Spiralcurriculum

Kräfte und Gleichgewicht

Naturwissenschaftlich und technisch arbeiten und denken lernen

Band 1: Elementarbereich

Band 2: Primarbereich

Band 3: Sekundarbereich

MIRIAM LEUCHTER
MARINA APE
ILONCA HARDY
MIRJAM STEFFENSKY

Ermöglicht durch

Deutsche Telekom Stiftung

Spiralcurriculum

Kräfte und Gleichgewicht

Naturwissenschaftlich und technisch arbeiten und denken lernen

Band 1: Elementarbereich

Band 2: Primarbereich

Band 3: Sekundarbereich

Deutsche Telekom Stiftung

Die Entwicklung des Spiralcurriculums *Kräfte und Gleichgewicht* wurde durch die *Deutsche Telekom Stiftung* ermöglicht.

Wir bedanken uns für die Unterstützung und Mitarbeit der beteiligten studentischen Hilfskräfte und Studierenden. Insbesondere danken wir den Einrichtungen und pädagogischen Fachkräften an den Standorten Münster und Landau, die an der Erprobung der Materialien beteiligt waren und die maßgeblich zum Gelingen des Projekts beigetragen haben.

Die Materialkisten werden von der Caritas-Werkstatt Lünen produziert.
Handbücher und Materialkisten sind erhältlich unter:
www.gutwerke.de

Bei Nachfragen:
kraefte-gleichgewicht@caritas-coesfeld.de

Digital sind die Handbücher und weitere Materialien auf den Seiten der *Deutsche Telekom Stiftung* abrufbar (www.telekom-stiftung.de/minteinander).

Caritasverband für den Kreis Coesfeld e.V.

IMPRESSUM

Miriam Leuchter, Marina Ape, Ilonca Hardy, Mirjam Steffensky
Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht*: Naturwissenschaftlich und technisch arbeiten und denken lernen
Band 1: Elementarbereich
In der Reihe: Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht*: Naturwissenschaftlich und technisch arbeiten und denken lernen
Ein Curriculum vom Kindergarten bis zur 8. Klasse.
Herausgegeben von Kornelia Möller
1. Auflage 2021

Alle Rechte vorbehalten.

Bildnachweise: Deutsche Telekom Stiftung (S. 3), Miriam Leuchter (S. 165-168), pixabay.com (S. 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128), privat (S. 38, 38, 49, 54, 64, 78, 87, 106, 107, 108, 109, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119), Arndt Rösner (S. 164)
SeitenPlan (Grafiken) (S. 24, 36, 38-41, 70, 92, 111-113, 129-133, 135-167), WWU Münster (S. 4, 174)
Redaktion: Anna Klein, SeitenPlan GmbH
Satz und Layout: SeitenPlan GmbH
Druck: WIRmachenDRUCK GmbH
Printed in Germany

ISBN: 978-3-9813300-5-2
Bonn, im Mai 2021

Vorwort

Wie gelingt es, möglichst allen Kindern und Jugendlichen die MINT-Kompetenzen zu vermitteln, die sie für ihren weiteren erfolgreichen Bildungsweg brauchen? Das ist eine der Leitfragen, an der sich die Aktivitäten der *Deutsche Telekom Stiftung* orientieren, wenn sie Projekte für erfolgreiches MINT-Lehren und -Lernen in der digitalen Welt anstößt.

Mit unserem Vorhaben „MINTeinander“ tragen wir nicht nur dazu bei, Kindern und Jugendlichen MINT-Kompetenzen zu vermitteln. Wir gehen noch einen Schritt weiter, indem wir dafür sorgen, dass sie diese Kompetenzen systematisch und aufeinander aufbauend entwickeln können. Damit dies gelingen kann, sind in den unterschiedlichen Bildungseinrichtungen – Kindertagesstätten, Grund- und weiterführenden Schulen – Lehr- und Lerninhalte notwendig, die altersgerecht angelegt und aufeinander abgestimmt sind.

Wie groß das Interesse an solchen Inhalten ist, haben uns mehrere bundesweite Ausschreibungen gezeigt. Wir haben so Kindertagesstätten und Schulen gefunden, die gemeinsam in ihrer Region die Spiralcurricula *Magnetismus* und *Schwimmen und Sinken* eingeführt haben. Mittlerweile arbeiten mit Unterstützung durch die Stiftung rund 400 Einrichtungen in regionalen Verbünden bildungsstufenübergreifend zusammen, nachdem sie im Umgang mit den Konzepten und Materialien geschult worden sind.

Die nun vorliegende dritte Materialsammlung und die didaktischen Begleithandreichungen, mit denen wir die pädagogischen Fachkräfte und Lehrpersonen unterstützen wollen, widmen sich dem Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht*. Sie wurden wie ihre beiden Vorgänger von einem Projektkonsortium unter der Leitung von Seniorprofessorin Kornelia Möller, ehem. Direktorin des Instituts für Didaktik des Sachunterrichts an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, in mehrjähriger Arbeit konzipiert und in der Praxis erprobt. Dafür an dieser Stelle herzlichen Dank. Ein besonderes Merkmal dieses Spiralcurriculums ist die Verknüpfung zwischen den Naturwissenschaften und der Technik: In einem fächerverbindenden Ansatz können Kinder und Jugendliche erfahren, dass naturwissenschaftliche Gesetzmäßigkeiten, wie z. B. das Hebelgesetz, in der Technik angewandt werden und das Verstehen technischer Zusammenhänge durch das Kennen naturwissenschaftlicher Gesetzmäßigkeiten erleichtert wird.

Wir wünschen allen Fach- und Lehrkräften und natürlich auch allen Schülerinnen und Schülern viel Freude beim Ausprobieren und Entdecken, beim mi(n)teinander Lehren und Lernen.

Dr. Ekkehard Winter
Geschäftsführer Deutsche Telekom Stiftung

Vorwort der Herausgeberin

Mit dem Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht* liegt nun neben den Spiralcurricula *Magnetismus* und *Schwimmen und Sinken* ein weiteres Curriculum vor, das auf eine abgestimmte Entwicklung von Kompetenzen vom Elementarbereich über den Primarbereich bis in die ersten Klassenstufen des Sekundarbereichs abzielt. Eine Besonderheit dieses Curriculums ist die Verknüpfung naturwissenschaftlicher und technischer Kompetenzen in einem fächerübergreifenden Unterricht.

Neben den Handbüchern für jeden Bildungsbereich stehen wieder Materialkisten mit im Unterricht benötigten Materialien zur Verfügung.

Handbücher und Materialkisten zum Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht* sind über die Caritas-Werkstatt Lünen beziehbar; die Bezugsquellen sind auf S. 11 angegeben. Die Handbücher stehen zudem auf den Seiten der *Deutsche Telekom Stiftung* kostenlos zum Download zur Verfügung (www.telekom-stiftung.de/mintein-ander); dort befinden sich für den Primar- und Sekundarbereich auch editierbare Arbeitsblätter für den Unterricht und die Lösungen der Aufgaben.

Wie die Handbücher zu den Spiralcurricula *Magnetismus* und *Schwimmen und Sinken* enthalten auch die Handbücher zum Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* drei in allen Bildungsstufen identische Kapitel (Kap. 1 bis 3). Sie geben einen Überblick über die Inhalte des Spiralcurriculums (Kap. 1), stellen Ziele und lernpsychologische Grundlagen des Spiralcurriculums dar (Kap. 2), begründen, warum das Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* für eine Bearbeitung in allen drei Bildungsbereichen geeignet ist, (Kap. 3.1) und schlagen vor, wie im Elementar-, Primar- und Sekundarbereich Kompetenzen und das zugrunde liegende Wissen spiralförmig aufzubauen sind (Kap. 3.2). Zur Kennzeichnung sind diese gemeinsamen Kapitel rot hervorgehoben. Blau bzw. grau gekennzeichnet sind die für die einzelnen Bildungsstufen spezifischen Kapitel 4, 5 und 6. In Kapitel 4 werden jeweils der fachliche Hintergrund sowie vorhandene Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten vorgestellt; Kapitel 5 enthält die für die entsprechende Bildungsstufe vorgeschlagenen Bildungsangebote. Im Anhang (Kap. 6) finden sich ein Literaturverzeichnis, ein Glossar sowie eine Liste der in den Materialkisten befindlichen Teile. Für den Primarbereich gibt es einen Anlagenband, der sämtliche Kopiervorlagen enthält, die für den Unterricht benötigt werden.

Wir danken der *Deutsche Telekom Stiftung* für die Unterstützung bei der Entwicklung der MINTeinander Unterrichtsmaterialien und wünschen den Fach- und Lehrkräften Freude und Erfolg beim Gestalten der Lernumgebungen!

Prof. Dr. Kornelia Möller
Seniorprofessorin für Didaktik des Sachunterrichts
an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Inhalt

Vorworte 3

1 Einleitung: Das Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht*: Naturwissenschaftlich und technisch arbeiten und denken lernen 7

2 Lernen in Naturwissenschaften und Technik 13
2.1 Ziele naturwissenschaftlicher und technischer Bildung 14
2.2 Lernen als konstruktiver Prozess 14
2.3 Die Bedeutung der Strukturierung von Lerngelegenheiten 15

3 Das Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* in einem bildungsstufenübergreifenden Curriculum 17
3.1 Das Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* als Gegenstand naturwissenschaftlicher und technischer Bildung 18
3.2 Naturwissenschaftliche und technische Bildung von Anfang an 19
3.2.1 Inhaltsbezogene Kompetenzen 20
3.2.2 Prozessbezogene Kompetenzen im naturwissenschaftlichen und technischen Lernbereich 26

4 Das Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* im Elementarbereich 35
4.1 Fachlicher Hintergrund 36
4.2 Vorstellungen von Kindern zum Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* 41

5 Das Bildungsangebot im Elementarbereich 43
5.1 Beschreibung der Bildungsangebote 44
5.2 Überblick über das Bildungsangebot 46
5.3 Bildungsangebote aus dem Themenbereich „Kräfte und ihre Wirkungen“ – Reibung 48
5.3.1 Sequenzen zu Reibung 48
5.3.2 Diagnostik von Kompetenzen zu Reibung während der Sequenzen 1 und 2 60
5.4 Bildungsangebote aus dem Themenbereich „Stabilität und Gleichgewicht“ – Mauer- und Turmbau 61
5.4.1 Sequenzen zu Mauer- und Turmbau 61
5.4.2 Diagnostik von Kompetenzen zu Mauer- und Turmbau während der Sequenzen 1, 1a, 2, 2a, 3 und 4 86
5.5 Bildungsangebote aus dem Themenbereich „Stabilität und Gleichgewicht“ – Wippen 87
5.5.1 Sequenzen zu Wippen 87
5.5.2 Diagnostik von Kompetenzen zu Wippen während der Sequenzen 1, 2 und 3 103

6 Anhang 105
6.1 Forscherblätter 106
6.2 Inhalte der Materialkisten 164
6.3 Literatur 169
6.4 Glossar 169

1
Einleitung

1 Das Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht*: Naturwissenschaftlich und technisch arbeiten und denken lernen

Ein Curriculum vom Kindergarten bis zum Anfangsunterricht des Sekundarbereichs (Klassenstufen 6–8)

Das Spiralcurriculum zum Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* ist bildungsstufenübergreifend vom Kindergarten bis zum Sekundarbereich (Klassenstufen 6–8) angelegt. Es verbindet naturwissenschaftliche mit technischen Inhalten.

Leitend für das Handbuch und die dazugehörigen Materialkisten waren die Fragen: Wie kann bereits im Elementarbereich mit dem Kompetenzaufbau im naturwissenschaftlichen und technischen Lernbereich begonnen und wie kann dieser Kompetenzaufbau im Primarbereich und später dann im Sekundarbereich weitergeführt werden? So zielt das Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht* darauf ab, die Entwicklung naturwissenschaftlicher und technischer Kompetenzen von Anfang an stufengerecht zu fördern und auf diese Weise die Übergänge vom Kindergarten in die Grundschule und von der Grundschule in den Sekundarbereich zu erleichtern.

Neben dem Erwerb inhaltsbezogener Kompetenzen zum Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* steht – wie bei den bereits entwickelten Spiralcurricula *Magnetismus* sowie *Schwimmen und Sinken* – die systematische Heranführung an Arbeits- und Denkweisen im Zentrum.

Leitendes Prinzip ist – ebenfalls wie bei den bereits veröffentlichten Spiralcurricula – das durch pädagogische Fach- bzw. Lehrkräfte angemessen begleitete forschende und handlungsaktive Lernen. Das dem Spiralcurriculum zugrunde liegende Lernverständnis geht davon aus, dass Wissen nicht „vermittelt“ werden kann, sondern von den Lernenden gemeinsam mit anderen Lernenden und den Lehrenden aktiv konstruiert werden muss. Gerade jüngere Lernende sind darauf angewiesen, Wissen auf der Basis konkreter Erfahrungen zu entwickeln; das Spiralcurriculum ermöglicht daher in allen Bildungsstufen entsprechende Handlungs- und Experimentiererfahrungen (vgl. Kap. 2.2). Gleichzeitig benötigen Lernende für den Aufbau von Wissen die gezielte Unterstützung der Fach- bzw. Lehrkräfte. Entsprechende Vorschläge, z. B. zur Strukturierung der Inhalte oder zur Gestaltung gemeinsamer Gespräche, sind zentraler Bestandteil der vorgeschlagenen Lernsequenzen (vgl. Kap. 2.3).

Wie bei den Spiralcurricula *Magnetismus* sowie *Schwimmen und Sinken* unterstützen drei aufeinander abgestimmte Materialpakete für den Elementar-, Primar- und Sekundarbereich die Erzieherinnen und Erzieher sowie die Lehrkräfte darin, die angestrebten Ziele zu erreichen. Die Materialpakete bestehen wieder aus Materialkisten und einem Handbuch je Bildungsstufe.

Wie bei den bereits veröffentlichten Spiralcurricula wird in den Handbüchern eine Übersicht zum stufenübergreifenden Aufbau der inhalts- und prozessbezogenen Kompetenzen vorangestellt (Kap. 3). Die angeführten Kompetenzen beziehen sich auf naturwissenschaftliches und technisches Lernen. Auch wenn naturwissenschaftliche und technische Inhalte oft eng miteinander verbunden sind und dementsprechend naturwissenschaftliche und technische Arbeits- und Denkweisen ineinandergreifen, sind die naturwissenschaftlichen und technischen Kompetenzen in den Kompetenztabellen getrennt nacheinander aufgeführt. Damit wird betont, dass sich naturwissenschaftliche und technische Arbeits- und Denkweisen trotz vorhandener Gemeinsamkeiten durch je spezifische Prozesse und Zielsetzungen unterscheiden. Hervorgehoben werden soll, dass keinesfalls der Anspruch besteht, mit dieser Auflistung sämtliche prozessbezogene Kompetenzen in den Naturwissenschaften und in der Technik abzudecken. Vielmehr handelt es sich um eine Auflistung von Kompetenzen, die anhand des vorgeschlagenen Spiralcurriculums *Kräfte und Gleichgewicht* von den adressierten Lerngruppen erreicht werden können.

Alle Handbücher enthalten zudem in knapper Form Informationen zum fachlichen Hintergrund, einen Überblick über den Unterricht sowie sorgfältig ausgearbeitete und erprobte Vorschläge für die Gestaltung von Lernsituationen. Alle vorgeschlagenen Sequenzen orientieren sich an den in Kapitel 3 stufenübergreifend formulierten Kompetenzrastern.

In den Materialkisten befinden sich Materialien, die für die Durchführung der vorgeschlagenen Sequenzen benötigt werden, in den Institutionen aber in der Regel nicht vorhanden sind. Das Materialangebot ist exakt auf die in den jeweiligen Handbüchern vorgeschlagenen Sequenzen abgestimmt, um die Organisation der entsprechenden Lernsituationen zu erleichtern.

Im Primar- und im Sekundarbereich beginnen die Unterrichtseinheiten mit Sequenzen, die Gelegenheit zum Wiederholen bzw. Erarbeiten bereits in der vorhergegangenen Stufe erarbeiteter Kompetenzen bieten. So kann der Unterricht auch in solchen Klassen stattfinden, die bisher keine oder kaum Erfahrungen mit dem Spiralcurriculum haben.

Die Materialpakete zum Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht* im Überblick

Materialpaket Elementarbereich

Miriam Leuchter, Marina Ape, Ilonca Hardy, Mirjam Steffensky

Das Bildungsangebot

Das hier beschriebene Bildungsangebot für ca. fünf- bis sechsjährige Kinder umfasst neun Sequenzen zu den beiden Themenbereichen „Stabilität und Gleichgewicht“ sowie „Kräfte und ihre Wirkungen“. Die Kinder erhalten Gelegenheit, relevante alltagsnahe Erfahrungen zu diesen Themenbereichen zu machen, indem sie selbst erproben, beobachten, überprüfen und sortieren sowie auf diese Weise grundlegende Aspekte des naturwissenschaftlichen und technischen Arbeitens und Denkens kennenlernen. Die Materialien regen das Errichten von unterschiedlichen Bauwerken an und ermöglichen es den Kindern, sie zu verändern und zu korrigieren. Sie finden heraus, wie Bauwerke stabilisiert werden können und prüfen, welche Gegenstände auf Rampen haften, rutschen und rollen und worauf es dabei ankommt. Sie untersuchen hierbei das Gewicht und die Form von Gegenständen sowie den Untergrund der Rampen. In einer weiteren Sequenz erkunden die Kinder das Verhalten von gleichmäßig und ungleichmäßig gebauten Wippen und vergleichen die Wirkung von verschiedenen Gewichten in unterschiedlichen Positionen auf das Gleichgewicht der Wippen.

Das Handbuch

Das Handbuch enthält detaillierte Beschreibungen der Sequenzen mit Vorschlägen für die konkrete Umsetzung sowie fachliche und didaktische Hintergrundinformationen. Das Handbuch soll auch pädagogische Fachkräfte mit wenig Erfahrung in der naturwissenschaftlichen und technischen Bildungsarbeit dabei unterstützen, passende Bildungsangebote zum Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* umzusetzen.

Die Materialkisten

Die zwei Materialkisten für den Elementarbereich enthalten die wichtigsten für die Umsetzung der Bildungsangebote benötigten Materialien: Dazu zählen z. B. zusammensteckbare Wippen sowie Gegenstände wie Holzklötze und Zylinder. Es müssen nur einige wenige, zumeist im Kindergarten vorhandene Gegenstände ergänzt werden. Das Material reicht für Gruppen mit bis zu zehn Kindern aus. Eine Liste mit den in den Materialkisten enthaltenen Materialien befindet sich in Kapitel 6 des Handbuchs.

Materialpaket Primarbereich

Kornelia Möller, Mareike Bohrmann, Hans-Peter Wyssen, Anna Klein, Torben Wilke

Das Bildungsangebot

Der vorgeschlagene Unterricht zu dem Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* orientiert sich an den Lehrplänen der Bundesländer und umfasst sieben Sequenzen für die Klassenstufen 2/3 sowie elf Sequenzen für die Klassenstufen 3/4 mit jeweils einer zusätzlichen optionalen Sequenz. Die Sequenzen sind auf 45 bzw. 90 Minuten ausgelegt.

In den Klassenstufen 2/3 geht es um die Erarbeitung von Standfestigkeit und Gleichgewicht. Im ersten Themenbereich bauen die Kinder möglichst standfeste Türme, finden heraus, was diese stabil macht, wenden dabei das Prinzip kontrollierter Experimente an und erkunden verschiedene Arten der Stabilisierung im Alltag.

Im zweiten Themenbereich wird der Begriff „Gleichgewicht“ erarbeitet und das Hebelgesetz vorbereitet. Dieses geschieht anhand des Baus von Mobiles. Dabei lernen die Schülerinnen und Schüler, dass sich eine waagerechte Lage des „Balkens“ durch Verschieben von „Gewicht“ auf einem Hebelarm herstellen lässt. Das Hebelgesetz wird so qualitativ erfasst.

Das gewonnene Wissen setzen die Schülerinnen und Schüler bei der nächsten Unterrichtseinheit zum Balancieren von Figuren auf einem Seil um. Hier wird ein Clown ins Gleichgewicht gebracht, indem der Schwerpunkt durch angebrachte Gewichte nach unten verlagert wird. In einer optionalen Sequenz können auch asymmetrische Figuren wie ein Papagei, eine Banane oder eine Katze ins Gleichgewicht gebracht werden.

In den Klassenstufen 3/4 geht es um den Begriff „Kraft“ und die Funktionsweise einfacher Maschinen, die zur Kraftersparnis eingesetzt werden. Im dritten Themenbereich wird zunächst erkundet, was Dinge in Bewegung versetzt und was sie bremst. Dabei werden die Begriffe „Kraft“ und „Reibung“ eingeführt. Der vierte Themenbereich lässt anhand von schiefen Ebenen, Hebeln und Getrieben erfahren, wie sich Kraft durch einen längeren Weg reduzieren lässt (Goldene Regel der Mechanik). Dabei entdecken die Schülerinnen und Schüler zunächst bei Versuchen an der schiefen Ebene, wie deren Neigung die Kraftreduzierung beeinflusst. Die kraftsparende Wirkung von Hebeln erkunden sie in einem Stationenlauf, wobei sie den Einsatz von Hebeln in unserer Alltagswelt kennenlernen. Die kraftsparende Wirkung von Getrieben wird schließlich am Beispiel des Fahrrads erkundet; hierzu gehört auch, dass die Schülerinnen und Schüler durch Ausprobieren auf dem Schulhof die Bedeutung der verschiedenen Gänge beim Fahrrad verstehen lernen.

Alle Sequenzen berücksichtigen den Aspekt der Sprachsensibilität; so werden in jeder Sequenz Vorschläge für die Einführung von Begriffen und die Unterstützung einer angemessenen Versprachlichung gemacht.

Das Handbuch

Das Handbuch enthält die detailliert beschriebenen 18 Unterrichtssequenzen, benötigte Hintergrundinformationen sowie Versuchsbeschreibungen für die Lehrkraft. Der Anlagenband enthält sämtliche Kopiervorlagen für die Hand der Schülerinnen und Schüler (Arbeitsblätter, Bildkarten zur Unterstützung des Transfers auf Alltagssituationen, Materialien zur Differenzierung, sprachsensible Unterstützungsmaßnahmen (Wort- und Satzkarten), Lesetexte sowie Knobelaufgaben, die auch zur Diagnose der erworbenen Kompetenzen genutzt werden können). Das Handbuch ist so gestaltet, dass Lehrkräfte auch ohne naturwissenschaftliches und technisches Vorwissen einen kompetenzorientierten Unterricht zum Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* durchführen können.

Die Materialkisten

Die Materialkisten für die Klassenstufen 2 bis 4 können je als separate Einheiten für die Klassenstufen 2/3 bzw. 3/4 erworben werden.

Die vier Kisten der Klassenstufen 2/3 enthalten z. B. für jeweils 16 Zweiergruppen Rohre für den Bau von Türmen, Materialien, um diese zu stabilisieren, wiederverwendbare Materialien für den Bau von Mobiles, Balancierfiguren zum Stabilisieren sowie verschiedene Demonstrationsmaterialien.

Die zwei Kisten für die Klassenstufen 3/4 enthalten Materialien zum Erspüren von Kraft und Reibung sowie Baumaterialien für einfache Fahrzeuge, Experimentiermaterialien zur Messung der Kraftersparnis bei der schiefen Ebene und zum Erkunden der Hebelwirkung.

Lediglich einfach zu beschaffende Verbrauchsmaterialien sowie einige Alltagsgeräte (wie eine Kneifzange) müssen selber besorgt werden. Im Handbuch sind die jeweils aus den Materialkisten benötigten Materialien sowie die selbst zu beschaffenden Materialien zu jeder Sequenz detailliert aufgelistet. Eine Liste aller in den Kisten befindlichen Materialien befindet sich in Kapitel 6 des Handbuchs. Das Material reicht für den Unterricht in Klassen mit bis zu 32 Kindern.

Materialpaket Sekundarbereich

Simon Rösch, Peter Labudde

Das Bildungsangebot

Die Materialien für die Klassenstufen 6 bis 8 umfassen acht Unterrichtssequenzen von insgesamt 14 Stunden (sechs Doppel- und zwei Einzelstunden), welche die im Primarbereich entwickelten Kompetenzen aufgreifen, vertiefen und erweitern. Dazu gehören drei wesentliche Aspekte: (1) das Unterscheiden des Worts „Kraft“ im Alltag und des Begriffs „Kraft“ in den Naturwissenschaften, das Messen von Kräften sowie der Zusammenhang zwischen Kräften und Reibung; (2) das Hebelgesetz in seiner quantitativen Form sowie die Lage des Körperschwerpunkts und dessen Bedeutung für die Stabilität eines Körpers; (3) die Goldene Regel der Mechanik anhand physikalischer und technischer Beispiele aus dem Alltag wie Türklinke, Schubkarre, Kettenschaltung am Fahrrad oder Getriebe. Bei allen Inhalten wird das im Primarbereich aufgebaute qualitative Verständnis differenziert und im Rahmen quantitativer Betrachtungen und Zusammenhänge erweitert. Im Hinblick auf naturwissenschaftliche und technische Denk- und Arbeitsweisen wird ein breites Spektrum von prozessbezogenen Kompetenzen gefördert, u. a. Hypothesen begründen, die Variablenkontrolle erklären, sorgfältig messen, komplexe technische Aufgabenstellungen erfassen, technische Lösungen konstruieren und technische Zusammenhänge erklären. Die Unterrichtsmaterialien betonen das selbstständige Arbeiten der Schülerinnen und Schüler und bieten vielfältige Möglichkeiten der Differenzierung.

Das Handbuch

Das Handbuch enthält zu jeder (Doppel-)Stunde detaillierte Angaben zu den Zielen bzw. geförderten Kompetenzen sowie zum Ablauf und zum benötigten Material. Kopierfähige Arbeitsblätter, Aufgaben und die entsprechenden Lösungen erleichtern die Unterrichtsvorbereitung und -durchführung. Das Handbuch ist so angelegt, dass es auch fachfremd unterrichtende Lehrkräfte gewinnbringend nutzen können.

Die Materialkisten

Die vier Kisten für den Sekundarbereich enthalten alle für die Umsetzung der Unterrichtseinheiten (Kap. 5) notwendigen Materialien. Es geht dabei um Materialien, die für die Durchführung von Demonstrationsexperimenten und Schülerexperimenten zwingend notwendig sind, die aber in Schulsammlungen nicht in jedem Fall (in genügender Zahl) vorhanden sind. So enthalten die Kisten u. a. Balken und Schrauben zur Konstruktion von Balkenwaagen sowie Riemen und Riemenradsätze zum Bau von Fahrradantrieben.

Verzichtet wurde in den Kisten hingegen auf Materialien, die in den meisten Sammlungen in genügender Zahl vorhanden sind, wie z. B. Federkraftmesser, oder auf Alltagsmaterialien wie Klebepunkte oder Muttern.

In Kapitel 6 des Handbuchs sind die jeweils aus den Materialkisten benötigten Materialien sowie die selbst zu beschaffenden Materialien detailliert aufgelistet. Das Material reicht für den Unterricht in Klassen mit bis zu 33 Schülerinnen und Schülern, d. h. für 11 Dreiergruppen.

Materialien zum Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht*: Naturwissenschaftlich und technisch arbeiten und denken lernen

Hrsg. von Kornelia Möller, 2021

Die Materialkisten für den Elementar-, Primar- und Sekundarbereich werden von der gemeinnützigen Einrichtung Caritas-Werkstatt Lünen hergestellt und vertrieben.

Elementarbereich
Miriam Leuchter, Marina Ape, Ilonca Hardy, Mirjam Steffensky

Materialkisten und Handbuch zum Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht*: Naturwissenschaftlich und technisch arbeiten und denken lernen. Band 1: Elementarbereich
Artikelnummer Materialkisten: 500-1-03013
Artikelnummer Handbuch: 500-1-08621

Primarbereich
Kornelia Möller, Mareike Bohrmann, Hans-Peter Wyssen, Anna Klein, Torben Wilke

Materialkisten und Handbuch zum Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht*: Naturwissenschaftlich und technisch arbeiten und denken lernen. Band 2: Primarbereich
Artikelnummer Materialkisten für Klassenstufen 2/3: 500-1-07606
Artikelnummer Materialkisten für Klassenstufen 3/4: 500-1-07607
Artikelnummer Materialkisten für Primarbereich gesamt: 500-1-07605
Artikelnummer Handbuch mit Anlagenband (Kopiervorlagen): 500-1-08622

Sekundarbereich
Simon Rösch, Peter Labudde

Materialkisten und Handbuch zum Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht*: Naturwissenschaftlich und technisch arbeiten und denken lernen. Band 3: Sekundarbereich
Artikelnummer Materialkisten: 500-1-03014
Artikelnummer Handbuch: 500-1-08623

Bezug aller Materialkisten und Handbücher über:
www.gutwerke.de

Bei Nachfragen:
Caritas-Werkstatt Lünen
Fon 02306 9801-2900
Fax 02306 9801-2949
kraefte-gleichgewicht@caritas-coesfeld.de

Digital sind auf den Seiten der *Deutsche Telekom Stiftung* neben allen Handbüchern auch die Arbeitsblätter für den Primar- und Sekundarbereich in editierbarer Form sowie die Lösungen zu den Arbeitsblättern abrufbar.

Für den Sekundarbereich steht zudem ein Hörspiel zum Download zur Verfügung.

www.telekom-stiftung.de/minteinander

Weitere Spiralcurricula

Spiralcurriculum Magnetismus: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen
Hrsg. von Kornelia Möller, 2013

Elementarbereich
Miriam Steffensky, Ilonca Hardy
Materialkiste und Handbuch zum Spiralcurriculum *Magnetismus*: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen. Band 1: Elementarbereich
Artikelnummer Materialkiste: 500-1-01063
Artikelnummer Handbuch: 500-1-08579

Primarbereich
Kornelia Möller, Mareike Bohrmann, Anja Hirschmann, Torben Wilke, Hans-Peter Wyssen

Materialkisten und Handbuch zum Spiralcurriculum *Magnetismus*:
Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen. Band 2: Primarbereich
Artikelnummer Materialkisten: 500-1-01064
Artikelnummer Handbuch: 500-1-08580

Sekundarbereich
Claudia von Aufschnaiter, Rita Wodzinski
Materialkisten und Handbuch zum Spiralcurriculum *Magnetismus*:
Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen. Band 3: Sekundarbereich
Artikelnummer Materialkisten: 500-1-01065
Artikelnummer Handbuch: 500-1-08581

Bezug aller Materialkisten und Handbücher über:
www.gutwerke.de

Bei Nachfragen:
Caritas-Werkstatt Lünen
Fon 02306 9801-2900
Fax 02306 9801-2949
magnetismus@caritas-coesfeld.de

Digital sind auf den Seiten der *Deutsche Telekom Stiftung* die Handbücher aller Bildungsstufen und weitere Materialien für den Sekundarbereich (u. a. kommentierte Arbeitsblätter, Lösungen) abrufbar.

www.telekom-stiftung.de/minteinander

Spiralcurriculum Schwimmen und Sinken: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen

Hrsg. von Kornelia Möller, 2017

Elementarbereich
Ilonca Hardy, Mirjam Steffensky, Miriam Leuchter, Henrik Saalbach
Materialkisten und Handbuch zum Spiralcurriculum *Schwimmen und Sinken*:
Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen. Band 1: Elementarbereich
Artikelnummer Materialkisten: 500-1-02564
Artikelnummer Handbuch: 500-1-03222

Bezug der Materialkisten und des Handbuchs über:
www.gutwerke.de

Primarbereich
Kornelia Möller, Angela Jonen
Materialkisten und Handbuch zur Klassenkiste KiNT (Kinder lernen Naturwissenschaft und Technik): *Schwimmen und Sinken*

Bezug der Materialkisten und des Handbuchs über:
Westermann Gruppe (ehemals Spectra Verlag)
www.westermann.de/landing/sachunterricht

Kornelia Möller, Hans-Peter Wyssen
Ergänzungs-Handbuch zum Spiralcurriculum *Schwimmen und Sinken*:
Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen. Band 2: Primarbereich
Artikelnummer Ergänzungs-Handbuch:
500-1-08626

Bezug des Ergänzungs-Handbuchs Primarbereich über:
www.gutwerke.de

Sekundarbereich
Simon Rösch, Claudia Stübi, Peter Labudde
Materialkisten und Handbuch zum Spiralcurriculum *Schwimmen und Sinken*:
Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen. Band 3: Sekundarbereich

Bezug des Handbuchs über:
Westermann Gruppe (ehemals Spectra Verlag)
www.westermann.de/landing/sachunterricht

Artikelnummer Materialkisten: 500-1-03218

Bezug der Materialkisten über:
www.gutwerke.de

Bei Nachfragen:
Caritas-Werkstatt Lünen
Fon 02306 9801-2900
Fax 02306 9801-2949
schwimmen-sinken@caritas-coesfeld.de

Digital sind auf den Seiten der *Deutsche Telekom Stiftung* das Handbuch für den Elementarbereich, das Ergänzungs-Handbuch für den Primarbereich sowie weitere Materialien für den Elementar- und Sekundarbereich (u. a. editierbare Arbeitsblätter, Lösungen) abrufbar.

www.telekom-stiftung.de/minteinander

2
Lernen in Naturwissenschaften und Technik

2 Lernen in Naturwissenschaften und Technik

2.1 Ziele naturwissenschaftlicher und technischer Bildung

Lernen in Naturwissenschaften und Technik schließt in allen Bildungsstufen neben dem Aufbau von inhaltsbezogenem Wissen auch das Aneignen naturwissenschaftlicher und technischer Arbeits- und Denkweisen ein. Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, wie man naturwissenschaftlichen Phänomenen auf den Grund geht, technische Probleme löst und Erkenntnisse gewinnt. Sie sollen dabei eine erste Vorstellung davon bekommen, was naturwissenschaftliches und technisches Arbeiten und Denken bedeutet, wie Forscherinnen und Forscher bzw. Ingenieurinnen und Ingenieure vorgehen und welche Tätigkeiten dabei wichtig sind. Dieses Wissen wird auch als prozessbezogenes Wissen bezeichnet.

Beide Bereiche, also das inhaltsbezogene sowie das prozessbezogene Wissen, sind zentrale Bestandteile einer grundlegenden Bildung.

Naturwissenschaftliche und technische Grundbildung soll Menschen dazu befähigen, an einer von Naturwissenschaften und Technik geprägten Welt teilzuhaben, z. B. Debatten, in denen naturwissenschaftliche und technische Inhalte aufgegriffen werden, zu verfolgen und eine eigene Position einzunehmen. Neben dem Wissen gehören zur grundlegenden Bildung auch die Bereitschaft, das Interesse und das Selbstvertrauen, sich mit naturwissenschaftlichen und technischen Themen, Phänomenen und Problemen auseinanderzusetzen. Diese Aspekte sind eine wichtige Voraussetzung für eine freiwillige und länger andauernde Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen und technischen Themen.

Die Entwicklung einer grundlegenden Bildung wird als ein lebenslanger Prozess verstanden, der in der frühen Kindheit beginnt – z. B. mit ersten spielerisch-explorativen Erkundungen der Umgebung und konstruktiven Handlungen – und der dann im Elementarbereich und in der Schule zunehmend systematisch unterstützt wird.

Dieser Prozess endet (idealerweise) nicht mit der Schulzeit, sondern setzt sich lebenslang in der freiwilligen Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen und technischen Inhalten fort.

Gerade aus diesem Grund sind die Förderung des Interesses, der Bereitschaft zur Auseinandersetzung und des Zutrauens in die eigenen Fähigkeiten wichtige Bestandteile einer naturwissenschaftlichen und technischen Grundbildung.

Das Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* ist in hervorragender Weise geeignet, das Lernen von Naturwissenschaften und Technik miteinander zu verbinden. Zugrundeliegende Gesetzmäßigkeiten aus der Natur, wie das Hebelgesetz, können an einfachen technischen Gebilden, wie z. B. einem Mobile, erkundet, beim eigenen Konstruieren genutzt und in ihrer Bedeutung für unsere Lebenswelt erfasst werden.

2.2 Lernen als konstruktiver Prozess

Lernende jeden Alters haben zu Beginn eines Lernprozesses bereits eigene Vorstellungen und Vorkenntnisse. Diese haben sich meist aufgrund von Beobachtungen und Erfahrungen, durch bestimmte Formulierungen, über Informationen (Medien, Eltern, Geschwister, Mitschülerinnen und -schüler etc.) oder durch Meinungen herausgebildet. So zeigen Untersuchungen, dass selbst Kinder im Alter von drei bis vier Jahren bereits plausible Annahmen über das Zustandekommen natürlicher Phänomene, wie z. B. Schatten, Wind oder Verdunstung, besitzen. Diese werden häufig gestützt durch Beobachtungen in der Umwelt, sind jedoch wissenschaftlich oft nicht oder nur begrenzt tragfähig.

Beispielsweise verknüpfen Kinder das „Gewicht“[1] eines Gegenstands häufig mit dem „gefühlten Gewicht“ in der Hand. Entsprechend nehmen Kinder des Elementarbereichs an, dass ein Reiskorn nichts wiege, da man sein Gewicht in der Hand nicht spüren kann. Erst mit zunehmender Erfahrung wird den Kindern klar, dass Gewicht eine Eigenschaft von Materie ist, die auch dann sinnvoll angegeben werden kann, wenn der Gegenstand auf der Hand nicht spürbar ist.

Auch zur Funktionweise von technischen Gegenständen haben sie häufig bereits Ideen entwickelt. So denken Kinder z. B., dass sich in einer handbetriebene Bohrmaschine ganz viele Zahnräder befinden, die irgendwie dafür sorgen, dass sich der Bohrer dreht, wenn man die Handkurbel bewegt (s. Abb. 1) – eine Vorstellung, die aus der Beobachtung, dass Zahnräder etwas in Bewegung versetzen, herrühren mag. Wie genau die einzelnen Elemente verbunden werden müssen, damit die Maschine funktioniert, liegt allerdings noch im Dunkeln.

[1] Da Kinder von Gewicht sprechen, wird an dieser Stelle noch darauf verzichtet, zwischen Gewicht und Masse zu unterscheiden. Der Unterschied wird im Sekundarbereich erarbeitet.

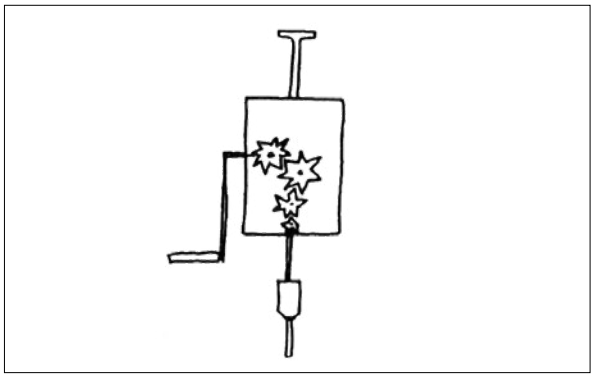


Abb. 1: Zeichnung eines Viertklässlers.

Auch zu technischen Gegenständen, die Kinder aus ihrem Alltag her gut kennen, haben sie Vorstellungen entwickelt, die zwar richtige Elemente enthalten, aber doch noch Lücken in der Erfassung der Funktionsweise aufweisen, wie die Zeichnungen von Drittklässlern zum Fahrrad (s. Abb. 2) zeigen:

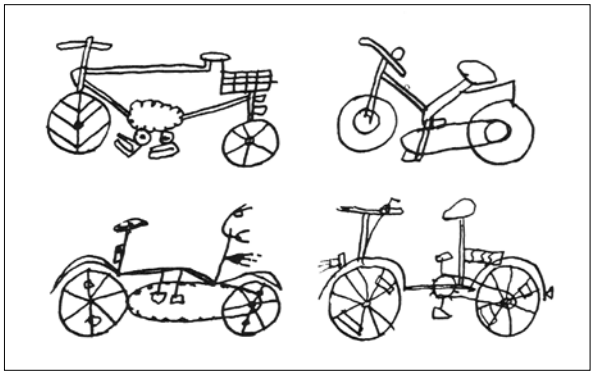


Abb. 2: Zeichnungen von neun- bis zehnjährigen Kindern zur Funktionsweise des Fahrrads (Biester, 1991, S. 51).

Der Übergang von den vorhandenen Vorstellungen zu den wissenschaftlich angemesseneren Vorstellungen ist kein einfacher und vor allem kein geradliniger Prozess. Scheinbare Rückschritte, zwischenzeitliche Unzufriedenheit oder ein unreflektiertes Nebeneinander verschiedener Vorstellungen sind während eines Lernprozesses häufig zu beobachten.

Entscheidend für den Aufbau angemessenerer Vorstellungen ist das eigene Forschen, Untersuchen und Konstruieren. Das Spiralcurriculum ist deshalb so angelegt, dass die Lernenden – ausgehend von ihrem Vorwissen und ihren Vorerfahrungen – Vorstellungen aktiv selbst konstruieren, indem sie Versuche entwickeln und durchführen (z. B. zum Hebelgesetz), technische Probleme lösen (z. B. einen stabilen Turm bauen) und Phänomene (z. B. die Reibung) sowie technische Gegenstände (z. B. das Fahrradgetriebe) untersuchen.

Der Aufbau und die Weiterentwicklung der eigenen Vorstellungen werden zudem wesentlich durch den Austausch von Vorstellungen im Gespräch (sog. Ko-Konstruktionen) beeinflusst. Lernende sollten daher Gelegenheiten bekommen, ihr individuelles Verständnis von Phänomenen, Aufgaben und Problemen im Gespräch darzulegen und ihre Vorstellungen zu begründen. Auf diese Weise können unterschiedliche Sichtweisen und Beobachtungen erkannt und ggf. einander gegenübergestellt werden.

Der bewusste Einsatz sozialer Lernsituationen in Partner- und Gruppenarbeiten kann zusätzlich soziale und sprachliche Kompetenzen fördern. Kinder lernen in solchen Situationen in vielfältiger Weise voneinander; sie übernehmen z. B. Sprechweisen, Formulierungen oder bestimmte Vorgehensweisen, wandeln diese ab und gelangen dadurch zu neuen Vorstellungen. Die so erworbenen Fähigkeiten helfen auch bei der Bewältigung von sozialen Situationen oder bei Prozessen des selbstgesteuerten Lernens.

Eine Lernumgebung, die Lernenden hilft, ihre vorhandenen Vorstellungen in Richtung angemessenerer Vorstellungen zu verändern, sollte zusammenfassend folgende Merkmale haben:

- selbstständiges Denken, forschend-entdeckendes und problemlösendes Lernen fördern
- die kognitive Aktivität der Lernenden durch anregendes und hilfreiches Lernmaterial sowie geeignete Aufgaben herausfordern
- die Ideen, Erklärungen und Vorstellungen der Lernenden berücksichtigen
- gemeinsame Denkprozesse im Gespräch, beispielsweise in Kleingruppen, initiieren
- Möglichkeiten bieten, individuell erarbeitete Vorstellungen in verschiedenen Anwendungen und Beispielen zu festigen
- Reflexionsprozesse unterstützen

2.3 Die Bedeutung der Strukturierung von Lerngelegenheiten

In konstruktivistischen Ansätzen wird die Rolle der Fach- bzw. Lehrkraft häufig als moderierend und lernbegleitend beschrieben. Die Fach- bzw. Lehrkraft soll sich weitgehend passiv verhalten und den Lernenden Raum für eigene Lernwege lassen. Forschungsergebnisse zeigen aber, dass es wesentlich darauf ankommt, dass die Fach- bzw. Lehrkraft eine sehr aktive Rolle einnimmt. Dabei geht es nicht darum, fertige Erklärungen an die Lernenden zu vermitteln, sondern das Denken der Lernenden durch geeignete Strukturierungen zu unterstützen.

Die angemessene Strukturierung von Lernumgebungen durch die Fach- bzw. Lehrkraft erfüllt nach Vygotsky die Funktion eines Gerüsts, das es den Lernenden ermöglicht, mit Unterstützung Aufgaben zu lösen, die sie allein noch nicht lösen können. Hat das Kind die entsprechenden Fähigkeiten entwickelt, sollte die Strukturierung zurückgenommen

und das Gerüst langsam abgebaut werden. Ähnlich wie bei der frühen Eltern-Kind-Interaktion soll die Fach- bzw. Lehrkraft also den Aufbau neuer Handlungs- und Denkweisen unterstützen, zu denen das Kind allein noch nicht fähig wäre. Ziel der Unterstützung ist, dass das Kind anschließend die Aufgabe selbstständig lösen kann. Diese Unterstützung ist sowohl im gemeinsamen Gespräch denkbar, indem beispielsweise die Vorstellungen unterschiedlicher Kinder verglichen und offengelegt werden, als auch in der individuellen Lernbegleitung während Einzel- und Gruppenarbeitsphasen.

Anregung und Strukturierung von Lernprozessen in Gesprächen

Welche Möglichkeiten hat die Fach- bzw. Lehrkraft, Lernprozesse anzuregen und zu strukturieren? Wichtig ist, die Kinder immer wieder aufzufordern und zu ermutigen, eigene Gedanken zu äußern und zu begründen. Den Kindern muss glaubhaft versichert werden, dass jede Idee wichtig ist, auch wenn sie sich am Ende als unzutreffend erweist.

In der Lehr-Lern-Situation gibt es verschiedene Möglichkeiten, das Denken der Kinder anzuregen und Lernsituationen inhaltlich so zu strukturieren, dass möglichst alle dem Geschehen folgen können. Bewährte Vorgehensweisen der Fach- bzw. Lehrkraft sind:

- kindliche Äußerungen zurückspiegeln
- Begründungen und Belege einfordern
- Unterschiede oder Widersprüche zwischen unterschiedlichen Äußerungen herausstellen
- zum Weiterdenken ermutigen
- Transferüberlegungen anregen
- beim Formulieren, Darstellen und Notieren von Ideen unterstützen
- wichtige Aussagen betonen
- wichtige Erkenntnisse zusammenfassen
- Gesprächsregeln vereinbaren

Anregung und Strukturierung von Lernprozessen durch Lernaufgaben

Auch Lernaufgaben bieten gute Möglichkeiten, Lernprozesse anzuregen, zu strukturieren und zu unterstützen. Wichtig ist dabei, das Anforderungsniveau einer Aufgabe passend zu wählen. So ist z. B. wesentlich, ob eine Aufgabenstellung lediglich das Abrufen von zuvor gelernten Fakten oder aber die eigenständige Untersuchung und Bewertung einer Situation durch geeignete naturwissenschaftliche bzw. technische Verfahren verlangt. Zu beachten ist zudem, dass die Auswahl passender Aufgaben nicht unabhängig vom Vorwissen der Lernenden möglich ist. Bei Lernaufgaben sollten deshalb auch Möglichkeiten der Differenzierung vorgesehen werden.

Lernaufgaben können einen Lernprozess strukturieren, indem Teilaufgaben in eine geeignete Abfolge gebracht werden, die für den Aufbau von Kompetenzen hilfreich ist. Bei der Gestaltung von Lernaufgaben sind folgende Fragen zu klären:

- In welche Teilaspekte kann eine komplexe Fragestellung sinnvoll untergliedert werden?
- Welches Vorwissen, welche Kompetenzen sind nötig, um bestimmte Teilaspekte der Aufgabe zu bearbeiten?
- Welche Lernschwierigkeiten sind aufseiten der Lernenden zu erwarten?
- Wie kann man den Lernschwierigkeiten in Teilaufgaben gezielt begegnen?
- Wie lassen sich die Lernwege der Kinder durch eine geeignete Sequenzierung von Teilaufgaben strukturieren?

Von der Einschätzung der Lernwege und Lernschwierigkeiten wird abhängen, welche Abfolge von Lernaufgaben sich anbietet und wie eine ergänzende individuelle Unterstützung der Lernprozesse aussehen kann.

Die im Handbuch dargestellten Lernsituationen zum Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht: Naturwissenschaftlich und technisch arbeiten und denken lernen* greifen diese grundlegenden Überlegungen zum Lernen auf. Sie berücksichtigen bereits vorhandene Vorstellungen und mögliche Lernschwierigkeiten, sind sequenziell aufgebaut und enthalten Hinweise auf anregende und strukturierende Maßnahmen der Fach- bzw. Lehrkraft sowie zur Differenzierung von Lernaufgaben.

3

Das Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* in einem bildungsstufenübergreifenden Curriculum

3 Das Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* in einem bildungsstufenübergreifenden Curriculum

3.1 Das Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* als Gegenstand naturwissenschaftlicher und technischer Bildung

Das Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* bietet für alle Altersstufen reichhaltige Lerngelegenheiten und Möglichkeiten zum Anknüpfen an Interessen und alltägliche, spielerische Vorerfahrungen. Es eignet sich daher hervorragend für ein Spiralcurriculum vom Elementarbereich bis zum Anfangsunterricht des Sekundarbereichs. Im Folgenden werden mögliche Zugänge und Kontexte aufgezeigt.

In vielen Situationen ihres Alltags begegnen bereits junge Kinder Phänomenen, die mit Kräften und Gleichgewicht in Verbindung stehen. Sie staunen, beobachten und stellen Fragen: Wie lässt sich ein Turm möglichst hoch bauen, ohne umzukippen? Können Bauklötze nach außen überstehen, ohne dass der Turm zusammenfällt? Wie lässt sich wippen, wenn auf der einen Seite nur ein Kind sitzt, auf der anderen Seite jedoch zwei Kinder sitzen? Was hilft mir, einen sehr schweren Gegenstand zu heben? Was unterscheidet das Fahrradfahren in einem großen Gang vom Fahren in einem kleinen? An diese Fragen lässt sich in Bildungsangeboten der Kita und im Unterricht anknüpfen. Die Lernenden können dabei relevante Erfahrungen zu Kräften, Gleichgewicht, schiefen Ebenen und Hebeln machen, neues Wissen aufbauen und auf Phänomene und technische Gegenstände aus dem Alltag anwenden.

Im Alltag und in der Technik spielen Kräfte und Gleichgewicht, Hebel und weitere Hilfsmittel zum Vergrößern oder Verkleinern von Kräften eine große Rolle. Manchmal ist das erst auf den zweiten Blick ersichtlich: Fernsehtürme, Wolkenkratzer oder „Menschen-Pyramiden“ müssen standfest gebaut sein. Während der Evolution haben sich Muskeln und Skelett des Menschen zu einem hochkomplexen „Apparat“ entwickelt, der auf raffinierte Weise Bewegungen mit unterschiedlichsten Kräften ermöglicht. Mit Flaschenöffner, Zange und Schraubendrehern lassen sich die eigenen Kräfte vergrößern. Ob Fahrrad, Motorrad oder Auto – jedes Gefährt sollte kleinere und größere Gänge aufweisen; Ketten-, Riemen- oder Zahnradgetriebe machen dies möglich. Bei vielen Alltagsbeispielen handelt es sich um technische Gegenstände bzw. Vorgänge. Aus diesem Grund ist das Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* geradezu prädestiniert, um Naturwissenschaften und Technik fächerübergreifend zu vernetzen.

Die Entwicklung der Menschheit wurde immer wieder durch Bauten, Vorgänge und Werkzeuge geprägt, in denen Kräfte und Gleichgewicht eine zentrale Rolle spielen: Menschen bau(t)en Häuser, von einfachen Holz- und Lehmhütten bis hin zum aktuell höchsten Gebäude der Welt, dem 828 Meter hohen Burj Khalifa-Wolkenkratzer in Dubai. Pharaonen, Königinnen und Präsidenten bauten Pyramiden, Schloss- und Kirchtürme, den Turm zu Babel und den Eiffelturm. Tüftlerinnen und Bastler entwickelten Werkzeuge und Geräte, die aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken sind, z. B. Sahneschläger, Nussknacker, Waage, Türklinke, Schubkarre, Kran und Schraubenschlüssel. Die Entwicklung der Verkehrsmittel wäre nicht so stürmisch erfolgt, gäbe es nicht Kugellager, Pedale, Steuerknüppel, Kettenschaltung oder Getriebe.

Die erwähnten Fragen von Kindern, die aufgeführten Alltagsgeräte und historischen Beispiele zeigen: Das Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht* stellt für die Naturwissenschaften, insbesondere für die Physik, aber auch für die Technik, die Geschichte, den Sport und die Hauswirtschaft, einen wichtigen fächerübergreifenden Themenbereich dar. Es lassen sich einerseits zentrale naturwissenschaftliche Begriffe und Konzepte wie „Kraft“, „Schwerpunkt“, „Hebel“, „Gleichgewicht“ und „Reibung“ erarbeiten. Andererseits können grundlegende naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen wie das Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten sowie technische Arbeits- und Denkweisen wie das Konstruieren, Optimieren und Evaluieren gefördert werden. Gerade die genannten technischen, prozessbezogenen Arbeits- und Denkweisen (vgl. Kap. 3.2.2, zweiter Teil mit den „prozessbezogenen Kompetenzen Technik“) bilden ein Alleinstellungsmerkmal des Spiralcurriculums *Kräfte und Gleichgewicht*.

Die vorgeschlagenen Bildungsangebote zum Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht* setzen – wie bereits bei den Spiralcurricula *Magnetismus* sowie *Schwimmen und Sinken* – an den Vorerfahrungen und der Neugier der Lernenden an. So geht es im Elementarbereich zunächst darum, auf die Phänomene aufmerksam zu machen und sie spielerisch-explorativ zu erkunden, sei es beim Bau von Türmen, bei der Verwendung von Rollen oder Rampen oder bei der Wippe. Im Primarbereich untersuchen die Lernenden die Phänomene genauer, d. h. sie beschreiben die wirkenden Kräfte qualitativ, setzen sich mit der Standfestigkeit von Türmen auseinander, erzeugen Gleichgewicht bei Mobiles und

balancierenden Figuren, erproben Maßnahmen zur Verminderung der Reibung und erarbeiten das Hebelgesetz sowie die Übersetzung beim Fahrrad qualitativ. Im Sekundarbereich werden physikalische und technische Fragen sowohl qualitativ als auch quantitativ erarbeitet: In welchem Verhältnis müssen Last- und Kraftarm stehen, um eine Kraft um einen bestimmten Faktor zu erhöhen? Wie lassen sich Geschwindigkeiten, Drehzahlen oder Kräfte bei Kettenschaltung oder Zahnradgetrieben gezielt verändern?

Die bisherigen Ausführungen zeigen, dass das Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* eine große Alltagsnähe aufweist und für die Naturwissenschaften – wie auch für die Technik – einen zentralen Inhaltsbereich darstellt, der in vielen alltäglichen Anwendungen eine Rolle spielt. Es bietet dadurch unterschiedliche Zugänge und Kontexte, die für altersgemäße Bildungsangebote im Elementar-, Primar- und Sekundarbereich genutzt werden können. Darüber hinaus besitzt das Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht* – wie bereits die Spiralcurricula *Magnetismus* sowie *Schwimmen und Sinken* – besondere didaktische und unterrichtsmethodische Potenziale. Vor allem eignet es sich gut für forschend-entdeckend und problemlösend angelegte Lernsituationen. Viele grundlegende Versuche lassen sich mit vertretbarem Materialaufwand als Schülerversuche durchführen. Einfache Konstruktionsaufgaben können von den Schülerinnen und Schülern selbstständig gelöst werden. Auch Lernende mit geringen Vorerfahrungen können so zentrale Vorstellungen zum Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* entwickeln. Das breite Themenspektrum und die unterschiedlichen Schwierigkeitsgrade der zu erarbeitenden Aspekte bieten zudem gute Möglichkeiten zur individuellen Förderung und zur eigenständigen Vertiefung des Themenfeldes. Die Vielzahl an relativ leicht zu realisierenden Versuchen und Konstruktionen zu Kräften und Gleichgewicht bietet darüber hinaus beste Voraussetzungen für das Erlernen naturwissenschaftlicher und (!) technischer Arbeits- und Denkweisen.

Das Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* taucht in fast allen Bundesländern in den Lehrplänen oder Kerncurricula für den Primar- und Sekundarbereich auf und wird auch in vielen Bildungs- und Orientierungsplänen für den Elementarbereich erwähnt. Eine Abstimmung zwischen den Bildungsinstitutionen erweist sich als notwendig, um simple Wiederholungen zu vermeiden und kontinuierliche Lernwege zu ermöglichen. Hier setzt das vorliegende Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht* an. Vom Elementar- über den Primar- bis zum Sekundarbereich werden systematisch inhalts- und prozessbezogene Kompetenzen in den jeweiligen Bildungsstufen in aufeinander aufbauenden Lernsituationen entwickelt, differenziert und erweitert.

3.2 Naturwissenschaftliche und technische Bildung von Anfang an

Dass naturwissenschaftliche und technikbezogene Inhalte bereits von der Kita an wichtige Dimensionen grundlegender Bildung sind, findet inzwischen breite Akzeptanz. Zu einer entsprechenden Grundbildung gehören:

- naturwissenschaftliches und technisches *Wissen* sowie die *Fähigkeit*, dieses Wissen in verschiedenen Kontexten anwenden zu können
- die *Fähigkeit*, naturwissenschaftlich und technisch zu arbeiten und darüber zu reflektieren
- die *Bereitschaft*, sich mit naturwissenschaftlichen und technischen Themen zu beschäftigen und sich kritisch reflektierend damit auseinanderzusetzen

Naturwissenschaftliches und technisches Wissen lässt sich in *inhaltsbezogenes Wissen* und *prozessbezogenes Wissen* differenzieren. Inhaltsbezogenes Wissen bezieht sich auf naturwissenschaftliche bzw. technische Konzepte und Zusammenhänge; prozessbezogenes Wissen umfasst Wissen über die Art und Weise, wie in den Naturwissenschaften und in der Technik gearbeitet wird, sowie Wissen darüber, was das Wesen bzw. die Natur der Naturwissenschaften und der Technik kennzeichnet (dieser letzte Aspekt wird im Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht* allerdings nicht thematisiert).

Naturwissenschaftliches bzw. technisches Wissen und entsprechende Bildungsprozesse lassen sich nicht direkt beobachten. Aus diesem Grund haben wir direkt beobachtbare und konkrete Verhaltensweisen formuliert, die als Indikatoren für das angestrebte anwendungsbezogene und flexible individuelle Wissen zu verstehen sind. Diese Verhaltensweisen bezeichnen wir als Kompetenzen. Die Kompetenzen beziehen sich – analog zum naturwissenschaftlichen und technischen Wissen – sowohl auf die Inhalte als auch auf die Prozesse. Wir bezeichnen diese beiden Bereiche im Folgenden als inhaltsbezogene bzw. prozessbezogene Kompetenzen.

Die nachfolgende Übersicht stellt die Kompetenzen und das zugehörige naturwissenschaftliche und technische Wissen dar (s. Tab. S. 20).

In den beiden folgenden Kapiteln (Kap. 3.2.1 und 3.2.2) werden die zum Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* gehörenden inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Kompetenzen vorgestellt, die nach unseren Untersuchungen im Elementar-, Primar- und Sekundarbereich erreichbar sind. Das zugeordnete Wissen wird dabei knapp skizziert, um die Bedeutung des Wissens im Zusammenspiel mit den Kompetenzen zu betonen. Weitere Konkretisierungen hinsichtlich des Wissens und zugeordneter Kompetenzen finden sich in den Ausführungen zu

Naturwissenschaftliches und technisches Wissen	Naturwissenschaftliche und technische Kompetenzen	Konkretisierungen für die drei Bildungsstufen
Inhaltsbezogenes Wissen Wissen über naturwissenschaftliche und technische Konzepte und Zusammenhänge	**Inhaltsbezogene Kompetenzen** Naturwissenschaftliches und technisches Wissen anwenden	Kap. 3.2.1
Prozessbezogenes Wissen Wissen über naturwissenschaftliche und technische Arbeits- und Denkweisen	**Prozessbezogene Kompetenzen** Naturwissenschaftlich und technisch arbeiten und denken	Kap. 3.2.2

Inhalts- und prozessbezogenes Wissen sowie zugeordnete Kompetenzen

den vorgeschlagenen Unterrichtssequenzen (vgl. Kap. 5).

Die für die jeweiligen Bildungsstufen vorgeschlagenen Kompetenzen bauen aufeinander auf. Damit wird die Anschlussfähigkeit der Bildungsprozesse gewährleistet und eine kontinuierliche Kompetenzentwicklung ermöglicht.

Neben inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Kompetenzen ist auch der Ausbau von motivationalen, sozialen und sprachlichen Kompetenzen ein bedeutender Gegenstand naturwissenschaftlicher und technischer Bildung. Diese Aspekte haben bei der Gestaltung der Lernsituationen eine wichtige Rolle gespielt; sie werden hier aber nicht gesondert aufgeführt.

Das Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* verbindet die Naturwissenschaften und die Technik miteinander. Fast alle Teilaspekte dieses Themenfeldes haben physikalische Grundlagen, die von den Kitakindern und Schülerinnen und Schülern entdeckt werden können. Darüber hinaus werden diese physikalischen Grundprinzipien, z. B. das Hebelgesetz, in technischen Geräten benutzt, um z. B. Kraft zu sparen. Das Wiederfinden solcher physikalischen Grundgesetze in technischen Geräten und das Nutzen dieser Grundlagen, um funktionsfähige technische Gebilde zu konstruieren, ist ebenfalls Gegenstand des vorliegenden Curriculums. Dabei sind die naturwissenschaftlichen und technischen Bezüge nicht unbedingt voneinander abgrenzbar; insbesondere gilt dieses für den Elementar- und Primarbereich. Beide Bereiche ergänzen sich vielmehr; so können erarbeitete naturwissenschaftliche Gesetze bezüglich ihrer Anwendung in technischen Gebilden erkundet werden, und analysierte Funktionszusammenhänge in technischen Gebilden können das Erarbeiten naturwissenschaftlicher Gesetze unterstützen.

Entsprechend geht es bei dem Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht* nicht nur um die Förderung naturwissenschaftlicher, sondern auch um die Förderung technischer Kompetenzen.

3.2.1 Inhaltsbezogene Kompetenzen

Die folgende Tabelle (s. Tab. S. 22) benennt inhaltsbezogene Kompetenzen (IK) für den Elementarbereich, den Primarbereich sowie die Jahrgangsstufen 6 bis 8 des Sekundarbereichs zum Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht*, wie sie in den von uns vorgeschlagenen Sequenzen angestrebt werden.

Die sieben inhaltsbezogenen Kompetenzen (IK 1 bis 7) sind nach thematischen Aspekten des Spiralcurriculums *Kräfte und Gleichgewicht* in drei Themenbereiche untergliedert, um einen schnellen Überblick zu ermöglichen:

- Kräfte und ihre Wirkungen
- Stabilität und Gleichgewicht
- Kraft sparen durch einfache Maschinen (schiefe Ebene, Hebel und Getriebe)

Als Einführung in die drei Themenbereiche finden sich in der Tabelle jeweils kurze Erläuterungen, die den Leserinnen und Lesern einen Überblick verschaffen sollen. Genauere Erläuterungen und Erklärungen zum Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* finden sich in Kapitel 4.

Zu den oben genannten drei Themenbereichen sind anzustrebende Kompetenzen der Lernenden für die Bildungsstufen des Elementar-, Primar- und Sekundarbereichs beschrieben. Die Tabellenspalten enthalten die aufgrund unserer Untersuchungen als möglich angesehenen, erreichbaren Kompetenzen. Die Anordnung der Kompetenzen in Spalten zeigt, wie sich Wissen einerseits durch Erarbeitung verschiedener Konzepte (vertikal) und andererseits durch Vertiefungen, Differenzierungen und Erweiterungen (horizontal) über die verschiedenen Bildungsstufen entwickeln kann. Verfügen Schülerinnen und Schüler im Primar- bzw. Sekundarbereich nicht über die zuvor angegebenen Kompetenzen, so sind diese zunächst aufzubauen.

Im Folgenden werden die drei inhaltlichen Themenbereiche mit ihren insgesamt sieben inhaltsbezogenen Kompetenzen IK 1 bis IK 7 und deren Erwerb kurz zusammengefasst. Vorab sei bemerkt, dass die inhaltsbezogenen Kompetenzen naturwis-

senschaftliche und technische Inhalte betreffen; auf eine Unterscheidung zwischen Naturwissenschaften und Technik wird – im Gegensatz zu den prozessbezogenen Kompetenzen (vgl. Kap. 3.2.2) – bewusst verzichtet, da es zu viele inhaltliche Überlappungen gibt. Zudem sei angemerkt, dass die Reihenfolge der Themenbereiche und Kompetenzen je nach Schulstufe variiert; Ziel ist jeweils, möglichst optimal an das Vorwissen der Kinder anknüpfen zu können.

Kräfte und ihre Wirkungen

IK 1: Lernende des Primarbereichs erforschen und beschreiben den Zusammenhang zwischen Kräften und Bewegungen bei leichten und schweren Gegenständen. Im Sekundarbereich werden Kräfte, Bewegungen und Zusammenhänge differenzierter analysiert, wenn es u. a. um das Messen von Kräften mit Federkraftmessern geht, um das Prinzip Actio und Reactio oder um den Unterschied zwischen Masse und Gewichtskraft. Bei Kindern des Elementarbereichs wird auf eine Erarbeitung des Kraftbegriffs wegen der Abstraktheit noch verzichtet.

IK 2: Hier steht die Reibung im Zentrum. Im Elementarbereich lernen die Kinder das Haften, Gleiten und Rollen von Gegenständen auf unterschiedlichen Böden kennen. Schülerinnen und Schüler des Primarbereichs untersuchen systematisch die Reibung auf rauen und glatten Flächen und lernen Räder und Rollen als reibungsverkleinernd kennen. Im Sekundarbereich vergleichen die Lernenden Haft-, Gleit- und Rollreibung und erforschen, von welchen Faktoren die Reibung abhängt.

Stabilität und Gleichgewicht

Bereits junge Kinder bringen zu diesem Themenbereich viele Alltagserfahrungen mit, an die sich anknüpfen lässt, so der Bau von Türmen oder das Wippen auf dem Spielplatz.

IK 3: Kinder des Elementarbereichs lernen Bausteine verschiedener Materialien, Größen, Formen und Oberflächen sowie den Einfluss dieser Eigenschaften auf den Bau von Gebilden kennen. Im Primarbereich konstruieren die Lernenden Türme, die Seitenwind standhalten, und sammeln erste Erfahrungen mit deren Standfestigkeit und damit, wie sich diese verbessern lässt. Im Sekundarbereich werden dann der Begriff des Körperschwerpunkts und die Bedeutung von dessen Lage für die Stabilität eines Gebäudes bzw. eines Körpers explizit erarbeitet.

IK 4: Die Vier- bis Sechsjährigen nähern sich auf spielerisch-explorative Weise der Wippe; sie beschreiben, wie sich eine Wippe bei verschiedenen Gewichten bzw. Bauklötzen und deren unterschiedlichen Abständen zur Mitte ins Gleichgewicht bringen lässt. Schülerinnen und Schüler des Primarbereichs erforschen Gleichgewichte nicht mehr an der Wippe, sondern – abstrakter – an einem frei drehbar aufgehängten Stab (Mobile); sie entdecken, wie sich mit der Variation des Abstands von der Mitte, d. h. der Länge des Hebelarms, eine waagerechte Lage des Stabs erreichen lässt. Lernende des Sekundarbereichs formulieren das Hebelgesetz, um damit Gleichgewichtszustände qualitativ und quantitativ zu beschreiben.

Kraft sparen durch einfache Maschinen

Bei diesem Themenbereich setzt der Aufbau inhaltsbezogener Kompetenzen erst im Primarbereich ein, da der Themenbereich für den Elementarbereich noch zu anpruchsvoll ist.

IK 5: Im Primarbereich entdecken die Schülerinnen und Schüler die Vorteile von Rampen: Lasten lassen sich leichter nach oben transportieren, als wenn man sie senkrecht hochhebt; allerdings verlängert sich der zurückgelegte Weg der Last. Im Sekundarbereich entdecken die Lernenden weitere Möglichkeiten, wie lose Rollen oder Flaschenzüge, um Lasten leichter nach oben zu heben.

IK 6: Die Lernenden des Primarbereichs erforschen qualitativ, wie sich mit einem Hebel die notwendige Kraft reduzieren lässt, dies allerdings auf Kosten eines längeren Wegs; sie erkennen bei Alltagsdingen ein- und zweiseitige Hebel mit ihren Drehpunkten, Last- und Kraftarmen. Schülerinnen und Schüler des Sekundarbereichs quantifizieren die Zusammenhänge; sie formulieren das Hebelgesetz sowie die Goldene Regel der Mechanik und nutzen diese für einfache Vorhersagen bzw. Berechnungen.

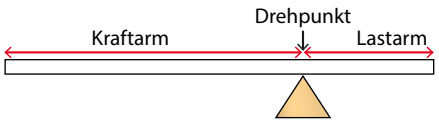
IK 7: Im Primarbereich werden anhand des Fahrrads Riemen- und Kettenantrieb konstruiert, und es werden Kraftaufwand und Rollweite bei kleinen und großen Gängen qualitativ verglichen. Im Sekundarbereich werden Übersetzungen und Getriebe quantitativ erfasst, d. h. Veränderungen bei Kräften, Wegen, Geschwindigkeiten, Drehzahlen und Drehrichtung mathematisch berechnet.

In den Beschreibungen der Sequenzen für die jeweilige Bildungsstufe (vgl. Kap. 5) werden zu Beginn diejenigen Kompetenzen mit dem dazu gehörigen inhaltlichen Wissen explizit aufgelistet, zu deren Entwicklung die jeweilige Sequenz einen Beitrag leisten soll. Dabei wird die Nummerierung der Kompetenzen aus den folgenden Tabellen aufgegriffen, um die entsprechenden Kompetenzen in der Tabelle identifizieren und sich einen Eindruck über die vorauslaufenden bzw. nachfolgenden Kompetenzen verschaffen zu können.

Naturwissenschaftliches und technisches Wissen anwenden – Konkretisierung in Niveaustufen (Bereich *Kräfte und Gleichgewicht*)

Nr.	Kompetenzen Elementarbereich	Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich	Zusätzliche Kompetenzen Klassenstufen 6–8
	Die Kinder …	Die Schülerinnen und Schüler …	Die Schülerinnen und Schüler …
	Kräfte und ihre Wirkungen Kraft ist eine physikalische Größe, die nicht unmittelbar erfassbar oder messbar ist. Kraft lässt sich nur an ihrer Wirkung erkennen. Eine Bewegungsänderung oder Verformung eines Körpers sind die Folgen einer wirkenden Kraft: Gegenstände können durch auf sie einwirkende Kräfte aus dem Ruhezustand in Bewegung versetzt, beschleunigt, abgebremst, in ihrer Bewegungsrichtung verändert oder verformt werden. Damit bei schwereren Gegenständen eine Bewegungsänderung erzeugt werden kann, muss eine größere Kraft wirken als bei leichteren Gegenständen. Kräfte haben einen Ansatzpunkt, einen Betrag und eine Richtung. Bei genau entgegengesetzt wirkenden, unterschiedlich großen Kräften entsteht eine Bewegung in die Richtung, in welche die größere Kraft wirkt. Haben die Kräfte den gleichen Betrag, heben sie sich auf – der Gegenstand bleibt im vorherigen Bewegungszustand. Kräfte, die in dieselbe Richtung wirken, addieren sich in ihrem Betrag. Wenn Körper sich berühren, treten Reibungskräfte auf. Diese hemmen oder verhindern das Rollen oder Gleiten der sich berührenden Körper, wenn einer von ihnen in Bewegung versetzt wird. Je nach der Art der Bewegung der Körper aufeinander, unterscheidet man zwischen Haftreibung, Gleitreibung und Rollreibung. Durch die Reibungskräfte wird ein Teil der beim Körper vorhandenen Bewegungsenergie in Wärme umgesetzt (auf die Unterscheidung zwischen Wärme und innerer Energie wird an dieser Stelle verzichtet).		
IK 1		• beschreiben, dass eine auf Gegenstände wirkende Kraft diese (ruhenden) Gegenstände in Bewegung versetzen (bzw. abbremsen) kann. • beschreiben, dass bei einem schwereren Gegenstand eine größere Kraft wirken muss als bei einem leichteren Gegenstand, damit er in Bewegung versetzt wird. • beschreiben, dass bei entgegengesetzt wirkenden, unterschiedlich großen Kräften eine Bewegung in die Richtung entsteht, in welche die größere Kraft wirkt, und dass sich gleich große, entgegengesetzt wirkende Kräfte aufheben. • beschreiben, dass sich Kräfte, die in dieselbe Richtung wirken, verstärken.	• beschreiben, was man unter dem physikalischen Begriff Kraft versteht und welche Wirkungen Kraft hervorruft. • beschreiben das Prinzip Actio und Reactio. • messen mit einem Federkraftmesser die Kraft. • unterscheiden Masse und Gewichtskraft. • erläutern den Zusammenhang zwischen Masse und Gewichtskraft. • beschreiben, dass Kräfte Bewegungen verändern und Dinge verformen können.
IK 2	• beschreiben das Haften, Gleiten und Rollen unterschiedlicher Gegenstände auf einer Holzrampe. • beschreiben, wie unterschiedliche Böden der Holzrampen das Haften bzw. Gleiten und Rollen der Gegenstände beeinflussen.	• beschreiben Reibung als eine Kraft, die überwunden werden muss, damit ein Gegenstand in Bewegung versetzt wird oder in Bewegung bleibt. • geben an, dass weniger Kraft gebraucht wird, wenn ein Gegenstand über eine glatte Fläche geschoben wird als wenn der Untergrund rau ist.	• begründen, dass Reibung sowohl nützlich als auch störend sein kann. • benennen die Faktoren, die Reibung beeinflussen: - Je größer die Kraft, die zwischen Unterlage und Körper herrscht, desto größer ist die Reibung.

Nr.	Kompetenzen Elementarbereich	Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich	Zusätzliche Kompetenzen Klassenstufen 6–8
	Die Kinder …	Die Schülerinnen und Schüler …	Die Schülerinnen und Schüler …
		• geben an, dass durch Einsatz von Rollen bzw. Rädern (im Vergleich zum Schieben/Ziehen) die Reibung zwischen einem zu transportierenden Gegenstand und dem Boden verringert wird. • begründen die Kraftersparnis beim Einsatz von Rollen damit, dass die Rollen über den Untergrund abrollen statt sich daran zu reiben. • beschreiben, wie sich das Rad im Lauf der Geschichte weiterentwickelt hat und nennen die wesentlichen Entwicklungsschritte. • konstruieren ein Fahrzeug aus Alltagsmaterialien, bewerten es in Hinblick auf unerwünschte Reibung und optimieren das Fahrzeug.	- Die Reibung ist größer, wenn ein Gegenstand aus dem Stillstand in Bewegung versetzt wird (Haftreibung) als wenn er gleitet (Gleitreibung). - Je glatter die Oberflächenstrukturen der Kontaktflächen, desto geringer ist die Reibung. - Die Rollreibung ist geringer als die Gleitreibung.
	Stabilität und Gleichgewicht Das Erreichen von Stabilität ist eine der Grundaufgaben der Technik. Technische Gebilde müssen so stabil gebaut sein, dass sie den einwirkenden Kräften standhalten. Die Lernenden erschließen sich das Herstellen von Stabilität, Standfestigkeit und Gleichgewicht durch das Bauen mit Bausteinen, die Vergrößerung der Standfläche von Türmen, die Schwerpunktverlagerung nach unten und Gegengewichte am Hebel. Wippe und Balkenwaage sind Beispiele für die Nutzung des Gleichgewichts bei technischen Geräten. Sie stellen einen zweiseitigen Hebel dar (also einen Balken oder Stab, der sich um einen Drehpunkt bewegt) und befinden sich im Gleichgewicht, wenn das Produkt aus Kraft mal Kraftarm und das Produkt aus Last mal Lastarm gleich sind.		
IK 3	• benennen und beschreiben Bausteine (Material, Form, Größe etc.) und vergleichen diese. • erproben, welche der Bausteine für das horizontale, flache Bauen (z. B. einer Mauer) geeignet sind. • beschreiben, dass die Form der Bausteine mit der Stabilität der horizontalen, flachen Bauten (z. B. Mauern) zusammenhängt. • beschreiben, dass die Anordnung der Holzklötze mit der Stabilität beim vertikalen, hohen Bauen (z. B. von Türmen) zusammenhängt. • bauen aus verschiedenen Bausteinen (stabile) Gebäude.	• konstruieren einen gegen seitlich einwirkende Kräfte (Wind) standfesten Turm. • geben an, dass die Standfestigkeit von technischen Gebilden (z. B. eines Turms) bei seitlich einwirkender Kraft durch Vergrößerung der Standfläche, durch Stützen oder durch zusätzliche Masse am Fuß des Turms erhöht werden kann. • nennen Alltagsgegenstände bzw. Situationen, bei denen diese Prinzipien zur Verbesserung der Standfestigkeit genutzt werden. • formulieren den Zusammenhang zwischen Standfläche bzw. unten angebrachtem Gewicht und Stabilität.	• grenzen den Ort des Schwerpunkts eines Körpers ein und benennen seine Eigenschaften. • beschreiben, dass die Lage des Körperschwerpunkts verantwortlich für die Stabilität eines Gleichgewichts ist. • benennen Konstruktionsmöglichkeiten, welche die Standfestigkeit von Körpern erhöhen.

Nr.	Kompetenzen Elementarbereich	Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich	Zusätzliche Kompetenzen Klassenstufen 6–8
	Die Kinder …	Die Schülerinnen und Schüler …	Die Schülerinnen und Schüler …
IK 4	• beschreiben, wie ein Holzklotz stabilisiert werden kann (Schieben, Gegengewicht), ohne dass er von einem anderen Holzklotz hinunterfällt. • beschreiben, wie man eine Wippe ins Gleichgewicht bzw. aus dem Gleichgewicht bringen kann. • nennen einzeln Gewicht/Größe (leichter/schwerer, mehr/weniger, größer/kleiner) und Abstand zur Mitte (näher dran/weiter weg) der Bauklötze (Last) und Länge der Wippenseiten (kürzer/länger) als mögliche Einflussfaktoren des Gleichgewichts der Wippe. • nennen eine Kombination von Gewicht/Größe (leichter/schwerer, mehr/weniger, größer/kleiner) und Abstand zur Mitte (näher dran/weiter weg) der Bauklötze (Last) und Länge der Wippenseiten (kürzer/länger) als mögliche Einflussfaktoren des Gleichgewichts der Wippe (als eine Differenzierung, die nicht von allen Kindern erreicht wird).	• beschreiben, dass ein frei drehbar aufgehängter Stab durch Verschieben oder Hinzufügen von Gewichten in eine waagerechte Lage gebracht werden kann. • beschreiben, dass bei Verlängerung eines Hebelarms weniger Gewicht und bei Verkürzung eines Hebelarms mehr Gewicht notwendig ist, um die waagerechte Lage (wieder) herzustellen. • bringen eine drehbare Figur durch unterhalb des Drehpunkts angebrachte Gewichte ins Gleichgewicht. • beschreiben, dass das Gewicht einer drehbaren Figur auf beiden Seiten gut verteilt sein muss, damit die Figur waagerecht sitzt.	• setzen die Hebellänge qualitativ und quantitativ in Beziehung zu der auftretenden Kraft (Hebelgesetz). • berechnen an einer Balkenwaage aus gegebenen Größen eine unbekannte Größe zur Herstellung eines Gleichgewichts.
	Kraft sparen durch einfache Maschinen (schiefe Ebene, Hebel und Getriebe) Einfache Maschinen, wie schiefe Ebene und Hebel, verändern die Größe von aufzubringenden Kräften. Sie werden mit dem Ziel eingesetzt, Kraft zu sparen, indem der Weg verlängert wird (Goldene Regel der Mechanik). Arbeitsprozesse lassen sich durch den Einsatz einfacher Maschinen dementsprechend kraftsparender gestalten. Das bedeutet aber nicht, dass weniger Arbeit eingesetzt werden muss, da physikalisch betrachtet die aufgewendete Arbeit, definiert als Kraft mal Weg, konstant bleibt. Bei der schiefen Ebene erspart der längere Weg, über den die Last transportiert wird, Kraft beim Nach-oben-Transportieren der Last; beim Hebel wirkt eine Verlängerung des Kraftarms kraftsparend. Ein Hebel besteht aus Kraftarm, Drehpunkt und Lastarm. Liegt der Lastarm auf dem Kraftarm, spricht man von einem einseitigen Hebel; ist dies nicht der Fall, von einem zweiseitigen Hebel. Zweiseitiger Hebel:  Wird z. B. ein Hebel (Schraubenschlüssel) eingesetzt, um eine Schraube fest zu drehen, so verringert der eingesetzte Hebel die aufzuwendende Kraft auf Kosten einer längeren Bewegung (je länger der Hebelarm, desto weniger Kraft muss aufgewendet werden). Die Basis für einfache Maschinen bildet die sogenannte Goldene Regel der Mechanik: Kraft mal Weg ist konstant. In Getrieben werden Hebel z. B. genutzt, um Übersetzungsverhältnisse zu verändern. So kann durch Variation des aufzubringenden Wegs die einzusetzende Kraft z. B. beim Antrieb des Fahrrads mittels eines ins Schnelle übersetzenden Ketten- oder Riemengetriebes verändert werden.		

Nr.	Kompetenzen Elementarbereich	Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich	Zusätzliche Kompetenzen Klassenstufen 6–8
	Die Kinder …	Die Schülerinnen und Schüler …	Die Schülerinnen und Schüler …
IK 5		• geben an, dass eine Rampe das Nach-oben-Transportieren von Lasten erleichtert, weil weniger Kraft wirken muss als beim lotrechten Hochheben einer Last. • stellen einen Zusammenhang zwischen der Steilheit der Rampe und der Kraftersparnis her (je steiler, desto mehr Kraft ist notwendig). • finden durch den Vergleich unterschiedlich steiler Rampen heraus, dass die erforderliche Kraft bei weniger steilen Rampen geringer ist, dass aber der Weg, über den die Last hochgezogen werden muss, länger ist. • berichten, wo Rampen im Alltag eingesetzt werden und begründen, warum ihr Einsatz sinnvoll ist.	• erklären technische Anwendungen der Goldenen Regel der Mechanik in unterschiedlichen Formen (lose Rolle, Flaschenzug, schiefe Ebene, unterschiedlich große Räder auf der gleichen Achse).
IK 6		• beschreiben die Kraftersparnis bei einem längeren Kraftarm und geben an, dass dabei die Kraft über einen längeren Weg wirken muss. • nutzen einseitige und zweiseitige Hebel bei Alltagsgegenständen und beschreiben die Kraftersparnis (Türklinke, Nussknacker, Locher, Kneifzange etc.). • bestimmen bei Gegenständen aus dem Alltag Kraftarm und Drehpunkt.	• beschreiben qualitativ und quantitativ, dass das Hebelgesetz auch bei Bewegungen gilt und hilft, Kraft zu sparen (Goldene Regel der Mechanik). • nennen unterschiedliche Ausprägungen des Hebels und bestimmen Lastarm, Kraftarm und Drehpunkt. • beschreiben Anwendungen des Hebelgesetzes bei Alltagsgegenständen und können deren Hebelwirkung quantitativ bestimmen.
IK 7		• konstruieren einen Riemenantrieb (Fahrradgetriebe-Modell) mit Übersetzung ins Schnelle und mit einem Gang bzw. zwei Gängen. • beschreiben den Funktionszusammenhang beim Kettengetriebe des Fahrrads unter Nutzung der eingeführten Fachbegriffe (Zahnrad, Kette, Pedale, Vorderrad, Hinterrad). • beschreiben den Zusammenhang von Übersetzungsverhältnis und Rollweite des Fahrrads.	• erläutern, dass das Hebelgesetz auch dazu benutzt werden kann, um die Geschwindigkeit zu erhöhen. • vergleichen ein Rad mit einem „unendlichen Hebel“. • beschreiben die physikalischen Unterschiede zwischen einer Verbindung von zwei Rädern auf unterschiedlichen Achsen und einer Verbindung von zwei Rädern auf der gleichen Achse. • erläutern, wozu in der Technik Getriebe gebraucht werden.

Nr.	Kompetenzen Elementarbereich	Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich	Zusätzliche Kompetenzen Klassenstufen 6–8
	Die Kinder …	Die Schülerinnen und Schüler …	Die Schülerinnen und Schüler …
		• vergleichen den Kraftaufwand beim Treten in verschiedenen Gängen und setzen ihn in Beziehung zum zurückgelegten Weg. • erläutern den Nutzen einer Kettengangschaltung beim Fahrrad im Alltag.	• beschreiben die Unterschiede bei der Anwendung von Zahnrad und Ketten-/Riemenrad. • können Drehzahländerungen erläutern und mathematisch vorhersagen.

3.2.2 Prozessbezogene Kompetenzen im naturwissenschaftlichen und technischen Lernbereich

Da das Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* sowohl naturwissenschaftliche als auch technische Bezüge enthält, geht es bei diesem Spiralcurriculum nicht nur um die Förderung naturwissenschaftlicher, sondern auch um die Förderung technischer prozessbezogener Kompetenzen.

Die prozessbezogenen Kompetenzen aus den Naturwissenschaften wurden bereits in den veröffentlichten Spiralcurricula *Magnetismus* sowie *Schwimmen und Sinken* aufgeführt und begründet. Die entsprechende Auflistung in Tabellenform wird im Folgenden übernommen (PK-N).

Diese Auflistung wird durch prozessbezogene Kompetenzen ergänzt, die wichtige Arbeits- und Denkweisen in der Technik darstellen (PK-T) und für den (vor)schulischen Bereich relevant sind. Die prozessbezogenen Kompetenzen in der Technik sind in einer zweiten Tabelle angeordnet. Sie lehnen sich in ihrer Systematik an den Perspektivrahmen Sachunterricht und die Standards des VDI (Verein Deutscher Ingenieure) für die technische Bildung im Sekundarbereich an. Zu berücksichtigen ist dabei, dass einige der unter naturwissenschaftlichen Kompetenzen aufgeführten Arbeits- und Denkweisen auch für technikbezogene Aufgaben gelten, z. B. das Dokumentieren und Beobachten.

In den nachfolgenden beiden Tabellen wird jede der oben aufgelisteten naturwissenschaftlichen bzw. technischen Arbeits- und Denkweisen zunächst kurz charakterisiert und das dazugehörige Wissen skizziert. Anschließend wird für jede naturwissenschaftliche bzw. technische Arbeits- und Denkweise konkretisiert, welche prozessbezogenen Kompetenzen (PK-N und PK-T) in diesem Spiralcurriculum realistisch angestrebt werden können. Die Kompetenzen sind auf verschiedenen Niveaustufen formuliert, um zunehmende Fähigkeiten über die Bildungsstufen hinweg beschreiben zu können. Grob lassen sich die Niveaustufen den drei im Projekt beteiligten Bildungsbereichen zuordnen: Elementarbereich, Primarbereich und Anfangsunterricht im Sekundarbereich. Dabei sind Angaben in höheren Niveaustufen als Differenzierung bzw. Erweiterung der vorherigen Kompetenzbeschreibungen zu verstehen. Die vorgenommene Nummerierung von PK-N und PK-T wird ebenso wie bei den inhaltsbezogenen Kompetenzen (IK) in den einzelnen Sequenzen (vgl. Kap. 5) aufgegriffen, damit sich die im Unterricht angestrebten Kompetenzen der Tabelle zuordnen lassen.

Die prozessbezogenen Kompetenzen können in ihrer Vielfalt selbstverständlich nicht vollständig mit dem Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht* abgedeckt werden. Zur leichteren Orientierung sind die im Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht* adressierten prozessbezogenen Kompetenzen schwarz, die nicht adressierten grau gedruckt.

Die folgenden Tabellen geben den Rahmen vor und bieten Orientierung, um die im Unterricht angestrebten Kompetenzen in den naturwissenschaftlichen und technischen Arbeits- und Denkweisen der jeweiligen Bildungsstufe verorten zu können.

Naturwissenschaftlich arbeiten und denken – Konkretisierung in Niveaustufen[1][2] (PK-N)

Nr.	Kompetenzen Elementarbereich	Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich	Zusätzliche Kompetenzen Klassenstufen 6–8
	Die Kinder …	Die Schülerinnen und Schüler …	Die Schülerinnen und Schüler …
	Fragen stellen Fragen bilden den Ausgangspunkt jeder zielgerichteten wissenschaftlichen Untersuchung. Die Frage beeinflusst in hohem Maß die Planung einer Untersuchung. Fragen sind jedoch nicht nur Ausgangspunkt, sondern oft auch das Ergebnis einer Untersuchung. In Bereichen, in denen kaum Erfahrungen vorliegen, kann unsystematisches Probieren und Herantasten erforderlich sein, um Fragen zu erzeugen.		
PK-N 1	• formulieren Fragen zu einem naturwissenschaftlichen Thema, die einem naturwissenschaftlichen und/oder allgemeineren Kontext entspringen.	• formulieren spezifische Fragen zu einem naturwissenschaftlichen Thema, die in einem naturwissenschaftlichen Kontext relevant sind. • leiten Fragen explizit aus Beobachtungen, Erfahrungen oder Vorwissen ab.	• formulieren Fragen, die sich mit naturwissenschaftlichen Verfahren untersuchen lassen. • benennen Merkmale von Fragen, die sich mit naturwissenschaftlichen Verfahren untersuchen lassen, und unterscheiden diese von Fragen, die sich nicht naturwissenschaftlich prüfen lassen.
	Vermutungen/Hypothesen bilden In der Wissenschaft bezeichnet eine Hypothese eine Annahme, die mit theoretischen (bzw. aus Generalisierungen gewonnenen) Überlegungen begründet werden kann. Die Annahme kann z. B. die Vorhersage über den Ausgang eines Experiments betreffen, sich aber auch auf komplexe Zusammenhänge zwischen Variablen beziehen. Sind es lediglich Einzelerfahrungen, aus denen eine Annahme abgeleitet wird, handelt es sich streng genommen nicht um eine Hypothese, sondern um eine Vermutung. Fehlen empirische Erfahrungen gänzlich, um die Annahme zu stützen, spricht man von einer Idee. Annahmen (Ideen, Vermutungen, Hypothesen) lassen sich in Untersuchungen prüfen. Ideen können so in Vermutungen oder (durch Generalisierung von empirischen Erfahrungen) in Hypothesen überführt werden. Wird eine Hypothese in einem Experiment bestätigt, stützt das Experiment die zugrunde gelegten theoretischen Überlegungen bzw. Generalisierungen. Das bedeutet jedoch nicht, dass die Annahme oder die zugrunde gelegten Überlegungen damit als sicher gelten können. Es könnte z. B. die Annahme stimmen, nicht aber die Überlegungen, aus der sie abgeleitet wurde. Wird die Hypothese nicht bestätigt, ist ggf. eine Präzisierung oder Überarbeitung der theoretischen Überlegungen erforderlich.		
PK-N 2	• äußern Ideen und einfache Vermutungen über ein zu erwartendes Ereignis.	• formulieren Vermutungen zu Fragen oder Beobachtungen. • unterscheiden zwischen Vermutung und einfachem Raten.	• geben selbstständig angemessene Begründungen für Vermutungen und Hypothesen an.
	Begründen und Argumentieren Vermutungen, Hypothesen, Schlussfolgerungen oder Entscheidungen sollten von einer Begründung begleitet werden. Gründe können sich dabei auf eigene Erfahrungen, auf aus Untersuchungen gewonnene Daten oder theoretische Überlegungen beziehen. Die Naturwissenschaften zeichnen sich dadurch aus, dass die verwendeten Begründungen oft auf Daten zurückgehen; entsprechende empirische Belege werden auch als Evidenz bezeichnet. Die Verknüpfung einer Aussage (Vermutung bzw. Hypothese, Schlussfolgerung oder Generalisierung) mit Begründungen wird oft als Argumentation aufgefasst. Um andere zu überzeugen, kommt es darauf an, passende Argumente zu finden und angemessen vorzutragen.		

[1] Kompetenzen, die im Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht* nicht angesprochen werden, sind in grauer Schrift gekennzeichnet.

[2] Die hier beschriebenen naturwissenschaftlichen Kompetenzen wurden von den Autoren des Spiralcurriculums *Magnetismus* entwickelt (vgl. Möller, K. (Hrsg.) (2013): *Spiralcurriculum Magnetismus: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen. Ein Curriculum vom Kindergarten bis zur 7. Klasse.* Seelze: Friedrich. S. 22–27 [in allen drei Bänden *Elementarbereich*, *Primarbereich* und *Sekundarbereich*]).

Nr.	Kompetenzen Elementarbereich	Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich	Zusätzliche Kompetenzen Klassenstufen 6–8
	Die Kinder …	Die Schülerinnen und Schüler …	Die Schülerinnen und Schüler …
PK-N 3	• verwenden erste Ansätze von Begründungen, basierend auf Vorwissen, Erfahrungen oder Beobachtungen.	• begründen Vermutungen durch Vorwissen, Erfahrungen oder Beobachtungen. • geben Belege für die Rechtfertigung von Aussagen an und unterscheiden zwischen belegten und nicht belegten Aussagen. • begründen Schlussfolgerungen. • prüfen Begründungen und setzen ggf. Gegenargumente ein.	• verwenden geeignete Belege zur Begründung einer Aussage. • erkennen zur Begründung einer Aussage ungeeignete Belege. • widerlegen unzureichende Argumentationen durch Gegenargumente.
	Eine Untersuchung planen Die sorgfältige Planung einer Untersuchung kann wesentlich dazu beitragen, die Effektivität und die Aussagekraft einer Untersuchung zu erhöhen. Die Planung einer Untersuchung ist dabei eng mit der Fragestellung verknüpft. Nicht selten muss während der Planung der Untersuchung die Fragestellung präzisiert werden. Bei der Planung eines Experiments ist festzulegen, welche Variablen verändert werden (unabhängige Variablen) und welche untersucht werden sollen (abhängige Variablen). Zusätzlich ist zu klären, welche weiteren Faktoren den Ausgang der Untersuchung beeinflussen könnten. In einfachen Experimenten achtet man darauf, dass möglichst nur eine Variable gezielt verändert wird (Variablenkontrolle). Wenn es sich nicht vermeiden lässt, mehrere Variablen gleichzeitig zu verändern, müssen mögliche Einflüsse durch weitere Untersuchungen überprüft werden. Die Überlegungen zur Planung einer Untersuchung werden ergänzt durch einen Ablaufplan, der die Durchführung der Untersuchung gedanklich vorwegnimmt. Die Dokumentation der Planung einer Untersuchung ermöglicht die kritische Kontrolle des Vorgehens und trägt dazu bei, die Qualität der Untersuchung und ihrer Ergebnisse zu beurteilen.		
PK-N 4	• machen erste Vorschläge für einfache Untersuchungen.	• entwerfen einfache Versuche zur Beantwortung von Fragen und überlegen Arbeitsschritte zu deren Realisierung. • beurteilen, ob ein Versuch zur Prüfung einer Vermutung bzw. Beantwortung einer Frage geeignet ist. • entwerfen mithilfe der Lehrkraft kontrollierte Experimente zu einfachen Fragen. • benennen und unterscheiden bei Untersuchungen vorkommende Forschungstätigkeiten. • geben als eine Möglichkeit des Vorgehens bei Untersuchungen das Arbeiten in einem Forscherkreislauf an.	• erkennen Fehler im Zusammenhang mit der Variablenkontrolle. • begründen die Notwendigkeit der Variablenkontrolle. • entwerfen selbstständig kontrollierte Experimente zu einfachen Fragen.

Nr.	Kompetenzen Elementarbereich	Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich	Zusätzliche Kompetenzen Klassenstufen 6–8
	Die Kinder …	Die Schülerinnen und Schüler …	Die Schülerinnen und Schüler …
	Einen Versuch/ein Experiment aufbauen/durchführen Die Durchführung eines Versuchs oder eines Experiments erfordert, dass ein Plan möglichst präzise und sorgfältig ausgeführt wird. Auch der sachgerechte Umgang mit Geräten und Materialien ist unabdingbar, damit die Untersuchung zuverlässige Daten ergibt. In der Praxis schützt der sachgerechte Umgang mit Geräten auch vor unbedachten Beschädigungen oder vor Verletzungen. Anmerkung: Geht es vor allem darum, ein bestimmtes Phänomen zu erzeugen und daraus Schlussfolgerungen zu ziehen, spricht man von einem Versuch. Wenn das Vorgehen dagegen von einer bestimmten Fragestellung geleitet wird und gezielt bestimmte Beobachtungssituationen hergestellt werden, um diese Fragestellung zu klären, spricht man von einem Experiment.		
PK-N 5	• führen einfache Versuche nach Anleitung durch.	• bauen einfache Versuche oder Experimente nach Plan auf. • führen einfache Versuche oder Experimente durch.	• wählen Versuchsmaterial und Geräte sachgerecht aus. • bauen einen geplanten Versuch bzw. ein geplantes Experiment sachgerecht auf. • führen einen Versuch/ein Experiment sachgerecht durch.
	Beobachten Wissenschaftliches Beobachten ist im Gegensatz zu zufälligen Alltagsbeobachtungen immer zielgerichtet. Damit kann das Beobachten als eine eigenständige Erkenntnismethode verstanden werden. Beim Beobachten werden im Vergleich zum Experimentieren keine Variablen gezielt verändert. Beobachten ist darüber hinaus auch ein Teilschritt beim Experimentieren. Vorwissen und Erwartungen beeinflussen die Beobachtungen. Deshalb ist eine kritische Distanz zu den eigenen Beobachtungen wichtig. Beobachtungen sollten zudem auch mehrfach wiederholt werden, um die Zuverlässigkeit zu erhöhen. Um Beobachtungen vergleichen und nachprüfen zu können, sind die Bedingungen, unter denen die Beobachtungen durchgeführt werden, festzuhalten und offenzulegen. Standardisierte Prozeduren und Beobachtungsinstrumente unterstützen die Vergleichbarkeit von Daten.		
PK-N 6	• beobachten einzelne Merkmale zielgerichtet über einen kürzeren Zeitraum und beschreiben diese. • nennen den Beobachtungsfokus bei gezielten Beobachtungen.	• beobachten zielgerichtet, auch über einen längeren Zeitraum. • trennen zu beobachtende Ereignisse von Nebenereignissen.	• unterscheiden bei Beobachtungen zwischen wahrnehmbaren Ereignissen und Deutungen. • geben die Randbedingungen für die gemachte Beobachtung an. • begründen die Notwendigkeit einer Dokumentation der Randbedingungen bei einer Beobachtung.
	Messen Das Messen ist eine vielfach verwendete Vorgehensweise, um Beobachtungen zu quantifizieren und deren Vergleichbarkeit zu erhöhen. Jedes Messverfahren verlangt die Festlegung einer Maßeinheit. Messergebnisse können dann als Vielfache der Einheit mit einem Zahlenwert beschrieben werden. Für viele Messgrößen gab es in der Geschichte der Wissenschaft unterschiedliche Einheiten. Heute sind die gängigen Einheiten international festgelegt. Bei Messungen müssen Messunsicherheiten bedacht und möglichst minimiert werden.		
PK-N 7	• vergleichen Größen qualitativ (größer/kleiner, leichter/schwerer).	• nutzen Messgeräte sachgerecht (richtiges Anlegen der Messgeräte, richtiges Ablesen etc.). • beschreiben die Bedeutung des Abgelesenen. • interpretieren die angegebenen Einheiten.	• messen sorgfältig. • schätzen sorgfältiges Messen als ein wichtiges Verfahren zur Reduzierung von Messunsicherheiten ein.

Nr.	Kompetenzen Elementarbereich	Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich	Zusätzliche Kompetenzen Klassenstufen 6–8
	Die Kinder …	Die Schülerinnen und Schüler …	Die Schülerinnen und Schüler …
	Dokumentieren/Protokollieren/Daten aufbereiten Das sorgfältige Dokumentieren einer Untersuchung ist unverzichtbar, um die Untersuchung reproduzieren zu können und deren Ergebnisse sowie abgeleitete Schlussfolgerungen nachprüfbar und transparent zu machen. Dazu trägt auch eine übersichtliche und an der Fragestellung orientierte Aufbereitung der Daten in Tabellen oder grafischen Darstellungen bei. Die Aufbereitung der Daten soll dazu beitragen, die Schlussfolgerungen aus der Untersuchung nachvollziehbar zu machen.		
PK-N 8	• fertigen Zeichnungen von ihren Beobachtungen an und ordnen sie bildhaft in Tabellen.	• dokumentieren eine Untersuchung mittels Sprache und Zeichnung mit Unterstützung der Lehrkraft bzw. auf Arbeitsblättern mit vorgegebener Struktur. • strukturieren die Darstellung einer Untersuchung und ihres Ergebnisses selbstständig. • entwickeln und nutzen Symbole zur Dokumentation. • geben Kriterien für eine gute Dokumentation an.	• notieren im Rahmen der Dokumentation alle relevanten Parameter und deren Manipulation in nachvollziehbarer Weise. • wählen zielgerichtet angemessene Darstellungsformen aus.
	Vergleichen/Ordnen/Systematisieren Ein typisches Vorgehen, um Komplexität zu reduzieren und mögliche Zusammenhänge zu erschließen, ist das Vergleichen und Ordnen. Die Einteilung von Materialien hinsichtlich ihrer Eigenschaften ist ein einfaches Beispiel einer Ordnung. Das Periodensystem der Elemente ist ein weiteres, allerdings komplexes Beispiel einer naturwissenschaftlichen Ordnung. Auch bei wissenschaftlichen Untersuchungen sind das Vergleichen, Ordnen und Systematisieren wichtige Verfahrensschritte, um Schlussfolgerungen zu ziehen. Nicht selten führt das Ordnen zusätzlich zu neuen Fragen. Das Vergleichen mehrerer Objekte oder Daten setzt das Festlegen von Vergleichskriterien voraus, die häufig durch die zugrunde liegende Fragestellung beeinflusst sind. Unterschiedliche Vergleichskriterien führen entsprechend zu unterschiedlichen Ordnungen.		
PK-N 9	• benennen selbstständig mögliche Ordnungskriterien für Alltagsgegenstände. • vergleichen Gegenstände anhand eines vorgegebenen oder selbst entwickelten Kriteriums.	• benennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Beobachtungen, Ereignissen und Objekten. • nehmen Ordnungen nach unterschiedlichen Kriterien vor.	• nehmen selbstständig Ordnungen vor und benennen die jeweiligen Ordnungskriterien. • vergleichen unterschiedliche Ordnungen hinsichtlich ihrer Angemessenheit.
	Interpretieren/Schlussfolgern/Generalisieren Ziel naturwissenschaftlichen Arbeitens ist es, generalisierte Aussagen über Zusammenhänge zu treffen. Das Prüfen der Generalisierbarkeit einer Aussage, d. h. die Frage, inwieweit ein gefundener Zusammenhang auf andere Bereiche übertragbar und damit verallgemeinerbar oder gar allgemeingültig ist, bildet den Ausgangspunkt vieler naturwissenschaftlicher Untersuchungen. Ein einfaches Beispiel generalisierter Aussagen sind Wenn-dann- und Je-desto-Beziehungen: Aus Einzelbeobachtungen wird auf einen Zusammenhang geschlossen, der für einen bestimmten Bereich Gültigkeit besitzt. Andere Beispiele für generalisierte Aussagen sind naturwissenschaftliche Gesetze. Erschlossene Zusammenhänge bzw. Gesetze ermöglichen die Vorhersage von Ereignissen. Um Aussagen über Zusammenhänge bzw. Gesetze zu gewinnen, müssen die Daten aus naturwissenschaftlichen Untersuchungen interpretiert werden. Dabei ist zwischen Daten und Interpretationen zu unterscheiden. Die Zuverlässigkeit einer Schlussfolgerung aus empirischen Daten hängt von der Qualität aller Teilschritte einer Untersuchung ab.		

Nr.	Kompetenzen Elementarbereich	Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich	Zusätzliche Kompetenzen Klassenstufen 6–8
	Die Kinder …	Die Schülerinnen und Schüler …	Die Schülerinnen und Schüler …
PK-N 10	• formulieren erste Generalisierungen im Sinne von einfachen Wenn-dann-Beziehungen aufgrund von Beobachtungen.	• unterscheiden zwischen Daten und Interpretation an gegebenen Beispielen. • ziehen Schlussfolgerungen im Sinne der Bestätigung oder Falsifikation einer Vermutung bzw. der Beantwortung einer Frage. • unterscheiden zwischen Ereignissen, die eine Annahme bestätigen bzw. widerlegen, und solchen, die irrelevant sind. • leiten aus einer Regel bzw. einem Gesetz Vorhersagen ab. • formulieren Generalisierungen im Sinne von Wenn-dann- oder Je-desto-Beziehungen aufgrund von Beobachtungen.	• trennen systematisch zwischen Beobachtung und Interpretation. • unterscheiden zwischen vergleichsweise sicheren und vorläufigen Generalisierungen (die auf der Basis weniger Fallzahlen entstanden sind).
	Modellieren Naturwissenschaftliche Modelle sind gedankliche Konstrukte, mit denen sich naturwissenschaftliche Zusammenhänge beschreiben lassen, die der menschlichen Wahrnehmung nicht unmittelbar zugänglich sind. Atommodelle sind Beispiele dafür. Sorgfältig zu unterscheiden ist zwischen dem naturwissenschaftlichen Modell (als Gedankenkonstrukt) und der gegenständlichen Veranschaulichung dieses Modells. Die besondere Bedeutung von Modellen besteht darin, dass sie Vorhersagen von Ereignissen ermöglichen. Modelle beinhalten immer Vereinfachungen. Modelle können nicht wahr oder falsch sein, sondern sind immer nur für bestimmte Zwecke geeignet, für andere Zwecke unter Umständen aber ungeeignet. Modellieren im weitesten Sinne bezeichnet das Überführen von aus Beobachtungen gewonnenen Zusammenhängen in ein theoretisches Gedankengebäude. So verstanden ist das Modellieren eine Arbeitsweise, die nahezu jede naturwissenschaftliche Forschungstätigkeit durchzieht.		
PK-N 11		• beschreiben bzw. entwerfen einfache Modelle und beschreiben ihre Vereinfachungen.	• treffen Vorhersagen auf der Grundlage von Modellen. • erklären Beobachtungen durch Modelle. • benennen Grenzen von Modellen.
	Arbeitsprozesse und -ergebnisse bewerten Naturwissenschaftliche Forschung bemüht sich um größtmögliche Objektivität. Dies setzt den ehrlichen Umgang mit Daten sowie eine kritische Haltung gegenüber den Ergebnissen und den Wegen der Erkenntnisgewinnung voraus. Das Erkennen von Veränderungs- und Verbesserungsmöglichkeiten in eigenen oder fremden Untersuchungen liefert Ansatzpunkte, um die Zuverlässigkeit von Schlussfolgerungen zu überprüfen (Reliabilität).		
PK-N 12		• erkennen grobe Fehler in naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen. • bewerten die Qualität ihrer Arbeiten und die der Arbeiten ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler.	• vergleichen alternative Vorgehensweisen. • reflektieren das eigene Vorgehen und benennen Ansatzpunkte für Verbesserungen.

Technisch arbeiten und denken – Konkretisierung in Niveaustufen[3] (PK-T)

Nr.	Kompetenzen Elementarbereich	Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich	Zusätzliche Kompetenzen Klassenstufen 6–8
	Die Kinder …	Die Schülerinnen und Schüler …	Die Schülerinnen und Schüler …
	Technik herstellen und konstruieren Das Konstruieren und Herstellen von Artefakten (Dinge, die durch Menschen geschaffen sind) gehört zu den zentralen technischen Arbeits- und Denkweisen. Es umfasst das Verstehen einer Aufgabe oder eines Problems, das Entwerfen einer Lösung unter Berücksichtigung der gegebenen Rahmenbedingungen, das Planen des Fertigungsprozesses sowie die Fertigung und ggf. die Optimierung. Lernende konstruieren bzw. fertigen auf verschiedenen Kompetenzniveaus: Zu unterscheiden sind einfache und komplexe Aufgabenstellungen, Fertigungsprozesse mit mehr oder weniger Hilfen sowie nachvollzogene und selbst entwickelte Lösungsentwürfe sowie technische Versuche bzw. Experimente. Über das Konstruieren und Herstellen entwickeln Lernende Interesse für technische Funktionen und Zusammenhänge.		
PK-T 1	• führen einfache Fertigungsprozesse nach Anleitung ggf. mit Hilfestellungen durch. • finden durch Probieren Lösungen für einfache technische Aufgaben. • führen einfache technische Versuche nach Anleitung durch.	• führen Fertigungsprozesse nach Anleitung bzw. nach eigener Planung durch. • sind in der Lage, einfache technische Problem- bzw. Aufgabenstellungen zu erfassen, entsprechende Lösungsansätze zu entwerfen und zu realisieren. • führen technische Versuche durch bzw. beteiligen sich an der Entwicklung.	• planen Fertigungsprozesse inklusive der dafür notwendigen Materialien und Geräte und führen die Prozesse durch. • sind in der Lage, komplexe technische Problem- bzw. Aufgabenstellungen zu erfassen, technische Lösungen zu konstruieren, zu fertigen und zu optimieren. • entwickeln technische Experimente und führen diese durch.
	Technik erkunden, analysieren und verstehen Technische Gegenstände und Prozesse begegnen den Lernenden in ihrer alltäglichen Umgebung. Häufig jedoch sind Funktionen und Abläufe verdeckt bzw. erschließen sich erst bei aufmerksamer Beobachtung oder Untersuchung. Die Lernenden sollen an zunehmend komplexer werdenden technischen Gegenständen oder Prozessen zugrunde liegende Zusammenhänge erkunden und verstehen.		
PK-T 2	• entdecken und benennen technische Gegenstände und Prozesse im Alltag. • untersuchen einfache technische Gegenstände/Prozesse mit sichtbaren Elementen. • beschreiben einfache technische Zusammenhänge durch Wenn-dann-Formulierungen. • vergleichen technische Lösungen in der historischen Entwicklung (z. B. Handwäsche vs. Waschmaschine).	• untersuchen einfache technische Gegenstände/Prozesse mit teilweise verdeckten Elementen. • beschreiben technische Zusammenhänge durch Relationsverhältnisse (z. B. mit Je-desto-Formulierungen). • analysieren zugängliche und bedeutsame technische Erfindungen.	• untersuchen komplexe technische Gegenstände bzw. Prozesse. • erklären technische Zusammenhänge mit zugrunde liegenden naturwissenschaftlichen Gesetzmäßigkeiten. • analysieren die Weiterentwicklung technischer Gegenstände bzw. Prozesse.
	Technik bewerten Technisches Handeln verfolgt das Ziel, einen angestrebten Zweck zu erreichen. Technische Gegenstände und Prozesse sind deshalb im Hinblick auf den angestrebten Zweck zu beurteilen. Auch Qualität, Ökonomie, Machbarkeit und die Originalität der technischen (auch der eigenen technischen) Lösungen sind wichtige Bewertungskriterien für technisches Handeln. Technische Gegenstände und Prozesse wirken zudem auf Menschen und Umwelt ein – durch Veränderung von Lebens- und Arbeitsweisen wie durch Umweltbelastungen. Insofern ist technisches Handeln immer auch vor dem Hintergrund unerwünschter Wirkungen zu bewerten. Lernende können an einfachen, ausgewählten Beispielen erste Kompetenzen im Bewerten des eigenen technischen Handelns, im Bewerten erstellter Problemlösungen wie auch im Bewerten technischer Entwicklungen erwerben.		

[3] Kompetenzen, die im Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht* nicht angesprochen werden, sind in grauer Schrift gekennzeichnet.

Nr.	Kompetenzen Elementarbereich	Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich	Zusätzliche Kompetenzen Klassenstufen 6–8
	Die Kinder …	Die Schülerinnen und Schüler …	Die Schülerinnen und Schüler …
PK-T 3	• vergleichen und bewerten technische Lösungen anhand einzelner (leicht erkennbarer; ggf. vorgegebener) Kriterien.	• vergleichen und bewerten technische Problemlösungen im Hinblick auf den technischen Zweck, Materialökonomie und Originalität. • beschreiben und analysieren an Beispielen Veränderungen des Lebens durch den Einsatz technischer Lösungen. • bewerten die Bedeutung technischer Entwicklungen für den Menschen, auch bezüglich unerwünschter Folgewirkungen.	• analysieren und beurteilen Probleme im Prozess des technischen Handelns, entscheiden sich für eine Lösung und begründen diese. • erkennen Zielkonflikte im technischen Handeln bei sich selbst und bei anderen. • bewerten Technik und ihre Auswirkungen anhand erarbeiteter Kriterien. • analysieren ambivalente Auswirkungen von Alltagstechnik und werten Handlungsspielräume aus.
	Technik kommunizieren Der Austausch von Ideen zur Lösung technischer Aufgaben/Probleme, das Lesen von Arbeitsanweisungen sowie das Dokumentieren von Konstruktionsergebnissen, erschlossenen Funktionsweisen, Herstellungsprozessen und Arbeitsabläufen erfordern technikspezifische Formen der Kommunikation. Die sprachliche Darstellung allein reicht dabei häufig nicht aus – Demonstrationen, Skizzen, die beschriftet werden können, reichern diese an. Kinder lernen an einfachen Beispielen, ihre Ideen sprachlich und zeichnerisch verständlich darzustellen und zu diskutieren, Erfasstes zu beschreiben sowie Ergebnisse zu dokumentieren. Die (noch nicht notwendigerweise technisch genormte) Zeichnung als Mittel der technischen Kommunikation wird sowohl in der Phase der Problemlösung als auch bei der Präsentation von Ergebnissen genutzt.		
PK-T 4	• beschreiben ihre Vorgehensweise mündlich. • dokumentieren ihre Vorgehensweise mit Fotos. • zeichnen ihr technisches Produkt. • berichten von Erfahrungen mit technischen Dingen.	• vermitteln, diskutieren und dokumentieren Ideen für technische Lösungen verständlich, unter Nutzung von Sprache, Zeichnung oder Demonstration. • lesen, verstehen und setzen einfache Anleitungen um und verfassen kürzere Anleitungen selbst. • recherchieren zu technischen Gegenständen, Entwicklungen und Erfindungen Informationen und teilen die Ergebnisse mit.	• bereiten Sachverhalte und Zusammenhänge in technischen Handlungsfeldern mit sprachlichen, grafischen und multimedialen Mitteln verständlich auf und dokumentieren und präsentieren sie. • lesen und interpretieren technikbezogene Texte (z. B. Betriebsanleitungen) sowie Zeichnungen, Skizzen, Diagramme und Pläne. • dokumentieren Ideen und Lösungen zu technischen Sachverhalten situations- und adressatengerecht in Texten Skizzen, Zeichnungen und Diagrammen. • recherchieren in von Technik bestimmten Situationen gezielt nach Informationen aus verschiedenen Quellen (z. B. Bücher, Fachzeitschriften, Internet, Experten), wählen Informationen aus, dokumentieren sie und teilen sie mit.

4

Das Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* im Elementarbereich

4 Das Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* im Elementarbereich

4.1 Fachlicher Hintergrund[1]

Im Folgenden geben wir einige fachliche Hintergrundinformationen zum Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht*. Diese sollen Ihnen als pädagogische Fachkraft lediglich als Informationsquelle dienen und Ihnen helfen, sich eventuell an Wissen aus Ihrer Schulzeit zu erinnern.

Die Begriffe, Formeln und Zusammenhänge gehen weit über das hinaus, was in dem Bildungsangebot mit den Kindern thematisiert wird. Der physikalische Begriff „Kraft“, die dazugehörigen Formeln und komplexen Zusammenhänge werden erst im Verlauf der Grundschule und vor allem der weiterführenden Schule erarbeitet. In diesem Bildungsangebot geht es lediglich um erste erfahrungsbasierte Grundlagen, auf die dann später aufgebaut werden kann.

Kräfte beschreiben und messen

Im Alltag verwenden wir das Wort **Kraft** sehr vielfältig, z. B. in Sehkraft, ein kräftiges Gewürz, Muskelkraft, Zauberkraft, kraftlos sein. In all diesen Begriffen steckt die Idee, dass ein Mensch oder ein Gegenstand über eine Kraft verfügt, die etwas bewirken kann. In der Physik, genauer in der Mechanik, zu der das Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* gehört, wird der Begriff aber nur dann verwendet, wenn zwei **Körper** aufeinander wirken. Statt von zwei Körpern kann man vereinfacht auch von zwei Gegenständen sprechen. In der Physik spricht man allerdings generell von Körpern statt von Gegenständen, weil der Begriff Körper mehr umfasst. „Körper“ ist ein abstrakter Oberbegriff, der für vieles stehen kann, z. B. für ein Auto, einen Ball, ein Kind, den Mond oder die Erde (Himmelskörper). Der Begriff „Körper“ aus der Physik hat nichts bzw. nur wenig mit dem Wort „Körper“ aus dem Alltag zu tun.

Wo wirken zwei Körper aufeinander? Beispiele sind: Ein Mensch schiebt eine schwere Kiste nach vorne. Eine Torhüterin fängt beim Elfmeter den Ball mit den Händen ab. Ein Lift transportiert Menschen vom Erdgeschoss in ein höher gelegenes Stockwerk. Ein Kind formt einen Teig zu einem Brot oder zu Plätzchen. In all diesen Situationen treten – auch im physikalischen Sinn – Kräfte auf. Diese physikalische Vorstellung von Kraft als Wechselwirkung, bei der auch vom Boden oder der Wand eine Kraft ausgeht, widerspricht unserem Alltagsverständnis von Kraft. Das macht das Lernen des Kraft-Begriffs so schwer und er wird deshalb im Bildungsangebot für die Kinder gar nicht eingeführt.

Charakteristika von Kräften sind:

- Kräfte lassen sich nicht unmittelbar, sondern nur anhand ihrer Wirkungen erkennen. Dabei lassen sich zwei Wirkungen der Kraft unterscheiden. Die eine Wirkung besteht darin, dass die Bewegung eines Körpers verändert wird; er wird beschleunigt oder abgebremst oder es wird die Richtung seiner Bewegung verändert (z. B. eine Kiste wird verschoben). Die andere Wirkung der Kraft besteht darin, dass ein Körper verformt wird; er wird z. B. eingedrückt, in die Länge gezogen oder in eine ganz andere Form gebracht (z. B. wenn ein Teig geknetet wird oder aus einer Kugel aus Knetmasse ein Würfel geformt wird).
- Immer (!) wenn eine Kraft auftritt, gilt das Prinzip von Kraft und Gegenkraft. Drücke ich z. B. mit dem Daumen auf einen Körper, drückt umgekehrt der Körper auf meinen Daumen. Das erkennt man gut daran, dass der Daumen rot anläuft. Dies bedeutet: Wirkt ein Körper A auf einen Körper B mit einer bestimmten Kraft, wirkt umgekehrt der Körper B auf den Körper A mit der gleich großen, aber entgegengesetzten Kraft. Dies widerspricht unserer Alltagsvorstellung, dass nur der aktive Körper eine Kraft ausübt, nicht aber der passive Körper.
- Kräfte lassen sich über ihre Wirkungen messen, z. B. mit sogenannten Federkraftmessern. Sie bestehen im Kern aus einer Feder, die – durch die zu messende Kraft – gedehnt wird; je größer die Kraft ist, desto mehr wird die Feder gedehnt; so wird bei doppelter Kraft die Feder doppelt so weit gedehnt.

Abb. 1: Federkraftmesser

[1] Das Teilkapitel 4.1 wurde gemeinsam mit Peter Labudde verfasst.

Die physikalische Formel für Kraft ist

$$F = m \cdot a$$

Die Kraft wird mit F (englisch: force) bezeichnet, die Masse mit m und die **Beschleunigung** mit a (englisch: acceleration). Aus der Formel ergibt sich, dass Kraft sich aus Masse[2] mal Beschleunigung errechnen lässt.

Bei ihren Aktivitäten entdecken Kinder, dass sich Körper mit kleiner Masse (oder einem kleinen Gewicht) leichter, d. h. mit weniger Kraft, beschleunigen oder abbremsen lassen als Körper mit großer Masse. Und je nachdem, ob sie einen Körper langsam oder schnell beschleunigen möchten, benötigen sie weniger oder mehr Kraft. Denn je größer die Masse m bzw. je größer die Beschleunigung a, desto größer die Kraft. Diese Zusammenhänge erfahren die Kinder in diesem Spiralcurriculum, auch wenn sie die physikalische Formel der Kraft erst viel später kennenlernen.

Masse und Gewichtskraft unterscheiden

Physikerinnen und Physiker sowie Ingenieurinnen und Ingenieure unterscheiden zwischen **Masse** (Einheit kg) und Gewicht. Gewicht ist die verkürzte Form von **Gewichtskraft**. Die Gewichtskraft wird wie alle Kräfte in der Einheit Newton angegeben. Im Alltag hingegen wird der Begriff „Gewicht“ oft für Masse verwendet (z. B. beim Körpergewicht, das in kg angegeben wird, also eigentlich unsere Masse ist).

Dabei lässt das folgende Beispiel erkennen, dass die Unterscheidung von Gewicht und Masse wichtig sein kann. Wenn in der Physik von Gewicht (Gewichtskraft) gesprochen wird, handelt es sich um die Anziehungskraft, mit welcher wir oder ein Körper von einem Himmelskörper angezogen werden. Ist der Himmelskörper die Erde, wirkt die Anziehungskraft der Erde. Ist der Himmelskörper der Mond, wirkt die Anziehungskraft des Mondes. Für uns, die auf der Erde leben, ist die Anziehungskraft der Erde zentral, für einen Astronauten auf dem Mond die Anziehungskraft des Mondes. Dabei hat der Astronaut auf der Erde wie auch auf dem Mond dieselbe Masse, aber ein unterschiedliches Gewicht. Die Gewichtskraft F_G berechnet sich aus der Masse des Körpers mal der Fallbeschleunigung auf dem jeweiligen Himmelskörper:

$$F_G = m \cdot g$$

Dabei ist m wie oben die Masse und g die Fallbeschleunigung. Die Formel ist also eine Spezifikation der vorherigen Formel $F = m \cdot a$ zur Berechnung der Gewichtskraft. Auf der Erde beträgt die Fallbeschleunigung ca. $10\,m/s^2$, auf dem Mond nur ein Sechstel dieses Betrags. Entsprechend ist das Gewicht des Astronauten auf dem Mond nur ein Sechstel des Gewichtes auf der Erde, seine Masse bleibt aber gleich.

Reibungskräfte

Neben der Gewichtskraft spielen im Alltag und in der Technik **Reibungskräfte** eine wichtige Rolle. Oft sprechen wir nur von Reibung, gemeint sind aber Reibungskräfte. Reibungskräfte treten auf, wenn sich ein Körper auf einer Oberfläche bewegt. Es gibt drei Arten von Reibungskräften: die Haft-, Gleit- und Rollreibung. Im Normalfall ist die Haftreibung größer als die Gleitreibung, die Gleitreibung größer als die Rollreibung. Der Unterschied zwischen den drei Reibungsarten ist vielen Menschen aus dem Alltag bekannt: Will ich ein schweres Möbelstück, z. B. eine Truhe, verschieben, muss ich am Anfang, d. h., wenn ich die Truhe in Bewegung bringen will, etwas mehr Kraft aufwenden als wenn sie dann in Bewegung ist. Am Anfang „haftet“ die Truhe am Boden. Ist sie dann erst einmal in Bewegung, „gleitet“ die Truhe über den Boden, es bedarf weniger Kraft, um sie weiterzubewegen. Noch einfacher lässt sich die Truhe verschieben, wenn ich Rollen, z. B. Besenstiele, unter die Truhe lege oder wenn ich Räder an die Truhe montiere. Die Truhe lässt sich sehr leicht auf Besenstielen bzw. mit Rädern rollen. Was Kinder und Erwachsene beim Verschieben von Möbelstücken erleben und sich zur Erleichterung ausdenken, mussten sich bereits die Arbeiter beim Bau der Pyramiden in Ägypten überlegen. Tonnenschwere Bausteine lassen sich nur auf Rollen leicht verschieben.

Reibung ist in der Physik wie auch im Alltag manchmal nicht erwünscht, z. B. gleitet ein Schlitten auf nassem Schnee schlecht, weil die Reibung zu groß ist. Reibung kann aber durchaus etwas Positives haben oder sogar zwingend notwendig sein: Bei zu wenig Reibung, z. B. auf Glatteis, rutscht ein Auto oder ein Fahrrad aus der Kurve.

Die Reibung – und zwar egal ob Haft-, Gleit- oder Rollreibung – hängt einerseits vom Gewicht (von der Gewichtskraft, nicht von der Masse) des zu bewegenden Körpers ab, andererseits von den „beteiligten“ Oberflächen, z. B. Gummi auf Asphalt beim Fahrrad- bzw. Autoreifen oder Stahl auf Eis beim Schlittschuhlaufen.

[2] Masse wird umgangssprachlich oft als Gewicht bezeichnet, auch wenn es physikalisch nicht dasselbe ist, siehe nächster Abschnitt.

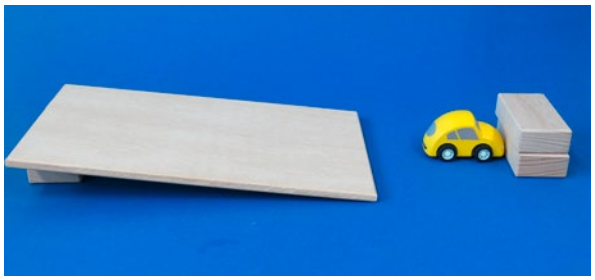


Abb. 2: Das obere Auto wird nicht abgebremst.

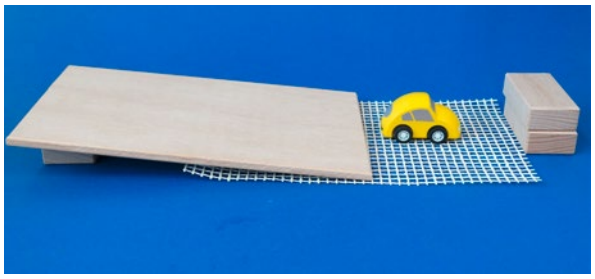


Abb. 3: Das untere Auto wird durch eine gummierte Oberfläche abgebremst.

Kräfte und Gleichgewicht

Neben der Gewichtskraft und den Reibungskräften gibt es noch weitere Kräfte, die auf einen Körper wirken können. Die Beträge der auf einen Körper wirkenden Kräfte können miteinander verrechnet werden, sodass man eine resultierende Kraft erhält. Gleichen sich die Kräfte, die auf einen Körper wirken, aus, befindet sich der Körper im **Gleichgewicht**. Kräfte im Gleichgewicht bewirken keine Änderung der Bewegung eines Körpers.

In vielen technischen Anwendungen ist es notwendig, Stabilität zu erreichen, indem den einwirkenden Kräften entgegengewirkt wird. Dies spielt insbesondere bei Bauwerken eine Rolle. So kann ein Turm durch Vergrößerung der Standfläche oder Verlagerung des Schwerpunktes nach unten stabilisiert werden, indem das größte Gewicht im unteren Bereich des Bauwerks eingebaut wird. Seitlich einwirkenden Kräften, z. B. Wind, kann damit entgegengewirkt werden. Auch die Nutzung von Gegengewichten oder das Einbauen von Trägern sind Möglichkeiten, um Bauwerke zu stabilisieren (genaueres dazu auf den folgenden Seiten). Bereits sehr junge Kinder können hierzu beim Spielen mit Bauklötzen Erfahrungen machen, wie es hier im Bildungsangebot angeregt wird.

Das Gleichgewicht von Kräften kommt auch bei der Wippe oder Balkenwaage zum Tragen. Der physikalische Hintergrund der Wippen oder Balkenwaagen ist das **Hebelgesetz**. Das Hebelgesetz zählt in der Physik und im Physikunterricht zu den „Klassikern“ derjenigen Gesetze, die einerseits im Alltag von Kindern und Erwachsenen eine große Bedeutung haben und sich leicht erforschen lassen, die andererseits aber auch in exemplarischer Weise dazu dienen können, zentrale Charakteristika der Physik kennenzulernen.

Das Hebelgesetz lautet in seiner einfachsten Form:

$$s_K \cdot F_K = s_L \cdot F_L$$

mit der Kraftarmlänge s_K mal der Kraft F_K auf der einen Seite sowie der Lastarmlänge s_L mal der Last F_L auf der anderen Seite. Der Punkt, um den sich der Hebel bewegt, wird Drehpunkt genannt und befindet sich in den Abbildungen 4 und 5 in der Mitte.

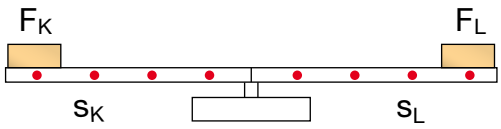


Abb. 4: Ein zweiseitiger Hebel im Gleichgewicht

Ist Hebelarmlänge mal Kraft auf beiden Seiten gleich groß, befindet sich die Wippe oder die Balkenwaage im Gleichgewicht (s. Abb. 4). Ist die Hebelarmlänge mal Kraft auf einer Seite größer als auf der anderen, senkt sie die Wippe oder Waage auf dieser Seite. In Abbildung 5 senkt sich der Hebel deshalb auf der linken Seite.

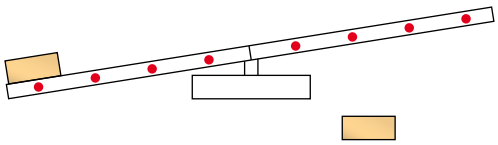


Abb. 5: Ein zweiseitiger Hebel im Ungleichgewicht

Welche Seite bei einer Wippe oder einer Waage den Lastarm bzw. den Kraftarm bildet, ist nicht immer eindeutig. Es spielt eigentlich auch keine Rolle, welche Seite Last- bzw. Kraftarm darstellt, denn es kommt einzig darauf an, die beiden Seiten miteinander zu vergleichen.

Auch wenn Kindergartenkinder das Hebelgesetz nicht in seiner mathematischen Form kennenlernen, können sie Erfahrungen in Alltagskontexten sammeln und es oft intuitiv nutzen, z. B. bei der Wippe („Wenn ich als Kind einen schweren Erwachsenen auf der Wippe nach oben befördern und ihn oben in der Luft sitzen lassen möchte, muss der Erwachsene auf der Wippe weit(er) innen sitzen und ich weit außen.“).

Körperschwerpunkt

Jeder physikalische Körper besitzt einen Schwerpunkt, den sogenannten **Körperschwerpunkt**. Der Begriff „Körperschwerpunkt“ stammt aus der Physik.

Betrachtet man Gleichgewichtszustände nicht nur bei Wippe und Balkenwaage, sondern bei kom-

plizierteren Körpern wie hohen Türmen, geht es oftmals um die Lage des Körperschwerpunkts. Dessen Lage muss bestimmte Bedingungen erfüllen, damit ein Körper, z. B. ein Turm, im Gleichgewicht ist, d. h., damit er stabil ist und nicht einstürzt.

Ist der Körper gleichmäßig wie bei einer Kugel, einem Würfel oder einem Quader (z. B. bei einem Bauklotz), ist die Masse gleichmäßig verteilt. Bei einem Körper mit gleichmäßig verteilter Masse befindet sich der Körperschwerpunkt genau in der Mitte des jeweiligen Körpers (s. Abb. 6). Bei weniger regelmäßigen, d. h. unsymmetrischen Körpern, ist es schwieriger, die Lage des Körperschwerpunkts zu bestimmen (s. Abb. 7 und 8).

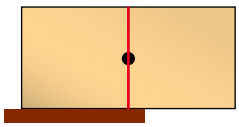


Abb. 6: Bauklotz mit gleichmäßig verteilter Masse

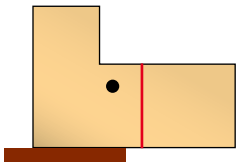


Abb. 7: Bauklotz mit ungleichmäßig verteilter Masse

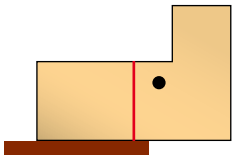


Abb. 8: Bauklotz mit ungleichmäßig verteilter Masse

Legende:

- Standfläche
- geometrische Mitte des Körpers
- Körperschwerpunkt

Stabilität

Die Stabilität eines Körpers hängt von der Lage seines Körperschwerpunkts ab. Genauer gesagt hängt die Stabilität davon ab, wo sich der Körperschwerpunkt im Verhältnis zur Standfläche des Körpers befindet (s. Abb. 6–8).

Stabil ist ein Körper dann, wenn der Körperschwerpunkt lotrecht über der Standfläche liegt (s. Abb. 6 und 7). Dann kippt der Körper, z. B. ein Bauklotz, nicht um. Bei einem Bauklotz mit gleichmäßig verteilter Masse, der auf einem Tisch liegt, befindet sich der Körperschwerpunkt in der Mitte des Bauklotzes und damit direkt über der Mitte der Standfläche (s. Abb. 6). Wird ein Klotz mit gleichmäßig oder ein Klotz mit ungleichmäßig verteilter Masse über die Tischkante geschoben, kippt bzw. fällt der Klotz bei einem bestimmten Punkt vom Tisch. Und zwar genau dann, wenn der Körperschwerpunkt nicht mehr lotrecht über der Standfläche liegt (s. Abb. 8: Bauklotz mit ungleichmäßig verteilter Masse).

Wie lässt sich ein Körper möglichst stabil bauen?

- Der Körperschwerpunkt muss möglichst tief liegen, d. h. nur wenig über der Standfläche: Ein schnelles Auto ist tief gebaut, d. h., sein Schwerpunkt liegt nur wenige Zentimeter über der Straße; in Kurven kippt es weniger leicht um als ein Auto mit hohem Schwerpunkt.
- Die Standfläche sollte möglichst groß sein: Selbst gebaute Türme, der Eiffelturm und viele Hochhäuser sind unten breiter als oben.
- Der Körperschwerpunkt muss lotrecht über der Standfläche liegen und je weiter er in horizontaler Richtung von der Kante der Standfläche entfernt ist, desto stabiler ist er. Liegt der Körperschwerpunkt außerhalb der Standfläche, kann Stabilität erreicht werden, wenn ein zusätzliches Gewicht auf den Körper gelegt wird (s. Abb. 9). Dieses Prinzip nutzt man bei der Auskragungstechnik z. B. im Brückenbau.

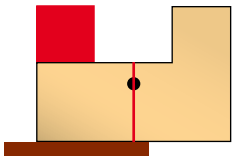


Abb. 9: Stabilisierung durch ein Gegengewicht

Um Stabilität bei Mauern zu erreichen, wird die Verbundbauweise eingesetzt. Bei Mauern im Verbund werden die Mauersteine in den verschiedenen Schichten versetzt angeordnet. Dadurch werden die Kräfte gleichmäßig im Mauerwerk verteilt: Eine Kraft, die z. B. von oben auf die Mauer wirkt, wird gleichmäßig auf die Wandlänge der Grundsteine verteilt. Jeder einzelne Grundstein muss also nur noch einen Bruchteil der Kraft tragen, die auf den obersten Stein wirkt. Durch die Verbundbauweise erhöht sich die Stabilität einer Mauer und die Tragfähigkeit der Mauer wird sichergestellt (s. Abb. 10).

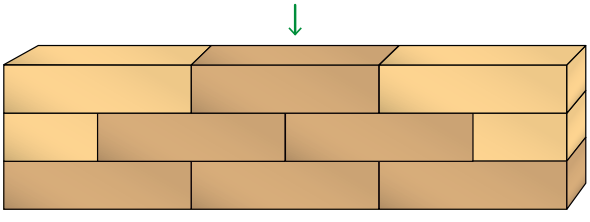


Abb. 10: Stabile Mauer in Verbundbauweise

Mauern in der Stapelbauweise sind nicht stabil. Bei ihnen können sich Kräfte nicht verteilen. Deshalb verursacht eine Kraft, die z. B. von oben auf die Mauer wirkt, dass die Mauer zusammenfällt: Die Kraft, die auf den obersten Stein wirkt, wird auf die direkt unter ihm liegenden Steine übertragen (s. Abb. 11).

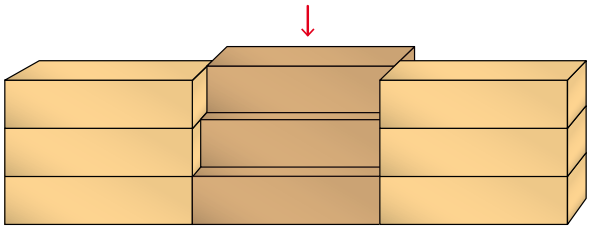


Abb. 11: Instabile, gestapelte Mauer

Exkurs: Ein- und zweiseitige Hebel im Alltag

Die bei Wippe und Balkenwaage gewonnenen Erkenntnisse zu Gleichgewicht und Hebelgesetz lassen sich anhand vieler illustrativer Alltagsbeispiele erweitern und vertiefen. In vielen Fällen geht es dabei nicht mehr um Gleichgewichtszustände, sondern um Hebel, die sich in Bewegung befinden, und/oder um Hebel, mit denen Kraft eingespart werden soll.

Alle Hebel, egal ob ein- oder zweiseitig, egal ob in Ruhe oder in Bewegung, weisen einen **Drehpunkt** auf sowie je einen **Last-** und einen **Kraftarm**. Bei Hebeln in Bewegung bezeichnet die Hebelseite, mit der man etwas, z. B. eine Last, bewegen oder verändern möchte, als Lastarm und die andere Seite, bei der z. B. die eigene Hand ansetzt, als Kraftarm (s. Abb. 4).

Beispiel 1, „Zange“: Es handelt sich um einen **zweiseitigen Hebel**, d. h., der Kraftarm liegt auf der einen Seite des Drehpunkts, der Lastarm auf der anderen Seite. Der Kraftarm, genau genommen sind es zwei Kraftarme, ist länger als der Lastarm. Wenn ich die Zange mit den beiden langen Kraftarmen zusammendrücke, übe ich bei den beiden kurzen Lastarmen eine große Kraft aus.

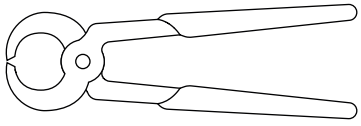


Abb. 12: Zange

Beispiel 2, „Nussknacker“ oder „Knoblauchpresse“: Es handelt sich um einen **einseitigen Hebel**. Lastarm und Kraftarm befinden sich auf derselben Seite des Drehpunkts. Der Kraftarm, an dem ich mit den Händen drücke, ist deutlich länger als der Lastarm, mit dem die Nuss bzw. der Knoblauch zusammengedrückt wird.

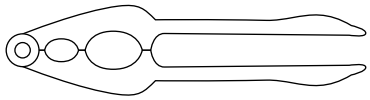


Abb. 13: Nussknacker

Bei beiden Beispielen handelt es sich um Hebel in Bewegung. Ist wie bei Zange oder Nussknacker der Lastarm kürzer als der Kraftarm, lässt sich damit Kraft sparen: Wenn der Kraftarm wie bei der abgebildeten Zange ungefähr viermal länger ist als der Lastarm, muss ich mit meinen Händen nur ca. ¼ der Kraft aufwenden, um beispielsweise einen Draht abzuschneiden.

Goldene Regel der Mechanik

Das Sparen von Kraft geht allerdings auf Kosten einer anderen Größe, nämlich des Weges. Ich muss mit dem Kraftarm einen längeren Weg zurücklegen, als ihn der Lastarm zurücklegt. Im obigen Rechenbeispiel muss ich einen viermal längeren Weg zurücklegen. Was ich also an Kraft spare, muss ich als Weg hineinstecken. Dieser Zusammenhang wird als Goldene Regel der Mechanik bezeichnet:

> **Goldene Regel der Mechanik:**
> Was man an Kraft spart, muss man an Weg zulegen. Oder umgekehrt: Was man an Weg spart, muss man an Kraft zulegen.

Die Goldene Regel der Mechanik ist eine qualitative Folgerung aus dem Hebelgesetz bzw. eine Erweiterung desselben für Hebel in Bewegung. Wird im Hebelgesetz auf der einen Seite des Gleichheitszeichens die Kraft verkleinert („gespart“), muss – damit der Gleichgewichtszustand eingehalten wird – auf der gleichen Seite der Hebelarm (und damit der Weg) vergrößert werden.

Die Goldene Regel der Mechanik ist der Menschheit bereits seit Jahrhunderten, wenn nicht sogar seit Jahrtausenden bekannt. Vermutlich nicht unter dem Namen Goldene Regel, aber in ihren Anwendungen: Bei Brechstange, Rampe, Schubkarre oder Schraubenschlüssel kommt die Goldene Regel der Mechanik zur Anwendung.

Hebel und Geschwindigkeiten

Hebel in Bewegung lassen sich aber nicht nur nutzen, um Kräfte zu verändern, sondern auch dazu, um Geschwindigkeiten zu erhöhen oder zu verringern. Ist z. B. der Kraftarm kürzer als der Lastarm, ist die Kraft im Lastarm zwar kleiner als diejenige im Kraftarm, dafür verlängert sich der Weg im Lastarm. Da dies bei Kraft- und Lastarm in der gleichen Zeit geschieht, erhöht sich dadurch die Geschwindigkeit

beim Lastarm. Wenn diese Beschreibung zunächst sehr abstrakt klingt, wird der Inhalt in einem einfachen Experiment jedoch schnell – quasi mit den Händen – begreifbar (s. Abb. 13).

Eine Leiste wird auf einer Rolle gelagert. Die Rolle dient als Drehpunkt. Auf der längeren Seite der Leiste liegt ein kleiner Stein. Drückt man die kürzere Seite der Leiste nach unten, wird der kleine Stein auf der anderen, längeren Seite nach oben „geschossen". Da in der Abbildung der Kraftarm s_K knapp viermal kürzer ist als der Lastarm s_L, ist die Geschwindigkeit des Steins fast viermal größer als die des Fingers, mit dem die Leiste nach unten gedrückt wird. Der Stein fliegt mit hoher Geschwindigkeit davon.

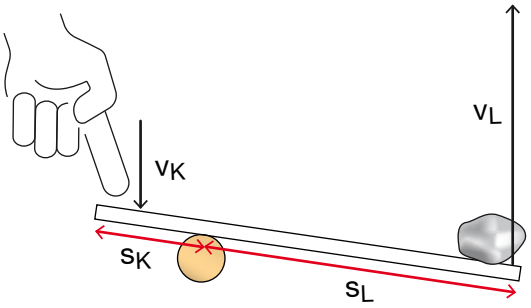


Abb. 13: Wurfgeschoss

Viele „Wurfapparate" kreativer Schülerinnen und Schüler sowie viele Kriegsmaschinen aus dem Mittelalter basieren auf der Idee „Mit Hebeln Tempo machen". Aber auch bei vielen anderen, oftmals technischen Anwendungen werden durch bewegte Hebel Geschwindigkeiten verändert, u. a. bei der Ketten- oder Riemenübertragung des Fahrrads sowie bei Getrieben in Automotoren.

Bewegte Hebel, Übersetzungen, Getriebe

Allen (!) folgenden, meist technischen Beispielen ist eines gemeinsam – so unterschiedlich sie auch rein äußerlich erscheinen: Es gilt die Goldene Regel der Mechanik! Als Zweites ist denjenigen Beispielen, bei denen Hebel zum Einsatz kommen, gemeinsam, dass das Hebelgesetz gilt.

Die Goldene Regel der Mechanik gilt u. a. bei folgenden Konstruktionen:

- Flaschenzüge: Bei zwei oder mehr Rollen lässt sich viel Kraft einsparen, aber der Weg wird entsprechend größer, d. h., bei einem Flaschenzug muss dann mehr Seillänge gezogen werden. Der Flaschenzug ist nichts Altertümliches, im Gegenteil, jeder Baukran zieht Lasten mittels eines Flaschenzugs nach oben.
- Rampen: Wird eine Last nicht senkrecht nach oben gehievt, sondern über eine sanft ansteigende Rampe nach oben gezogen, ist ein längerer Weg notwendig. Rampen kamen und kommen beim Bauen immer wieder zum Einsatz: Beim Bau der Pyramiden wurden große, schwere Steinquader auf Rampen schräg hinaufgezogen (unter Zuhilfenahme von Rollen unter den Quadern); beim Hausbau nutzen Maurerinnen und Maurer eine Rampe, um mit der Schubkarre Baumaterial nach oben zu transportieren.

4.2 Vorstellungen von Kindern zum Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht*

Kinder entwickeln durch Beobachtungen im Alltag eine Vielzahl von Vorstellungen zu naturwissenschaftlichen und technischen Phänomenen wie z. B. zum Hebelgesetz aus dem Themenbereich *Kräfte und Gleichgewicht*. Diese aus wissenschaftlicher Perspektive oft falschen (im Sinne von nur begrenzt hilfreich, um Phänomene allgemeingültig zu erklären) Vorstellungen bestimmen stark die Lernprozesse der Kinder. Deshalb ist es sinnvoll, wenn Fachkräfte typische Vorstellungen von Kindern zu relevanten naturwissenschaftlichen und technischen Themen kennen, um diese aufzugreifen und den Kindern bewusst zu machen. Die Veränderung der ersten Vorstellungen, mit denen Phänomene besser erklärt werden können, ist ein in der Regel langwieriger Prozess, der sich über die gesamte Schulzeit erstreckt. Ziel der Bildungsarbeit im Elementarbereich ist es also nicht, die ersten Vorstellungen durch wissenschaftliche Vorstellungen zu „ersetzen". Vielmehr geht es darum, solche Veränderungen vorzubereiten und die Kinder dabei zu unterstützen, ihre Vorstellungen zu ersten Erklärungen alltagsnaher Phänomene weiterzuentwickeln. Im Folgenden werden solche ersten, oft durch Alltagserfahrungen geprägten Vorstellungen zum Themenbereich *Kräfte und Gleichgewicht* kurz beschrieben.

Im Themenbereich „Kräfte und ihre Wirkungen" halten die Kinder beim Thema Reibung oft daran fest, dass alle schweren Gegenstände die Holzrampe „hinunterrutschen" und alle leichten Gegenstände auf der Holzrampe oben liegen bleiben. Ein Vergleich von Rolle und Schwamm zeigt aber, dass es nicht an dem Gewicht liegen kann. Die Kinder verstehen schnell, dass Gegenstände, die rollen, sehr weit die Holzrampe „hinunterrutschen" können. Manche Kinder ziehen deshalb Rückschlüsse auf die Form und meinen, dass alle Gegenstände, die eckig sind, auf der Holzrampe liegen bleiben. Hier hilft erneut ein Vergleich, nämlich der des normalen Holzklotzes (gleitet) und des Schwamms (haftet).

Beim Thema Mauerbau im Themenbereich „Stabilität und Gleichgewicht" sind sich viele Kinder sicher, dass sich Natursteine besser zum horizontalen Bauen eignen, da sie schwer sind und mit ihren

ungleichmäßigen Formen gut ineinander verhaken. Sobald man die Kinder dazu auffordert, eine etwas höhere Mauer mit mehreren Natursteinen zu bauen, merken sie, dass diese Mauer immer wieder ein Stück in sich zusammenbricht. Eine wirklich hohe Mauer aus Natursteinen zu bauen, ist ihnen demnach gar nicht möglich. Auch der Aufprall eines Holzzylinders gegen die Mauer aus Natursteinen zeigt, dass diese im Gegensatz zu der Mauer, die aus gleichmäßigen Holzklötzen gebaut ist, schneller zusammenfällt.

Auch zum Thema Wippen im Themenbereich „Stabilität und Gleichgewicht“ bringen die Kinder Vorstellungen mit, mit denen sie die naturwissenschaftlichen und technischen Phänomene nicht korrekt erklären können. Bei einer Wippe im Ungleichgewicht legen die Kinder oft mehrere Gegenstände übereinander an die Stelle des Drehpunkts. Der Gedanke dahinter ist, dass diese Stelle stabilisiert werden soll, damit die Wippe wieder ins Gleichgewicht kommt. Hierbei handelt es sich um eine Fehlvorstellung, der entgegengewirkt werden kann, indem alle Gegenstände, die auf die Stelle des Drehpunkts gelegt wurden, langsam auf die nach oben ragende Seite der Wippe geschoben werden. Die Kinder können dann deutlich beobachten, dass die Wippe auf diese Weise wieder ins Gleichgewicht gebracht wird.

5
Das Bildungsangebot im Elementarbereich

5 Das Bildungsangebot im Elementarbereich

5.1 Beschreibung der Bildungsangebote

Im folgenden Abschnitt finden Sie einen Überblick sowie eine detaillierte Beschreibung des Bildungsangebots für Kinder im Alter von fünf bis sechs Jahren. Vorab finden Sie einige Hinweise zum Umgang mit der Handreichung und zum Aufbau der Beschreibung des Bildungsangebots. Die Bildungsangebote sind in die zwei Themenbereiche „Stabilität und Gleichgewicht“ sowie „Kräfte und ihre Wirkungen“ unterteilt. Von den insgesamt elf Sequenzen werden die Themen Mauer- und Turmbau (sechs Sequenzen) sowie Wippen (drei Sequenzen) dem Themenbereich „Stabilität und Gleichgewicht“ und das Thema Reibung (zwei Sequenzen) dem Themenbereich „Kräfte und ihre Wirkungen“ zugeordnet. Die drei Themen können in einer beliebigen Reihenfolge mit den Kindern durchgeführt werden. Da Kinder unterschiedliche Lernausgangslagen, Stärken und Erfahrungen mitbringen, werden in allen drei Themen der beiden Themenbereiche Differenzierungsmöglichkeiten angeboten. Sie finden deshalb in der jeweiligen Sequenz Varianten für leistungsstärkere und -schwächere Kinder vor. Außerdem können die Sequenzen, die mit einem „a“ gekennzeichnet sind, mit älteren bzw. leistungsstärkeren Kindern vertiefend durchgeführt werden.

Zu dieser Handreichung gehören zwei Materialkisten, in denen die wesentlichen Materialien zusammengestellt sind, die man zur Umsetzung der Themenbereiche benötigt. Diese Materialkisten werden von der Caritas-Werkstatt Lünen produziert und können über diese bezogen werden.

Zum Umgang mit dieser Handreichung

Diese Handreichung ist das zusammenfassende Ergebnis unserer zahlreichen Erprobungen. Natürlich verändert sich die tatsächliche Gestaltung von Bildungsangeboten häufig durch die spezifischen Voraussetzungen der beteiligten Personen (pädagogisches Fachpersonal und Kinder) mit ihren unterschiedlichen Interessen und ihrem unterschiedlichen Vorwissen, durch spezifische aktuelle Ereignisse, durch räumliche Gegebenheiten oder Ähnliches.

Trotz aller spezifischen Voraussetzungen, die spezielle Anpassungen an die Situation erfordern, ist es sinnvoll, Bildungsangebote genau zu planen, um die Lernwege der Kinder gezielt unterstützen zu können. Die Handreichung soll dazu dienen, Ihnen diese Einschätzung der Lernausgangslagen der Kinder und ihrer Lernwege zu erleichtern und eine Planung der konkreten Bildungsangebote vorzunehmen. Die Beschreibungen sind entsprechend als Anregungen und nicht als Vorgaben der didaktischen Gestaltung zu verstehen. Es ist denkbar und auch wünschenswert, dass sich aus einem Bildungsangebot weitere Fragen, denen die Kinder nachgehen möchten, entwickeln. Diesen Fragen soll selbstverständlich Raum gegeben werden. Gleichzeitig zeigen unsere Erfahrungen aus den vielfachen Erprobungen, dass die vorgeschlagene Reihenfolge für viele Kinder hilfreich ist, um ein erstes Verständnis für das Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* zu entwickeln.

In den detaillierten Beschreibungen der Bildungsangebote finden Sie neben der Abfolge zentraler Fragestellungen und Versuche auch Gesprächsanregungen für die Begleitung individueller Verstehensprozesse. Auch diese sind lediglich als Anregungen zu verstehen. Es ist nicht notwendig, die Formulierungen wortwörtlich zu übernehmen. Ähnliches gilt für die Angaben zum Alter der Kinder, für die die beiden Bildungsangebote konzipiert wurden. Es handelt sich um Richtwerte, die individuell an das Vorwissen und den Entwicklungsstand der Kinder angepasst werden müssen. Kindertageseinrichtungen, die bereits häufig zu naturwissenschaftlichen und technischen Themen gearbeitet haben, bringen andere Voraussetzungen mit als solche, in denen naturwissenschaftliche und technische Bildungsarbeit gerade beginnt. Auch wenn bisher andere Themenfelder als *Kräfte und Gleichgewicht* behandelt wurden, ist beispielsweise davon auszugehen, dass Kinder mit deutlichen Vorerfahrungen im naturwissenschaftlichen Bereich, beispielsweise durch Förderung in außerinstitutionellen Bildungsangeboten oder im Elternhaus, bereits Kompetenzen zum forschenden Lernen mitbringen, die andere Kinder erst erwerben müssen. Ob man z. B. die Erkenntnisse des Bildungsangebots bereits bei älteren Kindern voraussetzen kann oder ob diese Erkenntnisse zunächst erarbeitet werden sollten, kann nur eine pädagogische Fachkraft entscheiden, die die Kinder und deren Vorerfahrungen kennt.

Zeitlicher Ablauf und Gruppengröße

Die Organisation der Bildungsangebote kann problemlos den zeitlichen Abläufen und Gegebenheiten der Kindertageseinrichtung angepasst werden. Die neun Sequenzen dauern in der Regel ca. 30 bis 40 Minuten und können über unterschiedlich viele Tage verteilt werden. Die Erprobung der Sequenzen erfolgte mit Gruppen unterschiedlicher Größe (3 bis 10 Kinder) mit einer oder zwei pädagogischen Fachkräften. Dies bedeutet, dass wir uns in der Handreichung auf eine typische Gruppengröße von ca. zehn Kindern beziehen, aber erprobt haben, dass die Bildungsangebote auch mit weniger Kindern realisiert

werden können. Die von Ihnen realisierte Gruppengröße sollte also an die bestehenden Strukturen (z. B. Vorschulgruppen) und die Gegebenheiten der Gruppeneinteilung in Ihrer Einrichtung angepasst werden. Die Materialien der zusammen mit der Handreichung angebotenen Materialkisten sind für Gruppen von zehn Kindern ausgelegt.

Darstellung der Bildungsangebote

In den Kapiteln 5.3 bis 5.5 finden Sie eine ausführliche Beschreibung des Bildungsangebots. Die Beschreibung der einzelnen Sequenzen des Bildungsangebots ist folgendermaßen gegliedert:

1. Zunächst werden die zentralen Inhalte der Sequenz überblicksartig beschrieben *(Kurzbeschreibung)*.
2. Bei allen Sequenzen geben wir noch einige kurze fachliche oder organisatorische Hinweise, die sich konkret auf die Sequenz beziehen *(Hinweise)*, beispielsweise über die Verwendung von Begriffen, deren Alltagsbedeutung von der wissenschaftlichen Bedeutung abweicht. Ausführliche fachliche Hintergrundinformationen zum Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* finden Sie in Kapitel 4.1.
3. Abgesehen von den Sequenzen 1, 1a, 2 und 2a des Themas Mauer- und Turmbau finden Sie in jeder Sequenz Differenzierungsmöglichkeiten *(Differenzierung)* vor. Mit diesen Maßnahmen können die Handlungen, die die Kinder in Einzel- oder Partnerarbeiten ausüben, qualitativ bzw. quantitativ angeregt werden. Für z. B. jüngere, langsamer arbeitende oder leistungsschwächere Kinder finden Sie kürzere, weniger komplexe Aufgaben vor, wohingegen für schneller arbeitende, ältere oder leistungsstärkere Kinder umfangreichere und weiterführende Aufgaben von uns entwickelt wurden. Eine a-Sequenz knüpft an die vorherige Sequenz an und ist als Differenzierungssequenz für wissbegierige Kinder vorgesehen. Aus diesem Grund enthalten die a-Sequenzen sowie die vorherigen Sequenzen nicht noch einmal einen Hinweis zu Differenzierungsmöglichkeiten.
4. Anschließend werden für jede Sequenz die Ziele benannt, wobei wir zwischen den inhalts- und den prozessbezogenen Zielen unterscheiden *(inhalts- und prozessbezogene Ziele)*. Zur besseren Übersicht trennen wir diese beiden Zielbereiche, während sie in der Umsetzung der Sequenzen jedoch gleichzeitig verfolgt werden. Zu jedem Bereich finden Sie eine Tabelle. Die Tabellen enthalten diejenigen Kompetenzen, die nach der gezielten Unterstützung durch die pädagogische Fachkraft in der Regel erwartbar sind. Die aufgeführten Kompetenzen beziehen sich auf die Tabelle in den Kapiteln 3.2.1 bis 3.2.2, in der die Entwicklung der Kompetenzen in Bezug auf das Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* über die verschiedenen Bildungsstufen (Elementarbereich, Primarbereich, Sekundarbereich) hinweg beschrieben ist. In der Spalte *Wissen* wird für die angestrebten inhalts- und prozessbezogenen Kompetenzen jeweils dargestellt, welches Wissen diesen Kompetenzen zugrunde liegt. An einigen Stellen werden dabei Aspekte aufgeführt, die über das in dem Bildungsangebot angestrebte Wissen hinausgehen und die erst im anschließenden Unterricht relevant werden. Das Wissen kann als inhaltliche Hilfe zur Vorbereitung und didaktischen Gestaltung der Sequenz verstanden werden. Die formulierten und direkt beobachtbaren Kompetenzen kann man als Indikatoren für ein anwendungsbezogenes und flexibles individuelles Wissen verstehen.
5. In Verbindung mit dem inhaltlichen Wissen steht auch die Fähigkeit der Kinder, ihre Beobachtungen und Erklärungen sprachlich auszudrücken, d. h., Phänomene und Sachverhalte zu benennen und zu beschreiben. In den Sequenzen lernen die Kinder alltagsnahe Fachbegriffe (Wippe, Mauer, Turm, Rampe) oder Begriffe wie „haften“, „gleiten“, „rollen“ kennen, die als themenbezogener Wortschatz beschrieben werden können. Zusätzlich stellen die Bildungsangebote Spracherwerbsgelegenheiten für Funktionswörter und sprachliche Konstruktionen dar, beispielsweise „… ist gleich/schwerer/leichter als“. Vor jeder Sequenz finden Sie deshalb auch eine Tabelle, die eine Auswahl zentraler Begriffe und sogenannter Redemittel enthält sowie Beispiele sprachlicher Formulierungen, mit denen Kinder die Begriffe häufig umschreiben *(Sprache)*.
6. Die ausführliche Beschreibung des Ablaufs der Sequenzen finden Sie in der Tabelle *(Ablauf)*. Hier werden in einer Spalte die zentralen Fragestellungen, Impulse und Handlungen der pädagogischen Fachkraft dargestellt. Des Weiteren enthält die Tabelle eine Spalte, in der sich die entsprechenden Handlungen der Kinder finden. Beide Spalten ermöglichen es, einen Überblick über den Ablauf zu erhalten. Zur Vorbereitung sind zusätzlich die Sozialform (Sitzkreis, Gruppen- oder Partnerarbeit) und die ungefähren Zeiten der Umsetzung angegeben. Außerdem finden Sie in dieser Tabelle konkrete Hinweise zu den verwendeten Materialien, wobei die benötigten Materialien aus den Materialkisten und solche, die man noch ergänzen muss oder kann, getrennt aufgeführt werden, um einen schnellen Überblick zu erhalten.

5.2 Überblick über das Bildungsangebot

Das hier beschriebene Bildungsangebot umfasst neun Sequenzen zum Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht*. In Sequenz 1 des Themas Reibung (Themenbereich „Kräfte und ihre Wirkungen“) erfahren die Kinder, dass unterschiedliche Gegenstände von einer Holzrampe entweder hinuntergleiten oder rollen bzw. auf der Holzrampe liegen bleiben. Diese Gegenstände unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Form und Oberflächenbeschaffenheit. In Sequenz 2 erfahren die Kinder anschließend, dass unterschiedliche Böden der Rampen bewirken, ob ein Gegenstand hinuntergleitet oder auf der Rampe liegen bleibt. In Sequenz 1 des Themas Mauer- und Turmbau (Themenbereich „Stabilität und Gleichgewicht“) erfahren die Kinder, dass sowohl die Form als auch die Standfläche der Steine (Holzklötze und Natursteine) einen Einfluss auf die Stabilität einer Mauer haben. Die Stabilität der Mauern aus gleichmäßigen Holzklötzen und aus ungleichmäßigen Natursteinen wird in der vertiefenden Sequenz 1a miteinander verglichen. In der Sequenz 2 lernen die Kinder mithilfe von gleichmäßigen Holzklötzen den Unterschied zwischen Stapeln und Verbundbau. Ihre Kenntnisse hinsichtlich des Bauens im Verbund vertiefen die Kinder in Sequenz 2a. In Sequenz 3 erfahren die Kinder, dass ein gleichmäßiger Holzklotz nicht über seine eigene Mitte hinaus über einen anderen Holzklotz geschoben werden kann, ohne dass er von diesem hinunterfällt. Abschließend konstruieren die Kinder in Sequenz 4 entweder reale Bauwerke, wie z. B. den schiefen Turm von Pisa, oder Bausituationen, die von anderen Kindern gebaut wurden. Aus dem gleichen Themenbereich stammend beginnt das Thema Wippen in Sequenz 1 damit, dass die Kinder erfahren, wie eine Wippe mithilfe von vielen verschiedenen Gegenständen ins Ungleichgewicht und ins Gleichgewicht gebracht werden kann. In Sequenz 2 erhält die Wippe Punkte, auf die die Kinder gleichmäßig geformte Holzklötze legen und so auf beiden Seiten der Wippe den jeweiligen Abstand des aufgesetzten Gegenstands zum Drehpunkt miteinander in Bezug setzen können. Aufbauend auf den vorherigen Sequenzen wird in Sequenz 3 der Drehpunkt versetzt und die Wippe mit verschiedenen Gegenständen wieder ins Gleichgewicht gebracht.

Ziele des Bildungsangebots

Das übergeordnete inhaltsbezogene Ziel des Bildungsangebots ist es, die Kinder auf das Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* aufmerksam zu machen und ihnen gezielte Erfahrungen hinsichtlich Stabilität, Gleichgewicht und Kräften im Kontext des forschenden Lernens zu ermöglichen. Im Mittelpunkt der inhaltsbezogenen Kompetenzen steht einerseits, ein Verständnis von Kräften und ihren Wirkungen anzubahnen und Bewegungsänderung (z. B. Beschleunigung oder Bremsung) als Folge einer wirkenden Kraft zu erleben. Andererseits wird den Kindern ermöglicht, eine Vorstellung von Stabilität, Standfestigkeit und Gleichgewicht aufzubauen und das Herstellen von Stabilität als zentrale technische Aufgabe zu erleben.

Im Bildungsangebot werden neben den inhaltlichen Aspekten naturwissenschaftliche und technische Arbeits- und Denkweisen berücksichtigt. So stehen im Mittelpunkt der angestrebten prozessbezogenen Kompetenzen begründete Vermutungen, Schlussfolgerungen und Korrekturen von technischen Lösungen. Die Kinder werden also durch das Material, die Aufgabenstellungen und die Unterstützung von der pädagogischen Fachkraft gezielt dazu angeregt, Begründungen abzugeben und technische Lösungen, die nicht funktionieren, zu korrigieren. Die Kinder lernen somit wesentliche Schritte technischen Arbeitens kennen.

Die prozessbezogenen Inhalte werden in unseren Bildungsangeboten nicht auf einer Metaebene reflektiert. D. h., es ist nicht vorgesehen, mit den Kindern während oder nach den kleineren Forschungstätigkeiten noch einmal über deren Nützlichkeit und Funktion zu sprechen, z. B. darüber, warum es wichtig ist, Beobachtungen und Ergebnisse zu dokumentieren. Für einige fünfjährige Kinder könnten jedoch auch solche Überlegungen zur Anbahnung eines Wissenschaftsverständnisses angebracht sein. Eine Thematisierung des Forschens und des Forschungsprozesses sollte also von der pädagogischen Fachkraft je nach individuellen Voraussetzungen und Interessen der Kinder eingebracht werden.

Zusammenfassend stehen die folgenden allgemeinen inhaltsbezogenen Ziele im Vordergrund:

- Bewegungsänderung als Folge einer wirkenden Kraft bewusst machen
- Bedingungen für die Stabilität und das Gleichgewicht von Objekten bewusst machen
- gängige, aber unzureichende Vorstellungen zu Kräften sowie Stabilität und Gleichgewicht infrage stellen
- die Bedeutung der bewussten und begründeten Korrektur einer gewählten technischen Lösung kennenlernen

Neben den fachlichen Zielen sind auch die motivationalen Ziele entscheidend; so sollen die Kinder, wie in Kapitel 3 beschrieben, Freude und Interesse an der Beschäftigung mit der Technik entwickeln und ein Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten aufbauen, etwas herzustellen, herauszufinden und eine technische Lösung zu korrigieren.

Diagnose von individuellen Lernvoraussetzungen

Im Kapitel 4.2 wird beschrieben, welche zum Teil aus wissenschaftlicher Perspektive falschen Vorstellungen Kinder zum Themenfeld *Kräfte und Gleichgewicht* schon durch Alltagserfahrungen mitbringen. Unsere Bildungsangebote orientieren sich an erwartbaren Voraussetzungen von Kindern im Alter von fünf bis sechs Jahren, wobei die inhalts- und prozessbezogenen Kompetenzen auf diese in der Regel vorhandenen Eingangsvoraussetzungen abgestimmt wurden. Allerdings ist es dennoch erforderlich, dass die pädagogische Fachkraft die Eingangsvoraussetzungen der Kinder individuell erfasst sowie ihre Entwicklung von Kompetenzen in den einzelnen Sequenzen kontinuierlich beobachtet, um Bildungsangebote machen zu können, die auf das Kompetenzniveau einzelner Kinder abgestimmt sind. Eine solche kontinuierliche Erfassung individueller Entwicklung kann also bedeuten, dass die Kinder im Bildungsangebot die von uns vorgeschlagenen differenzierenden Aufgaben mit unterschiedlichen Anforderungsniveaus bearbeiten. Beispielsweise könnten sich manche Kinder mit zusätzlichen Aspekten beschäftigen, während andere Kinder Aufgaben mit stärker wiederholendem Charakter bearbeiten, um sicherzustellen, dass die Voraussetzungen für die nächste Bildungssequenz von allen Kindern erreicht werden.

Dies erfordert von der pädagogischen Fachkraft die Kompetenz zum genauen Beobachten von Bildungsprozessen; die Beobachtungen müssen dann mit den beschriebenen anzustrebenden Kompetenzen abgeglichen werden, um zu beurteilen, inwiefern das Kind bereits die beschriebenen Kompetenzen zeigt oder diese noch nicht zu beobachten sind. Im Anschluss an diese Diagnose erfolgt dann die Abstimmung des Bildungsangebots auf die individuellen Voraussetzungen. In den Bildungsangeboten gibt es bereits vielfältige Möglichkeiten zur Beobachtung von Kompetenzen. Wenn die entsprechenden Phasen einer Sequenz zur individuellen Diagnose genutzt werden, sollte jedoch sichergestellt werden, dass tatsächlich relativ unabhängige Antworten und Bearbeitungsprozesse von jedem einzelnen Kind beobachtet werden können. Dies bedeutet, dass kurze Einzelgesprächssituationen oder Gespräche in kleinem Rahmen geschaffen werden, in denen die Kinder individuell mit der pädagogischen Fachkraft arbeiten. Darüber hinaus können Sequenzen auch mit einigen zusätzlichen Fragen zu den vorangegangenen Inhalten angereichert werden. Vorschläge zur Nutzung der Bildungsangebote für die Diagnose individueller Lernstände werden in den Kapiteln 5.3.2, 5.4.2 und 5.5.2 gemacht.

Sprachliche Unterstützungsmaßnahmen

Die inhalts- und prozessbezogenen Kompetenzen stellen häufig hohe Ansprüche an sprachliche Kompetenzen, wenn beispielsweise Gegenstände präzise beschrieben, Ergebnisse von Versuchen genau dargestellt, Vermutungen oder Begründungen formuliert sowie Vergleiche zwischen unterschiedlichen Bedingungen angestellt werden sollen. Insbesondere das Begründen geht einher mit komplexeren Satzstrukturen wie „Ich vermute, dass …“ oder „Das ist passiert, weil …“. Auch die inhaltsbezogenen Kompetenzen sind mit sprachlichen Anforderungen verbunden. Beispielsweise drücken Begriffe wie „mehr“, „schwerer“, „weniger“, „leichter“ oder „gleich“ Beziehungen zwischen Gegenständen oder Zuständen aus, die teilweise schwer direkt beobachtbar sind. Nicht alle Kinder verfügen über die notwendigen sprachlichen Kompetenzen, um ihre Denkprozesse erfolgreich sprachlich ausdrücken zu können. Auch wenn es sich in erster Linie um alltagsnahe fachspezifische Begrifflichkeiten handelt, sind häufig einige dieser Begriffe in naturwissenschaftlichen und technischen Kontexten neu für die Kinder, z. B. Materialbezeichnungen wie Kork. Manche Begriffe verwenden sie ausschließlich in einem alltagssprachlichen Sinne, z. B. vermuten, was im alltagssprachlichen Kontext schwer von raten abzugrenzen ist.

Bei einer kontextintegrierten Sprachförderung, d. h. einer Förderung im Rahmen eines (naturwissenschaftlichen und technischen) Bildungsangebots, können die vielfältigen Kommunikationsanlässe genutzt werden, um sprachliche Lernprozesse (vor allem den Erwerb von spezifischem Wortschatz und Redemitteln) anzuregen. Wenn naturwissenschaftliche und technische Bildungsangebote auch zur Sprachförderung dienen sollen, dann sollte die pädagogische Fachkraft während des gesamten Forschungsprozesses ein Sprachvorbild sein und selbst einen angemessenen Wortschatz und entsprechende Redemittel kennen und verwenden.

Sprachförderung gelingt vor allem dann, wenn die Sprache mithilfe von Modellierungs-, Fokussierungs- und Korrekturtechniken nach dem Prinzip des „Scaffolding“ eingebracht wird. Dies beinhaltet neben kognitiv anregenden, offenen Fragen und Bedeutungsklärungen vor allem das wiederholte Verwenden, Erweitern und Korrigieren relevanter Begriffe und sprachlicher Strukturen.

Modellierungstechniken: vielfältiger Sprachinput, der leicht über dem aktuellen sprachlichen Niveau der Kinder liegen sollte, kombiniert mit Bedeutungsklärungen und Erklärungen von Strategien (z. B. „Die Rutsche besteht aus einem Holzklotz mit so einem Haken dran. Das nennt man Stütze. Und sie besteht aus einem Holzbrett, das wir Holzrampe nennen. Die

beiden kann man auch zusammenstecken und wieder auseinandernehmen.“)

Fokussierungstechniken: Die Aufmerksamkeit der Kinder wird auf die Verwendung der zentralen Begriffe und Formulierungen gelenkt, sodass die Kinder die thematischen Zusammenhänge und Verwendungskontexte besser erkennen. Beispielsweise kann der Begriff „Gegenstand“ wiederholt verwendet werden, um zu zeigen, dass er ein Oberbegriff für unterschiedliche Dinge (Rolle, Kugel, Holzklotz, Schwamm) ist.

Korrekturtechniken: Rückmeldungen, die korrekte sprachliche Muster anbieten und die Kinder dazu anregen, ihr Wissen über Sprache umzustrukturieren und sich die entsprechenden Formen anzueignen. Mit ihrer Hilfe können beispielsweise unvollständige Sätze der Kinder vervollständigt und typische kindliche Umschreibungen oder fehlerhafte Äußerungen zu einer bildungssprachlich angemesseneren Formulierung gebracht werden, z. B. durch das Ersetzen von umgangssprachlichen durch fachsprachliche Begriffe.

5.3 Bildungsangebote aus dem Themenbereich „Kräfte und ihre Wirkungen“ – Reibung

5.3.1 Sequenzen zu Reibung

Sequenz 1: Reibung an der Holzrampe

Kurzbeschreibung
In dieser Sequenz erfahren die Kinder, dass unterschiedliche Gegenstände von einer Holzrampe entweder hinuntergleiten oder rollen bzw. auf der Holzrampe liegen bleiben. Diese Gegenstände unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Form und Oberflächenbeschaffenheit.

Hinweise
Korkklotz und Schwamm dienen als Gegenstände, die auf der Holzrampe haften (nicht rutschen). Metallklotz, Plastikklotz und normaler Holzklotz gleiten (rutschen) die Holzrampe hinunter. Sowohl der Holzzylinder als auch die Plastikrolle rollen die Holzrampe hinunter. In der Einrichtung finden Kinder vor allem Gegenstände, die gleiten oder rollen. Gleitende Gegenstände sind u. a. Bau-, Lego- oder Duplosteine. Zu den rollenden Gegenständen zählen z. B. Stifte, Autos, Züge, Rollen oder Murmeln. Die Räder eines Autos sind zylindrische Körper, wohingegen Murmeln komplett rund sind. Wie auf den Bildern zu sehen ist, können die einzelnen Gegenstände oben längs an die Kante gesetzt werden.

In der zweiten Sitzkreisphase dieser Sequenz werden die Begriffe „haften“, „gleiten“ und „rollen“ im Gespräch eingeführt. Wenn die Begriffe zu anspruchsvoll sind, kann auch von „rutschig“ und „weniger rutschig“ gesprochen werden. Der Begriff „rollen“ ist den Kindern sicherlich aus dem Alltag bekannt.

Differenzierung
Das Forscherblatt (vgl. Kopiervorlage, Kap. 6) kann differenziert eingesetzt werden. Den leistungsschwächeren Kindern steht ein kürzeres Forscherblatt zur Verfügung. Kinder mit mehr Vorwissen können ein ergänzendes Forscherblatt erhalten, auf dem sie links selbst Gegenstände zeichnen, die sie vorab in der Einrichtung gesammelt haben, und anschließend bestimmen, ob diese Gegenstände haften, gleiten oder rollen.

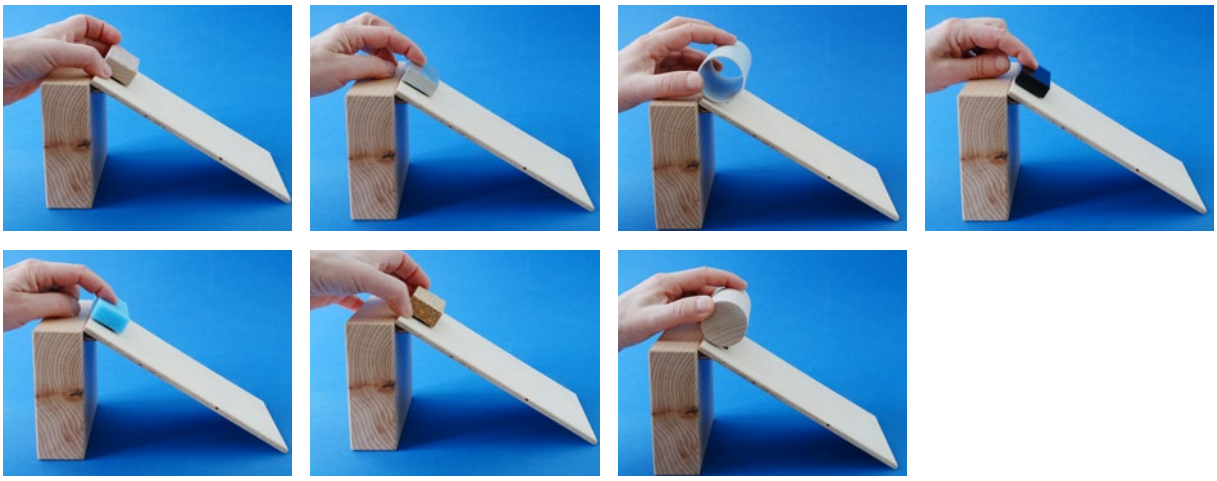


Abb. 1-7: Sequenz 1: Reibung an der Holzrampe

Inhalts- und prozessbezogene Ziele

Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)	Zugehöriges Wissen
Die Kinder … • beschreiben das Haften, Gleiten und Rollen unterschiedlicher Gegenstände auf einer Holzrampe (IK 2).	Gegenstände können von einer Holzrampe entweder hinuntergleiten oder -rollen bzw. auf der Holzrampe liegen bleiben. Dies hängt von ihrer Beschaffenheit ab: Flache Gegenstände, die eine raue Oberfläche haben, bleiben eher liegen; haben sie aber eine eher glatte Oberfläche, gleiten sie eher die Rampe hinunter. Runde Gegenstände rollen die Rampe hinunter.
Prozessbezogene Kompetenzen (PK)	**Zugehöriges Wissen**
Die Kinder … • beobachten einzelne Merkmale zielgerichtet über einen kürzeren Zeitraum und beschreiben diese (PK-N 6). • vergleichen Gegenstände anhand eines vorgegebenen oder selbst entwickelten Kriteriums (PK-N 9). • führen einfache technische Versuche nach Anleitung durch (PK-T 1).	Wissenschaftliches Beobachten ist im Gegensatz zu zufälligen Alltagsbeobachtungen immer zielgerichtet. Damit kann das Beobachten als eine eigenständige Erkenntnismethode verstanden werden. Beobachtungen sollten zudem auch mehrfach wiederholt werden, um die Zuverlässigkeit zu erhöhen. Dieses Wissen wird in dieser Sequenz angebahnt, indem die Beobachtungen mehrfach wiederholt werden und darüber gesprochen wird. Vergleichen und Ordnen reduziert die Komplexität und erlaubt es, mögliche Zusammenhänge zu erschließen. Unterschiedliche Vergleichskriterien führen entsprechend zu unterschiedlichen Ordnungen. Dieses Wissen wird angeregt, indem die Kinder eigene Kriterien finden können (z. B. die Form, Farbe oder Oberflächenbeschaffenheit eines Gegenstands), um die Gegenstände danach zu ordnen. Mit diesen Gegenständen führen die Kinder einfache Versuche durch, indem sie ihr Verhalten an der Rampe untersuchen.

Sprache

Spezifischer Wortschatz und Redemittel	Typische kindliche Umschreibungen
• Stütze	Stütze, großer Holzklotz mit Haken
• Holzrampe	Rampe, flaches Holzbrett
• Gegenstand	Ding, Sache
• Holzrolle	(schwere) Rolle
• Plastikrolle	(leichte) Rolle
• Korkklotz	leichtes Ding
• haften	nicht rutschen, festsitzen, liegen bleiben
• gleiten	(wenig) rutschen, gleiten, sich bewegen
• rollen	rollen, (stark/weit) rutschen

Ablauf Sequenz 1: Reibung an der Holzrampe

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
Sitzkreis **10 min**	*Stütze mit Holzrampe in der Mitte eines Tischs bzw. auf dem Boden aufbauen.* Schaut mal, was ich euch mitgebracht habe. Habt ihr so etwas schon einmal gesehen? Genau, das sieht aus wie eine Rutsche. Die Rutsche besteht aus einem Holzklotz mit so einem Haken dran (Stütze) und einem Holzbrett (Holzrampe). Die beiden kann man auch zusammenstecken und wieder auseinandernehmen. *Ggf. die Begriffe „Stütze“ und „Holzrampe“ einführen.* Auf diese Rutsche können wir hier oben an der Kante Gegenstände setzen, sie loslassen und dann beobachten, ob sie rutschen oder nicht. Aber dafür benötigen wir Gegenstände. *Kante zeigen, ggf. Begriff „Gegenstand“ einführen.* **Jetzt dürft ihr zu zweit drei kleine Gegenstände hier im Raum suchen. Der erste Gegenstand soll rutschen, der zweite sehr weit rutschen und der dritte soll gar nicht rutschen.**	Kinder erkennen eine Rutsche. Kinder suchen im Raum drei Gegenstände.	1 Stütze, 1 Holzrampe	viele Gegenstände im Raum Gegenstände, die voraussichtlich **haften** (nicht rutschen): manche Holzklötze, Radiergummi, Natursteine, Schwämme etc. Gegenstände, die voraussichtlich **gleiten** (rutschen): manche Holzklötze, Legosteine, Duplosteine etc. Gegenstände, die voraussichtlich **rollen** (weit rutschen): Stifte, Autos, Züge, Rollen, Murmeln etc.

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
Partner-arbeit **10 min**	Ich habe für euch auch noch Gegenstände gesammelt: Korkklotz, Schwamm, Metallklotz, Plastikklotz, normaler Holzklotz, Kaplastein, eine Holzrolle und eine Plastikrolle. Jetzt bekommt jede Gruppe alle Gegenstände ein Mal. *Die Stütze mit der Holzrampe zusammenstecken und zeigen, wie die Gegenstände oben längs an die Kante gesetzt werden, alle fünf Sets werden an Kinder verteilt.* **Jetzt dürft ihr zu zweit einen Gegenstand an die Kante oben auf die Holzrampe setzen. Dann lasst ihr ihn los und beobachtet ganz genau, was passiert.** Das Gleiche macht ihr nacheinander mit den anderen Gegenständen. Ihr könnt das mehrmals ausprobieren. Welcher Gegenstand rutscht nicht? Woran liegt das? Woran liegt es, dass der lange schmale Holzklotz oben liegen bleibt? Siehst du? Der ist ganz flach und rau. Welcher Gegenstand rutscht? Woran liegt das? Woran liegt es, dass der normale Holzklotz die Holzrampe hinunterrutscht (gleitet)? Siehst du? Der ist glatter als der lange schmale Holzklotz. Welcher Gegenstand rutscht denn ganz weit? Woran liegt das? Woran liegt es, dass die Holzrolle die Holzrampe hinunterrollt? Siehst du? Die ist ganz rund.	Kinder setzen die Gegenstände nacheinander an die Kante und beobachten, was passiert. Kinder beobachten über einen kürzeren Zeitraum und beschreiben ihre Beobachtungen mit eigenen Worten. Wenn die Kinder den Kaplastein an die Kante legen, sagen sie z. B.: „Der klebt so. Der ist fest. Der saugt sich fest. Der will nicht rutschen.“ Wenn die Kinder den normalen Holzklotz an die Kante legen, sagen sie z. B.: „Der rutscht. Der will weg. Der will runter. Der hält nicht.“ Wenn die Kinder den Holzzylinder an die Kante legen, sagen sie z. B.: „Die Rolle rollt sofort los. Die kann sich nicht halten. Die düst da runter.“	je 5 Stützen, Holzrampen, Korkklötze, Schwämme, Metallklötze, Plastikklötze, normale Holzklötze, Holzzylinder, Plastikrollen	viele Gegenstände im Raum

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
Sitzkreis **10 min**	*Die Gegenstände einer Gruppe werden in der Mitte des Tischs bzw. auf dem Boden aufgebaut; drei Gegenstände auswählen, die sich unterschiedlich verhalten (haften, gleiten, rollen).* **Könnt ihr mir berichten, was ihr gerade herausgefunden habt?** Was passiert denn, wenn ich diesen langen schmalen Holzklotz an die Kante lege? Was passiert mit dem normalen Holzklotz? Was passiert mit der Holzrolle? *Die Begriffe „haften“, „gleiten“ und „rollen“ einführen.* Genau, der lange schmale Holzklotz sitzt richtig fest, der haftet. Der normale Holzklotz rutscht hinunter, das nennt man gleiten. Und die Holzrolle, die rollt hinunter. **Hier habe ich für jedes Kind ein Forscherblatt mitgebracht. Ich habe das hier auch als großes Forscherplakat. Oben seht ihr drei Bilder:** Einmal bleibt der Gegenstand auf der Holzrampe haften, einmal gleitet der Gegenstand die Holzrampe hinunter und einmal rollt der Gegenstand die Holzrampe ganz weit hinunter. **Wo würdet ihr die Plastikrolle auf das Plakat legen und dann ein großes Kreuz machen? Hier, wo der Gegenstand haftet, oder hier, wo er gleitet, oder hier, wo er die Holzrampe hinunterrollt? Wo die anderen Gegenstände? Macht auf dem Forscherblatt ein Kreuz an die Stelle.** *Ggf. mit den Kindern das Haften, Gleiten oder Rollen der Gegenstände noch einmal vorführen; große Kreuze auf das Forscherplakat zeichnen.* Prima, hier in der ersten Spalte sind die Gegenstände, die haften, hier in der zweiten Spalte die, die gleiten, und hier in der dritten Spalte die, die rollen. **Alle Gegenstände, die rollen, kommen sehr weit.**	Kinder beschreiben die Zustände des Haftens, Gleitens und Rollens unterschiedlicher Gegenstände auf einer Holzrampe und äußern z. B.: „Der eine Holzklotz bewegt sich gar nicht, genauso wie der Schwamm; der andere Holzklotz rutscht runter, wie mein Legostein; die Rollen und die Autos rutschen da richtig schnell und weit runter.“ Kinder ordnen die Gegenstände danach, ob sie haften, gleiten oder rollen, und kreuzen sie dementsprechend auf ihrem Forscherblatt an.	je 1 Stütze, Holzrampe, Korkklotz, Schwamm, Metallklotz, Plastikklotz, normaler Holzklotz, Holzzylinder, Plastikrolle, Forscherblatt zu Reibung, Sequenz 1 (gleichzeitig auf DIN A3) als Plakat (s. Kopiervorlage, Kap. 6, S. 109) Forscherblätter zur Reibung, Sequenz 1 (s. Kopiervorlage, Kap. 6)	weitere Gegenstände von Kindern, Stifte

Sequenz 2: Reibung an der Holzrampe

Kurzbeschreibung

Anknüpfend an die vorherige Sequenz erfahren die Kinder in dieser Sequenz, dass es nicht nur auf den Gegenstand ankommt, sondern auch auf den Boden, ob ein Gegenstand hinuntergleitet oder auf der Rampe liegen bleibt. Die Böden variieren in Dicke, Farbe und Oberflächenbeschaffenheit, da sie aus unterschiedlichen Materialien (z. B. Stoff, Plastik, Papier) bestehen.

Hinweise

Die in der vorherigen Sequenz eingesetzten Gegenstände (Korkklotz, Schwamm, Plastikklotz, Metallklotz, normaler Holzklotz) werden sich ggf. je nach Bodenbelag der Rampe unterschiedlich verhalten. Die Bodenbeläge können einfach auf die Rampen gelegt werden, die mit einem Magnetstreifen versehen sind. Die Bodenbeläge bestehen aus Papier, Plastik, Stoff (vom Kissen), Wellpapier, Filz und einem Stopperboden. Böden, auf denen die Gegenstände gleiten, sind der Plastik- und der Papierboden. Damit einige Gegenstände (Korkklotz, Schwamm, Metallklotz, Plastikklotz, normaler Holzklotz) auf diesen eher glatten Böden gleiten und nicht haften, können sie aus geringer Höhe leicht auf die Rampe fallen gelassen werden. Der Stopper- sowie der Filzboden sind eher rau und bewirken, dass manche Gegenstände oben an der Kante haften und andere Gegenstände nur wenig gleiten.

Rollende Gegenstände, wie die Plastikrolle, Holzzylinder oder gar Kugeln, werden für diese Sequenz nicht empfohlen, da sie unabhängig von der Oberflächenbeschaffenheit des Bodens sehr weit rollen und viel Platz in der Einrichtung dafür benötigt wird. Die Kinder wissen bereits aus der vorherigen Sequenz, dass alle runden Gegenstände (Kugeln, Rollen etc.) sehr weit rollen.

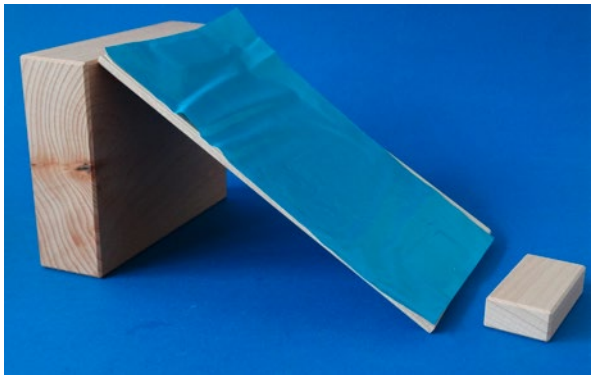


Abb. 8: Rampe mit glattem Plastikboden

Differenzierung

Wenn die Kinder während der Partnerarbeit Schwierigkeiten haben, erst einen Boden zu bestimmen, auf dem der Gegenstand weit gleitet (dieser kann dem grünen Punkt in der Tabelle zugeordnet werden), und dann einen Boden, auf dem der Gegenstand wenig gleitet oder gar haftet (dieser kann dem roten Punkt in der Tabelle zugeordnet werden), dann kann der Gegenstand mehrmals erprobt werden, bis die Kinder ihre Klebepunkte verteilt haben. Ein zweiter Gegenstand kann in diesem Fall entfallen, damit den Kindern genügend Zeit für den ersten Gegenstand eingeräumt wird.

Leistungsstärkeren Kindern kann angeboten werden, sich jeweils für jede Oberflächenbeschaffenheit eine Karte zu nehmen und anschließend nach dem Testen des Gegenstands auf allen sechs Böden die Karten in einer Reihe anzuordnen. Die Reihe beginnt mit dem Boden, auf dem der Gegenstand am weitesten gleitet (markiert mit einem grünen Punkt) und endet mit dem Boden, auf dem der Gegenstand ganz wenig gleitet oder haftet (markiert mit einem roten Punkt).

Inhalts- und prozessbezogene Ziele

Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)	Zugehöriges Wissen
Die Kinder … • beschreiben, wie unterschiedliche Böden der Holzrampen das Haften bzw. Gleiten und Rollen der Gegenstände beeinflussen (IK 2).	Gegenstände können von einer Holzrampe entweder hinuntergleiten oder -rollen bzw. auf der Holzrampe liegen bleiben. Dies hängt jedoch nicht nur von der Beschaffenheit der Gegenstände selber ab, sondern auch von der Beschaffenheit des Bodens: Auf glatten Böden können Gegenstände, die sonst auf der Holzrampe liegen bleiben, hinuntergleiten. Raue Böden hingegen können dazu führen, dass Gegenstände, die sonst auf der Holzrampe gleiten, nun liegen bleiben. Runde Gegenstände rollen die Rampe hinunter, unabhängig davon, wie die Böden beschaffen sind.

Prozessbezogene Kompetenzen (PK)	Zugehöriges Wissen
Die Kinder … • beobachten einzelne Merkmale zielgerichtet über einen kürzeren Zeitraum und beschreiben diese (PK-N 6). • vergleichen Gegenstände anhand eines vorgegebenen oder selbst entwickelten Kriteriums (PK-N 9). • führen einfache technische Versuche nach Anleitung durch (PK-T 1).	Auch in dieser Sequenz wird das Wissen zum Beobachten und Vergleichen angebahnt, indem die Beobachtungen mehrfach wiederholt werden und darüber gesprochen wird. Die Kinder können eigene Kriterien finden (z. B. Form, Farbe oder Oberflächenbeschaffenheit eines Gegenstands oder des Bodens), um die Gegenstände danach zu ordnen. Mit diesen Gegenständen führen die Kinder einfache technische Versuche durch, indem sie ihr Verhalten auf der Rampe mit unterschiedlichen Böden untersuchen.

Sprache

Spezifischer Wortschatz und Redemittel	Typische kindliche Umschreibungen
• Stütze	Stütze, großer Holzklotz mit Haken
• Holzrampe	Rampe, flaches Holzbrett
• Gegenstand	Ding, Sache
• Korkklotz	gelbes, leichtes Ding
• haften	nicht rutschen, festsitzen, liegen bleiben
• gleiten	(wenig) rutschen, gleiten, sich bewegen
Rampen mit verschiedenen Böden …	Wie ein …
• Plastik	• glatter Boden (aus Plastik)
• Papier	• Boden aus Papier, Klopapier
• Stoff	• fester, dunkler Boden
• Wellpapier	• welliger Boden
• Filz	• orangefarbener Boden
• Stopperboden	• klebriger Boden

Ablauf Sequenz 2: Reibung an der Holzrampe

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
Sitzkreis **10 min**	*Forscherplakat in die Mitte eines Tischs bzw. auf den Boden legen.* **Schaut mal, hier ist das ausgefüllte Forscherplakat vom letzten Mal. Was haben wir darauf angekreuzt?** Warum ist bei diesem Gegenstand hier ein Kreuz, aber bei diesem Gegenstand da ein Kreuz? Genau, hier in der ersten Spalte sind die Gegenstände, die haften, hier in der zweiten Spalte die, die gleiten, und hier in der dritten Spalte die, die rollen. **Wir haben herausgefunden, dass alle Gegenstände, die rund sind und auf dieser Holzrampe hinunterrollen, sehr weit kommen. Andere Gegenstände, die die Holzrampe hinuntergleiten oder haften, schauen wir uns heute noch genauer an.** **Hier habe ich einige Gegenstände vom letzten Mal mitgebracht:** Korkklotz, Schwamm, Metallklotz, Plastikklotz, normaler Holzklotz. **Auf der Holzrampe ist heute so ein Magnetstreifen. Und hier habe ich unterschiedliche Böden,** die auf der Rückseite auch einen Magnetstreifen haben. *Stütze und Holzrampe mit Magnetstreifen zusammenstecken, Gegenstände und verschiedene Böden in die Mitte eines Tischs bzw. auf den Boden legen; vormachen, wie die Böden auf die Holzrampe gesteckt werden können; Böden herumgeben und Kinder fühlen lassen.* **Fühlt mal. Wie fühlt sich denn dieser Boden an?** Und wie dieser orangefarbene Boden? Und wie dieser? Die Böden, die ihr gefühlt habt, sind auch hier auf den Karten abgebildet. Seht ihr, das ist dieser Boden hier. Das ist dieser Boden hier.	Kinder erklären das ausgefüllte Forscherplakat. Kinder beschreiben, wie sich die Böden anfühlen.	1 ausgefülltes Forscherplakat aus der vorherigen Sequenz je 1 Stütze, Holzrampe mit Magnetstreifen, Korkklotz, Schwamm, Metallklotz, Plastikklotz, normaler Holzklotz, verschiedene Böden (je 1 x Plastik, Papier, Stoff, Wellpapier, Filz, Stopper)	

Sozialform Zeit	Handlung und Gesprächsinhalte Pädagogische Fachkraft	Kinder	Material aus der Kiste	zu besorgen
	Hier sind nun verschiedene Stapel mit Karten, von denen ihr euch gleich immer eine Karte nehmen dürft. Und hier habe ich wieder ein großes Forscherplakat, auf das ihr gleich immer diese Karten legen könnt. Hier oben seht ihr einmal einen grünen Punkt und einmal einen roten Punkt. Und hier an der Seite seht ihr alle Gegenstände, die ihr heute testen könnt.		7 Stapel Karten (mit Böden), 1 Forscherblatt zu Reibung, Sequenz 2 (gleichzeitig auf DIN A3) als Plakat (s. Kopiervorlage, Kap. 6, S. 110)	
Partnerarbeit **10 min**	**Jetzt dürft ihr zu zweit die Böden nacheinander testen.** Dazu setzt ihr einen Gegenstand an die Kante oben auf die Rampe mit dem von euch ausgesuchten Boden. Dann lasst ihr ihn los und beobachtet ganz genau, was passiert. **Ihr könnt dann die Böden wechseln. Bei welchem Boden kommt der Gegenstand sehr weit? Die passende Karte legt ihr zum grünen Punkt auf das Forscherplakat. Bei welchem Boden kommt er gar nicht weit? Die passende Karte legt ihr zum roten Punkt auf das Forscherplakat.** Und zwar genau in die Reihe, wo ihr euren Gegenstand seht. Wenn da schon eine Karte von einer anderen Gruppe bzw. einem anderen Kind liegt, dann legt ihr die Karte einfach dazu. Dann dürft ihr euch hier in der Mitte einen zweiten Gegenstand aussuchen. *Alle fünf Sets werden an Kinder verteilt; jede Gruppe wählt einen Gegenstand aus, die restlichen in die Mitte legen.* **Welchen Gegenstand wählst du aus?** Was beobachtet ihr, wenn der **Schwamm auf diesem Plastikboden** losgelassen wird? Genau, der Schwamm gleitet. Woran liegt das? Woran liegt es, dass der Schwamm auf diesem Boden gleitet? Siehst du? Der Plastikboden ist ganz flach und ganz glatt.	Kinder wählen zunächst einen Boden aus, setzen den Gegenstand an die Kante und beobachten, was passiert. Kinder beobachten über einen kürzeren Zeitraum und beschreiben ihre Beobachtungen mit eigenen Worten.	1 Forscherplakat, je 5 Stützen, Holzrampen mit Magnetstreifen, Korkklötze, Schwämme, Metallklötze, Plastikklötze, normale Holzklötze, verschiedene Böden (je 5 x Plastik, Papier, Stoff, Wellpapier, Filz, Stopper), Set Karten (mit Böden); ggf. Klebepunkte	Böden, auf denen die Gegenstände eher **weit gleiten**: Plastik, Papier Böden, auf denen die Gegenstände voraussichtlich **gleiten**, evtl. aber je nach Gegenstand haften: Stoff, Wellpapier Böden, auf denen die Gegenstände eher wenig gleiten bzw. **haften**: Filz, Stopper

Sozialform Zeit	Handlung und Gesprächsinhalte Pädagogische Fachkraft	Kinder	Material aus der Kiste	zu besorgen
	Was beobachtet ihr, wenn der **Schwamm auf diesem Stopperboden** losgelassen wird? Genau, der Schwamm haftet. Woran liegt das? Woran liegt es, dass der Schwamm auf diesem Boden haftet? Siehst du? Der Stopperboden ist ganz wellig und hat viele Löcher. Jetzt probiere noch die anderen Böden aus. Auf welchem Boden gleitet der Schwamm richtig weit? Weißt du noch, bis wohin? Genau, auf dem Plastikboden. **Dann lege diese Karte mit dem Plastikboden zum grünen Punkt.** Auf welchem Boden kommt der Schwamm nicht weit? Genau, auf dem Stopperboden und auch auf dem Filzboden haftet der Schwamm. **Dann lege diese Karten mit dem Stopperboden und mit dem Filzboden zum roten Punkt.** Jetzt suche dir einen neuen Gegenstand aus und teste wieder alle Böden.	Wenn die Kinder den Schwamm an die Kante auf dem Plastikboden legen, sagen sie z. B.: „Der rutscht. Der will weg. Der will runter. Der hält nicht.“ Wenn die Kinder den Schwamm an die Kante auf dem Stopperboden legen, äußern sie z. B.: „Der klebt so. Der ist fest. Der saugt sich fest. Der will nicht rutschen.“ Kinder ordnen die Karten (mit Böden) dem grünen Punkt auf dem Forscherplakat zu, wenn die Gegenstände auf den Böden eher weit gleiten, und sie ordnen die Karten (mit Böden) dem roten Punkt auf dem Forscherplakat zu, wenn die Gegenstände auf den Böden haften.		
Sitzkreis **10 min**	**Was passiert denn, wenn ich den Schwamm von den unterschiedlichen Böden loslasse? Auf welchem Boden kommt er weit und auf welchem Boden gar nicht weit? Das Forscherplakat kann dabei helfen.** Was ist denn mit dem langen schmalen Holzklotz? Und was ist mit der Plastikrolle? Welche Böden sind bei Grün sortiert und welche bei Rot?	Kinder beschreiben, wie unterschiedliche Böden der Rampen das Verhalten der Gegenstände (haften, gleiten) beeinflussen, und sagen dazu z. B.: „Der Schwamm bewegt sich gar nicht auf dem Stopperboden, genauso wie das gelbe, leichte Ding; aber auf dem Papierbogen da rutschen die ein bisschen hinunter.“	je 5 Stützen, Holzrampen mit Magnetstreifen, Korkklötze, Schwämme, Metallklötze, Plastikklötze, normale Holzklötze, verschiedene Böden …	

Sozialform Zeit	Handlung und Gesprächsinhalte Pädagogische Fachkraft	Kinder	Material aus der Kiste	zu besorgen
	Auf der Seite mit dem grünen Punkt auf dem Forscherplakat seht ihr welche Böden sehr oft? Genau, auf dem Plastikboden und auf dem Papierboden gleiten die Gegenstände eher weit. **Diese Böden sind recht glatt und flach und haben keine Wellen, sodass die Gegenstände weit gleiten.** Auf der Seite mit dem roten Punkt auf dem Forscherplakat seht ihr welche Böden oft? Genau, vor allem auf dem Stopperboden und auf dem Filzboden haften die Gegenstände. **Diese Böden sind wellig, löchrig, flauschig oder klebrig und bewirken deswegen, dass die Gegenstände gebremst werden.**		… (je 5 x Plastik, Papier, Stoff, Wellpapier, Filz, Stopper)	

5.3.2 Diagnostik von Kompetenzen zu Reibung während der Sequenzen 1 und 2

Es gibt vielfältige Möglichkeiten, während der Sequenzen zum Thema Reibung zu beobachten, inwieweit Kinder ein Kompetenzniveau erreicht haben, das den in der jeweiligen Sequenz angestrebten inhaltsbezogenen und naturwissenschaftlichen sowie technischen prozessbezogenen Kompetenzen entspricht. Dabei können entweder Elemente der Sequenzen für gezielte Beobachtungen herangezogen und ausgewertet oder die Sequenzen am Ende mit einigen Fragen und Aktivitäten angereichert werden. Ihre Beobachtungen und Rückschlüsse hinsichtlich des Kompetenzniveaus einzelner Kinder ermöglichen eine Anpassung der Erwartungen für die Sequenzen. Sie können auf diese Weise die Inhalte und das Vorgehen in den Sequenzen an das Verständnisniveau der Kinder anpassen und ggf. Wiederholungen einführen sowie unterschiedliche Angebote für Kinder mit unterschiedlichem Kenntnisstand bereithalten.

In Sequenz 1 sollten Sie vor allem auf die sprachlichen und begrifflichen Voraussetzungen der Kinder achten, wenn Sie die Wörter „haften“, „gleiten“ und „rollen“ einführen. Um zu überprüfen, ob die Kinder die Begrifflichkeiten verstanden haben, können Sie entsprechende Gegenstände hochhalten und nachfragen: „Welche Gegenstände rollen? Welche Gegenstände gleiten? Welche Gegenstände haften an der Rampe?“ Als Alternative dazu können alle Gegenstände zusammengelegt werden und Sie fragen gezielt einzelne Kinder: „Was macht die Rolle? Die Rolle …? Was macht der normale Holzklotz? Der normale Holzklotz …? Was macht der Schwamm? Der Schwamm …?“ Um in Sequenz 2 einen Eindruck zu erhalten, ob die Kinder die einzelnen Böden und ihre Eigenschaften erkennen, können Sie die Kinder die Böden beschreiben lassen. Fragen hierzu könnten z. B. sein: „Wie fühlt sich denn dieser Boden an? Ist der eher weich? Oder rau? Oder so wellig? Und was macht der Boden mit dem Gegenstand, den du ausgesucht hast? Bremst der Boden den Gegenstand? Oder wird der Gegenstand auf dem Boden schneller?“ Die in der vorherigen Sequenz angebahnten Vorstellungen, dass einige Gegenstände gleiten bzw. haften, können in dieser Sequenz übertragen werden. Die Kinder lernen zu differenzieren, dass ein Gegenstand, der z. B. auf der Holzrampe haftet, auf dem Plastikboden doch gleitet.

5.4 Bildungsangebote aus dem Themenbereich „Stabilität und Gleichgewicht“ – Mauer- und Turmbau

5.4.1 Sequenzen zu Mauer- und Turmbau

Sequenz 1: Bauen mit unterschiedlichen Materialien

Kurzbeschreibung

In dieser Sequenz erkunden die Kinder unterschiedliche Steine, z. B. Holzklötze oder Natursteine. Die Kinder erfahren, dass die unterschiedlichen Formen und die Standfläche der Steine einen Einfluss auf die Stabilität eines horizontalen Bauwerks haben.

Hinweise

Die verwendeten Natursteine können Dekorationssteine aus unterschiedlichem Material (Kiesel, Marmor, Lava etc.) sein. Relevant ist, dass die Steine ungleichmäßig geformt sind. Je kleiner die Steine, desto anspruchsvoller ist es für die Kinder, mit ihnen zu bauen.

Die Holzklötze werden von den meisten Kindern quer genommen, sodass eine der beiden großen Flächen auf dem Boden liegt und die andere nach oben zeigt. Auf die obere große Fläche werden dann weitere Holzklötze gestapelt. Wenn ein Kind die Holzklötze hochkant nebeneinander aufstellt, wird damit die Standfläche verringert. Die gesamte Mauer wird instabiler. Die Standfläche wird in der Differenzierungssequenz 1a thematisiert, sodass für die vorliegende Sequenz empfohlen wird, die Holzklötze quer zu legen.

In dieser Sequenz werden einige Kinder die Mauer aus Holzklötzen im Verbund bauen und andere Kinder legen einzelne Holzklötze direkt aufeinander, sodass eine gestapelte Mauer entsteht. In der Sequenz 2 wird zwischen diesen beiden Bauweisen unterschieden.

Inhalts- und prozessbezogene Ziele

Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)	Zugehöriges Wissen
Die Kinder … • benennen und beschreiben Bausteine (Material, Form, Größe etc.) und vergleichen diese (IK 3). • erproben, welche der Bausteine für das horizontale, flache Bauen (z. B. einer Mauer) geeignet sind (IK 3).	Das Erreichen von Stabilität ist eine der Grundaufgaben der Technik. Gleichmäßige Bausteine sind stabiler als Natursteine, es lassen sich höhere Mauern bauen.
Prozessbezogene Kompetenzen (PK)	**Zugehöriges Wissen**
Die Kinder … • vergleichen Gegenstände anhand eines vorgegebenen oder selbst entwickelten Kriteriums (PK-N 9). • führen einfache Fertigungsprozesse nach Anleitung ggf. mit Hilfestellungen durch (PK-T 1). • führen einfache technische Versuche nach Anleitung durch (PK-T 1).	Die Reduktion von Komplexität und die Erschließung von Zusammenhängen kann über das Vergleichen und Ordnen erreicht werden. Dieses Wissen wird angebahnt, indem die Kinder die verschiedenen Steine ordnen und selber Kriterien erstellen (glatt, gerade, gleichmäßig, spitz, ungleichmäßig). Das Konstruieren und Herstellen von Dingen umfasst das Verstehen einer Aufgabe oder eines Problems, das Entwerfen einer Lösung unter Berücksichtigung der gegebenen Rahmenbedingungen, das Planen des Fertigungsprozesses sowie die Fertigung und ggf. die Optimierung. Indem die Kinder Mauern mit unterschiedlichen Steinen bauen, wird Wissen durch das Durchführen einfacher technischer Versuche und Fertigungsprozesse aufgebaut.

Sprache

Spezifischer Wortschatz und Redemittel	Typische kindliche Umschreibungen
• stabil	fest, bleibt stehen
• glatt, gerade, gleichmäßig	glatt, gerade
• spitz, ungleichmäßig	spitz, eckig

Ablauf Sequenz 1: Bauen mit unterschiedlichen Materialien

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
Sitzkreis **10 min**	*Steine in die Mitte eines Tischs bzw. auf den Boden legen.* **Schaut mal, hier liegen jetzt ganz viele verschiedene Steine. Könnt ihr die mal ordnen?** Aus was ist denn dieser Stein hier gemacht? Genau, Holz. Wer kann denn mal alles aus Holz zusammenlegen? Und woraus sind die anderen Steine? Kann man die auch in Gruppen zusammenlegen? *Alle Gegenstände können wieder vermischt werden und es kann mehrmals nach verschiedenen Kriterien geordnet werden: Material, Form, Farbe, Gewicht, Größe.* *Anschließend alle Gegenstände bis auf die Natursteine und die Holzklötze zur Seite legen und sagen, dass nur diese Steine heute benötigt werden. Jeweils Steine zu einem Haufen zusammenlegen.* **Wie sehen denn diese Steine aus?** Genau, diese Steine hier sind **richtige Steine**, wie wir sie von draußen kennen, und diese Steine hier sind **Holzklötze**, wie ihr sie zum Bauen auch in der Kita benutzt.	Kinder ordnen Steine. Kinder benennen und vergleichen Steine und Holzklötze.	5 normale Holzklötze, 3 Natursteine	weitere Holzklötze in verschiedenen Größen, Formen und Farben, Lego-/Duplosteine, weitere Natur- oder Dekorationssteine etc.
Einzelaktivität/ Partnerarbeit **15 min**	**Jetzt dürft ihr allein bzw. zu zweit mit einem Partner zwei Mauern bauen, die beide stehen bleiben.** Du darfst eine Mauer mit den richtigen Steinen und eine Mauer aus den Holzklötzen bauen. Die Holzklötze nimmst du immer so quer. Beide Mauern sollen lang, aber auch möglichst hoch sein. *Ggf. den Begriff „stabil“ einführen, Verteilen der Steine an die Kinder.* Woran liegt das, dass diese Mauer (nicht) hält? Siehst du? Diese Steine kannst du ganz leicht/nicht so leicht aufeinandersetzen.	Kinder bauen Mauern und erfahren, dass die Gegenstände unterschiedlich gut für das Bauen von Mauern geeignet sind. Kinder beschreiben ihre Beobachtungen in eigenen Worten.	5 normale Holzklötze, 3 Natursteine	weitere Holzklötze, weitere Natursteine

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
	Den Holzklotz kannst du am besten quer nehmen. Dieser Holzklotz ist ganz gerade/gleichmäßig und hat eine große glatte Fläche unten und auch oben. Hier kannst du einen weiteren Holzklotz gut draufsetzen. Dieser Stein ist ganz spitz/ungleichmäßig. Der Stein hat auch gar keine große glatte Fläche. Hier kannst du nicht so gut andere Steine draufsetzen.	Wenn die Kinder mit Holzklötzen bauen, sagen sie z. B.: „Das kenn ich schon. Das ist einfach. Mit denen kann ich gut bauen.“ Wenn die Kinder mit Natursteinen bauen, äußern sie z. B.: „Das ist ganz schön schwierig, die sind so spitz und haben Zacken.“		
Sitzkreis **5 min**	**Erzähl mir doch einmal, welche Mauer einfacher zu bauen war? Und warum?** Genau, mit den Holzklötzen kann man gut bauen, das sind nämlich ganz gleichmäßige Steine. Die Mauern sind dann breit, hoch und bleiben stehen. Jeder einzelne Holzklotz ist schön flach, sodass der nächste Holzklotz gut daraufgelegt werden kann. Wenn man den Holzklotz immer so quer nimmt, dann gibt es auch eine große Fläche, auf die man die nächsten Holzklötze legen kann. Mit den richtigen Steinen ist es ziemlich schwierig, Mauern zu bauen. Die sind nämlich ungleichmäßig. Die richtigen Steine haben auch eine viel zu kleine Fläche, auf die man kaum einen anderen Stein setzen kann. Die Mauern werden also nicht so breit, nicht so hoch und ständig fallen Steine aus der Mauer. **Was haben die Leute früher gemacht, als sie noch nicht so gleichmäßige Steine hatten?** Früher hatten die Menschen auch nur die ungleichmäßigen Natursteine, und weil sie damit nicht so gut bauen konnten, haben sie sich irgendwann selbst gleichmäßige Steine geformt, z. B. aus Lehm. Damit konnten sie dann viel besser Mauern, Häuser und Türme bauen.	Kinder erkennen, dass die Gegenstände unterschiedlich gut für das Bauen von Mauern geeignet sind, und sagen z. B.: „Die Steine von draußen sind so spitz und fallen ganz schnell runter.“ Oder: „Die Holzklötze sind schön flach und gut zum Bauen.“		

Sequenz 1a: Bauen mit unterschiedlichen Materialien

Kurzbeschreibung

Die Kinder vergleichen Mauern aus gleichmäßigen Holzklötzen, die im Verbund gebaut werden, mit Mauern, die mit Stapeln gebaut werden. Zudem vergleichen sie die unterschiedlich gebauten Holzmauern mit Natursteinmauern und testen mithilfe einer Holzrampe, einer Plastikrolle und eines Klebestreifens, welche Mauer stabiler ist. Diese Sequenz wird mit der Plastikrolle beschrieben, kann aber auch mit dem Holzzylinder ausprobiert werden. Unterschiede zwischen Plastikrolle und Holzzylinder können dann besprochen werden.

Hinweise

In dieser Sequenz ist es wichtig, dass die Kinder auch die Mauer aus den Natursteinen möglichst hoch bauen, damit beim Aufprall der Plastikrolle ein Effekt zu sehen ist. Die Mauern aus den Holzklötzen können von den Kindern bereits im Verbund gebaut werden oder mit Stapeln. Auf jeden Fall sollten die Kinder die einzelnen Holzklötze quer legen:

Es ist hilfreich, wenn vorab zwei Klebebandstreifen pro Gruppe vorbereitet werden, einmal ein langer Klebebandstreifen (30 cm) und einmal ein kurzer Klebebandstreifen (15 cm), mit denen der Abstand zwischen Rampe und Mauer auf dem Boden markiert wird. Mit dem jeweiligen Klebebandstreifen können die Kinder erst die Mauer aus den Holzklötzen testen und dann die Mauer aus den richtigen Steinen. Der Klebebandstreifen kann hierbei ganz einfach vom Boden wieder abgezogen werden, um damit zur nächsten Mauer zu wandern.

Sofern in dieser Phase der Sequenz vorab noch keine Klebebandstreifen parat sind, ist lediglich darauf zu achten, dass alle Gruppen gleich lange Klebebandstreifen erhalten. Der längere Klebebandstreifen kann nach dem ersten Versuch einfach halbiert werden, um einen kürzen Klebebandstreifen für den zweiten Versuch zu erhalten.

In dieser Phase ist es zu empfehlen, in allen Gruppen gleichzeitig die Plastikrollen von der Holzrampe hinunterrollen zu lassen. Dazu kann bis drei gezählt werden. Anschließend können die Kinder direkt von ihren Beobachtungen berichten.

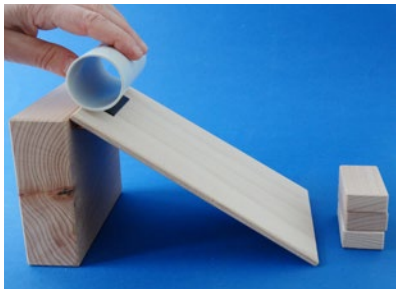


Abb. 1: Plastikrolle mit quer gestapelten Holzklötzen

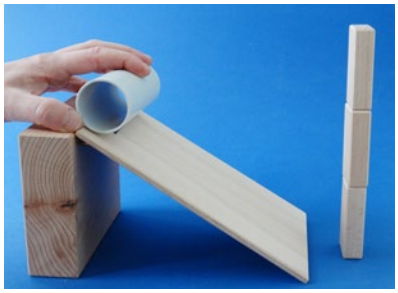


Abb. 2: Plastikrolle mit hoch gestapelten Bauklötzen

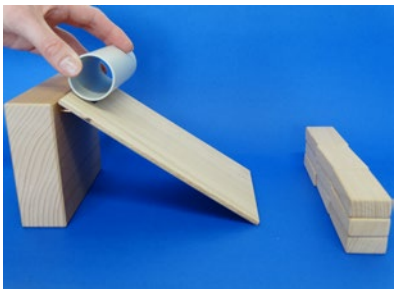


Abb. 3: Plastikrolle und Holzmauer gestapelt

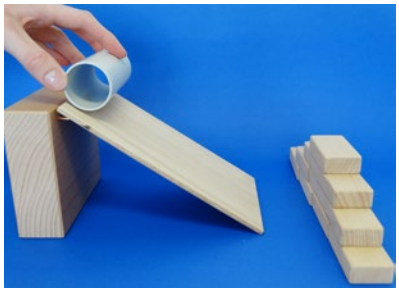


Abb. 4: Plastikrolle und Holzmauer im Verbund

Abb. 5: Plastikrolle und Steinmauer

Inhalts- und prozessbezogene Ziele

Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)	Zugehöriges Wissen
Die Kinder … • beschreiben, dass die Form der Bausteine mit der Stabilität der horizontalen, flachen Bauten (z. B. Mauern) zusammenhängt (IK 3).	Technische Gebilde müssen so stabil gebaut sein, dass sie den einwirkenden Kräften standhalten. Die Vergrößerung der Standfläche von Mauern und Türmen machen diese stabiler.
Prozessbezogene Kompetenzen (PK)	**Zugehöriges Wissen**
Die Kinder … • führen einfache technische Versuche nach Anleitung durch (PK-T 1). • vergleichen und bewerten technische Lösungen anhand einzelner (leicht erkennbarer; ggf. vorgegebener) Kriterien (PK-T 3). • finden durch Probieren Lösungen für einfache technische Aufgaben (PK-T 1).	Das Konstruieren und Herstellen von Dingen umfasst das Verstehen einer Aufgabe oder eines Problems, das Entwerfen einer Lösung unter Berücksichtigung der gegebenen Rahmenbedingungen, das Planen des Fertigungsprozesses sowie die Fertigung und ggf. die Optimierung. Indem die Kinder die Versuche durchführen und die Wirkung des Aufpralls eines Zylinders und seiner unterschiedlich langen Rollstrecke auf die Stabilität von Mauern erproben und überprüfen, führen sie einfache technische Versuche durch. Dabei vergleichen und bewerten sie ihre technische Lösung anhand einzelner, leicht erkennbarer Kriterien (glatt, gleichmäßig, große Standfläche, spitz, ungleichmäßig, kaum Standfläche). Durch Probieren finden sie weitere Lösungen für diese Aufgabe.

Sprache

Spezifischer Wortschatz und Redemittel	Typische kindliche Umschreibungen
• stabil	fest, bleibt stehen
• glatt, gerade, gleichmäßig	glatt, gerade
• spitz, ungleichmäßig	spitz, eckig
• große/kaum Standfläche	große/kleine Fläche
• Holzrolle	(schwere) Rolle
• Plastikrolle	(leichte) Rolle

Ablauf Sequenz 1a: Bauen mit unterschiedlichen Materialien

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
Sitzkreis **10 min**	*Steine in die Mitte eines Tischs bzw. auf den Boden legen.* Schaut mal, diese Steine kennt ihr ja schon. Beim letzten Mal habt ihr einmal mit den Holzklötzen eine Mauer gebaut und einmal mit den richtigen Steinen. **Welche Mauer war denn einfacher zu bauen?** **Jetzt dürft ihr nochmals allein bzw. zu zweit mit einem Partner diese zwei Mauern bauen, die beide stehen bleiben.** Die Holzklötze nimmst du immer so quer. Du weißt ja noch, beide Mauern sollen breit, aber auch möglichst hoch sein. *Steine an die Kinder verteilen.* Ihr habt nun einmal diese Mauer aus Holzklötzen und einmal diese Mauer aus richtigen Steinen aufgebaut. **Was ist denn überhaupt wichtig, damit eine Mauer stehen bleibt (bzw. stabil ist)?** Letztes Mal hast du schon gesehen, dass die Steine ja auch unterschiedlich sind. Erzähl mal, was hast du jetzt für Ideen in deinem Kopf? Daraus können wir dann Forscherfragen machen. *Vermutungen der Kinder ggf. in Fragen umformulieren.*	Kinder berichten, was sie beim letzten Mal herausgefunden haben, und vergleichen Steine der Mauern qualitativ (glatt, gleichmäßig, große Standfläche, spitz, ungleichmäßig, kaum Standfläche). Kinder bauen Mauern. Kinder äußern Vermutungen und formulieren Fragen zu einem naturwissenschaftlichen Thema, z. B.: „Halten die Natursteine eine Mauer vielleicht besser zusammen, weil man die besser aufeinanderlegen kann?“, „Sind die Holzklötze vielleicht zu glatt für eine richtig hohe Mauer?“, „Welche Mauer steht fester?“, „Welche Mauer kann ich höher bauen?“, „ Hält meine Mauer, wenn ich etwas dagegen fahren lasse?“, „Ist eine große Fläche immer besser, um den nächsten Stein draufzulegen?“	5 normale Holzklötze, 3 Natursteine	weitere Holzklötze, weitere Naturbausteine

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
Partner-arbeit **15 min**	Die Forscherfragen können uns nun weiterhelfen. **Wir wollen gleich testen, wie gut die beiden Mauern stehen bleiben (bzw. wie stabil die Mauern sind).** Hier sind Gegenstände, die uns beim Testen helfen. Schaut mal, dies ist ein großer Holzklotz mit so einem Haken dran, dazu sagen wir Stütze. Dies ist ein Holzbrett, dazu sagen wir Holzrampe. Die beiden kann man auch zusammenstecken. Dies ist eine Plastikrolle, die von der Holzrampe hinunterrollen kann. *Holzrampe aufbauen, Plastikrolle einmal hinunterrollen lassen.* **Bei der einen Mauer habt ihr die Holzklötze immer so quer nebeneinander- und aufeinandergelegt. Überlegt einmal, wie ihr die Mauer noch bauen könntet.** Aber ihr hättet die Holzklötze ja vielleicht auch so hochkant nebeneinander- und aufeinanderlegen können. Die Mauer steht aber fester (stabiler), wenn die Holzklötze quer genommen werden, sodass auf die große Fläche oben immer noch weitere Holzklötze gelegt werden können. **Das zeige ich euch mit einem kleinen Versuch mit nur drei Holzklötzen, der Holzrampe und der Plastikrolle.**		je 1 Stütze, Holzrampe, Plastikrolle	
	Einmal stelle ich ungefähr drei Finger vom Ende der Holzrampe entfernt drei Holzklötze hochkant aufeinander und lasse jetzt die Plastikrolle los. **Was habt ihr gesehen? Was ist passiert?**	Kinder antworten z. B.: „Alle sind umgefallen."		
	Und einmal setze ich drei Holzklötze quer aufeinander auch ungefähr drei Finger vom Ende der Holzrampe entfernt und lasse jetzt die Plastikrolle los. **Was habt ihr gesehen? Was ist passiert?**	Kinder antworten z. B.: „Da passiert nichts."		
	Plastikrolle rollt Holzrampe hinunter und die drei hochkant aufeinandergestellten Holzklötze fallen um; die drei quer aufeinandergelegten Holzklötze bleiben stehen.			

Sozialform Zeit	Handlung und Gesprächsinhalte Pädagogische Fachkraft	Kinder	Material aus der Kiste	zu besorgen
	Genau, weil nämlich die Fläche, auf die der nächste Holzklotz gelegt wird, viel größer ist, wenn man den Holzklotz quer und nicht hochkant nimmt, steht die Mauer fester (ist stabiler). Deswegen habt ihr die Holzklötze beim Mauerbau auch heute wieder quer genommen. **Jetzt wollen wir die Mauern aus den Holzklötzen mal mit den Mauern aus den richtigen Steinen vergleichen.** Stellt euch vor, die Mauer steht am Ende eines Berges und im Winter löst sich auf einmal eine Schneelawine (damit ist die Plastikrolle gemeint), die den Berg (damit ist die Holzrampe gemeint) hinunterrollt und dann gegen die Mauer schlägt. Wenn die Plastikrolle hier von der Holzrampe rollt, rollt sie immer gleich schnell, egal, welche Mauer davor steht. *Gegenstände an alle Gruppen verteilen, beim Abreißen und Aufkleben der Klebebandstreifen helfen; ggf. zeigen, wo die Plastikrolle auf der Holzrampe anliegen sollte; anzählen, damit alle Kinder ihre Plastikrolle gleichzeitig rollen lassen.* Klebt zusammen mit einem Partner eine Strecke auf dem Boden ab und stellt am Ende die Holzrampe auf, um die Plastikrolle hinunterrollen zu lassen. **Was passiert mit der Mauer aus Holzklötzen?** Wandert mit dem Klebebandstreifen und der Holzrampe zur zweiten Mauer und lasst die Plastikrolle hinunterrollen. **Was passiert mit der Mauer aus richtigen Steinen?** *Wenn beide Mauern noch stehen, dann den Klebebandstreifen halbieren.* **Ihr könnt den Klebebandstreifen auch kürzen und die Schritte wiederholen. Was passiert mit den Mauern?**	Kinder antworten z. B.: „Die steht immer noch.“ Kinder antworten z. B.: „Hier sind Steine runtergefallen.“ Kinder erproben und überprüfen die Wirkung des Aufpralls eines Zylinders und seiner unterschiedlich langen Rollstrecke auf die Stabilität von Mauern.	je 5 Stützen, Holzrampen und Plastikrolle, Klebeband lang, Klebeband kurz	

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
Sitzkreis **5 min**	Ihr habt ja gerade alle die Mauern getestet, ob sie wirklich stehen bleiben (bzw. stabil sind). **Was habt ihr herausgefunden? Und warum ist das denn jetzt so?** Genau, die Mauern aus den gleichmäßigen Steinen bleiben stehen (sind stabil), wenn die Plastikrolle dagegen rollt. Jeder einzelne Holzklotz hat nämlich eine flache Fläche, sodass der nächste Holzklotz gut **darauf-** und auch **daneben**gelegt werden kann. Die Mauern aus den ungleichmäßigen Steinen bleiben nicht gut stehen (sind nicht stabil), da fallen ständig Steine herunter.	Kinder geben an, dass die Form und Standfläche der Holzklötze mit der Stabilität der Mauern zusammenhängen, z. B.: „Die Mauern mit den flachen Holzklötzen stehen fester, weil die Klötze gut aufeinanderpassen. Die sind so eckig.“		

Sequenz 2: Bauen im Verbund

Kurzbeschreibung

Aufbauend auf den vorherigen Sequenzen lernen die Kinder den Unterschied zwischen Stapeln und Verbundbau. Dazu werden nur gleichmäßige Holzklötze benötigt.

Hinweise

Das Fundament des Turms, der von den Kindern in dieser Sequenz gebaut wird, wird mithilfe von sechs Holzklötzen vorgegeben:

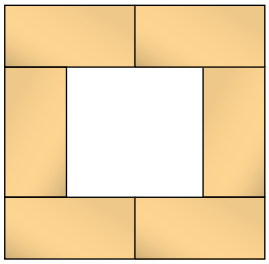


Abb. 6: Turmfundament

Einige der Kinder oder Gruppen werden anschließend im Verbund, d. h. versetzt bauen, andere mit Stapeln.

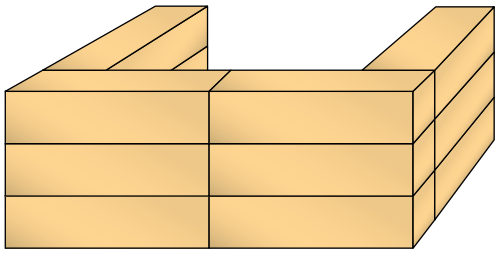


Abb. 7: Turmbau mit Stapeln

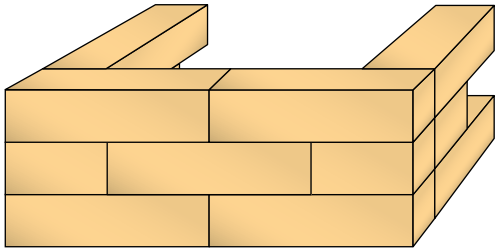


Abb. 8: Turmbau im Verbund

Je nach Entwicklungsstand wird das Kind von sich aus die Holzklötze stapeln (jüngere Kinder) oder direkt im Verbund bauen (ältere Kinder). Für jüngere Kinder ist es anspruchsvoll, im Verbund zu bauen, und für ältere Kinder langweilig, gestapelt zu bauen, wenn die Verbundtechnik schon erworben wurde.
Option 1: Sofern eingeschätzt werden kann, welche Kinder einen Stapelturm und welche Kinder einen Turm im Verbund bauen werden, können die Gruppen direkt danach getrennt werden. Tipp: Beobachten Sie die Kinder vorab in freien Bauphasen.

Option 2: Geben Sie jeweils die ersten drei Lagen des Turms vor (1 x gestapelt, 1 x im Verbund). Beobachten Sie, wie die Kinder in der jeweiligen Gruppe die nächsten drei Lagen weiterbauen. Setzen Sie ggf. während der Gruppenarbeit Kinder um, wenn Sie merken, dass einige Kinder über- bzw. unterfordert sind.

Option 3: Sofern die Kinder überfordert sind, können Sie gemeinsam mit den Kindern in jeder der beiden Bauweisen einen Turm bauen.

Von außen auf den Turm einwirkende Kräfte werden in dieser Sequenz durch einen Sturm (Pusten der pädagogischen Fachkraft) dargestellt. In der letzten Sitzkreisphase können diese Kräfte auch mit dem Finger verdeutlicht werden.

Inhalts- und prozessbezogene Ziele

Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)	Zugehöriges Wissen
Die Kinder … • beschreiben, dass die Anordnung der Holzklötze mit der Stabilität beim vertikalen, hohen Bauen (z. B. von Türmen) zusammenhängt (IK 3).	Das Erreichen von Stabilität ist eine der Grundaufgaben der Technik. Die Verbundbauweise macht Bauwerke stabiler als die Stapelbauweise. Türme, die im Verbund gebaut sind, halten von außen einwirkenden Kräften eher stand.
Prozessbezogene Kompetenzen (PK)	**Zugehöriges Wissen**
Die Kinder … • führen einfache Fertigungsprozesse nach Anleitung ggf. mit Hilfestellungen durch (PK-T 1). • beschreiben einfache technische Zusammenhänge durch Wenn-dann-Formulierungen (PK-T 2). • vergleichen und bewerten technische Lösungen anhand einzelner (leicht erkennbarer; ggf. vorgegebener) Kriterien (PK-T 3). • dokumentieren ihre Vorgehensweise mit Fotos (PK-T 4).	Das Wissen um einfache Fertigungsprozesse wird angebahnt, indem die Kinder Mauern im Verbund und im Stapelbau erstellen. Die Kinder formulieren Zusammenhänge zwischen der Stabilität von Bauwerken und der Bauweise im Verbund mit Wenn-dann-Formulierungen und vergleichen, bewerten und verbessern ihre Bauwerke wiederum nach diesen Kriterien. Sie dokumentieren das Entstehen ihrer Bauwerke mit Fotos.

Sprache

Spezifischer Wortschatz und Redemittel	Typische kindliche Umschreibungen
• stabil	fest, bleibt stehen
• stapeln, gestapelt	stapeln, gestapelt, genau aufeinandersetzen
• versetzen, versetzt	versetzen, versetzt, abwechselnd, dazwischen

Ablauf Sequenz 2: Bauen im Verbund

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
Sitzkreis **5 min**	*Steine in die Mitte eines Tischs bzw. auf den Boden legen.* Schaut mal, hier liegen jetzt Steine, die ihr schon kennt, einmal die Holzklötze und einmal die richtigen Steine aus der Natur. **Mit beiden Steinen habt ihr schon Mauern gebaut. Wer weiß denn noch, bei welcher das Bauen leichter fiel? Und warum?** *Kurze Demonstration vorführen.* Genau, das Aufeinanderlegen mit den ungleichmäßigen Steinen ist schwieriger. Die Mauer kann nicht so hoch und nicht so breit gebaut werden. **Es ist viel einfacher mit den gleichmäßigen Holzklötzen eine hohe und breite Mauer zu bauen, deswegen nehmen wir heute nur noch die Holzklötze.** *Natursteine zur Seite legen, Holzklötze hervorholen und ggf. in Gruppen aufteilen, ggf. Begriff „stabil“ einführen.*	Kinder antworten, was sie beim letzten Mal herausgefunden haben.	5 normale Holzklötze, 3 Natursteine	19 weitere Holzklötze, 17 weitere Natursteine 500 Holzklötze
Einzelaktivität/ Partnerarbeit **15 min**	**Heute bauen wir Türme und für den Start brauchen wir sechs Holzklötze.** Für die nächste Reihe brauchen wir wieder sechs Holzklötze usw. Der Turm kann so gebaut werden: also immer die Holzklötze genau aufeinanderlegen oder -stapeln. Oder der Turm kann so gebaut werden, dass die Holzklötze immer so versetzt aufeinandergelegt werden. *Einmal den Start eines Verbundturms und einmal eines Stapelturms aufbauen, ggf. die Begriffe „gestapelt“ und „versetzt“ einführen.* **Jetzt dürft ihr allein bzw. zu zweit einen Turm bauen, der stehen bleibt (bzw. stabil ist).**	Kinder bauen Türme und erfahren, dass die Anordnung der Holzklötze mit der Stabilität beim Turmbau zusammenhängt.	5 normale Holzklötze	ca. 19 weitere Holzklötze pro Gruppe ca. 96 normale Holzklötze

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
	Kinder einteilen für Verbund- oder Stapelturm, Steine an die Kinder verteilen, den Start mit den Kindern ggf. gemeinsam aufbauen. Woran liegt es, dass dieser Turm (nicht) stabil ist/(nicht) wackelt? Siehst du? Dieser Turm steht fester als der andere. Der wackelige Turm ist gestapelt gebaut. Der stabile Turm ist versetzt gebaut. Mache ein Foto für dein Forscherbuch von dem Turm, den du nun aufgebaut hast.	Kinder beschreiben ihre Beobachtungen. Bei dem gestapelten Turm stellen sie z. B. fest: „Jetzt habe ich den schon so hoch, jetzt wackelt der. Da gibt es Spalten zu sehen.“ Bei dem Verbundturm sagen sie z. B.: „Ich setze die Holzklötze immer abwechselnd. Jetzt hält er gut.“ Kinder dokumentieren den Turm mit einem Foto.		Fotokamera
Sitzkreis **10 min**	**Jetzt kommt ein großer ganz starker Sturm auf und pustet und weht ganz wild auf die Seiten vom Turm. Ich puste jetzt ganz stark und ihr guckt genau, was passiert.** *Pusten und zeigen, dass der Stapelturm an einigen Stellen einbricht, aber der Verbundturm stehen bleibt.* Was ist denn jetzt passiert? Was konntest du beobachten? **Welcher Turm wurde von dem Sturm ein bisschen kaputt gemacht? Wie war der gebaut?**	Kinder beobachten. Kinder antworten und benennen, dass die Anordnung der Holzklötze mit der Stabilität beim Turmbau zusammenhängt.		pro Gruppe ca. 96 normale Holzklötze

Sozialform Zeit	Handlung und Gesprächsinhalte Pädagogische Fachkraft	Kinder	Material aus der Kiste	zu besorgen
	Wir fassen das noch einmal zusammen. **Wenn man die Steine *wie* baut, dann passiert *was* mit dem Turm?** Genau, ein gestapelter Turm bleibt also nicht stehen/ist nicht stabil, wenn ein großer Sturm, also eine Kraft von der Seite, kommt. **So wie mein Finger jetzt hier gegen den Turm drückt, drückt auch ein Sturm dagegen.** Der gestapelte Turm wackelt jetzt schon wieder. Ein Turm, der versetzt gebaut wurde, bleibt hingegen stehen/ist stabil. Wenn mein Finger gegen diesen Turm drückt, dann bleibt der Turm stehen.	Kinder formulieren erste Generalisierungen im Sinne einer einfachen Wenn-dann-Beziehung, z. B.: „Wenn man die Steine so abwechselnd aufeinanderbaut, dann bleibt der Turm stehen“, oder: „Wenn man die Holzklötze genau aufeinanderlegt, dann fällt der Turm um.“		

Sequenz 2a: Bauen im Verbund

Kurzbeschreibung

Aufbauend auf den vorherigen Sequenzen vertiefen die Kinder ihre Kenntnisse hinsichtlich des Bauens im Verbund. Dazu werden nur gleichmäßige Holzklötze benötigt.

Hinweise

Auch wenn es für die Kinder anspruchsvoll ist, im Verbund zu bauen, sollten sie in dieser Sequenz dazu angeregt werden. Auf diese Weise erfahren alle Kinder, dass die versetzte Anordnung der Holzklötze zur Stabilität des Turms beiträgt.

Inhalts- und prozessbezogene Ziele

Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)	Zugehöriges Wissen
Die Kinder … • beschreiben, dass die Anordnung der Holzklötze mit der Stabilität beim vertikalen, hohen Bauen (z. B. von Türmen) zusammenhängt (IK 3). • bauen aus verschiedenen Bausteinen (stabile) Gebäude (IK 3).	Das Erreichen von Stabilität ist eine der Grundaufgaben der Technik. Die Verbundbauweise macht Bauwerke stabiler als die Stapelbauweise. Türme, die im Verbund gebaut sind, können sogar halten, wenn einzelne Steine herausgenommen werden.
Prozessbezogene Kompetenzen (PK)	**Zugehöriges Wissen**
Die Kinder … • äußern Ideen und einfache Vermutungen über ein zu erwartendes Ereignis (PK-N 2). • führen einfache Fertigungsprozesse nach Anleitung ggf. mit Hilfestellungen durch (PK-T 1). • beschreiben einfache technische Zusammenhänge durch Wenn-dann-Formulierungen (PK-T 2). • vergleichen und bewerten technische Lösungen anhand einzelner (leicht erkennbarer; ggf. vorgegebener) Kriterien (PK-T 3).	Indem die Kinder einfache Ideen und Vermutungen zur Stabilität von Bauwerken äußern, erwerben sie die Grundlage dafür, gezielte Fertigungsprozesse durchzuführen. Das Nachbauen von einfachen Bausituationen ermöglicht es den Kindern, vor dem Hintergrund einzelner, leicht erkennbarer Kriterien ihre Lösungen zu bewerten. Die Kinder formulieren Zusammenhänge zwischen der Stabilität von Bauwerken und der Bauweise mit Wenn-dann-Formulierungen und verbessern ihre Bauwerke wiederum nach diesen Kriterien.

Sprache

Spezifischer Wortschatz und Redemittel	Typische kindliche Umschreibungen
• stabil	fest, bleibt stehen
• stapeln, gestapelt	stapeln, gestapelt, genau aufeinandersetzen
• versetzen, versetzt	versetzen, versetzt, abwechselnd, dazwischen

Ablauf Sequenz 2a: Reibung an der Holzrampe

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
Sitzkreis **10 min**	*Holzklötze in die Mitte eines Tischs bzw. auf den Boden legen.* Hier sind noch einmal die Holzklötze, mit denen ihr beim letzten Mal einen Turm gebaut habt. Wisst ihr noch, wir hatten zwei verschiedene Türme gebaut. Jeder Turm hatte so einen Start mit sechs Steinen. **Wie hattet ihr den einen Turm gebaut? Und wie den anderen? Wer kann das mal zeigen?** Genau, bei einem Turm wurden die Holzklötze genau aufeinandergestapelt und beim anderen Turm versetzt aufeinandergelegt. **Welcher Turm ist denn stehen geblieben (bzw. stabil gewesen), als der große Sturm kam?**	Kinder antworten und ein Kind baut den Start eines Stapel- und Verbundturms auf. Kinder benennen, dass die Anordnung der Holzklötze mit der Stabilität beim Turmbau zusammenhängt.		ca. 10 normale Holzklötze
Einzel-aktivität/ Partner-arbeit **15 min**	**Jetzt dürft ihr noch einmal allein bzw. zu zweit einen Turm bauen, der stehen bleibt (bzw. stabil ist).** *Kinder einteilen für Verbund- oder Stapelturm, Steine an die Kinder verteilen, den Start mit den Kindern ggf. gemeinsam aufbauen.* Schau dir deinen Turm ganz genau an. **Was meinst du, welche einzelnen Holzklötze kannst du herausnehmen, damit ein Fenster entsteht?** *Die Ideen der Kinder gemeinsam sammeln.* **Und jetzt testet mal, ob ihr die Holzklötze wegnehmen könnt, die ihr euch in Gedanken gerade ausgesucht hattet.**	Kindern bauen Türme. Kinder äußern Ideen und einfache Vermutungen, z. B.: „Oben kann ich ganz viele Steine wegnehmen“, „Hier an der Ecke kann ich vielleicht einen Holzklotz wegnehmen.“ Kinder überprüfen ihre Vermutungen.		500 normale Holzklötze

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
Sitzkreis **5 min**	**Wer hat jetzt Fenster im Turm? Wie hast du das gemacht? An welchen Stellen klappt das richtig gut? An welchen Stellen kann man keinen Stein herausnehmen?** *Ggf. an je einem Verbund- und Stapelturm Ideen der Kinder vormachen.* Genau, wenn der Turm so versetzt gebaut ist, können einzelne Holzklötze an bestimmten Stellen herausgenommen werden, der Turm bleibt weiterhin stehen/ist stabil. Es gibt Stellen, an denen man keine Holzklötze herausnehmen kann oder es sehr schwierig ist: An Stellen, an denen z. B. zwei Holzklötze übereinandergesetzt sind, kann man keinen Holzklotz wegnehmen. Zudem ist es sehr schwierig, an den Ecken des Turms oder ganz unten beim Turm Holzklötze wegzunehmen. Wenn der Turm gestapelt gebaut ist, dann ist es gar nicht möglich, einzelne Holzklötze dazwischen herauszunehmen! In einem gestapelten Turm können nur ganz oben Holzklötze weggenommen werden. *Ggf. Wiederholung des Bauens mit getauschten Gruppen, sodass alle stabile Türme bauen können.*	Kinder benennen, dass die Anordnung der Holzklötze mit der Stabilität beim Turmbau zusammenhängt. Wenn der Turm versetzt gebaut ist, sagen sie z. B.: „Ich kann hier mittendrin ein Fenster machen, aber wenn ich dann darüber noch einen Holzklotz rausnehmen will, dann wackelt alles.“ Wenn der Turm gestapelt gebaut ist, stellen sie z. B. fest: „Bei mir kann ich gar nichts rausnehmen, nur die ganz oben, sonst kracht es ein.“		

Sequenz 3: Hält es oder fällt es?

Kurzbeschreibung

In dieser Sequenz erfahren die Kinder, dass ein gleichmäßiger Holzklotz (der oben liegt) nicht über seine eigene Mitte hinaus über einen anderen Holzklotz (der unten liegt) geschoben werden kann, ohne dass er von diesem hinunterfällt. Damit der obere Holzklotz trotzdem auf dem unteren Holzklotz liegen bleibt, wird ein Gegengewicht benötigt.

Hinweise

Die Fotos, die von den Kindern in dieser Sequenz nachgebaut werden können, enthalten mögliche und unmögliche Bausituationen. Die Holzklötze der unmöglichen Bausituationen wurden für das Foto zusammengeklebt.

Differenzierung

Während der Einzelarbeit bzw. der Gruppenarbeit können leistungsschwächeren Kindern auch vier von insgesamt acht Bausituationen zum Vermuten und anschließendem Überprüfen gereicht werden. Achten Sie darauf, dass hierbei mindestens eine mögliche bzw. unmögliche Bausituation vorhanden ist. Für leistungsstärkere Kinder kann die Gruppenarbeitsphase Spielcharakter bekommen, wenn eine von den acht Karten aufgedeckt wird. Die Kinder vermuten, ob die Bausituation „hält“ oder „fällt“, dann wird die Situation überprüfend aufgebaut und jedes Kind, das korrekt vermutet hat, erhält einen Punkt. Erweitert werden kann das Spiel, indem das Kind einen Punkt erhält, das als Erstes die korrekte Antwort gegeben hat.

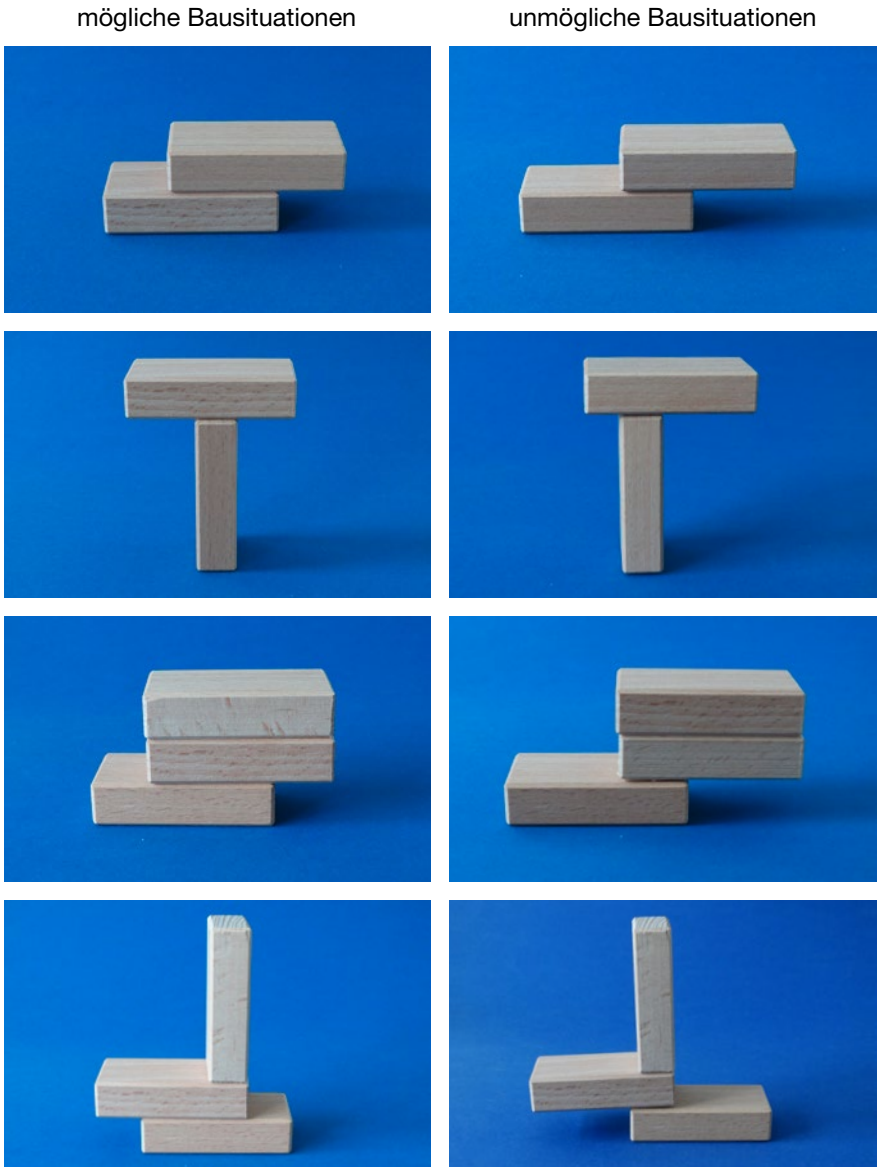


Abb. 9-16: Mögliche und unmögliche Bausituationen

Inhalts- und prozessbezogene Ziele

Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)	Zugehöriges Wissen
Die Kinder … • beschreiben, wie ein Holzklotz stabilisiert werden kann (Schieben, Gegengewicht), ohne dass er von einem anderen Holzklotz hinunterfällt (IK 4).	Ein gleichmäßiger Holzklotz, der auf einem anderen liegt, kann nicht über seine eigene Mitte hinausgeschoben werden, ohne dass er vom unten liegenden Holzklotz hinunterfällt. Wird der obere Holzklotz über die eigene Mitte hinausgeschoben, benötigt er an der kürzeren Seite ein Gegengewicht.
Prozessbezogene Kompetenzen (PK)	**Zugehöriges Wissen**
Die Kinder … • äußern Ideen und einfache Vermutungen über ein zu erwartendes Ereignis (PK-N 2). • führen einfache Fertigungsprozesse nach Anleitung ggf. mit Hilfestellungen durch (PK-T 1). • vergleichen und bewerten technische Lösungen anhand einzelner (leicht erkennbarer; ggf. vorgegebener) Kriterien (PK-T 3).	Indem die Kinder einfache Ideen und Vermutungen zur Stabilität von Bauwerken äußern, legen sie die Grundlage dafür, gezielte Fertigungsprozesse nach Anleitung durchzuführen. Das Nachbauen von einfachen Bausituationen ermöglicht es den Kindern, anhand einzelner, leicht erkennbarer Kriterien ihre Lösungen zu bewerten.

Sprache

Spezifischer Wortschatz und Redemittel	Typische kindliche Umschreibungen
• stabil	fest, bleibt stehen
• Gegengewicht	Holzklotz oben drauf
• Mitte	Mitte
• mögliche/unmögliche Bausituation	mögliches, richtiges/unmögliches, falsches, gezaubertes Gebautes

Ablauf Sequenz 3: Hält es oder fällt es?

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
Sitzkreis **10 min**	*Holzklötze in die Mitte eines Tischs bzw. auf den Boden legen und zweimal den Anfang eines Turms mit sechs Holzklötzen aufbauen.* Schaut mal, hier liegen wieder die Holzklötze. Mit denen habt ihr beim letzten Mal Türme gebaut. Hier seht ihr jeweils den Start vom Turmbau. **Wer weiß denn noch, wie man den einen Turm jetzt weiterbauen kann? Und wie den anderen? Und wie hieß das noch einmal, wenn man so baut? Oder so baut? Und welcher Turm blieb stehen (bzw. war stabil)?** *Kurze Demonstration (ggf. durch Kinder) vorführen.* Genau, ein gestapelter Turm bleibt also nicht stehen/ist nicht stabil, ein Turm, der versetzt gebaut wurde, bleibt stehen/ist stabil. *Holzklötze zur Seite legen, zwei große Holzklötze übereinanderlegen, ein dritter großer Holzklotz liegt zunächst daneben und ist sichtbar für die Kinder.* Heute habe ich große Holzklötze mitgebracht. Die kann ich ja auch so versetzt aufeinanderlegen. Wir sammeln jetzt eure Ideen. **Was meinst du, wie weit kann der obere Holzklotz denn geschoben werden, ohne dass er hinunterfällt? Und was kannst du tun, damit der obere Holzklotz nicht hinunterfällt, obwohl der Holzklotz ja dazu neigt?** **Und jetzt testen wir mal eure Ideen und ihr guckt, was passiert.**	Kinder antworten, was sie beim letzten Mal herausgefunden haben, und bauen ggf. die Anfänge der Türme auf. Kinder äußern Ideen und einfache Vermutungen, z. B.: „Da liegt ja noch ein anderer Holzklotz, den kann man darunter klemmen als Stütze“, „Den Holzklotz nur so bis hier schieben, dann nicht weiterschieben“, „Den Holzklotz einfach festkleben.“	3 große Holzklötze	ca. 20 normale Holzklötze

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
	Demonstrieren, dass der obere Holzklotz nur bis zur Mitte des Holzklotzes über den unteren Holzklotz geschoben werden kann, dann fällt er; den dritten großen Holzklotz hinzunehmen und zeigen, dass er auf den oberen Holzklotz als Gegengewicht gelegt werden kann, damit der untere Holzklotz nicht hinunterfällt. **Was konntest du beobachten?** Genau, der obere Holzklotz darf nicht über die Mitte hinaus über den unteren Holzklotz geschoben werden, dann fällt er nämlich hinunter. Oder auf den oberen Holzklotz muss noch ein Holzklotz gelegt werden, dann kann er so liegen bleiben.	Kinder geben an, wie sie einen Holzklotz stabilisieren können (schieben, Gegengewicht), ohne dass er von einem anderen Holzklotz hinunterfällt.		
Einzelaktivität/ Partnerarbeit **15 min**	*Fotos kurz hochhalten und ein Foto auswählen.* Heute bekommt ihr allein oder zu zweit mehrere Fotos, auf denen etwas gebaut wurde. Manche Bausituationen sind möglich und die Holzklötze können so gebaut werden, manche Bausituationen sind aber unmöglich und die Holzklötze können so gar nicht gebaut werden. **Was meinst du, kannst du dieses Foto nachbauen?** *Pro Gruppe nicht mehr als vier Holzklötze verteilen.* **Und jetzt dürft ihr allein oder zu zweit mit einem Partner eure Ideen testen.** **War deine Idee richtig? Jetzt dürft ihr allein oder zu zweit mit einem Partner immer ein Foto erst genau angucken, dann Ideen sammeln und dann die Idee testen.** *Fotos an alle Gruppen verteilen.*	Kinder äußern Ideen und einfache Vermutungen, z. B.: „Ich glaube, das geht nicht, weil der Holzklotz ist ganz weit geschoben worden.“ Kinder überprüfen ihre Vermutungen. Kinder vermuten erst und überprüfen dann ihre Vermutungen, indem sie das Foto nachbauen.	Fotos (mit möglichen und unmöglichen Bausituationen) Fotos (mit möglichen und unmöglichen Bausituationen)	20 normale Holzklötze

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
Sitzkreis **5 min**	**Jetzt schauen wir uns die Bilder noch einmal gemeinsam an. Was habt ihr denn bei diesem Foto herausgefunden? Und bei diesem?** *Fotos zeigen und ggf. mit Holzklötzen Bausituation demonstrieren.* Genau, manche Bauten fallen zusammen, da der obere Holzklotz über die Hälfte hinaus über den unteren Holzklotz geschoben worden ist und es kein Gegengewicht gibt.	Kinder antworten und erklären, warum die Bausituation nachgebaut werden kann oder nicht.	Fotos (mit möglichen und unmöglichen Bausituationen)	

Sequenz 4: Nachbauen

Kurzbeschreibung

In dieser Sequenz bauen die Kinder entweder reale Bauwerke nach, z. B. den schiefen Turm von Pisa, oder Bauwerke, die von anderen Kindern gebaut wurden.

Hinweise

In dieser Sequenz können die Kinder je nach Vorliebe ein reales oder ein von anderen Kindern gebautes Bauwerk nachbauen.

Differenzierung

Da die Kinder in dieser Sequenz selbst ein Foto auswählen, das sie nachbauen möchten, legen sie den Schwierigkeitsgrad der Aufgabe fest. Die Fotos von Bauwerken, die Kinder gebaut haben, sind den Kindern in ihrem Alltag vertraut und können auch von leistungsschwächeren Kindern nachgeahmt werden. Die realen Bauwerke nachzubauen, stellt eine abstraktere Aufgabe dar, die für leistungsstärkere Kinder geeignet sein könnte.

Inhalts- und prozessbezogene Ziele

Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)	Zugehöriges Wissen
Die Kinder … • bauen aus verschiedenen Bausteinen (stabile) Gebäude (IK 3).	Das Nachbauen oder freie Bauen von Gebäuden muss berücksichtigen, dass Gebäude eher halten, wenn sie mit gleichmäßigen Steinen im Verbund gebaut werden und wenn die oberen Bauklötze nicht zu weit über die unteren Bauklötze hinausragen.
Prozessbezogene Kompetenzen (PK)	**Zugehöriges Wissen**
Die Kinder … • vergleichen und bewerten technische Lösungen anhand einzelner (leicht erkennbarer; ggf. vorgegebener) Kriterien (PK-T 3).	Lernende können an einfachen, ausgewählten Beispielen erste Kompetenzen im Bewerten des eigenen technischen Handelns und im Bewerten erstellter Problemlösungen erleben. Im Prozess des Nachbauens von Bauwerken werden die Kinder dazu angeregt, ihre eigenen Bauwerke nach Kriterien zu beurteilen.

Sprache

Spezifischer Wortschatz und Redemittel	Typische kindliche Umschreibungen
• stabil	fest, bleibt stehen
• Gegengewicht	Holzklotz oben drauf
• Mitte	Mitte

Ablauf Sequenz 4: Nachbauen

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
Sitzkreis **5 min**	*Vier Holzklötze in die Mitte eines Tischs bzw. auf den Boden legen und Fotos zeigen.* Diese Fotos hier kennt ihr ja schon. **Letztes Mal habt ihr euch das Foto ganz genau angeschaut, dann hattet ihr eine Idee, warum der obere Holzklotz liegen bleibt oder hinunterfällt, und dann habt ihr das genau getestet, indem ihr das Foto nachgebaut habt. Was habt ihr denn bei diesem Foto herausgefunden? Und bei diesem?** *Bausituationen kurz nachbauen, ggf. von Kindern bauen lassen.* Genau, manche Bauten fallen zusammen, da der obere Holzklotz über die Hälfte hinaus über den unteren Holzklotz geschoben worden ist und es kein Gegengewicht gibt.	Kinder antworten und erklären, warum die Bausituation nachgebaut werden kann oder nicht, ggf. Bausituation nachbauen lassen.	5 normale Holzklötze, Fotos (mit möglichen und unmöglichen Bausituationen)	weitere normale Holzklötze
Einzelaktivität/ Partnerarbeit **20 min**	Heute habe ich weitere Fotos mitgebracht, auf denen Kinder etwas gebaut haben. Hier z. B. mit Holzklötzen, aber hier auch mit richtigen Steinen von draußen. **Kannst du das auch so bauen? Das Gebaute soll natürlich stehen bleiben/stabil sein.** Und hier sind noch Fotos von echten Gebäuden. **Kannst du die auch ungefähr so nachbauen? Auch hier soll das Gebaute natürlich stehen bleiben/stabil sein.** Jetzt dürft ihr allein oder zu zweit ein Foto nachbauen. Wer möchte denn welches Foto nachbauen? *Pro Gruppe ein Foto verteilen, weitere Gegenstände den Kindern in einer großen Kiste zur Verfügung stellen.*	Kinder wählen ein Foto und setzen vorgegebene Planungen um, indem sie aus verschiedenen Gegenständen standfeste/stabile Gebäude bauen.	Fotos von realen Bauwerken, Fotos von Bauwerken von Kindern, (s. Kopiervorlagen, Kap. 6, ab S. 111)	passende Holzklötze, weitere verschiedene Holzklötze und andere Baumaterialien

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
Sitzkreis **5 min**	*Bauphase beenden und mit Kindern die einzelnen Bauten besprechen.* **Beschreibe mir mal genau, wie du das Foto nachgebaut hast.** Vergleiche mal das Gebaute von dem Kind … mit dem Foto. Guck mal, hier auf dem Bild ist ja so etwas. Wo hast du das denn hier gebaut bei dir? Beschreibe doch mal, was siehst du hier ganz unten? Und was hier oben? Was war besonders schwierig zu bauen? Was war einfach zu bauen? Wie hast du/hat Kind … das an dieser Stelle stabil gemacht? Schau mal, da sind auch Fenster/Rundbögen/Türme drin. War das schwierig zu bauen? Worauf musstest du achten?	Kinder beenden das Bauen und hören den anderen Kindern zu. Kinder antworten und stellen ihr Gebautes vor.	Fotos von realen Bauwerken, Fotos von Bauwerken von Kindern (s. Kopiervorlagen, Kap. 6)	

5.4.2 Diagnostik von Kompetenzen zu Mauer-und Turmbau während der Sequenzen 1, 1a, 2, 2a, 3 und 4

Es gibt vielfältige Möglichkeiten während der Sequenzen zum Thema Mauer- und Turmbau zu beobachten, inwieweit Kinder ein Kompetenzniveau erreicht haben, das den in der jeweiligen Sequenz angestrebten inhaltsbezogenen und naturwissenschaftlichen sowie technischen prozessbezogenen Kompetenzen entspricht. Dabei können entweder Elemente der Sequenzen für gezielte Beobachtungen herangezogen und ausgewertet oder die Sequenzen am Ende mit einigen Fragen und Aktivitäten angereichert werden. Ihre Beobachtungen und Rückschlüsse hinsichtlich des Kompetenzniveaus einzelner Kinder ermöglichen eine Anpassung der Erwartungen für die Sequenzen. Sie können auf diese Weise die Inhalte und das Vorgehen in den Sequenzen auf das Verständnisniveau der Kinder einstellen und ggf. Wiederholungen einführen sowie unterschiedliche Angebote für Kinder mit unterschiedlichem Kenntnisstand bereithalten.

Um in den Sequenzen 1 und 1a sicherzustellen, dass die Kinder den Unterschied zwischen gleichmäßigen und ungleichmäßigen Steinen verstanden haben, könnte man ihnen eine Auswahl an Natursteinen aus unterschiedlichem Material (z. B. Kiesel, Marmor oder Lava) sowie Holzklötze in verschiedenen Größen vorlegen und sie sortieren lassen. Fragen, die in Einzelgesprächen gestellt werden können, wären beispielsweise: „Welche Steine haben so glatte Flächen? Und welche haben Ecken und Spitzen bzw. sind rund? Welche Steine sehen alle ähnlich aus bzw. haben die gleiche Form? Und welche sehen alle anders aus und sind gar nicht gleich?“ Sofern die Kinder an der Meinung festhalten, dass sich Mauern einfacher mit ungleichmäßigen Steinen bauen lassen, können sie nochmals aufgefordert werden, möglichst hohe Mauern zu bauen. Sie bemerken dann, dass sich gleichmäßige Holzklötze aufgrund ihrer Form und Standfläche besser eignen.

In den Sequenzen 2 und 2a erfahren die Kinder, dass versetzte Holzklötze im Vergleich zu gestapelten Holzklötzen eine größere Stabilität des Turms bewirken. An den Aussagen und Begründungen der Kinder ist zu erkennen, ob sie mit zuvor erfahrenen Beobachtungen argumentieren oder ihnen Begründungen noch schwerfallen. Bei der Einführung der Wörter „stabil“, „versetzen“ und „stapeln“ sollten Sie auf die sprachlichen und begrifflichen Voraussetzungen der beteiligten Kinder achten.

Um in Sequenz 3 feststellen zu können, ob die Kinder erklären können, warum eine Bausituation möglich oder unmöglich ist, können Nachfragen im Einzelgespräch sowie Gegenüberstellungen von verschiedenen Bausituationen helfen: „Du hast vorher gesagt, dass der obere Holzklotz hinunterfallen wird, und dann ist er hinuntergefallen. Aber warum? Guck mal, diese Bausituation ist ja ähnlich, aber hier fällt der obere Holzklotz nicht hinunter. Aber bei der Bausituation hier schon. Was meinst du dazu?“

In Sequenz 4 bauen die Kinder anhand von Fotos sehr individuell reale Bauwerke oder Bauwerke von Kindern nach, was Ihnen einen Überblick darüber verschaffen kann, welche Erfahrungen aus den vorherigen Sequenzen umgesetzt werden. Fordern Sie deshalb die Kinder in der Bauphase auf, das Gebaute zu beschreiben.

5.5 Bildungsangebote aus dem Themenbereich „Stabilität und Gleichgewicht“ – Wippen

5.5.1 Sequenzen zu Wippen

Sequenz 1: Gleichgewicht und Wippen erkunden

Kurzbeschreibung

In dieser Sequenz erkunden die Kinder die Wippe, die ihnen vermutlich aus ihrem Alltag bekannt ist. Die Kinder erfahren, wie eine Wippe ins Gleichgewicht oder aus dem Gleichgewicht gebracht werden kann. Hierzu stehen ihnen viele verschiedene Gegenstände, z. B. Holzklötze oder Figuren, zur Verfügung. Diese Gegenstände lernen die Kinder zu Beginn dieser Sequenz kennen. Anschließend dienen sie als Gewichte, die sie mit der Wippe phänomenal erfahren können.

Hinweise

Eine Wippe besteht aus einem Wippenständer und einer Holzleiste. Der Wippenständer besteht aus einem Kaplastein mit einer kleinen Auflagefläche und zwei normalen Steinen, die den Kaplastein stützen. Der Rest der Wippe wird als Balken bezeichnet und besteht aus einer langen Holzleiste.

Eventuell wird von den Kindern der Begriff „Gewicht“ schon genannt. Dieser Begriff muss nicht explizit eingeführt werden, kann aber verwendet werden.

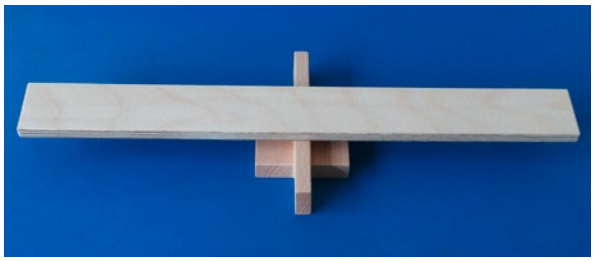


Abb. 1: Wippe

In allen Sequenzen ist es empfehlenswert, die Gegenstände bzw. Holzklötze für die Einzelaktivität/Partnerarbeit in einem großen Behälter aufzubewahren und in die Mitte zu legen.

Differenzierung

In der ersten Sitzkreisphase können leistungsstärkere Kinder ihre Vermutungen vorab auf das Forscherblatt (s. Kopiervorlage, Kap. 6) zeichnen und anschließend handelnd überprüfen, ob das Eingezeichnete das Ungleichgewicht (erstes Forscherblatt) bzw. das Gleichgewicht (zweites Forscherblatt) veranlasst. Leistungsschwächere Kinder können während der Einzelarbeit bzw. Gruppenarbeit unterstützt werden, indem Sie ihnen Gegenstände reichen, die einerseits gut neben- und aufeinandergelegt werden können und andererseits sehr ähnlich sind (z. B. zweimal den gleichen Holzklotz). Mit diesen gezielt ausgewählten Gegenständen kann die Wippe einfacher von den Kindern ins Ungleichgewicht bzw. Gleichgewicht gebracht werden.

Inhalts- und prozessbezogene Ziele

Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)	Zugehöriges Wissen
Die Kinder … • beschreiben, wie man eine Wippe ins Gleichgewicht bzw. aus dem Gleichgewicht bringen kann (IK 4). • nennen einzeln Gewicht/Größe (leichter/schwerer, mehr/weniger, größer/kleiner) und Abstand zur Mitte (näher dran/weiter weg) der Bauklötze (Last) und Länge der Wippenseiten (kürzer/länger) als mögliche Einflussfaktoren des Gleichgewichts der Wippe (IK 4).	Wippen werden ins Gleichgewicht gebracht, wenn beide Gewichte auf beiden Seiten genau gleich schwer sind und den gleichen Abstand von der Mitte der Wippe haben. Wippen, die mit verschiedenen Gewichten im gleichen Abstand oder mit gleichen Gewichten in verschiedenem Abstand von der Mitte belastet werden, sind aus dem Gleichgewicht.
Prozessbezogene Kompetenzen (PK)	**Zugehöriges Wissen**
Die Kinder … • planen und beschreiben ihre Vorgehensweise mündlich (optionale Differenzierung: auch zeichnerisch) (PK-N 4, PK-T 4). • beobachten einzelne Merkmale zielgerichtet über einen kürzeren Zeitraum und beschreiben diese (PK-N 6). • beschreiben einfache technische Zusammenhänge durch Wenn-dann-Formulierungen (PK-T 2).	Das Wissen zur Planung wird in dieser Sequenz angebahnt, indem die Kinder ihre Untersuchungen an der Wippe planen. Der Austausch von Ideen zur Lösung technischer Aufgaben/Probleme, das Lesen von Arbeitsanweisungen sowie das Dokumentieren von Konstruktionsergebnissen, erschlossenen Funktionsweisen, Herstellungsprozessen und Arbeitsabläufen erfordern technikspezifische Formen der Kommunikation. Diese Kompetenz wird hier geübt, indem die Kinder ihre Untersuchungsplanungen und Vorgehensweisen an der Wippe beschreiben und, wenn möglich, aufzeichnen. Das Erkunden und Analysieren von technischen Gegenständen soll es den Kindern ermöglichen, zugrunde liegende Zusammenhänge zu erkennen. Dieses Wissen wird vermittelt, indem die Kinder die Wippe untersuchen und erproben, wie die Wippe ins Gleichgewicht oder aus dem Gleichgewicht gebracht werden kann.

Sprache

Spezifischer Wortschatz und Redemittel	Typische kindliche Umschreibungen
• Gegenstand	Ding, Sache
• mehr/weniger Gegenstände	mehr/weniger Dinge
• Abstand zur Mitte	weiter weg/näher an der Mitte
• gleich schwer/schwerer/weniger schwer	gleich/schwerer/leichter
• ausgeglichen	gleich

Ablauf Sequenz 1: Gleichgewicht und Wippen erkunden

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
Sitzkreis **10 min**	*Wippe mit Wippenständer und Holzleiste in der Mitte eines Tischs bzw. auf dem Boden aufbauen, Gewichte durcheinander dazulegen.* Schaut mal, was ich euch mitgebracht habe. Habt ihr so etwas schon einmal gesehen? *Ggf. Begriffe „Wippenständer“ und „Balken“ (für Holzleiste) einführen.* Auf dieser Wippe können wir verschiedene Gegenstände wippen lassen. Aber erst gucken wir uns die Gegenstände mal ganz genau an. Jeder erhält zwei. *Ggf. Begriff „Gegenstand“ einführen, verteilen der Gegenstände an die Kinder.*	Kinder erkennen eine Wippe.	1 Wippenständer, 1 Holzleiste, 4 Holzfiguren, ggf. 2 Zylinder und 2 Halbmonde	ca. 10 normale Holzklötze, viele weitere Gegenstände in verschiedenen Formen und Farben, z. B. Lego-/Duplosteine, kleine Figuren etc.
	Wie sieht denn dein Gegenstand so aus? Ist er groß oder eher klein? Nimm einmal diesen Gegenstand in die andere Hand. Welcher von deinen Gegenständen ist denn leichter als der andere? *Die Begriffe „Größe“ und „Gewicht“ können eingeführt werden. Hinsichtlich des Gewichts deutlich unterscheidbare Gegenstände verwenden.*	Kinder beschreiben Größe, Gewicht. Evtl. beschreiben die Kinder von sich aus Form, Farbe und Material des Gegenstands, dies steht aber für diese Sequenz nicht im Fokus.		
	Jetzt möchten wir mit den Gegenständen wippen. **Was musst du tun, damit die Wippe schief wird?** Sag mir das mal. (*Optionale Differenzierung:* Kannst du mir das hier auf diesem Forscherblatt mal einzeichnen? Dann darfst du gleich testen, ob die Wippe wirklich schief wird.) *Ggf. Forscherblätter verteilen.* *Zur Einführung nur jeweils einen Gegenstand auf die Wippe legen.*	Kinder planen und beschreiben ihre Vorgehensweise mündlich (optionale Differenzierung: auch zeichnerisch). Die Kinder nennen/zeichnen verschiedene Gegenstände.	ggf. Forscherblätter (s. Kopiervorlage, Kap. 6)	ggf. Stifte

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
	Wir schauen mal gemeinsam. Stimmt, wenn wir hier einen Gegenstand hinsetzen, dann wird die Wippe schief. **Was musst du tun, damit die Wippe wieder gerade wird?** Sag mir das mal. (*Optionale Differenzierung:* Kannst du mir das hier auf diesem Forscherblatt mal einzeichnen? Dann darfst du gleich testen, ob die Wippe wirklich wieder gerade wird.) *Ggf. Forscherblätter verteilen.* Stimmt, wenn wir hier einen Gegenstand auf die andere Seite hinsetzen, dann wird die Wippe gerade.	Kinder planen und beschreiben ihre Vorgehensweise mündlich (optionale Differenzierung: auch zeichnerisch). Die Kinder nennen/zeichnen verschiedene Gegenstände.	ggf. Forscherblätter (s. Kopiervorlage, Kap. 6)	ggf. Stifte
Einzelaktivität/ Partnerarbeit **15 min**	**Jetzt dürft ihr allein bzw. zu zweit mit einem Partner ganz viel an eurer Wippe ausprobieren.** Hier in der Mitte sind alle Gegenstände, die ihr nehmen dürft. Wenn ihr etwas nicht mehr benötigt, dann legt ihr es wieder zurück. *Wippenständer und Holzleisten an alle Gruppen verteilen.* *Mit den einzelnen Kindern oder Gruppen sprechen:* **Was hast du dir überlegt? Warum willst du das auf diese Seite stellen? Warum denkst du, das soll so schwer sein?** Beschreibe, wie du die Wippe verändert hast, dass sie zu einer Seite gekippt ist/jetzt schief ist? Wie hast du das gemacht? Kommt es darauf an, ob da mehr/weniger, schwerere/leichtere Gegenstände drauf sind?	Kinder setzen ihre Planung, die vorab mündlich oder zeichnerisch gemacht wurde, um und überprüfen diese. Kinder beschreiben ihre Beobachtungen mit eigenen Worten. Wenn die Kinder die Wippe aus dem Gleichgewicht bringen, kündigen sie z. B. an: „Ich mach hier ganz viel drauf, dann kippt das.“	5 Wippenständer, 5 Holzleisten	viele weitere Gegenstände in verschiedenen Formen und Farben, z. B. Lego-/Duplosteine, kleine Figuren etc.

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
	Woran liegt es, dass die Wippe auf der einen Seite nach unten gekippt ist? Siehst du? Die andere Seite ist noch ganz leer/da sind weniger Gegenstände drauf. Siehst du? Dieser Gegenstand hier ist schon recht groß/schwer. Was setzt du jetzt auf die andere Seite? Jetzt hast du die Wippe wieder gerade gemacht. Beschreibe doch mal, was hast du auf die andere Seite gesetzt? Woran liegt es, dass die Wippe auf beiden Seiten gerade ist? Jetzt hast du gleich viel auf beiden Seiten draufgesetzt. Beide Seiten sind gleich schwer.	Wenn die Kinder die Wippe wieder ins Gleichgewicht bringen, sagen sie z. B.: „Jetzt will ich das wieder gerade haben, ich setze ganz viele Dinge genau auf die Mitte“, „Ich muss die andere Seite auch schwer machen“, „Ich muss genau die gleichen Dinge auf die andere Seite setzen.“ Eventuell beschreiben die Kinder auch den Abstand zur Mitte als Einflussfaktor, dies steht aber für diese Sequenz nicht im Fokus.		
Sitzkreis **5 min**	*Die Wippe einer Gruppe wird in der Mitte des Tischs bzw. auf dem Boden aufgebaut.* **Erzählt mir doch einmal, was ihr heute herausgefunden habt.** Wie könnte man die Wippe noch einmal zu einer Seite wippen lassen? Was musst du machen, damit die Wippe ganz gerade wird? *Ggf. Demonstration vorführen.* Genau, wenn du auf der einen Seite etwas Schweres/mehr hast, dann kippt die Wippe auf dieser Seite. Wenn du die Wippe wieder gerade machen möchtest, dann musst du darauf achten, dass es auf der anderen Seite gleich schwer ist.	Kinder beschreiben, wie man eine Wippe aus dem Gleichgewicht und ins Gleichgewicht bringen kann, und begründen ihre Beobachtungen, z. B.: „Da hab ich was Schweres draufgesetzt, dann ging das runter … dann hab ich auf die andere Seite auch so etwas Schweres gesetzt, dann war das wieder gerade.“ Kinder nennen für das Gleichgewicht und Ungleichgewicht mögliche Einflussfaktoren wie Gewicht (leichter/schwerer, mehr/weniger) und Größe (größer/kleiner).	1 Wippenständer, 1 Holzleiste, 4 Holzfiguren, ggf. 2 Zylinder und 2 Halbmonde	10 normale Holzklötze

Sequenz 2: Wippen ins Gleichgewicht und aus dem Gleichgewicht bringen

Kurzbeschreibung

Aufbauend auf der vorherigen Sequenz werden den Kindern in dieser Sequenz Holzklötze angeboten, die alle die gleiche Form, Farbe, Größe und Gewicht haben. Die Wippen sind mit Punkten versehen, die anzeigen, wo die Holzklötze hingelegt werden sollen. Dies ermöglicht die systematische Vertiefung der Sequenz 1, da die Kinder angeregt werden, den Abstand des aufgesetzten Gegenstands zum Drehpunkt zu beachten und zu vergleichen.

Hinweise

In der letzten Phase dieser Sequenz sitzen alle Kinder im Sitzkreis und die Wippe einer Gruppe wird in die Mitte des Tischs bzw. auf den Boden gestellt. Die Kinder schlagen verschiedene Möglichkeiten vor, wo genau, d. h. auf welche Punkte der Wippe, die Holzklötze gelegt werden können. Da sehr viele unterschiedliche Möglichkeiten bestehen, kann an dieser Stelle die Bildersammlung mit möglichen Kombinationen hilfreich sein.

Im Folgenden sehen Sie einige dieser Kombinationen. Es gibt Kombinationen mit gleicher (5 Aufgaben) und ungleicher (6 Aufgaben) Anzahl von Klötzen. Zu den vorgeschlagenen Aufgaben stehen Ihnen jeweils drei Seiten zur Verfügung, die Sie wahlweise einsetzen können. Die jeweils erste Seite stellt den Forscherauftrag dar und kann als Bildimpuls eingesetzt werden. Die jeweils zweite Seite stellt ebenfalls den Forscherauftrag dar, jedoch mit einer Hilfestellung, da in dem Bild zu sehen ist, welche Anzahl von Holzklötzen auf die andere Seite gelegt werden kann. Auf der jeweils dritten Seite ist die Lösung des Forscherauftrags abgebildet. Falls die Kinder von sich aus von Begriffen wie „doppelt/dreifach/halb so viel“ oder „doppelt/dreifach/halb so weit weg“ sprechen, dann können diese Begriffe verwendet werden. Dies ist aber nicht Fokus dieser Sequenz.

Differenzierung

Leistungsstärkere Kinder können wie in der vorherigen Sequenz während der Einzelarbeit bzw. Gruppenarbeit zunächst einmal auf einem Forscherblatt (s. Kopiervorlage, Kap. 6) einzeichnen, was sie vermuten, um diese Vermutung dann anschließend handelnd zu überprüfen. Wenn leistungsschwächere Kinder ebenfalls das Forscherblatt benutzen möchten, kann die Bildersammlung mit möglichen Kombinationen, die in der letzten Sitzkreisphase zum Einsatz kommt, als Anregung dienen. Die Kinder können hier sehen, wie ein Holzklotz (die Umrisse/Kanten eines Holzklotzes) auf einer Wippe gezeichnet werden kann. Eine weitere Differenzierungsmaßnahme für leistungsschwächere Kinder stellt der Forscherauftrag mit Hilfestellung in der letzten Sitzkreisphase dar.

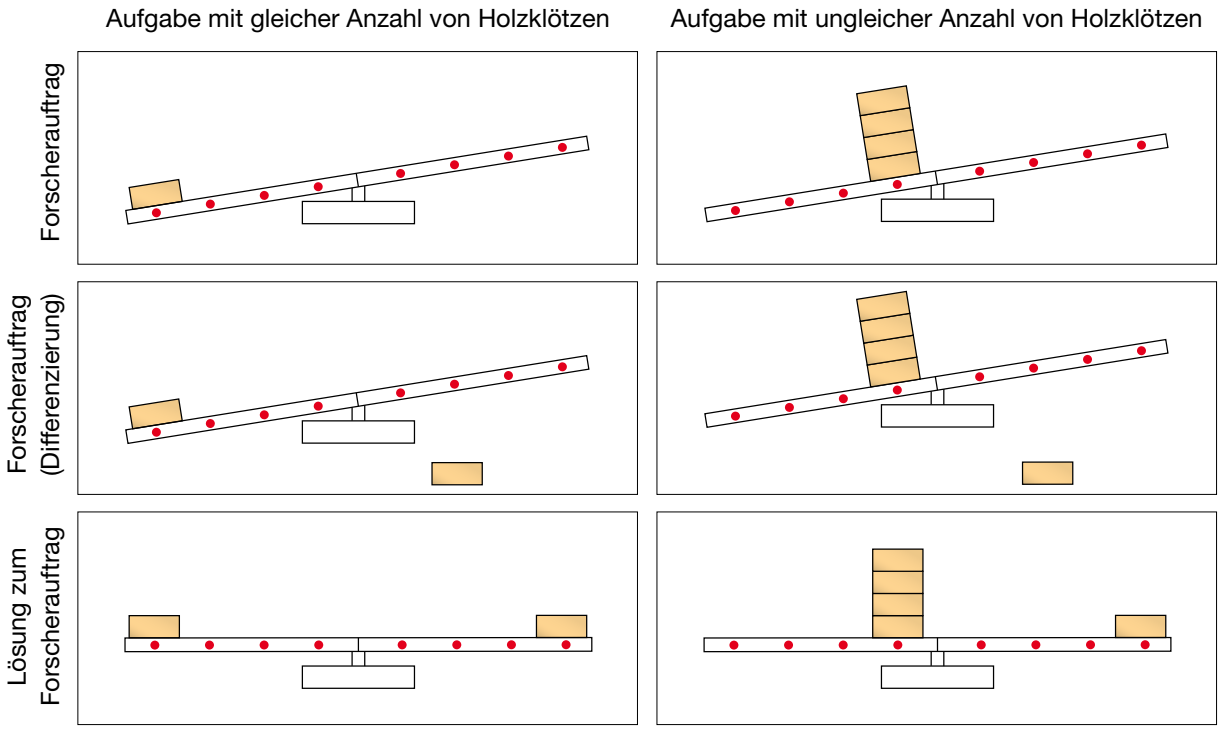


Abb. 2-7: Forscheraufträge Wippe

Inhalts- und prozessbezogene Ziele

Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)	Zugehöriges Wissen
Die Kinder … • beschreiben, wie man eine Wippe ins Gleichgewicht bzw. aus dem Gleichgewicht bringen kann (IK 4). • nennen einzeln Gewicht/Größe (leichter/schwerer, mehr/weniger; größer/kleiner) und Abstand zur Mitte (näher dran/weiter weg) der Bauklötze (Last) und Länge der Wippenseiten (kürzer/länger) als mögliche Einflussfaktoren des Gleichgewichts der Wippe (IK 4).	Wippen sind im Gleichgewicht, wenn beide Gewichte auf beiden Seiten genau gleich schwer sind und den gleichen Abstand von der Mitte der Wippe haben. Wippen, die mit verschiedenen Gewichten im gleichen Abstand oder mit gleichen Gewichten in verschiedenen Abständen von der Mitte belastet werden, sind aus dem Gleichgewicht.
Prozessbezogene Kompetenzen (PK)	**Zugehöriges Wissen**
Die Kinder … • führen einfache Versuche nach Anleitung durch und finden durch Probieren Lösungen für einfache technische Aufgaben (PK-N 5, PK-T 1). • formulieren erste Generalisierungen im Sinne von einfachen Wenn-dann-Beziehung aufgrund von Beobachtungen („Wenn ich das weiter nach da schiebe, dann wird es wieder gerade.“) (PK-N 10). • planen und beschreiben ihre Vorgehensweise mündlich und tauschen sich dazu aus (optionale Differenzierung: auch zeichnerisch) (PK-N 4, PK-T 4).	Die Durchführung eines Versuchs oder eines Experiments erfordert, dass ein Plan möglichst präzise und sorgfältig ausgeführt wird. Diese Kompetenz wird hier angebahnt, indem zur Wirkung des Gewichts (bzw. der Masse) der aufgelegten Gegenstände bzgl. des Gleichgewichts eines zweiseitigen Hebels Versuche geplant und durchgeführt werden. In der Technik ist es jedoch auch wichtig, Lösungen zu optimieren und dafür einfache Lösungen zu erproben. Diese Kompetenz wird hier geübt, indem die Kinder ausprobieren, wie das Gleichgewicht an der Wippe hergestellt wird. Die sorgfältige Planung einer Untersuchung kann wesentlich dazu beitragen, ihre Effektivität und Aussagekraft zu erhöhen. Dieses Wissen wird in dieser Sequenz vermittelt, indem die Kinder ihre Untersuchungen an der Wippe planen. Der Austausch von Ideen zur Lösung technischer Aufgaben/Probleme, das Lesen von Arbeitsanweisungen sowie das Dokumentieren von Konstruktionsergebnissen, erschlossenen Funktionsweisen, Herstellungsprozessen und Arbeitsabläufen erfordern technikspezifische Formen der Kommunikation. Diese Kompetenz wird hier angebahnt, indem die Kinder ihre Untersuchungsplanungen und Vorgehensweisen an der Wippe beschreiben und, wenn möglich, aufzeichnen.

Sprache

Spezifischer Wortschatz und Redemittel	Typische kindliche Umschreibungen
• mehr/weniger Holzklötze	mehr/weniger Dinge
• Abstand zur Mitte	weiter weg/näher an der Mitte
• gleich schwer/schwerer/weniger schwer	gleich/schwerer/leichter
ausgeglichen	gleich

Ablauf Sequenz 2: Wippen ins Gleichgewicht und aus dem Gleichgewicht bringen

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
Sitzkreis **5 min**	*Wippe mit Holzleisten ohne Punkte in der Mitte eines Tischs aufbauen, Gewichte durcheinander dazulegen.* Schaut mal, diese Wippe kennt ihr ja schon. Wie war das nochmal? **Was musst du tun, damit die Wippe zu einer Seite kippt? Was musst du tun, damit die Wippe gerade wird?** *Kurze Demonstration vorführen; dann Holzleisten austauschen und auf Punkte hinweisen.* Letztes Mal habt ihr herausgefunden, dass die Wippe schräg wird, wenn ihr die eine Seite schwer macht, und dass die Wippe wieder gerade wird, wenn ihr sie dann auf der anderen Seite gleich schwer macht. Wir konnten noch nicht so genau feststellen, was alles dazu führt, dass die Wippe wieder gerade wird, weil wir ganz viele unterschiedliche Gegenstände hatten. **Heute haben wir immer die gleichen Gegenstände, nämlich Holzklötze.** Von denen kann man mehr oder weniger nehmen. **Wir haben auch die Wippe genauer gemacht und Punkte daraufgeklebt,** auf jede Seite vier. Wir zählen mal gemeinsam. Jetzt können wir die Gegenstände immer ganz genau auf einen Punkt setzen. Guck, hier auf dieser Seite hast du einen Punkt nah an der Mitte und auf der anderen Seite auch. Beide sind genau gleich weit weg von der Mitte. Dieser Punkt hat also den gleichen Abstand zur Mitte wie dieser Punkt. Schaut mal, den einen Holzklotz kann ich auf der einen Seite hier hinsetzen (ganz weit nach außen) und den anderen auf der anderen Seite dort (nah zur Mitte). Aber ich kann auch zwei Holzklötze übereinandersetzen. Huch, was ist denn jetzt passiert?	Kinder antworten. Kinder zählen Punkte. Kinder beschreiben, was sie sehen.	1 Wippenständer, 1 Holzleiste, 1 Holzleiste mit Klebepunkten	ca. 10 normale Holzklötze; viele weitere gleich schwere Holzklötze, z. B. Lego-/Duplosteine

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
Einzel-aktivität/ Partner-arbeit **15 min**	*Die pädagogische Fachkraft fordert hier die Kinder wie in der ersten Sequenz auch zum Planen (mündlich und/oder zeichnerisch) auf, ggf. Forscherblätter verteilen.* **Jetzt dürft ihr allein oder zu zweit mit den Holzklötzen und der Punktewippe ganz viel ausprobieren. Ihr sollt herausfinden, wie man die Wippe wieder ins Gleichgewicht/gerade bekommt, wenn man die Holzklötze auf die Punkte setzt.** Hier in der Mitte sind alle Gegenstände, die ihr nehmen dürft. Wenn ihr etwas nicht mehr benötigt, dann legt ihr es wieder zurück. *Wippenständer und Holzleisten mit Punkten an alle Gruppen verteilen, Holzklötze können mit der Zeit auch durch andere Gegenstände ausgetauscht werden.*		5 Wippenständer, 5 Holzleisten mit Punkten ggf. Forscherblätter (s. Kopiervorlage, Kap. 6)	viele normale Holzklötze und andere jeweils gleich schwere Holzklötze ggf. Stifte
	Was hast du dir überlegt? Warum willst du das auf diese Seite stellen? Warum denkst du, das soll so schwer sein? Warum setzt du das auf diesen Punkt und das andere da hin? Beschreibe, wie viele Holzklötze du genommen hast. Und auf welche Punkte/welchen Punkt hast du etwas gesetzt, sodass die Wippe zur einen Seite gekippt ist/jetzt schief ist? Wie hast du das gemacht? Spielt es eine Rolle, ob gleich viele Holzklötze auf beiden Seiten sind, wenn der Abstand anders ist? *Abstand zur Mitte jeweils zeigen.*	Kinder planen und beschreiben ihre Vorgehensweise mündlich (optionale Differenzierung: auch zeichnerisch). Kinder setzen ihre Planung, die vorab mündlich oder zeichnerisch gemacht wurde, um und überprüfen diese. Kinder führen einfache Versuche bzgl. des Gleichgewichts eines zweiseitigen Hebels durch. Kinder beschreiben ihre Beobachtungen mit eigenen Worten.	ggf. Forscherblätter (s. Kopiervorlage, Kap. 6)	ggf. Stifte

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
	Woran liegt es, dass die Wippe auf der einen Seite gekippt ist? Siehst du? Die andere Seite ist noch ganz leer/da sind weniger Holzklötze drauf. Siehst du? Hier ist es schwerer. Was setzt du jetzt auf die andere Seite? Auf welche Punkte auf der anderen Seite setzt du deine Holzklötze? Jetzt hast du die Wippe wieder gerade gemacht. Beschreibe doch mal, was du auf die andere Seite gesetzt hast? Auf welche Punkte hast du das gesetzt? Woran liegt das, dass die Wippe auf beiden Seiten gerade ist? Jetzt ist sie auf beiden Seiten gleich schwer. Hier sind es aber weniger Klötze als hier. Hier ist es auch weiter weg von/näher an der Mitte als hier.	Wenn die Kinder die Wippe ins Ungleichgewicht bringen, sagen sie z. B.: „Ich mach hier einen Holzklotz nach ganz außen drauf, dann kippt das“, „Ich lege drei Holzklötze hier ganz nah an die Mitte.“ Wenn die Kinder die Wippe wieder ins Gleichgewicht bringen, stellen sie z. B. fest: „Wenn ich einen ganz außen habe, dann kann ich auch zwei etwas näher an die Mitte hinsetzen“, „Ich kann auch Holzklötze gleich weit weg von der Mitte hinsetzen, dann müssen es aber gleich viele auf beiden Seiten sein.“		
Sitzkreis **10 min**	*Die Wippe einer Gruppe wird in der Mitte des Tischs bzw. auf dem Boden aufgebaut.* **Lasst uns mal gemeinsam sammeln, wo man überall die Holzklötze hinlegen kann.** Wo musst du Holzklötze hinsetzen, damit die Wippe zu der einen Seite kippt? Wo kannst du überall Holzklötze hinsetzen, damit die Wippe ganz gerade wird? *Gemeinsame Demonstration vorführen.*	Kinder berichten darüber, wie viele Holzklötze sie an welchen Punkten auf die Wippe gesetzt haben. Kinder schlagen verschiedene Möglichkeiten vor und formulieren erste Generalisierungen im Sinne einer einfachen Wenn-dann-Beziehung, z. B. …	Bilder mit möglichen Kombinationen (s. Kopiervorlage, Kap. 6, ab S. 130), 1 Wippenständer, 1 Holzleiste mit Punkten	viele weitere gleich schwere Holzklötze

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
	Genau, wenn du auf die eine Seite etwas nach ganz außen setzt und auf die andere Seite näher zur Mitte, dann musst du da aber mehr Gewicht hinlegen. Das kennst du sicherlich schon vom Wippen mit deinem Papa oder deiner Mama. Sie sind ja schwerer als du, und dann könnt ihr die Wippe nur ins Gleichgewicht bringen, wenn Mama oder Papa näher zur Mitte sitzen. *Bilder mit möglichen Kombinationen hinzunehmen.* Bei ungleichem Gewicht kippt die Wippe zu einer Seite. Um die Wippe wieder gerade zu machen, kannst du auf die andere Seite gleich viele Holzklötze auf den Punkt mit dem gleichen Abstand zur Mitte legen. Um die Wippe wieder gerade zu machen, kannst du auch auf die andere Seite weniger oder mehr Holzklötze auf einen Punkt mit anderem Abstand zur Mitte schieben oder legen.	…„Wenn ich das weiter nach da schiebe, dann wird es wieder gerade.“ Kinder nennen für das Gleichgewicht und Ungleichgewicht mögliche Einflussfaktoren wie Gewicht (leichter/schwerer, mehr/weniger) und Größe (größer/kleiner).		

Sequenz 3: Ungleichseitige Wippen aus dem Gleichgewicht und ins Gleichgewicht bringen

Kurzbeschreibung

Aufbauend auf den vorherigen Sequenzen wird in dieser Sequenz der Drehpunkt versetzt und die Wippe mit verschiedenen Gegenständen wieder ins Gleichgewicht gebracht.

Hinweise

Da Kinder manchmal dazu neigen, viele Gegenstände oberhalb der Stütze (Drehpunkt) hinzulegen, sollten sie darauf aufmerksam gemacht werden, dieses Gewicht vorsichtig zu einer der beiden Seiten zu schieben.

Differenzierung

Wie in den vorherigen Sequenzen können die leistungsstärkeren Kinder zu Beginn der Einzelarbeit bzw. Gruppenarbeit ihre Vermutungen auf dem Forscherblatt (s. Kopiervorlage, Kap. 6) einzeichnen, um sie dann in einem nächsten Schritt handelnd zu überprüfen. Leistungsschwächere Kinder können dazu ermutigt werden, Gegenstände, die sie auf die Holzleiste legen, langsam zu einer der beiden Seiten zu schieben. Wenn sie die Gegenstände zu der kürzeren Seite schieben, werden sie sehen, dass die Holzleiste etwas wackelt. Die Kinder können dann nach und nach einen Gegenstand auf der kürzeren Seite hinzulegen, bis die Wippe im Gleichgewicht ist.

Inhalts- und prozessbezogene Ziele

Inhaltsbezogene Kompetenzen (IK)	Zugehöriges Wissen
Die Kinder … • beschreiben, wie man eine Wippe ins Gleichgewicht bzw. aus dem Gleichgewicht bringen kann (IK 4). • nennen eine Kombination von Gewicht/Größe (leichter/schwerer, mehr/weniger, größer/kleiner) und Abstand zur Mitte (näher dran/weiter weg) der Bauklötze (Last) und Länge der Wippenseiten (kürzer/länger) als mögliche Einflussfaktoren des Gleichgewichts der Wippe (als eine Differenzierung, die nicht von allen Kindern erreicht wird) (IK 4).	Wippen werden ins Gleichgewicht gebracht, wenn beide Gewichte auf beiden Seiten genau gleich schwer sind und den gleichen Abstand von der Mitte der Wippe haben. Wippen, die mit verschiedenen Gewichten im gleichen Abstand oder mit gleichen Gewichten in verschiedenem Abstand von der Mitte belastet werden, sind aus dem Gleichgewicht. Werden Wippen mit unterschiedlichen Gewichten belastet, ist es möglich, sie ins Gleichgewicht zu bringen, indem man die unterschiedlichen Gewichte mit unterschiedlichem Abstand zum Mittelpunkt auf die Wippe legt.
Prozessbezogene Kompetenzen (PK)	**Zugehöriges Wissen**
Die Kinder … • verwenden erste Ansätze von Begründungen, basierend auf Vorwissen, Erfahrungen oder Beobachtungen aus den Sequenzen 1 und 2 (PK-N 3). • planen und beschreiben ihre Vorgehensweise mündlich und tauschen sich dazu aus (optionale Differenzierung: auch zeichnerisch) (PK-N 4, PK-T 4). • vergleichen Größen qualitativ (größer/kleiner, leichter/schwerer) (PK-N 7).	Vermutungen, Schlussfolgerungen oder Entscheidungen sollten von einer Begründung begleitet werden. Gründe können sich dabei auf eigene Erfahrungen, auf aus Untersuchungen gewonnene Daten oder theoretische Überlegungen beziehen. In dieser Sequenz werden die Kinder dazu angeregt, ihre Begründungen zum Gleichgewicht und Ungleichgewicht der Wippen zu geben. Die sorgfältige Planung einer Untersuchung kann wesentlich dazu beitragen, ihre Effektivität und die Aussagekraft zu erhöhen. Dieses Wissen wird in dieser Sequenz vermittelt, indem die Kinder ihre Untersuchungen an der Wippe planen. Der Austausch von Ideen zur Lösung technischer Aufgaben und Problemstellungen, das Lesen von Arbeitsanweisungen sowie das Dokumentieren von Konstruktionsergebnissen, erschlossenen Funktionsweisen, Herstellungsprozessen und Arbeitsabläufen erfordern technikspezifische Formen der Kommunikation. Diese Kompetenz wird hier angebahnt, indem die Kinder ihre Untersuchungsplanungen und Vorgehensweisen an der Wippe beschreiben und, wenn möglich, aufzeichnen.

Prozessbezogene Kompetenzen (PK)	Zugehöriges Wissen
	Das Messen ist eine vielfach verwendete Vorgehensweise, um Beobachtungen zu quantifizieren und deren Vergleichbarkeit zu erhöhen. Die Kinder machen in dieser Sequenz erste Erfahrungen mit dem Messen, indem sie verschiedene Gewichte und verschiedene Abstände an der Wippe vergleichen und benennen.

Sprache

Spezifischer Wortschatz und Redemittel	Typische kindliche Umschreibungen
• Gegenstand	Ding, Sache
• schwere/leichte Gegenstände	schwere/leichte Dinge
• mehr/weniger Gegenstände	mehr/weniger Dinge
• große/kleine Gegenstände	große/kleine Dinge
• lange/kurze Wippenseite	lange/kurze Seite
• gleich schwer/schwerer/weniger schwer	gleich/schwerer/leichter
• ausgeglichen	gleich

Ablauf Sequenz 3: Ungleichseitige Wippen ins Gleichgewicht und aus dem Gleichgewicht bringen

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
Sitzkreis **5 min**	*Wippe mit Holzleisten mit Punkten in der Mitte eines Tischs bzw. auf dem Boden aufbauen, Holzklötze dazulegen.* Schaut mal, diese Wippe mit den Punkten kennt ihr ja noch. Wie war das nochmal? **Wo musst du die Holzklötze hinsetzen, damit die Wippe zu der einen Seite kippt? Wo kannst du überall Holzklötze hinsetzen, damit die Wippe ganz gerade wird?** *Kurze Demonstration vorführen; dann Holzleisten austauschen und sagen, dass Punkte heute nicht benötigt werden.* **Schaut mal, den Balken von der Wippe kann man auch so auf den Ständer setzen** (zu einer Seite verschoben), **aber dann kippt der zu einer Seite.** Was musst du tun, damit die Wippe gerade wird? Wo musst du die Gegenstände hinsetzen, wenn der Balken so verschoben aufliegt?	Kinder antworten. Kinder verwenden erste Ansätze von Begründungen, basierend auf Vorwissen, Erfahrungen oder Beobachtungen aus den Sequenzen 1 und 2	1 Wippenständer, 1 Holzleiste, 1 Holzleiste mit Klebepunkten, ca. 4 Holzfiguren, ggf. 2 Zylinder und 2 Halbmonde	10 normale Holzklötze, viele weitere Gegenstände in verschiedenen Formen und Farben, z. B. Lego-/Duplosteine, kleine Figuren etc.
Einzelaktivität/ Partnerarbeit **15 min**	**Jetzt dürft ihr eure Ideen mal hier auf das Forscherblatt zeichnen.** *Die pädagogische Fachkraft fordert hier die Kinder wie in der ersten Sequenz zum Planen (mündlich und/oder zeichnerisch) auf, ggf. Forscherblätter verteilen.* Hier in der Mitte sind alle Gegenstände, die ihr nehmen dürft. Wenn ihr etwas nicht mehr benötigt, dann legt ihr es wieder zurück. *Wippenständer und Holzleisten sowie ggf. Forscherblätter an alle Gruppen verteilen.*	Kinder planen und beschreiben ihre Vorgehensweise mündlich (optionale Differenzierung: auch zeichnerisch). Kinder setzen ihre Planung, die vorab mündlich oder zeichnerisch gemacht wurde, um und überprüfen diese.	ggf. Forscherblätter (s. Kopiervorlage, Kap. 6), 5 Wippenständer, 5 Holzleisten	viele weitere Gegenstände in verschiedenen Formen und Farben, z. B. Lego-/Duplosteine, kleine Figuren, Stifte etc.

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
	Was hast du dir überlegt? Warum willst du das auf diese Seite stellen? Warum denkst du, das soll so schwer sein? Beschreibe, wie du die Wippe verändert hast, damit sie wieder gerade geworden ist? Wie hast du das gemacht? Ist es egal, wie lange die beiden Wippenseiten sind? Woran liegt es, dass die Wippe auf beiden Seiten gerade ist? Jetzt ist eine Seite ganz kurz, die andere ganz lang. Aber nur auf der einen Seite musstest du etwas auf die Wippe setzen. Auf welche?	Kinder vergleichen Größen qualitativ (größer/kleiner, länger/kürzer, schwerer/leichter) und erfahren, wie man die Wippe bei einem verschobenen Drehpunkt wieder ins Gleichgewicht bringen kann. Wenn die Kinder die Wippe wieder ins Gleichgewicht bringen, sagen sie z. B.: „Jetzt will ich das wieder gerade haben, ich setze ganz viele Dinge über den Ständer“, „Ich muss genau die gleichen Dinge auf die andere Seite setzen“, „Ich muss die kurze Seite schwer machen.“		
Sitzkreis **10 min**	*Die Wippe einer Gruppe wird in der Mitte des Tischs bzw. auf dem Boden aufgebaut, Forscherblätter einsammeln.* Und wie war das mit der Wippe? Was musstest du denn nun tun, damit die Wippe wieder gerade wird? Was hast du dir vorher überlegt? Hat dein Plan gut geklappt? **Kannst du das einmal mit der Wippe vormachen?** *(Wenn Zeichnungen vorhanden:* **Lasst uns mal gemeinsam eure Forscherblätter anschauen.** Erklär du mir doch mal, was du hier gezeichnet hast.) *Demonstration vorführen.*	Kinder beschreiben, wie man eine Wippe ins Ungleichgewicht und anschließend bei einem verschobenen Drehpunkt ins Gleichgewicht bringen kann, z. B.: „Ich hab hier die kurze Seite ganz schwer gemacht, dann ist das gerade gewesen.“ Kinder erklären ggf. ihre Zeichnungen.	ggf. Forscherblätter (s. Kopiervorlage, Kap. 6), 1 Wippenständer, 1 Holzleiste, 4 Holzfiguren, ggf. 2 Zylinder und 2 Halbmonde	ca. 10 normale Holzklötze, viele weitere Gegenstände in verschiedenen Formen und Farben, z. B. Lego-/Duplosteine, kleine Figuren, Stifte etc.

Sozialform **Zeit**	**Handlung und Gesprächsinhalte** **Pädagogische Fachkraft**	**Kinder**	**Material** **aus der Kiste**	**zu besorgen**
	Genau, wenn eine Wippenseite kurz ist, dann musst du viele Gegenstände daraufsetzen, bis die Wippe wieder gerade wird. Oder: Wenn die eine Seite länger ist, ist sie auch schwerer. Deshalb muss auf die andere Seite mehr Gewicht gesetzt werden, damit der Balken wieder gerade ist.	Kinder nennen für das Gleichgewicht und Ungleichgewicht mögliche Einflussfaktoren wie Gewicht (leichter/schwerer, mehr/weniger), Größe (größer/kleiner) und Länge der Wippenseiten (näher dran/weiter weg).		

5.5.2 Diagnostik von Kompetenzen zu Wippen während der Sequenzen 1, 2 und 3

Es gibt vielfältige Möglichkeiten, während der Sequenzen zum Thema Wippen zu beobachten, inwieweit Kinder ein Kompetenzniveau erreicht haben, das den in der jeweiligen Sequenz angestrebten inhaltsbezogenen und naturwissenschaftlichen sowie technischen prozessbezogenen Kompetenzen entspricht. Dabei können entweder Elemente der Sequenzen für gezielte Beobachtungen herangezogen und ausgewertet oder die Sequenzen am Ende mit einigen Fragen und Aktivitäten angereichert werden. Ihre Beobachtungen und Rückschlüsse hinsichtlich des Kompetenzniveaus einzelner Kinder ermöglichen eine Anpassung der Erwartungen für die Sequenzen. Sie können auf diese Weise die Inhalte und das Vorgehen in den Sequenzen auf das Verständnisniveau der Kinder einstellen und ggf. Wiederholungen einführen sowie unterschiedliche Angebote für Kinder mit unterschiedlichem Kenntnisstand bereithalten.

In Sequenz 1 kann man durch Fragen nach den Gegenständen („Ist dein Gegenstand eher groß oder klein? Und guck mal, wie ist dieser Gegenstand im Vergleich dazu? Ist dein Gegenstand eher leicht oder schwer? Und guck mal, wie ist dieser Gegenstand im Vergleich dazu?“) zunächst einen Eindruck davon bekommen, ob jedes Kind in der Lage ist, die hier verwendeten Gegenstände zu beschreiben, was wiederum eine wichtige Voraussetzung für das Bildungsangebot darstellt. Beim Einführen der Begriffe „Gegenstand“, „Größe“, „Gewicht“ sind die sprachlichen und begrifflichen Voraussetzungen der Kinder zu beachten. Mit Aussagen wie „Auf dieser Seite der Wippe ist es schwerer als auf der anderen; hier ist es ganz schwer, hier nicht so“ liefern die Kinder wissenschaftlich korrekte Begründungen, warum die Wippe ins Ungleichgewicht gerät. Wenn die Kinder in Sequenz 2 mehrmals gezielt die Holzklötze auf die Punkte setzen, die Wippe so ins Gleichgewicht bringen und ihre Handlung begründen können, dann haben sie mögliche Lösungen bereits verinnerlicht. Wenn die Kinder jedoch noch unsicher sind, wie sie eine Wippe ins Gleichgewicht oder ins Ungleichgewicht bringen können, dann können Sie mithilfe des Hefts „Punktekombinationen“ in einem Einzelgespräch schrittweise vorgehen: „Hier liegt ein Holzklotz ganz außen auf dem letzten Punkt. Wie viele Holzklötze benötigst du für die andere Seite, um die Wippe wieder gerade zu machen? Du sagst einen Holzklotz. Wo setzt du den Holzklotz denn hin?“ In Sequenz 3 übertragen die Kinder ihre in den vorherigen Sequenzen angebahnten Vorstellungen. Bei der Diagnose der Kompetenzen können Sie also ähnlich wie zuvor vorgehen. Achten Sie darauf, dass die Kinder die Länge der Wippenseite als einen Einflussfaktor für das Ungleichgewicht erkennen.

6
Anhang

6 Anhang

6.1 Forscherblätter

Auf den folgenden Seiten finden Sie Forscherblätter zum Kopieren zu folgenden Bildungsangeboten:

Reibung
- Sequenz 1 111
- Sequenz 2 114

Mauer- und Turmbau
- Sequenz 4 – Fotos von Bauwerken von Kindern 115
- Sequenz 4 – Fotos realen Bauwerken 120

Wippen
- Sequenz 1 129
- Sequenz 2 131
- Sequenz 3 133

Heft „Punktekombinationen“
- Forscheraufträgen zu Wippen 134

Schwierigkeitsgrad

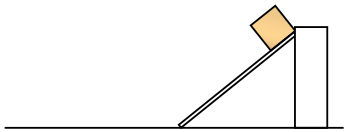
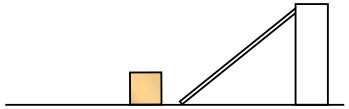
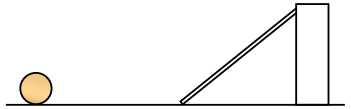
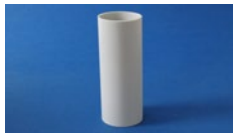
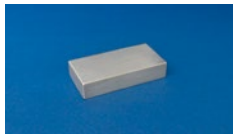
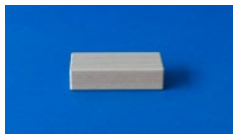
Bei manchen Forscherblättern gibt es eine leichte und eine schwere Variante zur Differenzierung, die mit einem entsprechenden Symbol gekennzeichnet sind.

leichtes Forscherblatt

schweres Forscherblatt

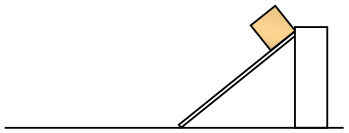
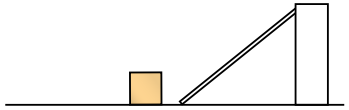
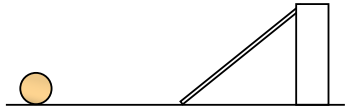
Forscherblatt zu Reibung, Sequenz 1

Kreuze an …

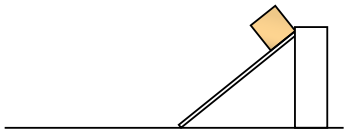
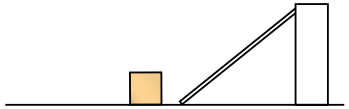
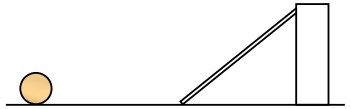
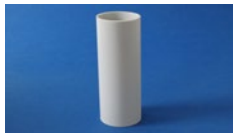
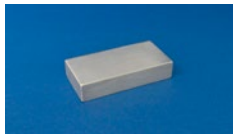
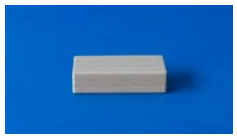
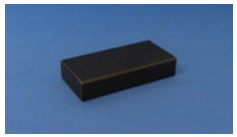
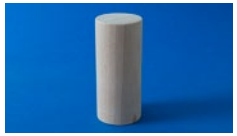
Forscherblatt zu Reibung, Sequenz 1

Kreuze an …

Forscherblatt zu Reibung, Sequenz 1 (gleichzeitig auf DIN A3)

Kreuze an …

Forscherblatt zu Reibung, Sequenz 2 (gleichzeitig auf DIN A3)

Kreuze an …

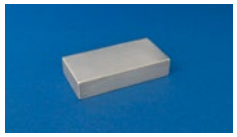
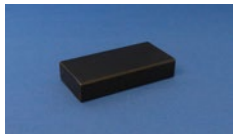
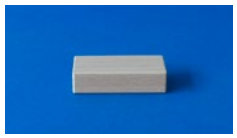
		
		
		

Foto zu Mauer- und Turmbau, Sequenz 4 (Bauwerke von Kindern)

Foto zu Mauer- und Turmbau, Sequenz 4 (Bauwerke von Kindern)

Foto zu Mauer- und Turmbau, Sequenz 4 (Bauwerke von Kindern)

Foto zu Mauer- und Turmbau, Sequenz 4 (Bauwerke von Kindern)

Foto zu Mauer- und Turmbau, Sequenz 4 (Bauwerke von Kindern)

Foto zu Mauer- und Turmbau, Sequenz 4 (reale Bauwerke)

Foto: pixabay.com

Foto zu Mauer- und Turmbau, Sequenz 4 (reale Bauwerke)

Foto: pixabay.com

Foto zu Mauer- und Turmbau, Sequenz 4 (reale Bauwerke)

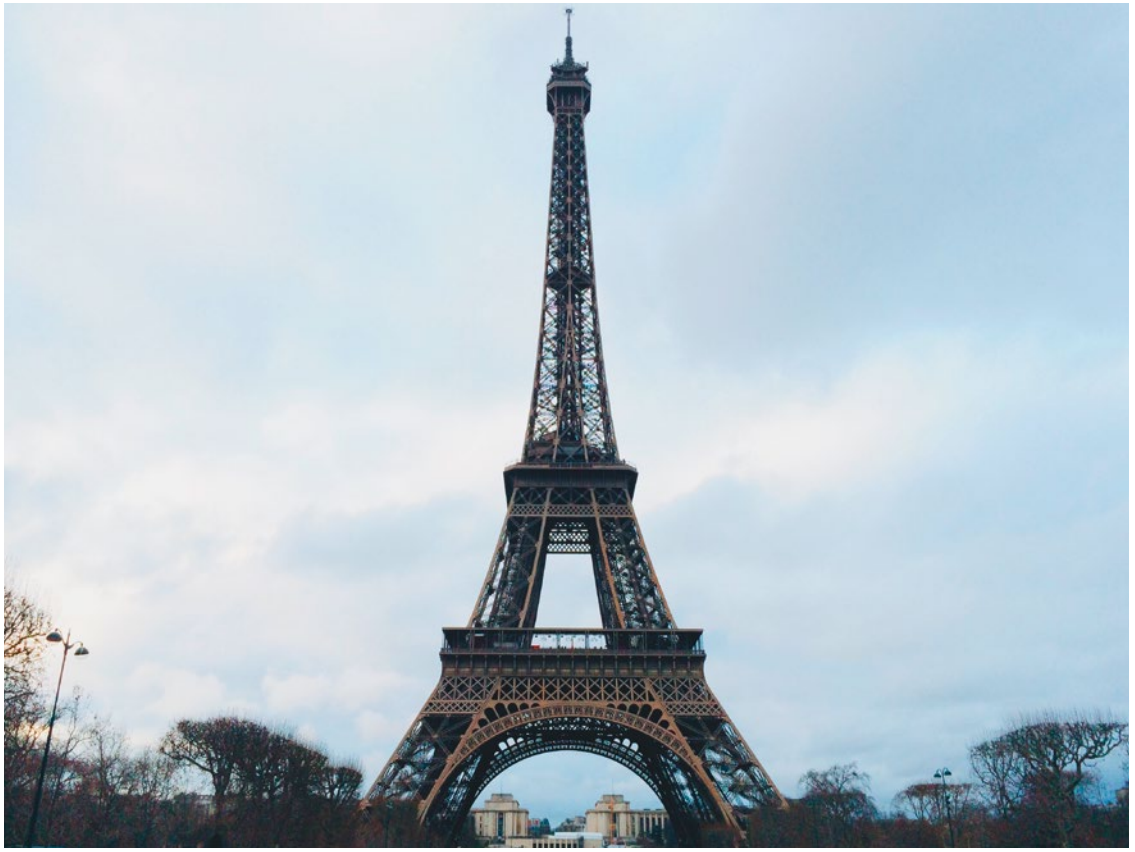


Foto: pixabay.com

Foto zu Mauer- und Turmbau, Sequenz 4 (reale Bauwerke)

Foto: pixabay.com

Foto zu Mauer- und Turmbau, Sequenz 4 (reale Bauwerke)

Foto: pixabay.com

Foto zu Mauer- und Turmbau, Sequenz 4 (reale Bauwerke)

Foto: pixabay.com

Foto zu Mauer- und Turmbau, Sequenz 4 (reale Bauwerke)

Foto: pixabay.com

Foto zu Mauer- und Turmbau, Sequenz 4 (reale Bauwerke)

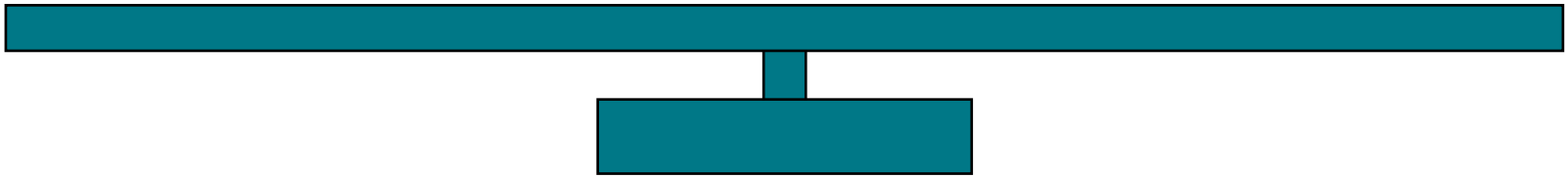
Foto: pixabay.com

Foto zu Mauer- und Turmbau, Sequenz 4 (reale Bauwerke)

Foto: pixabay.com

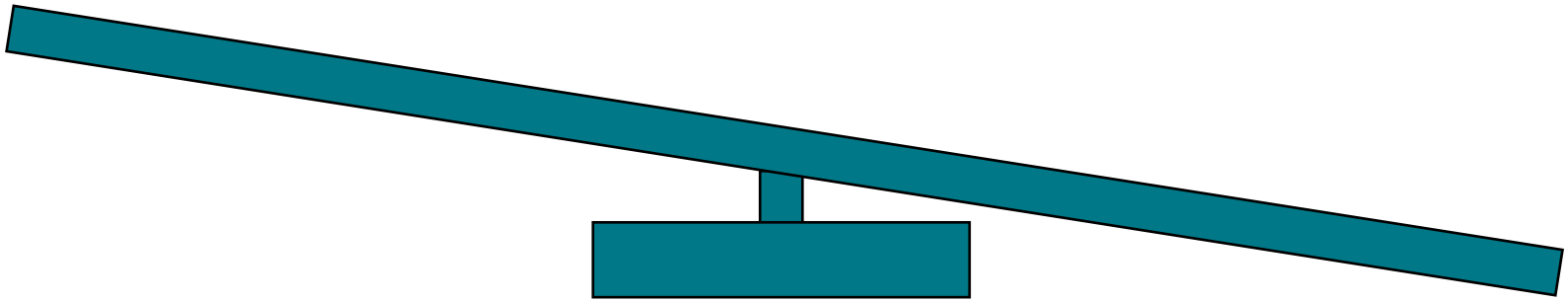
Forscherblatt zu Wippen, Sequenz 1 (gerade)

Zeichne ein …



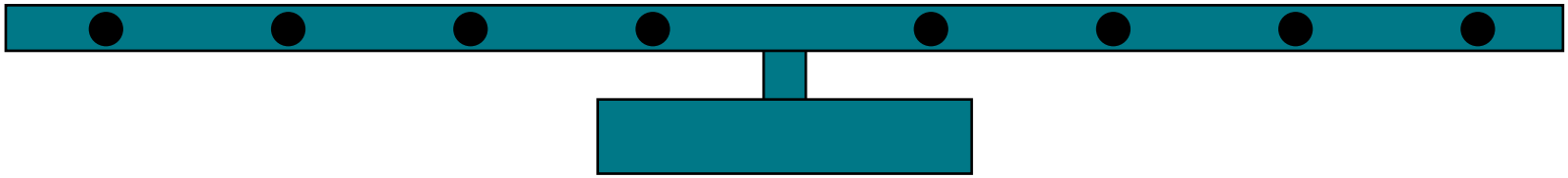
Forscherblatt zu Wippen, Sequenz 1 (schief)

Zeichne ein …



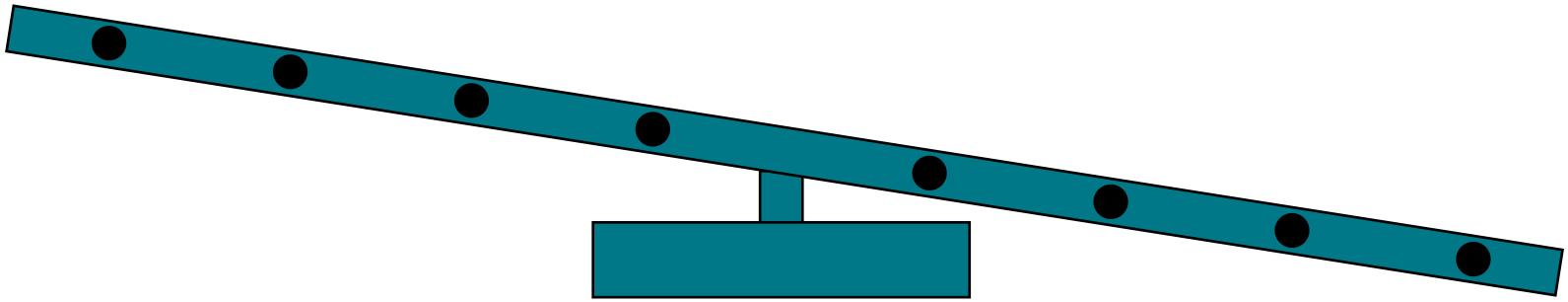
Forscherblatt zu Wippen, Sequenz 2 (gerade)

Zeichne ein …



Forscherblatt zu Wippen, Sequenz 2 (schief)

Zeichne ein …



Forscherblatt zu Wippen, Sequenz 3 (Balken verschoben)

Zeichne ein …

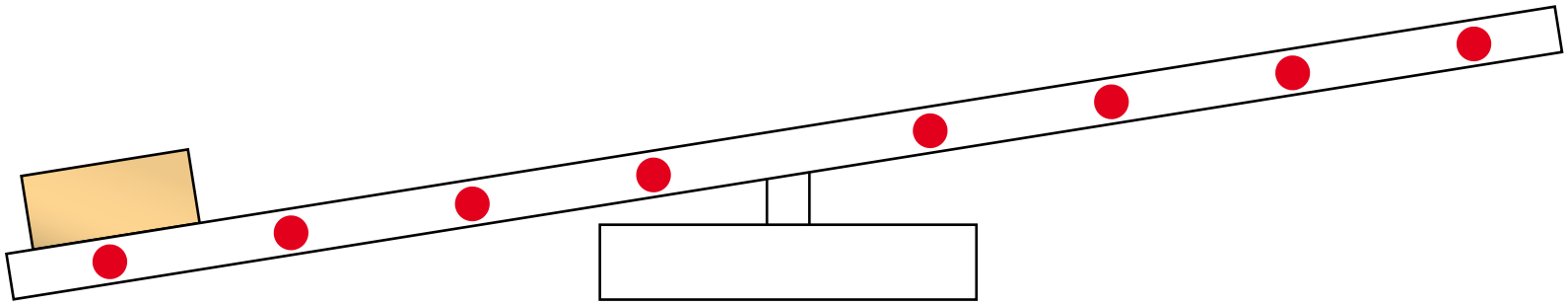
Heft „Punktekombinationen“

Auf den folgenden Seiten finden Sie Forscheraufträge zu Wippen (Sequenz 2).

Ein Forscherauftrag umfasst drei Seiten. Auf der ersten Seite ist der Forscherauftrag abgebildet, auf der zweiten Seite der Forscherauftrag mit Hilfestellung (Differenzierung „leicht“) und auf der dritten Seite die Lösung des Forscherauftrags.

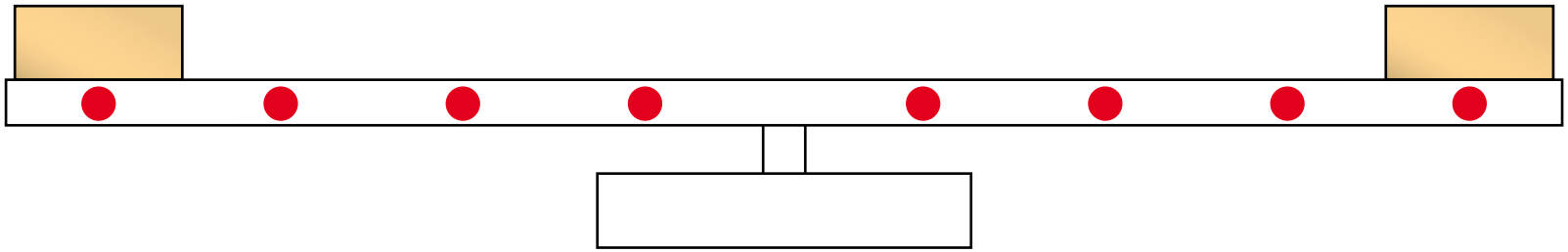
Es gibt fünf Forscheraufträge mit einer geraden Anzahl von Holzklötzen und sechs mit ungerader Anzahl.

Forscherauftrag 1: Gerade Anzahl von Holzklötzen



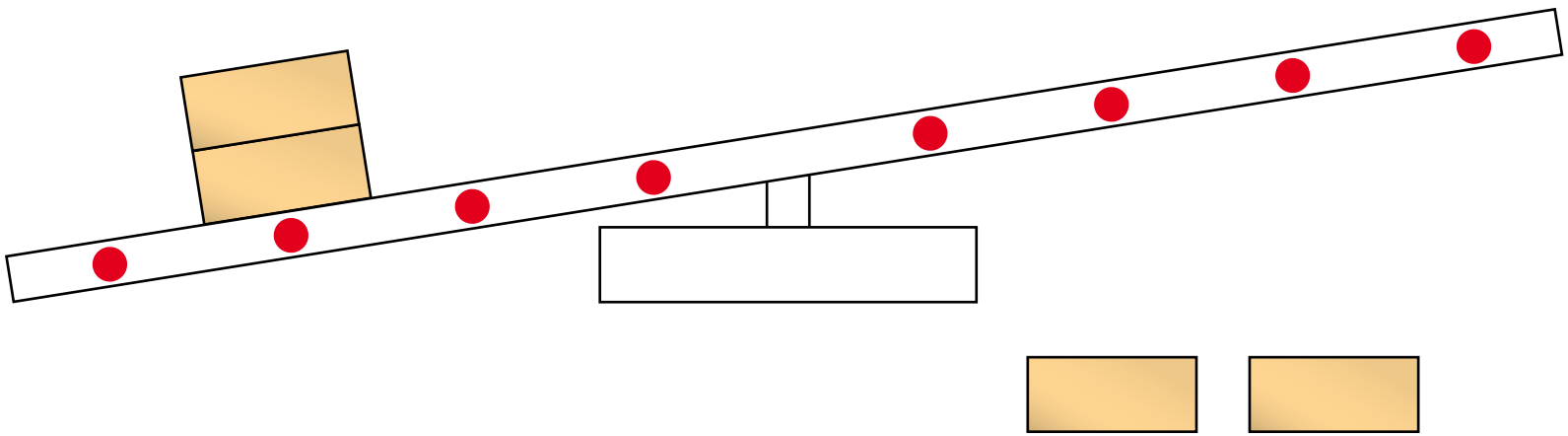
Forscherauftrag 1: Gerade Anzahl von Holzklötzen

Forscherauftrag 1: Gerade Anzahl von Holzklötzen (Lösung)



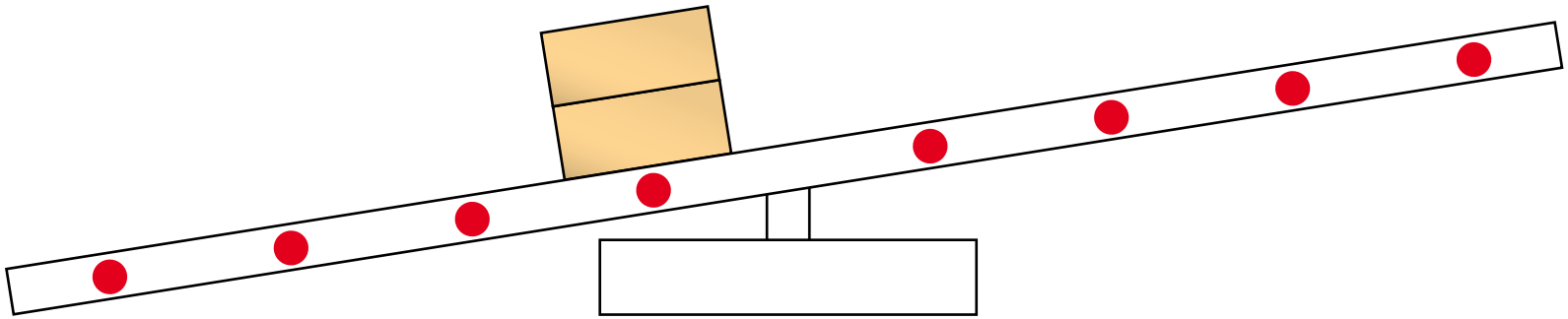
Forscherauftrag 2: Gerade Anzahl von Holzklötzen

Forscherauftrag 2: Gerade Anzahl von Holzklötzen



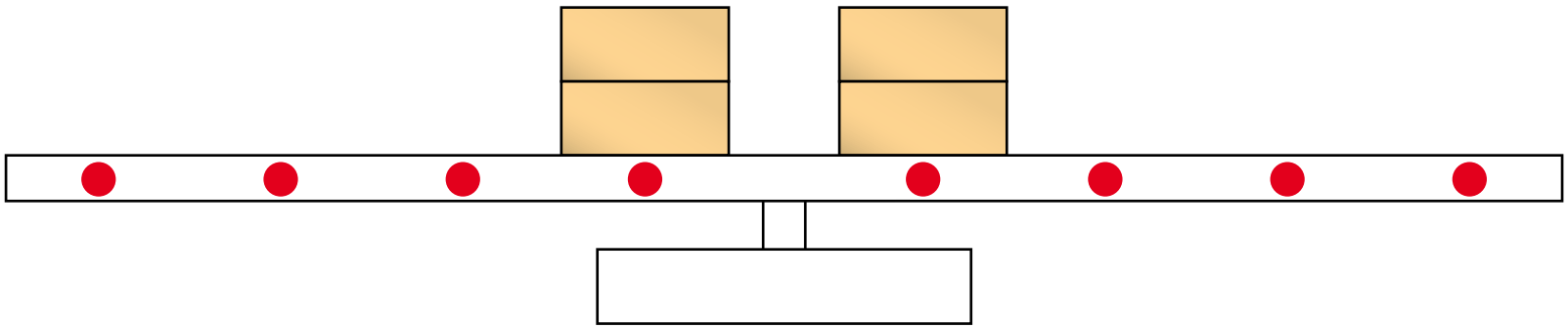
Forscherauftrag 2: Gerade Anzahl von Holzklötzen (Lösung)

Forscherauftrag 3: Gerade Anzahl von Holzklötzen



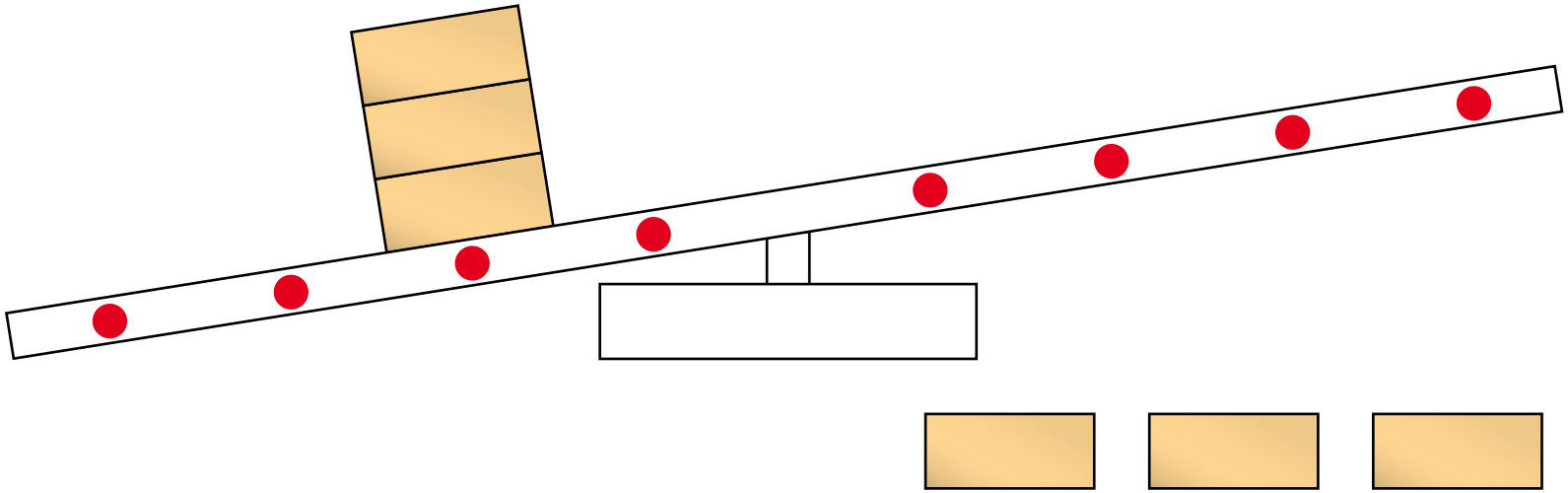
Forscherauftrag 3: Gerade Anzahl von Holzklötzen

Forscherauftrag 3: Gerade Anzahl von Holzklötzen (Lösung)



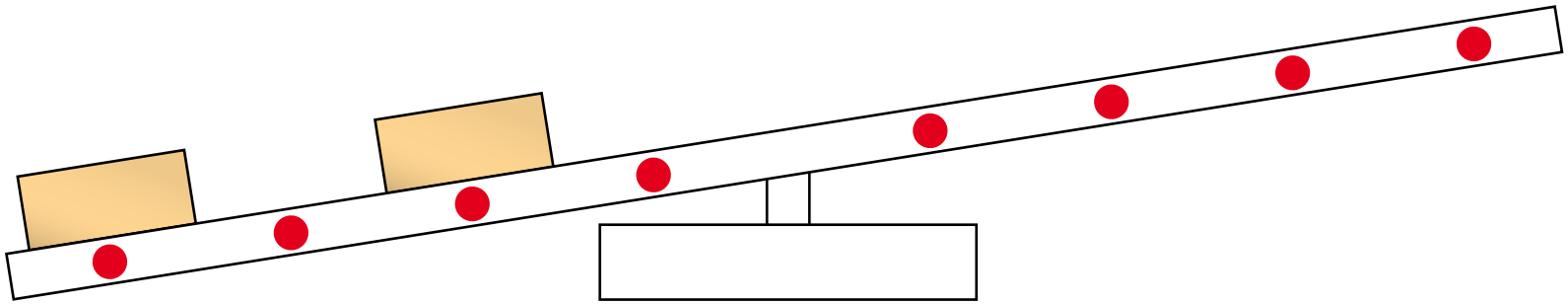
Forscherauftrag 4: Gerade Anzahl von Holzklötzen

Forscherauftrag 4: Gerade Anzahl von Holzklötzen



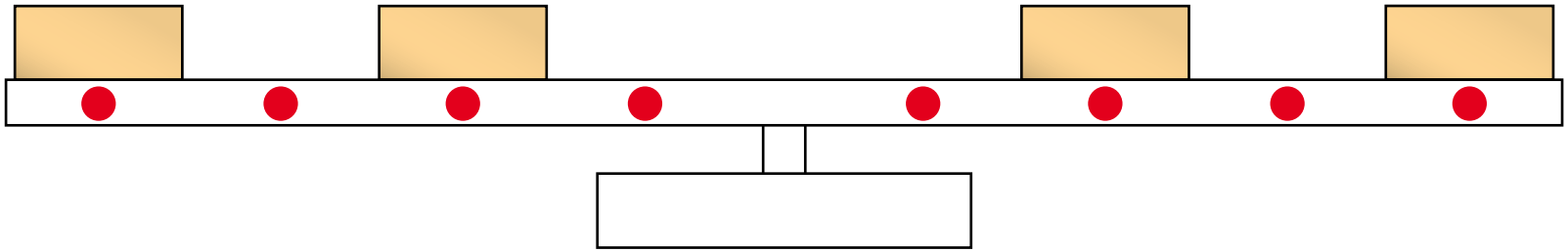
Forscherauftrag 4: Gerade Anzahl von Holzklötzen (Lösung)

Forscherauftrag 5: Gerade Anzahl von Holzklötzen



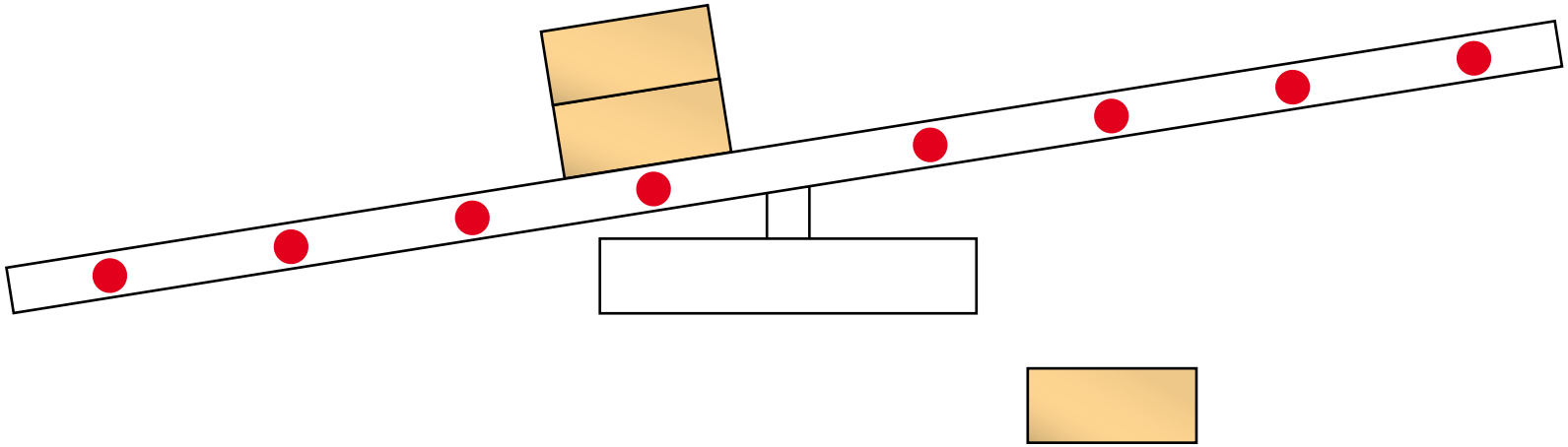
Forscherauftrag 5: Gerade Anzahl von Holzklötzen

Forscherauftrag 5: Gerade Anzahl von Holzklötzen (Lösung)



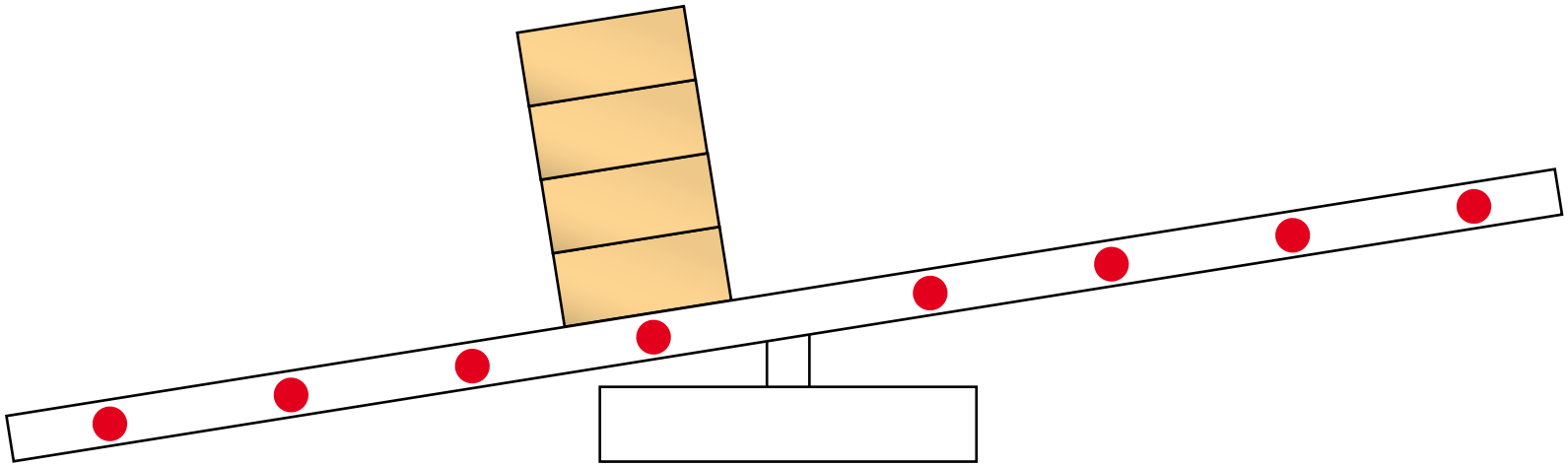
Forscherauftrag 6: Ungerade Anzahl von Holzklötzen

Forscherauftrag 6: Ungerade Anzahl von Holzklötzen



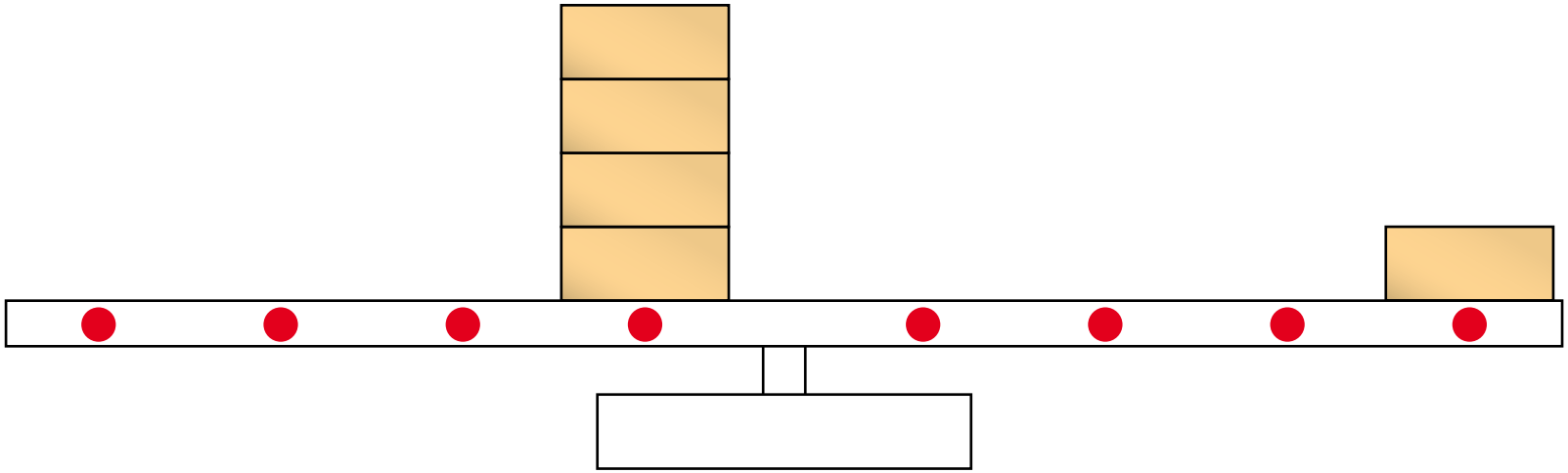
Forscherauftrag 6: Ungerade Anzahl von Holzklötzen (Lösung)

Forscherauftrag 7: Ungerade Anzahl von Holzklötzen



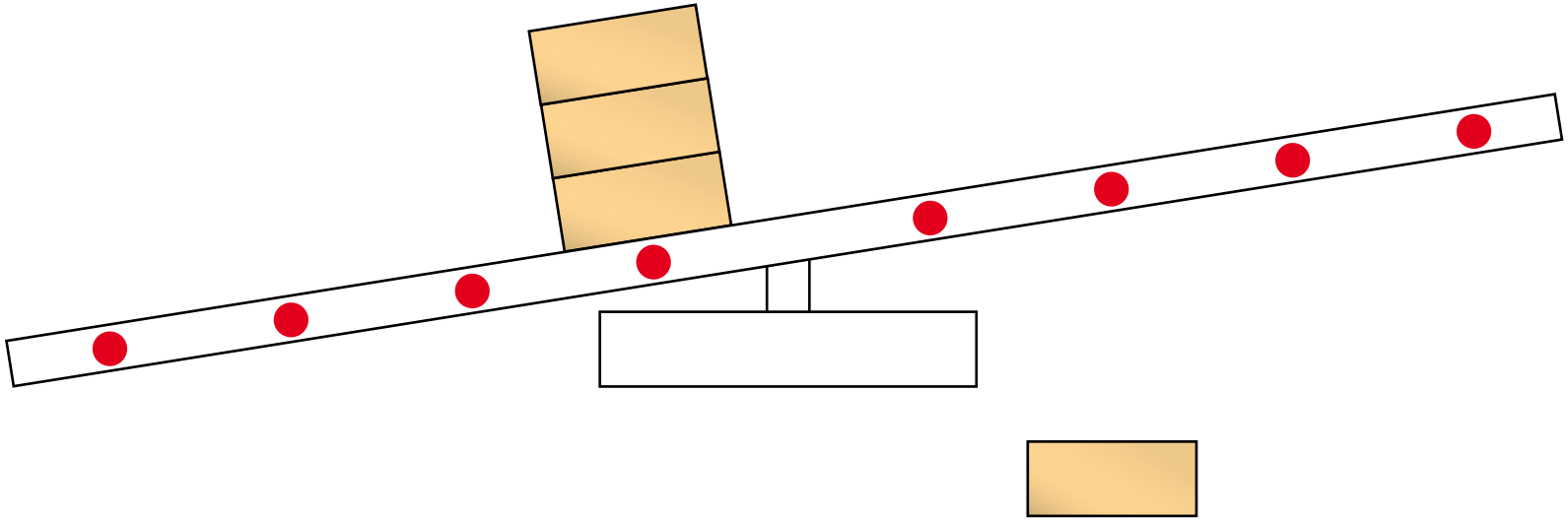
Forscherauftrag 7: Ungerade Anzahl von Holzklötzen

Forscherauftrag 7: Ungerade Anzahl von Holzklötzen (Lösung)



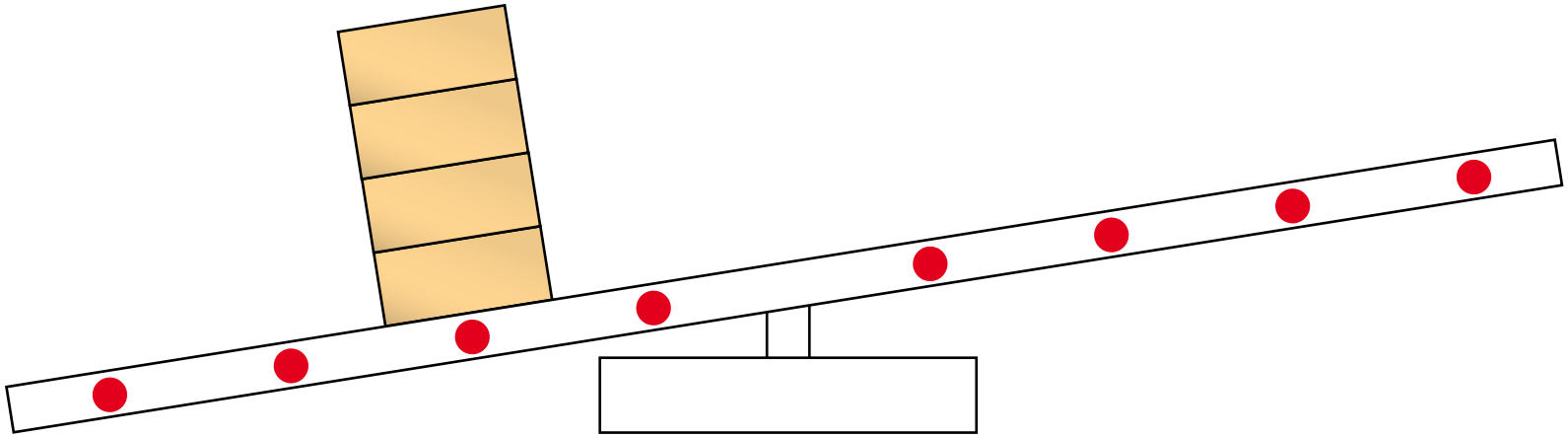
Forscherauftrag 8: Ungerade Anzahl von Holzklötzen

Forscherauftrag 8: Ungerade Anzahl von Holzklötzen



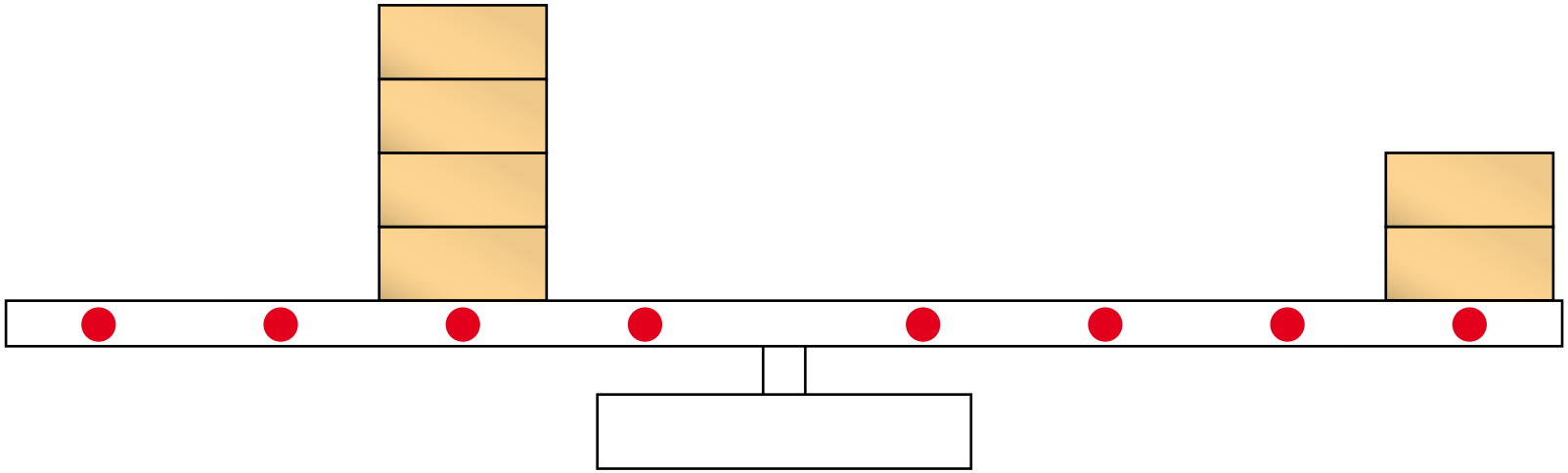
Forscherauftrag 8: Ungerade Anzahl von Holzklötzen (Lösung)

Forscherauftrag 9: Ungerade Anzahl von Holzklötzen



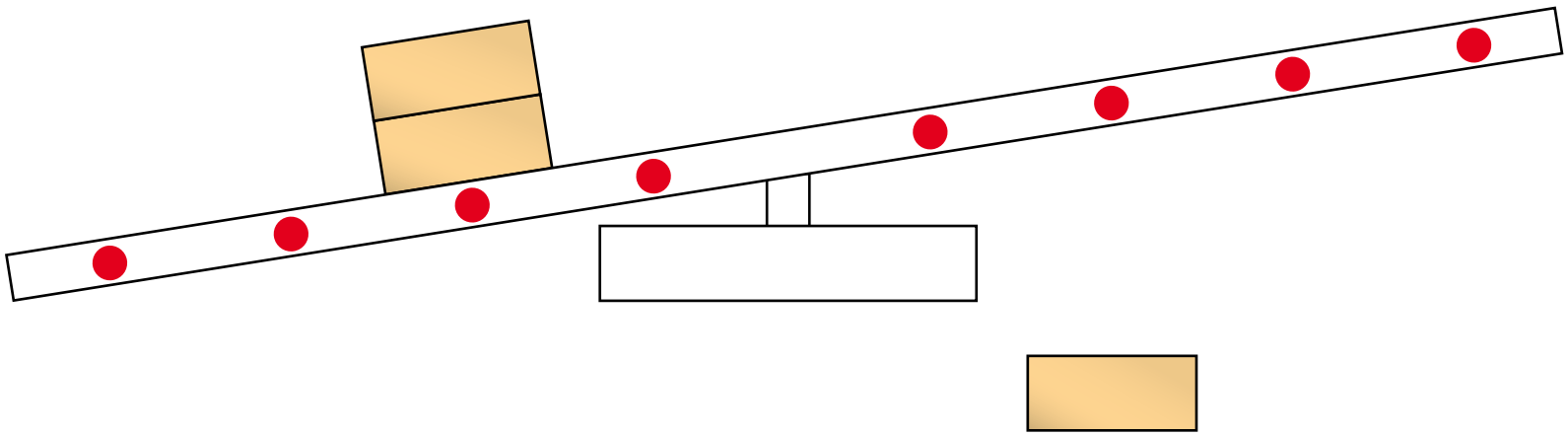
Forscherauftrag 9: Ungerade Anzahl von Holzklötzen

Forscherauftrag 9: Ungerade Anzahl von Holzklötzen (Lösung)

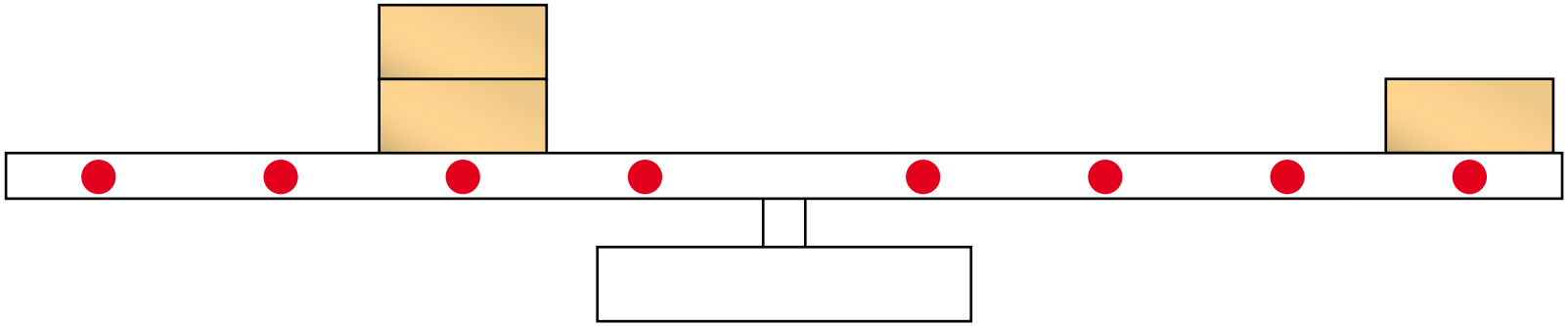


Forscherauftrag 10: Ungerade Anzahl von Holzklötzen

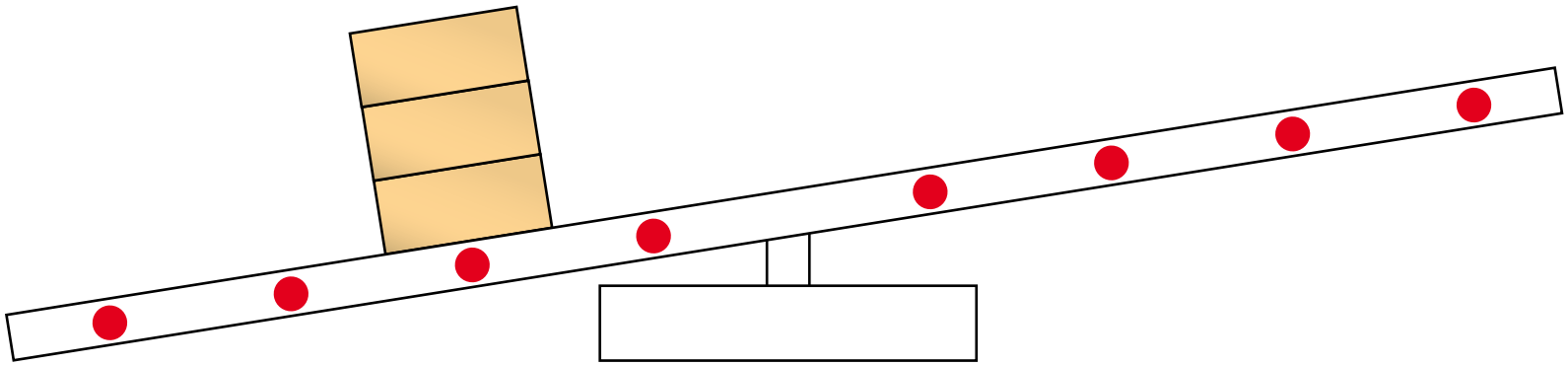
Forscherauftrag 10: Ungerade Anzahl von Holzklötzen



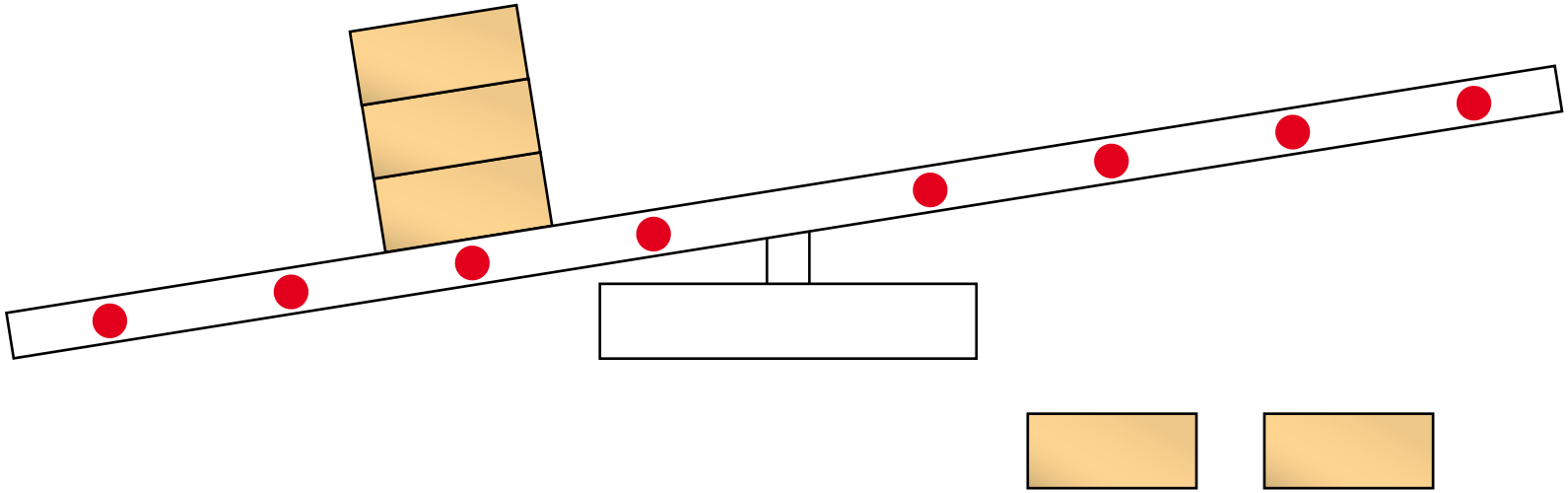
Forscherauftrag 10: Ungerade Anzahl von Holzklötzen (Lösung)



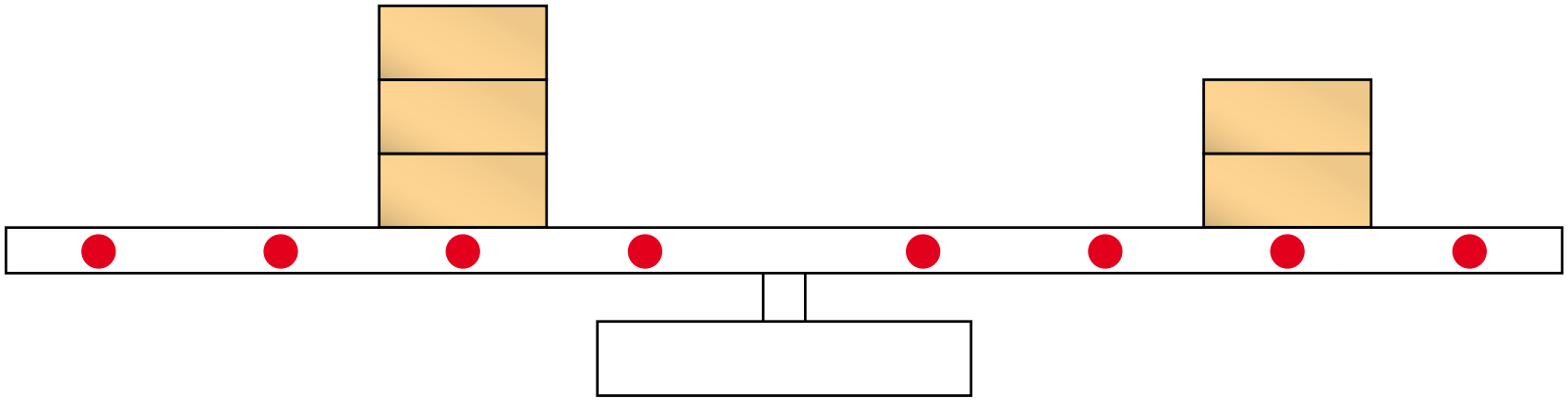
Forscherauftrag 11: Ungerade Anzahl von Holzklötzen



Forscherauftrag 11: Ungerade Anzahl von Holzklötzen



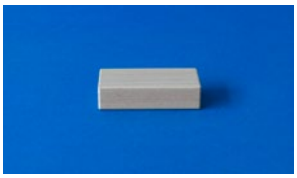
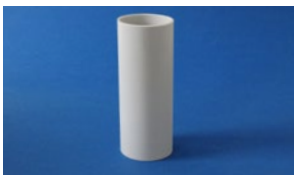
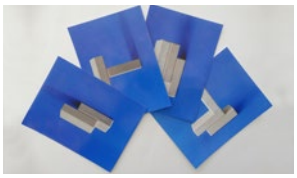
Forscherauftrag 11: Ungerade Anzahl von Holzklötzen (Lösung)



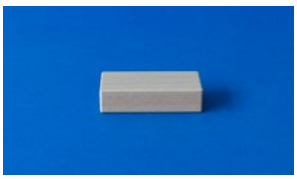
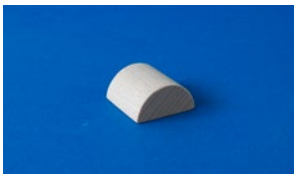
6.2 Inhalte der Materialkisten

Materialkisten für den Elementarbereich
zum Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht*:
Naturwissenschaftlich und technisch arbeiten und denken lernen.
Miriam Leuchter, Marina Ape, Ilonca Hardy und Mirjam Steffensky
Hrsg. von Kornelia Möller 2021

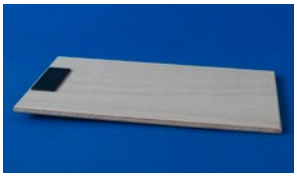
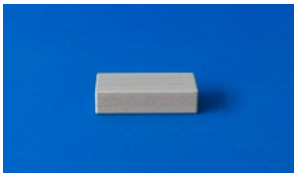
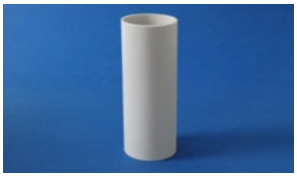
Themenbereich: Stabilität und Gleichgewicht Mauer- und Turmbau

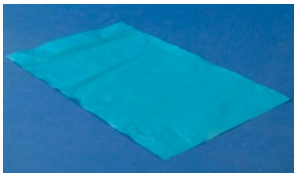
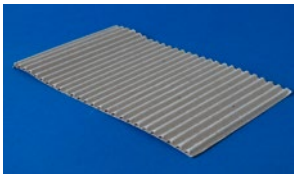
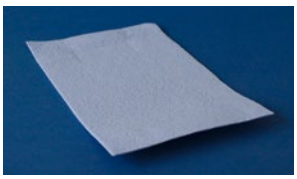
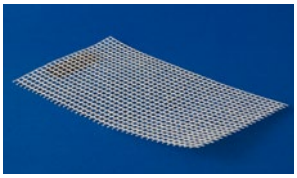
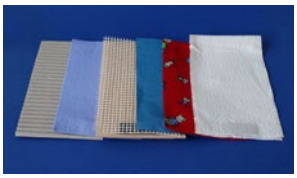
Anzahl	Gegenstand	Foto
5	**Normale Holzklötze als Beispiel** Weitere Bausteine müssen aus der Grundausstattung der Kita hinzugenommen werden (empfohlene Anzahl: 500)	
5	**Natursteine als Beispiel** Weitere Natursteine können mit den Kindern gesammelt werden (empfohlene Anzahl: 100)	
5	**Holzzylinder**	
5	**Plastikrollen**	
5	**Holzrampen**	
5	**Stützen**	
3	**Große Holzklötze**	
1	**Rolle Klebeband**	
1	**Set Fotos (mit möglichen und unmöglichen Bausituationen)**	

Themenbereich: Stabilität und Gleichgewicht Wippen

Anzahl	Gegenstand	Foto
5	**Holzleisten**	
5	**Holzleisten** entsprechend der Abbildung mit Punkten markieren	
5	**Wippenständer**	
5	**Normale Holzklötze**	
5	**Holzzylinder**	
5	**Halbmonde**	
6	**Holzfiguren**	

Themenbereich: Kräfte und ihre Wirkungen Reibung

Anzahl	Gegenstand	Foto
5	Holzrampen	
5	Holzrampen mit Magnetstreifen	
5	Stützen	
5	Normale Holzklötze	
5	Klötze aus Kork	
5	Klötze aus Plastik	
5	Klötze aus Metall	
5	Holzzylinder	
5	Plastikrollen	
5	Schwämme	

5	**Plastikböden**	
5	**Papierböden**	
5	**Stoffböden**	
5	**Wellpapierböden**	
5	**Filzböden**	
5	**Stopperböden**	
1	**Set: Kärtchen von verschiedenen Böden**	
1	**Klebepunkte**	

6.3 Literatur

Verwendete Literatur

Biester, W. (Hrsg.) (1991): *Denken über Natur und Technik: Zum Sachunterricht in der Grundschule.* Klinkhardt: Bad Heilbrunn.

Labudde, P. & Rösch, S. (2021): *Spiralcurriculum Kräfte und Gleichgewicht: Naturwissenschaftlich und technisch arbeiten und denken lernen.* Band 3: Sekundarbereich. Hrsg. von Kornelia Möller.

Vygotsky, L. (1978): *Mind and society: The development of higher psychological processes.* Cambridge.

Literaturempfehlungen

Zum frühen naturwissenschaftlichen Lernen

A**nders, Y.; Hardy, I.; Pauen, S. & Steffensky, M. (2013):** *Zieldimensionen früher naturwissenschaftlicher Bildung im Kita-Alter und ihre Messung.* In: Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.), Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher" (Band 5). Schaffhausen: Schubi Lernmedien AG.

Fthenakis, W. E. & Eitel, A. (Hrsg.) (2008): *Natur-Wissen schaffen.* Troisdorf: Bildungsverlag EINS.

Ramseger, J. (2013): *Naturwissenschaftlich Denken und Argumentieren.* Die Grundschulzeitschrift, 27 (264), S. 28–53.

Roßbach, H.-G. & Weinert, S. (Hrsg.) (2008): *Kindliche Kompetenzen im Elementarbereich: Förderbarkeit, Bedeutung und Messung.* Bonn: BMBF.

Sechtig, J.; Sommer-Himmel, R.; Schönhöfer, S. & Lotz, M. (2013): *„Augen auf im Kita-Alltag!" – Bildungs- und Lerngelegenheiten von Kindern auf die Spur kommen und professionell mitgestalten.* Berlin: logos.

Zum Forschungsprojekt *Kräfte und Gleichgewicht* im Elementarbereich

Leuchter, M. & Plöger, I. (2015): *Individuelle Förderung in Kita und Schuleingangsphase: Naturwissenschaftliches Lernen am Beispiel Gleichgewicht.* In: B. Behrensen, E. Gläser & C. Solzbacher (Hrsg.), Fachdidaktik und individuelle Förderung in der Grundschule. Perspektiven auf Unterricht in heterogenen Lerngruppen (S. 191–198). Baltmannsweiler: Schneider.

Leuchter, M. & Naber, B. (2015): *Schwere Dinge können leichter angehoben werden. Strukturierte Erkundungen an Hebeln im 1. und 2. Schuljahr.* Grundschule Sachunterricht (65), S. 8–14.

6.4 Glossar

Actio und Reactio: Die genaue Bezeichnung ist „das Prinzip von Actio und Reactio" (lateinisch für Aktion und Reaktion). Bezogen auf (➔) Kräfte lautet das Prinzip: Wirkt ein Körper (A) auf einen anderen Körper (B) mit einer bestimmten Kraft (*F*), so wirkt gleichzeitig der Körper B auf den Körper A mit der gleichen, aber entgegengesetzten Kraft (*–F*). Deshalb wird auch der Begriff „Wechselwirkungsprinzip" synonym verwendet. Beispiel: Drücke ich mit einem Finger mit einer gewissen Kraft F auf einen Gegenstand, z. B. auf eine Wand oder auf ein Buch, das ich mit dem Finger über einen Tisch schieben will, so drückt das Buch gleichzeitig umgekehrt auf meinen Finger mit der gleich großen, aber entgegengesetzten Kraft. Man erkennt das daran, dass der Finger je nach Kraft weiß oder rot wird.

Drehzahl: Diese Zahl gibt die Anzahl der Umdrehungen eines Rades je Sekunde oder je Minute an. Ein altes Mühlrad hat typischerweise eine Drehzahl von zwei bis drei Umdrehungen je Minute, ein Benzinautomotor 1000 bis 4000 Umdrehungen je Minute. Fast alle Autos besitzen einen Drehzahlmesser (auch genannt Tourenzähler), der die Drehzahl des Motors angibt. Angegeben ist oft ein roter Bereich, der anzeigt, bei welcher Drehzahl die Maschine Schaden nehmen kann.

Federkraftmesser: Mit dem Federkraftmesser (auch genannt Federwaage) lassen sich (➔) Kräfte messen. Sie bestehen aus einer Spiralfeder, d. h. einer Feder ähnlich wie die Feder in einem Kugelschreiber. Wird an dieser Feder gezogen, z. B. von einer Person oder durch eine angehängte (➔) Masse, dehnt sich die Feder aus. Die Ausdehnung ist umso größer, je größer die Kraft ist. Bei doppelter Kraft wird die Ausdehnung doppelt so groß. Auf diese Weise lässt sich eine Kraft bestimmen. Ein Federkraftmesser kann also eingesetzt werden um zu messen, wie viel Kraft eingesetzt werden muss, um z. B. einen Schrank zu verschieben. Weil der Federkraftmesser nicht wie eine Waage mit Gegengewichten funktioniert, ist es darüber hinaus möglich, damit die Unterschiede in der Erdanziehungskraft an verschiedenen Orten der Erde anzuzeigen: Am Äquator ist die Erdanziehungskraft etwas geringer als am Nordpol. Deshalb wird bei gleicher angehängter Masse am Äquator die Feder weniger stark herausgezogen als in der Nähe des Nordpols. Dies ist wichtig für die Berechnung der Umlaufbahnen von Satelliten.

Flaschenzug: Beim Hochziehen oder auch beim horizontalen Ziehen von Lasten kommen häufig Flaschenzüge zum Einsatz. Mit ihnen lässt sich die zum Ziehen benötigte (➔) Kraft verringern, dies allerdings auf Kosten des Weges, d. h., es muss eine längere Strecke gezogen werden. Erste Flaschenzüge sind seit ca. 1000 v. Chr. aus Mesopotamien bekannt. Der griechische Philosoph und Universalgelehrte Archimedes entwickelte den sogenannten zusammengesetzten Flaschenzug, der auch jetzt noch zum Einsatz kommt. Flaschenzüge sind immer noch sehr wichtige einfache Maschinen und kommen in Baukränen, Fahrstühlen oder Abschleppvorrichtungen zum Einsatz.

Getriebe: Getriebe sind meist Teile von kleineren und größeren Maschinen, von Motoren oder von Alltagsgegenständen wie Fahrrad, Uhr oder Küchenmaschine. Die Funktion von Getrieben besteht darin, Bewegungsgrößen wie (➔) Kräfte, Geschwindigkeiten oder Wege zu verändern, sie also entweder zu vergrößern oder zu verkleinern. In Getrieben kommen Zahnräder, Ketten oder Riemen zum Einsatz. Das Fahrrad hat ein Kettengetriebe, bei dem durch die Pedale über eine Kette das hintere Rad angetrieben wird. Das erlaubt, mit geringerer Kraft aber mit längerem Weg (mehr Umdrehungen) das Rad zu beschleunigen und in Gang zu halten, als wenn die Pedale direkt am Rad befestigt wäre.

Gewicht: In der Physik auch als (➔) Gewichtskraft bezeichnet. Im Alltag werden Gewicht und (➔) Masse oft synonym gebraucht. In der Physik hingegen haben sie unterschiedliche Bedeutung, das spiegelt sich auch in den unterschiedlichen Einheiten. Das Gewicht weist – wie alle Kräfte – die Einheit (➔) Newton auf, die Masse die Einheit Kilogramm.

Gewichtskraft: In der Sprache der Physik beschreibt die Gewichtskraft (in der Physik meist kurz als „Gewicht“ bezeichnet), wie stark ein Gegenstand von der Erde angezogen wird. Man spricht daher auch von Erdanziehungskraft. Ursache für die Anziehung ist die (➔) Masse der Erde, die auf jede andere Masse wirkt. So wie die Erde andere Massen anzieht, zieht auch der Mond diese an. Da der Mond aber kleiner als die Erde ist, hat ein (➔) Körper eine geringere Gewichtskraft auf dem Mond als auf der Erde. Aber aufgepasst: Die Masse eines Körpers ist auf Erde und Mond zwar dieselbe, z. B. ist 1 kg Zucker auch auf dem Mond 1 kg. Aber die Kraft, mit welcher der Zucker vom Mond angezogen wird, beträgt nur ein Sechstel der Gewichtskraft, mit welcher der Zucker auf der Erde angezogen wird. Gewichtskräfte misst man in (➔) Newton. Auf der Erde erfährt eine Masse von 1 kg eine Gewichtskraft von etwa 10 Newton.

Goldene Regel der Mechanik: Diese Regel gilt immer, wenn (➔) Kräfte umgeformt werden, z. B. bei Flaschenzug, schiefer Ebene oder Getrieben. In diesen Geräten geht es meist darum, eine aufzubringende Kraft, z. B. zum Heben einer Last, durch eine kleinere Kraft zu ersetzen. Vom Alltag ist uns das bestens vertraut: Statt eine Last eine steile Leiter hinaufzutragen ist es einfacher, die Last auf einer nicht zu steilen Rampe oder Treppe hinaufzutragen. Letzteres benötigt weniger Kraft, dafür aber mehr Weg, d. h., ich muss eine längere Strecke mit der Last zurücklegen. Bereits seit dem Altertum sind derartige einfache Maschinen bekannt, z. B. Rampen beim Bau der Pyramiden in Ägypten oder (➔) Flaschenzüge beim Hausbau im alten Griechenland. Es war aber erst der italienische Naturwissenschaftler Galileo Galilei (1564–1642), der 1594 diese Alltagseinrichtungen und -erfahrungen in einem naturwissenschaftlichen Lehrsatz in Worten formulierte: „Was man an Kraft spart, muss man an Weg zulegen.“ Er nannte diesen Lehrsatz die Goldene Regel der Mechanik.

Hebelgesetz: Archimedes formulierte bereits in der Antike das Hebelgesetz. In seiner einfachsten Form bezieht es sich auf die Balkenwaage. Bei der Balkenwaage werden Last (F_L) und Kraft (F_K) sowie Lastarm (s_L) und Kraftarm (s_K) unterschieden. Lastarm und Kraftarm drücken die Hebelarmlänge auf je einer Seite der Balkenwaage aus. Last und Kraft drücken die beiden (➔) Kräfte auf je einer Seite der Balkenwaage aus. Das Hebelgesetz beschreibt den Gleichgewichtszustand der Balkenwaage. Das Gleichgewicht tritt ein, wenn gilt:

$$s_K \cdot F_K = s_L \cdot F_L$$

Ist also die Hebelarmlänge mal Kraft auf beiden Seiten gleich groß, befindet sich die Balkenwaage im Gleichgewicht. Ist die Hebelarmlänge mal Kraft auf einer Seite größer als auf der anderen, senkt sie die Balkenwaage auf dieser Seite. Unterschieden werden ein- und zweiseitige Hebel, je nachdem, ob die Kräfte nur auf der einen Seite oder auf beiden Seiten des Drehpunktes angreifen.

Hypothese: Eine Hypothese (vom Altgriechischen hypóthesis) ist eine Annahme, die auf wohldurchdachten Überlegungen beruht, z. B. „ich vermute,

dass diese Mauer aus Steinen besser hält als die aus Holz, weil Steine schwerer sind“. Die Annahme ist noch nicht bewiesen und ist weder wahr noch falsch. Eine Annahme ist nur dann eine Hypothese, wenn sie überprüfbar ist. Die Überprüfung erfolgt anhand der Folgerungen, die aus der Hypothese gezogen werden können, z. B. werden nun a) Mauern aus Steinen mit Mauern aus Holz, b) Mauern aus schwerem Holz mit Mauern aus leichtem Holz und c) Mauern aus leichten Steinen mit Mauern aus schweren Steinen miteinander verglichen. Dabei muss die Menge der Steine und des Holzes immer genau gleichbleiben, auch deren Größen. In den Naturwissenschaften und in der Technik werden Hypothesen überprüft. Sie werden entweder bestätigt (verifiziert) oder widerlegt (falsifiziert). Annahmen, die nicht auf wohldurchdachten Überlegungen basieren, werden als Vermutungen bezeichnet. In jungen Jahren sind Kinder eher in der Lage, Vermutungen als Hypothesen aufzustellen. Mit zunehmendem Alter stellen sie dann auch Hypothesen auf.

Kraft: Es handelt sich um eine wohl definierte physikalische Größe, die nur teilweise mit dem Alltagsbegriff „Kraft“ übereinstimmt. Die Abkürzung lautet *F* nach dem englischen „force“. Ihre Einheit ist (➔) Newton (N). In der Physik ist sie definiert als das Produkt von Masse (*m*) und Beschleunigung (a): $F = m \cdot a$. Der Begriff Kraft wird in der Physik nur dann verwendet, wenn zwei (➔) Körper aufeinander wirken, z. B. der Finger auf das Buch ((➔) Acto und Reactio), die Erde auf einen Gegenstand ((➔) Gewichtskraft) oder der Schrank, der auf dem Boden verschoben wird ((➔) Reibung). Mechanische Kräfte lassen sich mit (➔) Federkraftmessern messen.

Masse: Die Masse ist eine unveränderliche Eigenschaft eines Gegenstands. Sie wird mit der Einheit kg angegeben. Umgangssprachlich wird sie auch als (➔) Gewicht bezeichnet; dieser umgangssprachliche Begriff ist aus der Perspektive der Physik falsch, denn mit Gewicht bzw. (➔) Gewichtskraft wird in der Physik eine andere Größe bezeichnet. Warum unterscheidet die Physik zwischen Masse und Gewicht? Es gibt in der Physik – weniger hingegen in unserem Lebensalltag – Situationen, in denen zwischen Masse und Gewicht sorgfältig unterschieden werden muss. Ein Astronaut, der auf der Erde eine Masse von 80 kg aufweist, hat diese Masse auch noch im Raumschiff und auch auf dem Mond. Er ist ja immer noch derselbe Mensch. Was aber auf der Erde und auf dem Mond unterschiedlich ist, ist sein Gewicht. Wegen der im Vergleich zur Erde geringeren Anziehungskraft des Mondes weist er auf dem Mond ein Gewicht auf, das sechsmal kleiner ist als auf der Erde.

Körper: Anstelle von Gegenständen spricht man in der Physik von Körpern, weil der Begriff Körper mehr umfasst. Körper kann z. B. für ein Auto, einen Ball, ein Kind, den Mond oder die Erde stehen.

Newton: Einheit für die physikalische Größe Kraft, benannt nach dem englischen Mathematiker und Naturwissenschaftler Sir Isaac Newton (1642–1726). Die Abkürzung ist N. Eine Masse von 1 kg hat auf der Erde eine Gewichtskraft von ungefähr 10 N, auf dem Mond hingegen eine ca. sechsmal kleinere Gewichtskraft, d. h. ca. 1,6 N.

Reibung: Reibung, auch Reibungskraft genannt, ist eine (➔) Kraft, die zwischen zwei (➔) Körpern wirkt, die einander berühren. Die Reibungskraft wird häufig mit F_R abgekürzt, ihre Einheit ist wie bei allen Kräften das Newton (N). Wenn wir z. B. einen Schrank auf dem Boden verschieben, tritt zwischen Schrank und Boden Reibung auf. Wenn wir Ski fahren oder mit Langlaufski unterwegs sind, gibt es Reibung zwischen Ski und Schnee. Die Reibung erschwert das Verschieben des Schranks bzw. das Gleiten auf dem Schnee. Sie hängt einerseits von der Masse des Körpers ab, d. h. von der Masse des Schranks bzw. der Masse der Langläuferin, andererseits von der Beschaffenheit der Oberfläche der beteiligten Körper, beim Skilanglauf also von der Unterfläche der Langlaufski sowie von der Schneebeschaffenheit. In vielen Fällen wünscht man sich wenig Reibung: Beim Verschieben des Schranks lässt sich durch Unterlegen von Tüchern oder Fußmatten die Reibung reduzieren, beim Skilanglauf durch Skiwachs. In einigen Fällen wünscht man sich aber durchaus eine hohe Reibung, z. B. beim Fahrrad- oder Autoreifen, denn ohne Reibung zwischen Autoreifen und Straßenbelag würde das Auto in einer Kurve von der Straße abkommen. Genau dies passiert bei Glatteis, welches die Reibung reduziert.

Schwerpunkt: In den Naturwissenschaften und der Mathematik wird mit dem Schwerpunkt der sogenannte Massenmittelpunkt bezeichnet, alltagssprachlich ließe sich sagen „die Mitte des (➔) Gewichts“. Bei einer Holz- oder Eisenkugel oder auch bei einem Holz- oder Kunststoffwürfel liegt der Schwerpunkt genau in der Mitte der Kugel bzw. des Würfels. Beim Menschen liegt der Schwerpunkt ungefähr in der Mitte des Körpers auf der Höhe des Bauchnabels. Trinkgläser und Vasen weisen oft einen dicken, schweren Boden

auf; damit befindet sich der Schwerpunkt des Glases (auch bei gefülltem Glas) relativ weit unten und das Glas steht dadurch stabiler (➔ Stabilität).

Stabilität: Die Stabilität eines Körpers hängt von verschiedenen Faktoren ab, z. B. vom Material und den Bestandteilen eines (➔) Körpers, aber auch von der Lage des Schwerpunkts. Je tiefer der Schwerpunkt liegt und je direkter sich der Schwerpunkt des Körpers über der Mitte seiner Auflagefläche befindet, desto größer ist seine Stabilität: Ein Turm aus Bauklötzen oder ein Hochhaus, die sich nach oben verjüngen, sind stabiler als solche ohne Verjüngung. Ein (Renn-) Auto, das auch bei hoher Geschwindigkeit nicht aus der Kurve kippen soll, muss einen tiefen Schwerpunkt haben, d. h. wenig Bodenfreiheit.

Wechselwirkungsprinzip ➔ Actio und Reactio.

Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht*

Naturwissenschaftlich und technisch arbeiten und denken lernen

Ein Curriculum vom Kindergarten bis zur 8. Klasse

Herausgeberin: Kornelia Möller

Spiralcurriculum *Kräfte und Gleichgewicht*

Das Spiralcurriculum zum Thema *Kräfte und Gleichgewicht* ist bildungsstufenübergreifend für den Kindergarten, die Primarstufe und die Sekundarstufe I (Klassenstufen 6–8) konzipiert. Es zielt darauf ab, die Entwicklung naturwissenschaftlicher und technischer Kompetenzen von Anfang an stufengerecht zu fördern und die Übergänge vom Kindergarten in die Grundschule wie auch von der Grundschule in die Sekundarstufe zu erleichtern.

Neben dem Aufbau fachlicher Kompetenzen steht die systematische Heranführung an das naturwissenschaftliche und technische Arbeiten und Denken im Zentrum des Spiralcurriculums. Verknüpfungen zwischen Natur und Technik erhöhen dabei das Interesse der Lernenden und erleichtern Zugänge zu naturwissenschaftlichen Inhalten. Leitendes Prinzip ist das von pädagogischen Fachkräften bzw. Lehrkräften angemessen begleitete forschende und problemorientierte Lernen.

Stufenspezifische Materialpakete unterstützen die Fachkräfte des Kindergartens sowie die Lehrkräfte darin, die angestrebten Ziele zu erreichen.

Jedes Materialpaket besteht aus

- einem Handbuch für die jeweilige Bildungsstufe und
- dazugehörigen Materialkisten.

Band 1: Elementarbereich

Das Handbuch für den Elementarbereich enthält altersspezifische Bildungsangebote für Vorschulkinder mit insgesamt neun aufeinander abgestimmten Sequenzen, die den Kindern vielfältige neue Erfahrungen ermöglichen.

Die Kinder errichten verschiedene Bauwerke und finden heraus, wie sie stabilisiert werden können. Sie erproben, welche Gegenstände auf Rampen haften, rutschen und rollen. Sie testen gleichmäßige und ungleichmäßige Wippen und vergleichen die Wirkung von verschiedenen Gewichten und Positionen auf deren Gleichgewicht.

Die Kinder experimentieren spielerisch und finden so Lösungen für einfache technische Aufgaben; ebenso führen sie einfache technische Versuche nach Anleitung durch. Dadurch lernen sie grundlegende Aspekte des naturwissenschaftlichen und technischen Arbeitens und Denkens kennen.

Das Handbuch enthält die detaillierte Beschreibung der Sequenzen, fachliche und didaktische Hintergrundinformationen, Vorschläge für die Diagnose von Kompetenzen bei Kindern mit unterschiedlichen Lernvoraussetzungen sowie Anregungen für eine integrierte Sprachförderung. Damit können pädagogische Fachkräfte auch ohne naturwissenschaftliches oder technisches Vorwissen die Bildungsangebote umsetzen.

In der Materialkiste befinden sich alle zum Experimentieren erforderlichen Materialien für Gruppen mit bis zu 10 Kindern.

Herausgeberin:

Prof. Dr. Kornelia Möller
ist Seniorprofessorin für Didaktik des Sachunterrichts an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.

Die Materialpakete für alle drei Stufen sind erhältlich unter: www.gutwerke.de

Nachfragen unter: kraefte-gleichgewicht@caritas-coesfeld.de

Digitale Versionen aller Handbücher, editierbare Arbeitsblätter des Primar- und Sekundarbereichs sowie deren Lösungen sind zudem auf den Seiten der *Deutsche Telekom Stiftung* abrufbar (www.telekom-stiftung.de/minteinander).

Autorinnen: Miriam Leuchter, Marina Ape, Ilonca Hardy und Mirjam Steffensky

Prof. Dr. Miriam Leuchter
ist Professorin für Grundschulpädagogik an der Universität Koblenz-Landau.

Marina Ape
ist Grundschullehrerin in Münster.

Prof. Dr. Ilonca Hardy
ist Professorin für Grundschulpädagogik mit Schwerpunkt Empirische Bildungsforschung an der Goethe-Universität Frankfurt.

Prof. Dr. Mirjam Steffensky
ist Professorin für Didaktik der Naturwissenschaften – Chemie an der Universität Hamburg.