man mehrere normal geschnittene Jacken übereinander trägt, können die übereinanderliegenden Reißverschlüsse auf den Kehlkopf drücken.
Übrigens: Das spiegelsymmetrische Paar Schuhe (Links-Rechts) war nicht immer selbstverständlich. Obwohl aus der Antike bekannt und eingeführt, ging das Wissen im 16. Jahrhundert verloren. Die an die Fußform angepassten Schuhe wurden erst wieder Mitte des 19. Jahrhunderts allgemein üblich.
- **Scholle (Plattfisch)**
Die Scholle ist ein komplett aus der Achsensymmetrie geratener Fisch. Weil sie mit einer Seite ständig platt im Sand des Meeresbodens liegt, ist sogar das eine Auge auf die Oberseite gewandert.
- **Winkerkrabben**
Bei den männlichen Winkerkrabben ist eine Schere viel, viel größer als die andere ausgebildet. Zur Paarungszeit winken die Krabben mit der vergrößerten Schere, um Weibchen anzulocken.
- **Linkshändigkeit/Rechtshändigkeit**
Die meisten Rechtshänder können mit links wenig ausrichten. Aber die meisten Linkshänder sind rechts auch ganz gut – woran das wohl liegt?

3 Linkliste und weitere Anregungen

In der Linkliste sind Internet-Links für weiterführende Informationen, Experimente und Basteleien zu finden, sowohl für den Unterrichtsgebrauch als auch zur Information der Lehrkraft.

Medium



„Linkliste zum interaktiven Tafelbild ‚Symmetrie‘“