

Wissenschaftliche Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das
Lehramt an Grundschulen im Fach Sachunterricht (Physik), eingereicht bei der
Hessischen Lehrkräfteakademie

-Prüfungsstelle Frankfurt am Main-

Experimentierkisten für die Primarstufe mit Physik und Mathematik

Verfasserin:

Isabelle Drideche

Gutachter:

Prof. Dr. Thomas Wilhelm

Formale Anmerkungen

Zitationen werden in dieser Arbeit immer mit Seitenzahl versehen, unabhängig davon, ob es sich um direkte oder indirekte Zitationen handelt. Sollte keine Seitenzahl genannt werden, handelt es sich um eine Online Quelle.

In dieser Arbeit werden geschlechtsneutrale Formulierungen verwendet. Falls keine geschlechtsneutrale Formulierung möglich war, wurden beide Geschlechter genannt, z.B. Schüler und Schülerinnen. Daneben enthält die Arbeit Fachbegriffe, wie „Schülerbefragungen“ oder „Schülervorstellungen“, für die es keine geschlechtsneutrale Formulierung gibt.

Sind Abbildungen, Tabellen oder Fotos nicht mit einem Quellenverweis gekennzeichnet, so handelt es sich um von mir selbst erstelltes Material. Bei den genutzten Grafiken in den Aufgabenheften handelt es sich ausschließlich um lizenzfreie Bilder von *Pixabay*.

Danksagung

Ich bedanke mich herzlich bei Herr Prof. Wilhelm für seine große Geduld und seine freundliche Begleitung.

Ich bedanke mich auch bei meinen Kindern, die viel Geduld mit mir haben mussten. Insbesondere bei meinem Sohn Soufian, der bereit war, die entwickelten Experimentierkisten noch vor der Testphase auszuprobieren. Seine klugen Ratschläge und hilfreichen Rückmeldungen haben die Arbeit stark bereichert.

Einen besonderen Dank auch an die Lehrkräfte der Grundschule Buchenbusch, die mir gestattet haben die Experimentierkisten in mehreren Unterrichtsstunden auszuprobieren. Insbesondere bei Frau Jourdan möchte ich mich bedanken, dass sie sich die Zeit genommen hat die Handreichungen durchzulesen und die Experimentierphase zu begleiten.

Inhalt

1. Zusammenfassung	5
2. Einleitung.....	6
3. Theoretischer Hintergrund	8
3.1 Sachinformationen zu den Themenbereichen.....	8
3.1.1 Sachinformationen Hebel.....	8
3.1.2 Sachinformationen Spiegel.....	11
3.1.3 Fachinformationen zur Symmetrie.....	14
3.1.4 Fachinformationen zum Sachrechnen mit Größen.....	15
3.2 Schülervorstellungen	16
3.2.1 Schülervorstellungen zur Hebelwirkung und Gewicht	18
3.2.2 Schülervorstellungen zum Spiegel.....	20
4. Didaktischer Hintergrund	24
4.1 Kerncurriculum Hessen.....	24
4.1.1 Mathematik.....	25
4.1.2 Sachunterricht.....	27
4.2 Perspektivrahmen des Sachunterrichts	28
5. Die Experimentierkisten	31
5.1 Ziele	31
5.2 Handhabung und Durchführung.....	32
5.3 Einsatzmöglichkeiten	36
5.4 Rolle der Begleitpersonen	38
5.5 Handreichungen.....	39
5.6 Experimentierkiste Balkenwaage.....	41
5.6.1 Fachspezifische Ziele aus physikalischer Perspektive.....	42
5.6.2 Fachspezifische Ziele aus mathematischer Perspektive.....	42
5.6.3 Experimente und Aufgaben	43
5.6.4 Materialien.....	50
5.6.5 Kostenaufstellung	52
5.7 Experimentierkiste „Spiegel & Symmetrie“	52
5.7.1 Fachspezifische Ziele aus physikalischer Perspektive.....	53
5.7.2 Fachspezifische Ziele aus mathematischer Perspektive.....	53
5.7.3 Experimente und Aufgaben	54
5.7.4 Materialien.....	58
5.7.5 Kostenaufstellung	59

6. Reflexion.....	60
6.1 Reflexion zur Experimentierkiste Balkenwaage	60
6.1.1 Beobachtungen bei der Durchführung.....	61
6.1.2 Befragungen	62
6.2 Reflexion zur Experimentierkiste Spiegel	64
6.2.1 Beobachtungen bei der Durchführung.....	64
6.2.2 Befragungen	65
7. Ausblick und Fazit	68
Literaturverzeichnis	70
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	72
Anhang	73

1. Zusammenfassung

Im Rahmen dieser wissenschaftlichen Hausarbeit wurden Experimentierkisten für die Primarstufe entwickelt, die sich fächerübergreifend im Mathematik- und Sachunterricht nutzen lassen. Hierfür wurden Themengebiete gewählt, die eine Auseinandersetzung aus physikalischer und mathematischer Perspektive ermöglichen.

Zu Beginn werden Sachinformationen zu den jeweiligen Themengebieten vorgestellt. Daran anschließend werden mögliche vorhandene Schülervorstellungen zu den Themen betrachtet und begründet, weshalb diese im Sachunterricht und beim Einsatz der Experimentierkisten ausreichend berücksichtigt werden sollen. Im Anschluss daran wird Bezug auf den fachdidaktischen Hintergrund genommen. Hierfür wird der Sachunterricht und Mathematikunterricht im hessischen Kerncurriculum betrachtet. Dabei werden sowohl fachliche, als auch überfachliche Ziele im Hinblick auf die hier entwickelten Experimentierkisten in den Blick genommen. Es erfolgt außerdem eine Einordnung der Experimentierkisten im Perspektivrahmen.

Im Anschluss daran werden Ziele und Handhabung der Experimentierkisten, sowie deren Einsatzmöglichkeiten aufgezeigt. Danach wird die Rolle der Begleitperson beschrieben und die entwickelten Handreichungen genauer erläutert. Daran anschließend werden die beiden Experimentierkisten mit ihren fachspezifischen Zielen und den jeweiligen Experimenten und Aufgaben vorgestellt. Zur Beschreibung der Experimentierkisten gehört auch die Vorstellung der beinhalteten Materialien, sowie eine Kostenaufstellung derselben. Die Experimentierkisten wurden in ersten Probeläufen getestet und von den beteiligten Personen evaluiert. Zum Abschluss werden daher erste Beobachtungen zum Einsatz der Experimentierkisten vorgestellt und gewonnene Ergebnisse aus Schülerbefragungen reflektiert.

Im Fazit wird der Nutzen der Experimentierkisten hinsichtlich ihrer angestrebten Ziele reflektiert. Dabei werden sowohl Chancen als auch Hindernisse berücksichtigt.

2. Einleitung

Im Rahmen dieser wissenschaftlichen Hausarbeit werden zwei Experimentierkisten entwickelt und vorgestellt, die eine fächerübergreifende Beschäftigung mit mathematischen und physikalischen Inhalten ermöglichen soll. Dabei verfolgen die Experimentierkisten das Ziel mithilfe von einfachen naturwissenschaftlichen Experimenten und daran anknüpfenden Aufgaben eine motivierende Auseinandersetzung mit fachlichen (physikalischen und mathematischen) Inhalten zu ermöglichen und dabei die wissenschaftliche Arbeitsweise des Experimentierens kennenzulernen. In ersten Probeläufen werden die Experimentierkisten anschließend getestet um mögliche Hindernisse erkennen und Vorschläge zur Verbesserung aufzeigen zu können. Aus physikalischer Perspektive werden ausgewählte Phänomene aus den Themenbereichen Spiegel, Hebel und Gewichtskraft behandelt. Aus mathematischer Perspektive werden die Inhaltsfelder Größen und Messen, sowie Raum und Form angesprochen. Die Experimentierkisten werden für den Einsatz in der Primarstufe entwickelt und richten sich an Kinder im Grundschulalter.

Mit ihrer fächerübergreifenden Orientierung verfolgt die Experimentierkiste insbesondere das Ziel Naturwissenschaften für Kinder zugänglich und erfahrbar zu machen. Im Vordergrund steht dabei nicht die Vermittlung bestimmter Wissensinhalte und Lernziele, sondern das eigenständige Entdecken, Beobachten und Ausprobieren, sowie Lösen kleiner Aufgaben. Zu diesem Zweck befinden sich in der Kiste kleine Experimente zu den genannten, physikalischen Teilbereichen und dazu passende Aufgaben aus der Grundschulmathematik. Durch ihre fächerübergreifende Orientierung liegt es nahe, die Experimentierkisten im Grundschulunterricht zu nutzen.

Denkbare wäre etwa der Einsatz im Mathematik- und Sachunterricht, sowie in entsprechenden Förderstunden, bzw. im Förderunterricht mit kleineren Lerngruppen. Genauso ist aber auch ein außerschulischer Einsatz, z.B. in MINT-AGs oder in Betreuungseinrichtungen, denkbar. Um auch außerschulische Lernorte ansprechen zu können, werden Experimente und Aufgaben so gestaltet, dass sich Kinder möglichst selbstständig damit beschäftigen können. Darüber hinaus werden die Experimentierkisten mit allem Notwendigen ausgestattet um zu gewährleisten, dass Begleitpersonen und Lehrkräfte sie einfach und mit wenig Aufwand einsetzen können. Zu jeder Experimentierkiste gehört eine Handreichung, die betreuende Personen und Lehrkräfte bei der Durchführung unterstützen soll. Begleitpersonen finden dort Hinweise zu den einzelnen Experimenten und Aufgaben, Tipps zur gemeinsamen Reflexion, sowie eine Auflistung aller Materialien. Gleichzeitig wird eine Ausstattung mit günstigen Verbrauchsmaterialien angestrebt. Dadurch lässt sich die Experimentierkiste bei Bedarf kostengünstig erweitern. Außerdem ermöglicht es Schulen und Betreuungseinrichtungen die Experimentierkisten einfach und kostengünstig nachzubauen. In der vorliegenden Arbeit werden daher alle benötigten Materialien mit Verweis auf Ursprung und Kosten aufgelistet. Mit der Entwicklung einfacher Experimentierkisten wird außerdem das Ziel verfolgt eine kostengünstige Alternative zu den sonst eher kostspieligen Experimentierkoffern zu schaffen, die von Schulmaterialherstellern angeboten werden. Daher soll der Anschaffungspreis für das Experimentiermaterial 80€ nicht übersteigen.

Die Experimentierkisten verfolgen das Ziel möglichst allen Kindern die Teilhabe zu ermöglichen, unabhängig von bestehenden Sprachbarrieren oder ggf. vorhandenen Einschränkungen. Daher werden die Experimentierkisten so gestaltet, dass möglichst einfache Erklärungen und viele Abbildungen die Kinder im Verständnis unterstützen.

3. Theoretischer Hintergrund

Der theoretische Hintergrund beschäftigt sich mit den Sachinformationen zu den Themenbereichen, die von den Experimentierkisten aufgegriffen werden. Daran anschließend werden Schülervorstellungen vorgestellt, die im Zusammenhang mit den genannten Themenbereichen auftauchen können.

3.1 Sachinformationen zu den Themenbereichen

Im Folgenden wird eine kurze Übersicht zu den jeweiligen Sachinformationen der genannten Themenbereiche Hebel und Spiegel gegeben. Daran schließen kurze Fachinformationen zur Symmetrie und zum Sachrechnen mit Größen in der Mathematik an. Da die Arbeit jedoch das Experimentieren in den Vordergrund stellt, wird auf eine umfassende fachliche Darstellung der Themenbereiche verzichtet. Stattdessen konzentriert sich die Übersicht auf wesentliche Erkenntnisse, die für die Experimentierkisten besonders relevant erscheinen.

3.1.1 Sachinformationen Hebel

Hebel gehören zu den einfachen Maschinen. Sie sind Kraftwandler, mit deren Hilfe sich die Bestimmungsgrößen einer Kraft verändern lassen (LEIFI-Physik, 2025b). Zu den Bestimmungsgrößen von Kraft gehören Angriffsrichtung, Angriffspunkt und Betrag einer Kraft (ebd.) Hebel werden daher genutzt um den benötigten Kraftaufwand zu verringern, Lasten zu verschieben oder anzuheben (SUPRA 2025a) oder um Gleichgewicht zu überprüfen, bzw. herzustellen (Ebel, 2019, S.7). Je länger der Hebelarm, desto weniger Kraft muss aufgewandt werden um beispielsweise einen Gegenstand anzuheben. Wir kennen aus dem Alltag einige Gegenstände, die sich die Hebelwirkung zu Nutze machen: Flaschenöffner,

Schraubenschlüssel, Schubkarren, Türklinken und Scheren sind nur einige Beispiele.

Ein Hebel wird als ein starrer Körper, der um eine feste Drehachse bewegt werden kann, definiert (LEIFI-Physik, 2025a). Dabei lassen sich einseitige von zweiseitigen Hebeln unterscheiden. Bei einseitigen Hebeln befindet sich der Drehpunkt am Endpunkt eines starren Körpers (ebd.). Kräfte greifen dabei nur auf einer Seite der Drehachse an (Abbildung 1). Unser Arm ist ein Beispiel für so einen einseitigen Hebel. Der Ellenbogen fungiert dabei als Drehpunkt. Bei einem zweiseitigen Hebel hingegen können Kräfte auf beiden Seiten der Drehachse wirken, denn der starre Körper erstreckt sich auf beide Seiten der Drehachse (LEIFI-Physik, 2025a).

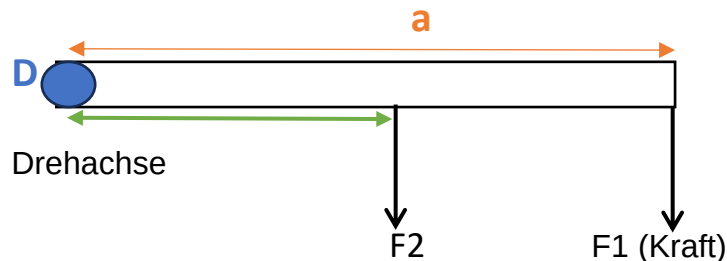


Abbildung 1: einseitiger Hebel

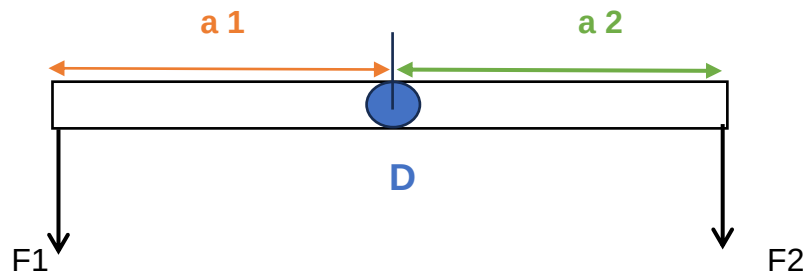


Abbildung 2: zweiseitiger Hebel

Der Abstand zwischen der Wirkungslinie einer Kraft F und der Drehachse D wird als Hebelarm a bezeichnet (ebd.). In der Physik werden auch die Begriffe *Kraftarm* und *Lastarm* verwendet. Ein zweiseitiger Hebel befindet sich im Gleichgewicht, wenn das Produkt aus Kraft und Hebelarm auf beiden Seiten gleich groß ist (SUPRA, 2025a):

$$F_1 a_1 = F_2 a_2$$

Eine Marktwaaage oder Balkenwaage ist ein solcher zweiseitiger Hebel. Bei einer Balkenwaage werden die Gewichte jeweils im gleichen Abstand zur Drehachse aufgehängt. Der Abstand zwischen der Drehachse und der Wirkungslinie der Kraft ist daher auf beiden Seiten gleich, sodass gilt:

$$a_1 = a_2$$

Durch diese Grundvoraussetzung lassen sich Gewichte miteinander vergleichen. Die Balkenwaage befindet sich nur dann im Gleichgewicht, wenn die angehängten Gewichte gleich schwer sind, bzw. auf beiden Seiten eine gleich große Gewichtskraft angreift. Auf die angehängten Körper wirkt jeweils die Erdanziehungskraft (SUPRA 2025a). Im Gleichgewichtszustand stehen Kraftarm und Lastarm waagrecht zur Drehachse und die Gewichtskraft der angehängten Objekte wirkt senkrecht nach unten (LEIFI-Physik, 2025a). Wirkt hingegen auf einer Seite eine größere Gewichtskraft als auf der anderen Seite, so bewegt sich der Hebelarm mit der schwereren Last nach unten. Gleichzeitig bewegt sich der Hebelarm mit der leichteren Last dadurch nach oben (Abbildung 3). Die Gewichtskraft bewirkt eine Drehbewegung der Drehachse, die als Drehmoment M beschrieben wird (LEIFI-Physik, 2025c). Die Balkenwaage ist dann im Gleichgewicht, wenn das Drehmoment auf beiden Seiten gleich groß ist (Ebel, 2019, S.5). Das Drehmoment ist als Produkt aus Kraft und Hebelarm definiert.



Abbildung 3: Kleiderbügel als Balkenwaage

Hebel haben verschiedene Erscheinungsformen. Neben der Unterscheidung in einseitige und zweiseitige Hebel, lassen sich diese auch in einfache und doppelte Hebel unterscheiden (Ebel, 2019, S.6). Bei einfachen Hebeln liegen die Hebelarme nur einfach vor, z.B. bei einer Balkenwaage (ebd.). Gemeint ist, dass auf beiden Seiten der Drehachse jeweils ein Hebelarm vorhanden ist. Bei doppelten Hebeln hingegen, liegen die Hebelarme doppelt vor. Ein Beispiel für einen doppelten Hebel ist eine Schere (Ebel, 2019, S.6). Auf beiden Seiten vom Drehpunkt gibt es zwei Hebelarme.

Hebel unterscheiden sich auch darin, ob Drehpunkt, Länge der Hebelarme und einwirkende Kraft variable oder festgelegt sind (Ebel, 2019, S.7). Eine Balkenwaage hat normalerweise einen festen Drehpunkt und zwei festgelegte, gleich lange Hebelarme. Variable ist jedoch die Gewichtskraft, die auf die Hebelarme einwirkt. Bei einer Wippe hingegen lässt sich die Länge der Hebelarme variieren, z.B. indem ein Kind näher am Drehpunkt sitzt. Auch hinsichtlich der Verwendungsweise werden Hebel voneinander unterschieden (Ebel, 2019, S.8). Werkzeuge nutzen die Hebelwirkung häufig zur Kraftverstärkung, bzw. um den Kraftaufwand zu verringern. Wippe und Balkenwaage hingegen nutzen die Hebelwirkung um ein Gleichgewicht herzustellen, bzw. die Gewichtskraft zu überprüfen (ebd.).

3.1.2 Sachinformationen Spiegel

Spiegel aus Kupfer, Silber und Bronze gibt es schon seit der Antike. Bereits um 8000 v. Chr. gab es in Mesopotamien schon Kupferspiegel (LEIFI-Physik, 2025d). Heute sind die meisten Spiegel Glasspiegel, die mit einer dünnen aufgedampften Beschichtung aus Glas und Silber hergestellt werden (Heran-Dörr, 2010, S.118). Daneben werden auch Beschichtungen aus Aluminium genutzt (ebd.). Den ersten Versuch einen Spiegel mit einer Beschichtung aus Glas und Silber herzustellen unternahm der deutsche Chemiker Justus von Liebig 1836 (SUPRA, 2025b). Ursprünglich wurden zur Beschichtung aber Legierungen aus Quecksilber und Zinn verwendet

(ebd.). Die ersten Glasspiegel wurden schon im Mittelalter, ca. seit dem 13. Jahrhundert angefertigt (Heran-Dörr, 2010, S.120).

Spiegelungen sind Phänomene, die durch das Auftreffen von Licht auf spiegelnde Oberflächen (z.B. Glas, Spiegel, Wasseroberfläche) entstehen. Um etwas visuell wahrnehmen zu können, spielt Licht eine wesentliche Rolle. In der Physik wird der Sehvorgang mit dem Sender-Strahlung-Empfänger-Konzept erklärt (Haagen-Schützenhöfer & Wilhelm, 2020, S.29): Licht fällt von einem leuchtenden Objekt (Sender) auf einen Gegenstand, der einen Teil des Lichts wieder abstrahlt. Gelangt Licht von dem Gegenstand in unser Auge, dann können wir ihn wahrnehmen. Dabei nimmt das Auge den Gegenstand in der Richtung wahr, aus der das Licht kommt (Haagen-Schützenhöfer & Wilhelm, 2020, S.34). Unterschieden werden primäre Sender, sog. Selbstleuchter, und sekundäre Sender, also Gegenstände, die eintreffendes Licht wieder abstrahlen (Haagen-Schützenhöfer & Wilhelm, 2020, S.30). Physikalisch wird Licht als der visuell wahrnehmbare Teil des elektromagnetischen Spektrums verstanden (Haagen-Schützenhöfer & Wilhelm, 2020, S.18). Angenommen wird, dass von leuchtenden Oberflächen viele punktförmige Lichtquellen ununterbrochen Kugelwellen aussenden, die sich dabei überlagern (Haagen-Schützenhöfer & Wilhelm, 2020, S.19). Licht breitet sich daher nicht in Strahlen, sondern in Wellen aus. In Modellen wird die Ausbreitung von Licht aber häufig durch Strahlen dargestellt um Abbildungsphänomene, z.B. die Entstehung von virtuellen Bildern, erklären und konstruieren zu können (Haagen-Schützenhöfer & Wilhelm, 2020, S.28).

Spiegel und spiegelnde Gegenstände reflektieren Licht dabei anders als nicht-spiegelnde Oberflächen. Fällt Licht auf die Oberfläche eines Gegenstandes wird sie dazu angeregt, selbst Licht abzustrahlen (Heran-Dörr, 2010, S.114). Je nach Beschaffenheit der Oberfläche wird viel oder wenig Licht abgestrahlt (SUPRA, 2025b). Helle Oberflächen strahlen dabei mehr Licht ab, als dunkle Oberflächen. Dabei wird das Licht in alle möglichen Richtungen zurückgeworfen (Heran-Dörr, 2010, S.114). Dieser Vorgang wird als Streuung bezeichnet (Haagen-Schützenhöfer & Wilhelm,

2020, S.30). Bei spiegelnden Oberflächen hingegen wird das Licht in eine bestimmte Richtung abgestrahlt, was als Reflexion bezeichnet wird (Heran-Dörr, 2010, S.114). Fällt Licht auf einen Gegenstand, der vor einem Spiegel steht, wird das Licht von dem Spiegel in eine bestimmte Richtung reflektiert. Gelangt dieses Licht vom Spiegel in das Auge, so nimmt es das Bild vom Gegenstand im Spiegel wahr. Das Auge kann den Lichtverlauf vor der Reflexion nicht rekonstruieren und nimmt daher einen nach hinten verlängerten Lichtverlauf an (Haagen-Schützenhöfer & Wilhelm, 2020, S.34). Bei ebenen Spiegeln gilt das Reflexionsgesetz: Der Einfallswinkel ist genauso groß wie der Reflexionswinkel (LEIFI-Physik, 2025). Der reflektierte Lichtstrahl verläuft dabei so, als würde er von einem zweiten Gegenstand hinter dem Spiegel abgestrahlt (Heran-Dörr, 2010, S. 115). Spiegelbilder werden als virtuelle Bilder bezeichnet, da sie sich nicht auf einem Schirm auffangen lassen (Heran-Dörr, 2010, S. 116). Dabei haben Gegenstand und Spiegelbild jeweils den gleichen Abstand zur Spiegelebene (Haagen-Schützenhöfer & Wilhelm, 2020, S.34).

Anders als oft angenommen vertauschen Spiegel nicht die Seiten eines Gegenstandes. Ebene Spiegel vertauschen weder links mit rechts noch oben mit unten (Heran-Dörr, 2010, S. 117).

Abbildung 4 zeigt, dass der gelbe Baustein auch im Spiegel rechts neben dem grünen Baustein steht. Vertauscht wird im Spiegel aber die Vorderseite mit der Rückseite. *Abbildung 4* zeigt ebenfalls, dass das Lego Männchen eigentlich hinter den Bausteinen steht. Das gespiegelte Männchen hingegen steht vor den Bausteinen. Außerdem sehen wir die Rückseite der Figur.

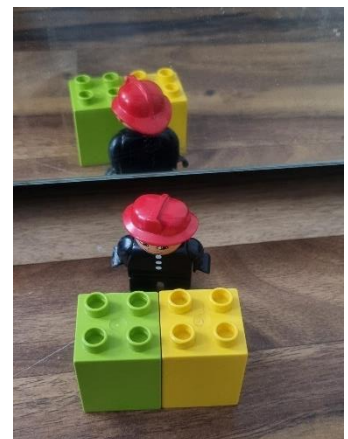


Abbildung 4: Bausteine im Spiegel. Spiegel vertauschen nicht rechts und links.

3.1.3 Fachinformationen zur Symmetrie

In der Alltagssprache werden Figuren als symmetrisch bezeichnet, wenn sie bei einer Spiegelung auf sich selbst abgebildet werden (Scheid & Schwarz, 2017, S. 137). Mit einem Spiegel wird ein solches identisches Abbild von einem Objekt erzeugt, das sich vor dem Spiegel befindet. In der Mathematik hingegen werden Figuren nur dann als symmetrisch bezeichnet, wenn es außer der identischen Abbildung noch mindestens eine weitere Kongruenzabbildung gibt (Scheid & Schwarz, 2017, S.137). Bei kongruenten Abbildungen werden Punkte einer Ebene so auf andere Punkte abgebildet, dass sich die Struktur der Ebene dabei nicht verändert (Helmerich & Lengnink, 2017, S.55). Das bedeutet, dass Seitenlängen und Winkel gleich bleiben. In der Mathematik wird dies als *längentreu* und *winkeltreu* bezeichnet (ebd.). Neben Achsenspiegelungen und Geradenspiegelungen sind auch Drehungen und Verschiebungen kongruente Abbilder einer Figur (Helmerich & Lengnink, 2016, S. 55). Diese lassen sich durch eine Verkettung mehrerer Spiegelungen erzielen. Eine Verschiebung etwa wird durch doppelte Spiegelung an parallelen Achsen erzeugt, eine Drehung hingegen durch Doppelspiegelung an sich schneidende Achsen (Scheid & Schwarz, 2017, S. 127). Auch im Raum lässt sich eine Verschiebung mit zwei Spiegeln erzeugen, indem die Spiegel parallel zueinander aufgestellt werden. Wird ein Gegenstand zwischen die Spiegel gelegt, zeigt sich, dass das Spiegelbild des Spiegelbilds wieder identisch mit dem Gegenstand ist.

Achsenspiegelungen sind nicht nur *längentreu* und *winkeltreu*, sondern auch *involutorisch* und *orientierungsumkehrend*, d.h. der Umlaufsinn der Figur ändert sich (Helmerich & Lengnink, 2016, S.58). Involutorisch bedeutet, dass nach einer zweimal hintereinander ausgeführten Spiegelung wieder die Ausgangssituation erreicht wird (ebd.). Die Spiegelung im Raum lässt sich mit der Achsenspiegelung in der Ebene vergleichen. Bei einer Achsenspiegelung liegen Punkt und Bildpunkt auf verschiedenen Seiten der

Spiegelachse (Helmerich & Lengnink, 2016, S. 57). Im Raum liegt der Gegenstand und das Spiegelbild ebenfalls auf verschiedenen Seiten der Spiegelebene. Dabei ist der Abstand von Punkt und Bildpunkt zur Spiegelachse in der Ebene gleich (ebd.). Gleiches gilt auch für die Spiegelung im Raum. Gegenstand und virtuelles Bild liegen gleich weit von der Spiegelebene entfernt (Heran-Dörr & Wiesner, 2010, S.116). Die Spiegelachse lässt sich auch finden, indem die Mittelsenkrechte zur Verbindungslinie von Punkt und Bildpunkt konstruiert wird (Helmerich & Lengnink, 2016, S. 60). Spiegelungen haben zudem mindestens 2 Fixpunkte (Helmerich & Lengning, 2016, S.58). Das sind feste Punkte, die bei einer Spiegelung auf sich selbst abgebildet werden. Bei einer Achsenspiegelung liegen die Fixpunkte auf der Spiegelachse.

3.1.4 Fachinformationen zum Sachrechnen mit Größen

Beim Sachrechnen in der Grundschule werden alltagsnahe Sachprobleme bearbeitet. Kinder können so Mathematik als hilfreich für das Zurechtkommen in der eigenen Lebenswelt erleben (Hasemann & Gasteiger, 2014, S.201). Werden Zahlen in Verbindung mit Maßeinheiten verwendet, wird von Größen gesprochen. „Größen sind objektiv messbare Eigenschaften von Gegenständen oder Vorgängen“ (Hasemann & Gasteiger, 2014, S. 202) Dazu zählen Gewichte, Längen, Zeitspannen, Geldwerte und Flächeninhalte (ebd.). Größen haben feste Maßeinheiten, die durch Vereinbarungen festgelegt sind, z.B. Kilometer für Längen oder Kilogramm für Gewichte. Für das Entwickeln von Größenvorstellungen wird es als besonders wichtig erachtet, dass die Lernenden sich handelnd mit Größen auseinandersetzen (PIKAS, 2025). Durch vergleichen, wiegen, messen und ordnen von Größen können Stützpunktvorstellungen aufgebaut werden, die wichtig für realistisches Schätzen sind (ebd.).

Beim Sachrechnen werden Probleme mit mathematischen Mitteln, z.B. messen, zählen, schätzen, vergleichen, rechnen, sowie sammeln und interpretieren von Daten, bearbeitet. (Hasemann & Gasteiger, 2014, S.211).

Dabei lässt sich die mathematische Bearbeitung eines Sachproblems in drei Phasen unterteilen: erkennen, lösen und übersetzen. Zunächst muss das Sachproblem analysiert und wesentliche Informationen erkannt und entnommen werden (ebd.). Daraufhin muss ein geeignetes mathematisches Modell gefunden werden um das Problem zu lösen (Hasemann & Gasteiger, 2014, S.2012). Die mathematische Lösung (z.B. ein Rechenergebnis) muss dann interpretiert, also auf das ursprünglich formulierte Sachproblem bezogen werden. Sachrechnen lässt sich daher auch als eine Übersetzungsleistung verstehen, bei der reale Probleme in mathematische Probleme übersetzt werden müssen (ebd.). Mithilfe mathematischer Operationen werden die Probleme anschließend gelöst und die Ergebnisse dann wieder auf die reale Situation übertragen. Daher sind Sachaufgaben für Kinder auch besonders herausfordernd. Erfolgreiches Lösen von Sachaufgaben wird daher als „guter Indikator“ dafür betrachtet, dass „Grundvorstellungen der Rechenoperationen“ vorhanden sind (Hasemann & Gasteiger, 2014, S.201). Sie setzen einerseits Textverständnis voraus und andererseits Operationsverständnis (Hasemann & Gasteiger, 2014, S.215). Als echte Sachaufgaben werden dabei nur Aufgaben verstanden, die ein reales Sachproblem behandeln (Hasemann & Gasteiger, 2014, S.213). Daneben existieren häufig „Textaufgaben“ und „eingekleidete Aufgaben“ (ebd.), die zwar ebenfalls in Textform erscheinen, die aber kein echtes Sachproblem beinhalten.

3.2 Schülervorstellungen

Bei der Planung von Unterricht müssen neben den fachlichen Inhalten auch die Lernvoraussetzungen der Schüler und Schülerinnen berücksichtigt werden (Schecker & Duit, 2018, S. 2). Zu diesen Lernvoraussetzungen gehören auch die Vorstellungen und Erfahrungen, die Schüler und Schülerinnen bereits mitbringen (ebd.). Dahinter steht die Grundannahme, dass sich neues Wissen nicht verabreichen lässt, sondern in der aktiven

Auseinandersetzung mit einem Lerngegenstand aufgebaut, bzw. konstruiert wird (Gebhard, 2017, S.155). Für Lehrende bedeutet das aber, dass sie neues, fachliches Wissen nicht einfach weitergeben können, sondern zur aktiven Auseinandersetzung anregen müssen (Gebhard, 2017, S. 156). Diese aktive Auseinandersetzung geschieht immer aus der Perspektive bereits vorhandenen Wissens (Schecker & Duit, 2018, S.3). Lehrkräfte sind daher angehalten entsprechende Lernumgebungen zu schaffen und Impulse zu geben um eine eigenständige und aktive Auseinandersetzung zu ermöglichen (Schecker & Duit, 2018, S. 2). Dabei müssen sie vorhandene Vorstellungen berücksichtigen und zum Ausgangspunkt des Unterrichtsgeschehens machen. Oftmals stehen Vorstellungen und Erfahrungen aus dem Alltag jedoch im Widerspruch zu naturwissenschaftlichen Vorstellungen und Erklärungen (Schecker & Duit, 2018, S. 5). Darüber hinaus erweisen sich diese Alltagsvorstellungen als sehr resistent (Gebhard, 2017, S.144). Sie lassen sich nicht einfach durch neue Vorstellungen ersetzen. Stehen vorhandene Vorstellungen im Konflikt zu wissenschaftlichen Konzepten kann es zu Lernschwierigkeiten kommen (Gebhard, 2017, S.150). Dabei können sich eigene Vorstellungen als fehlerhaft oder widersprüchlich herausstellen (ebd.).

Unterrichtskonzeptionen können Schülervorstellungen gezielt aufgreifen und zum Gegenstand der Auseinandersetzung machen (Gebhard, 2017, S. 146) oder wissenschaftliche Vorstellungen damit verknüpfen (Schecker & Duit, 2018, S.6). Die verschiedenen Konzeptionen haben dabei eine Veränderung oder Erweiterung des vorhandenen Wissens im Sinn.

Schülervorstellungen haben sich überwiegend im außerschulischen Kontext entwickelt durch Alltagserfahrungen, Alltagssprache und Medien (Schecker & Duit, 2018, S.12). Beispielsweise wird dem Spiegel im Märchen magische und menschliche Eigenschaften zugeschrieben (SUPRA, 2025b). Dabei sind die Vorerfahrungen und Vorstellungen sehr unterschiedlich und individuell einzigartig.

Ziel der Experimentierkisten ist eine aktive und eigenständige Auseinandersetzung mit den ausgewählten Themenbereichen zu

ermöglichen. Daher ist es unerlässlich sich mit etwaig vorhandenen Schülervorstellungen zu den ausgewählten Themenbereichen vertraut zu machen und diese in der Entwicklung von Lernumgebungen einzubeziehen. Die Auswahl der Experimente und die Formulierung der Aufgabenstellungen soll daher unter Berücksichtigung gängiger Vorstellungen von Lernenden erfolgen. Da Erfahrungen und Vorstellungen individuell unterschiedlich und persönlich sind, kann jedoch keine umfassende Berücksichtigung aller möglichen Vorerfahrungen erfolgen. Im Folgenden werden daher bekannte Schülervorstellungen zum Spiegel und zur Hebelwirkung vorgestellt, die für die Entwicklung der Experimentierkisten bedeutsam erscheinen.

3.2.1 Schülervorstellungen zur Hebelwirkung und Gewicht

Aus ihrer Lebenswelt bringen Kinder bereits Erfahrungen mit verschiedenen Hebeln und der Hebelwirkung mit. Vom Spielplatz kennen Kinder die Wippe und konnten beobachten, dass sich die Wippe zu der Seite neigt, die schwerer beladen ist. Vielleicht haben die Kinder auch schon einmal eine Balkenwaage ausprobiert, z.B. im Kindergarten. Der Forschungsstand zu Schülervorstellungen über die Hebelwirkung in der Primarstufe ist allerdings noch gering. Inwiefern Lernende über Präkonzepte zur Hebelwirkung verfügen, lässt sich nicht so einfach beantworten. Aus Untersuchungen zur Aufgabenkomplexität, für die exemplarisch die Balkenwaage gewählt wurde (Ebel, 2019, S. 19), lassen sich ggf. vorsichtige Schlüsse ziehen, welche Vorstellungen Kinder zur Hebelwirkung mitbringen. Das Verständnis der Hebelwirkung bei Vorschulkindern wurde mit der *Relational Complexity Theory* von Siegler untersucht (Ebel, 2019, S.37). Dabei wurden verschiedene Aufgaben an einer Balkenwaage mit veränderbaren Abständen und verschiedenen Gewichten genutzt, die sich in ihrer Komplexität unterscheiden (Ebel, 2019, S. 19). Die Kinder erhielten, Ebel zufolge, die Aufgabe einzuschätzen, wie sich die Waage bei einer

bestimmten Konstellation verhält (ebd.). Neben den Beurteilungsaufgaben, gab es auch Produktionsaufgaben, in denen die Kinder selbst bestimmte Zustände herstellen sollten (Ebel, 2019, S.28). Ein Resultat der Untersuchung war, dass Vorschulkinder beim Einschätzen überwiegend nur das Gewicht und nicht die Abstände zum Drehpunkt berücksichtigen (Ebel, 2019, S. 37). Knapp die Hälfte der Kinder im Alter von 9 Jahren bezieht die Abstände zum Drehpunkt zwar ein, jedoch nur dann, wenn das Gewicht auf beiden Seiten gleich ist (Ebel, 2019, S.22). Ist das Gewicht unterschiedlich, so gehen sie davon aus, dass sich die Balkenwaage unabhängig vom Abstand, zu der Seite neigt, die schwerer beladen ist (ebd.). Aus der Untersuchung lässt sich ableiten, dass Kinder im Vorschulalter bereits wissen, dass eine Balkenwaage sich zur schwereren Seite neigt und auch bereits verstehen, dass sie mit einer Balkenwaage Gewicht vergleichen können. Dabei bezieht ein Teil der Grundschulkinder auch die Abstände zur Drehachse ein, um einzuschätzen, zu welcher Seite sich die Waage neigt. Das lässt vermuten, dass sie bereits Vorwissen zum Einfluss der Länge der Hebelarme auf die Hebelwirkung haben. Ein Großteil der Grundschulkinder kann jedoch noch nicht beide Variablen gleichzeitig berücksichtigen (Ebel, 2019, S.32). Daher scheint ihnen die genaue Beziehung zwischen Abstand und Gewichtskraft am Hebel noch unklar zu sein. Für einen kleineren Teil der Vorschulkinder konnte zudem gezeigt werden, dass sie noch Fehlvorstellungen zum Einfluss der Gewichtskraft auf die Balkenwaage haben (Ebel, 2019, S.38). Zusammenfassend legen die dargestellten Beobachtungen nahe, dass Grundschulkinder bereits Vorstellungen zur Hebelwirkung besitzen und auch die Bedeutung der Gewichtskraft dabei kennen. Jedoch wird eher das Gewicht als die Länge der Hebelarme berücksichtigt um Aufgaben zu lösen. Die Bedeutung der Länge der Hebelarme für den Zustand des Gleichgewichts ist einem Teil der Kinder noch unklar.

Das Projekt „Phänomen(un)ähnlichkeiten“ untersuchte die Präkonzepte zur Hebelwirkung bei Drittklässlern am Beispiel der Wippe und des Nussknackers (Schwelle, 2013, S.129). Hier deuten die Ergebnisse daraufhin, dass nur wenige Kinder über konzeptuelles Wissen zu den

Hebelgesetzen verfügen (Schwelle, 2013, S.133). Stattdessen ziehen sie andere Merkmale zur Begründung heran, wie z.B. Materialeigenschaften (Schwelle, 2013, S.134). Sie erklären sich die Phänomene also nicht mit der Hebelwirkung. Bei der Wippe konnten mehr Kinder ihre Lösung mit Verweis auf das Hebelgesetz erklären, als beim Nussknacker. Insgesamt waren es jedoch nur wenige Kinder, die eine entsprechende Vorstellung verbalisiert haben (ebd.). Aus den Ergebnissen wird geschlossen, dass nur wenige Kinder über ein Verständnis der Hebelwirkung verfügen (Schwelle, 2013, S.135). Die meisten Kinder nutzen ihre Alltagserfahrungen zur Lösung und Erklärung der Aufgaben.

Auch Interviewstudien deuten darauf hin, dass ein Teil der Grundschulkinder noch nicht die Bedeutung der Masseverteilung um ein Gleichgewicht an der Wippe herzustellen, erkannt hat (Wodzinski & Wilhelm, 2018, S.245). Sie greifen auf ihre Alltagserfahrung zurück, dass auch Erwachsene mit Kindern wippen können.

Im Zusammenhang mit der Hebelwirkung bei einer Balkenwaage stehen auch Schülervorstellungen zum Gewicht, bzw. zur Gewichtskraft. Eine gängige Vorstellung bei Kindern ist, dass große Objekte automatisch auch schwerer sind als kleinere Objekte. So neigen Kinder dazu die Masse von Objekten nach sichtbaren Eigenschaften einzuschätzen (Hasemann, 2014, S. 206). Volumen und Masse werden dabei gleichgesetzt. Auch in der Alltagssprache wird Masse häufig mit sichtbaren Eigenschaften in Verbindung gebracht, z.B. werden die Begriffe *dick* und *schwer* häufig gleichgesetzt. Kinder haben dementsprechend Schwierigkeiten Masse realistisch einzuschätzen.

3.2.2 Schülervorstellungen zum Spiegel

Bis zum Grundschulalter haben Kinder schon einige Erfahrungen mit dem Spiegel gesammelt. Sie haben sich selbst darin beobachtet, Erfahrungen mit gespiegelter Schrift gemacht, haben unterschiedliche Spiegel und

spiegelnde Oberflächen kennengelernt (z.B. ein Fenster bei Nacht, eine ruhige Wasseroberfläche, etc.) und vielleicht in Märchen von wundersamen Eigenschaften eines Spiegels gehört. Ausgehend von ihren Erfahrungen haben sie bestimmte Vorstellungen über Spiegel entwickelt, die im Folgenden kurz dargestellt werden.

Eine Vorstellung bei jüngeren Kindern ist, dass Spiegel zeigen, was sie sehen (Haagen-Schützenhöfer & Hopf, 2018, S.103). Sie schreiben dem Spiegel dabei menschliche Eigenschaften zu und gehen davon aus, dass der Spiegel die Umgebung „sehen“ kann (ebd.). Daher nehmen sie auch an, dass nur Objekte, die vor dem Spiegel stehen, gespiegelt werden können (Haagen-Schützenhöfer & Hopf, 2018, S.103). Sie nehmen noch keinen Zusammenhang zwischen dem Spiegelbild und der Reflexion von Licht an (Heran-Dörr & Wiesner, 2010, S.118). Sie haben zwar schon Erfahrungen mit Reflexionen gemacht, z.B. wenn sie durch reflektiertes Licht geblendet werden, jedoch vermuten sie keinen Zusammenhang zur Entstehung von Spiegelbildern (Haagen-Schützenhöfer & Hopf, 2018, S.103). Das liegt auch daran, dass sie noch kein physikalisches Verständnis vom Sehvorgang erworben haben. Sie können sich nicht vorstellen, dass von Licht bestrahlte Gegenstände selbst Licht abstrahlen und dieses Licht ins Auge gelangen muss, damit wir etwas sehen können (Heran-Dörr & Wiesner, 2010, S.118). Stattdessen herrscht die Vorstellung vor, dass Sehen durch „aktives Hinschauen“ passiert (Haagen-Schützenhöfer & Hopf, 2018, S.97). Auch durch Alltagssprache, z.B. „einen Blick darauf werfen“, entsteht die Vorstellung eines aktiven Sehstrahls, der die Umgebung erfasst (ebd.). Die mediale Darstellung von Superhelden mit Laseraugen könnte ebenfalls zur Vorstellung eines aktiven Sehstrahls beitragen.

Fehlvorstellungen gibt es bei Kindern auch bezüglich der Lage des Spiegelbilds. Überwiegend gehen sie davon aus, dass sich das Spiegelbild im Spiegel, bzw. auf der Spiegeloberfläche befindet (Heran-Dörr & Wiesner, 2010, S. 119). Sie können sich nicht vorstellen, dass das Spiegelbild hinter der Spiegeloberfläche liegt, weil sich hinter dem Spiegel nichts befindet,

bzw. dort nur die Wand ist (ebd.). Auch ihre individuelle Erfahrung, dass sie sich auf dem Spiegel sehen, lässt sie glauben, dass sich das Spiegelbild auf der Spiegelebene befindet (Haagen-Schützenhöfer & Hopf, 2018, S.104). Grundschüler betrachten Spiegel als Bildträger, die ein reelles Bild erzeugen (Heran-Dörr & Wiesner, 2010, S. 119). Das Spiegel virtuelle Bilder erzeugen, können sie sich nicht vorstellen (Haagen-Schützenhöfer & Hopf, 2018, S.104).

Eine weitere verbreitete Vorstellung, die nicht nur bei Kindern zu finden ist, geht davon aus, dass Spiegelbilder seitenverkehrt sind, also rechts mit links vertauschen (Heran-Dörr & Wiesner, 2010, S. 119). Dahinter steckt eine Erfahrung aus dem Alltag: Bei Betrachtung des eigenen Spiegelbilds wird angenommen, dass das eigene Selbst sich um 180 Grad gedreht hat (Haagen-Schützenhöfer & Hopf, 2018, S.105). Dadurch gehen wir davon aus, dass sich z.B. unser rechter Arm auf der anderen Seite befindet. Tatsächlich zeigt der Spiegel aber unseren rechten Arm immer noch auf der rechten Seite. Die Alltagserfahrung verleitet gleichzeitig auch zu der Annahme, dass Vorder- und Rückseite nicht miteinander vertauscht werden (Heran-Dörr & Wiesner, 2010, S. 119). Tatsächlich vertauscht der Spiegel aber vorne mit hinten.

Im Zusammenhang mit dem Sehvorgang gibt es bei Kindern noch zwei weitere Fehlvorstellungen. Zum einen ist hier die Lichtbadvorstellung zu nennen, bei der Licht als etwas Statisches betrachtet wird (Haagen-Schützenhöfer & Hopf, 2018, S. 98). Dabei gehen die Kinder davon aus, dass Licht einfach da ist. Sie gehen nicht davon aus, dass Licht kontinuierlich in Wellen abgestrahlt wird (ebd.). Daneben gibt es bei Kindern auch die Beleuchtungsvorstellung. Angenommen wird dabei, dass wir Gegenstände sehen können, sobald Licht auf sie fällt, ohne zu berücksichtigen, dass erst von dem Objekt Licht ins Auge gelangen muss, damit wir ihn sehen können (Haagen-Schützenhöfer & Hopf, 2018, S. 98).

Das Thema Spiegel eignet sich gut um durch genaues Beobachten und Experimentieren die vorhandenen Vorstellungen zu erweitern. Mithilfe von Aufgaben, die zum bewussten Betrachten des Spiegelbilds einladen, lassen

sich beispielsweise Vorstellungen zur Lage des Spiegelbilds und zu seinen Eigenschaften erweitern. Dabei ist es möglich, dass die Lernenden mit evtl. vorhandenen Fehlvorstellungen konfrontiert werden. Zudem lässt sich das Thema auch aus mathematischer Perspektive aufgreifen. Es bieten sich insbesondere Verbindungen mit dem Thema Symmetrie an.

4. Didaktischer Hintergrund

Im didaktischen Hintergrund wird sich auf das Kerncurriculum Hessen bezogen um die Experimentierkisten im hessischen Lehrplan einzuordnen. Aufgrund des fächerübergreifenden Schwerpunkts der Experimentierkisten, findet sowohl das Curriculum zum Sachunterricht, als auch zum Fach Mathematik Berücksichtigung. Abschließend wird der Bezug zum Perspektivrahmen des Sachunterrichts hergestellt. Dabei werden die Experimentierkisten sowohl zu den vorgeschlagenen Inhaltsfeldern im Perspektivrahmen, als auch zu den angedachten Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen in Bezug gesetzt.

4.1 Kerncurriculum Hessen

Das Kerncurriculum ist die verbindliche Grundlage für den Unterricht an hessischen Schulen (Hessisches Kultusministerium, 2011, S. 5). In ihm finden sich die Kompetenzen formuliert, die die Lernenden bis zum Ende eines Bildungsabschnitts, z.B. Ende der Grundschulzeit, erreicht haben sollten (ebd.). Kompetenzen umfassen dabei nicht nur zu erreichende Wissensbestände, sondern auch Fähigkeiten und Einstellungen, die benötigt werden um selbige zu erlangen. Dabei finden auch die Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz Berücksichtigung (ebd.). Im Sinne eines vernetzenden Lernens werden fachliche Kompetenzen mit Inhaltsfeldern und überfachlichen Kompetenzen verknüpft (ebd.). Zu den überfachlichen Kompetenzen werden vier Bereiche gezählt: *Sozialkompetenz*, *Lernkompetenz*, *Sprachkompetenz* und *Personale Kompetenz* (Hessisches Kultusministerium, 2011, S. 8). Auch die Experimentierkisten können dazu beitragen überfachliche Kompetenzen zu fördern. Beispielsweise lässt sich *Sozialkompetenz und Sprachkompetenz* stärken durch gemeinschaftliches Experimentieren. Etwa wenn sie Absprachen treffen, aufeinander eingehen und Aufgaben untereinander verteilen müssen (Hessisches Kultusministerium, 2011, S. 10). Dabei müssen sie einander zuhören und aufeinander eingehen. In der Auseinandersetzung mit Sachproblemen und durch Entwickeln geeigneter

Lösungen lässt sich die *Lernkompetenz* fördern (ebd.). Neben den überfachlichen Kompetenzen lassen sich auch fachspezifische Kompetenzen mithilfe der Experimentierkisten fördern, die im Folgenden zusammengefasst dargestellt werden. Da die Experimentierkisten einen mathematischen und physikalischen Schwerpunkt haben, werden sowohl die zu fördernden Kompetenzen des Sachunterrichts, als auch des Mathematikunterrichts in den Blick genommen. Auch das Kerncurriculum sieht eine Verbindung der Fächer als notwendig an um fächerübergreifende Kompetenzen entwickeln zu können (Hessisches Kultusministerium, 2011, S. 13). Dabei sollen die fachspezifischen Kompetenzbereiche mit denen anderer Fächer verbunden werden (ebd.).

4.1.1 Mathematik

„Der Mathematikunterricht der Grundschule greift die mathematischen Alltagserfahrungen der Kinder auf, vertieft und erweitert sie durch die Gestaltung geeigneter Lernangebote und Lernumgebungen“ (Hessisches Kultusministerium, 2011, S. 10). Auf dieser Grundlage entwickeln die Lernenden allgemeine mathematische Kompetenzen (Hessisches Kultusministerium, 2011, S. 11). Zu den fachspezifischen Kompetenzen gehören *„mathematische Inhalte darstellen, über Mathematik kommunizieren, argumentieren, mit symbolischen, formalen und technischen Elementen umgehen, Probleme lösen und modellieren“* (ebd.). Im Vordergrund steht dabei „die Vermittlung von Freude an der Mathematik“ und das Fördern „einer Entdeckerhaltung der Kinder“ (Hessisches Kultusministerium, 2011, S. 11). Ziel ist es dabei eine „positive Einstellung und Grundhaltung“ zum Fach aufzubauen (ebd.). Als Voraussetzung wird die „Gestaltung einer Lernumgebung, die Eigenaktivität und Neugier anregt“, betrachtet. Hier können Experimentierkisten einen gewinnbringenden Beitrag leisten. Mithilfe kleiner Experimente und handlungsorientierten Aufgaben werden die Lernenden zur Eigenaktivität angeregt. Im Vordergrund steht dabei eine motivationsfördernde Auseinandersetzung mit fächerverbindenden Inhalten. Im Kerncurriculum

werden fünf Inhaltsfelder benannt, anhand derer die fachlichen und überfachlichen Kompetenzen gefördert werden können: Muster & Strukturen, Zahl & Operation, Raum & Form, Größen & Messen, sowie Daten & Zufall (Hessisches Kultusministerium, 2011, S. 11). Thematisch lässt sich die Experimentierkiste zum Spiegel im Inhaltsfeld „Raum und Form“ verorten. Dieses sieht vor, dass die Lernenden durch „handelnde Auseinandersetzung mit ebenen Figuren und Körpern“ die Fähigkeiten erhalten „ihre Eigenschaften, sowie einfache Abbildungen (auch Achsensymmetrie) in der Umwelt zu erkennen und zu benennen“ (Hessisches Kultusministerium, 2011, S. 19). Die Experimentierkiste zum Spiegel kann dabei auch die fachlichen Kompetenzen *Darstellen* und *Argumentieren* fördern, z.B. nutzen, entwickeln und vergleichen Lernende geeignete Darstellungen miteinander (Hessisches Kultusministerium, 2011, S. 12). Mithilfe geeigneter Aufgaben werden die Lernenden beispielsweise dazu aufgefordert ihre Beobachtungen zum Spiegel mit der achsensymmetrischen Spiegelung in der Ebene zu vergleichen.

Die Experimentierkiste zum Thema Balkenwaage lässt sich thematisch im Inhaltsfeld „Größen und Messen“ einordnen. So ermöglicht die Beschäftigung mit der Balkenwaage „Messprozesse (Vergleichen, Schätzen, Messen)“ durchzuführen und auch Standardeinheiten und geeignete Repräsentanten dafür zu nutzen um eine Größenvorstellung vom Gewicht zu entwickeln (Hessisches Kultusministerium, 2011, S. 19). Für die Experimentierkiste sollen geeignete, alltagsnahe Sachaufgaben entwickelt werden, die das Vergleichen, Messen und Schätzen von Gewicht erfordert. Dabei sollen die Lernenden auch die Gelegenheit erhalten ihre Messergebnisse tabellarisch darzustellen. Dadurch knüpft die Experimentierkiste auch am Inhaltsfeld „Daten und Zufall“ an (ebd.). Außerdem nutzen die Lernenden geeignete Rechenoperationen um mithilfe vorhandener und gemessener Daten Gewicht zu berechnen.

4.1.2 Sachunterricht

Auch im Kerncurriculum für den Sachunterricht wird betont, dass Lerninhalte und Vorgangsweisen sich an „der Lebenswelt und den Bedürfnissen und Interessen der Kinder“ orientieren sollen (Hessisches Kultusministerium, 2011a, S. 11). Ausgehend von der kindlichen Lebenswelt sollen „vorhandene Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten in der Auseinandersetzung mit Phänomenen und Prozessen der belebten und unbelebten Natur, (...), und der Entwicklung und Bedeutsamkeit von Technik“ erweitert werden (ebd.). Dabei verfolgt der Sachunterricht gleichfalls das Ziel eine positive Grundhaltung und Neugier zu fördern (ebd.). Im Sachunterricht sollen die fachspezifischen Kompetenzen „Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung“ gefördert werden (Hessisches Kultusministerium, 2011a, S. 12). Die fachlichen Kompetenzen sollen an fünf Inhaltsfeldern und den damit verbundenen Basiskonzepten entwickelt werden, die da wären: Gesellschaft/Politik, Natur, Raum, Technik und Geschichte/Zeit (Hessisches Kultusministerium, 2011a, S. 15f.).

Thematisch lassen sich die hier entwickelten Experimentierkisten den Inhaltsfeldern *Natur* und *Technik* zuordnen. In der Auseinandersetzung mit dem Inhaltsfeld Technik sollen Lernende Wissen über „Funktionsweise und den Nutzen von Gebrauchsgegenständen“ erwerben um „ein technisches Verständnis“ entwickeln zu können (Hessisches Kultusministerium, 2011a, S. 20). So ermöglicht z.B. das Experimentieren mit einer selbstgebauten Waage ihre Wirkungsweise kennenzulernen, indem Wissen über Hebelwirkung und den Zustand des Gleichgewichts erworben wird. Die Auseinandersetzung mit dem Inhaltsfeld Natur schafft die „Möglichkeit Phänomene und Alltagssituationen aus naturwissenschaftlicher Perspektive zu deuten und zu verstehen“ (Hessisches Kultusministerium, 2011a, S. 19). Im Vordergrund steht dabei „Regelmäßigkeiten in den Naturwissenschaften“ zu erkennen und sich Wissen darüber anzueignen (ebd.). So ermöglicht beispielsweise das Experimentieren am Spiegel sich

Wissen über die zugrundeliegenden, naturwissenschaftlichen Gesetze und Zusammenhänge anzueignen. Die geschieht z.B. indem die Beziehung zwischen einem Gegenstand und seinem Spiegelbild untersucht wird. Auch im Kerncurriculum für den Sachunterricht wird betont „eigenständiges und entdeckendes Handeln“ zu ermöglichen (ebd.).

Experimentierkisten können den Erwerb fachlicher Kompetenzen unterstützen. Die Fähigkeit der Erkenntnisgewinnung entwickeln Lernende z.B. indem sie zu „genauem Betrachten und Beobachten“ aufgefordert werden, „Messgeräte nutzen und vergleichen“, sowie „einfache Gebrauchsgegenstände bauen“ (Hessisches Kultusministerium, 2011a, S. 12). Auch kommunikative Fähigkeiten können durch Experimentierkisten gefördert werden, indem Lernende gemeinschaftlich experimentieren und sich über ihre Beobachtungen austauschen, aber auch indem sie ihre „Erkenntnisse, Beobachtungen und Vermutungen“ formulieren (Hessisches Kultusministerium, 2011a, S. 13). Dabei kommt der Interaktion der Lernenden besondere Bedeutung zu, denn „im Gespräch miteinander entwickeln die Kinder ein besonderes Verständnis der Sache.“ (ebd.). Gemeinschaftliches Experimentieren ermöglicht den Austausch über Beobachtungen und gewonnene Erkenntnisse. Die gemeinsame Arbeit an Experimentierkisten und daran anschließende Gespräche ermöglichen einen Austausch der Lernenden untereinander und die Herausbildung kommunikativer Fähigkeiten.

4.2 Perspektivrahmen des Sachunterrichts

Der Perspektivrahmen Sachunterricht versteht sich als didaktische Konzeption des Sachunterrichts. Als Aufgabe wird betrachtet, Kinder zu befähigen sich ihre Umwelt zu erschließen (GDSU, 2013, S.9). Lernende sollen die „Phänomene der Lebenswelt wahrnehmen und verstehen“ (ebd.). Auch der Perspektivrahmen sieht dabei vor, dass Kinder ausgehend von ihren Erfahrungen und Lernvoraussetzungen durch eigenständiges und reflektiertes Erarbeiten neue Erkenntnisse aufbauen (GDSU, 2013, S.9).

Das Kompetenzmodell des Perspektivrahmen sieht vor, dass perspektivübergreifende und perspektivenbezogene Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen anhand bestimmter inhaltlicher Themenbereiche gefördert und entwickelt werden (GDSU, 2013, S. 12). Als zu fördernde und zu entwickelnde perspektivenübergreifende Handlungsweisen werden *verstehen/erkennen, eigenständig erarbeiten, handeln, reflektieren* und *Interesse entwickeln* betrachtet (ebd.). Dabei sollen Themenbereiche und Fragestellungen möglichst perspektivenübergreifend betrachtet werden (GDSU, 2013, S.15). Im Perspektivrahmen werden dazu fünf Perspektiven aufgezeigt: die Sozialwissenschaftliche, die Naturwissenschaftliche, die Technische, die Geografische und die Historische (GDSU, 2013, S. 13). Für jede Perspektive werden perspektivenbezogene Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen benannt, die in der Grundschule anhand geeigneter Beispiele gefördert werden sollen (ebd.). Die im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Experimentierkisten ermöglichen die Beschäftigung mit Themenbereichen aus der naturwissenschaftlichen und technischen Perspektive.

Zur technischen Perspektive gehört die Herstellung einfacher Maschinen, Werkzeuge und Geräte und das Erschließen ihrer Funktionsweise (GDSU, 2013, S.69). Als Beispiel findet die Waage und die Hebelwirkung explizit Erwähnung (GDSU, 2013, S.66). Ihre Funktionsweise lässt sich durch beobachten, analysieren und untersuchen technischer Gegenstände erschließen. Beispielsweise erlangen die Lernenden indem sie versuchen eine Balkenwaage ins Gleichgewicht zu bringen, Erkenntnisse über die dafür notwendigen Voraussetzungen. Als Ziel wird auch betrachtet die Lernenden zu befähigen Werkzeuge und technische Geräte „sachgemäß“ zu verwenden (GDSU, 2013, S.67). Beispielsweise können Kinder durch wiegen kleiner Gegenstände den Gebrauch einer Digitalwaage kennenlernen. Das Lesen und Verstehen von Arbeitsanweisungen, z.B. um eine Waage zu bauen, und die Dokumentation von Ergebnissen, z.B. erfassen von Wiegeergebnissen, fördert die Fähigkeit über Technik zu kommunizieren (GDSU, 2013, S. 68). Die technische Perspektive ist mit der naturwissenschaftlichen Perspektive verknüpft. So werden Eigenschaften

von Körpern, z.B. das Gewicht, und die Wechselwirkung zwischen Körpern, z.B. die Hebelwirkung, zu den naturwissenschaftlichen Themenbereichen gezählt (GDSU, 2013, S.42). Damit bietet die Waage thematisch gute Voraussetzungen um eine perspektivenübergreifende Auseinandersetzung zu ermöglichen.

Die naturwissenschaftliche Perspektive sieht vor, dass Schüler und Schülerinnen sich im Sachunterricht „belastbare naturwissenschaftliche Konzepte und Vorstellungen“ aneignen (GDSU, 2013, S.38). Dazu gehört „naturwissenschaftliche Phänomene zu untersuchen“ (ebd.). Indem einfache Versuche mit einem Spiegel durchgeführt werden, können Vermutungen überprüft und Widersprüche erkannt werden. Zu den perspektivenbezogenen zu fördernden Handlungsweisen gehört das Aneignen naturwissenschaftlicher Methoden, z.B. vergleichen und messen von Größen (GDSU, 2013, S. 40). Mit einer Waage können Kinder das Gewicht von Gegenständen messen und miteinander vergleichen. Anschließend können sie die Ergebnisse tabellarisch festhalten. Neben den bereits genannten Arbeitsweisen werden noch drei weitere perspektivenbezogene Handlungsweisen benannt: „dahinterliegende Regelmäßigkeiten suchen, erkennen und beschreiben“ können, „Konsequenzen aus naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für das Alltagshandeln ableiten“ können und „naturwissenschaftliches Lernen bewerten und reflektieren“ können (GDSU, 2013, S.42). Die Auseinandersetzung mit der Balkenwaage etwa bietet die Möglichkeit die dahinterliegende Wirkweise eines zweiseitigen Hebels zu ergründen um daraus naturwissenschaftliche Erkenntnisse abzuleiten, die auf ähnliche Situationen, z.B. die Wippe, übertragen werden können.

5. Die Experimentierkisten

Im Folgenden werden die beiden Experimentierkisten vorgestellt. Zunächst wird allgemein auf Ziele, Handhabung und Einsatzmöglichkeiten eingegangen. Anschließend wird die Rolle der Begleitperson und die Handreichung betrachtet. Danach erfolgt eine spezifische Darstellung der jeweiligen Experimentierkisten.

5.1 Ziele

Die Experimentierkisten verfolgen insbesondere das Ziel eine selbstständige und spielerische Auseinandersetzung mit bestimmten Themenbereichen zu ermöglichen. Die dafür erstellten Aufgaben und ausgewählten Experimente sollen einerseits zu selbstständigem Handeln und andererseits zu genauem Beobachten einladen. Damit werden insbesondere die Förderung der perspektivenübergreifenden Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen *handeln* und *erkennen*, wie sie im Perspektivrahmen Sachunterricht formuliert sind (GDSU, 2013, S.12), in den Fokus gerückt. Die Auswahl der Themenbereiche sollte dabei auch eine perspektivenübergreifende Auseinandersetzung im Sinne des vielperspektivischen Sachunterrichts ermöglichen (GDSU, 2013, S.15). Im Themenbereich Waage und Gleichgewicht findet sowohl die technische Perspektive (z.B. die Bedienung einer Küchenwaage kennenlernen) als auch die naturwissenschaftliche Perspektive (z.B. Voraussetzung für den Gleichgewichtszustand erkennen) ihre Berücksichtigung.

Ein besonderes Merkmal der Experimentierkisten bildet dabei ihr fächerübergreifender Ansatz. Aufgaben und Experimente wurden dabei so konzipiert und gewählt, dass im jeweiligen Themenbereich sowohl aus mathematischer als auch physikalischer Perspektive neue Erkenntnisse gewonnen und Erfahrungen gesammelt werden können. Für die Experimentierkiste Balkenwaage etwa wurden Sachaufgaben zusammengestellt, die es erforderlich machen mithilfe der

Kleiderbügelwaage aufzuwiegen und anschließend zu rechnen. Voraussetzung dafür ist zunächst der eigenständige Bau einer Kleiderbügelwaage. Für die Experimentierkiste Spiegel wurden Aufgaben entwickelt, die zum genauen Beobachten von Spiegelungen im Raum anregen. Die so aus physikalischer Perspektive gewonnenen Erkenntnisse werden im Aufgabenheft dann in Bezug zu Spiegelungen in der Ebene gesetzt. Damit wird insbesondere aus mathematischer Perspektive das Thema Achsensymmetrie und seine Eigenschaften aufgegriffen. Auf die Verzahnung physikalischer und mathematischer Elemente im Aufgabenheft wird in den Betrachtungen der einzelnen Experimentierkisten (5.6.3 und 5.7.3 Experimente und Aufgaben) noch genauer eingegangen. Da die Entwicklung der Experimentierkisten unter dem Gesichtspunkt erfolgte, eine handlungsorientierte Beschäftigung aus mathematischer und physikalischer Perspektive zu erreichen, entstand dabei eine Mischung aus Aufgaben, Experimenten und Versuchen. Die hier entwickelten Experimentierkisten sind daher nicht mit „klassischen“ Experimentierkisten zu vergleichen, die sich auf eine Auswahl naturwissenschaftlicher Experimente fokussieren. Stattdessen lassen sich die hier entwickelten Experimentierkisten eher als Mischform aus Experimentierkiste und Aufgabensammlung verstehen. Dabei wird sich aus unterschiedlichen Blickwinkeln und mit verschiedenen Aufgabenformaten einem Themenbereich genähert und eine handlungsorientierte Auseinandersetzung ermöglicht.

5.2 Handhabung und Durchführung

Die Experimentierkisten sollen so aufgebaut sein, dass sie möglichst einfach und in verschiedenen Kontexten eingesetzt werden können. Um den Aufwand für Lehrpersonen oder Begleitpersonen gering zu halten, enthalten die Kisten bereits alles, was für die Durchführung der Experimentiereinheit benötigt wird. Dazu gehören:

- Alle Materialien, die für das Experimentieren benötigt werden, mit Ausnahme von Schreibutensilien, die normalerweise von Kindern mitgeführt werden (Schere, Kleber, Buntstifte) und in jeder Einrichtung vorhanden sind.
- Eine ausführliche Handreichung für die Begleitperson mit Erklärungen zu allen Experimenten, Anregungen für Reflexionsgespräche, sowie Informationen zum Einsatz der Experimentierkiste (Dauer, mögliche Stolpersteine, Einsatzmöglichkeiten).
- Eine Übersichtstabelle aller Experimente und Aufgaben in Kurzform. Begleitpersonen können damit nach Bedarf schnell und einfach einzelne Aufgaben oder Aufgabengruppen auswählen um sie punktuell einzusetzen.
- Ein Aufgabenheft als Kopiervorlage.
- Tippkarten als Kopiervorlage.

Die Experimentierkisten sind so bestückt, dass das Material in zehnfacher Ausführung vorhanden ist. Empfohlen wird Partnerarbeit, sodass die Kiste in einer Gruppe mit bis zu 20 Kindern eingesetzt werden kann, ohne weiteres Material anschaffen zu müssen. Ungefähr entspricht dies auch einer Klassenstärke in der Grundschule.

Das Material wurde so ausgewählt, dass es kostengünstig und einfach zu beschaffen ist. Dadurch lässt sich die Experimentierkiste bei Bedarf erweitern und beschädigtes Material einfach ersetzen. Einige Materialien sind einfache Alltagsgegenstände, die in jedem Haushalt zu finden sind. Die Kinder haben daher idealerweise bereits Vorerfahrungen mit den Gegenständen gesammelt, z.B. Löffel, Kleiderbügel, kleine Spiegel. Zudem wurden auch Gegenstände gewählt, die von Kindern gerne genutzt werden und ihr Interesse wecken, z.B. Spielzeugautos, kleine Holzwürfel. Die Themengebiete der Experimentierkisten wurden ebenfalls so gewählt, dass sie für Kinder leicht zugänglich sind. Für die Experimentierkisten wurden Phänomene gewählt, die Kindern aus dem Alltag kennen und zu denen sie

bereits Vorwissen besitzen. Beispielsweise haben sich Kinder schon häufig im Spiegel betrachtet. Sie haben wahrscheinlich auch beobachtet, dass andere glatte Oberflächen ebenfalls spiegeln können. Auch Kleiderbügel kennen sie normalerweise aus ihrem Kleiderschrank. Sie konnten wahrscheinlich auch schon beobachten, dass sie sich bei einseitiger Belastung neigen, z.B. wenn ein Ärmel vom Bügel rutscht, und nur dann gerade hängen, wenn das Kleidungsstück richtig auf dem Kleiderbügel sitzt.

Die Experimentierkisten sind so gestaltet, dass sie nach dem Aufräumen wieder einsatzbereit sind. Lediglich bei Beschädigung müssten Teile ausgetauscht werden. Eine Ausnahme gibt es in der Experimentierkiste zum Thema Balkenwaage: Bereits genutzte Fäden sollten entsorgt werden. Dementsprechend muss Garn oder Wolle regelmäßig aufgefüllt werden. Vor Beginn der Experimentierphase sollte außerdem das Aufgabenheft in ausreichender Anzahl kopiert werden, da es die Kinder durch die Experimentierphase leitet. Aufgaben und Experimente wurden so gewählt, dass sie selbstständig durchführbar sind, sich an den vorgeschlagenen Lerninhalten des Kerncurriculum orientieren (z.B. Raum und Form in der Mathematik) und möglichst verständlich sind.

Vor der Durchführung der Experimentiereinheiten sollte die Lehrperson oder Begleitperson sich mit dem Material und dem Aufgabenheft vertraut machen. Unter dem Aspekt 5.5 *Rolle der Begleitperson* wird noch genauer darauf eingegangen.

Die Bearbeitung des gesamten Aufgabenhefts mit allen Versuchen zu einem jeweiligen Themenbereich beansprucht ca. 60-90 Minuten. Um den Austausch und gegenseitige Hilfe zu ermöglichen, wird die Bearbeitung in Partnerarbeit empfohlen. Dadurch wird im Sinne des Kerncurriculum auch die Förderung überfachlicher Kompetenzen berücksichtigt, wie Sozialkompetenz und Sprachkompetenz (Hessisches Kultusministerium, 2011, S. 5). Das Aufgabenheft ermöglicht zudem eine differenzierte Bearbeitung innerhalb der Lerngruppe. Die Aufgaben und Versuche können im eigenen Tempo bearbeitet und durchgeführt werden. Das hat den Vorteil, dass schnellere Kinder nicht warten müssen, sondern sich direkt mit einer

weiteren Aufgabe beschäftigen können. Zur Unterstützung wurden Tippkarten erstellt, die Kinder nutzen können, wenn sie bei einer Aufgabe nicht weiterkommen. Zudem enthält jedes Aufgabenheft noch eine Extraaufgabe am Ende, die mit einem Sternsymbol gekennzeichnet wurde. Diese Zusatzaufgaben sind durch ihren Rätselcharakter besonders zur weiteren Beschäftigung lernstarker Kinder gedacht. Grundschulkinder kennen die Bedeutung von Sternaufgaben meistens bereits aus Arbeitsheften und Wochenplänen. Auch dort werden Wahlaufgaben und Zusatzangebote meistens mit einem Stern gekennzeichnet (z.B. im Wochenplangenerator von Zaubereinmaleins).

Die Aufgaben und Experimente im Aufgabenheft bauen teilweise aufeinander auf. Daher sollten die Aufgaben in der richtigen Reihenfolge bearbeitet werden. Im Aufgabenheft zum Thema Spiegel können auch einzelne Aufgabenpakete getrennt voneinander bearbeitet werden. Diese wurden in der Handreichung jeweils zusammengefasst (z.B. Aufgabe 1,2 und 3 gehören zusammen), sodass die Begleitperson einzelne Aufgabenpakete herausnehmen kann.

Jedes Team erhält zu Beginn eine Ausführung des Aufgabenhefts. Das Aufgabenheft führt die Kinder durch die einzelnen Experimente und Aufgaben. Daher ist es nicht zwingend notwendig vorab in die Arbeitsweise einzuführen. Das Aufgabenheft ist dank kurzer, einfacher Anweisungen und durch die vielen Abbildungen leicht verständlich, sodass eine selbstständige Erarbeitung grundsätzlich möglich ist. Bei jüngeren Kindern, die noch kein ausreichendes Textverständnis haben, können die Versuche auch vorab besprochen werden. Neben dem Aufgabenheft erhalten die Kinder zu Beginn auch die benötigten Materialien um die Experimente und Versuche durchführen zu können.

Bei der Experimentierkiste zum Thema Spiegel sollte den Kindern vorab gezeigt werden, wie sie ihre Spiegel sicher aufstellen können. Das ist einerseits wichtig um das Material nicht zu beschädigen. Andererseits müssen die Spiegel auch gerade aufgestellt werden um die Aufgabe zur Lage des Spiegelbilds richtig bearbeiten zu können (Aufgabe 7). Wird der

Spiegel z.B. nur angelehnt und steht schräg, ergeben sich verschiedene Abstände zwischen Spiegelbild und Spiegelebene.

Die Begleitperson geht während der Experimentierphase herum und unterstützt punktuell, falls Hilfe benötigt wird. Es ist sehr wichtig nicht zu früh einzugreifen. Gerade bei Aufgaben, die Problemlösekompetenzen fördern sollen, wird häufig um Hilfe gebeten, da der Lösungsweg hier selbst gefunden werden muss (Hessisches Kultusministerium, 2011, S. 13). Um dem nicht im Wege zu stehen, kann entweder auf eine Tippkarte verwiesen werden oder zu einer genaueren Betrachtung des Sachproblems motiviert werden, z.B. *Lest euch die Aufgabenstellung noch einmal gründlich durch.* Auch mithilfe einer Frage, können Denkanstöße gegeben werden, z.B. Was wisst ihr bereits? Wie könntet ihr es herausfinden?

Nach der Experimentierphase werden die Materialien wieder eingesammelt bzw. von den Lernenden zurückgebracht und in der Kiste verstaut. Anschließend sollte ein gemeinsames Reflexionsgespräch oder eine Ergebnissicherung im Sitzkreis erfolgen. Im gemeinsamen Gespräch werden die gewonnenen Erkenntnisse reflektiert und für alle festgehalten. Hier können die Lernenden auch Probleme und eventuell abweichende Beobachtungen ansprechen.

Bei der Experimentierkiste zum Spiegel bietet es sich auch an, kleinere Reflexionsphasen zwischendurch durchzuführen. Da hier immer 3 Aufgaben thematisch zusammengehören, kann die Experimentierphase auch zeitlich in einzelne Abschnitte unterteilt werden, zu denen jeweils eine Gesprächsrunde durchgeführt wird.

5.3 Einsatzmöglichkeiten

Der fächerübergreifende Schwerpunkt der Experimentierkisten macht sie besonders interessant für den Einsatz im Grundschulunterricht. Denkbare wäre etwa die Nutzung im Mathematik- und Sachunterricht, sowie in entsprechenden Förderstunden, bzw. im Förderunterricht mit kleineren

Lerngruppen. Genauso ist aber auch ein außerschulischer Einsatz, z.B. in Forscher-AGs, MINT Gruppen oder in Betreuungseinrichtungen, denkbar.

Experimentierkiste Balkenwaage

Die Experimentierkiste bietet einen spielerischen Zugang zu dem Thema „Rechnen mit Größen“ und kann so beispielweise als motivierender Einstieg in das Themengebiet genutzt werden. Das Kerncurriculum schlägt das Thema Gewicht für die Jahrgangsstufe 4 vor (Hessisches Kultusministerium, 2011, S.21). Viele Schüler und Schülerinnen haben Schwierigkeiten das Gewicht von Gegenständen richtig einzuschätzen und zu vergleichen (Hasemann & Gasteiger, 2014, S.206). Durch handlungsorientierte Aufgaben erhalten sie die Gelegenheit Größenvorstellungen aufzubauen (ebd.). Auch im Perspektivrahmen lässt sich das Thema Waage und Gleichgewicht finden, sowohl in der Darstellung der technischen Perspektive, als auch in der naturwissenschaftlichen Perspektive (GDSU, 2013, S.69, bzw. S.42). Daher bietet sich der Einsatz auch in einem perspektivenübergreifenden Sachunterricht an.

Experimentierkiste Spiegel

Die Experimentierkiste bietet einen entdeckenden Zugang zum Thema Spiegel und Symmetrie. Im Kerncurriculum Hessen werden Abbildungen – dazu gehören auch Spiegelungen – dem Inhaltsfeld *Raum und Form* zugeordnet (Hessisches Kultusministerium, 2011, S. 21). Die Behandlung des Themas wird dort keiner bestimmten Jahrgangsstufe zugewiesen (ebd.). In Lehrwerken wird das Thema häufig in Jahrgangsstufe 3 und 4 behandelt (z.B. Denken und Rechnen, Geometrieheft, Westermann Verlag).

Spiegelungen zählen zu Naturphänomenen, die durch Licht entstehen. Das Kerncurriculum betrachtet es als Aufgabe des Sachunterrichts vorhandene „Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse“ u.a. „in der Auseinandersetzung mit Phänomenen und Prozessen der belebten und unbelebten Natur“ zu erweitern (Hessisches Kultusministerium, 2011, S.11). Spiegelungen werden nicht explizit im Perspektivrahmen oder im Kerncurriculum erwähnt,

jedoch wird Licht und Lichtausbreitung als Beispiel erwähnt (GDSU, 2013, S.44). Der Einsatz des Themas lässt sich daher sowohl im Mathematik- als auch im Sachunterricht begründen.

Die Experimentierkisten könnten ähnlich wie der Frankfurter Bücherkoffer (Stadt Frankfurt am Main, 2025) oder verschiedene Museumskoffer von Institutionen, Museen oder städtische Einrichtungen verwaltet werden. Von dort könnten sie dann an Schulen und andere pädagogische Einrichtungen verliehen werden. Eine andere Möglichkeit wäre, dass Schulen die Experimentierkisten nachbilden, z.B. durch Spendengelder, den Förderverein etc. Da die Experimentierkisten überwiegend mit Alltagsgegenständen bestückt werden, wäre auch denkbar, dass die benötigten Gegenstände von Eltern gespendet werden.

5.4 Rolle der Begleitpersonen

Da die Experimentierkisten auch für den Einsatz im außerschulischen Kontext konzipiert werden, ist es möglich, dass die Begleitpersonen nicht über Fachwissen zu den Themenbereichen verfügen. Es ist wichtig, dass sich die Begleitpersonen, auch Lehrkräfte, gründlich mit der Handreichung vertraut machen um Aufgabenstellungen und Experimente zu kennen. Von Vorteil wäre es, wenn die Versuche vorab getestet werden. So lassen sich mögliche Schwierigkeiten erkennen, sodass die Begleitperson besser einschätzen kann, welche Fragen bei den Kindern entstehen könnten. Auch in der Handreichung werden bereits mögliche Stolperstellen benannt.

Die Begleitperson muss zur Vorbereitung auch das Aufgabenheft für die Lerngruppe kopieren und die Experimentierkiste vorab auf Vollständigkeit überprüfen. Während der Experimentierphase steht sie als Ansprechperson bereit und unterstützt, wenn Probleme oder Fragen auftauchen. Dabei kann sie auch auf die beiliegenden Tippkarten zurückgreifen. Diese können von der Begleitperson z.B. im Raum ausgelegt werden. Nach der Arbeitsphase leitet die Begleitperson das Reflexionsgespräch, bzw. die

Ergebnissicherung an. Daher sollte sie auch mit der Darstellung der Inhalte aus der Handreichung ausreichend vertraut sein. Ansonsten besteht die Gefahr nicht angemessen auf die Beiträge der Kinder reagieren zu können. Außerdem ist es möglich, dass die Kinder selbst noch Rückfragen haben. Zum Abschluss sollte die Begleitperson überprüfen, ob die Experimentierkiste wieder vollständig ist und sie ggf. zurückbringen.

5.5 Handreichungen

Jede Experimentierkiste enthält eine Handreichung für Begleitpersonen, in der sie sich über die Handhabung ausführlich informieren kann. Dabei ist der Aufbau der Handreichung in jeder Experimentierkiste identisch. Es gibt ein Deckblatt mit einem kurzen Inhaltsverzeichnis. Daraufhin wird der Inhalt der Experimentierkiste und das beinhaltete Experimentiermaterial aufgelistet.

Inhaltsverzeichnis:

- I. Übersicht zum Inhalt
- II. Ziele der Experimentierkiste
- III. Einsatzmöglichkeiten
- IV. Rolle der Begleitperson
- V. Die Experimente
 - Durchführung
 - Erkenntnisgewinn
 - Material & Dauer
 - Stolpersteine
 - Ergebnissicherung

Abbildung 5: Auszug aus der Handreichung. Inhaltsverzeichnis.

Danach folgen Informationen zu den Zielen der Experimentierkiste. Dabei werden sowohl fachspezifische, als auch allgemeine Ziele erläutert. Außerdem erfolgt eine Information zu den Einsatzmöglichkeiten. Es werden Empfehlungen zum Einsatz der Experimentierkiste im Unterricht oder anderen Settings gegeben (z.B. Partnerarbeit, empfohlene Gruppenstärke etc.). Anschließend informiert die Handreichung über die Aufgaben der Begleitperson. Dabei werden zunächst erforderliche Schritte zur Vorbereitung der Experimentierphase erklärt, z.B. das Aufgabenheft kopieren, ggf. Anleitung einblenden, Tippkarten auslegen. Anschließend erhält die Begleitperson eine Schrittanleitung zur Durchführung der Arbeitsphase. Hier werden die einzelnen Schritte vom Einsammeln bis zum Austeilen erklärt.

Im Hauptteil der Handreichung werden die einzelnen Experimente und Aufgaben ausführlich dargestellt. Die Begleitperson erhält Informationen zur Durchführung, bzw. zur Aufgabenstellung, mit Verweis auf Erkenntnisse, die dabei gewonnen werden können. Außerdem wird das jeweils erforderliche Material aufgelistet und eine Einschätzung zur benötigten Zeit gegeben. Damit soll es Lehrpersonen erleichtert werden, ggf. nur bestimmte Aufgaben auszuwählen um sie im Unterricht einzusetzen. Zu jedem Experiment oder jeder Aufgabe werden außerdem mögliche Stolpersteine aufgezeigt (z.B. Schwierigkeiten im Umgang mit dem Material, Probleme beim Aufgabenverständnis etc.) und Ideen zu einer gemeinsamen Reflexion oder Ergebnissicherung vorgestellt (z.B. Impulsfragen für Gespräche, Anregungen zur Weiterarbeit, aber auch Spielideen).

Zur Handreichung gehört auch eine Übersichtstabelle mit allen Experimenten und Aufgaben. Damit können sich Begleitpersonen einen schnellen Überblick verschaffen. Insbesondere für Lehrkräfte, die vielleicht gezielt nach einer passenden Aufgabe oder Experiment suchen, ist eine solche Darstellung hilfreich.

Tabellarische Übersicht aller Experimente:

Experimente und Aufgaben	Durchführung	Benötigtes Material pro Kind	Erkenntnis
Gewicht schätzen	Gewicht der Gegenstände schätzen durch	Bleistift, Radiergummi,	Gramm als Einheit kennenlernen. Schätzen lernen.

Abbildung 6: Auszug aus der Handreichung - Übersichtstabelle

Jeder Experimentierkiste liegt zudem noch eine Materialliste bei. Anhand derer können Begleitpersonen die Experimentierkiste auf Vollständigkeit überprüfen. Außerdem erhalten sie eine Übersicht über benötigte Materialien, die nicht in der Kiste enthalten sind (z.B. Schere, Kleber). Diese Materialien müssen von den Begleitpersonen selbst organisiert, bzw. von den Lernenden mitgebracht werden.

5.6 Experimentierkiste Balkenwaage

Im Folgenden wird die Experimentierkiste zum Thema Balkenwaage vorgestellt. Hierfür werden zunächst die fachspezifischen Ziele aus physikalischer und mathematischer Sicht erläutert. Anschließend werden die einzelnen Aufgaben und Experimente vorgestellt. Abschließend erfolgt eine Betrachtung des benötigten Materials mit einer genauen Kostenaufstellung und Verweis auf Beschaffungsmöglichkeiten. Das Experiment Kleiderbügelwaage wurde inspiriert durch den Youtube Kanal *Schule Online*. Zur Zusammenstellung passender Aufgaben wurden Informationen der SUPRA Lernplattform genutzt. Als Vorbild diente außerdem das Forscherheft „Gewichte“, das auf der Materialseite Zaubereinmaleins frei verfügbar ist.

5.6.1 Fachspezifische Ziele aus physikalischer Perspektive

Durch den fächerübergreifenden Ansatz verfolgt die Experimentierkiste sowohl fachspezifische Ziele aus mathematischer als auch physikalischer Perspektive. Im Folgenden werden die Ziele vorgestellt, die aus physikalischer Sicht erreicht werden sollen.

„Ziel der Experimentierkiste ist es Kindern naturwissenschaftliche Arbeitsmethoden näher zu bringen. Indem sie beobachten, ausprobieren, messen und untersuchen gewinnen sie neue Erkenntnisse.“ (Handreichung zur Experimentierkiste)

Durch den Bau und das Experimentieren mit einer Kleiderbügelwaage sollen die Kinder Einblick in den Aufbau und Funktionsweise einer Balkenwaage erhalten. Ziel ist dabei auch durch Vergleichen unterschiedlich schwerer Alltagsgegenständen und verschiedenen Hebelarmlängen die Voraussetzungen für den Zustand des Gleichgewichts kennenzulernen. Insbesondere sollen Lernende entdecken, dass die Hebelwirkung nicht nur von der angreifenden Gewichtskraft abhängt, sondern auch von der Länge der Hebelarme. Ferner verfolgt die Experimentierkiste das Ziel Lernende zu ermöglichen sich mit ihrer Umwelt bewusst auseinanderzusetzen, Gesetzmäßigkeiten hinter bekannten Phänomenen kennenzulernen und Funktion und Bedienung von Gebrauchsgegenständen, hier einer Küchenwaage, kennenzulernen und für die Erfassung von Messergebnissen zu nutzen.

5.6.2 Fachspezifische Ziele aus mathematischer Perspektive

Auch aus mathematischer Perspektive verfolgt die Experimentierkiste bestimmte Ziele, die hier kurz dargestellt werden.

Durch vergleichen von Alltagsgegenständen mit der Kleiderbügelwaage sollen die Lernenden Vorstellungen zum Gewicht aufbauen. Dabei lernen sie auch die Maßbezeichnung Gramm kennen und nutzen. Im Vergleich mit

ausgewählten Repräsentanten (Holzwürfel) lernen die Kinder, dass sich Gewicht so auch vergleichen und berechnen lässt. In der Experimentierphase setzen sie sich mit Sachproblemen auseinander für die sie eigene Lösungswege entwickeln müssen. Ziel ist es damit die Problemlösefähigkeiten der Lernenden zu fördern. Durch Schätzen, Vergleichen und Berechnen von Gewicht sollen naturwissenschaftliche Arbeitsweisen kennengelernt und genutzt werden. Dabei soll auch die Anwendung von Rechenoperationen, additive und multiplikative Verfahren, auf Sachprobleme gefördert werden.

5.6.3 Experimente und Aufgaben

Im Folgenden werden die einzelnen Aufgaben und Versuche kurz dargestellt und erläutert. Da manche Aufgaben sich zu einer Gruppe zusammenfassen lassen, werden diese entsprechend gemeinsam vorgestellt. Der Schwerpunkt der Aufgaben und Experimente wechselt dabei, je nachdem ob mehr die physikalischen oder mehr die mathematische Perspektive im Fokus stehen.

Aufgabe 1: Gewicht schätzen

Die Lernenden werden aufgefordert das Gewicht der abgebildeten Gegenstände zu schätzen. Dadurch werden die Größenvorstellungen der Kinder aktiviert.

Aufgabe 1: Was wiegen unsere Sachen?

Betrachte die Bilder. Nimm die Gegenstände auch in die Hand.

Was schätzt du? Wie viel wiegen die Dinge?

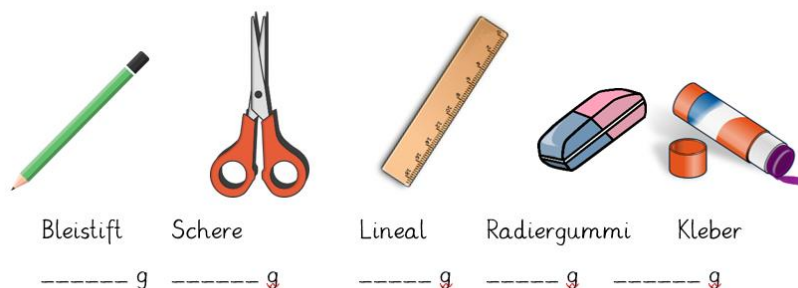


Abbildung 7: Auszug aus dem Aufgabenheft

Es wurden bewusst Gegenstände aus dem Alltag der Kinder genutzt, da sie sich besonders dazu eignen Größenvorstellungen zu festigen und damit den Kindern auch Stützpunktgrößen an die Hand geben, die sie für realistisches Schätzen von Gewicht benötigen (Hasemann, 2014, S.206 und S.212)

Aufgabe 2: Bau einer Balkenwaage

Ausgangspunkt der weiteren Aufgabenreihe bildet der Bau einer Kleiderbügelwaage. Die Experimentierkiste stellt hierfür zwei Alternativen zur Auswahl:

- Offene Aufgabe: Die Lernenden erhalten nur das Material und die Aufgabe eine Balkenwaage zu bauen.
- Geschlossene Aufgabe: Die Lernenden erhalten eine Anleitung und bauen die Kleiderbügelwaage mithilfe der Anleitung auf.

Bei der offenen Aufgabenstellung müssen die Lernenden ihr Vorwissen und ihre Vorerfahrungen zu Waagen aktivieren um aus den gegebenen Materialien einen Gegenstand zu bauen, der es ihnen erlaubt Gewicht miteinander zu vergleichen. Dabei erleben sie sich als Konstrukteur und setzen sich mit dem Aufbau einer Balkenwaage (Kleiderbügelwaage) auseinander.

In der geschlossenen Aufgabenstellung lernen Kinder eine sprachliche Anweisung in entsprechende Handlungen zu überführen. Um die Waage zu bauen müssen sie Längen richtig abmessen, schneiden und Gegenstände zusammenfügen. Auch hier setzen sie sich mit dem Aufbau einer Balkenwaage auseinander.

Aufgabe 3: Gewicht vergleichen

Mit der Kleiderbügelwaage vergleichen die Schüler und Schülerinnen das Gewicht eigener Gegenstände. Sie überprüfen beispielsweise, ob ihr Bleistift oder ihr Radiergummi schwerer ist. Dabei können durchaus unterschiedliche Ergebnisse beobachtet werden.

Beim Vergleichen der Gegenstände mit der Kleiderbügelwaage sammeln sie Erfahrungen mit der Gewichtskraft. Sie stellen fest, dass die Gewichtskraft größer ist bei schweren Gegenständen als bei leichteren Gegenständen, da der Kleiderbügel „stärker“ auf der entsprechenden Seite nach unten gezogen wird. Indem sie unterschiedliche Gegenstände direkt miteinander vergleichen, bauen die Kinder Größenvorstellungen auf. Sie erhalten auch Raum eigene Gegenstände zum Vergleich heranzuziehen. Als Reflexionsidee wird vorgeschlagen, die Kinder ihre Ergebnisse vorstellen zu lassen. Dabei sollen sie ihre Beobachtungen auch verbalisieren. So kann sichergestellt werden, dass sie die Funktionsweise der Kleiderbügelwaage verstanden haben.

Aufgabe 4: Gleichgewicht herstellen

Aufgabe ist es die Kleiderbügelwaage ins Gleichgewicht zu bringen. Dafür dürfen nicht die gleichen Gegenstände benutzt werden, also z.B. dürfen nicht zwei Bleistifte in die Becher gelegt werden.

Durch die Aufgabe beschäftigen sich die Lernenden mit den nötigen Voraussetzungen um Gleichgewicht herzustellen. Dabei müssen sie auch das Gewicht der Gegenstände einschätzen um sie richtig auf die Becher zu verteilen. Die offene Aufgabe kann auf verschiedene Arten gelöst werden, z.B. durch strategisches Überlegen oder durch klassisches Ausprobieren. Ihr Ergebnis halten sie zeichnerisch fest.

In einem Reflexionsgespräch können die Lernenden ihre Ergebnisse und die Herangehensweise vorstellen. Dabei lässt sich auch thematisieren, dass die Kinder zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen können. In der Handreichung wird auch vorgeschlagen, dass die Kinder ihre Ergebnisse in einer Tabelle festhalten (z.B. 1 Bleistift = 2 Radiergummis). Dabei stellen die Lernenden ggf. fest, dass sich das Gewicht so nicht vergleichen lässt.

Aufgabe 5: Aufwiegen

Die Aufgabe schließt sich an den vorherigen Aufgaben an. Statt die Gegenstände direkt miteinander zu vergleichen, werden die Kinder aufgefordert das Gewicht ihrer Gegenstände mit dem Gewicht von Holzwürfeln zu vergleichen, die alle gleich groß und gleich schwer sind.

Dabei lernen sie Repräsentanten (hier: standardisierte Holzwürfel) einzusetzen um das Gewicht von Gegenständen miteinander zu vergleichen. Im Sitzkreis können die Kinder anschließend ihre Ergebnisse austauschen. Dabei können sie entdecken, dass die Repräsentanten ermöglichen Gegenstände auch untereinander zu vergleichen, was zuvor nicht möglich war.

Beispiel: Franz Bleistift wiegt so viel wie 3 Holzwürfel. Sophias Bleistift wiegt so viel wie 2 Holzwürfel. Franz Bleistift ist schwerer als Sophias Bleistift.

Die Aufgabe ermöglicht ein Verständnis für standardisierte Maßeinheiten zu erlangen, vorausgesetzt es findet ein Austausch statt.

Aufgabe 6, 7 und 8: Gewicht berechnen

In den drei Aufgaben werden die Lernenden dazu aufgefordert das Gewicht der Gegenstände unter Zuhilfenahme der Holzwürfel (Repräsentanten) auszurechnen. Dafür müssen die Kinder auch auf ihr Wissen aus vorherigen Aufgaben zurückgreifen. Sie müssen geschickt wiegen und anschließend rechnen. Die Aufgaben lassen sich als Sachprobleme klassifizieren, die Problemlösefähigkeiten fördern. Die Kinder erhalten keinen Lösungsweg vorgegeben. Sie müssen überlegen, wie sie an die benötigten Angaben kommen um das Gewicht berechnen zu können. Dabei steigert sich die Aufgabenschwierigkeit. Bei Aufgabe 6 können die Kinder direkt das Wissen aus Aufgabe 5 nutzen um das Gewicht zu berechnen. Bei Aufgabe 7 hingegen müssen sie erst einmal die kleinen Würfel mit einem Gegenstand vergleichen, den sie bereits mit großen Würfeln verglichen haben.

Beispiel: 1 Bleistift wiegt so viel, wie 2 große Würfel.
1 Bleistift wiegt so viel, wie 4 kleine Würfel.
 $4 : 2 = 2$
1 großer Würfel wiegt so viel, wie 2 kleine Würfel.

Dabei können die Aufgaben teilweise auf mehrere Arten gelöst werden. Eine andere Möglichkeit ist einen Gegenstand, dessen Gewicht bereits berechnet wurde, mit kleinen Würfeln aufzuwiegen. Anschließend kann das Gewicht des kleinen Würfels rechnerisch ermittelt werden.

Beispiel: In Aufgabe 6 wurde berechnet, dass ein Bleistift ca. 10 Gramm wiegt. Mit der Kleiderbügelwaage wurde festgestellt, dass der Bleistift genauso schwer, wie 5 kleine Würfel ist. Durch Division können wir das Gewicht eines kleinen Würfels berechnen. $10 : 5 = 2$

Die offenen Aufgabenstellungen fördern die Entwicklung von Problemlösefähigkeiten, da keine Herangehensweise vorgegeben wird.

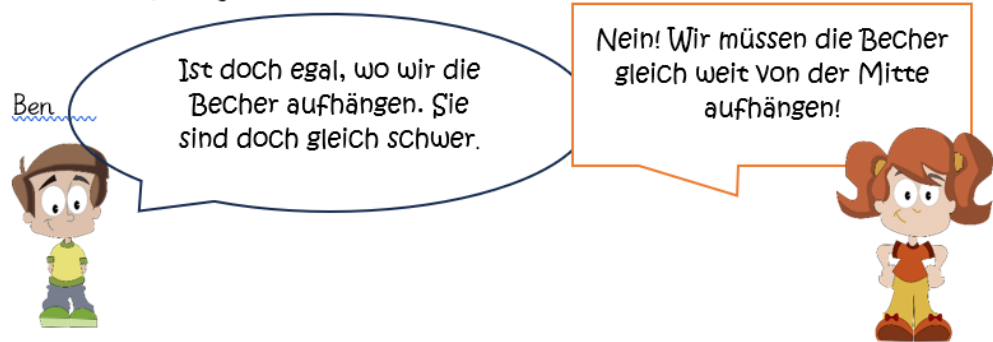
Die Aufgabenschwierigkeit kann verringert werden, indem zu Beginn bereits kleine und große Holzwürfel ausgeteilt werden. Es kann auch auf Tippkarten zu den Aufgaben zurückgegriffen werden. Es bietet sich an eine Gesprächsrunde nach Aufgabe 8 abzuhalten, sodass die Herangehensweise an Problemlöseaufgaben gemeinsam besprochen werden kann.

Aufgabe 9: Ben sagt...

Die Kinder lesen zunächst zwei Aussagen von Comicfiguren zu denen sie Stellung beziehen sollen. Dafür müssen sie überlegen und ausprobieren, ob sich der Abstand zum Kleiderbügelhaken auf das Gleichgewicht auswirkt.

Aufgabe 9: Ben sagt...

Ben und Tina wollen auch eine Balkenwaage bauen. Als sie die Becher aufhängen wollen, streiten sie sich:



Wer hat Recht? ☐ Ben ☐ Tina

Abbildung 8: Auszug aus dem Aufgabenheft – Aufgabe 9

Die Aufgabe fordert zur Auseinandersetzung mit dem Hebelgesetz auf. Durch Ausprobieren können sie zur Erkenntnis gelangen, dass das Kräfte-Gleichgewicht nicht nur von der angehängten Gewichtskraft abhängt, sondern auch vom Abstand zum Kleiderbügelhaken. Der Kleiderbügel hängt nur gerade, wenn die zwei gleich schweren Becher auch gleich weit von der Mitte entfernt befestigt werden. Die Beobachtung sollte unbedingt auch im Gespräch mit der Gruppe reflektiert werden. Ansonsten besteht die Gefahr, dass die Erkenntnis unbewusst bleibt.

In der Handreichung wird außerdem vorgeschlagen eine Verbindung zur Wippe herzustellen, da Kinder hier über Vorerfahrungen verfügen.

Aufgabe 10: Verschiedene Abstände

Bei der Aufgabe werden die Lernenden aufgefordert ein Gleichgewicht an der Kleiderbügelwaage herzustellen bei verschiedenen langen Hebelarmen.

Dafür verändern die Lernenden den Abstand eines Bechers und beladen die Becher so, dass die Kleiderbügelwaage ein Gleichgewicht anzeigt.

Durch die Aufgabe können Lernende ergründen, wie Gewicht und Hebelarmlänge zueinander in Beziehung stehen. Sie setzen sich dadurch mit dem Hebelgesetz auseinander. Die Ergebnisse sollten im Sitzkreis besprochen werden.

Aufgabe 11 und 12: Wiegen und vergleichen

Die Gegenstände sollen von den Lernenden mit der Küchenwaage gewogen und das genaue Gewicht notiert werden. Anschließend vergleichen sie die Messergebnisse mit ihren eigenen Schätzungen und errechneten Ergebnissen. Dadurch erhalten die Lernenden die Gelegenheit Bedienung und Funktion einer digitalen Küchenwaage kennenzulernen. Beim Aufwiegen und Rechnen mit der Kleiderbügelwaage haben die Kinder wahrscheinlich nicht genau die gleichen Ergebnisse erhalten. Daher sollte im Reflexionsgespräch thematisiert werden, dass sich das Gewicht mit einer Kleiderbügelwaage (Balkenwaage) nur ungefähr bestimmen lässt, während technische Messgeräte Größen genauer bestimmen können. Indem Schätzungen mit den Messergebnissen verglichen werden, können Lernende ein Gefühl für realistische Einschätzungen entwickeln. In der Aufgabe werden die Kinder auch dazu aufgefordert ihre Ergebnisse in Tabellenform festzuhalten. Die Dokumentation der Ergebnisse trägt dazu bei, sich mit naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen vertraut zu machen.

Zusatzaufgabe für Schnelle

Wie bereits erwähnt, enthält jede Experimentierkiste eine Zusatzaufgabe mit Rätselcharakter. Sie dient als Differenzierung für Lernende, die schneller mit den Aufgaben fertig sind. Die Zusatzaufgabe zeigt drei Abbildungen. Die Lernenden werden gebeten einzuschätzen, zu welcher Seite sich der Kleiderbügel neigen wird, wenn die Becher entsprechend der Abbildung beladen werden. Die Lernenden müssen hierfür ihr Wissen aus den bearbeiteten Aufgaben auf die bildlichen Situationen übertragen.

Nachdem sie die Aufgaben eingeschätzt haben, dürfen sie selbst mit ihrer Kleiderbügelwaage überprüfen, ob ihre Einschätzungen richtig sind. Die Aufgaben sind herausfordernd, da auf den Abbildungen Gewicht und Hebelarmlänge unterschiedlich sind.

5.6.4 Materialien

In diesem Unterkapitel werden kurz die benötigten Materialien der Experimentierkiste vorgestellt. Dabei wird auch begründet Stellung zur Auswahl der Gegenstände genommen.

Für die Experimentierkiste Balkenwaage wurde der Bau einer Kleiderbügelwaage ausgewählt. Diese lässt sich von Kindern relativ einfach und schnell mit üblichen Haushaltsgegenständen realisieren. Daher ist sie deutlich praktischer als vergleichbare Konstruktionen aus Holz, die sehr zeitaufwendig sind und zusätzliches Werkzeug benötigen.

Eine Zehnerpackung Kleiderbügel aus Plastik lässt sich sehr günstig in Haushaltswarengeschäften erwerben. Bei der Auswahl wurde einerseits darauf geachtet, dass auf beiden Seiten einfach etwas angehängt werden kann und dass andererseits der Kleiderbügelhaken beweglich ist. Dadurch lassen sich die Kleiderbügel für den Wiegevorgang leichter an Stuhllehnen aufhängen.

Um Gewichte miteinander vergleichen zu können, wurden Pappbecher als Waagschalen genutzt. Diese bieten gegenüber von Plastiktüten den Vorteil, dass sie stabiler sind und durch die große Öffnung leicht zu befüllen. Plastiktüten verheddern sich häufig und können leicht reißen, wenn spitze Gegenstände (z.B. Bleistift oder Schere) hineingesteckt werden. Gegenüber Plastikbecher bieten die Pappbecher den Vorteil, dass sich mit einem spitzen Bleistift relativ einfach Löcher hineinstecken lassen um daran Fäden befestigen zu können. Außerdem ist eine 20er Packung preiswert und leicht verfügbar. Es sollte darauf geachtet werden keine zu kleinen Becher zu nutzen.

Die Garnrolle als Befestigungsmaterial stellte sich während der Durchführung als problematisch heraus. Das Naturgarn franst schnell aus und die Kinder haben dann Schwierigkeiten die Fäden durch die Löcher zu ziehen. Wolle könnte eine bessere Alternative dazu darstellen.

Um einen Becher einfach an einer anderen Stelle am Kleiderbügel aufhängen und somit die Länge des Hebelarms variieren zu können, wurden einfache Haken, die es für Badezimmer und Küche zu kaufen gibt, angeschafft. Alternativ können die Becher auch an einer anderen Stelle festgeknotet werden. Allerdings kostet es Zeit die Fäden wieder auf und zuzuknoten. Außerdem haben auch in der 3. Jahrgangsstufe noch einige Kinder Schwierigkeiten mit dem Binden von Knoten. Eine 10er Packung Haken lässt sich günstig und einfach beschaffen.

Um Gewicht miteinander vergleichen zu können, wurde nach Objekten gesucht, die in einer großen Stückzahl kostengünstig erworben werden können und in Größe und Gewicht identisch sind. Außerdem sollten die Objekte nicht zu schwer sein, sodass sich damit leichte Gegenstände (z.B. ein Radiergummi) einfach aufwiegen lassen. Da die Experimentierkisten über längere Zeit auch gelagert werden müssen, sollte es sich dabei idealerweise nicht um ein Lebensmittel handeln (z.B. Zuckerstückchen). Daher wurden Holzwürfel in zwei Ausfertigungen ausgewählt. Über Amazon waren diese relativ günstig in großen Mengen erhältlich.

Es folgt nun eine genaue Kostenaufstellung der Materialien mit Ursprungsort und Bezeichnung.

5.6.5 Kostenaufstellung

Position	Gegenstand/Material	Ursprung	Anzahl	Preis
1	Plastikkiste mit Deckel SAMLA	Ikea	1	9,99€
2	Kleiderbügel (10er Packung)	Woolworth	10	3,50€
3	Pappbecher (20er Packung)	Woolworth	20	2,99€
4	Garnrolle	Woolworth	1	1 €
5	Metallhaken (10er Packung)	Amazon	10	4,98€
6	Holzwürfel groß	Amazon	100	9,99€
7	Holzwürfel klein	Amazon	500	9,99€
Gesamt				42,44€

Tabelle 1: Kostenaufstellung Experimentierkiste Waage

5.7 Experimentierkiste „Spiegel & Symmetrie“

Im Folgenden wird die Experimentierkiste zum Thema *Spiegel und Symmetrie* vorgestellt. Hierfür werden zunächst die fachspezifischen Ziele aus physikalischer und mathematischer Sicht erläutert. Anschließend werden die einzelnen Aufgaben und Experimente vorgestellt. Abschließend erfolgt eine Betrachtung des benötigten Materials mit einer genauen Kostenaufstellung und Verweis auf Beschaffungsmöglichkeiten. Eine Linkliste ergänzt die Informationen zum Material. Die Ideen für die ausgewählten Experimente stammen von der Online-Lernplattform SUPRA, aus dem Experimentierband „Wir experimentieren in der Grundschule – Teil 2“ und dem Forscherheft Spiegel von Frau Krüger, das im Schülerlabor der Goethe Universität verwendet wird.

5.7.1 Fachspezifische Ziele aus physikalischer Perspektive

In der Auseinandersetzung mit verschiedenen Experimenten zum Thema Spiegel sollen naturwissenschaftliche Arbeitsweisen kennengelernt werden. Insbesondere durch genaues Beobachten und Vergleichen können Lernende neue Erkenntnisse gewinnen. Ziel ist es, Kenntnisse über die Eigenschaften und die Lage von Spiegelbildern zu erlangen. In der Auseinandersetzung mit den Experimenten sollen die Lernenden erkennen, dass ein Spiegel zwar vorne und hinten miteinander vertauscht, nicht jedoch links mit rechts. Außerdem sollen sie durch gezieltes beobachten, messen und ausprobieren feststellen, dass sich das Spiegelbild nicht auf der Spiegelebene, sondern dahinter befindet. Außerdem soll die Experimentierkiste ermöglichen andere Spiegel und spiegelnde Oberflächen kennenzulernen. In der Auseinandersetzung mit verschiedenen spiegelnden Objekten können Kinder etwas über die Eigenschaften derselben erfahren (z.B. Glatte Oberflächen können spiegeln, Wölbspiegel erzeugen andere Spiegelbilder).

5.7.2 Fachspezifische Ziele aus mathematischer Perspektive

Aus der mathematischen Perspektive verfolgt die Experimentierkiste das Ziel Eigenschaften achsensymmetrischer Figuren kennenzulernen, indem mathematische Herangehensweisen genutzt werden, z.B. beobachten, beschreiben, herstellen, überprüfen. Im Vordergrund steht dabei die Beziehung zwischen Urbild und Spiegelbild zu ergründen. Die Lernenden entdecken beispielsweise, dass Urbild und Spiegelbild in gleicher Entfernung zur Spiegelachse liegen. Außerdem können sie feststellen, dass Figur und Spiegelfigur deckungsgleich sind. Ziel ist es auch, dass sie Spiegelungen im Raum mit Spiegelungen in der Ebene vergleichen können. Sie erhalten die Gelegenheit Symmetrie von Figuren und Buchstaben zu untersuchen, sowie Figuren selbst zu spiegeln. Durch offene Fragestellungen werden sie dazu angeregt, Beobachtungen zur Symmetrie anzustellen und darüber nachzudenken.

5.7.3 Experimente und Aufgaben

Im Folgenden werden die einzelnen Experimente mit den dazugehörenden Aufgaben vorgestellt. Zu den einzelnen Experimenten gehören meistens drei Aufgaben. Diese werden entsprechend gemeinsam vorgestellt.

Experiment 1: Was vertauscht der Spiegel (Aufgabe 1, 2 und 3)

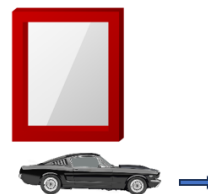
Die Kinder benötigen einen Spiegel, ein Spielzeugauto und einen Bleistift. In 3 kurzen Aufgaben können sie entdecken, welche Seiten in einem Spiegel vertauscht werden. Zunächst vergleichen die Kinder hierfür die Bewegungen eines Spielzeugautos mit seinem Spiegelbild. Dabei bewegen sie das Auto vor einem Spiegel nach rechts und links. Danach betrachten die Kinder das Auto von seiner Vorderseite und bewegen es vor dem Spiegel nach vorne und zurück. Die Bewegungen vergleichen sie jeweils mit dem Spiegelbild. Dabei entdecken die Lernenden welche Seiten ein Spiegel vertauscht (Vorderseite und Rückseite). Bei Aufgabe 3 sollen sie einen Bleistift zwischen Auto und Spiegel legen. Danach vergleichen sie die Lage des Bleistifts (hinter dem Auto) mit der Lage des gespiegelten Bleistifts (vor dem Auto). Mithilfe genauer Beobachtung und Vergleich zwischen Spiegelbild und Gegenstand werden Kenntnisse über Eigenschaften von Spiegelbildern aufgebaut.

Aufgabe 1: Rechts und links

Du brauchst einen Spiegel und ein Auto.

Bewege das Auto nach rechts.
In welche Richtung fährt das Auto im Spiegel?

- ☐ Rechts ☐ Links



Bewege das Auto nach links. In welche Richtung fährt das Auto im Spiegel?

- ☐ Rechts ☐ Links

Abbildung 9: Auszug aus dem Aufgabenheft Spiegel

Die Erkenntnisse sollten in einer anschließenden Ergebnissicherung im Sitzkreis besprochen werden. In der Handreichung wird auch vorgeschlagen gemeinsam Beobachtungen mit weiteren Gegenständen zu sammeln. Um deutlicher die Seiten voneinander unterscheiden zu können, sollten vorzugsweise nicht-symmetrische Gegenstände verwendet werden. Auch spielerisch können sich die Kinder mit dem Thema weiter auseinandersetzen, z.B. indem sie zu zweit Spiegelpantomime durchführen.

Experiment: Symmetrie untersuchen (Aufgabe 4, 5 und 6)

Die Kinder benötigen das Aufgabenheft, einen Stift und einen Spiegel. Zunächst schreiben sie ihren Namen in großen Buchstaben in das Aufgabenheft. Mit dem Spiegel untersuchen sie daraufhin die Buchstaben von verschiedenen Seiten. Durch Vergleich mit dem Spiegelbild sollen die Buchstaben erkannt werden, die symmetrisch sind. Die Aufgabe ist bewusst offen gestellt und soll dazu einladen auszuprobieren und Beobachtungen anzustellen. Da die Namen unterschiedlich sind, werden auch individuell unterschiedliche Beobachtungen festgestellt. Den eigenen Namen zu untersuchen kann für Lernende eine spannende Aufgabe sein. In der darauffolgenden Aufgabe sollen bekannte Symbole auf ihre Symmetrie untersucht werden. Die Kinder überprüfen jeweils mit dem Spiegel welche der vorhandenen Linien Spiegelachsen sind. Bei Aufgabe 6 versuchen die Kinder selbst vorhandene Spiegelachsen im Mosaik zu finden und erstellen anschließend ihr eigenes kleines Mosaik.

Die Aufgaben bieten verschiedene Gelegenheiten sich mit der Achsensymmetrie von Figuren und Buchstaben vertraut zu machen. Durch Ausprobieren lernen die Kinder achsensymmetrische Figuren zu erkennen. Dabei entdecken sie auch, dass nicht alle Buchstaben oder Figuren achsensymmetrisch sind. Indem sie selbst Spiegelachsen finden müssen und eine Figur spiegeln, beschäftigen sie sich mit den Eigenschaften, die

achsensymmetrische Figuren haben. Dabei können sie entdecken, dass die Spiegelachsen die Figur in zwei Teile „halbiert“, die deckungsgleich sind.

Experiment: Wo liegt das Spiegelbild? (Aufgabe 7, 8 und 9)

Die Kinder benötigen einen Stift mit Kappe, einen Spiegel und eine leere CD-Hülle. In den folgenden drei Aufgaben beschäftigen sich die Kinder mit der Frage, wie weit Gegenstand und Spiegelbild von der Spiegelebene entfernt liegen. Hierfür probieren die Kinder zunächst das Spiegelbild eines Füllers mit seiner Kappe so zu ergänzen, dass sie einen ganzen Füller im Spiegel sehen können. Anschließend messen sich nach, wie weit Spiegelbild und Füller von ihrem Spiegel entfernt liegen. Bei Aufgabe 8 sollen die Kinder mithilfe einer CD-Hülle ein Herz spiegeln. Anschließend vergleichen sie die Abstände zur Spiegelachse miteinander. Das Wissen aus ihren Beobachtungen sollen sie in Aufgabe 9 auf die Ebene übertragen. Hier müssen sie das Spiegelbild eines Stifts selbst einzeichnen. Um die Aufgabe richtig lösen zu können, müssen sie die Erkenntnis, dass Spiegelbilder den gleichen Abstand zur Spiegelachse haben, nutzen.

Aufgabe 7: Wo liegt der Stift?

Lege deinen Füller ohne Kappe vor den Spiegel.

Die Spitze von deinem Füller sollte nicht im Spiegel zu sehen sein.



Schiebe die Kappe hinter dem Spiegel so lange hin und her, bis du einen ganzen Stift im Spiegel siehst. Bewege nur die Kappe!

Abbildung 10: Auszug aus dem Aufgabenheft Spiegel

In den drei aufeinander aufbauenden Aufgaben lässt sich entdecken, dass Gegenstand und Spiegelbild gleich weit von der Spiegelachse entfernt

liegen. Das Spiegelbild liegt dabei im Raum hinter der Spiegelebene. Sie erfahren außerdem, dass auch andere glatte Oberflächen spiegeln können. Dieses Erkenntnis ist besonders wichtig um erfolgreich Figuren zeichnerisch spiegeln zu können.

Experiment: Löffel (Aufgabe 10)

Die Kinder erhalten einen Esslöffel und die Aufgabe sich selbst darin zu beobachten. Mit dem Alltagsgegenstand können die Kinder entdecken, dass ein Löffel kein normaler Spiegel ist. Auf der Löffelinnenseite sehen sich die Kinder verkehrt herum. Auf der Außenseite hingegen sehen wir komisch verzerrt aus. Die Kinder entdecken dabei, dass die Oberfläche eines Spiegels einen Einfluss auf das Spiegelbild hat. Ein gewölbter Esslöffel zeigt auf der Innenseite das Spiegelbild verkehrt herum. Auf der Außenseite hingegen ist das Spiegelbild aufrecht, allerdings wird es verzerrt. Durch die Wölbung fungiert der Esslöffel einmal als Hohlspiegel (Innenseite) und einmal als Wölbspiegel (Außenseite).

In einer gemeinsamen Reflexionsrunde können die Beobachtungen besprochen werden. Die Begleitperson kann auch danach fragen, ob die Kinder noch andere Spiegel kennen, bzw. besondere Spiegel im Alltag schon gesehen haben. Der Nutzen besonderer Spiegel kann z.B. am Wölbspiegel zur Verkehrsbeobachtung besprochen werden.

Zusatzaufgabe: Spiegeltricks

Für schnellere Kinder gibt es wieder eine Zusatzaufgabe mit Rätselcharakter. Zunächst ist die Aufgabe mit dem Spiegel die Abbildung eines Donuts so zu ergänzen, dass dem Donut kein Stück mehr fehlt. Die Kinder müssen den Spiegel geschickt auf die Abbildung stellen. Hierfür müssen sie ihr bisheriges Wissen über Spiegelung von Figuren nutzen. Mit einem zweiten Spiegel sollen die Kinder dann den ganzen Donut erst zum Verschwinden bringen und dann versuchen zu vervielfältigen. Dabei

können die Lernenden auch feststellen, dass auch ein Spiegelbild selbst wieder gespiegelt werden kann.

5.7.4 Materialien

Die Materialien der Experimentierkiste werden hier kurz vorgestellt und die Auswahl bestimmter Materialien begründet.

Für die Experimentierkiste wurden Spiegelfliesen aus dem Baumarkt genutzt. Diese haben einerseits den Vorteil, dass sie verhältnismäßig günstig sind und in einer passenden Anzahl (12 Stück pro Packung) vertrieben werden. Spiegelfliesen sind zudem in den meisten großen Baumärkten standardmäßig verfügbar. Im Vergleich zu den eher kleinen Spiegelkarten, die meistens in Grundschulen Verwendung finden, sind die Spiegelfliesen deutlich größer (15cm x 15cm), was die Beobachtung deutlich erleichtert. Einziger Nachteil der Spiegelfliesen ist, dass sie weniger robust sind. Daher muss der umsichtige Umgang damit vorab besprochen werden. Um die Spiegelfliesen sicher in der Experimentierkiste zu verstauen, wurden kleine Polsterumschläge genutzt.

Für die Beobachtung von Bewegungen wurde die Experimentierkiste mit Spielzeugautos bestückt. Hier gibt es unterschiedlich teure Varianten auf dem Markt. Es lassen sich jedoch günstige Modelle preisgünstig erwerben. Außerdem handelt es sich ebenso um einen einfach verfügbaren Gegenstand, der auch in Supermärkten, Drogerien und Haushaltswarengeschäften, sowie natürlich Spielzeuggeschäften erwerbbar ist. Spielzeugautos wurden einerseits ausgewählt, weil sich Vorderseite und Rückseite voneinander unterscheiden. Andererseits handelt es sich dabei um Objekte aus der Lebenswelt der Kinder mit einem motivierenden Charakter. Die Spielzeugautos lassen sich auch durch andere asymmetrische Gegenstände ersetzen, die zur Betrachtung einladen, z.B. Tierfiguren. Problematisch an den Spielzeugautos könnte sein, dass sie von den eigentlichen Aufgaben ablenken könnten. Da sich die Experimentierkiste vorwiegend an die älteren Jahrgangsstufen richtet, erscheint dieser Nachteil vertretbar.

Auch die CD-Hüllen lassen sich in praktischen Mehrwegpackungen günstig erwerben. Diese sind in Elektronikfachmärkten und online verfügbar. Die CD-Hüllen lassen sich gleichzeitig auch als Standhilfe für die Spiegelfliesen nutzen (in Verbindung mit Klebepunkten). Teilweise sind diese jedoch nicht besonders stabil und die Kinder können Schwierigkeiten damit haben, diese zu öffnen.

Einfache Esslöffel sind in allen Haushaltswarengeschäften und online leicht verfügbar und können relativ günstig erworben werden. Außerdem sind sie langlebig.

Insgesamt konnte das Ziel einer Bestückung mit kostengünstigen und leicht verfügbaren Alltagsgegenständen gut erfüllt werden.

5.7.5 Kostenaufstellung

Position	Gegenstand/Material	Ursprung	Anzahl	Preis
1	Plastikkiste mit Deckel SAMLA	Ikea	1	9,99€
2	Spiegelfliesen	Hornbach	12	9,99€
3	CD-Hüllen	Amazon	10	9,49€
4	Spielzeugautos (10er Packung)	Amazon	10	22,21 €
5	Esslöffel	Amazon	10	9,98€
6	Luftpolsterumschläge im CD-Format (10 Stück)	Amazon	10	2,12€
Gesamtpreis				63,78€

Tabelle 2: Kostenaufstellung Experimentierkiste Spiegel

6. Reflexion

Die beiden Experimentierkisten wurden in einer Grundschule erprobt. In drei Unterrichtsstunden und zwei unterschiedlichen Klassen der Jahrgangsstufe 3 und 4 haben Kinder jeweils die Experimente ausprobiert und dazu eine kleine Befragung in Form eines kurzen Fragebogens ausgefüllt. Im Folgenden werden zunächst die Beobachtungen, die während der Durchführung gesammelt wurden, dargestellt. Anschließend wird der entwickelte Fragebogen kurz vorgestellt und die Ergebnisse aus der Befragung aufgezeigt und erläutert.

6.1 Reflexion zur Experimentierkiste Balkenwaage

Die Experimentierkiste Balkenwaage wurde zeitgleich mit der Experimentierkiste Spiegel in drei Freiarbeitsstunden an zwei unterschiedlichen Tagen in einer 3. Klasse erprobt. Die Kinder durften dabei selbst auswählen mit welchem Thema sie sich beschäftigen wollen. Da die beiden Themenbereiche *Symmetrie* und *Rechnen mit Gewichten* kurz zuvor im Mathematikunterricht behandelt worden waren, bot sich der Einsatz beider Kisten thematisch an. Die Lehrkraft entschied daher den Lernenden die freie Wahl zu lassen mit welcher Experimentierkiste sie sich beschäftigen wollen. In den Freiarbeitsstunden war jeweils immer nur die Hälfte der Lerngruppe anwesend, wobei nach einer Unterrichtsstunde die beiden Lerngruppen wechselten. Die andere Hälfte der Lerngruppe hatte in dieser Zeit jeweils Unterricht in einem anderen Raum. Dadurch ergaben sich günstige Voraussetzungen um die Lerngruppen während der Experimentierphase zu unterstützen. Eine Hälfte der Klasse hatte dabei die Gelegenheit in zwei Unterrichtsstunden zu experimentieren. Die andere Gruppe konnte sich nur eine Unterrichtsstunde lang mit den Experimenten beschäftigen. Daher konnten nicht alle Aufgaben von der zweiten Gruppe bearbeitet werden. Insgesamt favorisierte die Mehrheit eine Beschäftigung mit der Experimentierkiste Spiegel. Nur 7 Kinder (ca. 1/3 der Lerngruppe) wollten sich mit den Experimenten zum Thema Balkenwaage beschäftigen. Die Gründe für die Auswahl sind nicht bekannt. Ein möglicher Grund könnte

sein, dass die Kinder das Thema für schwieriger erachteten oder weniger interessant fanden. Die Klasse berichtete außerdem davon, dass sie auch im Mathematikunterricht schon mit Kleiderbügelwaagen experimentiert hatten. Dadurch können die Schüler und Schülerinnen das Gefühl gehabt haben, dass die Experimentierkiste für sie nichts Neues zu böte. Eine weitere Möglichkeit wäre, dass die Gegenstände, die für sie vorab schon ersichtlich waren, weniger anziehend auf sie wirkten. Da es sich hier nur um Vermutungen handelt, sind auch noch andere Gründe denkbar.

6.1.1 Beobachtungen bei der Durchführung

Da die Lernenden bereits mit einer Kleiderbügelwaage im Mathematikunterricht experimentiert hatten, stellte die Aufgabe eine Waage aus den vorgegebenen Materialien zu bauen keine Herausforderung dar. Alle Zweierteams hatten die Waagen relativ schnell aufgebaut. Das Garn erwies sich als etwas problematisch, da es schnell ausfranst und dadurch nur schwierig durch die Löcher gezogen werden konnte. Beim Vergleichen von Gegenständen mit der Kleiderbügelwaage rutschten die Becher öfter herunter. Rückblickend sollten die Kinder den Hinweis erhalten, die Becher festzuknoten.

Während der gesamten Experimentierphase waren alle Zweierteams motiviert bei der Sache und zeigten keine nachlassende Aufmerksamkeit. Wie erwartet, hatten die Zweiergruppen zunächst Schwierigkeiten mit den Aufgaben 6 und 7, die Problemlösekompetenzen erfordern. Hier äußerte eine Gruppe Verwirrung „*Hä, wie geht denn das? Das weiß man doch nicht*“. Die Lehrkraft gab der Gruppe daraufhin den Tipp, dass sie auch Informationen aus vorherigen Aufgaben zur Lösung nutzen könnten. Ein Mädchen äußerte daraufhin, dass sie eine Idee habe („*Ich weiß schon wie*“) und bedeutete der Lehrkraft, dass sie alleine weiterarbeiten wolle.

Das Wiegen und Vergleichen der Gegenstände mit Holzwürfeln bereitete den Zweierteams dagegen keine Schwierigkeiten. Zwei Teams verweilten sehr lange bei den ersten Aufgaben und verglichen noch weitere Gegenstände miteinander über die eigentliche Aufgabe hinaus. Leider

schaffte es aus Zeitgründen kein Team die Aufgaben 9, 10, 11 und 12 zu bearbeiten. Daher lassen sich hier keine Rückschlüsse zur Schwierigkeit oder Verständlichkeit der Aufgaben ziehen.

6.1.2 Befragungen

Um den Kindern die Möglichkeit zu geben, eine Rückmeldung zu den Experimentierkisten abzugeben, wurde dieser kurze, einfache Fragebogen entwickelt. Der Fragebogen wurde in beiden Klassen unabhängig von der ausgewählten Experimentierkiste genutzt. Darin wurden die Lernenden gebeten Interesse, Aufgabenschwierigkeit, Verständlichkeit, sowie den Grad an Erkenntnisgewinn einzuschätzen. Hierfür standen ihnen jeweils 5 Antwortmöglichkeiten als Abstufung zur Verfügung. Eine Ausnahme bildet die Frage nach einem eventuellen Wissenszuwachs (Hast du etwas Neues gelernt?). Hier gab es nur 3 Antwortmöglichkeiten (*Ja*, *teilweise* und *nein*).

Da es sich insgesamt nur um eine kleine Stichprobe handelt, lassen sich keine allgemeingültigen Schlüsse aus den Antworten ziehen. Sie können jedoch als eine vorsichtige Tendenz betrachtet werden. Dabei sollte beachtet werden, dass sich besonders wenig Kinder für die Balkenwaage entschieden haben.

Deine Meinung zur Experimentierkiste

1. Wie haben dir die Experimente gefallen?

Sehr gut	gut	War okay	Nicht so gut	Überhaupt nicht gut
----------	-----	----------	--------------	---------------------

2. Wie leicht fiel es dir die Aufgaben zu verstehen?

Sehr leicht	leicht	Mal so, mal so	schwer	Sehr schwer
-------------	--------	----------------	--------	-------------

3. Wie leicht fiel es dir die Aufgaben zu lösen?

Sehr leicht	leicht	Mal so, mal so	schwer	Sehr schwer	
-------------	--------	----------------	--------	-------------	--

4. Ich habe etwas Neues gelernt:

Ja	Ein bisschen	Nein
----	--------------	------

5. Möchtest du noch etwas sagen? _____

Abbildung 10: Fragebogen zur Experimentierkiste

Da sich nur sehr wenige Kinder für eine Bearbeitung der Experimentierkiste Balkenwaage entschieden haben, wurde hier auf eine genaue Darstellung der Antworten verzichtet. Stattdessen werden die Antworten im Folgenden kurz zusammengefasst.

Von den 7 Kindern bewerteten 5 Kinder die Experimente mit „gut/sehr gut“. Kein Kind bewertete die Experimente als „nicht so gut/ überhaupt nicht gut“. Gleichzeitig wurde die Verständlichkeit der Aufgabenstellungen von 4 Kindern nur als teilweise verständlich eingeschätzt („mal so, mal so“). Kein Kind kreuzte an, dass es Schwierigkeiten hatte. Auch die Aufgabenschwierigkeit („Wie leicht fiel es dir die Aufgaben zu lösen?“) wurde von den Kindern zwischen leicht und mittelschwer („mal so, mal so“) eingestuft. Kein Kind fand die Aufgaben zu leicht oder zu schwierig. 4 Kinder gaben an, dabei auch Neues gelernt zu haben. Kein Kind gab an, nichts Neues gelernt zu haben. Insgesamt scheinen die befragten Kinder die

Experimentierkiste eher positiv erlebt zu haben. Durch die kleine Anzahl lassen sich aber keine allgemeingültigen Schlüsse ziehen.

6.2 Reflexion zur Experimentierkiste Spiegel

Die Experimentierkiste Spiegel konnte zusätzlich zu den drei Unterrichtsstunden in der 3. Klasse auch noch in einer Doppelstunde mit einer 4. Klasse erprobt werden. Auch hier war nur etwa die Hälfte der eigentlichen Lerngruppe anwesend, sodass sich ähnlich gute Bedingungen zur Unterstützung ergaben. Es lassen sich hier nicht alle gesammelten Beobachtungen darstellen. Stattdessen werden ausgewählte Beobachtungen kurz dargestellt, die im Hinblick auf einen künftigen Einsatz der Experimentierkisten als besonders relevant erscheinen.

6.2.1 Beobachtungen bei der Durchführung

Die Klassenlehrerin führte die Klasse jeweils kurz in die Arbeitsweise ein und verteilte das Material, sowohl in Klasse 3 als auch in Klasse 4. Die meisten Zweierteams in beiden Klassen bearbeiteten die ganze Doppelstunde motiviert die Aufgabenstellungen aus dem Aufgabenheft. Bei Bearbeitung der ersten Aufgaben zeigte sich bei einigen Teams, dass sie ihr Spiegelbild nicht aufmerksam genug verglichen. Sie kreuzten auch im Aufgabenheft die falsche Antwort an (z.B. Aufgabe 1: links statt rechts). Einige Teams schienen es auch für überflüssig zu halten und kreuzten eine Antwort an, bevor sie das Experiment ausprobiert hatten. Interessanterweise kreuzten alle Kinder aus Jahrgangsstufe 3 bei der Frage „Was vertauscht ein Spiegel?“ (Aufgabe 3) die falsche Antwort („rechts mit links“) an, unabhängig davon, ob sie in den vorherigen Aufgaben die richtige oder falsche Antwort markiert hatten. Auf Nachfrage der Lehrerin, äußerte eine Schülerin aus der 3. Klasse folgendes: *„der Spiegel macht doch alles umgekehrt“*. Sie wurde daraufhin aufgefordert die Bewegung noch einmal im Spiegel zu beobachten und stellte fest, dass sich das Auto in die gleiche Richtung bewegt. Daraufhin verbesserte sie die Aufgabe. Dasselbe

Problem wurde bei mehreren Zweiergruppen in Klasse 3 beobachtet. Die Beobachtungen legen einmal mehr nahe, wie wichtig anschließende Reflexionsgespräche sind, um die bei Lernenden vorhandenen Vorstellungen mit den Beobachtungen abzugleichen. Wie bereits in der Darstellung zu Schülervorstellungen erläutert wurde, sind die durch Alltagserfahrungen und Vorerfahrungen entwickelten Vorstellungen sehr resistent. In Jahrgangsstufe 4 hingegen kreuzte nur 1 Zweierteam die falsche Antwort an. Es lässt sich daher vermuten, dass die älteren Schüler und Schülerinnen eher in der Lage waren, aus ihren Beobachtungen Schlüsse zu ziehen.

Schwierigkeiten hatten alle Teams, sowohl in Klasse 3, als auch in Klasse 4 mit der Aufgabe „Wo liegt der Stift?“. Hier gelang es keinem Team ohne Unterstützung die Stiftkappe richtig hinter dem Spiegel zu positionieren. Tatsächlich versuchten die meisten die Kappe vor den Spiegel oder an den Spiegel heranzuschieben. Dies entspricht auch der Darstellung zu Schülervorstellungen im Kapitel 3.2.2. Wenig Interesse hatten die Lernenden dagegen für die Mosaik-Malaufgabe. Viele Zweiergruppen übersprangen die Aufgabe nach kurzer Zeit.

In der Doppelstunde konnten fast alle Zweiergruppen aus der 4. Klasse das Aufgabenheft vollständig bearbeiten. Dies legt nahe, dass der zeitliche Rahmen passend ist. Die 3. Klasse musste die Experimentierphase auf zwei einzelne Stunden verteilen. Daher kamen hier nur wenige Zweierteams bis zur letzten Aufgabe. Durch zweimaliges Austeilen und besprechen, stand ihnen insgesamt weniger Zeit zur Verfügung.

6.2.2 Befragungen

Da derselbe Fragebogen auch hier genutzt wurde, wird der Fragebogen nicht noch einmal vorgestellt. Stattdessen erfolgt direkt eine Darstellung der Ergebnisse aus den beiden Klassen 3 und 4, die jeweils an der Befragung zur Experimentierkiste Spiegel teilgenommen haben.

Motivation	Wie gut haben dir die Experimente gefallen?				
	Sehr gut	gut	War okay	Nicht so gut	Überhaupt nicht gut
Klasse 3 (Anzahl an Antworten)	8	5	2	--	--
Klasse 4	10	2	--	--	--

Tabelle 3: Ergebnisse aus der Befragung (Motivation)

Der überwiegende Teil der Lernenden bewertete die Experimente als „sehr gut“ oder „gut“. Das legt den Schluss nahe, dass die Experimentierkisten das Interesse der Lernenden wecken konnte.

Verständlichkeit	Wie leicht ist es dir gefallen die Aufgaben zu verstehen?				
	Sehr leicht	leicht	Mal so, mal so	Schwer	Sehr schwer
Klasse 3 (Anzahl an Antworten)	6	4	5	--	--
Klasse 4 (Anzahl an Antworten)	6	4	2	--	--

Tabelle 4: Ergebnisse aus der Befragung (Verständlichkeit)

Zwar schien es den meisten Lernenden leicht gefallen zu sein, die einzelnen Aufgaben zu verstehen. Dennoch geben einige auch an, dass sie Schwierigkeiten hatten. Einerseits lässt sich daraus schließen, dass manche Aufgaben wohl als herausfordernd empfunden wurden. Andererseits könnte die Einschätzung auch nahelegen, dass die Aufgabenstellungen unklar formuliert wurden. Gegen letzteres spricht jedoch die Tatsache, dass die Mehrheit die Aufgaben eher als gut verständlich eingeschätzt hat. Nur wenige bewerteten die Verständlichkeit mit der Antwort „Mal so, mal so“.

Schwierigkeit	Wie leicht ist es dir gefallen die Aufgaben zu lösen ?				
	Sehr leicht	leicht	Mal so, mal so	Schwer	Sehr schwer
Klasse 3 (Anzahl an Antworten)	3	5	6	1	--
Klasse 4 (Anzahl an Antworten)	6	5	1	--	--

Tabelle 5: Ergebnisse aus der Befragung (Schwierigkeit)

Die Ergebnisse zur Aufgabenschwierigkeit geben ein ähnliches gemischtes Bild, wie bei der vorherigen Frage nach der Verständlichkeit. Es ist naheliegend, dass ein fehlendes Aufgabenverständnis auch bedeutet, dass die Aufgaben als schwieriger empfunden wurden. Ein Kind empfand die Aufgaben sogar als schwierig. Insgesamt hat die Mehrheit jedoch die Aufgaben als eher leicht eingestuft. Es sollte daher der Frage nachgegangen werden, ob die Aufgaben nicht ausreichend herausfordernd gestellt wurden.

Überraschenderweise hat ein nicht unbeachtlicher Teil der Befragten angegeben, eigentlich nichts Neues gelernt zu haben (ca. 1/3 der Befragten). Überwiegend waren dies Personen, die auch Aufgabenschwierigkeit und Verständlichkeit mit *sehr leicht* bewertet haben. Dies könnte einerseits daran liegen, dass die Personen aus Zeitgründen nur die einfacheren, ersten Aufgaben bearbeiten konnten und die zunehmend komplexer werdenden Aufgaben noch gar nicht bearbeitet hatten. Andererseits ist es auch möglich, dass sie die Inhalte durch den vorangegangenen Mathematikunterricht schon so ausführlich behandelt haben, dass sie keine neuen Erkenntnisse gewinnen konnten.

Bei Durchsicht der Antworten zur offenen Frage nach weiteren Bemerkungen (Möchtest du noch etwas sagen?), lobte die Hälfte der Befragten die Experimentierkiste („Es hat Spaß gemacht“, „Die Experimente waren toll“, „Mir hat es sehr gut gefallen“) oder äußerten Dankbarkeit darüber, dass sie die Experimentierkiste ausprobieren durften („Danke, dass wir die Experimente benutzen durften“, „Danke für die Experimente“). Nur ein Kind meldete zurück, dass er die Experimente „langweilig“ fand. Die restlichen Befragten äußerten sich nicht.

Insgesamt scheinen die Befragten die Auseinandersetzung mit den Experimentierkisten als positives Erlebnis empfunden zu haben. Dabei wurden Aufgabenschwierigkeit und Verständlichkeit erwartungsgemäß unterschiedlich bewertet. Mit Ausnahme von einzelnen Antworten, wurden die Aufgaben generell nicht als überfordernd empfunden. Dabei stellt sich die Frage, ob einzelne Aufgabenstellungen nicht herausfordernd genug sind. Insbesondere in der Befragung zur Experimentierkiste Spiegel schätzten viele Befragten den Erkenntnisgewinn als gering oder nicht vorhanden ein. Die Ergebnisse decken sich mit den Beobachtungen aus der Durchführungsphase. Überwiegend scheinen die Lernenden sich auf das Handeln zu fokussieren ohne Beobachtungen und Ergebnisse ausreichend zu reflektieren.

7. Ausblick und Fazit

Mit ihrer fächerübergreifenden Orientierung verfolgten die Experimentierkisten insbesondere das Ziel Naturwissenschaften für Kinder zugänglich und erfahrbar zu machen. Im Vordergrund stand dabei nicht die Vermittlung bestimmter Wissensinhalte und Lernziele, sondern das eigenständige Entdecken, Beobachten und Ausprobieren, sowie Lösen kleiner Aufgaben. Außerdem sollte Interesse und Freude an der Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Inhalten vermittelt werden. Die Beobachtungen und Befragungsergebnisse stimmen vorsichtig optimistisch, dass die Ziele damit erreicht wurden. Von den meisten

Lernenden wurde die Experimentierphase als eine motivierende Beschäftigung empfunden. Problematisch scheint jedoch der Umstand, dass die handelnde Auseinandersetzung mit der Experimentierkiste auf Seite der Lernenden nicht unbedingt zu einem Wissenszuwachs oder einer veränderten Vorstellung führt. Die Beobachtungen, die während der Experimentierphase von den Lernenden gemacht wurden, werden nicht automatisch auch reflektiert. Anschließende Reflexionsgespräche oder Ergebnissicherungsphasen erscheinen daher zwingend notwendig. Auch einzelne Aussagen von Lernenden legen nahe, dass das Handeln eher unreflektiert geschieht und für die Lernenden im Fokus steht („Hauptsache, es hat Spaß gemacht“, äußerte ein Kind im Fragebogen).

Im Hinblick auf das Ziel eine kostengünstige Alternative zu teuren Experimentierkisten zu schaffen, lässt sich die Entwicklung der beiden Experimentierkisten als gelungen betrachten. Beide Kisten konnten unter der Kostengrenzen von 80 Euro bestückt werden.

Literaturverzeichnis

Ebel, M. (2019). Förderung von naturwissenschaftlichen Konzepten und Bildungssprache von Vorschulkindern. Effekte kontextreduzierter Gespräche auf konzeptuelle Vorstellungen zu Hebelwirkung und bildungssprachliche Lexik und Grammatik (Diss.). Universität Koblenz-Landau. Verfügbar unter: https://kola.opus.hbz-nrw.de/frontdoor/deliver/index/docId/2030/file/Diss_Ebel.pdf

Gebhard, U. et al. (2017). Schülerperspektiven auf die Naturwissenschaften. In: Gebhard, U., Nütteke, D. & Rehm, M.: *Pädagogik der Naturwissenschaften. Ein Studienbuch* (S.143-165). Springer.

Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts, GDSU (2013). Perspektivrahmen Sachunterricht. Julius Klinkhardt.

Haagen-Schützenhöfer, C. & Hopf, M. (2018). Schülervorstellungen zur geometrischen Optik. In: Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M. & Duit, R. (Hrsg.) *Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 115-138). Springer Spektrum.

Hasemann, K. & Gasteiger, H. (2014). Größen und Sachrechnen. In: Hasemann, K. & Gasteiger, H. (Hrsg.). *Anfangsunterricht Mathematik*. Springer.

Helmerich, M. & Lengnink, K. (2016). Einführung Mathematik Primarstufe. Geometrie. Springer.

Heran-Dörr, E. & Wiesner, H. (2010). Themenfeld Spiegel und Spiegelbilder. In: Kahlert, J. & Demuth, R. (Hrsg.). *Wir experimentieren in der Grundschule. Einfache Versuche zum Verständnis physikalischer und chemischer Zusammenhänge*. Teil 2 (S. 114-133). Aulis Verlag.

Hessisches Kultusministerium (2011). *Bildungsstandards und Inhaltsfelder - Das neue Kerncurriculum für Hessen. Primarstufe. Mathematik*. https://kultus.hessen.de/sites/kultus.hessen.de/files/2021-06/kc_mathematik_prst_2011.pdf

Hessisches Kultusministerium (2011a). *Bildungsstandards und Inhaltsfelder - Das neue Kerncurriculum für Hessen. Primarstufe. Sachunterricht*. <https://kul->

tusministerium.hessen.de/sites/kultusministerium.hessen.de/files/2021-06/kc_sachunterricht_prst_2011.pdf

LEIFI-Physik (2025a). *Hebel*. FWU Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht. Verfügbar unter: <https://www.leifiphysik.de/mechanik/einfache-maschinen/grundwissen/hebel>

LEIFI-Physik (2025b). *Kraftwandler*. FWU Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht. Verfügbar unter: <https://www.leifiphysik.de/mechanik/einfache-maschinen/grundwissen/kraftwandler>

LEIFI-Physik (2025d). *Spiegelgeschichte*. FWU Institut für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht. Verfügbar unter: <https://www.leifiphysik.de/optik/lichtreflexion/geschichte/spiegelgeschichte>

PIKAS Deutsches Zentrum für Lehrkräftebildung Mathematik (2025). Größen und Messen. Verfügbar unter: <https://pikas.dzlm.de/unterricht/gr%C3%B6%C3%9Fen-und-messen>

Schecker, H. & Duit, R. (2018). Schülervorstellungen und Physiklernen. In: Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M. & Duit, R. (Hrsg.) *Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 1-21). Springer Spektrum.

Scheid, H. & Schwarz, W. (2017). *Elemente der Geometrie*. Springer.

Schwelle, V. et al. (2013). „Ein Nussknacker ist aus Metall und deshalb stärker als die Hand.“ Präkonzepte von Drittklässlern zum Hebelgesetz. In: Fischer, H.-J., Giest, H. & Pech, D. (Hrsg.). *Der Sachunterricht und seine Didaktik. Bestände prüfen und Perspektiven entwickeln* (129-136). Julius Klinkhardt.

SUPRA - Sachunterricht praktisch und konkret (2025a). Kräftegleichgewicht – Hebel. Supra Lernplattform Homepage. Verfügbar unter: <https://www.supra-lernplattform.de/index.php/lernfeld-natur-und-technik/technisches-spielzeug/sachinformationen-fuer-die-lehrkraft?start=2>

SUPRA - Sachunterricht praktisch und konkret (2025b). Spiegel. Supra Lernplattform Homepage. Verfügbar unter: <https://www.supra-lernplattform.de/lernfeld-natur-und-technik/spiegel/sachinformationen-fuer-die-lehrkraft>

Wodzinski, R. & Wilhelm, T. (2018). Schülervorstellungen im Anfangsunterricht. In: Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M. & Duit, R. (Hrsg.) *Schülervorstellungen und Physikunterricht. Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 244- 268). Springer Spektrum.

Zaubereinmaleins (2025): Lernlandschaft Gewichte. Verfügbar unter: <https://www.zaubereinmaleins.de/kommentare/lernlandschaft-gewichte....362/>

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

<i>Abbildung 1: einseitiger Hebel</i>	9
<i>Abbildung 2: zweiseitiger Hebel</i>	9
<i>Abbildung 3: Kleiderbügel als Balkenwaage</i>	10
<i>Abbildung 4: Bausteine im Spiegel</i>	11
<i>Abbildung 5: Auszug aus der Handreichung. Inhaltsverzeichnis</i>	39
<i>Abbildung 6: Auszug aus der Handreichung: Übersichtstabelle</i>	41
<i>Abbildung 7: Auszug aus dem Aufgabenheft</i>	43
<i>Abbildung 8: Auszug aus dem Aufgabenheft</i>	48
<i>Abbildung 9: Auszug aus dem Aufgabenheft Spiegel</i>	54
<i>Abbildung 10: Fragebogen zur Experimentierkiste</i>	63
 <i>Tabelle 1: Kostenaufstellung Kiste Balkenwaage</i>	 52
<i>Tabelle 2: Kostenaufstellung Kiste Spiegel</i>	59
<i>Tabelle 3: Ergebnisse aus der Befragung (Motivation)</i>	66
<i>Tabelle 4: Ergebnisse aus der Befragung (Verständlichkeit)</i>	66
<i>Tabelle 5: Ergebnisse aus der Befragung (Schwierigkeit)</i>	67

Anhang

- I. Deckblatt Experimentierkiste Balkenwaage**
- II. Aufgabenheft Balkenwaage**
- III. Handreichung zur Experimentierkiste Balkenwaage**
- IV. Deckblatt Experimentierkiste Spiegel & Symmetrie**
- V. Aufgabenheft Spiegel & Symmetrie**
- VI. Handreichung zur Experimentierkiste Spiegel & Symmetrie**
- VII. Eigenständigkeitserklärung**

Experimentierkiste Balkenwaage



Anleitung: Wir bauen eine Balkenwaage

Du brauchst:

- 1 Kleiderbügel
- 2 Becher mit Löchern
- Garn oder Wolle
- Schere und Lineal

Das musst du tun:

1. Für die Balkenwaage brauchst du 4 gleich lange Fäden.
Nimm das Garn und miss mit deinem Lineal 12cm davon ab.

Schneide das Stück dann ab. Nun hast du deinen ersten Faden.

Schneide noch 3 weitere Fäden mit der gleichen Länge ab.
Nutze wieder dein Lineal!
2. Nimm dir dann einen Becher. Schiebe einen Faden durch eines der Löcher im Becher. Knote dann die beiden Fadenenden zusammen.
3. Schiebe nun den zweiten Faden durch das andere Loch im Becher. Knote auch wieder die Fadenenden zusammen. An den beiden Fäden kannst du deinen Becher am Kleiderbügel aufhängen.
4. Dasselbe machst du mit dem zweiten Becher. Fertig ist deine Balkenwaage!

Aufgabenheft

Wir erforschen Gewichte



Was ist schwerer?
Wie viel wiegt ein...

Aufgabe 1: Was wiegen unsere Sachen?

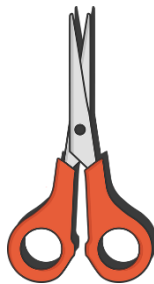
Betrachte die Bilder. Nimm die Gegenstände auch in die Hand.

Was schätzt du? Wie viel wiegen die Dinge?



Bleistift

----- g



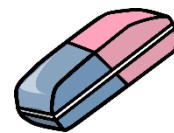
Schere

----- g



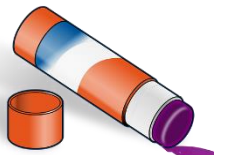
Lineal

----- g



Radiergummi

----- g



Kleber

Aufgabe 2: Eine Balkenwaage bauen

Du brauchst:

- 1 Kleiderbügel
- 2 Becher
- Wolle oder Garn

Baue mit den Sachen eine Balkenwaage. Zeichne deine Idee hier:

Aufgabe 3: Gewicht vergleichen

Hänge deine Balkenwaage mit dem Haken des Kleiderbügels an eine Stuhllehne. Lege in jeden Becher einen Gegenstand:

1. Was ist schwerer? Kreuze an.

- ☐ Deine Schere **oder** ☐ dein Kleber?
- ☐ Dein Bleistift **oder** ☐ dein Radiergummi?
- ☐ Dein Kleber **oder** ☐ dein Bleistift + dein Radiergummi?

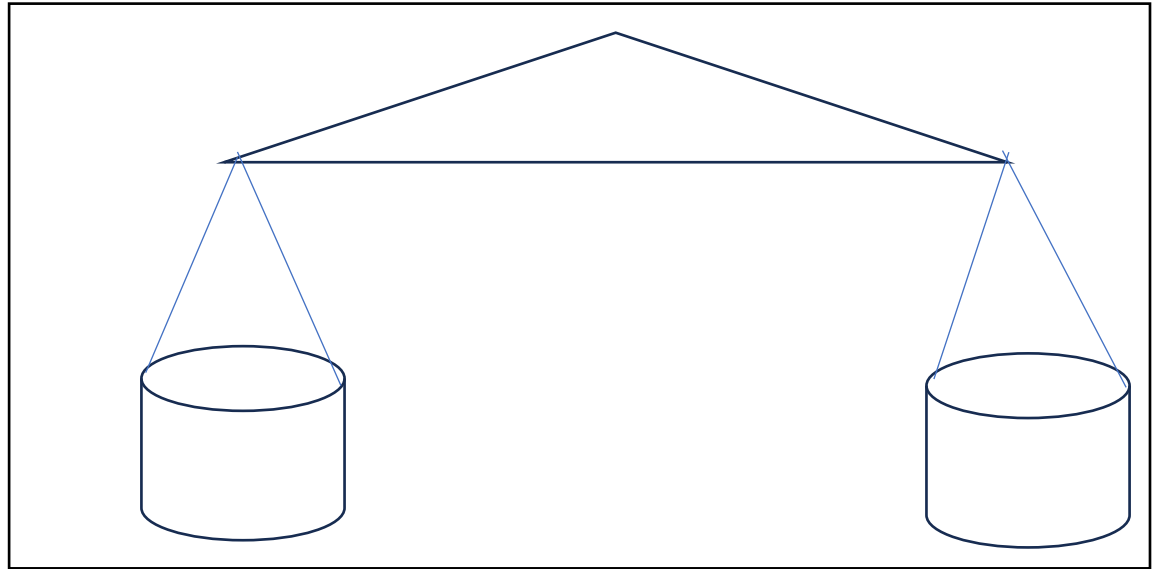
2. Suche und wiege noch zwei andere Sachen. Hier hast du Platz:

- ☐ _____ **oder** ☐ _____

Aufgabe 4: Gleichgewicht

Kannst du die Waage ins Gleichgewicht bringen? Nutze verschiedene Gegenstände dafür!

Was hast du in die Becher gefüllt? Male oder schreibe.



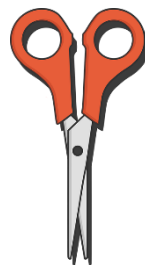
Aufgabe 5: Aufwiegen

Nimm dir eine Packung von den großen Holzwürfeln.

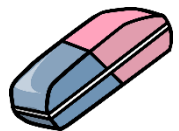
Teste mit deiner Balkenwaage aus, wie viele Holzwürfel wiegen gleich viel wie dein Bleistift, deine Schere und dein Radiergummi?



_____ Holzwürfel



_____ Holzwürfel

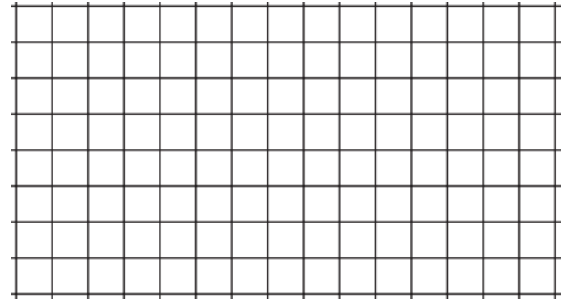


_____ Holzwürfel

Aufgabe 6: Berechne das Gewicht eines Bleistifts

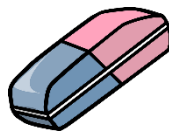
$$1 \text{ } \square = 4 \text{ g}$$

Wie viel wiegt dein Bleistift? Rechne aus.

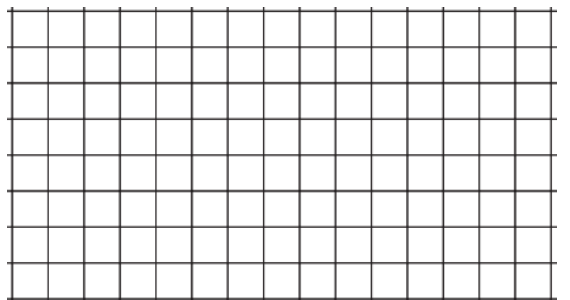
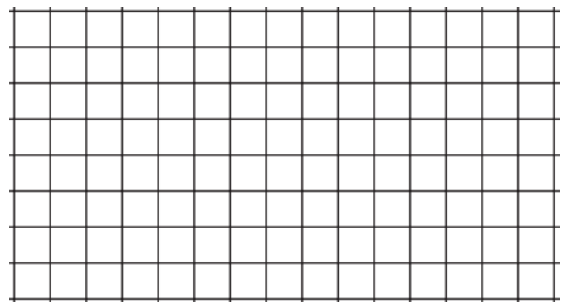
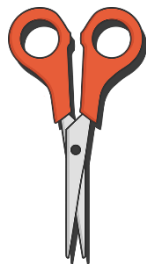


Berechne auch das Gewicht der anderen Gegenstände:

Wie viel wiegt dein
Radiergummi?



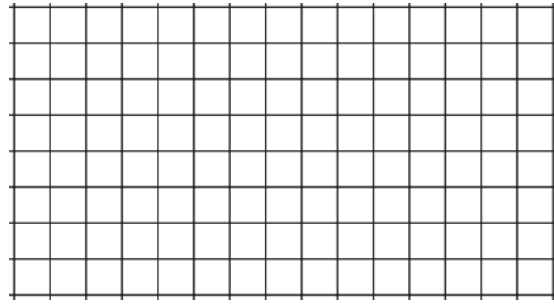
Wie viel wiegt deine Schere?



Aufgabe 7: Gewicht berechnen II

Gib die großen Würfel zurück und bitte um die kleinen Holzwürfel.

Wie viel wiegt ein kleiner Würfel? Finde es selbst heraus.



----- g

Ein kleiner Würfel wiegt:

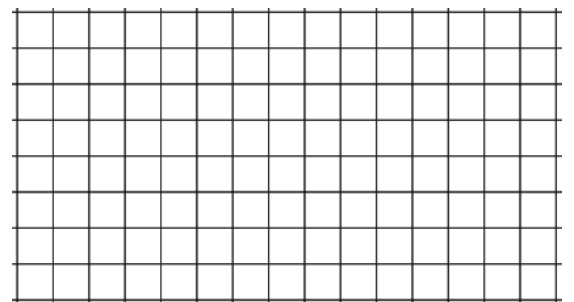
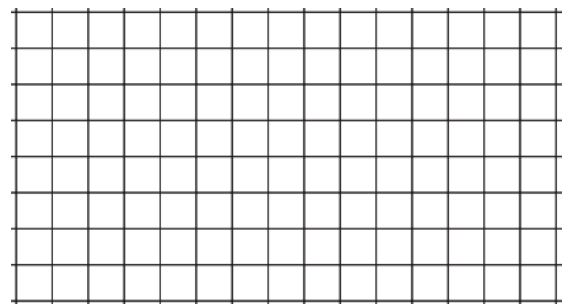
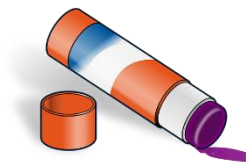
Aufgabe 8: Wiegen und rechnen

Wie schwer ist...

... dein Lineal?



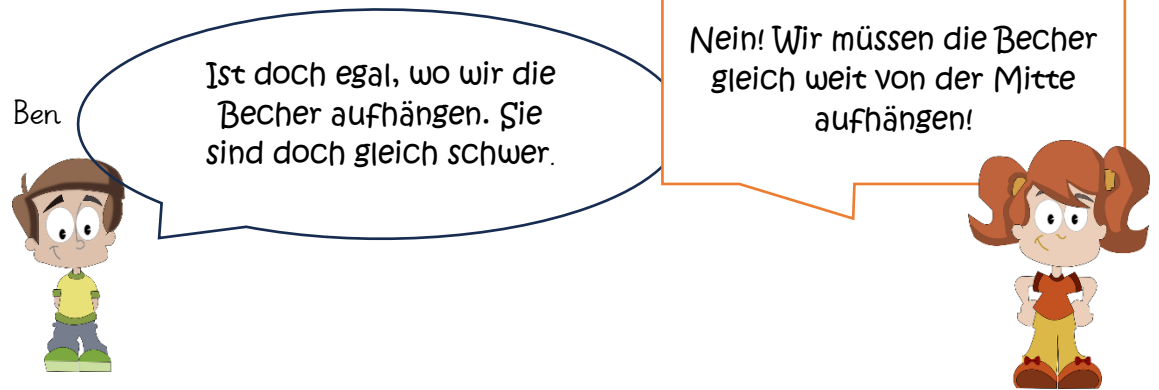
... dein Kleber?



Lineal: ----- g und Kleber: ----- g

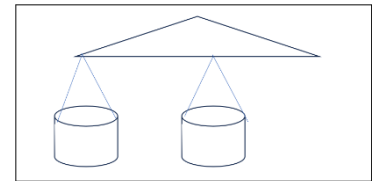
Aufgabe 9: Ben sagt...

Ben und Tina wollen auch eine Balkenwaage bauen. Als sie die Becher aufhängen wollen, streiten sie sich:



Wer hat Recht? ☐ Ben ☐ Tina

Probiere es aus. Nimm den Haken und hänge einen Becher nah zur Mitte auf.
Was beobachtest du?



Ergänze die Lücken:

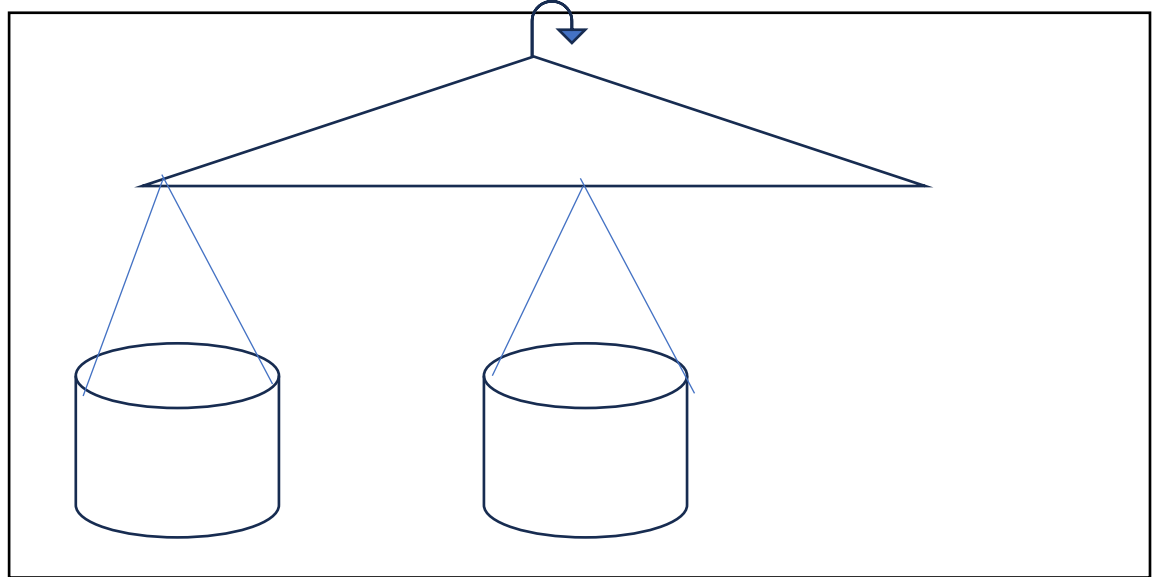
Unsere Kleiderbügel-Waage ist nur im Gleichgewicht, wenn beide Becher

----- schwer sind und ----- weit von der Mitte entfernt hängen.

Aufgabe 10: Verschiedene Abstände

Kannst du die Waage trotzdem ins Gleichgewicht bringen?

Zeichne, wie du es geschafft hast:



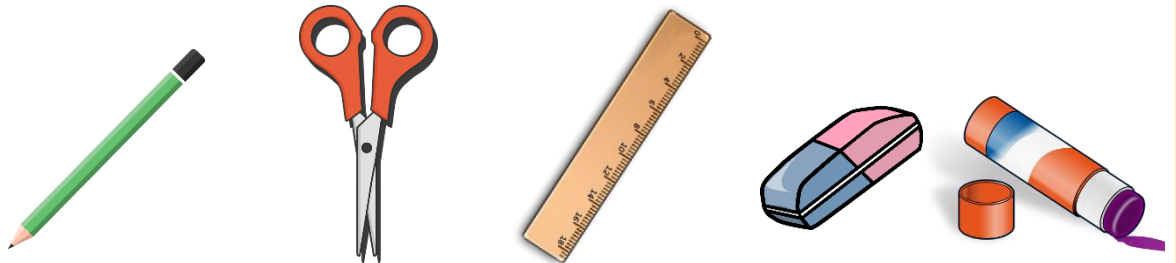
Der _____ Becher hängt näher beim Haken.

Der _____ Becher hängt weiter weg vom Haken.

schwere - leichte

Aufgabe 11: Ergebnisse überprüfen

Überprüfe nun mit der Küchenwaage: Wie viel wiegen die Gegenstände?



_____ g _____ g _____ g _____ g _____ g

Tipp: Achte darauf, dass die Waage bei 0 steht, bevor du einen Gegenstand daraufstellst.

Aufgabe 12: Ergebnisse vergleichen

Vergleiche deine Ergebnisse aus Aufgabe 1, Aufgabe 6 und Aufgabe 9 miteinander.

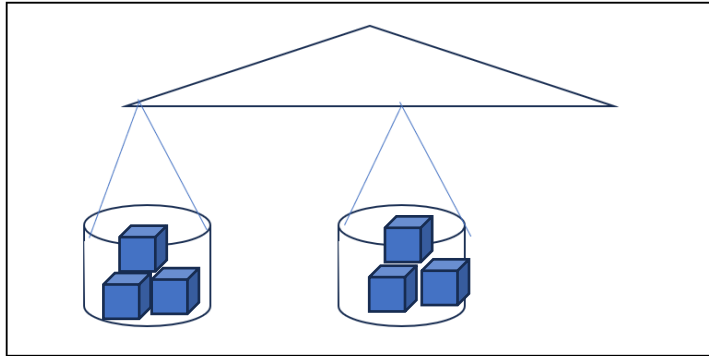
Schreibe deine Ergebnisse in die Tabelle

	Bleistift	Schere	Radiergummi	Beispiel: Apfel
Geschätzt: Aufgabe 1				150g
Gerechnet: Aufgabe 6				145g
Gewogen: Aufgabe 9				149g

Bei welchem Gegenstand hast du am besten geschätzt?

Zusatzaufgabe:

Welche Seite vom Kleiderbügel zeigt nach unten?

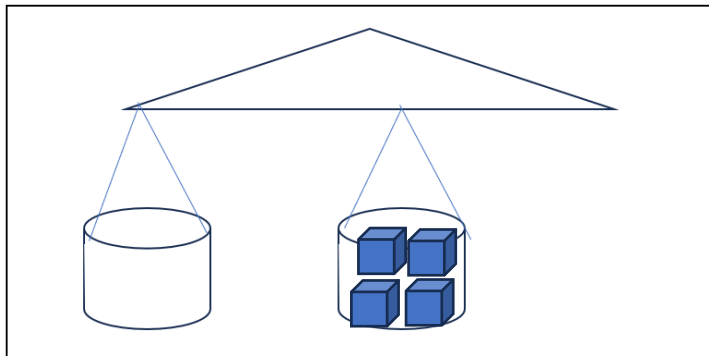


Kreuze an:

Links

Rechts

Gleichgewicht

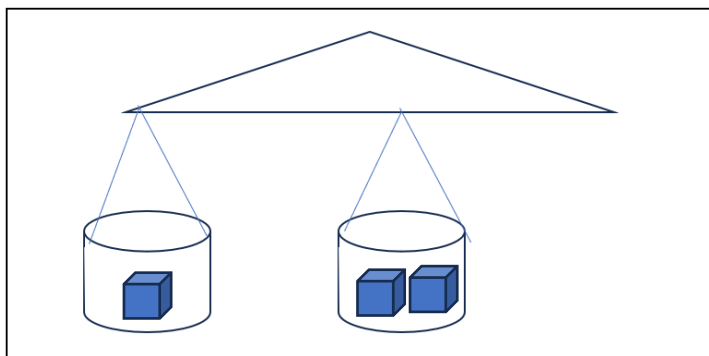


Kreuze an:

Links

Rechts

Gleichgewicht



Links

Rechts

Gleichgewicht

Tippkarten

Aufgabe 1 Ein kleiner Apfel wiegt ungefähr 150 g. Das kleine g bedeutet Gramm!
Aufgabe 4 Wenn der Kleiderbügel gerade hängt, ist er im Gleichgewicht.
Aufgabe 6 Du weißt schon, wie viele Holzwürfel <u>gleich</u> schwer sind, wie dein Bleistift. Schau noch einmal in Aufgabe 5 nach.
Aufgabe 7 Tipp: Welches Gewicht kennst du bereits? Wie kann dir das helfen? Nutze auch deine Kleiderbügelwaage!
Aufgabe 8 In Aufgabe 7 hast du das Gewicht von einem kleinen Würfel berechnet. Mit den kleinen Würfeln kannst du das Gewicht herausfinden.
Aufgabe 9

Handreichung für Begleitpersonen

Experimentierkiste Balkenwaage

Inhaltsverzeichnis:

- I. Übersicht zum Inhalt
- II. Ziele der Experimentierkiste
- III. Einsatzmöglichkeiten
- IV. Rolle der Begleitperson
- V. Die Experimente
 - Durchführung
 - Erkenntnisgewinn
 - Material & Dauer
 - Stolpersteine
 - Ergebnissicherung

I. Übersicht zum Inhalt

Die Experimentierkiste beinhaltet folgendes Material:

- Handreichung für Begleitpersonen
- Materialliste
- Übersicht aller Experimente
- Aufgabenheft als Kopiervorlage
- Anleitung Balkenwaage
- Kurzanleitung Balkenwaage
- Material zum Experimentieren

Das Experimentiermaterial besteht aus:

- Kleiderbügel
- Pappbecher
- Garn/Wolle
- Haken
- Große Holzwürfel
- Kleine Holzwürfel
- Digitale Küchenwaage

II. Ziele der Experimentierkiste

Ziel der Experimentierkiste ist es, Kindern naturwissenschaftliche Arbeitsmethoden näher zu bringen. Indem sie beobachten, ausprobieren, messen und untersuchen gewinnen sie neue Erkenntnisse. Durch eigenständiges Experimentieren erhalten die Kinder die Möglichkeit spielerisch naturwissenschaftliche Phänomene kennenzulernen und deren Gesetzmäßigkeiten zu entdecken. Dabei bietet das beiliegende Aufgabenheft die Gelegenheit sich mit den Experimenten sowohl aus physikalischer, wie auch mathematischer Perspektive zu beschäftigen. Kurze, handlungsorientierte Aufgabenstellungen sollen dabei Interesse und Freude am Experimentieren wecken und die Motivation für eine weitere Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Themen fördern.

Themenspezifische Ziele: Hebelgesetze und Sachrechnen mit Größen

In der Auseinandersetzung mit den 12 kurzen, aufeinander aufbauenden Experimente und Aufgaben (siehe Aufgabenheft) können die Kinder eine Reihe von Erkenntnissen zu den Themen Hebelgesetze, Gewichtskraft und Sachrechnen mit Gewichten erwerben:

- Die Schüler und Schülerinnen schätzen und vergleichen das Gewicht verschiedener Gegenstände.
- Sie bauen selbstständig oder nach Anleitung eine Balkenwaage auf.
- Sie entdecken spielerisch mit ihrer Balkenwaage die Hebelwirkung und lernen die Voraussetzungen für den Zustand des Gleichgewichts kennen.
- Durch Wiegen und Vergleichen der Gegenstände sammeln die Kinder Erfahrungen mit der Gewichtskraft.
- Sie überprüfen das Gewicht von Gegenständen mit einer Digitalwaage und lernen so die Funktionsweise kennen.
- Sie berechnen das Gewicht von Gegenständen und vergleichen es mit dem Gewicht von standardisierten Holzwürfeln.
- Sie versuchen problemorientierte Sachaufgaben durch geschicktes Wiegen und Rechnen zu lösen und entwickeln dabei Problemlösefähigkeiten.
- Sie lernen die Maßbezeichnung und Maßeinheit für Gewichte kennen.
- Sie setzen sich mit ihrer Umwelt mathematisch und physikalisch auseinander.

III. Einsatzmöglichkeiten

Die Experimentierkiste ist für den Einsatz in einer kleineren Gruppe konzipiert und beinhaltet ausreichendes Material für eine Gruppenstärke von 10 Kindern bei Einzelarbeit, bzw. 20 Kindern bei Partnerarbeit. Grundsätzlich lässt sich die Kiste auch erweitern, damit sie in einer ganzen Klasse eingesetzt werden kann. Es bietet sich an die Aufgaben zu zweit zu bearbeiten. So können sich die Kinder zu den Aufgaben austauschen und gemeinsam Lösungen entwickeln. Um auch den Austausch in der Lerngruppe zu ermöglichen, finden Sie im vorliegenden Manual Anregungen für eine abschließende Ergebnissicherung, bzw. ein Reflexionsgespräch. Die Experimentierkiste richtet sich an die Jahrgangsstufe 3 und 4, lässt sich aber auch in der 2. Klasse einsetzen, sobald der Zahlenraum 100 erschlossen wurde. Empfohlen wird eine Doppelstunde für den Einsatz der Experimentierkiste einzuplanen.

Denkbar ist insbesondere ein Einsatz der Experimentierkiste in Fördergruppen um leistungsschwächere Schüler und Schülerinnen einen spielerischen Zugang zu dem

Thema „Rechnen mit Größen“ zu ermöglichen und die Motivation für das Themengebiet zu steigern. Viele Schüler und Schülerinnen haben Schwierigkeiten das Gewicht von Gegenständen richtig einzuschätzen und zu vergleichen. Durch handlungsorientierte Aufgaben erhalten sie die Gelegenheit Größenvorstellungen aufzubauen.

Ebenso bietet sich der Einsatz in einer spezifisch an Naturwissenschaften interessierten Kindergruppe an, z.B. einer MINT AG oder Forscher-AG. Auch in Hort- und Tagesgruppen kann die Kiste eingesetzt werden um eine abwechslungsreiche Beschäftigung anzubieten.

Die Aufgaben bieten eine fächerübergreifende Beschäftigung mit Gewicht und Gewichtskraft. Daher bietet sich der Einsatz im Mathematik- und Sachunterricht an, z.B. als Unterrichtseinheit oder Ergänzung zum Themenbereich „Rechnen mit Größen“.

IV. Ihre Rolle als Begleitperson

Es ist ratsam sich vorab mit den einzelnen Aufgabenstellungen vertraut zu machen. So können sie eventuell auftretende Fragen zu den einzelnen Aufgaben schneller klären und die Kinder besser unterstützen. Auch lässt sich so leichter einschätzen, welche Hilfestellung sie ggf. Kindern mit besonderem Förderbedarf zukommen lassen wollen, damit diese erfolgreich an der Experimentierphase teilnehmen können.

Während der Durchführung gehen Sie herum und helfen bei Problemen weiter. Es bietet sich an abschließend die gewonnenen Erkenntnisse z.B. in einem Kreisgespräch zu besprechen. Die Übersicht der Experimente enthält einige Vorschläge dazu.

Vor der Stunde:

Kopieren Sie das Aufgabenheft in ausreichender Anzahl. Jedes Kind sollte ein Eigenes bekommen. Kopieren Sie ggf. die Anleitung zum Bau der Kleiderbügelwaage (Nur falls sie nach Anleitung bauen lassen möchten).

Verteilen Sie die Tippkarten umgedreht im Raum. Hier können sich die Kinder einen Tipp abholen, wenn sie nicht mehr weiterkommen. Alternativ können Sie diese auch auf der Innenseite einer Tafel aufhängen.

Das Arbeitsheft enthält 12 aufeinanderfolgende kurze Aufgaben, die sich in ca. 60-90 Minuten bearbeiten lassen. Wenn Sie Ergebnissicherungsphasen einplanen möchten, sollten Sie dies zeitlich mitberücksichtigen.

Während der Stunde:

1. Verteilen Sie das Aufgabenheft und Experimentiermaterial. Jedes Kind bekommt einen Kleiderbügel, 2 Pappbecher, Garn/Wolle , 1 Beutel mit großen Holzwürfeln und 1 Haken. Die kleinen Holzwürfel erhalten die Kinder erst bei Aufgabe 7!

2. Je nachdem, ob sie den Kindern eine Anleitung zur Verfügung stellen möchten oder diese selbstständig eine Balkenwaage aus Kleiderbügel und Pappbechern aufbauen lassen, müssen Sie die Anleitung ggf. ebenfalls kopieren und austeilen, bzw. einblenden.

2. Das Aufgabenheft leitet die Kinder durch die Experimentierphase mithilfe kurzer Arbeitsanweisungen und entsprechenden Abbildungen. Sie können die Kinder auch kurz in die Arbeitsweise einführen, indem Sie z.B. die erste Seite gemeinsam besprechen. Widerstehen Sie jedoch dem Drang zu viel zu erklären, da das selbstständige Entdecken im Vordergrund stehen sollte.

4. Gehen Sie während der Experimentierphase herum und unterstützen Sie die Kinder, falls Verständnisprobleme oder Fragen auftauchen. Verweisen Sie Kinder auf Tippkarten, wenn sie mit einer Aufgabe nicht weiterkommen.

5. Am Ende der Stunde sammeln Sie das Material wieder ein, bzw. lassen die Kinder das Material aufräumen. Die Becher können für einen erneuten Gebrauch verstaut werden, jedoch sollten die Fäden entfernt werden. Damit die Balkenwaage bei einer erneuten Durchführung wieder selbstständig aufgebaut werden kann.

6. Zum Abschluss können Sie in einer gemeinsamen Reflexionsrunde über die Experimente sprechen. So schaffen Sie Gelegenheit die eigenen Beobachtungen und gewonnene Erkenntnisse mitzuteilen und ggf. noch vorhandene Unklarheiten oder offene Fragen zu klären. Sie finden dazu einige Ideen in der Handreichung.

V. Die Experimente und Aufgaben

Aufgabe 1: Gewichte schätzen

Die Kinder schätzen zunächst das Gewicht von einem Bleistift, einem Radiergummi, einer Schere, einem Kleber und einem Lineal ein. Sie werden dazu aufgefordert die Gegenstände in die Hand zu nehmen und zu überlegen, wie schwer diese sein könnten. Auf Tippkarte 1 wird das ungefähre Gewicht eines Apfels als Hilfestellung gegeben.

Erkenntnisgewinn:

Die Maßbezeichnung Gramm für Gewichte wird eingeführt. Durch direktes Vergleichen der Gegenstände mit den Händen erhalten die Kinder bereits eine Vorstellung von den Gewichtsunterschieden (Was ist schwerer? / Was ist leichter?).

Mögliche Stolpersteine:

- Manche Kinder sind mit dem Begriff „schätzen“ noch nicht vertraut und verstehen daher die Aufgabe nicht. Es ist wichtig zu erklären, dass es beim Schätzen keine falschen Antworten gibt.

Dauer: 5-10 Minuten

Ergebnissicherung/Gesprächsideen:

- Schätzt gemeinsam das Gewicht weiterer Gegenstände. Sprecht gemeinsam über bekannte Gewichte, z.B. die 100g Tafel Schokolade, die 1000g Tüte Mehl etc. So erhalten die Kinder Vergleichsgrößen an denen sie sich orientieren können.
- Sammelt die Schätzungen. Was wurde vermutet? Küren Sie einen Schätzmeister am Ende der Experimentiereinheit.

Aufgabe 2: Kleiderbügelwaage bauen

Die Kinder erhalten das Material (Kleiderbügel, Garn/Wolle, Pappbecher) und den Auftrag daraus eine Waage zu bauen.

Alternativ: Die Kinder erhalten dazu eine Anleitung.

Erkenntnisgewinn: Die Kinder nutzen ihr Alltagswissen und Vorerfahrungen über Waagen um selbst eine zu bauen. Dabei setzen sie sich mit den Eigenschaften eines zweiseitigen Hebels auseinander. Bauen die Kinder nach Anleitung üben sie auch schriftsprachliche Äußerungen in entsprechende Handlungen zu überführen.

Mögliche Stolpersteine:

- Die Kinder können keine Knoten binden.
- Bei offenen Aufgaben wissen manche Kinder nicht, wie sie vorgehen sollen. Als Hilfestellung kann ein Bild einer Balkenwaage gezeigt werden.
- Die Kinder haben Schwierigkeiten Löcher in die Becher zu stechen. Mit einem spitzen Bleistift lassen sich relativ einfach und schnell Löcher in einen Pappbecher bohren.

Dauer: 5-10 Minuten

Gesprächsideen: keine

Aufgabe 3: Gewicht vergleichen

Mit der Kleiderbügelwaage vergleichen die Schüler und Schülerinnen das Gewicht der abgebildeten Gegenstände. Sie überprüfen beispielsweise, ob ihr Bleistift oder ihr Radiergummi schwerer ist.

Erkenntnisgewinn: Die Kinder sammeln beim Wiegen Erfahrungen mit der Gewichtskraft. Sie stellen fest, dass schwerere Gegenstände stärker angezogen werden als leichtere Gegenstände. Dabei erleben sie die Hebelwirkung am

Kleiderbügel. Die Seite mit dem schwereren Gegenstand bewegt sich nach unten. Durch den direkten Vergleich bauen sie Vorstellungen zum Gewicht auf.

Mögliche Stolpersteine: Keine

Dauer: 5 Minuten

Gesprächsideen/ Ergebnissicherung:

- Es bereitet den meisten viel Vergnügen verschiedene Gegenstände miteinander zu vergleichen. Die Kinder können berichten, welche Gegenstände sie miteinander verglichen haben und was sie dabei beobachtet haben.
- Die Funktionsweise der Kleiderbügelwaage vor der Lerngruppe demonstrieren und die Beobachtungen verbalisieren. Beispiel: „Der Kleber ist schwerer, weil der Becher auf dieser Seite stärker nach unten gezogen wird.“ In diesem Zusammenhang könnte die Anziehungskraft thematisiert werden.

Aufgabe 4: Gleichgewicht

Die Schüler und Schülerinnen erhalten die Aufgabe die Kleiderbügelwaage ins Gleichgewicht zu bringen. Dafür dürfen sie nicht die gleichen Gegenstände benutzen.

Erkenntnisgewinn: Kinder erlernen bei dieser Aufgabe welche Voraussetzungen gelten um ein Gleichgewicht herzustellen. Dabei müssen sie überlegen, wie sie die Voraussetzungen erfüllen können. Die offene Aufgabe kann auf verschiedene Arten gelöst werden (z.B. durch strategisches Überlegen oder durch ausprobieren)

Dauer: 5 Minuten

Mögliche Stolpersteine:

- Die Bedeutung des Begriffs „Gleichgewicht“ muss bekannt sein.
- Manche Kinder entdecken schon in Aufgabe 3 ein Gleichgewicht, sodass sie in Aufgabe 4 nicht mehr nachdenken müssen. Sie können sie bitten, die Becher auf eine andere Weise ins Gleichgewicht zu bringen.

Ergebnissicherung:

- Die Kinder berichten, wie sie vorgegangen sind und welche Entdeckungen sie gemacht haben. Welche Gegenstände wurden genutzt?
- Die Kinder können eine Tabelle erstellen, in der sie festhalten, welche Gegenstände gleich viel wiegen. Wenn sie die Tabellen miteinander vergleichen, werden sie vielleicht Unterschiede feststellen. Ein kleiner Radiergummi wiegt ggf. weniger als ein dicker Bleistift, umgekehrt wiegt der heruntergespitzte Bleistift des Tischnachbarn vielleicht weniger als sein großer Radiergummi.

Aufgabe 5: Aufwiegen

In dieser Aufgabe sollen die Kinder ihre Gegenstände mit dem Gewicht von Holzwürfeln vergleichen, die alle gleich groß und gleich schwer sind.

Erkenntnisgewinn: Die Kinder lernen Repräsentanten (standardisierte Holzwürfel) einzusetzen um das Gewicht von Gegenständen miteinander zu vergleichen. Dabei können sie entdecken, dass die Repräsentanten ermöglichen Gegenstände auch untereinander zu vergleichen.

Dauer: 5 Minuten

Mögliche Stolpersteine:

Ergebnissicherung:

- Die Kinder können sich über ihre Ergebnisse austauschen. Dabei können sie feststellen, dass sie das Gewicht ihrer Gegenstände mithilfe der Holzwürfel miteinander vergleichen können. Dabei können Fragen als Impuls helfen. Beispiel: Franz Bleistift wiegt so viel wie 3 Holzwürfel. Sophias Bleistift wiegt so viel wie 2 Holzwürfel. Welcher ist schwerer?

Aufgaben 6, 7 und 8: Gewicht berechnen

Die drei Aufgaben fordern dazu auf das Gewicht der Gegenstände mithilfe der Repräsentanten auszurechnen. In Aufgabe 6 soll das Gewicht von Bleistift, Radiergummi und Schere rechnerisch ermittelt werden. Dafür müssen sie ihr Wissen aus Aufgabe 5 nutzen. Aufgabe 7 fordert dazu auf das Gewicht eines kleinen Holzwürfels zu ermitteln. Die Kinder sollten die kleinen Holzwürfel erst jetzt erhalten und die großen Würfel zurückgeben. Hierfür müssen die Kinder das Wissen aus Aufgabe 5 und 6 anwenden, d.h. geschickt wiegen und anschließend rechnen. Die Aufgabe lässt sich auf mehrere Arten lösen. Eine Möglichkeit ist, den großen Holzwürfel zu nutzen und mit kleinen Würfeln aufzuwiegen, da das Gewicht des großen Würfels bekannt ist. Anschließend kann gerechnet werden. Aufgabe 8 ist eine Fortsetzung. Hier soll das Gewicht von Lineal und Kleber ermittelt werden. Dafür müssen die Kinder zunächst die Gegenstände aufwiegen um sie ausrechnen zu können.

Erkenntnisgewinn: Die offenen Aufgabenstellungen fördern die Entwicklung von Problemlösefähigkeiten, da keine Herangehensweise vorgegeben wird. Stattdessen müssen die Kinder das Wissen aus vorherigen Aufgaben nutzen und anwenden. Beim Rechnen üben die Kinder additive und/oder multiplikative Verfahren:

1 Bleistift = 4 Holzwürfel

1 Holzwürfel = 4 g

Rechenweg: $4+4+4+4 = 16$

Alternativ: $4 \cdot 4 = 16$

Dauer: 5-10 Minuten

Mögliche Stolpersteine:

- Offene Aufgabenstellungen bereiten besonders schwachen Kindern häufig Probleme. Hierfür wurden Tippkarten erstellt, die sich im Manual befinden. Händigen Sie die Karten nur aus, wenn ein Kind wirklich nicht weiterkommt.

Ideen zur Ergebnissicherung:

- Lassen Sie die Kinder im Kreis berichten, wie sie vorgegangen sind. Bei offenen Aufgaben gibt es mehrere Lösungswege. Wahrscheinlich haben auch die Kinder in ihrer Gruppe verschiedene Wege genutzt.

Aufgabe 9: Ben sagt...

In Aufgabe 9 setzen sich die Kinder genauer mit dem Aufbau der Kleiderbügelwaage auseinander. Die Kinder lesen hierfür zunächst zwei Aussagen von Comicfiguren zu denen sie Stellung beziehen sollen. Dafür müssen sie überlegen und ausprobieren, ob sich der Abstand zum Kleiderbügelhaken auf das Gleichgewicht auswirkt.

Erkenntnisgewinn: Die Kinder können in der Aufgabe die Hebelwirkung an der Kleiderbügelwaage entdecken. Durch Ausprobieren können sie zur Erkenntnis gelangen, dass das Kräfte-Gleichgewicht nicht nur von der angehängten Gewichtskraft abhängt, sondern auch vom Abstand zum Kleiderbügelhaken.

Dauer: 5 Minuten

Mögliche Stolpersteine:

- Der Haken kann verrutschen, wenn sich der Kleiderbügel neigt. Alternativ können die Kinder den Becher am Kleiderbügel festknoten.

Ideen zur Ergebnissicherung:

- Die Kinder erzählen oder zeigen lassen, wie die Kleiderbügelwaage sich verändert, wenn die Becher anders aufgehängt werden.
- Die Wippe könnte analog dazu betrachtet werden. Auf dem Spielplatz haben Kinder meistens schon die Entdeckung gemacht, dass die leichteren Kinder weiter vorne sitzen sollten, um besser wippen zu können. Mit einem Lineal und einem Korken lässt sich eine Wippe schnell nachstellen.

Aufgabe 10: Verschiedene Abstände

Bei Aufgabe 10 versuchen die Kinder ein Gleichgewicht herzustellen, wenn die Becher nicht gleich weit voneinander entfernt hängen. Die offene Aufgabe kann auf verschiedene Wege gelöst werden.

Erkenntnisgewinn: Die Kinder lernen den Einfluss der Hebelarmlänge auf den Gleichgewichtszustand kennen. Sie ergründen dabei, wie Gewicht und Hebelarmlänge zueinander in Beziehung stehen. Hängt ein Becher weiter entfernt, dann muss er mit weniger Gewicht beladen werden, als der andere Becher. Dadurch können sie erkennen, dass sie das Gewicht der Gegenstände nur vergleichen können, wenn die Becher gleich weit entfernt aufgehängt werden.

Dauer: 5 Minuten

Mögliche Stolpersteine:

- Manche Kinder kennen das Wort „Vermutung“ nicht oder lesen die Aufgabenstellung nicht durch und probieren direkt aus.

Ideen zur Ergebnissicherung:

- Die Kinder zeigen im Sitzkreis, wie sie das Gleichgewicht wieder hergestellt haben. Dabei sollten sie ihre Erkenntnisse auch sprachlich beschreiben. Versuchen Sie gemeinsam die Beziehung zwischen Hebelarmlänge und Gewicht festzuhalten: z.B. der schwerere Gegenstand muss näher zur Mitte hängen um ein Gleichgewicht zu bekommen.
- Um das Thema Schwerpunkt zu vertiefen können Sie mit den Kindern Mobiles bauen. Auf der Lernplattform SUPRA finden sie Anregungen dazu.

Aufgabe 11 und 12: Ergebnisse überprüfen und vergleichen

Bei Aufgabe 11 sollen die Kinder die Gegenstände mit der Küchenwaage wiegen und das genaue Gewicht notieren. Bei Aufgabe 12 sollen sie dann ihre Schätzungen zum Gewicht der Gegenstände mit ihren Rechenergebnissen und den Ergebnissen aus der Messung mit der Küchenwaage vergleichen.

Erkenntnisgewinn: Die Kinder lernen die Funktionsweise einer digitalen Küchenwaage kennen. Dabei entdecken sie auch, dass sich das Gewicht mit der Küchenwaage genau erfassen lässt. Beim Aufwiegen und Rechnen mit der Kleiderbügelwaage erhalten die Kinder nicht genau die gleichen Ergebnisse. Indem sie ihre Schätzungen mit dem tatsächlichen Gewicht der Gegenstände vergleichen, bekommen sie ein Gefühl dafür realistisch einzuschätzen. Die Schüler und Schülerinnen üben das Darstellen von Daten in Tabellenform.

Dauer: 5 Minuten

Mögliche Stolpersteine:

- Die Kinder legen die Gegenstände zu schnell auf die Küchenwaage und warten nicht bis die Waage die Null anzeigt. Auch das richtige Ablesen kann noch schwierig sein. Es ist daher sinnvoll den Ableseprozess zu begleiten.

- Küchenwaagen haben oft mehrere Einstellungen zur Gewichtserfassung in Gramm oder Milliliter. Es sollte sichergestellt werden, dass die Waage richtig eingestellt ist.
- Die Kinder können irritiert sein, dass die Ergebnisse aus ihren Rechnungen nicht mit den Ergebnissen der Küchenwaage übereinstimmen. Es ist daher empfehlenswert den Kindern zu erklären, dass Abweichungen normal sind.

Ideen zur Ergebnissicherung:

- Lassen Sie die Kinder im Kreis berichten, welche Beobachtungen sie beim Vergleich ihrer Ergebnisse gemacht haben. Wer hat seine Ergebnisse am besten eingeschätzt?

Zusatzaufgabe für Schnelle:

Die Lernenden erhalten Bilder auf denen die Kleiderbügelwaage abgebildet ist. Für verschiedene Konstellationen müssen sie entscheiden, wie sich der Kleiderbügel bewegen wird. Die Lernenden versuchen dadurch ihr erworbenes Wissen auf andere bildlich dargestellte Situationen zu übertragen: Neigt sich die Waage nach links oder nach rechts? Ihre Vermutung überprüfen sie eigenständig an der selbst gebauten Kleiderbügelwaage.

Tabellarische Übersicht aller Experimente:

Experimente und Aufgaben	Durchführung	Benötigtes Material pro Kind	Erkenntnis
Gewicht schätzen	Gewicht der Gegenstände schätzen durch direktes Vergleichen mit den Händen.	Bleistift, Radiergummi, Kleber, Schere, Lineal	Gramm als Einheit kennenlernen. Schätzen lernen.
Bau einer Kleiderbügelwaage	Aus dem vorgegebenen Material wird eine Waage gebaut.	1 Kleiderbügel, 2 Pappbecher, Garn Ggf. Anleitung	Die Eigenschaften einer Balkenwaage kennenlernen.
Gewicht vergleichen	Die Kleiderbügelwaage nutzen um das Gewicht der Gegenstände miteinander zu vergleichen.	Kleiderbügelwaage Bleistift, Radiergummi, Schere, Kleber, weitere Gegenstände nach Wahl	Erfahrungen mit der Gewichtskraft von Gegenständen sammeln.
Gleichgewicht	Die Kleiderbügelwaage ins Gleichgewicht bringen.	Kleiderbügelwaage	Voraussetzungen für den Zustand des Gleichgewichts kennenlernen
Aufwiegen	Das Gewicht einzelner Gegenstände mit Holzwürfel aufwiegen.	Kleiderbügelwaage, große Holzwürfel	Einheitliche Objekte lassen sich als Repräsentanten nutzen
Gewicht berechnen	Gewicht vom Bleistift, Radiergummi und Schere berechnen	keins	Sachaufgaben lösen können durch Grundrechenarten
Gewicht berechnen II	Das Gewicht eines kleinen Holzwürfels ermitteln	Kleine Holzwürfel Große Holzwürfel Kleiderbügelwaage	Sachprobleme lösen Additive Rechenverfahren nutzen
Wiegen und Rechnen	Durch geschicktes Aufwiegen und Rechnen das Gewicht von Kleber und Lineal ermitteln	Kleiderbügelwaage, Große und kleine Holzwürfel, Lineal, Kleber	Sachprobleme lösen Additive Rechenverfahren nutzen

Ben sagt	Voraussetzungen für das Gleichgewicht an einer Balkenwaage ergründen.	Kleiderbügelwaage, Haken, Holzwürfel	Die Balkenwaage ist im Gleichgewicht, wenn beide Seiten gleich schwer belastet sind und die Last gleich weit vom Drehpunkt entfernt ist.
Verschiedene Abstände	Gleichgewicht herstellen unter Voraussetzung unterschiedlich langer Hebelarme	Kleiderbügelwaage, Haken, Holzwürfel	Bei ungleichen Hebelarmen muss der schwerere Gegenstand näher am Drehpunkt sein um Gleichgewicht herzustellen.
Ergebnisse überprüfen	Das Gewicht von Schere, Kleber und Radiergummi mit einer Küchenwaage ermitteln.	Digitalwaage, Schere, Bleistift, Radiergummi	Funktionsweise einer Digitalwaage kennenlernen, Gewicht ablesen lernen
Ergebnisse vergleichen	Ergebnisse in einer Tabelle eintragen und miteinander vergleichen.	keine	Darstellung von Daten in Tabellenform, Gewichtsvorstellungen aufbauen

Materialliste zur Experimentierkiste „Balkenwaage“

Gegenstand	Anzahl
Kleiderbügel	10
Pappbecher	20
Garnrolle	1
Digitale Küchenwaage	1
Große Holzwürfel	100 (10 Tüten a 10 Stück)
Kleine Holzwürfel	200 (10 Tüten a 20 Stück)

Zusätzlich benötigte Materialien:

Gegenstand
Bleistift
Radiergummi
Schere
Kleber
Lineal

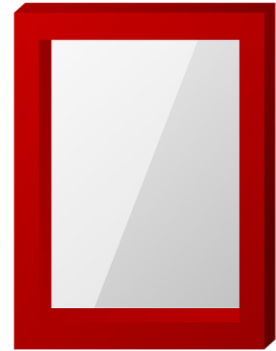
Experimentierkiste

Spiegel



Aufgabenheft

Spiegel und Symmetrie



Aufgabe 1: Rechts und links

Du brauchst einen Spiegel und ein Auto.

Bewege das Auto nach rechts.

In welche Richtung fährt das Auto im Spiegel?

- ☐ Rechts ☐ Links



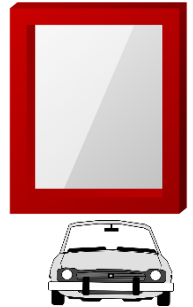
Bewege das Auto nach links. In welche Richtung fährt das Auto im Spiegel?

- ☐ Rechts ☐ Links

Aufgabe 2: Vorne und hinten

Stelle das Auto auf, wie im Bild. Welche Seite siehst du im Spiegel?

- ☐ Vorderseite
- ☐ Rückseite



Bewege das Auto langsam zu dir hin. Was beobachtest du im Spiegel?

- ☐ Das Auto kommt näher
- ☐ Das Auto fährt weg

Schiebe das Auto von dir weg. Was beobachtest du im Spiegel?

- ☐ Das Auto kommt näher
- ☐ Das Auto fährt weg.

Aufgabe 3: Was vertauscht der Spiegel

Lege einen Bleistift hinter das Auto.

Wo liegt der Bleistift im Spiegel?

- ☐ vor dem Auto
- ☐ hinter dem Auto

Was wird im Spiegel vertauscht?

- ☐ vorne und hinten
- ☐ rechts und links



Aufgabe 4: Buchstaben spiegeln

Schreibe deinen Namen in großen BUCHSTABEN:

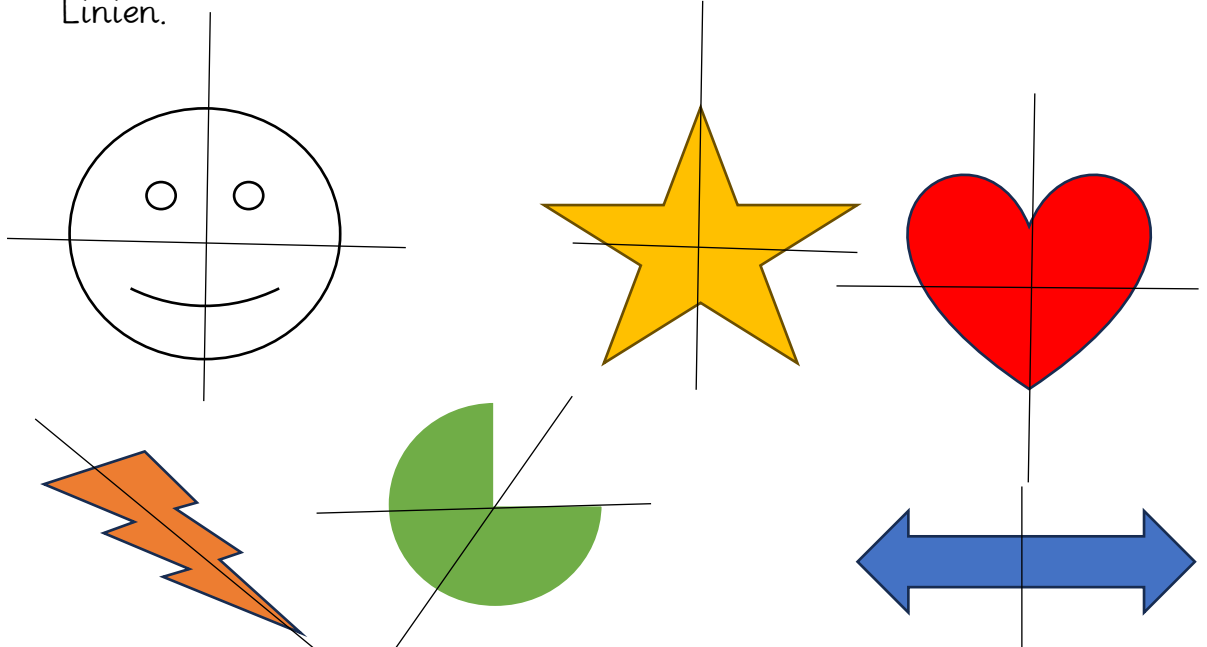
Untersuche die Buchstaben mit einem Spiegel.

Welche Buchstaben sehen im Spiegel gleich aus?

Untersuche die Buchstaben von verschiedenen Seiten! Stelle den Spiegel auch einmal auf die Buchstaben

Aufgabe 5: Formen

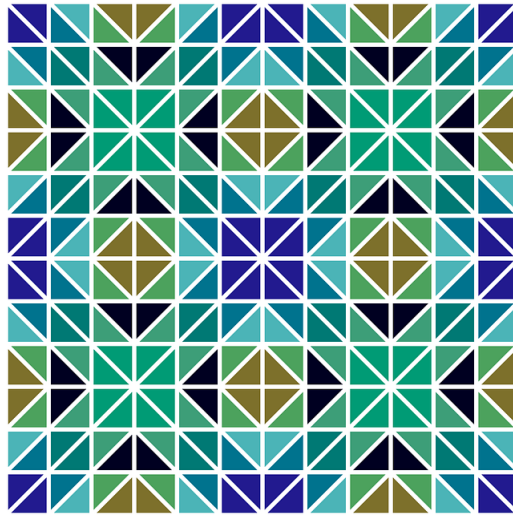
Untersuche die Formen im Spiegel. Stelle den Spiegel auf die Linien.



An welchen Linien kannst du die ganze Figur im Spiegel sehen?
Male die richtigen Linien grün an. Welche Figur passt nicht dazu?

Aufgabe 6: Spiegelachsen einzeichnen

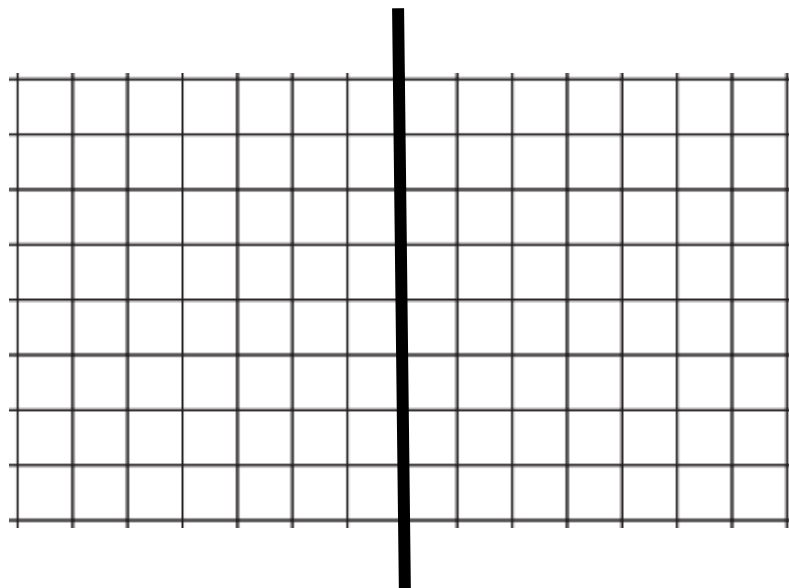
Hier siehst du ein Mosaik. Findest du die Linien, an denen das Mosaik gespiegelt wird? Zeichne ein.



Wie viele Linien hast du gefunden?

Hier hast du Platz:

Male dein eigenes Mosaik. Nutze die Linie zum Spiegeln.



Aufgabe 7: Wo liegt der Stift?

Lege deinen Füller ohne
Kappe vor den Spiegel.

Die Spitze von deinem
Füller sollte nicht im
Spiegel zu sehen sein.



Schiebe die Kappe hinter dem Spiegel so lange hin und her, bis du
einen ganzen Stift im Spiegel siehst. Bewege nur die Kappe!

a) Nimm ein Lineal und miss den Abstand zum Spiegel.

Wie weit liegt die Kappe vom Spiegel entfernt? _____ cm

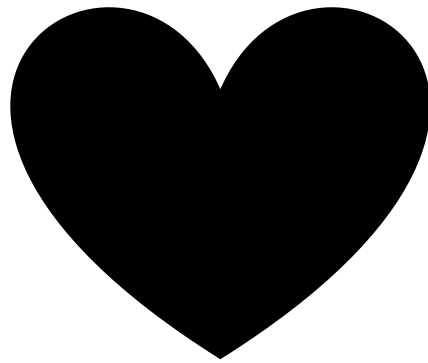
Wie weit liegt der Füller vom Spiegel entfernt? _____ cm

Was fällt dir auf?

Aufgabe 8: Mit CD-Hüllen spiegeln

Nimm dir eine CD-Hülle und stelle sie offen auf der Linie auf. Die durchsichtige Seite sollte auf der Linie stehen.

Sieh durch das Glas. Siehst du ein zweites Herz? Zeichne es ein!



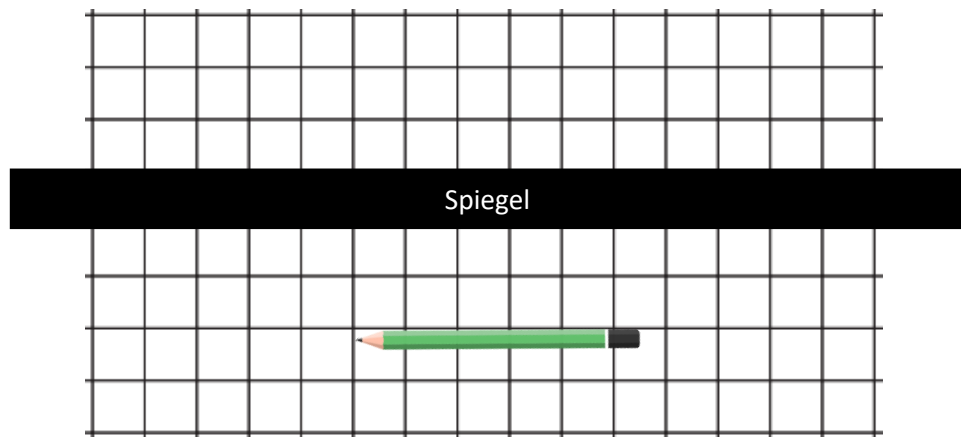
Untersuche mit dem Lineal. Wie weit sind die Herzen von der Linie entfernt?

Hier hast du Platz für eine eigene Zeichnung:



Aufgabe 9: Spiegelbild einzeichnen

Wo liegt das Spiegelbild des Bleistifts? Zeichne an der richtigen Stelle ein.



Tipp: Denke noch einmal an Aufgabe 8. Dort hast du den Abstand gemessen.

Aufgabe 10: Löffel

Nimm dir einen Löffel.

Betrachte dich im Löffel. Drehe den Löffel auch einmal um. Was siehst du?

Auf der Vorderseite:

Auf der Rückseite:

Aufgabe 11: Spiegeltricks



Jemand hat in den Donut gebissen!

Kannst du ihn mit dem Spiegel wieder ganz machen?



Probiere auch mit dem Spiegel ein großes Stück verschwinden zu lassen. Kannst du den Donut zum Verschwinden bringen?

Tipp: Nutze dafür 2 Spiegel.

Aufgabe 12: Spiegeltricks II



a) Wie viele Donuts kannst du mit 2 Spiegeln machen?



b) Stelle jetzt einen Spiegel vor den Donut und einen hinter den Donut.
Schau in den Spiegel. Was siehst du?

Handreichung für Begleitpersonen Experimentierkiste Spiegel & Symmetrie

Inhaltsverzeichnis:

- I. Übersicht zum Inhalt
- II. Ziele der Experimentierkiste
- III. Einsatzmöglichkeiten
- IV. Rolle der Begleitperson
- V. Die Experimente
 - Durchführung
 - Erkenntnisgewinn,
 - Material & Dauer
 - Stolpersteine
 - Ergebnissicherung

I. Übersicht zum Inhalt

Die Experimentierkiste beinhaltet folgendes Material:

- Handreichung für Begleitpersonen
- Materialliste
- Alle Experimente als Übersicht
- Aufgabenheft als Kopiervorlage
- Material zum Experimentieren

Das Experimentiermaterial besteht aus:

- 12 Spiegel
- 10 CD-Hüllen
- 10 Spielzeugautos
- 10 Esslöffel
- 20 Luftpolsterumschläge zum sicheren Verstauen der Spiegel
- Klebpunkte (Ersatz)

II. Ziele der Experimentierkiste

Ziel der Experimentierkiste ist es, Kindern naturwissenschaftliche Arbeitsmethoden näher zu bringen. Indem sie beobachten, ausprobieren, messen und untersuchen gewinnen sie neue Erkenntnisse. Durch eigenständiges Experimentieren erhalten die Kinder die Möglichkeit spielerisch naturwissenschaftliche Phänomene kennenzulernen und deren Gesetzmäßigkeiten zu entdecken. Dabei bietet das beiliegende Aufgabenheft die Gelegenheit sich mit den Experimenten sowohl aus physikalischer, wie auch mathematischer Perspektive zu beschäftigen. Kurze, handlungsorientierte Aufgabenstellungen sollen dabei Interesse und Freude am Experimentieren wecken und die Motivation für eine weitere Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Themen fördern.

Themenspezifische Ziele: Spiegel und Symmetrie

In der Auseinandersetzung mit den 12 kurzen, aufeinander aufbauenden Experimentiereinheiten (siehe Aufgabenheft) erwerben die Kinder eine Reihe von Erkenntnissen zum Thema Spiegel und Symmetrie:

- Die Schüler und Schülerinnen entdecken, dass ein Spiegel zwar vorne und hinten miteinander vertauscht, nicht jedoch links mit rechts. Letzteres stellt eine gängige Fehlvorstellung bei Kindern da.

- Sie entdecken, dass Gegenstand und dazugehöriger Bildpunkt (Spiegelbild) gleich weit vom Spiegel entfernt liegen.
- Sie entdecken verschiedene Spiegel und Objekte aus ihrem Alltag, die als Spiegel fungieren können.
- Sie erhalten die Gelegenheit Symmetrie von Figuren und Buchstaben zu untersuchen, sowie Figuren selbst zu spiegeln.
- Sie werden durch offene Fragestellungen dazu angeregt, Beobachtungen zur Symmetrie anzustellen und darüber nachzudenken.

III. Einsatzmöglichkeiten

Die Experimentierkiste ist für den Einsatz in einer kleineren Gruppe konzipiert und beinhaltet ausreichendes Material für eine Gruppenstärke von 10 Kindern. Grundsätzlich lässt sich die Kiste auch erweitern, damit sie in einer ganzen Klasse eingesetzt werden kann. Da ein Austausch der gewonnen Erkenntnisse und Entdeckungen selbstverständlich wichtig ist, finden Sie im vorliegenden Manual auch Anregungen für eine abschließende Ergebnissicherung. Empfohlen wird der Einsatz der Experimentierkiste in den Jahrgangsstufen 3 und 4, ggf. auch in der Jahrgangsstufe 2, wenn ausreichende Lesekenntnisse vorhanden sind.

Denkbar ist insbesondere ein Einsatz der Experimentierkiste in Fördergruppen um leistungsschwächere Schüler und Schülerinnen einen entdeckenden Zugang zu dem Thema zu ermöglichen und die Motivation für das Themengebiet zu steigern. Gerade Schüler und Schülerinnen mit Schwierigkeiten im räumlichen Denken benötigen Gelegenheiten zur Visualisierung.

Ebenso bietet sich der Einsatz in einer spezifisch an Naturwissenschaften interessierten Kindergruppe an, z.B. einer MINT AG oder Forscher-AG. Auch in Hort- und Tagesgruppen kann die Kiste eingesetzt werden um eine abwechslungsreiche Beschäftigung anzubieten.

Denkbar wäre außerdem einzelne Aufgaben auszuwählen und im Mathematik- oder Sachunterricht zu nutzen, z.B. als experimenteller Einstieg in das Thema Symmetrie oder zur praktische Übungsstunde.

IV. Ihre Rolle als Begleitperson

Es ist ratsam sich vorab mit den einzelnen Aufgabenstellungen und Experimentiereinheiten vertraut zu machen. So können sie eventuell auftretende Fragen zu den einzelnen Aufgaben schneller klären und die Kinder besser unterstützen. Auch lässt sich so leichter einschätzen, welche Hilfestellung sie ggf. Kindern mit besonderem Förderbedarf zukommen lassen wollen, damit diese erfolgreich an der Experimentierphase teilnehmen können.

Während der Durchführung gehen Sie herum und helfen bei Problemen weiter. Es bietet sich an abschließend die gewonnenen Erkenntnisse z.B. in einem Kreisgespräch zu besprechen. Die Übersicht der Experimente enthält einige Vorschläge dazu.

Durchführung

Vor der Stunde: Kopieren Sie das Aufgabenheft in ausreichender Anzahl. Jedes Kind sollte ein Eigenes bekommen.

Das Arbeitsheft enthält 12 aufeinanderfolgende kurze Aufgaben, die sich in ca. 60 Minuten bearbeiten lassen. Wenn Sie eine Ergebnissicherungsphase einplanen möchten, sollten Sie dies zeitlich mitberücksichtigen.

Während der Stunde:

1. Verteilen Sie das Aufgabenheft und Experimentiermaterial. Jedes Kind bekommt eine CD-Hülle, einen Spiegel, einen Esslöffel und ein Spielzeugauto. Die Kinder sollten außerdem einen Bleistift und ein Lineal dabei haben.
2. Es ist wichtig, dass die Spiegel senkrecht auf dem Tisch stehen. Hierfür können die CD-Hüllen genutzt werden. Auf den Spiegelrückseiten wurden zu diesem Zweck kleine Klebepunkte angebracht mit denen die Spiegel an der CD-Hülle befestigt und aufgestellt werden können (siehe Abbildung).

Alternativ können Sie kleine Halterungen für die Spiegel nutzen.

Erklären Sie den Kindern auch, dass die Spiegel zerbrechlich sind und entsprechend vorsichtig mit dem Material umgegangen werden sollte.

3. Das Aufgabenheft leitet die Kinder durch die Experimentierphase mithilfe kurzer Arbeitsanweisungen und entsprechenden Abbildungen. Sie können die Kinder auch kurz in die Arbeitsweise einführen, indem Sie z.B. die erste Seite gemeinsam besprechen. Widerstehen Sie jedoch dem Drang zu viel zu erklären, da das selbstständige Entdecken im Vordergrund stehen sollte.
4. Gehen Sie während der Experimentierphase herum und unterstützen Sie die Kinder, falls Verständnisprobleme oder Fragen auftauchen.
5. Am Ende der Stunde sammeln Sie das Experimentiermaterial wieder ein. Es empfiehlt sich die Spiegel selbst auszuteilen und einzusammeln. So können Sie vermeiden, dass die Spiegel versehentlich fallen gelassen oder unachtsam in die Kiste geworfen werden.
6. Zum Abschluss können Sie in einer gemeinsamen Reflexionsrunde über die Experimente sprechen. So schaffen Sie Gelegenheit Beobachtungen und gewonnene Erkenntnisse mitzuteilen und ggf. noch vorhandene Unklarheiten oder offene Fragen zu klären.

V. Die Experimente

Experiment „Was vertauscht ein Spiegel?“ (Aufgabe 1, 2 und 3)

In 3 kurzen Aufgaben entdecken Ihre Schüler und Schülerinnen, welche Seiten in einem Spiegel vertauscht werden. Bei Aufgabe 1 und 2 vergleichen die Kinder die Bewegungen eines Spielzeugautos mit seinem Spiegelbild. Dabei bewegen sie das Auto zunächst vor einem Spiegel nach rechts und links. Danach betrachten die Kinder das Auto von seiner Vorderseite und bewegen es vor dem Spiegel nach vorne und zurück. Die Bewegungen vergleichen sie wieder mit dem Spiegelbild. In Aufgabe 3 wird ein Bleistift zwischen Auto und Spiegel gelegt. Aufgabe ist es nun die Lage des Bleistifts (hinter dem Auto) mit der Lage des gespiegelten Bleistifts (vor dem Auto) zu vergleichen.

Erkenntnisgewinn: Spielerisch entdecken die Schüler und Schülerinnen welche Seiten ein Spiegel wirklich miteinander vertauscht. Ein Auto, das nach links fährt, fährt auch im Spiegel nach links. Jedoch betrachten wir ein Auto von seiner Vorderseite, so zeigt uns der Spiegel die Rückseite des Autos. Bewegen wir ein Auto von uns weg, fährt es im Spiegel aber auf uns zu. Und der Bleistift, der eigentlich hinter dem Auto liegt, liegt im Spiegel vor dem Auto.

Benötigtes Material: 1 Spiegel, 1 Spielzeugauto, 1 Bleistift, Aufgabenheft

Dauer: 5-10 Minuten

Mögliche Stolpersteine:

- Die Kinder stellen das Auto nicht entsprechend der Abbildungen auf.
- Kinder vertauschen noch rechts und links miteinander.
- Spielzeugautos laden zum Spielen ein. Es ist möglich, dass sich vereinzelt Kinder anders als erwartet mit den Autos beschäftigen.

Ideen zur Ergebnissicherung:

- Lassen Sie ein Kind die Experimente vor der Lerngruppe wiederholen. Fragen Sie nach, welche Seiten ein Spiegel eigentlich miteinander vertauscht?
- Bringen Sie ggf. weitere Objekte mit, die sie gemeinsam vor einem Spiegel betrachten. Wichtig ist, dass Sie Gegenstände auswählen, die asymmetrisch sind, z.B. einen Zahlenwürfel oder ein Buch. An symmetrischen Gegenständen lässt sich nicht erkennen, welche Seiten vertauscht wurden.
- Sie können zum Abschluss auch eine kleine Partnerübung durchführen lassen. Dabei stehen sich immer zwei Kinder gegenüber. Ein Kind zeigt dabei Bewegungen und das zweite Kind imitiert die Bewegung als Spiegelbild. Mit einer solchen Übung verlassen die Kinder die reine Beobachterrolle und sind selbst Gegenstand und Spiegelbild. Lassen Sie die Kinder auch unbedingt die Rollen tauschen.

„Symmetrie“ (Aufgabe 4, 5 und 6)

Die folgenden drei Aufgaben sollen die Schüler und Schülerinnen anregen sich mit der Symmetrie von Buchstaben und Figuren auseinanderzusetzen. Welche Figuren sind symmetrisch? An welchen Linien werden die Figuren gespiegelt? Bei Aufgabe 4 dürfen die Kinder die Buchstaben ihres Namens mit dem Spiegel untersuchen. Die Aufgabe lädt zum Ausprobieren ein. Bei Aufgabe 5 werden bekannte Symbole auf ihre Symmetrie untersucht. Die Kinder überprüfen jeweils mit dem Spiegel welche der vorhandenen Linien Spiegelachsen sind. Bei Aufgabe 6 versuchen die Kinder selbst vorhandene Spiegelachsen im Mosaik zu finden und erstellen anschließend ihr eigenes kleines Mosaik.

Erkenntnisgewinn: Die Aufgaben bieten verschiedene Gelegenheiten sich mit der Achsensymmetrie von Figuren und Buchstaben vertraut zu machen. Durch Ausprobieren lernen die Kinder achsensymmetrische Figuren zu erkennen. Dabei entdecken sie auch, dass nicht alle Buchstaben oder Figuren achsensymmetrisch sind. Indem sie selbst Spiegelachsen finden und ein eigenes Mosaik gestalten, beschäftigen sie sich mit den Eigenschaften, die achsensymmetrische Figuren haben. Sie entdecken dabei, dass die Spiegelachsen die Figur in zwei deckungsgleiche Teile trennt.

Material: 1 Spiegel, Aufgabenheft, Bleistift, Buntstifte

Dauer: ca. 10 Minuten

Mögliche Stolpersteine:

- Manche Kinder schreiben ihren Namen unleserlich, sodass sich die Buchstaben dort nur schwer untersuchen lassen. Auch in Schreibschrift verfasste Namen lassen sich schwerer untersuchen. Sie können solchen Kindern anbieten stattdessen das Wort „BUCHSTABEN“ aus der Aufgabenstellung zu untersuchen.
- Manche Namen enthalten nur wenige Buchstaben mit symmetrischen Eigenschaften.
- Die Aufgabenstellung wird nicht genau genug gelesen.

Ideen zur Ergebnissicherung:

- Lassen Sie einige Kinder erzählen, welche Entdeckungen sie bei ihren Buchstaben gemacht haben. Fragen Sie auch nach, von welchen Seiten die Buchstaben mit dem Spiegel untersucht wurden.
- Bringen Sie große Buchstaben ausgedruckt mit, die sie gemeinsam an verschiedenen Stellen auf Symmetrie untersuchen. Alternativ können Sie auch Buchstaben an die Tafel schreiben.
- Nehmen Sie Ihre Schüler und Schülerinnen mit auf einen Spaziergang durch das Schulgebäude. Suchen sie dabei gemeinsam weitere Symbole oder Gegenstände, die symmetrisch sind.

„Wo liegt das Spiegelbild?“ (Aufgabe 7, 8 und 9)

In den folgenden drei Aufgaben beschäftigen sich die Kinder mit der Frage, wie weit Gegenstand und Spiegelbild von der Spiegelachse entfernt sind. In Aufgabe 7 probieren die Kinder das Spiegelbild ihres Füllers mit der Kappe so zu ergänzen, dass sie einen ganzen Füller sehen können. Anschließend messen sich nach, wie weit Spiegelbild und Füller von ihrem Spiegel entfernt liegen. In Aufgabe 8 spiegeln die Kinder durch eine CD-Hülle. Anschließend vergleichen sie die Abstände zur Spiegelachse miteinander. In Aufgabe 9 müssen sie das Spiegelbild eines Stifts selbst einzeichnen.

Erkenntnisgewinn: In den drei aufeinander aufbauenden Aufgaben lässt sich entdecken, dass Gegenstand und Spiegelbild gleich weit von der Spiegelachse entfernt liegen. Anders als oftmals von Kindern angenommen, liegt das Spiegelbild nicht auf dem Spiegel, sondern dahinter. Diese Erkenntnis ist besonders wichtig um erfolgreich Figuren zeichnerisch spiegeln zu können.

Material: 1 Spiegel, 1 Stift mit Kappe, 1 CD-Hülle, Bleistift

Dauer: 10 Minuten

Mögliche Stolpersteine:

- Einige Kinder haben Schwierigkeiten den Füller mit der Kappe zu ergänzen und schieben sie instinktiv immer wieder an den Spiegel dran. Geben Sie hier den Hinweis, dass die Kappe irgendwo hinter dem Spiegel liegen muss.
- Die Kinder stellen die CD-Hülle falsch auf, z.B. mit der schwarzen Seite auf der Linie.
- Beim Spiegeln mit der CD-Hülle wird die Spiegelfigur nicht gefunden. Erinnern sie die Kinder, dass sie beim Spiegeln durch die CD-Hülle sehen müssen um die Spiegelfigur zu sehen.

Ideen zur Ergebnissicherung:

- Lassen Sie das Experiment mit der Füllerkappe (Aufgabe 7) vor der Lerngruppe wiederholen. Klären Sie gemeinsam, wo sich das Spiegelbild befindet. Stellen Sie den Spiegel nicht zu nah an die Lerngruppe.
- Sie können das Experiment auch mit anderen Gegenständen wiederholen, z.B. mit 2 Löffel. Stellen Sie einen Löffel so vor den Spiegel, dass nur ein halber Löffel im Spiegel zu sehen ist. Geben Sie dann den Auftrag, den zweiten Löffel so zu positionieren, dass der halbe Löffel ergänzt wird.
- Bei Aufgabe 8 sollten die Kinder sich auch eigene Figuren ausdenken, die sie durch die CD-Hülle spiegeln. Veranlassen Sie damit eine kleiner Galerie, hängen Sie die Bilder auf und geben Sie den Kindern Zeit sich die Ergebnisse anzusehen. Besprechen Sie mit den Kindern, was ihnen bei den Bildern auffällt.

Löffel (Aufgabe 10)

Wir finden im Alltag einige Gegenstände, die spiegeln können. Bei Aufgabe 10 entdecken die Kinder, dass ein Löffel kein normaler Spiegel ist. Auf der Löffelinnenseite sehen sich die Kinder verkehrt herum. Auf der Außenseite hingegen sehen wir komisch verzerrt aus.

Erkenntnisgewinn: Die Kinder entdecken, dass die Oberfläche des Spiegels einen Einfluss auf das Spiegelbild nimmt. Ein gewölbter Esslöffel zeigt auf der Innenseite das Spiegelbild verkehrt herum. Auf der Außenseite hingegen sehen wir uns wieder richtig herum, allerdings komisch verzerrt. Durch die Wölbung fungiert der Esslöffel einmal als Hohlspiegel (Innenseite) und einmal als Wölbspiegel (Außenseite).

Dauer: 2-3 Minuten

Material: Löffel

Mögliche Stolpersteine: keine

Ideen zur Ergebnissicherung:

- Sprechen Sie mit den Kindern über ihre Beobachtungen. Was habt ihr gesehen? Kennt ihr noch andere Spiegel (z.B. Zerrspiegel aus dem Spiegelkabinett)?
- Für das gemeinsame Gespräch kann auch gefragt werden, ob Kinder Hohl- oder Wölbspiegel schon einmal im Alltag gesehen haben (z.B. Spiegel zur Verkehrsbeobachtung) und welchen Nutzen diese haben könnten?

Zusatzaufgaben: Spiegeltricks (Aufgabe 11 und 12)

Die letzten beiden Aufgaben können als Zusatzaufgaben genutzt werden. Im Vordergrund steht hier eine spielerische Auseinandersetzung mit dem Spiegel. Bei Aufgabe 11 versuchen die Kinder einen Spiegel so auf dem Bild des abgebissenen Donuts zu platzieren, dass dieser wieder als Ganzer zu sehen ist. Außerdem probieren sie Teile des Donuts zum Verschwinden zu bringen. In Aufgabe 12 gehen die Kinder der Frage nach, wie viele Donuts mit 2 Spiegel erzeugt werden können. Durch geschicktes aneinanderschieben der Spiegel werden aus den 2 Donuts schnell 4, 5 oder 6. Außerdem erkunden sie, was passiert, wenn zwei Spiegel parallel zueinanderstehen.

Erkenntnisgewinn: Die Kinder experimentieren mit verschiedenen Spiegelachsen und beobachten, dass sich dabei die Figur verändert, je nachdem an welcher Stelle der Spiegel steht. Außerdem entdecken sie, dass durch geschicktes Platzieren mehrerer Spiegel eine große Anzahl an Spiegelbildern entstehen kann.

Material: 2 Spiegel, Aufgabenheft

Dauer: 5 Minuten

Mögliche Stolpersteine:

- Die Kinder verstehen die Aufgabe nicht richtig.

Ideen zur Ergebnissicherung:

- Kinder haben erfahrungsgemäß viel Freude an solchen Aufgaben. Lassen Sie die Kinder eigene Ideen entwickeln und zeichnen. Testen Sie die Ideen gemeinsam aus.

Tabellarische Übersicht aller Experimente:

Experiment	Durchführung	Benötigtes Material pro Kind	Erkenntnis
Links oder Rechts	Das Spielzeugauto wird vor dem Spiegel nach rechts und links bewegt. Die Bewegung wird mit dem Spiegelbild verglichen.	1 Spiegel, 1 Spielzeugauto,	Ein Spiegel vertauscht nicht rechts mit links.
Vorne und hinten	Das Spielzeugauto wird vor dem Spiegel vor und zurück bewegt. Die Bewegung wird mit der Bewegung des Spiegelbilds verglichen.	1 Spiegel, 1 Spielzeugauto,	Ein Spiegel vertauscht vorne mit hinten.
Was vertauscht der Spiegel?	Ein Bleistift wird zwischen das Spielzeugauto und den Spiegel gelegt. Die Lage des Bleistifts wird mit der Lage des gespiegelten Bleistifts verglichen.	1 Spiegel, 1 Spielzeugauto, 1 Bleistift (nicht enthalten)	Ein Spiegel vertauscht vorne mit hinten.

Buchstaben spiegeln	Der eigene Name wird im Spiegel untersucht.	1 Spiegel, 1 Bleistift (nicht enthalten)	Manche Buchstaben sehen gespiegelt anders aus.
Formen	Mit dem Spiegel wird überprüft, welche Formen achsensymmetrisch sind.	1 Spiegel, 1 grüner Buntstift (nicht enthalten)	Achsensymmetrische Formen werden an ihrer Spiegelachse in zwei deckungsgleiche Hälften geteilt.
Spiegelachsen einzeichnen	In einem Mosaik werden vorhandene Spiegelachsen eingezeichnet. Anschließend wird ein eigenes Mosaik gestaltet.	1 Spiegel, 1 Bleistift (nicht enthalten)	Kennenlernen von Eigenschaften achsensymmetrischer Figuren.
Abstände	Ein offener Füller wird vor einem Spiegel positioniert. Die Kappe muss so hinter den Spiegel geschoben werden, dass der ganze Füller im Spiegel zu sehen ist. Abstände zum Spiegel werden gemessen.	1 Spiegel, 1 Füller oder Stift mit Kappe (nicht enthalten) 1 Lineal	Gegenstand und Spiegelbild sind gleich weit vom Spiegel entfernt.
Mit CD-Hülle spiegeln	Ein Herz wird durch die transparente Oberfläche der CD-Hülle gespiegelt. Abstand zwischen Figur und Spiegelachse wird mit dem Abstand zwischen Spiegelfigur und Spiegelachse verglichen.	1 CD-Hülle, 1 Bleistift	Figur und gespiegelte Figur sind gleich weit von der Spiegelachse entfernt.
Spiegelbild einzeichnen	Das Spiegelbild eines Füllers wird eingezeichnet.	1 Bleistift	Figuren an einer Spiegelachse spiegeln.
Löffel	Das eigene Spiegelbild wird einmal auf der Innenseite und einmal auf der Außenseite	1 Esslöffel	Es gibt verschiedene Spiegel. Hohlspiegel und Wölbspiegel erzeugen andere Spiegelbilder.

	eines Esslöffels betrachtet.		
Spiegeltricks	Mithilfe eines Spiegels wird die Abbildung ergänzt, verändert und zum Verschwinden gebracht.	2 Spiegel	Wird die Spiegelachse verändert, kann sich auch die Spiegelung verändern.
Spiegeltricks II	Mithilfe zweier Spiegel wird eine Abbildung vervielfältigt.	2 Spiegel	Mit mehreren Spiegeln lässt sich auch das Spiegelbild selbst spiegeln. Dadurch entstehen weitere Spiegelbilder.

Materialliste zur Experimentierkiste „Spiegel und Symmetrie“

Gegenstand	Anzahl
Aufgabenheft als Kopiervorlage (8 Seiten)	1
Spiegelfliesen	12
CD-Hüllen	10
Spielzeugautos	10
Esslöffel	10
Klebeunkte (Ersatz)	24 Stück
Luftpolsterumschläge	12

Zusätzlich benötigte Materialien:

Gegenstand
Bleistift
Buntstifte
Lineal
Füller oder Stift mit Kappe