**Kantenmodelle von Würfelmehrlingen**

(LU 6)

**Inhaltsverzeichnis**

**A Lernumgebung**  **2**

**B Hinweise für die Lehrkraft** (mit Bezug zum Rahmenlehrplan und

 mit Hinweisen zur Sprachbildung im Rahmen dieser Lernumgebung) **3**

**C Materialien / Sprachliche Hilfen / Lösungen 11**

1. Baue aus Kugeln und Stäben das Kantenmodell eines Würfels. Wie viele Kugeln und Stäbe hast du verwendet?
2. Überlegt: Wie viele Kugeln und Stäbe benötigt ihr für einen Würfelzwilling?

Kugeln: \_\_\_\_\_ Stäbe: \_\_\_\_\_

Baut und kontrolliert.

1. Untersucht Würfelschlangen.
2. Wie viele Kugeln und Stäbe benötigt ihr? Fertigt eine Tabelle an.
3. Beschreibt eure Entdeckungen.
4. Überlegt: Wie viel Material benötigt man für eine 10er-Schlange?

Für jeden Würfeldrilling

benötigt man

16 Kugeln und 28 Stäbe.



Ist die Anzahl auch bei jedem Würfel­vierling gleich?





1. Untersucht mehrere Würfelvierlinge.
2. Dokumentiert eure Ergebnisse und notiert die Anzahl der Kugeln und Stäbe.
3. Vergleicht mit einem anderen Paar.
4. Clara möchte einen Würfelachtling bauen, für den sie besonders wenig Material benötigt.

Überlegt: Wie sieht er aus? Wie viel Material benötigt sie?

6. Clara und Jannik haben 100 Stäbe. Sie wollen alle Stäbe verwenden. Können sie daraus das Kantenmodell eines Würfelmehrlings bauen? Wie viele Kugeln benötigen sie dafür?

**1 Einordnung innerhalb des Themenbereichs**

|  |
| --- |
| Die Idee zu dieser Lernumgebung basiert auf Hengartners Lernumgebung[[1]](#footnote-1) „Mit Würfeln bauen“. In der vorliegenden Lernumgebung untersuchen die Schülerinnen und Schüler Zahlen­folgen, die sich durch die Fortsetzung von Würfelbauten ergeben. Anders als bei Hengartner wird nicht die Anzahl der Würfel sondern die Anzahl der Eckpunkte und Kanten von Würfel­mehrlingen untersucht. Durch den aktiven Umgang mit Kantenmodellen werden die Begriffe Ecke, Kante und Fläche wiederholt. Bei der Einführung muss thematisiert werden, dass in den genutzten Kanten­modellen die Ecken des Würfels durch Kugeln, die Kanten durch Stäbe dargestellt werden. Die Lehrkraft sollte die Möglichkeit nutzen, auf die Merkmale von Modellen (Übereinstimmung in wesentlichen Eigenschaften, Vereinfachungen, Idealisierung) hinzuweisen. Beim Vorstellen und Bauen der Kantenmodelle von Würfelmehrlingen wird das räumliche Vor­stellungsvermögen geschult. Um die Anzahl der Kanten (Stäbe) und Ecken (Kugeln) bestimmen zu können, müssen sich die Lernenden überlegen, welche Kanten bzw. Eck­punkte die einzelnen Würfel in einem Würfelmehrling gemeinsam haben. Bei der Untersuchung der für Würfelschlangen benötigten Materialien untersuchen die Schüle­rinnen und Schüler Zahlenfolgen. Da durch die verschiedenen Anordnungsmöglich­keiten von vier und mehr Würfeln die Betrachtungen sehr komplex werden, wurde die Unter­suchung von Bildungsregeln auf Würfelschlangen beschränkt. Die Frage, wie man einen Würfelmehrling bauen muss, um möglichst wenig bzw. möglichst viel Material zu verwenden, fördert das mentale Operieren und das Argumentieren. Mit dieser Lernumgebung werden Inhalte der Leitideen [L3] *Raum und Form* und [L4] *Gleichungen und Funktionen* vermittelt und die entsprechenden Kompetenzen gefördert.**Niveaustufe D**  |

**2 Didaktisch-methodische Hinweise** (praktische Hinweise zur Durchführung)

|  |
| --- |
| **Zeitumfang:**  2-3 Doppelstunden**Einführung:**In der Einführungsphase werden die Begriffe Würfel, Ecke, Kante, Kantenmodell und Würfel­mehrling wiederholt. Dazu arbeiten die Kinder mit dem Kartenspiel ([M2](#M2)). Die Begriffs­zuordnung kann auch interaktiv als [Zuordnungsspiel](https://learningapps.org/display?v=p1stqa87218)[[2]](#footnote-2) oder [Merkspiel[[3]](#footnote-3)](https://learningapps.org/display?v=p058sywvj19) erfolgen. Anschließend werden Würfel und Kantenmodell verglichen und Gemeinsamkeiten und Unterschiede benannt. Dabei muss auf die Besonderheit der Darstellung der Eckpunkte durch Kugeln eingegangen werden. Im Gespräch wird erarbeitet, dass Modelle in wesentlichen Merkmalen mit dem Original über­einstimmen, aber teilweise vereinfacht bzw. wie hier aus praktischen oder didaktischen Gründen von der Realität abweichen. Dann werden die Schülerinnen und Schüler aufgefordert, mit Holz­würfeln (bzw. Steckwürfeln) verschiedene Würfeldrillinge und Würfelvierlinge zu bauen. **zu 1.:** Zunächst stellt jedes Kind das Kantenmodell eines Würfels her. Als Material eignen sich neben den von Lehrmittelanbietern angebotenen Bausätzen für Kantenmodelle aus Kunststoff auch Magnet­­bausätze oder Erbsen und Zahnstocher. Die Erbsen[[4]](#footnote-4) müssen vor der Verwendung mindestens zwölf Stunden eingeweicht werden. Das Material hat einen sehr motivierenden Charakter und wird die Lernenden zu weiteren Fragestellungen anregen. Wenn die Kinder bisher nicht mit diesem Material gearbeitet haben, sollte man Zeit für eigenes Experimentieren einplanen. Zum Abschluss dieser freien Experi­mentierphase stellen einzelne Kinder ihre Entdeckungen vor. **zu 2.:** Zur Bearbeitung der nächsten Aufgabe werden die Kinder aufgefordert, erst eine Vermutung über die Anzahl des benötigten Materials aufzustellen und diese anschließend handelnd zu überprüfen. **zu 3.:**Im Mittelpunkt dieser Aufgabe steht das Analysieren des Musters, das der Anzahl der für eine Würfelschlage benötigten Kugeln und Stäbe zugrunde liegt. In der Aufgabe wird der Begriff Würfelschlange verwendet, der auch durch Würfelstangen ersetzt werden könnte. Die Anzahl der Ecken und Kanten ist auch bei Würfelschlangen gleich, die nicht gerade sind. Durch die Beschränkung des zur Verfügung gestellten Materials müssen die Lernenden die Bildungsregel für die Zahlenfolge ableiten. Bei Bedarf kann den Lernenden eine der Tabellen­vorlagen ([M1](#M1)) zur Verfügung gestellt werden. Leistungsstarke Kinder können aufgefordert werden, die Anzahl der Würfel für die 20er-, 50er oder 100er Schlange zu berechnen und evtl. mit Hilfe von Variablen einen allgemein­gültigen Term aufzustellen. **zu 4.:** Mit dieser Aufgabe wird insbesondere das mentale Operieren und das räumliche Vorstellungs­vermögen gefördert: *Wie verändert sich die Anzahl der Ecken und Kanten des Würfelmehrlings, wenn ich einen Würfel an eine andere Stelle setze?* Diese anspruchsvolle Aufgabe regt zum Experimentieren, zum Aufstellen und Überprüfen von Vermutungen und zum Argumentieren an. Für das Lösen der Aufgabe müssen den Lernenden neben den Materialien für den Bau der Kantenmodelle auch ausreichend Holz- oder Steckwürfel zur Verfügung gestellt werden. Als Herausforderung für leistungsstarke Schülerinnen und Schüler kann die Frage aufgeworfen werden, warum sich die Anzahl der Kugeln und Stäbe bei verschiedenen Würfelmehrlingen unterscheidet. Zur Dokumentation bauen die Kinder den untersuchten Vierling mit den Holz- oder Steckwürfeln und notieren die Anzahl der benötigten Kugeln und Stäbe. Leistungsstarken Schülerinnen und Schülern kann auch Rasterpapier ([M5](#Rasterpapier)) für die Dokumentation zur Verfügung gestellt werden. Der Austausch mit einem anderen Paar dient der Korrektur eventuell auftretender Fehler, fördert die Kommunikation und das Argumentieren. In einer kurzen Auswertungsphase werden die Ergebnisse zusammengefasst. Dazu kann die Lehrkraft die Abbildungen aller möglichen Würfelvierlinge ([M4](#M4)) zur Verfügung (vergrößert auf Papier oder an die Tafel projiziert) stellen und die Kinder notieren die Anzahl der Stäbe und Kugeln. Die Bildkarten der Würfelvierlinge (Körper und Kantenmodell, [M4](#M4)) können zur Differenzierung z.B. für eine Zuordnungsübung oder als Merkspiel eingesetzt werden. **zu 5.:** Die Erkenntnis aus Aufgabe 4, dass man für kompakt gebaute Würfelmehrlinge weniger Material benötigt, übertragen die Schülerinnen und Schüler nun auf den Würfelachtling. Wenn genug Baumaterial zum Experimentieren zur Verfügung steht, können die Lernenden zusätzlich die Frage untersuchen, für welche Würfelachtlinge besonders viel Material benötigt wird. **zu 6.:** Für die Lösung dieser Aufgabe können die Lernenden ihre Ergebnisse aus Aufgabe 3 nutzen. Diese Aufgabe soll nach Möglichkeit rechnerisch durch die Nutzung der Ergebnisse aus der Aufgabe 3 gelöst werden.Kinder, für die diese Aufgabe zu abstrakt ist, können mit dem vorhandenen Material Körper bauen oder eigene Fragestellungen untersuchen.  |

**3 Bezug zum Rahmenlehrplan**

 3.1 Prozessbezogene mathematische Standards der Lernumgebung[[5]](#footnote-5)

 (siehe Handreichung, Punkt 2)

|  |  |
| --- | --- |
| **Prozessbezogener mathematischer Kompetenzbereich** | **Die Schülerinnen und Schüler können** |
| **Mathematisch****argumentieren** | * mathematische Aussagen hinterfragen und auf Korrektheit prüfen
* Zusammenhänge und Strukturen erkennen und Vermutungen zu mathematischen Situationen aufstellen
 |
| **Probleme** **mathematisch lösen** | * Aufgaben bearbeiten, zu denen sie noch keine Routinestrategie haben („sich zu helfen wissen“)
* Zusammenhänge erkennen und Lösungsstrategien auf ähnliche Sachverhalte übertragen
 |
| **Mathematische Darstellungen verwenden** | * geeignete Darstellungen für das Bearbeiten mathematischer Sachverhalte und Probleme auswählen, nutzen und entwickeln
 |
| **Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen umgehen** | * Tabellen, Terme, Gleichungen und Diagramme zur Beschreibung von Sachverhalten nutzen
 |
| **Mathematisch kommunizieren** | * eigene Vorgehensweisen beschreiben, Lösungswege anderer nachvollziehen und gemeinsam Lösungswege reflektieren
* Aufgaben gemeinsam bearbeiten
 |

3.2. Inhaltsbezogene mathematische Standards der Lernumgebung[[6]](#footnote-6)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Themenbereich** | **Standards** | **Niveau** |
| **Raum und Form** | Die Schülerinnen und Schüler können* ausgewählte geometrische Objekte qualitativ beschreiben
* Beziehungen zwischen ausgewählten geometrischen Objekten beschreiben
* Modelle ausgewählter Körper herstellen und weitere ebene geometrische Figuren zeichnen
* Lage- und Größenveränderungen bei geometrischen Figuren ausführen
* Beziehungen zwischen geometrischen Objekten (auch Winkel) beschreiben und zur Systematisierung nutzen[[7]](#footnote-7)
* geometrische Körper (auch Prismen) darstellen und ebene geometrische Figuren zeichnen
 | CCD |
| **Gleichungen und Funktionen** | Die Schülerinnen und Schüler können* Bildungsregeln für Zuordnungen und Muster beschreiben
* Zuordnungen und Muster verschieden darstellen
* einzelne Werte zu Zuordnungen ermitteln
 | C |

3.3 Themen und Inhalte der Lernumgebung[[8]](#footnote-8)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Themenbereich** | **Inhalte** | **Niveau** |
| **Raum und Form** | Die Schülerinnen und Schüler* erkennen, benennen und beschreiben geometrische Körper (Kugel, Würfel, Quader) in der Umwelt und am Modell unter Verwendung wesentlicher Merkmale
* beschreiben die Lage- und Größenbeziehungen gegenüberliegender bzw. angrenzender Seiten oder Flächen bei ebenen oder räumlichen geometrischen Objekten (auch Erkennen von Würfel- und Quadernetzen)
* stellen Modelle von Quadern und Würfeln (auch Kantenmodelle) her
* erkennen, benennen und beschreiben gerade geometrische Körper (auch Zylinder, Prismen, Kegel, Pyramiden) in der Umwelt und am Modell unter Verwendung wesentlicher Merkmale
* stellen Modelle geometrischer Körper (auch Prismen) her
 | CD |
| **Gleichungen und Funktionen** | Die Schülerinnen und Schüler * analysieren und beschreiben die Bildungsregeln von arithmetischen und geometrischen Mustern
* stellen Folgen geometrischer Muster (z. B. durch Zahlenfolgen) dar
* stellen Zuordnungen (auch mit Tabellen) dar
* verwenden die Bildungsregeln von arithmetischen und geometrischen Mustern zum Finden von weiteren Elementen
 | C |

3.4 Bezüge zum Basiscurriculum Sprachbildung[[9]](#footnote-9)

|  |  |
| --- | --- |
| **Standards des BC Sprachbildung** | Die Schülerinnen und Schüler können |
| **Produktion/ Sprechen** | * Sachverhalte und Abläufe beschreiben
* Beobachtungen wiedergeben
* Vermutungen äußern und begründen
* Arbeitsergebnisse aus Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit präsentieren
 |
| **Interaktion** | * sprachliche Handlungen wie Vermutung, Behauptung, Kritik

etc. unterscheiden |

3.5 Bezüge zum Basiscurriculum Medienbildung[[10]](#footnote-10)

|  |  |
| --- | --- |
| **Standards des** **BC Medienbildung** | Die Schülerinnen und Schüler können |
| **Präsentieren** | * Einzel- und Gruppenarbeitsergebnisse vor einem Publikum präsentieren
 |

3.6 Bezüge zu anderen Fächern

|  |
| --- |
| * Deutsch
* Naturwissenschaften
 |

3.7 Bezüge zu übergreifenden Themen[[11]](#footnote-11)

|  |
| --- |
| * Mobilitätsbildung und Verkehrserziehung *(hier: Orientierung im Raum)*
 |

**4 Sprachbildung**

4.1 Sprachliche Stolpersteine in den Aufgabenstellungen

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Aufgabe** | **Originaltext** | **Sprachliche Alternativen** |
| 1 | Wie viele Kugeln und Stäbe hast du verwendet?  | Wie viele Kugeln und Stäbe brauchst du?  |
| 3  | Untersucht Würfelschlangen. | Untersucht Würfelstangen.  |
| *Es muss sichergestellt werden, dass die Lernenden folgende Begriffe/Wörter verstehen:*LU: die Kugeln, die Stäbe |

4.2 Wortliste zum Textverständnis

*Die Lehrkraft muss sich vergewissern, dass die Schülerinnen und Schüler folgenden Fachwortschatz verstanden haben.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nomen** | **Verben** | **Sonstige** |
| das Kantenmodelldie Kantedie Ecke die Flächeder Würfelmehrlingder Würfelzwilling (Würfeldrilling, Würfelvierling, Würfelachtling) die Würfelschlangedie 10er-Schlange | benötigen – man benötigtverwenden – du verwendestanfertigen: eine Tabelle anfertigen | besonders wenig Materialjeder Würfeldrilling |

4.3 Fachbezogener Wortschatz und themenspezifische Redemittel

Im Rahmen dieser Lernumgebung wenden die Schülerinnen und Schüler folgende Sprachmittel aktiv an. Diese dienen als Grundlage für die gemeinsame Erarbeitung eines Wortspeichers während der Ergebnissicherung.

das Kantenmodell eines / des Würfels / des Würfelmehrlings

Der Körper hat \_\_\_ Ecken und \_\_\_ Kanten.

Man benötigt \_\_\_ Kugeln und \_\_\_ Stäbe für das Kantenmodell.

Es werden \_\_\_ Kugeln und \_\_\_ Stäbe für das Kantenmodell benötigt.

Für einen Würfeldrilling (Würfel…) benötige ich \_\_ Kugeln und \_\_ Stäbe.

Um einen … zu bauen, benötige ich \_\_ Kugeln und \_\_ Stäbe.

Die 4er-Schlange besteht aus \_\_ Kugeln und \_\_ Stäben.

Um einen weiteren Würfel anzubauen, benötige ich \_\_ Kugeln und \_\_ Stäbe.

Mit \_\_ Kugeln / Stäben kann man eine Würfelschlange / einen Würfelmehrling aus \_\_\_ Würfeln bauen.

Die Anzahl der Kugeln steigt um \_\_\_.

Die Anzahl der Stäbe wächst um \_\_\_ / verändert sich um \_\_\_.

Die Zahl der Stäbe / der Kugeln erhöht sich mit jedem weiteren Würfel um \_\_\_

der Würfelzwilling / der Würfeldrilling / der Würfelmehrling

der 2x2x2-Würfel

man benötigt / wir benötigen besonders viel / besonders wenig Material

**5 Material für den Einsatz dieser Lernumgebung**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Phase / Aufgabe** | **Anzahl** | **Name des Materials** | **Vorbereitung / Hinweise** |
| gesamte Lernumgebung | pro Kind | Lernangebot ([LU](#LU)) | kopieren, an digitaler Tafel präsentieren oder Ausdruck für Lehrkraft  |
| 1x | Wortkarten für den Sprachspeicher ([M6](#Wortkarten)) | ausdrucken, ausschneideneventuell vergrößern und laminieren |
| 1x | Merkspiel ([M2](#M2)) | ausdrucken, ausschneideneventuell vergrößern und laminieren |
| bei Bedarf | LearningApp:<https://learningapps.org/display?v=p1stqa87218><https://learningapps.org/display?v=p058sywvj19> |  |
| pro Paar | Material zum Bau von Kantenmodellen: * Steckbausystem,
* Magnetbaumaterial **oder**
* Erbsen und Zahnstocher

ca. 20 Kugeln und 40 Stäbe | Materialien bereitstellen:Erbsen mit heiß Wasser übergießen und eine Nacht quellen lassen. |
| pro Paar | 28 Holzwürfel oder Steckwürfel | Materialien bereitstellen |
| Aufgabe 3  | bei Bedarf | Vorlagen für die Tabelle ([M1](#M1)) | kopieren |
| bei Bedarf | Tippkarten ([M3](#M3)) | kopieren |
| Aufgabe 4 | bei Bedarf | Bildkarten der Würfelvierlinge ([M4](#M4)) | kopieren, schneiden, ggf. vergrößern und laminieren |
| bei Bedarf | Rasterpapier zur Darstellung ([M5](#Rasterpapier)) | kopieren |

**6 Evaluation** (siehe Handreichung)

**Differenzierte Vorla****gen für die Tabelle in Aufgabe 3**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Würfel** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Kugeln |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Stäbe |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Würfel** | **1** | **2** | **3** |  |  |  |  |  |  |  |
| Kugeln |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Stäbe |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Würfel** | **1** | **2** | **3** |  |  |  |  |  |  |  |
| Kugeln | 8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Stäbe | 12 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Merkspiel zur Wiederholung der Fachbegriffe**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
| der Würfel | die Fläche | die Kante | die Ecke |
|  |  |  |  |
| der Würfel-  zwilling | der Würfel-  drilling | der Würfel-  vierling | das Kanten- modell |

*Die* *Begriffe können mithilfe der folgenden interaktiven Spiele gefestigt werden:*

|  |  |
| --- | --- |
| [**Zuordnungsspiel**](https://learningapps.org/display?v=p1stqa87218)https://learningapps.org/display?v=p1stqa87218 | **[Merkspiel](https://learningapps.org/display?v=p058sywvj19)**<https://learningapps.org/display?v=p058sywvj19>  |



**Tippkarte** **f****ür Aufgabe 3**

****

**Tipp:**

* Überlegt: Wie verändert sich die Anzahl der Kugeln?

Könnt ihr eine Zahlenfolge erkennen?

* Wie verändert sich die Anzahl der Stäbe?

Könnt ihr eine Zahlenfolge erkennen?

LU 6 / Aufgabe 3

**Bildkarten W****ürfelvierlinge**

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**I****sometrisches Rasterpapier**

**Wortka****rten für den Sprachspeicher**



die Ecke

die Kante

die Fläche

das Würfelgebäude

der Würfel

das Kantenmodell

das Schrägbild

der Würfelvierling

der Würfeldrilling

der Würfelzwilling





**zu 1.**

Für einen Würfel benötigt man 8 Kugeln und 12 Stäbe.

**zu 2.**

Für einen Würfelzwilling benötigt man 12 Kugeln und 20 Stäbe.

**zu 3.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Würfel** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **20** | **n** |
| Kugeln | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 | 84 | 4n+4 |
| Stäbe | 12 | 20 | 28 | 36 | 44 | 52 | 60 | 68 | 76 | 84 | 164 | 8n+4 |

**zu 4.**

Würfelschlange: 20 Kugeln und 36 Stäbe

Siegerpodest: 20 Kugeln und 36 Stäbe

„Würfelquadrat“: 18 Kugeln und 33 Stäbe

Würfel-Eck: 20 Kugeln und 36 Stäbe

Alle anderen Würfelvierlinge: 20 Kugeln und 36 Stäbe

**zu 5.**

Besonders wenig Material benötigt man für einen kompakten Würfelmehrling, also den 2 x 2 x 2-Würfel. Für ihn benötigt man 27 Kugeln und 54 Stäbe.

*Zusatzaufgabe für leistungsstarke Schülerinnen und Schüler:*

Besonders viel Material benötigt man z.B. für die 8er-Schlange: 36 Würfel und 68 Stäbe.

**zu 6.**

Aus der Fortsetzung der Tabelle in Aufgabe 3 ergibt sich, dass man aus 100 Stäben eine 12er-Schlange bauen kann. Dafür benötigt man 52 Kugeln.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Bildtitel | Seite | Bildquelle |
| Abbildungen |  | erstellt von iMINT Grundschule Mathematik |
| Zeichnungen der Kinder | 2 | erstellt von iMINT Grundschule Mathematik |
| Symbole Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit | 2 | erstellt von iMINT Grundschule Mathematik |
| Glühlampe | 2, 13 | Glühlampe, Laura Jahn, [CC BY SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de), LU Kernaufgaben |

1. Hengartner, Elmar, Hirt, Ueli, Wälti, Beat (2006): Lernumgebungen für Rechenschwache bis Hochbegabte.

 Natürliche Differenzierung im Mathematikunterricht. Klett und Balmer-Verlag, Zug 2006, S. 117-121 [↑](#footnote-ref-1)
2. <https://learningapps.org/display?v=p1stqa87218>

 Zum Aufrufen des Programms kann ein [QR-Code](#qrCode) genutzt werden. [↑](#footnote-ref-2)
3. <https://learningapps.org/display?v=p058sywvj19>

 Zum Aufrufen des Programms kann ein [QR-Code](#qrCode) genutzt werden. [↑](#footnote-ref-3)
4. Grüne, ungeschälte Erbsen eignen sich besonders. Im Kühlschrank können sie bis zu drei Tage aufbewahrt werden. [↑](#footnote-ref-4)
5. vgl. Rahmenlehrplan Jahrgangsstufen 1-10, Teil C Mathematik, S. 19-21, Berlin, Potsdam 2015 [↑](#footnote-ref-5)
6. vgl. Rahmenlehrplan Jahrgangsstufen 1-10, Teil C Mathematik, S. 22-31, Berlin, Potsdam 2015 [↑](#footnote-ref-6)
7. Die inhaltsbezogenen mathematischen Standards sind unverändert aus dem Rahmenlehrplan übernommen

 worden. Kompetenzen, die mit dieser Lernumgebung nicht entwickelt werden, sind grau gedruckt. [↑](#footnote-ref-7)
8. . vgl. Rahmenlehrplan Jahrgangsstufen 1-10, Teil C Mathematik, S. 31ff, Berlin, Potsdam 2015 [↑](#footnote-ref-8)
9. vgl. Rahmenlehrplan Jahrgangsstufen 1-10, Teil B Fachübergreifende Kompetenzentwicklung, S. 6-10, Berlin, Potsdam 2015 [↑](#footnote-ref-9)
10. vgl. Rahmenlehrplan Jahrgangsstufen 1-10, Teil Fachübergreifende Kompetenzentwicklung, S. 15-22, Berlin, Potsdam 2015 [↑](#footnote-ref-10)
11. vgl. Rahmenlehrplan Jahrgangsstufen 1-10, Teil B Fachübergreifende Kompetenzentwicklung, S. 24ff, Berlin, Potsdam 2015 [↑](#footnote-ref-11)