

Spiegel

Sachinformationen für die Lehrkraft

1 Einführung: Spiegel und Spiegelbilder im Sachunterricht

2 Sachinformationen

2.1 Streuung und Reflexion

2.2 Das Spiegelbild

2.3 Eigenschaften des Spiegelbildes

2.4 Spiegelsymmetrie

3 Weiterführende Informationen

3.1 Sachbücher für Kinder und Erwachsene

3.2 Kinderbücher

3.3 Filme

1 Einführung: Spiegel und Spiegelbilder im Sachunterricht

Spiegel gehören zu den Gegenständen des Alltags. So vertraut uns Spiegelbilder auch erscheinen mögen, bei genauerem Hinsehen sind sie voller Überraschungen und Merkwürdigkeiten. Bereits Spiegellabyrinthe, wie sie noch auf Jahrmärkten zu erleben sind, lassen die Vielfalt und Faszination von Spiegelphänomenen erahnen. Schon bewusstes Beobachten von alltäglichen Erscheinungen wie Spiegelbilder in einer Fensterscheibe bei Nacht kann das Alltagswissen über Spiegel verunsichern. In Märchen und phantastischen Geschichten ist der Zauber wie er von Spiegeln ausgeht, ihre magische Besonderheit, aufgehoben: Spiegel sind Ratgeber, sie können die Zukunft vorhersagen, Verborgenes offenbaren und sie sind das Tor zu einer anderen Welt. Im grimmischen Märchen „Schneewittchen und die sieben Zwerge“ fragt die Königin ihren Spiegel und erhält Auskunft, Lewis Carroll lässt Alice durch einen Spiegel in ein Wunderland steigen und ohne seinen Schild, als Spiegel benutzt, hätte Perseus den Kampf gegen die Medusa nicht bestehen können.

Über Jahrhunderte regten Spiegel und Spiegelphänomene die Phantasien an und sie gaben Anlass zu den unterschiedlichsten Spekulationen, bei denen sich Realität und Illusion berührten und miteinander vermischten. Ein kurzer Blick in die Geschichte der Optik verdeutlicht, dass Spiegelphänomene – insbesondere die Entstehung und Lage des Spiegelbilds – zu den kontrovers diskutierten Themen von der Antike bis ins 17. Jahrhundert gehörten. Zu den Streitpunkten zählte u. a., ob die Bilder in die Materie des Spiegels eingeprägt sind. Erst mit Keplers Theorie des Sehens war der begriffliche Rahmen zur Erklärung des Phänomens virtueller Bilder abgesteckt und mit der Theorie des Netzhautbildes für Naturwissenschaftler befriedigend geklärt.

Eine Behandlung des Themas Spiegel und Spiegelbilder im Sachunterricht sollte diese Faszination möglichst erhalten. Eine primarstufenadäquate Aufarbeitung bedeutet hier vorrangig ein Erleben und Erfahren von Spiegelphänomenen. Die emotionalen, affektiven und kreativen Möglichkeiten der Kinder können im Spiel voll zum Tragen kommen. Besonders vorteilhaft lassen sich entdeckendes Lernen, fachspezifische Arbeitsweisen der Naturwissenschaften und handlungsorientierter Unterricht verknüpfen und realisieren.

Im Umgang mit Spiegeln kann über das Phänomen der Spiegelbilder und der Lichtreflexion hinausgegangen werden. Wenn die Kinder z.B. erkennen, dass der menschliche Körper, bestimmte Pflanzen, Insekten und Kristalle spiegelsymmetrisch aufgebaut sind, kann der Symmetriebegriff als ein

wichtiges Ordnungs- und Erkenntnisprinzip der Naturwissenschaften eingeführt und vorbereitet werden. Die Kinder können dann noch weitere Symmetriebeziehungen in der belebten und unbelebten Natur sowie in der vom Menschen geschaffenen Umwelt aufdecken und erforschen.

Für einen fachübergreifenden Unterricht bieten sich Erfolg versprechende Ansätze. Spiegelung und Symmetrie sind in der Tat grundlegende geometrische Begriffe. In der heutigen Mathematikdidaktik herrscht weitgehend Einigkeit darüber, dass Geometrie auch in der Grundschule ihren Platz haben muss, wobei die Abbildungsgeometrie mit allseits bekannten Vorgängen wie der Spiegelsymmetrie beginnt.

Neben mathematischen und naturwissenschaftlichen Aspekten kann der Symmetriebegriff auch aus ökonomischer und ästhetischer Perspektive behandelt werden. Zu verschiedenen Zeitepochen finden wir die Beachtung von Symmetrieprinzipien in der Architektur, Mode, Kunst und Musik. Als eindrucksvolles Beispiel aus der Architektur sei das Schloss Sanssouci erwähnt, wo Symmetrieachsen als Stütz- und Stilelemente dienen. Die Graphiken von M.C. Escher zählen zu den bekannteren Beispielen in der Kunst für die Anwendung von Symmetriegesetzen. Im Kunstunterricht sind Kleb-, Falt- und Schnittbilder zur Herstellung symmetrischer Figuren bekannte und bewährte Techniken.

Weitere interessante Zugänge bieten sich jeweils im Bereich der historischen und/oder der wirtschaftlichen Perspektive an: So können Aspekte erarbeitet werden, die sich folgenden Fragestellungen widmen: Welche Spiegel gab es früher? Wer hat den Spiegel erfunden? Wie werden Spiegel hergestellt?

2 Sachinformationen

Spiegel aus poliertem Silber, Kupfer und polierter Bronze werden schon in der Bibel erwähnt und waren in der Antike bei Ägyptern, Griechen und Römern gebräuchlich. Die ersten Glasspiegel wurden im Mittelalter etwa seit dem 13. Jahrhundert in Nürnberg und Venedig angefertigt.

Ursprünglich wurde beim Herstellen eines Spiegels eine Glasscheibe mit einer Legierung aus Quecksilber und Zinn beschichtet. Den ersten Versuch, Spiegel durch Beschichtung von Glas mit Silber herzustellen, unternahm im Jahr 1836 der deutsche Chemiker Justus von Liebig.

In jüngster Zeit wurden vakuumbedampfte Beschichtungen von Aluminium auf hochpolierten Schichtträgern der anerkannte Standard für Qualitätsspiegel. Die empfindlichen Metallschichten werden mit Speziallacken gegen Beschädigung geschützt. Im täglichen Gebrauch findet man am häufigsten Spiegel mit einer Lackschicht auf der Rückseite. Im Gegensatz dazu ist die Mehrzahl von Spiegeln, die für den anspruchsvollen technischen Gebrauch konstruiert sind, vorderseitig mit einem Belag versehen. Solche Spiegel werden bei vielen in den Naturwissenschaften benötigten Instrumenten eingesetzt, z.B. in Mikroskopen und Teleskopen.

2.1 Streuung und Reflexion

Fällt Licht auf die Oberfläche eines Gegenstands, dann wird diese dazu angeregt, wieder Licht abzustrahlen. Je nach Beschaffenheit der Fläche wird viel Licht (weiße Fläche) oder wenig (schwarze Fläche) wieder abgestrahlt. Erfolgt die Abstrahlung in alle Richtungen, dann spricht man davon, dass Licht an der Oberfläche gestreut wird.

Von der Oberflächenbeschaffenheit hängt es auch ab, ob das aus einer bestimmten Richtung auf die Oberfläche auffallende Licht weitgehend wieder in eine bestimmte Richtung abgestrahlt wird. Dieser

Spezialfall wird Reflexion genannt und tritt u. a. beim Spiegel auf. Bei ebenen Spiegeln gilt das Reflexionsgesetz (siehe Abbildung 1). Demnach liegen einfallendes und reflektierendes Lichtbündel und das Einfallslot, das auf der Spiegelfläche im Auftreffpunkt errichtet wird, in einer Ebene. Der Einfallswinkel ist gleich dem Reflexionswinkel (bezogen auf das Einfallslot).

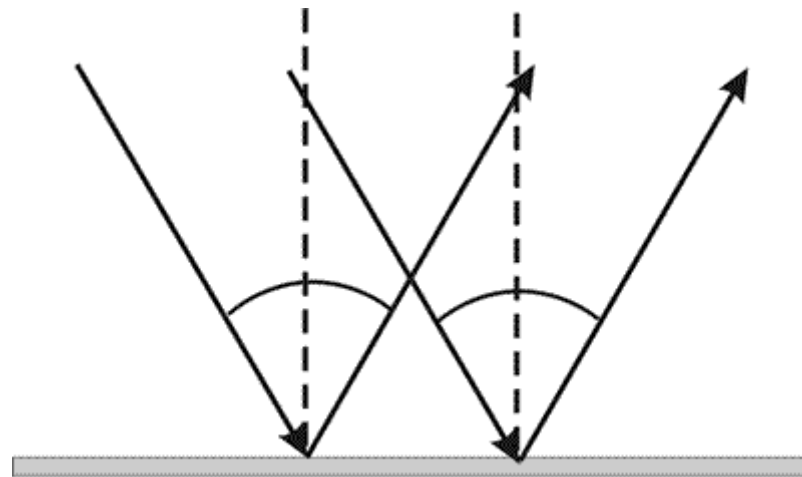


Abbildung 1: Reflexion

2.2 Das Spiegelbild

Der Spiegel erzeugt Bilder von vor ihm stehenden Gegenständen. Aus dem Reflexionsgesetz folgt, dass ein Lichtbündel, das von einem Gegenstand (z.B. von einer Kerze K, siehe Abbildung 2) abgestrahlt wird, nach der Reflexion so verläuft, als ob es von einer Kerze K'' hinter dem Spiegel herkäme, die vom Spiegel den gleichen Abstand hat wie die abstrahlende Kerze K vor dem Spiegel. Das in das reflektierte Lichtbündel gehaltene Auge verlegt den Ursprung des Lichtbündels in die rückwärtige Verlängerung des reflektierten Lichtbündels. Der Beobachter sieht das virtuelle Bild der Kerze K''. Ohne weitere Hilfsmittel vermag der Beobachter nicht zu entscheiden, ob K'' Gegenstand oder virtuelles Bild ist. Sein Auge stellt scharf auf den Ort K'' ein. Man spricht beim Spiegelbild von einem virtuellen Bild, da es nicht auf einem Bildschirm (z.B. einem Blatt Papier) aufgefangen werden kann wie dies bei Sammellinsen möglich ist.

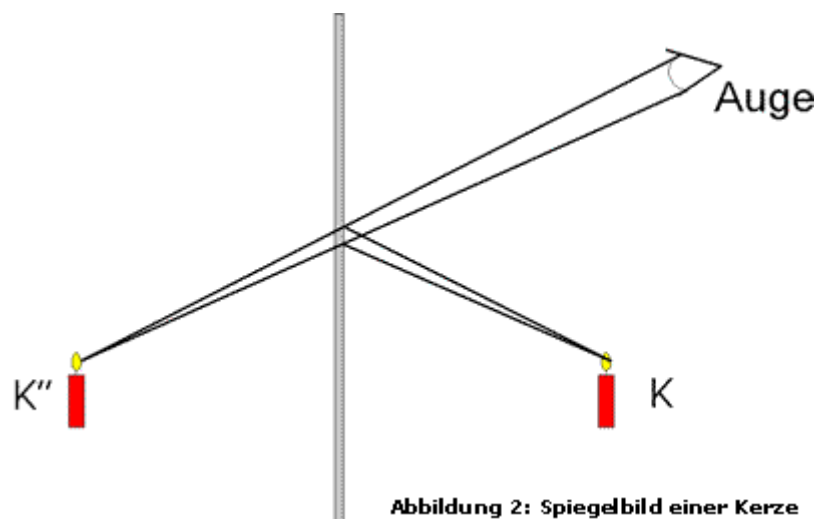


Abbildung 2: Spiegelbild einer Kerze

Auch eine Glasscheibe wirkt wie ein Spiegel. Sehr schön lässt sich dies nachts beobachten, wenn man in einem beleuchteten Zimmer gegen das Fenster schaut. Das eigene Spiegelbild wird deutlich wahrnehmbar, draußen – vor dem Fenster – gesehen.

Halten wir also fest: Das Spiegelbild ist ein virtuelles Bild. Es liegt hinter dem Spiegel und zwar im gleichen Abstand hinter dem Spiegel, in dem sich der Gegenstand vor ihm befindet.

2.3 Eigenschaften des Spiegelbildes

Die Alltagsredeweise, nach der ein (ebener) Spiegel die Seiten vertauscht, ist nicht zutreffend. Dann müsste er auch oben und unten vertauschen. Aber wie sollte ein Spiegel die horizontale von der vertikalen Richtung unterscheiden und verschieden reagieren? Für die im Alltag häufig geäußerte Seitenvertauschung bieten sich zwei Erklärungen an: a) das gedankliche Hineinversetzen an die Stelle des (eigenen) Spiegelbildes einschließlich einer Drehung um 180° und b) die Anwendung eines Schemas der frontalen Begegnung, das eine Umkehrung der Seiten beinhaltet, wie es etwa bei der Begrüßung mit Händeschütteln auftritt.

In der Tat ist das Spiegelbild der rechten Hand eine linke Hand (siehe Abbildung 3). Man findet das Spiegelbild, indem man von jedem Punkt der rechten Hand ausgehend eine Normale fällt. Der Prozess, der ein rechtshändiges Koordinatensystem im Objektraum (vor dem Spiegel) zu einem linkshändigen Koordinatensystem im Bildraum umkehrt, nennt man Inversion. Bei einem ebenen Spiegel wird durch die Spiegelung allerdings nur das Vorzeichen der Koordinate geändert, die das Lot zum Spiegel ist (siehe Abbildung 4). Daher vertauscht der Spiegel nur vorne und hinten, ohne die Seiten und oben/unten zu verändern.



Abbildung 3

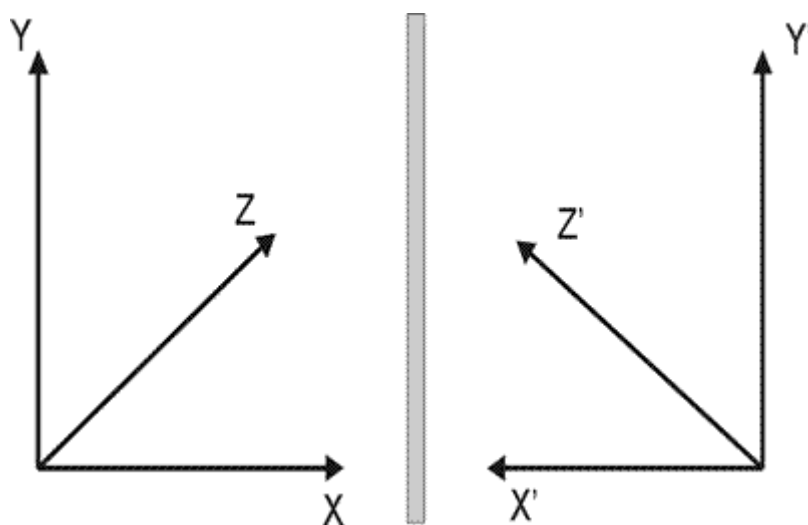


Abbildung 4

2.4 Spiegelsymmetrie

Ein Blatt Schreibmaschinenpapier kann auf zwei verschiedene Weisen jeweils längs einer Achse so gefaltet werden, dass es überall doppelt liegt. Diese Achsen heißen Mittellinien, weil sie durch die Mittelpunkte je zweier Seiten des Papiers verlaufen. Diese Achsen heißen auch Spiegelachsen. Stellt man nämlich einen Spiegel längs einer Mittellinie senkrecht zum Blatt Papier auf, so ist das Spiegelbild der vor dem Spiegel gelegenen Rechteckhälfte ein genaues Abbild des Teils, der sich hinter dem Spiegel befindet. Auf Grund dieser Eigenschaft wird das Rechteck als spiegelsymmetrische Figur bezeichnet. Kann man ganz allgemein eine Figur mit sich vollständig in Deckung bringen, so wird sie symmetrisch genannt. Was für zweidimensionale Figuren gilt, kann auch für dreidimensionale Objekte durch Spiegelung an einer Ebene gezeigt werden. Eine Kugel zum Beispiel ist symmetrisch hinsichtlich einer beliebigen Schnittfläche durch ihren Mittelpunkt.

3 Weiterführende Informationen

3.1 Sachbücher für Kinder und Erwachsene (Auswahl)

- Anamorphosen – verzerrte Bilder, arsEdition München 1995
- Jurgis Baltrusaitis: Der Spiegel, Gießen 1986
- Pelle Eckermann, Syen Nordqvist: Linsen, Lupen und magische Skope, Verlag Fr. Oetinger Hamburg 1991
- Umberto Eco: Über Spiegel und andere Phänomene, dtv München 1990
- Joost Elffers: Tangram: Das alte chinesische Formenspiel, Dumont Kunsttaschenbücher Band 39, Köln 1978
- Marion Walter: The Magic Mirror Book, Scholastic Publications London 1987
- Marion Walter: The Mirror Puzzle Book, Tarquin Publications Norfolk 1985

3.2 Kinderbücher (Auswahl)

- Lewis Carroll (Charles Ludwidge Dodgson): Alice im Spiegelland (Alice hinter den Spiegeln)
- Fynn: Hallo Mr. Gott, hier spricht Anna
- Jacob und Wilhelm Grimm: Kinder- und Hausmärchen
- Joanne K. Rowling: Harry Potter und der Stein der Weisen

3.3 Filme

- Der doppelte Peter (Serie „Löwenzahn“, ZDF)
Inhalt: Spiegelherstellung und –geschichte, Spiegelschrift, 30 Minuten, von den Landesbildstellen oder als Kaufkassette erhältlich bei Kiosk Audio Video Kassetten GmbH, Ballinstr. 16, 12359 Berlin
- Spiegelsymmetrie
Inhalt: Der Film stellt einen Zuschauern Aufgaben am Beispiel symmetrischer Objekte aus Natur, Technik und Kunst, die sie mit Hilfe eines Arbeitsheftes lösen können., 26 Minuten, erhältlich bei den Landesbildstellen, Signatur 3201818
- Spiegelherstellung (Serie „Die Sendung mit der Maus“, WDR), Inhalt: Die industrielle Fertigung eines Garderobenspiegels wird gezeigt., ca. 10 Minuten