Spiralcurriculum

Magnetismus

Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen

Band 1: Elementarbereich

Band 2: Primarbereich

Band 3: Sekundarbereich

KORNELIA MÖLLER
MAREIKE BOHRMANN
ANJA HIRSCHMANN
TORBEN WILKE
HANS-PETER WYSSEN

Ermöglicht durch

Deutsche Telekom Stiftung

Deutsche Telekom Stiftung

Die Entwicklung des Spiralcurriculums wurde durch die Deutsche Telekom Stiftung ermöglicht.

Wir danken folgenden Mitarbeitenden und mit uns kooperierenden Lehrkräften für die Mitwirkung an der Entwicklung und Erprobung des Curriculums für den Primarbereich: Michaela Ellerbrock, Melanie Groß, Julia Hirschmann, Martina Horst, Stephanie Kleindopp, Bernhard Lanz, Klaus Lemmen, Ingrid Nachtigäller, Katharina Pollmeier, Claudia Tenberge, Elke Thoms, Stella Vigano.

Für die Durchführung von Korrekturen danken wir Anna Hermwille, Arne Lambertz, Annabelle Klinkenberg, Christina Mehling, Cornelia Sunder und Michael Wittwer.

Die im Ordner enthaltenen Fotos mit Schülerinnen und Schülern wurden von Anja Hirschmann gemacht. Die Fotos der Materialien stammen von Erwin Hartz und Arne Lambertz.

Die zum Ordner gehörende Materialkiste ist bei der Caritas-Werkstatt Lünen erhältlich:
E-Mail: magnetismus@caritas-coesfeld.de
Fon: 02306 9801-2901
Fax: 02306 9801-2949

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

IMPRESSUM

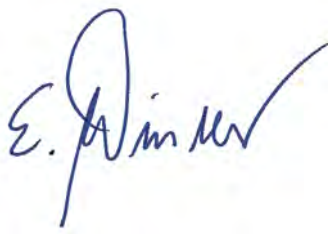
Kornelia Möller, Mareike Bohrmann, Anja Hirschmann, Torben Wilke, Hans-Peter Wyssen
Spiralcurriculum Magnetismus: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen.
Band 2: Primarbereich
In der Reihe: Spiralcurriculum Magnetismus: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen.
Ein Curriculum vom Kindergarten bis zur 7. Klasse.
Herausgegeben von Kornelia Möller
3. Auflage 2020 (1. Auflage 2013 und 2. Auflage 2014 Friedrich Verlag)

Alle Rechte vorbehalten.

Redaktion: Julia Menz, Hannover
Illustrationen: Hendrik Kranenberg, Drolshagen
Technische Zeichnungen: Nadine Henn, Ansgar Klemm, Torben Wilke
Druck: WIRmachenDRUCK GmbH
Printed in Germany

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 neue Projekte für erfolgreiches MINT-Lehren und -Lernen entwickelt.
Mit unserem Vorhaben „MINTeinander“ wollen wir nicht nur dazu beitragen, Kindern und Jugendlichen MINT-Kompetenzen zu vermitteln. Wir gehen hier noch einen Schritt weiter, indem wir dafür sorgen, dass sie diese Kompetenzen systematisch und aufeinander aufbauend, also spiralförmig, entwickeln können. Damit dies gelingt, sind in den unterschiedlichen Bildungseinrichtungen – Kindertagesstätten, Grund- und weiterführenden Schulen – Lehr- und Lerninhalte notwendig, die altersgerecht angelegt und übergreifend aufeinander abgestimmt sind.
Wie groß das Interesse an solchen Spiralcurricula ist, hat uns der bundesweite Wettbewerb gezeigt, über den wir die ersten Materialien verteilt haben. Mehr als 750 Einrichtungen haben sich für die Informationen und Schulungen beworben, die das Projektkonsortium unter Leitung von Professorin Kornelia Möller, Direktorin des Seminars für Didaktik des Sachunterrichts an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, in mehrjähriger Arbeit konzipiert hat.
Die nun vorliegende erste Materialsammlung und die didaktische Begleithandreichung, mit denen wir die pädagogischen Fachkräfte und Lehrpersonen unterstützen, widmen sich dem Thema „Magnetismus“. Zurzeit entstehen zusätzlich Materialien und Handreichungen für die Themen „Schwimmen und Sinken“ sowie „Mechanik“.
Wir wünschen allen Fach- und Lehrkräften und natürlich allen Kita-Kindern, Schülerinnen und Schülern viel Freude beim Ausprobieren und Entdecken, beim mi(n)teinander Lehren und Lernen.



Dr. Ekkehard Winter
Geschäftsführer Deutsche Telekom Stiftung

1 Einleitung: Das Spiralcurriculum Magnetismus 5

2 Lernen in den Naturwissenschaften 11

3 Das Thema Magnetismus in einem bildungsstufenübergreifenden Curriculum 15
3.1 Magnetismus als Gegenstand naturwissenschaftlicher Bildung 15
3.2 Naturwissenschaftliche Bildung von Anfang an 16
3.2.1 Inhaltsbezogene Kompetenzen zum Thema Magnetismus 17
3.2.2 Prozessbezogene Kompetenzen in den Naturwissenschaften 22

4 Das Thema Magnetismus im Primarbereich 31
4.1 Zum fachlichen Hintergrund des Unterrichts in der Primarstufe 31
4.2 Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten 58

5 Der Unterricht im Primarbereich 61
5.1 Zum Aufbau des Unterrichts 61
5.2 Sequenzen für die Klassenstufen 1 und 2 73
5.2.1 Sequenz 1 „Magneten erkunden“ 73
5.2.2 Sequenz 2 „Welche Materialien zieht ein Magnet an?“ 89
5.2.3 Sequenz 3 „Zieht ein Magnet überall gleich stark an?“ 108
5.2.4 Sequenz 4 „Wo liegen die Pole bei verschiedenen Magneten?“ 117
5.2.5 Sequenz 5 „Wie reagieren Magneten aufeinander?“ 128
5.2.6 Sequenz 6 „Wie reagieren verschiedene Magneten aufeinander?“ 144
5.2.7 Sequenz 7 „Einen Magneten selbst herstellen“ 163
5.2.8 Sequenz 8 „Wie der Magnet zu seinem Namen kam“ (optional) 172
5.2.9 Sequenz 9 „Unsere Forscherarbeit“ 184
5.2.10 Weitere Unterrichtsanregung: „Ein Magnetspiel erfinden“ (optional) 190
5.3 Sequenzen für die Klassenstufen 3 und 4 203
5.3.1 Sequenz 1 „Eigenschaften von Magneten – wie können sie belegt werden?“ 203
5.3.2 Sequenz 1 (Alternative) „Welche Eigenschaften haben Magneten?“ 225
5.3.3 Sequenz 2 „Magneten an ihrer Wirkung erkennen“ (optional) 250
5.3.4 Sequenz 3 „Wer ist stärker, ein kleiner oder ein großer Magnet?“ 261
5.3.5 Sequenz 4 „Ein faires Experiment“ 280
5.3.6 Sequenz 5 „Wie funktioniert ein Kompass?“ 295
5.3.7 Sequenz 6 „Magnetismus und Elektrizität – Elektromagnetismus“ 321
5.3.8 Sequenz 7 „Unsere Forscherarbeit“ 342
5.3.9 Weitere Unterrichtsanregung: „Planung und Bau eines Schrottkrans“ (optional) 358

6 Erreichte Kompetenzen diagnostizieren 367
6.1 Diagnose erreichter Kompetenzen durch schriftliche Aufgaben 367
6.2 Das Forschertagebuch 375
6.3 Beobachtungen der Lehrkraft zu den erreichten Kompetenzen im Unterri 381
6.4 Prä-/Post-Aufgaben zur Diagnose von Veränderungen in den Vorstellungen der Lernenden 387

7 Anhang 399
7.1 Inhalt der Materialkisten zum Spiralcurriculum Magnetismus. Primarbereich 399
7.2 Literaturempfehlungen 408
7.3 Glossar 410
7.4 Verwendete Literatur 412
7.5 Bildquellenverzeichnis 415

1 Einleitung: Das Spiralcurriculum Magnetismus

1 Das Spiralcurriculum Magnetismus: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen

Ein Curriculum vom Kindergarten bis zum Anfangsunterricht in der Sekundarstufe I (Kl. 5 bis 7)

Das Spiralcurriculum zum Thema Magnetismus ist bildungsstufenübergreifend für den Kindergarten bis zur Sekundarstufe I (Klassen 5 bis 7) konzipiert. Es zielt darauf ab, die Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenzen von Anfang an stufengerecht zu fördern und die Übergänge vom Kindergarten in die Grundschule und von der Grundschule in die Sekundarstufe zu erleichtern.
Neben dem Erwerb inhaltsbezogener Kompetenzen zum Themenfeld Magnetismus steht die systematische Heranführung an naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen im Zentrum des Spiralcurriculums.
Leitendes Prinzip ist das durch pädagogische Fachkräfte bzw. Lehrkräfte angemessen begleitete forschende Lernen. Das dem Spiralcurriculum zugrunde liegende Lernverständnis geht davon aus, dass Wissen nicht „vermittelt“ werden kann, sondern von den Lernenden gemeinsam aktiv konstruiert werden muss. Gerade jüngere Lernende sind dabei darauf angewiesen, Wissen auf der Basis konkreter Erfahrungen zu entwickeln – das Spiralcurriculum ermöglicht daher in allen Bildungsbereichen entsprechende Handlungs- und Experimentiererfahrungen. Gleichzeitig benötigen Lernende für die Entwicklung von Wissen die gezielte Unterstützung der Fachkräfte bzw. Lehrkräfte. Entsprechende Vorschläge, z. B. zur Strukturierung der Inhalte oder zur Gestaltung gemeinsamer Gespräche, sind zentraler Bestandteil der vorgelegten Materialien.
Drei aufeinander abgestimmte Materialpakete für den Elementar-, Primar- und Sekundarbereich unterstützen die pädagogischen Fachkräfte des Kindergartens sowie die Lehrkräfte darin, die angestrebten Ziele zu erreichen. Sie wurden nach dem Prinzip der KiNT-Klasse(n)kisten auf der Basis von Forschungsergebnissen entwickelt und in der jeweiligen Bildungsstufe vielfach erprobt. Auch naturwissenschaftlich weniger erfahrene pädagogische Fachkräfte bzw. Lehrkräfte können mit Hilfe dieser Materialpakete kompetenzfördernde Lernsituationen in den entsprechenden Bildungsbereichen gestalten.

Jedes Materialpaket besteht aus
- einem Handbuch für die jeweilige Bildungsstufe sowie
- einer bzw. mehreren dazugehörigen Materialkisten.

Die Handbücher enthalten leicht verständliche Hintergrundinformationen, methodische und didaktische Hinweise sowie sorgfältig ausgearbeitete Vorschläge für die Gestaltung von Lernsituationen. Alle vorgeschlagenen Sequenzen orientieren sich an stufenübergreifend formulierten Kompetenzrastern, die in den Handbüchern ausführlich erläutert werden. Dabei werden sowohl inhaltsbezogene Kompetenzen zum Themenbereich Magnetismus als auch prozessbezogene Kompetenzen zum naturwissenschaftlichen Arbeiten und Denken berücksichtigt.
In den Materialkisten befinden sich Materialien, die für die Durchführung der vorgeschlagenen Sequenzen benötigt werden, in der Regel in den Institutionen aber 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, in denen Gelegenheit zum Wiederholen bzw. Erarbeiten vorangegangener Kompetenzen gegeben wird. So kann der Unterricht auch in solchen Klassen stattfinden, die bisher keine oder kaum Erfahrungen mit dem Spiralcurriculum hatten.

Die Materialpakete im Überblick

Materialpaket Elementarbereich
Mirjam Steffensky, Ilonca Hardy

Das Bildungsangebot

Die Materialien für den Elementarbereich enthalten vielfältige Bildungsangebote für Kinder zwischen vier und sechs Jahren mit insgesamt neun aufeinander abgestimmten Sequenzen zum Thema Magnetismus. Die Kinder entdecken Magneten[1] im Alltag, beschreiben die Wirkung von Magneten bei verschiedenen Materialien, erfahren Anziehung und Abstoßung und klassifizieren Ma-

[1] In diesem Handbuch wird der Begriff „Magnet“ nach Duden dekliniert; diese Form der Deklination deckt sich nicht in allen Fällen mit der verbreiteten alltagssprachlichen Verwendung.

gneten nach unterschiedlichen Merkmalen. Durch Gelegenheiten zum Erproben, Beobachten, Überprüfen und Sortieren lernen die Kinder grundlegende Aspekte des naturwissenschaftlichen Arbeitens und Denkens in einem erfahrungsreichen Kontext kennen.

Das Handbuch

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 Vorwissen altersspezifische Bildungsangebote zum Thema Magnetismus umsetzen.

Die Materialkiste

Die Materialkiste für den Elementarbereich enthält die wichtigsten für die Umsetzung der Bildungsangebote benötigten Materialien: sämtliche Alltagsmagneten, Materialien zum spielerischen Erkunden der Durchwirkung von Magneten, Materialquader zum Entdecken magnetischer Eigenschaften, Alltagsmaterialien mit „versteckten“ Magneten sowie Spielelemente zum Erfahren der Abstoßung und Anziehung von Magneten. Es müssen nur einige wenige, in jedem Haushalt vorhandene, Gegenstände ergänzt werden. Das Material reicht für Gruppen mit bis zu 15 Kindern aus. Zudem wird detailliert beschrieben, welche Materialien zusätzlich beschafft werden müssen, um mit größeren Kindergruppen arbeiten zu können.
Eine Liste mit den in den einzelnen Boxen enthaltenen Materialien befindet sich im Anhang des Handbuches.

Materialpaket Primarbereich

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

Das Bildungsangebot

Die Materialien für die Klassenstufen 1/2 und 3/4 umfassen insgesamt 15 Unterrichtssequenzen zum Magnetismus. Die Kinder finden in den Klassenstufen 1/2 zunächst heraus, welche Materialien von Magneten angezogen werden, untersuchen anschließend die Pole bei unterschiedlichen Magneten, entdecken, wie Magneten aufeinander reagieren, leiten die Polregel ab, magnetisieren einen Eisendraht und erfahren etwas über die Entdeckung des natürlichen Magnetismus. In den Klassenstufen 3/4 bestimmen sie mit unterschiedlichen Verfahren die Stärke von Magneten, bauen einen Kompass, orientieren sich mit Hilfe des Kompasses, erfahren etwas über den Erdmagnetismus und stellen einen Elektromagneten her. In Hinblick auf naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen lernen die Kinder das Formulieren von Fragen, das Aufstellen und Überprüfen von Vermutungen, das Durchführen und selbstständige Planen von Versuchen, das Begründen, Schlussfolgern und Vorhersagen, das Dokumentieren sowie das Entwickeln kontrollierter Experimente. Auf der Basis der eigenen Forschertätigkeit wird zudem das Nachdenken über Naturwissenschaft angebahnt.

Das Handbuch

Das Handbuch enthält neben den detailliert beschriebenen Unterrichtssequenzen und den benötigten Hintergrundinformationen auch Arbeitsblätter für die Hand der Kinder, Anregungen zur Differenzierung, Versuchsbeschreibungen, Vorlagen für Folien, Lesetexte, Aufgaben zur Diagnose der erworbenen Kompetenzen, einen Vorschlag für das Führen eines Forschertagebuches sowie Beobachtungstabellen für das Diagnostizieren erreichter Kompetenzen im Unterricht. Es ist so gestaltet, dass Lehrkräfte auch ohne naturwissenschaftliches Vorwissen einen kompetenzorientierten Unterricht zum Thema Magnetismus durchführen können.

Die Materialkisten

Die Materialkisten für den Primarbereich umfassen je zwei hohe Boxen für die Klassenstufen 1/2 und 3/4 sowie drei eingesetzte flache Boxen. Sie enthalten (fast) alles, was für die Umsetzung der im Handbuch vorgeschlagenen 15 Lernsequenzen notwendig ist: Sämtliche für den Unterricht benötigte Magneten (auch in Klassenstärke), Materialquader zum Erkunden magnetischer Eigenschaften, Materialien für den Bau eines Elektromagneten und eines Kompasses, Demonstrationsexperimente sowie weitere für die Durchführung von Versuchen und Experimenten benötigte Vorrichtungen bzw. Kleinteile. Lediglich einfach zu beschaffende Verbrauchsmaterialien, wie Tesafilm, Bindfaden usw., müssen die Lehrkräfte selbst besorgen. In den Handbüchern sind die jeweils aus den Materialkisten benötigten Materialien sowie die selbst zu beschaffenden Materialien zu jeder Sequenz detailliert aufgelistet. Das Material reicht für den Unterricht in Klassen mit bis zu 32 Kindern.
Eine Liste mit den in den einzelnen Boxen enthaltenen Materialien befindet sich im Anhang des Handbuches.

Materialpaket Sekundarbereich
Claudia von Aufschnaiter, Rita Wodzinski

Das Bildungsangebot
Die Materialien für die Klassenstufen 5 bis 7 umfassen fünf Unterrichtssequenzen im Umfang von je einer Doppelstunde, welche die in der Primarstufe entwickelten Kompetenzen aufgreifen, vertiefen und erweitern. Dazu gehören sowohl die grundlegenden Eigenschaften von Magneten als auch Aspekte des Erdmagnetismus. In Hinblick auf naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen werden das Prinzip der Variablenkontrolle eingeführt sowie das Modellieren am Beispiel der Elementarmagneten thematisiert. Die Schülerinnen und Schüler bauen zudem einen einfachen Elektromotor und entwickeln so ihre in der Primarstufe gemachten Erfahrungen zum Elektromagnetismus weiter. Die Unterrichtsmaterialien betonen das selbstständige Arbeiten der Schülerinnen und Schüler und bieten vielfältige Möglichkeiten der Differenzierung.

Das Handbuch
Das Handbuch enthält eine umfassende Aufbereitung der fachlichen Grundlagen, die zum Teil über die in den Sequenzen thematisierten Inhalte hinausgeht, um vertiefende Einblicke zu ermöglichen. Die Sequenzen werden detailliert im Ablauf beschrieben und durch vorbereitete Arbeitsblätter sowie Lehrmaterialien ergänzt. Es werden zudem Vorschläge für eine Eingangs- und eine Abschlussdiagnostik gemacht. Das Handbuch ist so angelegt, dass es auch von fachfremd unterrichtenden Lehrkräften genutzt werden kann.

Die Materialkisten
Die zwei Boxen für den Sekundarbereich I enthalten bis auf Magneten, Kompasse und einige leicht verfügbare Kleinteile alle Materialien, die für die Durchführung der Unterrichtssequenzen notwendig sind. Hierzu gehören insbesondere Stäbe, Quader und Platten aus unterschiedlichen Materialien, die für die Untersuchung der Eigenschaften von Magneten, der Abschwächung der

Bezug der Materialpakete Spiralcurriculum Magnetismus

MIRJAM STEFFENSKY, ILONCA HARDY
Materialkiste zum Spiralcurriculum Magnetismus:
Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen. Elementarbereich.
Bestellnummer: 500-1-01063
Caritas-Werkstatt Lünen

KORNELIA MÖLLER, HANS-PETER WYSSEN, ANJA HIRSCHMANN,
MAREIKE BOHRMANN, TORBEN WILKE
Materialkisten zum Spiralcurriculum Magnetismus:
Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen. Primarbereich.
Bestellnummer: 500-1-01064
Caritas-Werkstatt Lünen

CLAUDIA VON AUFSCHNAITER, RITA WODZINSKI
Materialkisten zum Spiralcurriculum Magnetismus:
Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen. Sekundarbereich.
Bestellnummer: 500-1-01065
Caritas-Werkstatt Lünen

Die zu den Materialkisten gehörenden Handbücher sind ebenfalls für jede Bildungsstufe separat über die Caritas-Werkstätten Lünen zu beziehen.

Handbuch Magnetismus Elementarbereich Bestellnummer: 500-1-08579
Handbuch Magnetismus Primarbereich Bestellnummer: 500-1-08580
Handbuch Magnetismus Sekundarbereich Bestellnummer: 500-1-08581

Bezug durch:
Caritas-Werkstatt Lünen
Fon 02306 9801-2901
Fax 02306 9801-2949
magnetismus@caritas-coesfeld.de

magnetischen Wirkung und für Experimente zum Modell der Elementarmagneten notwendig sind. Ebenfalls enthalten sind Spulen und zugehörige Halterungen für Experimente zum Elektromagnetismus. Die Materialien wurden so zusammengestellt, dass sie auch für andere physikalische Themenfelder nutzbar sind (z. B. elektrische Leitfähigkeit). Es wurde bewusst darauf verzichtet, die Kiste mit Magneten, Kompassen und anderen Kleinteilen zu bestücken, da diese entweder an Schulen vorhanden sind oder sich sehr leicht aus anderen Quellen beschaffen lassen. Entsprechende Anbieter sind im Handbuch vermerkt. Alle Materialien sind so zusammengestellt, dass sie Kleingruppenarbeit mit je drei Schülerinnen und Schülern bis zu einer Klassengröße von 33 Lernenden ermöglichen.
Eine Liste mit den in den einzelnen Boxen enthaltenen Materialien befindet sich im Anhang des Handbuches.

Zum Aufbau des Handbuchs

Die bildungsstufenübergreifenden Kapitel des Handbuchs – Kapitel 2 und 3

Die Kapitel 2 und 3 wenden sich an alle Bildungsbereiche. Sie stellen Ziele und lernpsychologische Grundlagen des Spiralcurriculums dar (Kap. 2), begründen, warum das Thema Magnetismus 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 aufgebaut werden können (Kap. 3.2).
Kapitel 2 „Lernen in den Naturwissenschaften“ umreißt die dem Spiralcurriculum zugrunde liegenden Ziele der naturwissenschaftlichen Bildung (Kap. 2.1) und die psychologischen Grundlagen des Lernens von Naturwissenschaften (Kap. 2.2). Daran anschließend wird beschrieben, wie Lernsituationen strukturiert werden können, um forschendes Lernen zu unterstützen und die Entwicklung naturwissenschaftlicher Bildung zu fördern (Kap. 2.3).
Kapitel 3 „Das Thema Magnetismus in einem bildungsstufenübergreifenden Curriculum“ stellt das Thema Magnetismus als Lerngegenstand vor. Zunächst wird begründet, warum das Thema Magnetismus in allen Bildungsbereichen fruchtbare Lernprozesse ermöglichen kann, was das Thema für Kinder interessant und bedeutsam macht und welche Potenziale es für forschend-entdeckende Lernsituationen bietet (Kap. 3.1). Kapitel 3.2 unterscheidet als zentrale Bereiche einer naturwissenschaftlichen Grundbildung das inhaltsbezogene sowie das prozessbezogene Wissen und die jeweils dazugehörenden Kompetenzen als Indikatoren für ein anwendungsbezogenes, flexibles Wissen. Die inhaltsbezogenen Kompetenzen beziehen sich auf das Themengebiet „Magnetismus“, die prozessbezogenen Kompetenzen sind inhaltsunspezifisch formuliert. Im Bereich des prozessbezogenen Wissens bzw. der prozessbezogenen Kompetenzen wird unterschieden zwischen naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen sowie Überlegungen zum Wesen der Naturwissenschaft und ihrer Erkenntnisweisen (Natur der Naturwissenschaften).
Die Teilkapitel 3.2.1 und 3.2.2 listen in Tabellen Kompetenzen auf, die nach unseren Voruntersuchungen von Lernenden im jeweiligen Bildungsbereich in der Regel erreicht werden können, ohne die Lernenden zu unter- bzw. zu überfordern. Die den einzelnen Bildungsbereichen zugeordneten Kompetenzen bauen aufeinander auf und ermöglichen so eine kontinuierliche Vertiefung bzw. Erweiterung von Kompetenzen.
Im Kapitel 3.2.1 finden sich die inhaltsbezogenen Kompetenzen zum Themenfeld Magnetismus. Dazu gehört z. B. im Elementarbereich das Benennen von Alltagsgegenständen mit Magneten, im Primarbereich das Herstellen und Beschreiben der Funktionsweise eines Kompasses und im Sekundarbereich das Nutzen des Elementarmagneten-Modells zum Beschreiben von Eigenschaften des Magnetismus.
Kapitel 3.2.2 listet in der dort vorhandenen Tabelle zwölf unterschiedliche Arbeits- und Denkweisen in den Naturwissenschaften auf, z. B. das Beobachten, Bilden von Vermutungen/Hypothesen, Argumentieren/Begründen usw. Für jeden Bildungsbereich wird angegeben, welche Kompetenzen auf der jeweiligen Niveaustufe erreicht werden können. Da die prozessbezogenen Kompetenzen inhaltsunspezifisch formuliert sind, lassen sich die angegebenen Kompetenzstufungen auch dem Unterricht in anderen Inhaltsfeldern zugrunde legen.
Eine weitere Tabelle gibt eine Übersicht über Kompetenzen, die ein angemessenes Verständnis über die Merkmale der Naturwissenschaften, die Forschungsmethoden und die Bedingtheiten von Naturwissenschaften vorbereiten können. Diese reflexive Metaebene – also das Nachdenken über Naturwissenschaften – findet in der Didaktik immer stärkere Beachtung. Allerdings ist die Entwicklung eines Verständnisses über die Besonderheiten der Naturwissenschaften ein langwieriger Prozess, der erst nach zunehmender Generalisierung auf der Basis von erfahrenen Einzelfällen erreicht werden kann. Die angegebenen Kompetenzen wurden deshalb nicht einzelnen Niveaustufen zugeordnet; sie fungieren ledig-

lich als Orientierung für erste Schritte in Richtung eines angemessenen Wissens über Naturwissenschaften.
In den für jeden Bildungsbereich vorgeschlagenen Sequenzen (Kap. 5) findet sich zu Beginn jeweils eine Auflistung der in der Lerneinheit verfolgten Kompetenzen und des diesen Kompetenzen zugrunde liegenden Wissens. Diese ermöglicht eine konsequente Kompetenzorientierung der vorgeschlagenen Lernsituationen.

Der Unterricht zum Thema Magnetismus im Primarbereich – Kapitel 4 bis 6

Im Kapitel 4.1 werden zunächst die fachlichen Grundlagen vorgestellt, die für das Gestalten von Lernsituationen im Primarbereich bedeutsam sind. Die Darstellung der fachlichen Grundlagen orientiert sich an den Sequenzen, um der Lehrkraft eine schnelle Orientierung zu ermöglichen. Kapitel 4.2 gibt eine Übersicht über weit verbreitete Schülervorstellungen, die das Lernen im Themenbereich Magnetismus erschweren können.
Kapitel 5 beginnt mit einer Einführung in den für die Primarstufe vorgeschlagenen Unterricht und seinen Aufbau (Kap. 5.1). In einer Tabelle werden die vorgeschlagenen Sequenzen für die Klassenstufen 1/2 und 3/4 aufgelistet, um einen schnellen Überblick über den Unterricht zu ermöglichen. Kapitel 5.2 enthält neun Sequenzen zum Unterrichten des Themas in den Klassenstufen 1/2, Kapitel 5.3 sieben Sequenzen zum Unterrichten des Themas in den Klassenstufen 3/4. Zu jeder Sequenz werden die angestrebten Kompetenzen sowie ein möglicher Unterrichtsverlauf, mögliche Ergebnisse und mögliche Impulse der Lehrkraft angegeben.
Eine Liste der aus den Materialkisten benötigten oder zu besorgenden Materialien erleichtert die Organisation des Unterrichts. Sämtliche zu den Sequenzen gehörenden Materialien (Versuchsbeschreibungen, Stationskarten, Hilfekarten, Begriffskarten, Folien etc.) sind jeweils direkt den einzelnen Sequenzen zugeordnet.
Kapitel 6 umfasst Hilfen zur Diagnostik des individuellen Lernstands der Kinder in der Primarstufe. In Kapitel 6.1 werden Knobelaufgaben vorgestellt und in ihren Anforderungen beschrieben, die sowohl im Unterricht zur Differenzierung als auch zur Lernstandsdiagnostik eingesetzt werden können. Kapitel 6.2 stellt ein Forschertagebuch vor, mit dessen Hilfe komplexe Lernentwicklungen diagnostiziert werden können. Kapitel 6.3 gibt Anregungen zur Beobachtung der individuellen Lernentwicklung im Unterricht. Hierzu werden Beobachtungsbögen zu den inhalts-, prozess- und reflexionsbezogenen Kompetenzen sowie zur Entwicklung der Selbst- und Sozialkompetenz angeboten. Kapitel 6.4 enthält Aufgaben, mit denen sich die Veränderung von Vorstellungen durch den Unterricht diagnostizieren lässt (Prä-Post-Aufgaben).
Im Anhang (Kap. 7) befinden sich Listen und Abbildungen der in den Materialkisten vorhandenen Materialien (Kap. 7.1), Literaturempfehlungen (Kap. 7.2), ein Glossar mit den wichtigsten Fachbegriffen (Kap. 7.3) und Angaben zur verwendeten Literatur (Kap. 7.4).

Materialkisten Primarbereich.
Spiralcurriculum Magnetismus:
Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen.

Herausgegeben von Kornelia Möller

www.caritas-coesfeld.de/magnetismus
magnetismus@caritas-coesfeld.de

Box 1, Box 1a

Box 2, Box 2a

Box 3, Box 3a

Box 4

2 Lernen in den Naturwissenschaften

2 Lernen in den Naturwissenschaften

2.1 Ziele naturwissenschaftlicher Bildung

Lernen in den Naturwissenschaften schließt in allen Bildungsstufen neben dem Aufbau von inhaltsbezogenem Wissen auch das Aneignen naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen ein. Die Kinder sollen lernen, wie man in den Naturwissenschaften Phänomenen auf den Grund geht und wie man Erkenntnisse gewinnt. Sie sollen dabei auch eine erste Vorstellung davon bekommen, was naturwissenschaftliches Arbeiten bedeutet, wie Forscherinnen und Forscher 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 naturwissenschaftlichen Grundbildung. Naturwissenschaftliche Grundbildung (häufig auch als „Scientific Literacy“ bezeichnet) wird auch in Bildungsplänen der verschiedenen Bildungsstufen als Ziel naturwissenschaftlicher Bildungsprozesse benannt.

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

Die Entwicklung einer solchen naturwissenschaftlichen Grundbildung wird als ein lebenslanger Prozess verstanden, der in der frühen Kindheit beginnt, z. B. mit ersten explorativen Erkundungen der Umgebung, und der dann im Elementarbereich und in der Schule zunehmend systematisch unterstützt wird.

Dieser Prozess endet (idealerweise) nicht mit der Schulzeit, sondern setzt sich in der freiwilligen Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen 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 Grundbildung.

2.2 Lernen als Veränderung von Vorstellungen

Lernende jeden Alters haben zu Beginn eines Lernprozesses bereits eigene Vorstellungen. Diese haben sich meist aufgrund von Beobachtungen und Erfahrungen, durch bestimmte Formulierungen, über Informationen (Medien, Eltern, Geschwister, Mitschüler …) 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 natürlichen Umwelt, sind jedoch wissenschaftlich oft nicht oder nur begrenzt tragfähig. Beispielsweise verknüpfen Kinder das Gewicht eines Gegenstandes häufig mit dem „gefühlten Gewicht“ in der Hand. Entsprechend nehmen sie 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.

Bereits vorhandene Vorstellungen bestimmen wesentlich den Verlauf und das Ergebnis von Lernprozessen. Nicht selten sind sie Ursache von Lernschwierigkeiten, wenn die naturwissenschaftlichen Vorstellungen im Widerspruch zu den eigenen Vorstellungen stehen (vgl. Kap. 4.2 Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten).

Der Übergang von den vorhandenen Vorstellungen zu den wissenschaftlichen Vorstellungen ist kein einfacher und vor allem kein geradliniger Prozess. Scheinbare Rückschritte, zwischenzeitliche Unzufriedenheit oder ein unreflektiertes Nebeneinander verschiedener Vorstellungen sind häufig während eines Lernprozesses zu beobachten. So kann ein Kind nach einer Unterrichtseinheit zum Schwimmen und Sinken von Gegenständen zwar durchaus korrekt angeben, dass nicht das Gewicht eines Gegenstandes entscheidet, ob der Gegenstand schwimmt oder sinkt. Dennoch kann es sein, dass dasselbe Kind in einer Situation mit neuen, nicht im Unterricht behandelten, Gegenständen erneut das Gewicht als einen wichtigen Faktor zur Erklärung des Schwimm- oder Sinkverhaltens anführt.

Der Aufbau und die Weiterentwicklung der eigenen Vorstellungen werden wesentlich durch den Austausch von Vorstellungen im Gespräch (sog. *Ko-Konstruktionen*) beeinflusst. Lernende sollten

daher Gelegenheiten bekommen, ihr individuelles Verständnis von Phänomenen im Gespräch darzulegen und ihre Vorstellungen zu begründen. Auf diese Weise können unterschiedliche Sichtweisen und Beobachtungen zu grundlegenden Phänomenen erkannt und ggf. gegenübergestellt werden.
Der bewusste Einsatz sozialer Lernsituationen in Partner- und Gruppenarbeiten kann zusätzlich soziale und sprachliche Kompetenzen fördern. Kinder lernen in solchen Lernsituationen 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 helfen möchte, ihre vorhandenen Vorstellungen in Richtung angemessenerer Vorstellungen zu verändern, sollte zusammenfassend folgende Merkmale haben:

- selbstständiges Denken und forschend-entdeckendes Lernen fördern
- die kognitive Aktivität der Lernenden durch anregendes und hilfreiches Lernmaterial fördern
- die Ideen, Erklärungen und Vorstellungen, welche die Kinder in den Unterricht hineinbringen, berücksichtigen
- gemeinsame Denkprozesse im Gespräch, beispielsweise in Kleingruppen, fördern
- Möglichkeiten bieten, individuell erarbeitete Vorstellungen in verschiedenen Anwendungen und Beispielen zu festigen
- Reflexionsprozesse fördern

2.3 Die Bedeutung der Strukturierung von Lerngelegenheiten

In vielen konstruktivistischen Ansätzen wird die Rolle der Fach- bzw. Lehrkraft häufig als die eines Moderators und Lernbegleiters beschrieben. Die Fach- bzw. Lehrkraft soll sich weitgehend passiv verhalten und den Lernenden Raum lassen für eigene Lernwege. 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 Kinder 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 Gerüstes, das den Lernenden ermöglicht, Aufgaben mit Unterstützung zu lösen, die sie allein noch nicht lösen können. Hat das Kind die entsprechenden Fähigkeiten aufgebaut, 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 beispielhaft offengelegt werden, als auch in der individuellen Lernbegleitung in Einzelarbeitsphasen.

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-Lernsituation gibt es verschiedene Möglichkeiten, das Denken der Kinder anzuregen und Lernsituationen inhaltlich so zu strukturieren, dass möglichst alle dem Geschehen folgen können. Bewährte Vorgehensweisen sind:

- das Zurückspiegeln von kindlichen Äußerungen
- das Einfordern von Begründungen und Belegen
- das Herausstellen von Unterschieden oder Widersprüchen zwischen unterschiedlichen Äußerungen
- das Ermutigen zum Weiterdenken
- das Anregen von Transferüberlegungen
- das Unterstützen beim Formulieren, Darstellen und Notieren von Ideen
- das Verstärken wichtiger Aussagen
- das Zusammenfassen wichtiger Erkenntnisse
- das Vereinbaren von Gesprächsregeln

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 Bewer-

tung einer Situation durch geeignete naturwissenschaftliche 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 auf Seiten 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 Thema Magnetismus: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen greifen diese grundlegenden Überlegungen zum Lernen auf. Sie berücksichtigen bereits vorhandene Vorstellungen und mögliche Lernschwierigkeiten, sind sequentiell aufgebaut und enthalten Hinweise auf anregende und strukturierende Maßnahmen der Fach- bzw. Lehrkraft.

3 Das Thema Magnetismus in einem bildungsstufen-übergreifenden Curriculum

3 Das Thema Magnetismus in einem bildungsstufenübergreifenden Curriculum

3.1 Magnetismus als Gegenstand naturwissenschaftlicher Bildung

Das Thema Magnetismus eignet sich für naturwissenschaftliche Bildung vom Elementarbereich bis zum Sekundarbereich, da es in allen Bereichen ergiebige und fruchtbare Lernsituationen ermöglicht. Im Folgenden werden mögliche Zugänge und Kontexte aufgezeigt.

Phänomenen des Magnetismus begegnen Kinder in ihrer Alltagswelt in vielen Bereichen – von Magnetspielzeugen, über Kühlschrank- und Tafelmagneten bis hin zu Magnetverschlüssen an Taschen, Türen und Schmuck, um nur einige der zahlreichen Anwendungen zu nennen. Die Tatsache, dass sich bei Magneten eine Wirkung beobachten und fühlen lässt, die keine sichtbare Ursache hat, ist für Kinder und Erwachsene gleichermaßen faszinierend. Auch die Wirkung über die Distanz hinweg ist spannend und erzeugt einen großen Anreiz, um mit Magneten zu spielen, ihre Wirkung zu spüren und ihre Eigenschaften zu erkunden.

In der Technik wird die magnetische Wirkung vielfach genutzt, meist unter Verwendung von Elektromagneten anstelle der aus dem Alltag bekannteren Dauermagneten. Generatoren, Elektromotoren und Lautsprecher sind Beispiele aus dem täglichen Umfeld. Anwendungen, wie der Magnetresonanztomograph, die Magnetschwebebahn oder die elektronische Datenspeicherung, zeigen, dass der Magnetismus auch bei modernen technischen Entwicklungen eine bedeutende Rolle spielt. Die fundamentale Bedeutung des Magnetismus zeigt sich ebenfalls darin, dass die elektromagnetische Kraft neben der Gravitationskraft und den beiden Kräften im Zusammenhang mit den atomaren Wechselwirkungen zu den vier bekannten in der Natur wirkenden Grundkräften zählt.

Auch aus wissenschaftshistorischer Perspektive bietet der Magnetismus viele interessante Anknüpfungspunkte für naturwissenschaftliche Bildung. Erforscht wird der Magnetismus seit der Antike. Mit der Verbreitung des Kompasses in Europa im 13. Jahrhundert wurde die Navigation auf See wesentlich vereinfacht. Als erste wissenschaftliche Veröffentlichung gilt eine Arbeit von William Gilbert um 1600. Die Entdeckung des Elektromagnetismus schließlich geht auf Oerstedt zurück, der 1820 durch Zufall entdeckt haben soll, dass eine Magnetnadel in der Nähe eines stromdurchflossenen Leiters abgelenkt wird.

Auch wenn der Magnetismus bereits seit langem erforscht wird, sind bis heute viele mit dem Magnetismus zusammenhängende Fragen nicht geklärt, wie zum Beispiel die Entstehung des Erdmagnetismus, die Orientierung von Tieren mit Hilfe des Magnetsinns oder die Wirkung von Magnetfeldern und elektromagnetischer Strahlung auf Menschen.

Magnetismus stellt daher ein für Physik, Technik, Geografie und Biologie sehr relevantes, in vielen Bereichen äußerst spannendes und bis heute intensiv beforschtes Gebiet dar. Am Thema Magnetismus können zudem grundlegende naturwissenschaftliche Konzepte wie Eigenschaften von Materie und Wechselwirkungen erarbeitet werden.

Die im Spiralcurriculum vorgeschlagenen Lernsituationen zum Themenfeld Magnetismus greifen die Neugier der Kinder auf: Bereits im Elementarbereich können Kinder spielerisch magnetische Eigenschaften erkunden; der Primarbereich knüpft hier an und baut systematisch grundlegendes Wissen zu den Phänomenen des Magnetismus auf. In weiterführenden Schulen wird dieses Wissen z. B. für die Erarbeitung der Funktionsweise eines Elektromotors genutzt und durch die Untersuchung magnetischer Felder erweitert. Die Erarbeitung technischer, biologischer und historischer Aspekte bietet sich ebenfalls an.

Die bisherigen Ausführungen zeigen, dass das Thema Magnetismus eine große Alltagsnähe aufweist und für die Naturwissenschaften einen zentralen Inhaltsbereich darstellt, der in vielen technischen 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 Themenfeld Magnetismus besondere didaktische und unterrichtsmethodische Potenziale. Insbesondere eignet es sich gut für forschend-entdeckend angelegte Lernsituationen. Viele grundlegende Versuche lassen sich mit vertretbarem Materialaufwand als Schülerversuche durchführen. Auch Kinder mit geringen Vorerfahrungen können so zentrale Vorstellungen zum Thema Magnetismus entwickeln. Das breite Themenspektrum und die unterschiedlichen Schwierigkeitsgrade der zu erarbeitenden Aspekte bieten zudem gute Möglichkeiten zur individuellen Förderung und zur eigenständigen Vertiefung des Themas.

Die Vielzahl an relativ leicht zu realisierenden Schülerversuchen zum Magnetismus bietet darüber hinaus gute Voraussetzungen für das Erlernen naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen. Im Elementarbereich kann das Beobachten sowie das Vergleichen und sprachliche Beschreiben von Beobachtungen in den Mittelpunkt gestellt werden. Im Primarbereich lässt sich das Planen, Durchführen und Dokumentieren von Versuchen, das Schlussfolgern und Begründen sowie das Entwickeln fairer Experimente thematisieren. Die systematische Kontrolle von Variablen sowie die Bildung und Prüfung von Modellen zur Erklärung der magnetischen Wirkung können sich im Sekundarbereich anschließen. Bereits im Grundschulbereich lassen sich darüber hinaus wichtige Elemente eines Verständnisses von Wissenschaft anbahnen, wie das Bewusstsein, dass wissenschaftliche Erkenntnisse nicht abgeschlossen sind und sich in ständiger Entwicklung befinden.

Da das Thema Magnetismus in fast allen Bundesländern in den Bildungs- bzw. Lehrplänen des Elementar-, Primar- und Sekundarbereichs erscheint, ist die Notwendigkeit einer curricularen Abstimmung offensichtlich. Das „Spiralcurriculum Magnetismus: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen“ setzt hier an: Es schlägt – auf der Basis vorangegangener Untersuchungen – eine inhaltlich sinnvolle Abfolge von Bildungsinhalten vom Elementarbereich bis in die ersten drei Jahre des Sekundarbereichs vor. Naturwissenschaftliches Wissen wird so in den jeweiligen Bildungsstufen in aufeinander aufbauenden Lernsituationen entwickelt, differenziert und erweitert. Der Aufbau inhaltlichen Wissens über den Magnetismus wird dabei mit der systematischen Förderung naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen verknüpft.

3.2 Naturwissenschaftliche Bildung von Anfang an

Die Ziele naturwissenschaftlicher Bildungsprozesse orientieren sich national und international an den Vorstellungen von „Scientific Literacy“ (Scientific Literacy lässt sich mit dem Begriff „naturwissenschaftliche Grundbildung“ übersetzen, vgl. Kapitel 2). Zu einer solchen Grundbildung im Sinne von Scientific Literacy gehören:

- Naturwissenschaftliches *Wissen* sowie die *Fähigkeit*, dieses Wissen in verschiedenen Kontexten anwenden zu können
- *Wissen* über charakteristische Eigenschaften der Naturwissenschaften, insbesondere die Art und Weise, wie in den Naturwissenschaften Erkenntnisse gewonnen werden, sowie die *Fähigkeit*, naturwissenschaftlich zu arbeiten und darüber zu reflektieren
- Die *Bereitschaft*, sich mit naturwissenschaftlichen Themen zu beschäftigen und sich kritisch reflektierend damit auseinanderzusetzen

Naturwissenschaftliches Wissen lässt sich in *inhaltsbezogenes Wissen* und *prozessbezogenes Wissen* differenzieren. Inhaltsbezogenes Wissen bezieht sich auf naturwissenschaftliche Konzepte und Zusammenhänge; prozessbezogenes Wissen umfasst Wissen über die Art und Weise, wie Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler denken und arbeiten, sowie Wissen darüber, was das Wesen bzw. die Natur der Naturwissenschaften kennzeichnet.
Naturwissenschaftliches Wissen und naturwissenschaftliche Bildung lassen sich nicht direkt beobachten. Aus diesem Grunde haben wir direkt beobachtbare und konkrete Verhaltensweisen formuliert, die als Indikator für das angestrebte anwendungsbezogene und flexible individuelle Wissen zu verstehen sind. Diese Verhaltensweisen bezeichnen wir als Kompetenzen. Die Kompetenzen beziehen sich – analog zum naturwissenschaftlichen Wissen – sowohl auf die Inhalte als auch auf die Prozesse. Wir bezeichnen diese beiden Bereiche im Folgenden als inhaltsbezogene bzw. prozessbezogene Kompetenzen. Die prozessbezogenen Kompetenzen schließen neben der Fähigkeit, naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen anzuwenden, auch die Fähigkeit ein, über Naturwissenschaften und deren Arbeitsweisen zu reflektieren.
Die nachfolgende Übersicht stellt die Kompetenzen und das zugehörige Wissen dar (vgl. Tabelle, S. 17).

In den beiden folgenden Teilkapiteln werden die inhaltsbezogenen (zum Themenbereich Magnetismus) und prozessbezogenen Kompetenzen vorgestellt, die nach Erfahrungen aus ersten 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 den vorgeschlagenen Sequenzen.
Die für die jeweiligen Bildungsbereiche vorgeschlagenen Kompetenzen bauen aufeinander auf. Damit wird Anschlussfähigkeit der Bildungsprozesse gewährleistet und eine kontinuierliche Kompetenzentwicklung ermöglicht.
Neben inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Kompetenzen ist auch der Ausbau von motiva-

Naturwissenschaftliches Wissen	Naturwissenschaftliche Kompetenzen	Konkretisierungen für die drei Bildungsstufen
Inhaltsbezogenes Wissen	**Inhaltsbezogene Kompetenzen** Naturwissenschaftliches Wissen anwenden	Kap. 3.2.1
Prozessbezogenes Wissen Wissen über naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen Wissen über die Natur der Naturwissenschaft (Metaebene)	**Prozessbezogene Kompetenzen** Naturwissenschaftlich denken und arbeiten Über Naturwissenschaften und naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren (Metaebene)	Kap. 3.2.2

Inhalts- und prozessbezogenes Wissen und zugeordnete Kompetenzen

tionalen, sozialen und sprachlichen Kompetenzen ein bedeutender Gegenstand naturwissenschaftlicher Bildung. Diese Aspekte haben bei der Gestaltung der Lernmaterialien durchweg eine wichtige Rolle gespielt; sie werden allerdings hier nicht gesondert aufgeführt.

3.2.1 Inhaltsbezogene Kompetenzen zum Thema Magnetismus

Die im Folgenden aufgeführte Liste benennt inhaltsbezogene Kompetenzen (**IK**) für den Elementarbereich, den Grundschulbereich und die Jahrgangsstufen 5 bis 7 zum Themenbereich Magnetismus, wie sie in den von uns vorgeschlagenen Sequenzen angestrebt werden. Unter der Voraussetzung, dass die Kompetenzen in entsprechenden Lernsituationen gezielt adressiert werden, können die aufgeführten Kompetenzen von Kindern des jeweiligen Bildungsbereichs in der Regel erreicht werden.

Die Kompetenzen sind nach thematischen Aspekten des Themenfeldes Magnetismus unterteilt, um einen schnellen Überblick über die verschiedenen Bereiche des Themenfeldes zu ermöglichen. Die Reihenfolge der thematischen Aspekte orientiert sich an einer inhaltlich aufeinander aufbauenden Struktur; sie ist aber nicht so zu verstehen, dass erst alle Kompetenzen eines thematischen Aspekts erarbeitet werden müssen, bevor ein anderer Aspekt begonnen werden kann.

Jeder inhaltliche Bereich wird eingeleitet durch eine Beschreibung des inhaltsbezogenen Wissens, das den aufgeführten Kompetenzen zugrunde liegt. Diese Auflistung dient der Orientierung der Fach- bzw. Lehrkräfte. Präzisierungen finden sich in den Beschreibungen der einzelnen Sequenzen. Die in einer Zeile aufgeführten Kompetenzen bauen aufeinander auf: Kompetenzen, die weiter rechts in einer Zeile stehen, sind entweder Differenzierungen zuvor gemachter Kompetenzen oder Erweiterungen. Verfügen Schülerinnen und Schüler im Primar- bzw. Sekundarbereich nicht über die Kompetenzen, die dem vorhergehenden Bildungsbereich zugeordnet sind, so sind diese zunächst aufzubauen.

In den Beschreibungen der Sequenzen werden zu Beginn diejenigen Kompetenzen explizit aufgeführt, zu deren Entwicklung die jeweilige Sequenz einen Beitrag leisten soll. Dabei wird die Nummerierung der Kompetenzen aus der Tabelle aufgegriffen, um die entsprechenden Kompetenzen in der Tabelle zu identifizieren und sich einen Eindruck über die vorauslaufenden Kompetenzen zu verschaffen.

Naturwissenschaftliches Wissen anwenden – Konkretisierung in Niveaustufen (Bereich Magnetismus)

Nr.	Kompetenzen Elementarbereich	Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich	Zusätzliche Kompetenzen Klasse 5–7
	Die Kinder …	Die Schülerinnen und Schüler …	Die Schülerinnen und Schüler …
	Wechselwirkung von Magneten mit Materie Es gibt Gegenstände, auf die ein Magnet wirkt, und andere, auf die ein Magnet nicht wirkt. Das Material ist dabei entscheidend. Gegenstände aus Eisen, Kobalt und Nickel werden i. A. von Magneten angezogen. Ausnahmen bilden z. B. bestimmte Edelstahlsorten, die, obwohl sie Eisen enthalten, nicht von einem Magneten angezogen werden. Gegenstände, die von Magneten angezogen werden, nennt man magnetisierbar. Die Stellen stärkster Anziehung bezeichnet man als Pole eines Magneten. Pole treten immer paarweise auf. Man bezeichnet sie als Nord- und Südpol. Die Hälfte des Magneten, auf der der Nordpol liegt, ist oft rot, die Hälfte, auf der der Südpol liegt, oft grün markiert. Ein Magnet wirkt nicht nur in unmittelbarem Kontakt mit einem magnetisierbaren Gegenstand, sondern auch auf Distanz. Die Wirkung von Magneten ist unterschiedlich stark. Aus der Größe lassen sich keine Schlussfolgerungen über die Stärke der Wirkung ableiten. Die Wirkung eines Magneten lässt sich durch magnetisierbare Materialien abschwächen. Durch nichtmagnetisierbare Materialien geht die magnetische Wirkung (nahezu) ungehindert hindurch.		
IK 1	• benennen ausgewählte Materialien[1] und geben dazugehörige wahrnehmbare Eigenschaften an. • geben an, dass nur manche Gegenstände von Magneten angezogen werden. • benennen metallische Gegenstände, die angezogen werden, und Gegenstände aus Materialien, die nicht angezogen werden. • benennen Gegenstände, die aus Metall sind, aber nicht angezogen werden.	• geben an, dass Magneten nicht nur Gegenstände anziehen, sondern auch von diesen angezogen werden. • unterscheiden systematisch zwischen Gegenstand und Material. • geben für verschiedene Materialien an, ob sie von einem Magneten angezogen werden oder nicht. • unterscheiden eisenhaltige Metalle von nicht eisenhaltigen Metallen und geben eisenhaltige Materialien als angezogene Materialien an.	• geben Nickel und Kobalt neben Eisen als angezogene Materialien an. • nennen Beispiele von Gegenständen aus Eisen, die nicht angezogen werden (Legierungsaspekt). • nutzen die Anziehung durch einen Magneten systematisch, um Gegenstände zu identifizieren, die Eisen enthalten.
IK 2	• benennen exemplarisch Gegenstände des Alltags, in denen Magneten vorkommen.	• unterscheiden verschiedene Magnetformen und benennen diese.	
IK 3		• geben an, dass Magneten nicht an allen Stellen gleich stark anziehen und bezeichnen die Stellen stärkster Anziehung als Pole. • geben an, dass die Hälfte des Magneten, auf der der Nordpol liegt, oft rot (bzw. dunkel) und die Hälfte, auf der der Südpol liegt, oft grün (oder gar nicht) markiert ist.	• bestimmen experimentell die Lage von Polen.

[1] Es wird von *Material* gesprochen, da für Schülerinnen und Schüler dieser Begriff vermutlich leichter zu erschließen ist als der Begriff *Stoff*.

Nr.	Kompetenzen Elementarbereich	Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich	Zusätzliche Kompetenzen Klasse 5–7
	Die Kinder …	Die Schülerinnen und Schüler …	Die Schülerinnen und Schüler …
		• bestimmen die Stärke der Anziehung eines Magneten mit unterschiedlichen Verfahren und geben an, dass aufgrund der Größe eines Magneten keine Rückschlüsse auf die Stärke seiner Wirkung möglich sind. • unterscheiden künstliche von natürlichen Magneten.	
IK 4	• geben Beispiele an, in denen ein Magnet über die Distanz bzw. durch einen Gegenstand hindurch wirkt.	• geben an, dass Magneten auch über die Distanz wirken. • stellen einen Zusammenhang zwischen der Stärke eines Magneten und seiner Anziehung über die Distanz her.	• benennen Materialien, mit denen sich die Fernwirkung von Magneten abschwächen lässt und stellen eine Verbindung zur Anziehung dieser Materialien durch einen Magneten her.
	Wechselwirkungen von Magneten untereinander Die beiden Pole eines Magneten verhalten sich unterschiedlich, wenn man sie nacheinander demselben Pol eines weiteren Magneten nähert. Man bezeichnet die Pole von Magneten als gleichnamig, wenn sich diese bei Annäherung des Magneten an den Pol eines anderen Magneten im Hinblick auf Anziehung/Abstoßung gleich verhalten, und als ungleichnamig, wenn sie sich ungleich verhalten. **Polregel:** Magneten zeigen eine anziehende Wirkung, wenn zwei ungleichnamige Pole einander genähert werden. Magneten zeigen eine abstoßende Wirkung, wenn zwei gleichnamige Pole einander genähert werden.		
IK 5	• beschreiben, dass sich zwei Magneten nicht nur anziehen, sondern auch abstoßen können. • führen Anziehung und Abstoßung auf die unterschiedliche Art sie zusammenzuführen zurück.	• geben an, dass die beiden Pole eines Magneten unterschiedlich auf den Pol eines weiteren Magneten wirken. • formulieren eine Regel, welche die wechselseitige Anziehung bzw. Abstoßung von Magneten beim Zusammenbringen von gleichnamigen bzw. ungleichnamigen Polen beschreibt. • nutzen gezielt die Anziehung und Abstoßung von Magneten, um Spielgeräte o. Ä. in ihrer Funktion zu beschreiben, zu erfinden und herzustellen.	• nutzen Kenntnisse über die Eigenschaften von Magneten, um diese von unmagnetisierten Metallstücken zu unterscheiden. • kombinieren zwei Stabmagneten gezielt, um deren anziehende Wirkung zu verstärken bzw. abzuschwächen.
	Modellvorstellungen zum Magnetismus Man kann einen Gegenstand aus magnetisierbarem Material zu einem Magneten machen, indem man ihn mit einem Magneten in gleicher Richtung überstreicht (bzw. ihn in die Nähe eines starken Magneten bringt). Die Magnetisierung geht durch Erschütterung oder Erhitzen (teilweise) verloren. Im Elementarmagneten-Modell stellt man sich vor, dass ein magnetisierbarer Gegenstand viele kleine, frei drehbare Elementarmagneten enthält. Dieses Modell kann einige Phänomene beschreiben und vorhersagen, insbesondere die Magnetisierung und das Entstehen neuer Magneten bei Teilung. Das Modell passt aber nicht in allen Punkten auf die Wirklichkeit und darf nicht mit ihr verwechselt werden. Die Erde kann man sich vereinfacht wie einen Stabmagneten vorstellen. Dieses Modell ist geeignet, um die Orientierung von Kompassnadeln im Magnetfeld der Erde zu erklären. Die Ursache des Erdmagnetismus erklärt das Modell nicht.		

Nr.	Kompetenzen Elementarbereich	Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich	Zusätzliche Kompetenzen Klasse 5–7
	Die Kinder …	Die Schülerinnen und Schüler …	Die Schülerinnen und Schüler …
IK 6		• beschreiben Verfahren, mit denen eisenhaltige Gegenstände magnetisiert und entmagnetisiert werden können. • nutzen die Vorstellung, dass die Erde magnetische Pole hat, um die Ausrichtung einer magnetischen Kompassnadel in Nord-Süd-Richtung zu begründen.	• nutzen das Modell der Elementarmagneten, um Beobachtungen zum Magnetismus (u. a. Durchbrechen von Magneten, Hintereinanderlegen von Stabmagneten, Magnetisierung und Zerstörung magnetischer Wirkungen) zu beschreiben.
	Erdmagnetismus und Kompass Die Erde verhält sich selbst wie ein Magnet mit einem magnetischen Südpol in der Nähe des geografischen Nordpols und einem magnetischen Nordpol in der Nähe des geografischen Südpols. Frei drehbar gelagerte Magneten richten sich deshalb in Nord-Süd-Richtung aus. Dieses Phänomen nutzt man beim Kompass. Die Nadel eines Kompasses ist ein kleiner Magnet, der drehbar gelagert ist. Der Nordpol einer Kompassnadel ist als der Pol definiert, der nach Norden, also zum magnetischen Südpol, zeigt. Der magnetische Nordpol der Erde befindet sich in der Nähe des geografischen Südpols. Er befindet sich nicht konstant an einer Stelle der Erde, sondern verlagert seinen Ort ständig. Die Abweichung der Kompassnadel von der exakten geografischen Nord-Süd-Richtung bezeichnet man als Missweisung.		
IK 7		• beschreiben, dass sich drehbar gelagerte Magneten immer in gleicher Weise (Nord-Süd-Richtung) ausrichten. • führen die Benennung der Pole eines Magneten auf seine Ausrichtung nach den Himmelsrichtungen zurück.[2] • beschreiben Beispiele zur Orientierung von Tieren mit Hilfe des Erdmagnetismus.	• schließen aus der Ausrichtung von frei drehbar gelagerten Magneten, dass sich die Erde selbst wie ein Magnet verhält und ihr magnetische Pole zugewiesen werden können. • unterscheiden zwischen den magnetischen und geografischen Polen der Erde. • begründen aus der historischen Entwicklung heraus, warum der in Richtung der geografischen Nordhälfte der Erde zeigende Pol des Magneten als Nordpol bezeichnet wird.
IK 8		• geben an, dass Kompassnadeln selbst Magneten sind, bei denen die Hälfte, auf welcher der Nordpol liegt, üblicherweise rot (oder in anderer Weise) markiert ist. • stellen selbst einen Kompass mit geeigneten Verfahren her. • beschreiben einen Kompass als Gerät, das die Orientierung im Raum unterstützt, und nutzen den Kompass zur Orientierung auf dem Schulgelände.	• nutzen Kompasse zur Orientierung im Raum. • führen die Missweisung (Deklination) von Kompassnadeln auf die unterschiedliche Lage der geografischen und magnetischen Pole zurück.

[2] Diese Kompetenz setzt voraus, dass die Schülerinnen und Schüler bereits mit den Himmelsrichtungen vertraut sind und diese im Klassenzimmer o. Ä. zuweisen können.

Nr.	Kompetenzen Elementarbereich	Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich	Zusätzliche Kompetenzen Klasse 5–7
	Die Kinder …	Die Schülerinnen und Schüler …	Die Schülerinnen und Schüler …
	Magnetfelder Den Raum um einen Magneten bezeichnet man als magnetisches Feld oder Magnetfeld. Das Vorhandensein eines magnetischen Feldes lässt sich aus der Anordnung von Eisenfeilspänen um einen Magneten oder Magnetkonfigurationen erschließen.		
IK 9			• nutzen den Begriff des Magnetfeldes zur Beschreibung magnetischer Wirkungen um einen Magneten herum.[3] • erschließen aus Anordnungen von Eisenfeilspänen oder Magnetnadeln um einen oder mehrere Magneten herum die Lage der Pole eines Magneten bzw. die Art der Wechselwirkung zwischen zwei Magneten (Anziehung/Abstoßung).
	Elektromagnetismus In der Umgebung eines stromdurchflossenen Drahtes zeigen sich magnetische Wirkungen. Wickelt man den Draht zu einer Spule auf, erhält man einen Elektromagneten. Ein Eisenkern in einer Spule verstärkt die magnetische Wirkung. Ein einfacher Elektromotor besteht aus einer drehbar gelagerten, stromdurchflossenen Spule und einem Magneten. Die regelmäßige Änderung der magnetischen Polung der Spule und die damit verbundene Anziehung und Abstoßung zwischen der stromdurchflossenen Spule und dem Magneten führt zu einer Drehung.		
IK 10		• bauen einen einfachen Elektromagneten. • benennen Unterschiede zwischen Dauer- und Elektromagneten und geben Beispiele für die technische Nutzung an. • geben die Geschichte der Entdeckung der elektromagnetischen Wirkung durch Oerstedt und Ampère wieder.	• benennen Bestandteile eines Elektromagneten und Bedingungen seiner Funktion. • leiten Vor- und Nachteile eines Elektromagneten im Vergleich zu Stabmagneten ab. • geben typische Einsatzmöglichkeiten von Elektromagneten an.
IK 11			• beschreiben den Aufbau und die Funktionsweise eines einfachen Elektromotors. • geben typische Einsatzmöglichkeiten von Elektromotoren an.

[3] Über die Benennung hinaus werden keine Kompetenzen bezüglich des Magnetfeldes als unsichtbare Entität angestrebt.

3.2.2 Prozessbezogene Kompetenzen in den Naturwissenschaften: Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen

Während sich thematische Zuschnitte beim inhaltsbezogenen Wissen bzw. bei inhaltsbezogenen Kompetenzen vergleichsweise leicht finden lassen, stößt man bei dem Versuch der Unterscheidung verschiedener naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen auf zwei grundlegende Schwierigkeiten:

- Naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen sind sehr vielfältig und können unterschiedlich miteinander verknüpft sein. So kann das Beobachten einerseits als eigenständige naturwissenschaftliche Arbeitsweise verstanden werden. Gleichzeitig ist kein Experimentieren ohne Beobachtungen möglich. Eine klare Trennung verschiedener Arbeits- und Denkweisen ist deshalb nur bedingt möglich.
- Jede naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweise kann in ihrer Komplexität sehr stark variieren. Dies führt dazu, dass das Formulieren einer naturwissenschaftlichen Frage oder das Planen einer Untersuchung auf allen Bildungsstufen eine sehr sinnvolle Aufgabenstellung darstellt. Die Komplexität muss dabei jedoch der jeweiligen Bildungsstufe angepasst werden.

Wie sich entsprechende Arbeits- und Denkweisen unterscheiden und beschreiben lassen und wie die damit zusammenhängenden Kompetenzen schrittweise aufgebaut werden können, ist Gegenstand der aktuellen Diskussion in den Didaktiken der Naturwissenschaften. Im Zusammenhang mit grundlegender naturwissenschaftlicher Bildung lassen sich folgende zentrale naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen unterscheiden[4]:

- Fragen stellen
- Vermutungen / Hypothesen bilden
- Begründen und Argumentieren
- eine Untersuchung planen
- einen Versuch / ein Experiment aufbauen / durchführen
- Beobachten
- Messen
- Dokumentieren / Protokollieren / Daten aufbereiten
- Ordnen / Vergleichen / Systematisieren
- Interpretieren / Schlussfolgern / Generalisieren
- Modellieren
- Arbeitsprozesse und -ergebnisse bewerten

Die Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, umreißt aber die aus unserer Sicht zentralen Felder naturwissenschaftlichen Arbeitens. Die verschiedenen Tätigkeiten werden im naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess meist nicht isoliert ausgeführt, sondern aufeinander bezogen. Dabei findet sich jedoch nicht nur die oft genannte „klassische“ Abfolge des Experimentierens – Frage, Hypothese, Planung, Durchführung und Auswertung –, sondern es treten auch zahlreiche andere Wege der Erkenntnisgewinnung auf. So findet man nicht nur bei Kindern, sondern auch in der Wissenschaft Formen des Explorierens, bei denen sich Fragen und Vermutungen erst aufgrund von Erfahrungen und Beobachtungen ergeben. Erkenntnisgewinnung setzt folglich nicht zwangsläufig eine Frage oder Vermutung voraus. Erkenntnisse können zudem auch gewonnen werden, ohne neue Experimente durchzuführen, z. B. indem die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen miteinander verglichen und systematisiert werden. Auch kann das Beobachten als eigenständiger Weg der Erkenntnisgewinnung verstanden werden. Diese Arbeitsweise ist z. B. in der Biologie verbreitet. Die Beobachtung wird in diesem Fall von einer Fragestellung geleitet. Beobachtungssituationen werden dazu planvoll hergestellt. Auch das Dokumentieren der Beobachtungen und das Schlussfolgern sind in das Vorgehen implizit eingeschlossen. Das Modellieren beschreibt ganz allgemein die Übertragung von beobachteten Phänomenen und Zusammenhängen in ein Gedankengebäude. Gleichzeitig kann das Modellieren aber auch als ein kleiner Schritt innerhalb eines größeren Erkenntnisweges verstanden werden.

Der Begriff des *Experiments* wird in didaktischem Kontext in unterschiedlicher Bedeutung verwendet. So wird gelegentlich schon die Demonstration oder die Erzeugung eines Phänomens als Experiment bezeichnet. Wir verwenden den Begriff in einem engeren Sinne und bezeichnen mit *Experiment* einen Weg der Erkenntnisgewinnung, bei dem Versuchsbedingungen gezielt verändert werden, um eine Annahme zu prüfen. Von *Versuchen* sprechen wir, wenn mit Materialien/Gegenständen in bestimmter Weise agiert wird, um z. B. ein bestimmtes Phänomen zu erzeugen, daran Beobachtungen zu machen und Schlussfolgerungen abzuleiten. Wenn ganz allgemein Wege der Erkenntnisgewinnung bezeichnet werden sollen, verwenden wir im Folgenden den Begriff *Untersuchung*.

[4] In den Bildungsstandards für die naturwissenschaftlichen Fächer der weiterführenden Schulen werden prozessbezogene Kompetenzen in die drei Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung unterteilt. Die nachfolgenden Überlegungen orientieren sich an den drei Bereichen, ohne diese jedoch explizit zu trennen.

In der nachfolgenden Tabelle wird jede der oben aufgelisteten naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen zunächst kurz charakterisiert und das dazugehörige Wissen skizziert. Anschließend wird für jede naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen konkretisiert, welche prozessbezogenen Kompetenzen (**PK**) realistisch angestrebt werden können. Die Kompetenzen sind auf verschiedenen Niveaustufen formuliert, um zunehmende Fähigkeiten über die Bildungsbereiche hinweg beschreiben zu können. Grob lassen sich die Niveaustufen den drei im Projekt beteiligten Bildungsbereichen (Elementarbereich, Primarbereich und Anfangsunterricht im Sekundarbereich) zuordnen. Dabei sind Angaben in höheren Niveaustufen als Differenzierung bzw. Erweiterung der vorherigen Kompetenzbeschreibungen zu verstehen. Die vorgenommene Nummerierung von PK 1 bis PK 12 wird ebenso wie bei den inhaltsbezogenen Kompetenzen (IK) in den einzelnen Sequenzen aufgegriffen, damit die dort thematisierten Kompetenzen der Tabelle zugeordnet werden können.

Die prozessbezogenen Kompetenzen können in ihrer Vielfalt selbstverständlich nicht vollständig mit dem Thema Magnetismus abgedeckt werden. In den vorgeschlagenen Sequenzen werden die darin angestrebten Kompetenzen mit Verweis auf die Tabelle aufgelistet. Die Tabelle gibt den Rahmen vor und bietet Orientierung, um die angestrebten Kompetenzen verorten und den naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen in den Lernsituationen der jeweiligen Bildungsstufe gerecht werden zu können.

Naturwissenschaftlich arbeiten und denken – Konkretisierung in Niveaustufen

Nr.	Kompetenzen Elementarbereich	Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich	Zusätzliche Kompetenzen Klasse 5–7
	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 Maße 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 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.		

Nr.	Kompetenzen Elementarbereich	Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich	Zusätzliche Kompetenzen Klasse 5–7
	Die Kinder …	Die Schülerinnen und Schüler …	Die Schülerinnen und Schüler …
PK 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, aus Untersuchungen gewonnene Daten oder theoretische Überlegungen beziehen. Die Naturwissenschaften sind dadurch gekennzeichnet, dass die verwendeten Gründe oft auf Daten zurückgehen; entsprechende empirische Belege werden auch als „Evidenz“ bezeichnet. Die Verknüpfung einer Aussage (Vermutung bzw. Hypothese, Schlussfolgerung oder Generalisierung) mit Gründen wird oft als Argumentation aufgefasst. Um andere zu überzeugen, kommt es darauf an, stichhaltige Argumente zu finden und geeignet vorzutragen.		
PK 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 gezogene Schlussfolgerungen. • prüfen Begründungen und setzen ggf. Gegenargumente ein.	• verwenden geeignete Belege zur Begründung einer Aussage. • erkennen ungeeignete Belege bei der Begründung einer Aussage. • 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 sollen (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 4	• machen erste Vorschläge für einfache Untersuchungen.	• entwerfen einfache Versuche zur Beantwortung von Fragen und überlegen Arbeitsschritte zur Realisierung. • beurteilen, ob ein Versuch zur Prüfung einer Vermutung bzw. Beantwortung einer Frage geeignet ist. • entwerfen mit Hilfe kontrollierte Experimente zu einfachen Fragen. • benennen und unterscheiden bei Untersuchungen vorkommende Forschertätigkeiten.	• 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 Klasse 5–7
	Die Kinder …	Die Schülerinnen und Schüler …	Die Schülerinnen und Schüler …
		• geben als eine Möglichkeit des Vorgehens bei Untersuchungen das Arbeiten in einem Forscherkreislauf an.	
	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: Häufig wird Material dazu genutzt, um ein bestimmtes Phänomen zu erzeugen und daraus Schlussfolgerungen zu ziehen. Dann 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 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. Beobachtungen können durch das Vorwissen und die Erwartungen beeinflusst sein. Deshalb ist eine kritische Distanz zu den eigenen Beobachtungen wichtig. Beobachtungen sollten deshalb 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 6	• beobachten einzelne Merkmale zielgerichtet über einen kürzeren Zeitraum. • 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 7	• vergleichen Größen qualitativ (größer / kleiner, leichter / schwerer).	• nutzen Messgeräte sachgerecht (richtiges Anlegen der Messgeräte, richtiges Ablesen …). • 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 Klasse 5–7
	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 8	• fertigen Zeichnungen von ihren Beobachtungen an und ordnen sie bildhaft in Tabellen.	• dokumentieren eine Untersuchung durch Sprache und Zeichnung mit Hilfe 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 Beispiel einer naturwissenschaftlichen Ordnung. Auch bei wissenschaftlichen Untersuchungen sind das Vergleichen, Ordnen und Systematisieren wichtige Verfahrensschritte, um aus einer Untersuchung 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 dementsprechend zu unterschiedlichen Ordnungen.		
PK 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 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 das Vorhersagen 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.		
PK 10	• formulieren erste Generalisierungen im Sinne von einfachen Wenn-dann-Beziehungen aufgrund von Beobachtungen.	• unterscheiden zwischen Daten und Interpretation an gegebenen Beispielen.	• trennen systematisch zwischen Beobachtung und Deutung.

Nr.	Kompetenzen Elementarbereich	Zusätzliche Kompetenzen Grundschulbereich	Zusätzliche Kompetenzen Klasse 5–7
	Die Kinder …	Die Schülerinnen und Schüler …	Die Schülerinnen und Schüler …
		• 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 / einem Gesetz Vorhersagen ab. • formulieren Generalisierungen im Sinne von Wenn-dann- oder Je-desto-Beziehungen aufgrund von Beobachtungen.	• unterscheiden zwischen vergleichsweise sicheren und vorläufigen Generalisierungen (die auf der Basis weniger Fallzahlen entstanden sind).
	Modellieren Naturwissenschaftliche Modelle sind gedankliche Konstrukte, mit denen man naturwissenschaftliche Zusammenhänge beschreiben kann, die der menschlichen Wahrnehmung nicht unmittelbar zugänglich sind. Das Elementarmagneten-Modell oder das Teilchenmodell sind dafür Beispiele. 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 oder ungeeignet. Modellieren im weitesten Sinne meint das Überführen von aus Beobachtungen gewonnenen Zusammenhängen in ein theoretisches Gedankengebäude. So verstanden ist Modellieren eine Arbeitsweise, die nahezu jede naturwissenschaftliche Forschertätigkeit durchzieht.		
PK 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 12		• erkennen grobe Fehler in naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen. • bewerten die Qualität ihrer Arbeiten und der ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler.	• vergleichen alternative Vorgehensweisen. • reflektieren das eigene Vorgehen und benennen Ansatzpunkte für Verbesserungen.

Über Naturwissenschaften und naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren – Nachdenken auf der Metaebene

Das Reflektieren über Naturwissenschaften und die Arbeitsweise von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zielen darauf ab, ein angemessenes Bild von den Naturwissenschaften, den Forschungsmethoden und den Bedingtheiten von Naturwissenschaften aufzubauen (Wissen *über* Naturwissenschaften). In den Didaktiken der Naturwissenschaften findet dieser Bereich zunehmend Beachtung. Die didaktische Forschung der letzten Jahre hat gezeigt, dass über Wissenschaft nachzudenken schon vor dem Erreichen der Sekundarstufe möglich ist. Bereits in den unteren Bildungsstufen können Erfahrungen gesammelt und Aspekte erarbeitet werden, die den Aufbau von Wissen über Naturwissenschaften anbahnen.
Zentrale Aspekte des Wissens über das Wesen der Naturwissenschaften, die in der Didaktik diskutiert und in den hier betrachteten Bildungsstufen in Ansätzen bereits thematisiert werden können, lassen sich in den folgenden Punkten zusammenfassen:

- Naturwissenschaftliches Wissen entsteht in einem sozialen und kulturellen Kontext.
- Naturwissenschaftliches Wissen muss kommuniziert werden.
- Naturwissenschaftliches Wissen ist begrenzt und vorläufig.
- Naturwissenschaftliches Wissen entsteht erst durch die Interpretation von Daten.
- Naturwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler versuchen, Phänomene zu beschreiben, zu erklären und vorherzusagen.
- Naturwissenschaftliches Wissen benötigt menschliche Kreativität und ist methodisch vielfältig.

Wie bei den prozessbezogenen Kompetenzen zum naturwissenschaftlichen Arbeiten und Denken kann das Reflektieren über Naturwissenschaften nicht an einem Thema erlernt werden. Mit jüngeren Kindern arbeitet man an sehr konkreten Einzelbeispielen und nur in unmittelbarem Bezug zu den durchgeführten Arbeits- und Denkweisen an diesen Aspekten. Dass sich die in diesem Abschnitt thematisierten Aspekte mit Aspekten der Arbeits- und Denkweisen überschneiden, ist deshalb unvermeidlich. So ist die Frage, wie man ein Experiment geeignet dokumentiert, kaum von der Diskussion darüber zu trennen, warum Dokumentationen in den Naturwissenschaften von Bedeutung sind.
Die Entwicklung eines Verständnisses über das Wesen der Naturwissenschaften ist ein langwieriger Prozess, der durch zunehmende Abstraktion und Verallgemeinerung gekennzeichnet ist. An konkreten Einzelbeispielen können bereits jüngere Kinder darauf vorbereitet werden: So kann z. B. Galilei im Unterricht der Grundschule den Kindern bereits als Wissenschaftler begegnen, der wichtige Entdeckungen gemacht hat und für das experimentelle Überprüfen von Ideen steht. In der Sekundarstufe kann daran angeknüpft werden, indem man auch den historischen Kontext beleuchtet, in den das Leben und Wirken von Galilei eingebunden war (zum Kontext gehört z. B. das Wissen der jeweiligen Zeit, die technischen Möglichkeiten oder auch gesellschaftliche Bedingungen). Wird das Beispiel Galileis später mit Entdeckungen anderer Persönlichkeiten verknüpft, kann sich daraus ein Verständnis darüber entwickeln, dass naturwissenschaftliches Wissen von Menschen erzeugt wird und dass die Kontexte, in denen Menschen forschen, die Wissensentwicklung entscheidend beeinflussen können.
Die nachfolgende Übersicht konkretisiert die oben genannten Aspekte eines Wissens über Naturwissenschaften und listet beispielhaft Kompetenzen auf, die mit dem Nachdenken über Naturwissenschaft und deren Arbeitsweisen bereits in den hier fokussierten Bildungsstufen verknüpft werden können. Auf eine Differenzierung in Niveaustufen wurde hier verzichtet. In den Beschreibungen der Sequenzen wird dort, wo die Lernsituation entsprechende Möglichkeiten bietet, auf die Anbahnung entsprechender Kompetenzen verwiesen. Analog zu den inhaltsbezogenen (IK) und prozessbezogenen (PK) Kompetenzen werden die auf die reflexive Ebene bezogenen Kompetenzen mit einem Kürzel versehen (**MK**) und durchnummeriert (MK 1 – MK 6), um die Zuordnung der in den Sequenzen angestrebten Kompetenzen zur Tabelle zu erleichtern.

Über Naturwissenschaften und naturwissenschaftliches Arbeiten reflektieren – Konkretisierung von Kompetenzen auf der Metaebene (MK)

	Wissen über das Wesen der Naturwissenschaft und des naturwissenschaftlichen Arbeitens	Beispiele für Kompetenzen, die die Entwicklung eines angemessenen Wissens über Naturwissenschaften vorbereiten können
		Lernende …
MK 1	**Naturwissenschaftliches Wissen entsteht in einem sozialen und kulturellen Kontext.** Das naturwissenschaftliche Wissen entsteht in einem Prozess, zu dem Personen aus unterschiedlichen Kulturen beitragen. Ihre sozialen und kulturellen Hintergründe beeinflussen den gesamten Forschungsprozess. Entdeckungen einzelner Personen haben das Wissen in den jeweiligen Bereichen häufig entscheidend erweitert. Nicht nur Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler können Entdeckungen machen.	• weisen sich selbst eine Rolle beim Erfinden von naturwissenschaftlichem Wissen zu („habe ich herausgefunden“). • beschreiben historische Beispiele für naturwissenschaftliche Entdeckungen und geben den historischen/sozialen Kontext an, in dem sie entstanden sind.
MK 2	**Naturwissenschaftliches Wissen muss kommuniziert werden.** Über neues Wissen muss klar und offen berichtet werden, um Ergebnisse überprüfbar zu machen. Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler benötigen zu diesem Zweck sorgfältige Aufzeichnungen. Ergebnisse müssen reproduzierbar sein und gegenseitig begutachtet werden.	• geben an, warum es sinnvoll ist, naturwissenschaftliche Untersuchungen zu dokumentieren. • begründen die Notwendigkeit qualitativ hochwertiger Dokumentationen. • zeigen eine positive Wertschätzung von kritischen Rückmeldungen zu eigenen Dokumentationen.
MK 3	**Naturwissenschaftliches Wissen ist begrenzt und vorläufig.** Naturwissenschaftliches Wissen hat, obwohl es beständig ist, einen vorläufigen Charakter. Es befindet sich in einer ständigen Weiterentwicklung. Längst nicht alle Phänomene können bis jetzt angemessen erklärt werden, und vieles Wissen, das mal als sicher galt (z. B. geozentrisches Weltbild), gilt heute nicht mehr. Zudem herrscht auch in der Wissenschaft nicht immer Einigkeit darüber, was „wahr“ ist.	• geben Beispiele für wissenschaftlich noch nicht geklärte Phänomene an. • beschreiben Prozesse der Veränderungen bzw. Erweiterungen in der Entwicklung naturwissenschaftlichen Wissens an historischen Beispielen.
MK 4	**Naturwissenschaftliches Wissen entsteht erst durch die Interpretation von Daten.** Bei der Erhebung empirischer Daten bemühen sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler um größtmögliche Objektivität und Reproduzierbarkeit. Dennoch können sich die daraus gewonnenen Erkenntnisse unterscheiden. Um zu Erkenntnissen zu gelangen, müssen Daten interpretiert werden. Diese Interpretation wird von den Vorerfahrungen und Zielen des Interpretierenden beeinflusst. Daher kann es passieren, dass unterschiedliche Forscherinnen und Forscher bei gleichen Daten zu unterschiedlichen Interpretationen kommen.	• zeigen an Beispielen, dass aus denselben Daten unterschiedliche Interpretationen abgeleitet werden können. • nehmen widersprüchliche Interpretationen als Ausgangspunkt für weitere Fragestellungen wahr. • beschreiben an Beispielen, welche Rolle der Forschende und dessen Ziele auf die Interpretationen von Daten haben.

	Wissen über das Wesen der Naturwissenschaft und des naturwissenschaftlichen Arbeitens	Beispiele für Kompetenzen, die die Entwicklung eines angemessenen Wissens über Naturwissenschaften vorbereiten können
		Lernende …
MK 5	**Naturwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler versuchen, Phänomene zu beschreiben, zu erklären und vorherzusagen.** Ziel der Naturwissenschaft ist es zum einen, neue Entdeckungen zu machen und zum anderen, natürliche Phänomene mit möglichst wenigen und in der Struktur möglichst einfachen Theorien zu beschreiben, zu erklären und vorherzusagen. Forscherinnen und Forscher entwickeln zu diesem Zweck Theorien und Modelle, welche dann auf Basis von Untersuchungen geprüft und ggf. modifiziert, aber niemals endgültig bewiesen werden können. Theorien und Modelle sind ein Versuch, die Wirklichkeit zu beschreiben; sie sind aber nicht die Wirklichkeit.	• geben an, warum das Generalisieren ein wichtiges Ziel in der Wissenschaft ist. • begründen an Beispielen, warum auch eine Reihe von Ereignissen eine Aussage nicht beweisen kann. • begründen, warum Modelle im Erkenntnisprozess hilfreich sind.
MK 6	**Naturwissenschaftliches Wissen benötigt menschliche Kreativität und ist methodisch vielfältig.** Naturwissenschaftliches Wissen beruht stark (jedoch nicht ausschließlich) auf Beobachtung, experimentellen Belegen und rationalen Argumenten. Im naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsprozess spielt jedoch auch Kreativität eine wichtige Rolle. Es gibt keine Standardmethode, Naturwissenschaft zu betreiben, auch wenn, wie beim Experimentieren, bestimmte Vorgehensweisen dominieren.	• beschreiben an Beispielen kreatives Vorgehen von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern. • erläutern, weshalb Methodenvielfalt für Wissenschaft notwendig ist und geben Beispiele für verschiedene Methoden an.

4 Das Thema Magnetismus im Primarbereich

4 Das Thema Magnetismus im Primarbereich

4.1 Zum fachlichen Hintergrund des Unterrichts in der Primarstufe

Im Folgenden wird der fachliche Hintergrund der Sequenzen dargestellt. Die Erläuterungen folgen dem Verlauf des Unterrichts, was die Zuordnung und die Orientierung erleichtert. Als Vertiefung gedachte Zusatzinformationen sind durch graue Schrift gekennzeichnet. Grundlegende fachliche Informationen sind blau unterlegt; wichtige unterrichtliche Hinweise sind in hellblauen Kästen zusammengefasst. Auch Lehrkräfte, die über keine oder geringe Vorkenntnisse zum Thema Magnetismus verfügen, finden so leicht Zugang zum Thema. Hilfreich ist es, die fachlichen Informationen jeweils in Verbindung mit den jeweiligen Sequenzen und den dort vorgesehenen Schülerexperimenten zu lesen.

4.1.1 Klassenstufen 1/2: Sequenz 1 Magneten üben eine Wirkung auf manche Gegenstände aus und wirken auch aus der Distanz

Werden eisenhaltige Gegenstände in die Nähe eines Magneten gebracht, werden sie angezogen. Diese Anziehung ist Kindern bereits im Vorschulalter bekannt. Schon früh entdecken sie dieses Phänomen, wenn sie z. B. mit Hilfe einer Magnetangel einen Fisch „angeln“ oder mit der Holzeisenbahn spielen. Viele Kinder denken allerdings, dass alle Metalle von einem Magneten angezogen werden. Dass das nur auf einige wenige Metalle zutrifft, wissen sie in der Regel nicht, zumal ähnlich aussehende Metalle für Kinder schwer zu unterscheiden sind.

Die magnetische Wirkung ist auf wenige Gegenstände beschränkt, nämlich im Wesentlichen auf solche, die Eisen, Nickel, Kobalt oder Legierungen[1] mit einem dieser Metalle enthalten. Bringt man einen Magneten in die Nähe von solchen Gegenständen, werden sie vom Magneten angezogen oder ziehen den Magneten zu sich hin – Magneten und Gegenstände üben also eine anziehende Wirkung aufeinander aus. Aus fachlicher Sicht sagt man: Zwischen Magneten und kobalt-, nickel- oder eisenhaltigen Materialien besteht eine Wechselwirkung. Diese Wirkung schwächt sich mit zunehmender Entfernung von Gegenstand und Magneten immer mehr ab. Das bedeutet insbesondere auch, dass die Wirkung nicht abrupt aufhört.

Mit den Kindern verwenden wir zunächst die Formulierung: Magneten ziehen bestimmte Gegenstände an oder werden von diesen angezogen. Dabei entdecken die Kinder, dass diese Wirkung keine sichtbare Ursache hat und auch über die Distanz vorhanden ist. Das macht das Thema Magnetismus spannend – es widerspricht der Alltagserfahrung, da normalerweise eine sichtbare Wirkung auch eine sichtbare Ursache hat.

Magneten wirken nur auf einige Gegenstände. Sie wirken auch über die Distanz. Sie ziehen Gegenstände zu sich hin oder werden von Gegenständen angezogen.

Was passiert mit dem angezogenen Gegenstand? Das Phänomen der Influenz

Bringt man einen Magneten in die Nähe von kobalt-, nickel- oder eisenhaltigen Gegenständen, werden diese selbst zu Magneten, solange sich der Magnet in der Nähe befindet. Bekannt ist dieses Phänomen unter dem Begriff *Influenz*; physikalisch wird es damit erklärt, dass sich unter dem Einfluss des Magneten im Inneren des eisenhaltigen Gegenstandes Veränderungen auf atomarer Ebene ergeben, die zu einer (schwachen) magnetischen Wirkung führen. Die Influenz lässt sich nachweisen, indem man unter einen von einem Magneten angezogenen Nagel einen weiteren Nagel anhängt. Wird der Magnet vom ersten Nagel entfernt, erlischt die magnetische Wirkung schnell wieder (s. Abb. 1, oben auf der folgenden Seite); bei langem Kontakt bzw. einem starken Magneten kann für einige Zeit ein sog. *Restmagnetismus* beobachtet werden (vgl. auch „Einen Magneten selbst herstellen“, Sequenz 7 des 1./2. Schuljahres).

[1] Als Legierung bezeichnet man ein Gemisch von mindestens zwei verschiedenen Metallen, das ebenfalls metallische Eigenschaften hat.

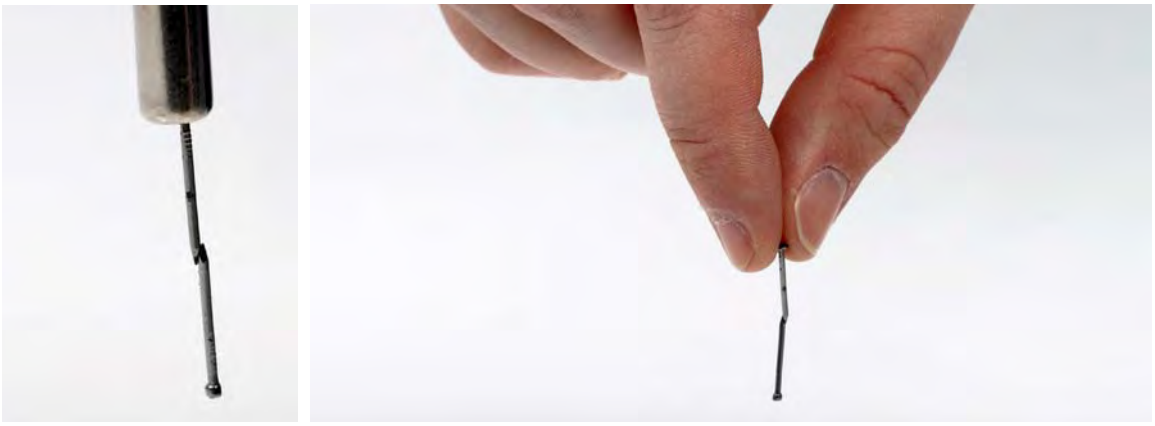


Abb. 1: Der vom Magneten angezogene Nagel wird selbst zum Magneten und zieht einen anderen Nagel an, auch noch, nachdem der Nagel vom Magneten gelöst wurde.

Hinweis für den Unterricht

Magnetisch oder magnetisierbar?

Der Begriff *magnetisch* wird im Alltag oft mehrdeutig verwendet: sowohl als Bezeichnung für einen Gegenstand, der angezogen wird (eine Schere ist magnetisch), als auch für einen Gegenstand, der sich wie ein Magnet verhält (ein Hufeisenmagnet ist magnetisch).

Um Missverständnisse zu vermeiden, benutzen wir den Begriff *magnetisch* nur für Gegenstände, die sich (relativ dauerhaft) wie ein Magnet verhalten, die also Materialien wie Eisen, Nickel und Kobalt anziehen. Die Materialien, die von einem Magneten angezogen werden und dabei durch Influenz (vgl. S. 31) selbst kurzfristig zu einem Magneten werden, bezeichnen wir im Unterricht als *magnetisierbar*.

4.1.2 Klassenstufen 1/2: Sequenz 2 Magneten ziehen nur bestimmte Materialien an, andere nicht

In einem nächsten Lernschritt sollen die Kinder erkennen, dass es von den Materialien und nicht von den Gegenständen abhängt, ob diese von einem Magneten angezogen werden oder nicht. Hierzu müssen die Kinder zunächst verschiedene Materialien und ihre Bezeichnungen – darunter auch Eisen – kennenlernen und mit einem Magneten zusammenbringen. In den Materialkisten befinden sich verschiedene Materialquader – auch solche mit metallischen Eigenschaften (Kupfer, Aluminium, Messing), die aber von Magneten nicht angezogen werden oder einen Magneten nicht anziehen. Nachdem der Oberbegriff *Metall* für Eisen, Kupfer, Aluminium und Messing eingeführt wurde, überprüfen die Kinder, ob die Materialquader von einem Magneten angezogen werden. Sie folgern, dass nur das Metall Eisen von Magneten angezogen wird, die anderen untersuchten Metalle nicht. Auch bei Materialien wie

Abb. 2: Die Kinder ordnen die getesteten Materialien danach, ob sie vom Magneten angezogen werden oder nicht.

Kork, Pappe, Kunststoff und Holz ist keine anziehende Wirkung vorhanden (s. Abb. 2).
Auf diese Weise lernen die Kinder nicht nur, welche Materialien von einem Magneten angezogen werden; sie erwerben auch ein Verständnis für den Begriff *Material*. Dazu müssen die Kinder von den Gegenständen abstrahieren und darauf fokussieren, woraus die Gegenstände gemacht sind. Ein Verständnis des Begriffs *Material* wird auch bei der Erarbeitung stromleitender bzw. nicht stromleitender Materialien und schwimmender bzw. sinkender Materialien benötigt.
Dass auch Nickel und Kobalt von einem Magneten angezogen werden, wird erst in der Sekundarstufe I thematisiert, da diese Materialien im Alltag nur selten vorkommen. Als Differenzierung wird in Sequenz 2 allerdings eine Knobelaufgabe angeboten, in der die Kinder Euro-Münzen auf eine magnetische Wirkung hin untersuchen. Anschließend sollen sie recherchieren, aus welchen Materialien die angezogenen Münzen bestehen. Dabei stellen sie fest, dass die 1-, 2- und 5-Cent-Münzen stark angezogen werden, weil sie im Inneren Eisen (Stahl[2]) enthalten. Das lässt sich leicht an einem aufgesägten Cent-Stück erkennen. Die 1- und 2-Euro-Münzen werden ebenfalls angezogen, wenn auch nur schwach – beide Münzen enthalten im Kern Nickel. 10-, 20- und 50-Cent-Münzen werden nicht angezogen – sie bestehen aus dem sog. *Nordischen Gold*, einer Kupfer-Aluminium-Zink-Zinn-Legierung.

Bei den von Magneten angezogenen Gegenständen aus Eisen handelt es sich meist um Gegenstände aus Stahl. Eisen und Stahl unterscheiden sich in ihrem Kohlenstoffgehalt. Eisen wird aus eisenhaltigem Gestein durch Schmelzen in einem Hochofen gewonnen; es ist sehr spröde und lässt sich nur schwer verarbeiten. Durch Reduzierung des Kohlenstoffgehalts (von ca. 4 % auf unter 2 %) und Zusatz einiger weiterer Metallverbindungen wird aus Eisen Stahl gewonnen, der sich besser verarbeiten lässt. Nahezu alle Gegenstände aus sog. *Eisen* sind eigentlich Gegenstände aus Stahl. Dennoch bleiben wir bei der Bezeichnung Eisen, da für viele Kinder diese Bezeichnung bereits etabliert ist (vgl. Glossar).

Magneten üben eine anziehende Wirkung auf die Metalle Eisen, Nickel und Kobalt aus.

Auf der Erde vorkommende Metalle, die von einem Magneten angezogen werden
Nickel, Kobalt und Eisen (s. Abb. 3 bis 5) sowie Legierungen aus diesen Metallen werden von Magneten angezogen. Allerdings gibt es auch Ausnahmen: Manche Stahllegierungen (wie Cromargan, das man z. B. für Bestecke und Töpfe benutzt) reagieren nicht auf Magneten, obwohl sie Eisen enthalten. Es gibt jedoch auch Metallverbindungen, die – wie z. B. Chromdioxid, das u. a. als Magnetband bei Kassetten verwendet wird – keine der oben beschriebenen Metalle enthalten und dennoch eine magnetische Wirkung zeigen.

Abb. 3: Nickel ist ein silbrig glänzendes, natürlich vorkommendes Metall. Es wird z. B. als Beimischung in Modeschmuck verwendet. Der Kern von 1- und 2-Euro-Münzen enthält Nickel; deshalb werden diese Münzen von einem Magneten angezogen.

Abb. 4: Kobalt ist ebenfalls ein natürlich vorkommendes Metall; es schimmert leicht bläulich und ist sehr selten. Es wird als Bestandteil von Legierungen benutzt, um das Material gegen Verschleiß und Wärme unempfindlicher zu machen.

Abb. 5: Eisen kommt auf der Erde in Form von Eisenerz vor. Nach der Zerkleinerung wird daraus im Hochofen Roheisen gewonnen, welches ein wichtiger Stoff für die Stahlerzeugung ist.

[2] Als Stahl werden Metalllegierungen bezeichnet, die hauptsächlich aus Eisen bestehen.

Ferro-, Dia- und Paramagnetismus – verschiedene Arten von Magnetismus

Mit Ferro-, Dia- und Paramagnetismus bezeichnet man in der Physik verschiedene Formen des Magnetismus. Der Begriff *Ferromagnetismus* leitet sich vom lateinischen Wort *ferrum* (dt.: Eisen) und dem griechischen Wort *magnetis (lithos)* (dt.: Stein aus Magnesien) ab. Er bezeichnet das Phänomen, dass die Materialien Eisen (Fe), Nickel (Ni) und Kobalt (Co) sowie Legierungen, welche eines oder mehrere dieser drei Elemente enthalten, von einem Magneten angezogen werden und für kurze Zeit oder dauerhaft selbst magnetische Eigenschaften besitzen können. Der Ferromagnetismus entspricht daher dem im Alltag gebräuchlichen Verständnis des Magnetismus.

Wechselwirkungen mit einem Magneten gibt es aber auch bei anderen Materialien. Die Wirkungen sind sehr schwach und können meist nur mit sensiblen Messgeräten nachgewiesen werden. In der Physik wird vor allem der Para- und Diamagnetismus beschrieben. Während zwischen paramagnetischen Materialien und einem Magneten eine **An**ziehung festgestellt werden kann, beschreibt der Diamagnetismus eine **Ab**stoßung zwischen Materialien und Magneten. Zum Beispiel stoßen sich empfindlich gelagerte, wasserhaltige Früchte (Weintraube, Minitomate) und ein starker Neodym-Magnet ab. Der Paramagnetismus spielt im medizinischen Bereich bei der Magnetresonanztomographie bzw. Kernspintomographie eine große Rolle.

Hinweis für den Unterricht

Im Unterricht wird erarbeitet, dass Magneten auf eisenhaltige Gegenstände anziehend wirken. Manche Kinder könnten daraus ableiten, dass alle angezogenen Gegenstände Eisen enthalten müssen. In diesem Fall sollte die Lehrkraft den Hinweis ergänzen, dass es noch weitere Metalle gibt, die auch von Magneten angezogen werden, dass diese aber sehr selten vorkommen. Der Umkehrschluss (wenn ein Gegenstand angezogen wird, besteht er aus eisenhaltigem Material) gilt also nicht. Das zeigt die zur Differenzierung eingesetzte Knobelaufgabe in Sequenz 2: 1- und 2-Euro-Münzen werden von einem Magneten angezogen, obwohl sie kein Eisen (sondern Nickel) enthalten. Sollten Kinder diese Aufgabe bearbeitet haben, können sie ihr Ergebnis den Mitlernenden vorstellen. Ansonsten kann diese Aufgabe auch gut in den Klassenstufen 3/4 eingesetzt werden.

4.1.3 Klassenstufen 1/2: Sequenz 3
Zieht ein Magnet überall gleich stark an? Die Pole eines Magneten

Im Unterricht hängen die Kinder Büroklammerketten an einen Stabmagneten. Sie stellen fest, dass die Enden des Stabmagneten die längsten Ketten halten können und genau in der Mitte keine Büroklammer hält. Die Stellen der stärksten Anziehung zeigen sich dabei deutlich. Sie werden fachlich als *Pole* bezeichnet; diese Bezeichnung wird im Unterricht eingeführt. Die Pole liegen beim Stabmagneten an den Enden des Magneten. Legt man einen Stabmagneten in kleine Nägel oder Eisenspäne, so zeigen sich die Stellen der stärksten Anziehung ebenfalls sehr deutlich (s. Abb. 6 bis 8).

Abb. 6 bis 8: Die Stellen stärkster Anziehung bei Stabmagneten (demonstriert durch angehängte Büroklammerketten, Eisenspäne und Eisenpulver)

Dass man bei den beiden Polen eines Magneten einen Nord- und einen Südpol unterscheidet und diese zur Unterscheidung häufig farbig markiert sind, wird erst im Unterricht der Klassenstufen 3/4 im Zusammenhang mit dem Kompass erarbeitet. Hierzu müssen die Kinder verstehen, dass die Pole von drehbaren Magneten immer in Nord-Süd-Richtung ausgerichtet sind, weil die Erde selbst magnetische Pole im Norden und im Süden hat. Die Vorstellung, dass die Erde selbst ein

Magnet ist, erscheint uns für jüngere Kinder als zu anspruchsvoll (vgl. Kap. 4.1.10).

Magneten verfügen über Stellen, an denen sie am stärksten anziehen. Diese Stellen werden als Pole der Magneten bezeichnet.

Der Dipol-Charakter von Magneten

Jeder Magnet hat mindestens zwei Pole – einen Nord- und einen Südpol – weshalb von einem magnetischen *Dipol* gesprochen wird. An den Polen verfügt der Magnet über seine stärkste Anziehung. Verbunden sind die beiden Pole durch die sog. *Dipolachse*. In der Mitte ist die Anziehungskraft am geringsten; dieser Bereich wird als *indifferente Zone* bezeichnet.

Dipol bedeutet auch, dass die beiden Pole nicht voneinander getrennt werden können. Selbst wenn man einen Magneten in immer kleinere Stücke zerteilen würde, blieben bei jedem Stück die beiden Pole erhalten. Fügt man zwei Magneten zusammen, so haben auch diese zwei Pole.

Es gibt auch Magneten, die mehr als zwei Pole haben. Aber auch bei diesen Magneten kommen die Pole immer in Paaren vor.

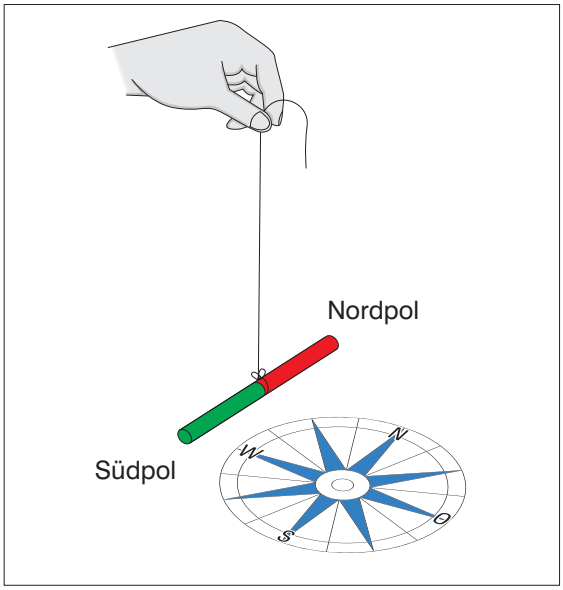


Abb. 9 und 10: Aufgrund einer Festlegung wird das nach Norden zeigende Ende von Magneten als *Nordpol* bezeichnet – es ist bei Magneten aus der Physiksammlung oft rot markiert.

Es gibt keine einzelnen Magnetpole. Pole kommen immer als Paar vor.

Hinweis für den Unterricht

Da Magneten auch im Alltag nicht farbig markiert sind und der Unterricht möglichst alltagsnah sein soll, verzichten wir in der Grundschule mit einer Ausnahme auf den Einsatz farbig markierter Magneten. Auch kann so dem Missverständnis vorgebeugt werden, dass die farbig markierten Hälften des Magneten mit den Polen übereinstimmen. Erst in den Klassenstufen 3/4 wird ein Magnet mit rot-grüner Markierung genutzt, um die konventionelle Farbgebung einzuführen und zu erläutern.

Die Begriffe *Nord- und Südpol* werden erst im Zusammenhang mit der Erarbeitung des Kompasses und des Erdmagnetismus in den Klassenstufen 3/4, Sequenz 5 eingeführt (vgl. S. 49). Sollten Kinder die Begriffe in den Unterricht von sich aus einbringen, können diese als Bezeichnung – zunächst noch ohne den entsprechenden Hintergrund und mit dem Hinweis, dass die Bezeichnung so vereinbart wurde – aufgenommen werden.

Bei der Bezeichnung der Stellen stärkster Anziehung mit dem Begriff *Pol* ist darauf zu achten, dass die Kinder diesen Begriff nicht mit den Polen beim elektrischen Strom verwechseln. Dort werden die Pole als *Plus- und Minuspol* bezeichnet. Verwechslungen dieser Bezeichnungen sind häufig. In diesem Fall sollte die Lehrkraft deutlich darauf hinweisen, dass die Namen zwar gleich sind, aber damit etwas anderes gemeint ist. Die Unterscheidung zwischen *magnetischen* und *elektrischen* Polen ist hier hilfreich.

Die Bezeichnungen und Markierungen der Pole

Ein drehbar gelagerter Magnet richtet sich aufgrund des Erdmagnetismus mit seiner Dipolachse immer in Nord-Süd-Richtung aus (exakt: in Richtung des magnetischen Nordpols bzw. Südpols, vgl. dazu Kap. 4.1.10). Der Pol des Magneten, der in Richtung Norden zeigt, wurde bereits vor Entdeckung des Erdmagnetismus mit dem Begriff *Nordpol* bezeichnet, der Pol, der nach Süden zeigt, entsprechend als *Südpol* (s. Abb. 9).

Viele Magneten sind farbig markiert. Man hat sich darauf geeinigt, die Hälfte des Magneten mit dem

Nordpol (N) rot, die Hälfte mit dem Südpol (S) dagegen grün zu markieren (s. Abb. 10). Allerdings wird statt grün auch häufig die Farbe blau verwendet. Als Erinnerungshilfe eignet sich die Stützregel: N**o**rdpol = r**o**t, S**ü**dpol = gr**ü**n.

Die farbige Markierung der Polhälften erzeugt leicht Missverständnisse bei den Lernenden. So denken viele Lernende, die Markierungen der Polhälften stellen die Pole dar. Die Markierung zeigt aber lediglich die Magnethälfte an, auf welcher der jeweilige Pol liegt, nicht die Pole selbst. Diese liegen an den Außenseiten der Hälften, beim Stabmagneten zum Beispiel an den Enden.

Die Magnethälften sind häufig farbig markiert. Mit Rot wird dabei die Hälfte gekennzeichnet, deren Pol nach Norden zeigt, mit Grün oft diejenige Hälfte, deren Pol nach Süden zeigt.

4.1.4 Klassenstufen 1/2: Sequenz 4 Unterschiedliche Magneten

In dieser Sequenz lernen die Kinder zunächst weitere Magneten und ihre Bezeichnungen kennen. Neben den bereits bekannten eckigen Stabmagneten und Ringmagneten werden ein runder Stabmagnet sowie Scheiben- und Hufeisenmagneten eingeführt (s. Abb. 11). Ob auch diese Magneten Pole haben, sollen die Kinder selbst herausfinden. Dazu entwerfen sie einen Versuch, mit dem sie die Stellen der stärksten Anziehung lokalisieren können. Gut sichtbar wird z. B. die Lage der Pole, wenn eine Nadel oder eine Büroklammer an einem Faden über den Magneten geführt wird.
Während bei den in den Kisten vorhandenen Hufeisenmagneten die beiden Pole an den Enden zu finden sind[3], liegen die Polhälften bei den in der Materialkiste mitgelieferten Ring- und Scheibenmagneten als Scheiben aufeinander. Entsprechend befinden sich die Stellen der stärksten Anziehung außen auf den beiden flächigen Seiten.

Gleich aussehende Magneten können durchaus unterschiedlich gepolt sein. So gibt es z. B. Stabmagneten, deren Polflächen sich längs gegenüberliegen, und Ringmagneten, deren Pole innen und außen liegen bzw. auf zwei Hälften verteilt sind (s. Abb. 12). Die im Alltag häufig vorkommenden, farbig nicht gekennzeichneten Scheibenmagneten gibt es auch als mittig gepolte Magneten oder als Streifenmagneten; diese werden häufig als Tafelmagneten angeboten. Solche Magneten bestehen aus mehreren, aneinandergefügten Streifen und haben entsprechend mehrere Nord- bzw. Südpole. Bei diesen Magneten können die Pole nur schwer bestimmt werden.

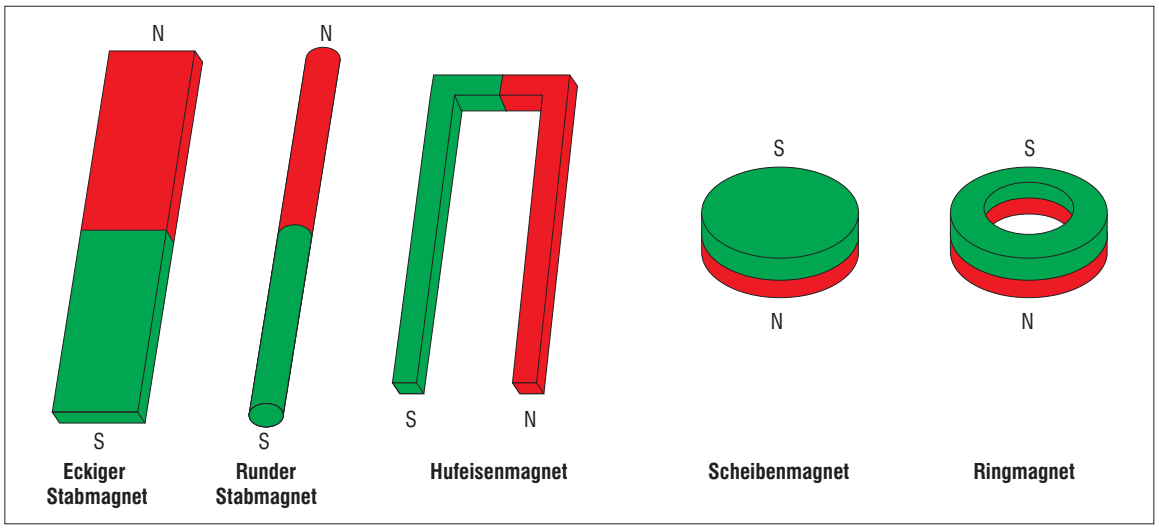


Abb. 11: Verschiedene Magneten mit eingezeichneten Polhälften und Polen
(rot: Hälfte mit dem Nordpol, grün: Hälfte mit dem Südpol)

[3] Es gibt auch Hufeisenmagneten, die aus zwei Stabmagneten bestehen, die in der Mitte z. B. durch ein Stück Eisen miteinander verbunden werden. Diese haben dann entsprechend vier Pole. Sollten Sie selbst Magneten heraussuchen oder den Kindern die Möglichkeit geben, eigene Magneten mitzubringen, empfehlen wir, Hufeisenmagneten vor dem Unterricht einmal zu testen, um den Kindern ggf. erklären zu können, wieso Hufeisenmagneten teilweise unterschiedlich gepolt sind.

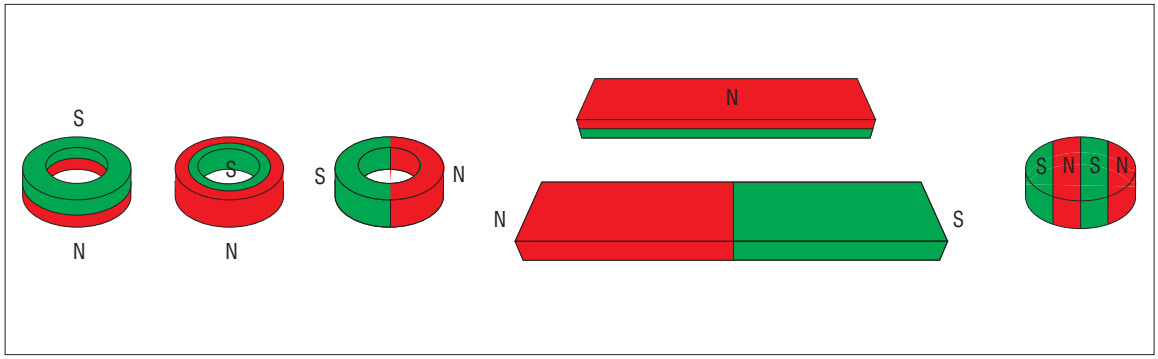


Abb. 12: Unterschiedlich gepolte Ringmagneten und Stabmagneten, Polpaare beim Tafelmagneten

Neben diesen harten Magneten gibt es auch biegsame Magneten, wie Magnetfolien, Magnetgummi und Magnetbänder. Bei der Herstellung werden winzige Teilchen aus hartem Magnetmaterial in weiches Gummi oder Kunststoff eingegossen. Die vielen kleinen Magnetelemente sorgen dabei für die magnetische Wirkung, während das Gummi bzw. der Kunststoff das Material biegsam halten. Mittlerweile gibt es sogar magnetisierbare Flüssigkeiten, sog. *Ferrofluide* (s. Abb. 13).

Auch Ring-, Scheiben- und Hufeisenmagneten haben zwei Pole. Gleich aussehende Magneten können unterschiedlich gepolt sein.

Woraus bestehen Magneten?

Handelsübliche Magneten bestehen meist aus den chemischen Elementen Eisen, Kobalt und Nickel. Drei Magnettypen sind zu unterscheiden:

- Die sog. *Ferritmagneten* bestehen – wie die Bezeichnung schon vermuten lässt – aus Eisen. Viele der im Alltag genutzten Haftmagneten sind Ferritmagneten. Sie sind recht preisgünstig, haben aber nur eine begrenzte magnetische Stärke. Zudem sind sie sehr anfällig für Zerstörung durch Hinunterfallen oder Anschlagen, weshalb sie häufig mit Plastikummantelungen angeboten werden.
- Die sog. *AlNiCo-Magneten* bestehen aus einer Eisenlegierung mit Aluminium, Nickel und Kobalt. Schulmagneten sind in der Regel AlNiCo-Magneten. Sie sind weniger leicht zerbrechlich und meist stärker als Ferritmagneten, aber auch teurer.
- **Neodym-Magneten** bestehen aus einer Verbindung aus Eisen, Neodym und Bor. Wegen ihrer starken magnetischen Wirkung werden sie auch als Supermagneten bezeichnet. In der Grundschule sollten diese Magneten nur mit Vorsicht eingesetzt werden; leicht können beim Zusammenkommen zweier starker Neodym-Magneten Finger gequetscht werden. Supermagneten sind sehr billig, gut haltbar und in vielen Formen, z. B. auch als Würfel und Kugeln, erhältlich. Mode-Magnetketten bestehen z. B. aus solchen Magneten.

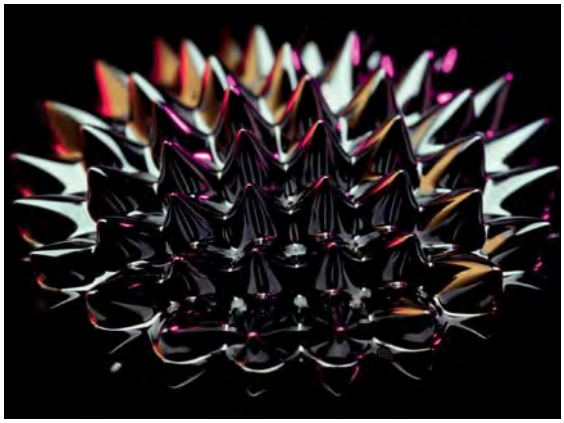


Abb. 13: Abbildung eines Ferrofluides in einem Magnetfeld. Dabei entstehen teilweise sehr interessante dreidimensionale Formen.

Hinweis für den Unterricht

Die im Primarstufen-Unterricht eingesetzten Magneten für die Hand der Kinder sind überwiegend **Ferritmagneten**. Diese sind sehr empfindlich. Die Ringmagneten sind mit einer Schutzlackierung überzogen, da sie sonst bei Kontakten sehr schnell absplittern würden. Die Kinder sollten aufgefordert werden, sorgsam mit den Ferritmagneten umzugehen und sie vor allem nicht auf den Boden fallen zu lassen. In der Materialkiste befindet sich ein zerbrochener Ferrit-Stabmagnet, mit dem den Kindern die Gefahr des Zerbrechens demonstriert werden kann.

Scheibenmagnet

eckiger Stabmagnet

Ringmagnet

Hufeisenmagnet

zerbrochener Stabmagnet

Stabmagnet mit Markierung

AlNiCo-Magneten sind weniger empfindlich. Im Unterricht werden die folgenden AlNiCo-Magneten eingesetzt:

eckiger Stabmagnet

runder Stabmagnet

Die in der Materialkiste vorhandenen **Neodym-Magneten** sind trotz ihrer geringen Größe in ihrer Wirkung recht stark, aber nicht gefährlich für die Hand der Kinder.

eckiger bzw. runder Neodym-Magnet

Zwitschermagneten

Armband mit Neodym-Magneten

Vorsicht: Sollten Kinder Neodym-Magneten mit in den Unterricht bringen, sollte die Lehrkraft darauf achten, dass nicht zwei sehr starke Neodym-Magneten in die Hände der Kinder gelangen, da hierdurch Verletzungen entstehen könnten.

Zur eindeutigen Unterscheidung wurden alle Magneten mit Begriffen versehen (z. B. kleiner runder Stabmagnet; mittelgroßer runder Stabmagnet und großer runder Stabmagnet). Bezeichnungen und Abbildungen der entsprechenden Magneten finden sich übersichtlich geordnet in den Materiallisten (Kap. 7.1). Sämtliche Magneten sind in den Materialkisten des Caritasverbandes enthalten.

4.1.5 Klassenstufen 1/2: Sequenzen 5 und 6 Anziehung und Abstoßung zwischen Magneten

Anziehung und Abstoßung wahrnehmen

In diesen beiden Sequenzen erarbeiten die Kinder, was mit zwei Magneten passiert, wenn sie zueinander geführt werden. Während die Anziehung zwischen Magneten und eisenhaltigen Gegenständen den Kindern häufig aus dem Alltag bereits geläufig ist, wissen viele Kinder nicht, dass sich zwei Magneten nicht nur anziehen, sondern auch abstoßen können. Auch wenn einige Kinder das Phänomen der Abstoßung bereits von der Holzeisenbahn kennen, da dort die einzelnen Waggons nicht beliebig zusammengesetzt werden können, nehmen sie die Abstoßung häufig nicht bewusst wahr. Der Unterricht setzt deshalb in Sequenz 5 damit ein, dass die Kinder zwei Ferrit-Stabmagneten in vielen unterschiedlichen Positionen zueinander bringen und deren Anziehung bzw. Abstoßung mit den Händen erspüren (s. Abb. 14). Anschließend wird im gemeinsamen Gespräch erarbeitet, dass sich die beiden Stabmagneten am stärksten anziehen bzw. abstoßen, wenn die beiden Pole zusammengeführt werden.

In Sequenz 6 wird dasselbe Phänomen an weiteren Magneten und in unterschiedlichen Situationen untersucht, um die Vorstellung des Anziehens und Abstoßens zwischen Magneten zu festigen (z. B. beim Anziehen bzw. Abstoßen von Ringmagneten auf einem Stab, von Hufeisenmagneten in einer Schiebeleiste, von Ringmagneten bei einem „Kusshund“, von runden Stabmagneten in einem Plastikröhrchen, von Scheibenmagneten beim Untertauchen eines Bootes). Bei diesen Versuchen, die den Kindern in der Regel viel Spaß machen, müssen die Magneten jeweils mit ihren Polen so zusammengeführt werden, dass Anziehung oder Abstoßung erreicht wird. Zum Beispiel bewirkt die abstoßende Wirkung der Magneten an den Polen, dass sich die Stabmagneten im Röhrchen bzw. die Ringmagneten auf dem Stab nicht berühren und übereinander schweben – ein für die Kinder sehr faszinierendes Phänomen (s. Abb. 15 und 16). Wird einer der beiden Magneten umgedreht, kommt es durch die Anziehung zu einem direkten Kontakt der Magneten.

Eine Zusammenführung der Pole bei Abstoßung ist nur durch Krafteinwirkung von außen möglich. Dies gilt auch für den Fall der Anziehung: Je stärker die Magneten sind, desto schlechter lassen sie sich voneinander lösen. Je weiter die Magneten voneinander entfernt sind, desto schwächer ist ihre Anziehung bzw. Abstoßung. Diese Beobachtung zeigt, dass die zwischen den Magneten wirkenden Kräfte mit wachsendem Abstand der Magneten voneinander abnehmen.

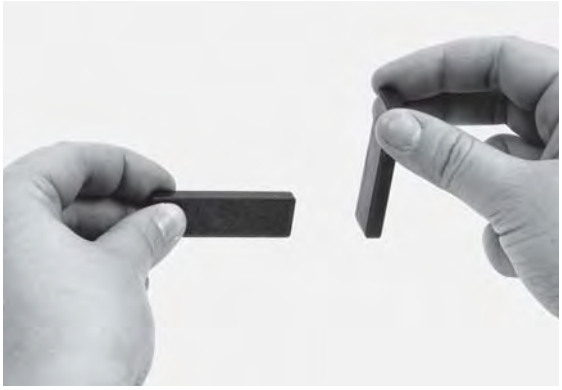


Abb. 14: Beim Zusammenführen von Magneten lässt sich eine anziehende und eine abstoßende Wirkung spüren, je nach Lage der Magneten zueinander.

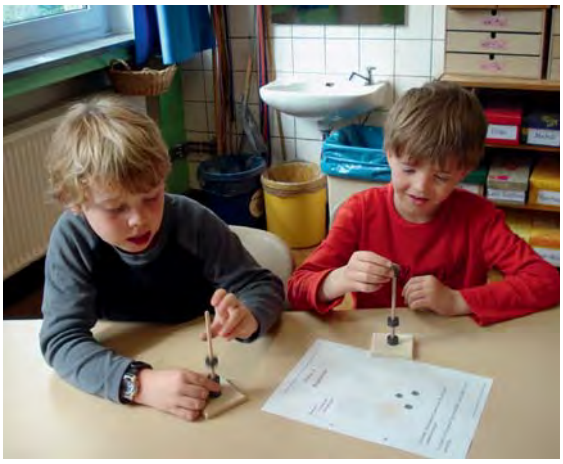


Abb. 15 und 16: Die Magneten ziehen sich an oder stoßen sich ab – je nachdem, wie die Pole zueinander liegen.

Die Polregel

Die Anziehung und Abstoßung zwischen zwei Magneten ist die Grundlage der sog. *Polregel*, die mit den Kindern in einer optionalen Erweiterung zu Sequenz 5 erarbeitet werden kann. Sie wird auch als Grundgesetz des Magnetismus bezeichnet. Bekannt ist die Polregel in der Formulierung:

Polregel: Gleichnamige (Magnet-)Pole stoßen sich ab, ungleichnamige (Magnet-) Pole ziehen sich an.

Die Begriffe *gleichnamig* bzw. *ungleichnamig* beziehen sich in dieser Formulierung auf die Bezeichnung der Pole mit den Begriffen *Nord- und Südpol*. Man könnte deshalb auch sagen: Zwei Nordpole bzw. zwei Südpole stoßen sich ab, Nord- und Südpol ziehen sich an.
Dieser Regel liegt folgendes Phänomen zugrunde: Nähert man zwei Stabmagneten nacheinander mit ihren Polen einem bestimmten Pol eines anderen Magneten, so lässt sich entweder Anziehung oder Abstoßung beobachten. Werden nun diejenigen Pole, die angezogen werden, mit einer Markierung als „gleiche“ Pole gekennzeichnet (z. B. wie im Unterricht mit einem blauen Punkt) und macht man dann dasselbe mit den beiden Polen, die abgestoßen werden (wobei man zur Unterscheidung eine andere Markierung wählt, wie z. B. im Unterricht einen gelben Punkt), hat man zunächst einmal gleiche Pole identifiziert. „Gleich“ bedeutet, dass diese Pole sich bei Annäherung an einen bestimmten Pol eines anderen Magneten in Hinblick auf Anziehung bzw. Abstoßung gleich verhalten. Führt man anschließend zwei „gleiche“ Pole zusammen, stoßen sich diese ab, zwei „ungleiche“ Pole ziehen sich dagegen an. Dieses Verhalten beschreibt die genannte Polregel (s. Abb. 17 bis 19).

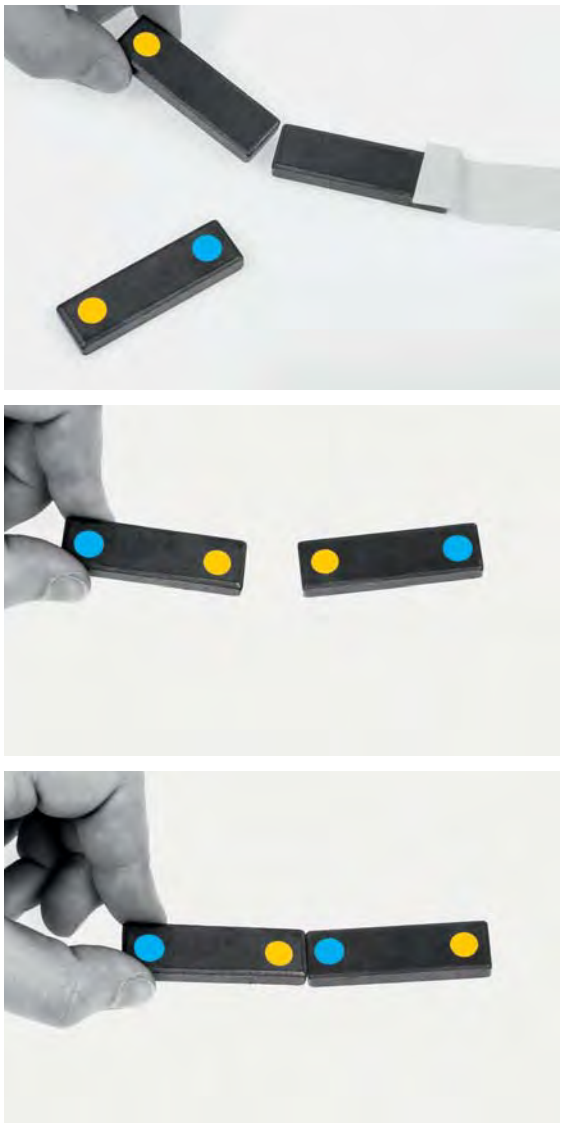


Abb. 17 bis 19: Die Kinder markieren im Unterricht zunächst, welche Pole sich gleich verhalten, wenn man sie nacheinander demselben Pol eines anderen Magneten nähert. Beim Zusammenführen der gleich markierten Pole entdecken sie, dass sich gleiche Pole abstoßen und unterschiedliche Pole anziehen.

Im Unterricht: Gleiche Pole stoßen sich ab, ungleiche Pole ziehen sich an.

Bei manchen Magneten liegen die Pole so dicht zusammen, dass das Verfahren, die Pole mit einer Büroklammer am Faden zu bestimmen (vgl. Sequenz 4) zu keinem Ergebnis führt. Hier hilft die Polregel weiter: Die Pole lassen sich leicht identifizieren, indem man zwei Magneten zusammenbringt und herausfindet, in welcher Position sich diese am stärksten anziehen bzw. abstoßen. In Sequenz 6 haben die Kinder in Differenzierungs-

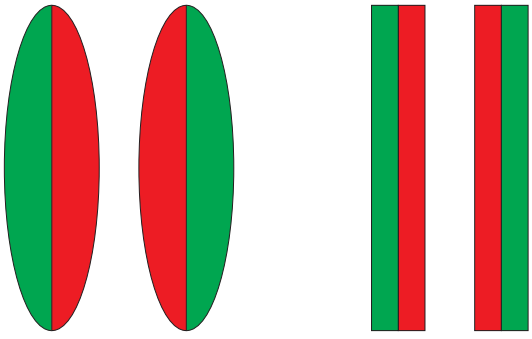


Abb. 20: Zwitschermagneten und Stabmagneten mit Kennzeichnung der Polhälften

aufgaben (Knobelaufgaben) die Möglichkeit, die Pole bei zwei anders gepolten Stabmagneten (sehr kleiner Stabmagnet) und zwei Zwitschermagneten zu bestimmen (s. Abb. 20).

4.1.6 Klassenstufen 1/2: Sequenz 7 Magnetisierung und Entmagnetisierung

In dieser Sequenz bestreichen die Kinder einen Eisendraht mit einem Magneten und stellen so selbst einen Magneten her. Der Unterricht beginnt mit einem Versuch, der zeigt, dass ferromagnetische Stoffe selbst zu Magneten werden können: Ein Nagel wird an einen Magneten gehängt. Daraufhin wird ein zweiter Nagel an den am Magneten angehängten Nagel geführt. Dieser bleibt ebenfalls hängen, obwohl kein Kontakt zum Magneten besteht. Wird der Magnet nun vorsichtig entfernt, bleiben die beiden Nägel trotzdem aneinander hängen. Die Nägel sind – zumindest kurzzeitig – durch den Einfluss eines Magneten selbst zu einem Magneten geworden, sodass sie kleine Eisenspäne anziehen können (s. Abb. 21 bis 23). Der Einfluss eines Magneten auf magnetisierbare Materialien wird als *magnetische Influenz* bezeichnet, was man mit magnetischer Beeinflussung übersetzen kann (vgl. Kap. 4.1.1). Selbst die Nähe eines Magneten reicht aus, um z. B. Nägel zu magnetisieren. Die Magnetisierung geht wieder verloren, wenn der Nagel vom Magneten getrennt wird. Man spricht deshalb bei diesem Phänomen auch von *temporärem* Magnetismus – im Gegensatz zum *permanenten Magnetismus* oder *Dauermagnetismus*, wie ihn z. B. ein gebräuchlicher Stabmagnet aufweist. Bleibt noch eine geringe Magnetisierung übrig, spricht man auch von *Restmagnetismus*. Dieser lässt sich durch Erschütterung wieder beseitigen.
Gegenstände aus Eisen und weichem Stahl – wie Eisennägel und Büroklammern – werden durch die magnetische Influenz sehr schnell magneti-

Hinweis für den Unterricht

Die Versuchsbeschreibung 2 bei Sequenz 5 vermittelt detailliert, wie die Polregel im Unterricht erarbeitet wird. Der Vorteil dieser Herleitung ist, dass die Kinder die Polregel nachvollziehen können. Bei der Erarbeitung sollten auf keinen Fall farblich bereits gekennzeichnete Magneten verwendet werden, da die Kinder sonst leicht die Polregel auf die Farben der Magneten beziehen und das Wissen nicht auf unmarkierte Magneten übertragen können (im Sinne von: rot/rot und grün/grün stoßen sich ab, rot/grün ziehen sich an).
Alternativ kann die Polregel auch in den Klassen 3/4 erarbeitet werden, nachdem die Enden von frei aufgehängten Magneten mit den Kennzeichnungen Nord- bzw. Südpol versehen wurden. Führt man dann zwei Magneten mit beiden Nordpolen bzw. mit beiden Südpolen zusammen, stoßen sich diese ab. Beim Zusammenführen der Magneten mit Nord- und Südpol ist eine anziehende Wirkung zu beobachten. Eine weitere Möglichkeit für die Erarbeitung der Polregel besteht nach der Einstiegssequenz in den Klassenstufen 3/4 (Sequenz 1 oder Sequenz 1.1).
Die Differenzierungsaufgaben zur Bestimmung der Pole bei dem anders gepolten Stabmagneten und bei den Zwitschermagneten können auch in der Sequenz 1 bzw. 1.1 der Klassenstufen 3/4 eingesetzt werden.

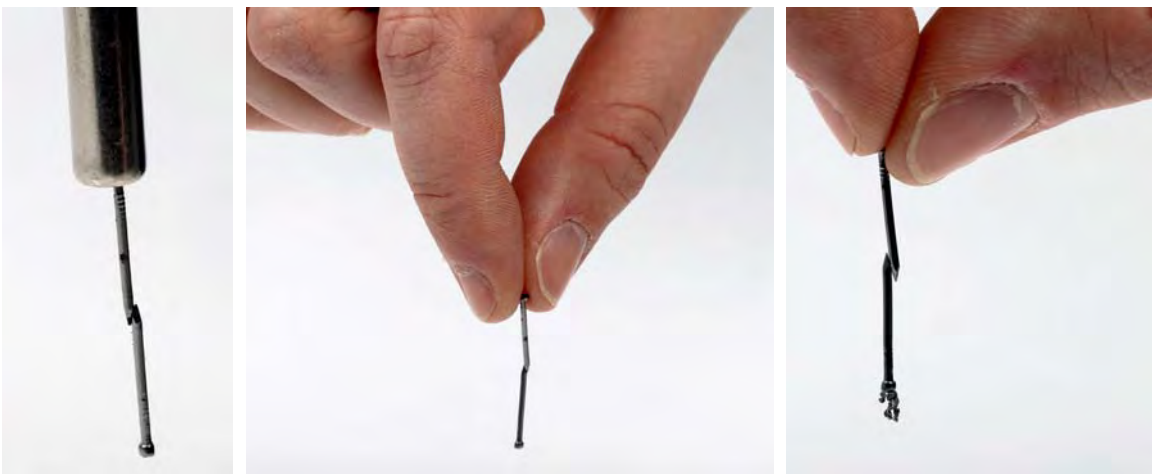


Abb. 21 bis 23: Die Nägel bleiben nach dem Entfernen vom Magneten aneinander hängen und ziehen selbst Eisenteile an. Sie sind kurzfristig selbst zu einem Magneten geworden.

siert; allerdings geht die magnetische Wirkung auch schnell wieder verloren. Gehärteter Stahl, wie Schweißdraht (ein solcher wird im Unterricht zum Magnetisieren verwendet), lässt sich erst durch mehrmaliges Bestreichen magnetisieren; dafür bleibt der Magnetismus längere Zeit bestehen. Wichtig ist beim Magnetisieren, dass der Draht mit immer demselben Pol eines Magneten mehrfach in derselben Richtung bestrichen wird. Auf diese Weise kann ein Dauermagnet selbst hergestellt werden. Der so entstandene Magnet hat – wie handelsübliche Magneten – zwei Pole und zieht an seinen Enden z. B. eine Büroklammer an. Im Unterschied zu handelsüblichen Magneten verliert der magnetisierte Stahl aber seine magnetische Wirkung nach einiger Zeit wieder. Durch Erschüttern, Hämmern oder Erhitzen kann man diesen Prozess beschleunigen.

Drähte oder Stangen aus gehärtetem Stahl (Schweißdrähte, Fahrradspeichen) können durch Bestreichen mit dem Pol eines Magneten in immer derselben Richtung selbst magnetisch gemacht werden. Durch Erhitzen oder Erschüttern geht die magnetische Wirkung wieder verloren.

Die physikalischen Grundlagen von Magnetisierung und Entmagnetisierung

Die magnetische Wirkung hängt auf komplizierte Weise mit magnetischen Eigenschaften der Elektronen im Atom zusammen, die sich wechselseitig aufheben oder verstärken können.

Bei ferromagnetischen Stoffen wie Eisen, Nickel und Kobalt kommt es durch die besonderen Eigenschaften des Materials dazu, dass sich Bezirke mit bevorzugter magnetischer Ausrichtung bilden. Diese Bereiche werden als *Weißsche Bezirke* bezeichnet. Sie sind nach dem Physiker Pierre-Ernest Weiß benannt und haben eine Ausdehnung von unter einem Mikrometer bis zu mehreren Millimetern. Da es in einem ferromagnetischen Körper sehr viele dieser Bezirke gibt und jeder einzelne Bezirk eine andere Vorzugsrichtung hat, heben sich die Magnetisierungen der einzelnen Weißschen Bezirke gegenseitig auf, sodass von diesem Material keine magnetische Wirkung ausgeht. Wirkt ein Magnet auf das ferromagnetische Material ein, werden immer mehr Weißsche Bezirke so ummagnetisiert, dass sich eine bestimmte Magnetisierungsrichtung herausbildet. Das Material zeigt dann eine messbare magnetische Wirkung und ist zu einem Magneten geworden.

Die zunehmende Ausrichtung der Weißschen Bezirke unter dem Einfluss eines Magneten kann man sich schematisch etwa so vorstellen wie in Abbildung 24 dargestellt.

Die Weißschen Bezirke lassen sich in Experimenten empirisch nachweisen. So können z. B. die Trennlinien zwischen Bezirken unterschiedlicher Richtung durch sehr kleine Eisenstaubpartikel im Mikroskop sichtbar gemacht werden. Über Verstärker und Lautsprecher kann zudem ein Knacken vernommen werden, wenn sich die Magnetisierung in einem Bezirk ändert.
Durch Erhitzen oder Erschüttern geht die parallele Ausrichtung der Weißschen Bezirke wieder verloren.

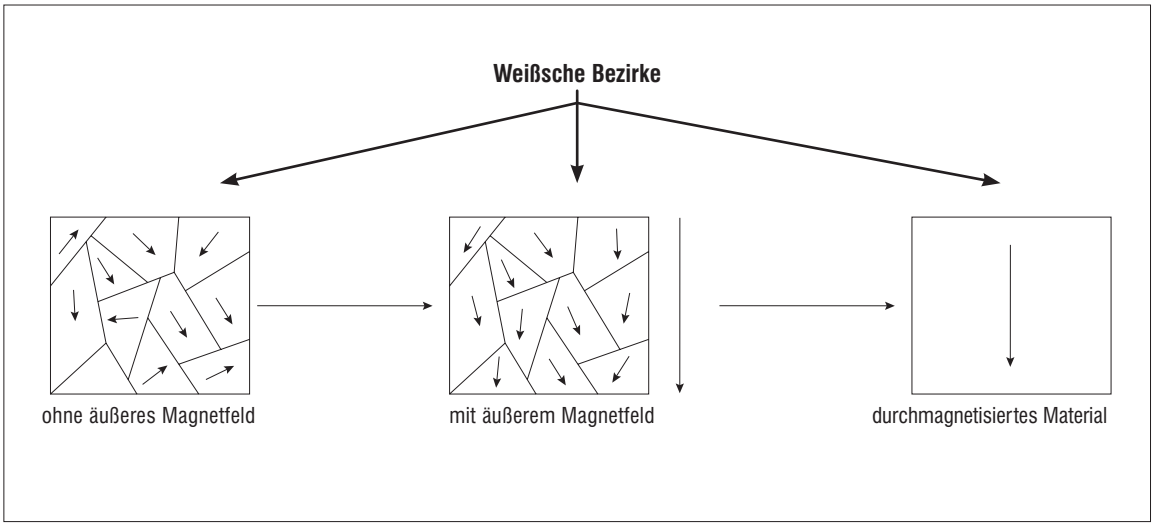


Abb. 24: Im Urzustand zeigen die Weißschen Bezirke verschiedene Vorzugsrichtungen.
Durch Einwirken eines Magneten richten sich immer mehr Bezirke parallel aus, bis eine Sättigung erreicht ist.

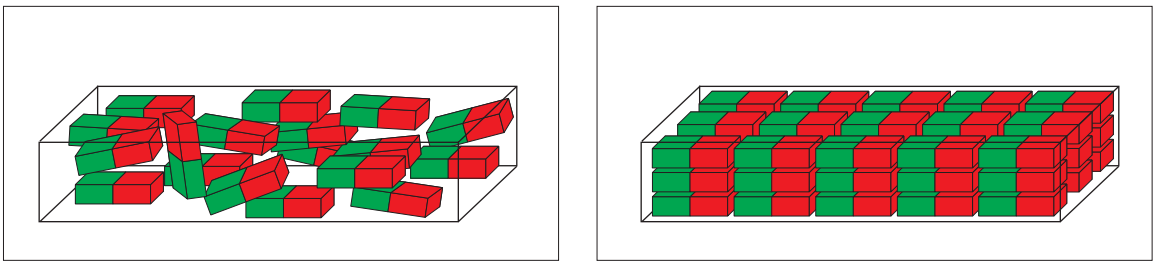


Abb. 25 und 26: Der linke ungeordnete Zustand soll modellhaft magnetisierbares Material vor der Magnetisierung zeigen. Die rechte Abbildung zeigt die Lage der vorgestellten Elementarmagneten nach der Magnetisierung.

Veranschaulichung in einem Modell:
Das Modell der Elementarmagneten

In vielen Handreichungen für die Primarstufe wird der Magnetismus mit dem sog. *Elementarmagneten-Modell* „erklärt". Dass dieses Vorgehen problematisch ist, soll in diesem Abschnitt erläutert werden.

Wie bei jedem Modell handelt es sich beim Elementarmagneten-Modell nicht um ein Abbild der Realität, sondern um eine theoretische Annahme, mit der bestimmte Phänomene erklärt werden können. Das Elementarmagneten-Modell wird in der Physik genutzt, um das Magnetisieren und Entmagnetisieren sowie das Teilen und Zusammenfügen von Magneten zu deuten und zu veranschaulichen. Dabei stellt man sich vor, dass in einem ferromagnetischen Material viele kleine Stabmagneten in ungeordneter Richtung vorhanden sind. Dabei heben sich die Wirkungen der einzelnen Stabmagneten auf. Bei der Magnetisierung richten sich – unter dem Einfluss eines Magneten – die Elementarmagneten alle gleichartig in eine Richtung aus. Dadurch heben sich die magnetischen Wirkungen nicht mehr auf und es entsteht ein Magnet mit einem Nord- und einem Südpol (s. Abb. 25 und 26).

Mit diesem Modell lässt sich erklären, warum erst das mehrmalige Bestreichen des Stahldrahtes zu einer Magnetisierung führt (die Elementarmagneten richten sich erst allmählich alle in eine Richtung aus) und warum nach einiger Zeit die Wirkung nicht mehr gesteigert werden kann (wenn annähernd alle Elementarmagneten gleich ausgerichtet sind). Auch die Entmagnetisierung, die Teilung und die Zusammenfügung von Magneten lässt sich mit diesem Modell anschaulich beschreiben: Wird der Magnet erhitzt oder erschüttert, geht die parallele Anordnung wieder verloren. Teilt man den Magneten, so weisen die geteilten Magneten dieselbe Polung auf; fügt man Magneten an ihren Polen zusammen, so wirken sie zusammen wie ein Magnet.

Das Modell hat allerdings einige Nachteile: So ist z. B. die Lagerung der Magneten in Päckchen übereinander, so wie in Abbildung 26 dargestellt, empirisch gar nicht möglich, da sich gleiche Pole abstoßen müssten. Um diesen „Fehler" des Modells zu beseitigen, wurde eine Modifikation des Modells vorgeschlagen (s. Abb. 27 und 28).

Aber auch diese Modifikation beseitigt die Schwächen des Modells nicht. Offen bleiben beispielsweise die Fragen, was die Elementarmagneten sind, woraus sie bestehen und was zwischen ihnen liegt. Zudem suggeriert die Anschaulichkeit des Modells, dass es sich bei den Elementarmagneten um materielle Bestandteile handelt. Insbesondere jüngere Kinder neigen dazu, sich die Elementarmagneten als tatsächlich vorhandene Gebilde im Inneren von Magneten vorzustellen. Solche Vorstellungen verursachen neue Fragen und erzeugen Fehlvorstellungen: Wie können sich die Elementarmagneten im Eisen bewegen? Pas-

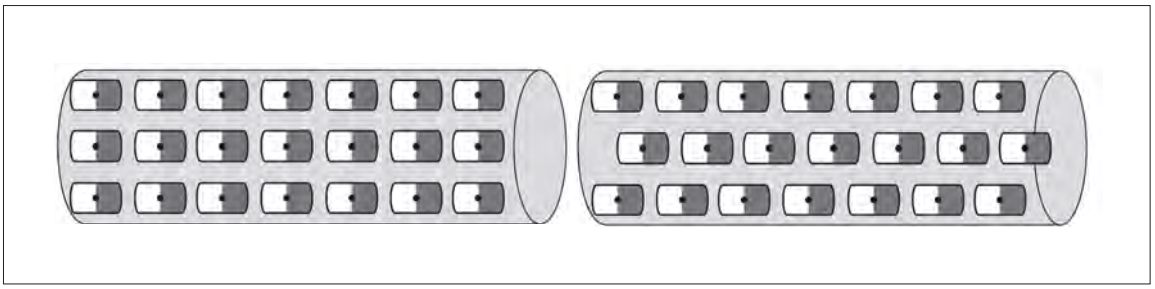


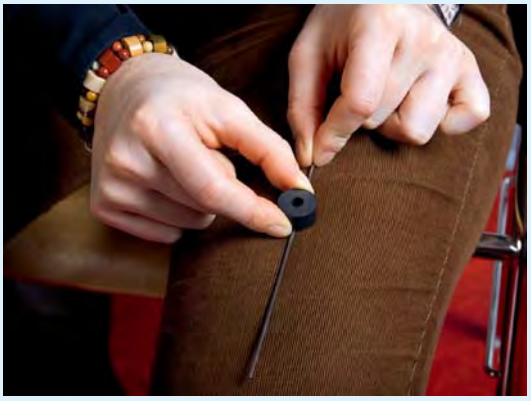
Abb. 27 und 28: Klassische Anordnung der Elementarmagneten und alternative Anordnung nach Hees (2008).

sen die Elementarmagneten auch in kleine Magneten? Sind die Elementarmagneten rot und grün angestrichen? Wie sieht das z. B. bei Magnetkugeln aus? Und in Bezug auf das gängige Elementarmagneten-Modell: Wieso stoßen sich die gleichen Pole bei den Elementarmagneten nicht ab und können direkt übereinander liegen?

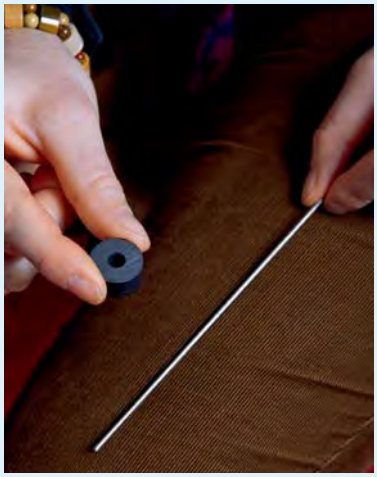
Da Grundschulkinder noch nicht in der Lage sind, sich die Elementarmagneten als eine rein abstrakte Vorstellung mit begrenzter Reichweite vorzustellen, haben wir uns dazu entschieden, dieses Modell erst in der Sekundarstufe einzuführen, wobei explizit der Modellcharakter und die Grenzen des Modells herausgearbeitet werden.

Hinweis für den Unterricht

Das Magnetisieren eines Drahtes gelingt im Unterricht nur, wenn einige Bedingungen erfüllt sind. So eignet sich z. B. nur gehärteter Stahl zum Magnetisieren (der in den Materialkisten vorhandene Schweißdraht besteht aus diesem Material). Zudem muss ein etwas stärkerer Magnet dafür benutzt werden. Wir empfehlen den Ringmagneten. Wichtig ist, dass derselbe Pol mehrfach (ca. 20-mal) in derselben Längsrichtung über den Draht geführt wird, wobei der Magnet mit genügend Abstand zum Draht an den Anfangspunkt zurückgeführt werden muss. Auch muss darauf geachtet werden, dass der Draht beim Bestreichen mit dem Magneten nicht immer wieder erschüttert wird (z. B. auf dem Tisch aufschlagen), da die gerade erzeugte magnetische Wirkung sonst wieder verloren geht (vgl. die genaue Darstellung des Vorgehens in der Versuchsbeschreibung zu Sequenz 7).



Ein Eisendraht wird magnetisiert.



Sollten Kinder im Unterricht danach fragen, was beim Magnetisieren passiert, so kann auch ohne Nutzung des Elementarmagneten-Modells geantwortet werden. Man könnte z. B. sagen, dass beim Bestreichen mit einem Magneten das Material „geordnet“ wird, sodass ein Magnet mit zwei Polen entstehen kann. Als Analogie könnte man das Kämmen eines Langhaar-Teppichs anführen: Streicht man mit einem Kamm immer in dieselbe Richtung, so werden nach einiger Zeit alle Haare in dieselbe Richtung zeigen. Schüttelt man den Teppich kräftig, so verlieren die Haare ihre Ordnung wieder. So wird für die Kinder nachvollziehbar, warum der Magnet immer nur in derselben Richtung über den Draht geführt werden darf und warum man Erschütterung vermeiden muss.

4.1.7 Klassenstufen 1/2: Sequenz 8 (optional) Woraus bestehen Magneten und wo kommen sie her?

Eine von Kindern häufig gestellte Frage ist, wo Magneten herkommen und wie sie entstehen. Diese Frage ist Gegenstand der optionalen Sequenz 8. Dabei wird zwischen den sog. *künstlichen* und den sog. *natürlichen* Magneten unterschieden.

Künstliche Magneten

Die künstliche Herstellung von Magneten wird mit den Kindern anhand einer Abbildung erarbeitet: Zunächst werden die Bestandteile des späteren Magneten (z. B. Eisen, Alumium, Nickel, Kobalt bei AlNiCo-Magneten) gemahlen, dann gemischt und schließlich unter dem Einfluss eines starken Magneten zusammengepresst. Der starke Magnet bewirkt durch seine Nähe eine Magnetisie-

rung des Rohmaterials, wodurch dieses zu einem Dauermagneten wird. Nach der Magnetisierung wird der Rohmagnet in die gewünschte Größe zerteilt. Auch das Gießen des Ausgangsmaterials in Formen und die anschließende Magnetisierung ist ein gängiges Verfahren. Die künstliche Herstellung ermöglicht, Magneten in verschiedenen Formen, Größen und mit unterschiedlicher magnetischer Stärke und Polung zu produzieren.
Bei der Herstellung von Magneten wird also das Phänomen der Influenz genutzt: So wie der an einem Nagel hängende Magnet durch die Einwirkung des Magneten selbst zu einem Magneten wird, geschieht das auch bei der Magnetisierung des Rohmaterials. Im Grunde ähnelt der Herstellungsprozess dem Magnetisieren des Eisendrahtes im Unterricht – der Unterschied ist nur, dass ein starker Magnet und die besonderen Ausgangsmaterialien zu einer dauerhaften Magnetisierung führen.

Abb. 29: Magnetite enthalten bis zu 70 % Eisen. Sie ziehen eisenhaltige Materialien an, wenn auch nur schwach.

Natürliche Magneten

Magneten, die natürlich auf der Erde vorkommen, sind bereits seit ca. 600 v. Chr. bekannt. Man bezeichnet sie als *Magnetite*. Sie gehören zu den Eisenerzen und bestehen neben sonstigem Gestein aus Eisenoxid, einer Verbindung aus Eisen und Sauerstoff. Entstanden sind Magnetite beim Erkalten des aus dem Erdinneren aufsteigenden, eisenhaltigen Magmas. Durch die magnetische Wirkung der Erde (vgl. Kap. 4.1.10) wurde das erkaltende Magma nachhaltig magnetisiert.
Magnetite kommen an vielen Orten der Welt vor, z. B. in Chile, Schweden, Griechenland und Kleinasien. Sie sind unregelmäßig geformt und nur schwach magnetisch. In unserem Alltag werden solche Magnetite – außer als Heil- oder Schmucksteine – kaum mehr verwendet.
In der Materialkiste befindet sich ein kleiner Magnetit (s. Abb. 29). Größere Stücke sind im Mineralienhandel erhältlich. Ein Magnetit mit deutlich beobachtbarer magnetischer Anziehung ist allerdings nicht leicht zu beschaffen (wenn möglich, Magnetit vorher ausprobieren!).

Die Entdeckung des Magnetismus

Über die Entdeckung des Magnetismus gibt es unterschiedliche Berichte und Erzählungen. Nach einer griechischen Legende wurde der Magnetismus von einem Hirten namens Magnes entdeckt. Er hütete am Berg Ida auf Kreta seine Schafe. Als er seinen Hirtenstab auf einen Stein stellte, bemerkte er, dass die Eisenspitze seines Stabes vom Stein angezogen wurde. Eine andere Form der Legende berichtet, dass der Stein die Nägel aus den Schuhen des Hirten herauszog. Der Magnet habe seinen Namen somit vom Hirten Magnes erhalten.
Als wahrscheinlicher angesehen wird die Theorie, dass der Name von der Stadt Magnesia in Kleinasien stammt. Diese Vermutung basiert auf Aufzeichnungen von Thales von Milet, der bereits ca. 500 v. Chr. über die in der Region Magnesia vorkommenden Steine und ihre Eigenschaft, Eisenteile anzuziehen, berichtete – sie wurden als *lithos magnetes* (Stein aus Magnesia) bezeichnet. Nach dieser Theorie stammt der Begriff *Magnet* also von der Region, in der die magnetischen Steine gefunden wurden.

Auch in Geschichten wird die Wirkung natürlich vorkommender Magnetsteine beschrieben. So gibt es im Buch „Tausend und eine Nacht“ die Erzählung vom „Magnetberg“: *„Mein Fürst, morgen gegen Ende des Tages werden wir zu einem Berg von schwarzem Gestein kommen, das ist der Magnetberg. Dann werden sich des Schiffes Planken öffnen, und jeder Nagel wird herausfliegen und an dem Berg haften. Denn die Allmacht Allahs hat jene Gattung Gesteins mit einer geheimnisvollen Kraft begabt und mit einer besonderen Vorliebe für Eisen; und alles, was aus Eisen ist, zieht der Magnetstein unaufhaltsam an.“*
Im 16. Jahrhundert vermutete man einen solchen Magnetberg in der Arktis, da man dadurch die Ausrichtung von Kompassnadeln nach Norden erklären konnte. Im Buch „Jim Knopf und die wilde Dreizehn“ wird dieses Motiv verwendet – der entsprechende Ausschnitt eignet sich gut zum Vorlesen in der Grundschule. Die Wirkung solcher aus Magnetit bestehenden Berge wird hier natürlich übertrieben; eine so starke Wirkung, dass z. B. Eisennägel aus Schiffen gezogen werden könnten, gibt es in der Realität nicht.

Über die Entdeckung des natürlichen Magnetismus gibt es unterschiedliche Theorien. Vermutlich liegt der Bezeichnung *Magnet* die Region Magnesia zugrunde, wo – laut einem Bericht von Thales von Milet – Steine mit magnetischer Wirkung gefunden wurden.

Hinweis für den Unterricht
Am Beispiel der Berichte über die Entdeckung des Magnetismus lernen die Kinder in dieser Sequenz, dass sich Informationen aus verschiedenen Quellen durchaus widersprechen können. Sie erhalten dazu drei verschiedene Lesetexte in jeweils zwei Schwierigkeitsstufen über die Entdeckung des Magnetismus. Gespräche über die eingeschränkte Gewissheit bei übermitteltem Wissen können hier anschließen.

4.1.8 Klassenstufen 3/4: Sequenzen 1 und 2 Eigenschaften von Magneten erkunden, belegen und nutzen

Da in den Sequenzen 1, 1.1 und 2 der Klassenstufen 3/4 die in den Stufen 1/2 erarbeiteten magnetischen Eigenschaften wiederholt bzw. – falls die Klasse noch nicht zum Thema Magnetismus gearbeitet hat – erarbeitet werden, finden sich die fachlichen Informationen hierzu in den vorangegangenen Abschnitten.
Sequenz 1 ist für Klassen gedacht, die bereits in den Klassenstufen 1/2 nach dem Spiralcurriculum gearbeitet haben. Die Einstiegsstunde soll die bereits erworbenen Kompetenzen aktivieren. Die Kinder werden zunächst aufgefordert, zu notieren, was sie bereits über Magnetismus wissen. Anschließend sollen sie sich unter Nutzung zur Verfügung gestellter Materialien Versuche ausdenken, die sich als Nachweis für die behauptete Eigenschaft von Magneten eignen. Damit wird das Belegen von Aussagen – eine wichtige naturwissenschaftliche Arbeitsweise – geübt.
Sequenz 1.1 ist für Klassen gedacht, die nur über geringe Vorerfahrungen im Bereich Magnetismus verfügen. Angepasst an die jeweilige Lernausgangslage werden die zentralen Eigenschaften von Magneten erarbeitet (nicht alle Metalle werden von Magneten angezogen; Eisen bzw. eisenhaltige Materialien werden angezogen; Magneten wirken auch über die Distanz; Magneten haben Stellen mit stärkster Anziehung – diese nennt man Pole; gleiche Pole stoßen sich ab, ungleiche ziehen sich an; einen Eisendraht kann man magnetisieren).
In Sequenz 2 (optional) nutzen die Kinder das aktualisierte bzw. erarbeitete Wissen über angezogene bzw. nicht angezogene Materialien, um eingepackte Materialquader zu identifizieren. Hierbei wird die Entwicklung von Problemlösestrategien gefördert.

4.1.9 Klassenstufen 3/4: Sequenzen 3 und 4 Welcher Magnet ist stärker? – Ein faires Experiment

In diesen Sequenzen geht es darum, die Stärke von Magneten mit verschiedenen Verfahren zu bestimmen und sie in Hinblick auf ihre Stärke zu vergleichen. Dabei sollen die Kinder lernen, dass in einem Experiment vergleichbare Bedingungen geschaffen werden müssen, damit der Einfluss eines bestimmten Faktors gezielt ermittelt werden kann.
Ein mögliches Maß für die Stärke eines Magneten ist die Last, die er halten kann. Aber auch die Distanz, über die er einen eisenhaltigen Gegenstand zu sich zu ziehen vermag, kann als Maß für die Stärke genutzt werden. Beeinflusst wird die Stärke durch verschiedene Faktoren, z. B. durch Material, aus dem der Magnet besteht (so sind Neodym-Magneten bei gleicher Form und Größe in der Regel stärker als Ferritmagneten), den Grad der Magnetisierung sowie Form und Größe der anziehenden Polflächen. Um einen Vergleich zwischen der Stärke unterschiedlicher Magneten zu ermöglichen, muss die Stärke quantifiziert werden, z. B. durch die Angabe der Distanz in Zentimetern, über die ein Magnet gerade noch bestimmte Eisenteile anziehen kann, oder durch Angabe der Zahl von angehängten Schraubenmuttern.
Viele Kinder haben zur Erklärung der Stärke eines Magneten ein *Flächen-* oder ein *Größen-Konzept*: Sie denken, dass die Stärke eines Magneten mit der Größe der anziehenden Kontaktfläche oder mit der Gesamtgröße des Magneten zusammenhänge. Eine entsprechende Vermutung wird im Unterricht mit den Kindern formuliert. In vorgegebenen Experimenten werden zunächst Magnetpaare von deutlich unterschiedlicher Größe miteinander verglichen. Dabei wird die Haftwirkung getestet, d. h. es wird geprüft, wie viel Sand bzw. wie viele Schraubenmuttern der Magnet jeweils halten kann. Die Kinder stellen im Unterricht fest, dass nicht immer der größere Magnet der stärkere Magnet ist, sondern dass es auch einen kleinen Magneten gibt, der stärker ist als der damit verglichene größere Magnet. Die Vermutung *Der größere Magnet ist immer der stärkere Magnet*, ist damit widerlegt. Die Kinder lernen so, Vermutungen durch ein geeignetes Gegenbeispiel zu widerlegen.

Nicht alle größeren Magneten sind stärker als kleinere Magneten. Es gibt auch stärkere kleine und schwächere große Magneten.

In der Folgesequenz (Sequenz 4) geht es um das Herausarbeiten von Bedingungen, die bei solchen Experimenten zu berücksichtigen sind. Diese Bedingungen werden am Beispiel zweier runder, unterschiedlich großer Stabmagneten erarbeitet. Dabei soll die Distanzwirkung der beiden Magneten verglichen werden.
Dabei lernen die Kinder, dass nur die Variable, die geprüft werden soll (hier die Größe der Magneten), verändert werden darf, alle anderen Bedingungen, die einen Einfluss auf das Versuchsergebnis haben, jedoch gleich zu halten sind. Man spricht in diesem Fall auch von *kontrollierten* oder – umgangssprachlich – von *fairen* Experimenten (s. Abb. 30 bis 33). In der Wissenschaft versteht man darunter eine Untersuchungsmethode, bei welcher ein bestimmter Faktor systematisch verändert wird und alle übrigen relevanten Bedingungen kontrolliert, d. h. vergleichbar gehalten werden. Nur so kann die Wirkung des veränderten Faktors (hier die Größe von Magneten) beobachtet werden. Kontrollierte Experimente sind ein wesentlicher Bestandteil naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen.
Kindern fällt es nicht leicht, den Aufbau kontrollierter Experimente zu verstehen und selbst kontrollierte Experimente zu entwickeln. Dazu gibt es in der Lehr-Lernforschung eine Reihe von Belegen (vgl. Kap. 2). Auch unsere eigenen Erprobungen des Unterrichts zeigten, dass ein solches Verständnis nur in einem sehr strukturierten Vorgehen aufgebaut werden kann. Deshalb werden in der ersten Sequenz (Sequenz 3) zunächst vorgegebene *faire Experimente* mit den Kindern durchgeführt und ausgewertet, bevor die Merkmale eines fairen Experiments mit den Kindern sys-

Abb. 30 bis 33: In den Abbildungen mit der roten Unterlage ist der Versuch jeweils unfair – das Schiebebrett (unten) ermöglicht ein Konstanthalten der Bedingungen.

tematisch erarbeitet werden (Sequenz 4, 1. Teil). Anschließend werden die Kinder aufgefordert, selbst ein faires Experiment zum Vergleich der Stärke von Magneten zu entwickeln (Sequenz 4, 2. Teil). Dieses schrittweise Vorgehen ermöglicht auch schwächeren Kindern, ein eigenes faires Experiment zu entwickeln.

Beispiele für von den Kindern entwickelte Experimente:

Zwei Kinder nutzen eine schiefe Ebene, um zu testen, bei welchem Magneten ein angezogenes Eisenteil zuerst abfällt, wenn man die Ebene steiler macht. Dabei sind folgende Bedingungen konstant zu halten: Größe, Gewicht und Form des angezogenen Eisenteils, die Stelle, an der das Eisenteil an den Magneten geführt wird (an den Polen), die Art, wie die Magneten befestigt werden, und die Reibung der schiefen Ebene. Realisieren lässt sich diese Idee z. B., indem die beiden unterschiedlichen Magneten mit ihren Polen nach unten auf einem Brett nebeneinander festgeklebt werden, zwei in Form, Größe und Gewicht identische Eisenteile auf dieselbe Art an die Magneten gehängt werden und dann das Brett langsam immer steiler gestellt wird.

Andere Kinder nutzen eine Federwaage, an der sie jeweils einen der runden Stabmagneten an einem der Pole befestigen (s. Abb. 34). Sie ziehen am Magneten und beobachten, bei welcher Kraft sich der Magnet von der Federwaage löst. Hier muss darauf geachtet werden, dass beide Stabmagneten mit ihren Stirnflächen – den Orten stärkster Anziehung – befestigt werden, dass sie an der gleichen Stelle der Federwaage befestigt werden (um eine vergleichbare Kontaktfläche zu haben) und dass in beiden Fällen gleichmäßig und langsam am Magneten gezogen wird.

Für manche Kinder ist es schon eine gute Leistung, überhaupt ein Experiment entwickelt zu haben. Auch wenn dieses noch nicht vollkommen ausgereift ist, sollte es nicht als *falsch* bezeichnet werden. Gemeinsam mit den anderen Kindern kann erarbeitet werden, wie das gefundene Experiment zu einem fairen Experiment weiter entwickelt werden kann (s. Abb. 35).

Auch hierzu ein Beispiel:

Eine Gruppe Mädchen entwickelte einen Versuch mit in Sand vergrabenen Büroklammern. Mit zwei verschiedenen Magneten sollen die Büroklammern aus dem Sand entfernt werden. Beim Vorstellen des Experiments zeigte sich, dass das Experiment nicht ganz fair war; die Büroklammern waren unterschiedlich fest und unterschiedlich tief in den Sand gedrückt worden. Gemeinsam wurde eine Lösung gefunden: Mit Hilfe eines Lineals wurden die beiden Büroklammern gleichmäßig 1 cm tief in den Sand gedrückt.

Ein Experiment ist fair, wenn beim Vergleich alle für das Experiment relevanten Bedingungen gleich gehalten werden und nur das verändert wird, was man untersuchen möchte.

Hinweis für den Unterricht

Der Begriff *fair* ist Kindern z. B. aus dem Sport bekannt. Durch die Betonung der Fairness eines Experiments können die Kinder gut an die Methode der Variablenkontrolle herangeführt werden. So empfinden sie es z. B. als unfair, wenn im obigen Beispiel einer der beiden Magneten mit seinem Polende, der andere mit der Seite an die Federwaage angehängt würde.

Abb. 34 und 35: Der an der Federwaage hängende Magnet wird langsam nach unten gezogen, bis er sich löst. Im gemeinsamen Gespräch wird geprüft, ob die Bedingungen wirklich fair sind.

4.1.10 Klassenstufen 3/4: Sequenz 5 Warum sich frei bewegliche Magneten in Nord-Süd-Richtung ausrichten

In dieser Sequenz geht es um die Funktionsweise und die Herstellung eines Kompasses, um die Ausrichtung von Kompassnadeln, die Bezeichnung der Pole und den Erdmagnetismus.

Der Kompass als sog. „Spüreisen“

„Ich krümme es (das magnetisierte Sägeblatt, Einfügung des Verf.) *zu einem leichten Bogen, daß der Schwerpunkt tief kommt, und setze es ausbalanciert auf die Spitze eines Nagels. Ich drehe es in Ost-West-Richtung, damit es dem Erdfeld recht deutlich in die Quere kommt und ihm lange Hebelarme bietet, beruhige es zu vollem Stillstand, lasse los und warte.*

Es hängt unbeweglich, passiv, und mit seinen ergeben niedergebeugten Enden wie horchend da. Ob der ferne kanadische Pol es erreicht, und sein noch fernerer antarktischer Bruder? …

Wie ist es nur möglich? Wie ist es nur möglich, daß das Stück Eisen den fernen Ruf erspürt?

Und es spürt ihn. Es versetzt sich in ein zögerndes Drehen. Vielleicht ein noch zufälliges, einem Windhauch verdanktes? Aber es steigert sich, es steckt ein Wille, ein Ziel dahinter, wie ein Karussell kommt der Balken langsam in Fahrt und schleudert sich nach wenigen Sekunden gestreckten Laufes durchs Ziel … und wenn alles richtig zugeht, dann müßte es jetzt langsam zögern.

Es zögert, es verringert seinen Lauf, es wird zurückgerufen zu dem Ziel, das es im Eifer seiner Bewegungslust überrannt hatte. In dem Augenblick, da es zitternd einhält und dann wieder ganz so langsam wie am Anfang umkehrt, die Nase am Boden wie ein witternder Hund, ist unser letzter Zweifel vergangen: Es ist das, was wir erwartet haben, und kein Windstoß.

Es ist kein Windstoß, nicht irgend etwas; es ist der Magnetismus des Erdballs (über dessen Herkunft bekanntlich noch niemand etwas Zuverlässiges weiß). Überall, im dichten Wald, auf Bergspitzen und in den Bergwerken, bei Tag und bei Nacht, würden Tausende solcher drehbare Magnete, verteilte man sie überall hin, genauso wie dieser hier ihr schwingendes Spiel beginnen und nach einer guten Weile stille stehen, alle gehorsam in der Nord-Süd-Stellung zur Ruhe gekommen. Es dauert fast eine Viertelstunde, bis unsere Drehschaukel ruhig geworden ist. Sie hat es sich nicht leicht werden lassen, ihren Frieden zu finden.“ (Aus: Martin Wagenschein: „Naturphänomene sehen und verstehen“, Klett 1980, S. 15/16)

Der Physiker und Pädagoge Martin Wagenschein (1896–1988) beschreibt hier in seinem Buch, wie sich ein Magnet verhält, wenn er störungsfrei – ohne dass sich Eisenteile oder andere Magneten in seiner Nähe befinden – und drehbar aufgestellt wird. Der Beitrag ist überschrieben mit dem Titel „Das große Spüreisen“. Damit möchte Martin Wagenschein ausdrücken, dass der Magnet die Nord-Süd-Richtung „spürt“.

Der Unterricht in dieser Sequenz beginnt mit der Beobachtung eines solchen *„Spüreisens“*. Die Lehrkraft magnetisiert vor dem Unterricht einen großen Eisenstab mit einem starken Neodym-Magneten und lagert ihn frei beweglich und ausbalanciert auf der Spitze einer Stecknadel (s. Abb. 36). Im Kreis darum herum sitzend beobachten die Kinder, wie sich der magnetisierte Eisenstab (Magnet) allmählich mit langsamen Pendelbewegungen in Nord-Süd-Richtung einstellt. Anschließend magnetisieren die Kinder einen Heftstreifen, lagern diesen beweglich und stellen ihn an einer geeigneten Stelle auf. Wurden die Heftstreifen gut magnetisiert und befinden sich keine Störungsquellen in der Nähe, so richten sie sich alle in einer Richtung aus (s. Abb. 37). Das gilt auch für die bisher im Unterricht zum Einsatz gekommenen Magneten, wenn sie an einem Faden drehbar aufgehängt werden (s. Abb. 38).

Die Ausrichtung aller Magneten in ein- und dieselbe Richtung wird durch den sog. *Erdmagnetismus* verursacht. Dabei verhält sich die Erde – vereinfacht betrachtet – wie ein großer Stabmagnet, wobei der eine Pol des „Magneten Erde“ in der Nähe des Nordpols, der andere in der Nähe des Südpols liegt. Bereits lange vor Entdeckung des Erdmagnetismus bezeichnete man den Pol des Magneten, der nach Norden zeigt, als Nordpol und den Pol, der nach Süden zeigt, als Südpol. Im Unterricht werden diese Bezeichnungen an dieser Stelle eingeführt. Die magnetisierten Heftstreifen erhalten eine entsprechende Markierung.

Abb. 36: Das große „Spüreisen“

Abb. 37: Die „Spüreisen“ der Kinder in der Klasse

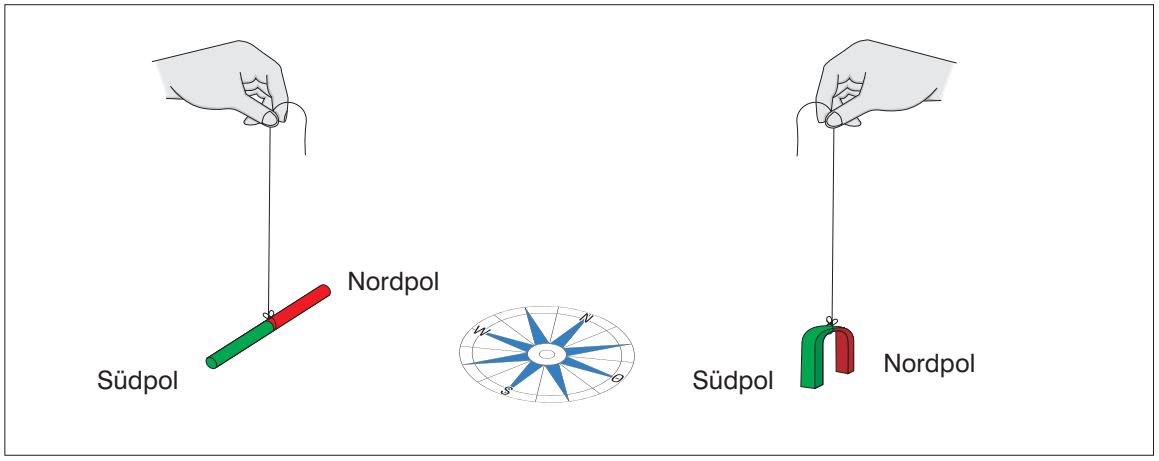


Abb. 38: Alle Magneten richten sich in Nord-Süd-Richtung aus, wenn sie störungsfrei und beweglich aufgehängt werden.

Die Ausrichtung von Magneten aufgrund der magnetischen Wirkung der Erde wird beim Kompass genutzt. Dieser besteht aus einer beweglich gelagerten Magnetnadel und einer darunter liegenden Windrose[4] (s. Abb. 39). Sind alle Störungen ausgeschaltet, richtet sich die Magnetnadel aufgrund der magnetischen Pole der Erde aus und die Spitzen der Kompassnadel zeigen in Nord-Süd-Richtung. Meist ist die nach Norden zeigende Spitze des Kompasses farbig, durch eine Spitze oder einen Punkt markiert. Die übrigen Himmelsrichtungen findet man, indem der Kompass so lange gedreht wird, bis die nach Norden zeigende Magnetspitze (der Nordpol) über dem N (Norden) der Windrose steht. In dieser Stellung können die Himmelsrichtungen Osten, Süden, Westen sowie die Zwischenrichtungen Südosten, Südwesten, Nordwesten und Nordosten abgelesen werden.

Im Unterricht stellen die Kinder aus ihren drehbar gelagerten, magnetisierten Heftstreifen selbst einen Kompass her, indem sie die Magnetnadel auf eine Windrose stellen (s. Abb. 40).

Zur Geschichte des Kompasses

Die Chinesen haben bereits vor ca. 2000 Jahren einen sog. *nassen Kompass* erfunden. Dabei schwimmt eine Magnetnadel beweglich auf der Wasseroberfläche. Er hieß bei den Chinesen zunächst *Sse-nan* (Südweiser), dann später *Tschin* (Nadel). In Europa wurde der nasse Kompass erst im frühen Mittelalter bekannt. Ein Bericht von Petrus Peregrinus de Maricourt beschreibt 1269 eine trocken auf einem Stift angebrachte Magnetnadel, womit der noch heute benutzte, wesentlich genauere sog. *trockene Kompass* erfunden war (s. Abb. 41). Immer noch wird der magnetische Kompass z. B. zur genauen Orientierung genutzt, wenn er auch vielfach durch den Einsatz von elektronischen Kompassen in GPS-Geräten (die mittels Signalen von Satelliten funktionieren) ersetzt wird. Den Kindern könnte ein solcher elektronischer Kompass z. B. in einem Smartphone gezeigt werden.
Eine Knobelaufgabe zu Sequenz 5 stellt den Kindern mit Verweis auf die Erfindung der Chinesen die Aufgabe, einen sog. *nassen Kompass* zu erfinden (s. Abb. 42).

[4] Als Windrose bezeichnet man eine in der Regel sternförmige Skizze mit eingezeichneten Himmelsrichtungen.

Abb. 39.: Kompass mit Windrose

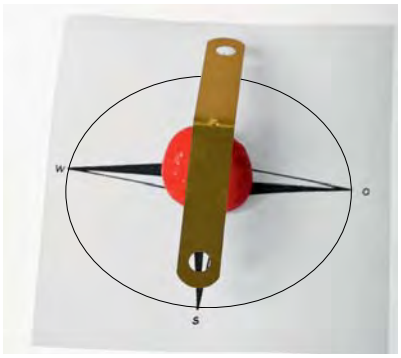


Abb. 40: Kompass der Kinder mit Windrose

Der Erdmagnetismus – Verwirrung um die Bezeichnung der Pole

Dass der Erdmagnetismus die Ursache für die Ausrichtung einer drehbar gelagerten Magnetnadel in Nord-Süd-Richtung ist, wurde erst in der Neuzeit von William Gilbert entdeckt. Im Jahre 1600 veröffentlichte er das Werk „De Magnete“, in dem er diese Tatsache beschrieb. Erst im 19. Jahrhundert gelang es Carl Friedrich Gauß, eine umfassende Theorie des Erdmagnetismus aufzustellen. Wie oben schon beschrieben, verhält sich die Erde demnach wie ein Stabmagnet, dessen Pole im Norden und Süden der Erde liegen.

Da sich nur ungleiche Pole anziehen können, musste der im Norden liegende Pol der magnetischen Erde logischerweise als magnetischer Südpol bezeichnet werden, der im Süden liegende Pol der magnetischen Erde entsprechend als magnetischer Nordpol. Im Norden liegen also der geografische Nordpol und der magnetische Südpol, im Süden der geografische Südpol und der magnetische Nordpol.

Diese historisch bedingten Bezeichnungen sind für Kinder verwirrend. Auch zeigte sich in unseren Erprobungen, dass die Vorstellung, die Erde verhalte sich wie ein Stabmagnet, für die meisten Kinder nicht nachvollziehbar ist (s. Abb. 43).

Diese Erarbeitung sollte daher besser in der Sekundarstufe geschehen. Für die Primarstufe ist es ausreichend, wenn die Kinder verstehen, dass die Erde sich wie ein Magnet verhält, im Norden und im Süden magnetische Pole hat und dass die Kompassnadel mit dem Nordpol nach Norden zeigt.

Eine weitere Schwierigkeit liegt darin, dass die magnetischen Pole nicht mit den geografischen Polen übereinstimmen und sich ihre Lage sogar ständig verändert (s. Abb. 44). So beträgt die Distanz zwischen dem geografischen Südpol und dem magnetischen Nordpol derzeit ca. 2500 Kilometer; der magnetische Südpol liegt dagegen zurzeit nur ca. 500 Kilometer vom geografischen Nordpol entfernt (s. Abb. 45). Daher zeigt die als Nordpol markierte Nadelspitze des Kompasses nicht direkt nach Norden, sondern auf den ungefähr 500 km entfernt liegenden magnetischen Südpol. Die Abweichung des jeweiligen magnetischen Poles vom geografischen Pol wird mit einem Winkelmaß angegeben; sie wird als *Missweisung* oder auch als *Deklination* bezeichnet. Die

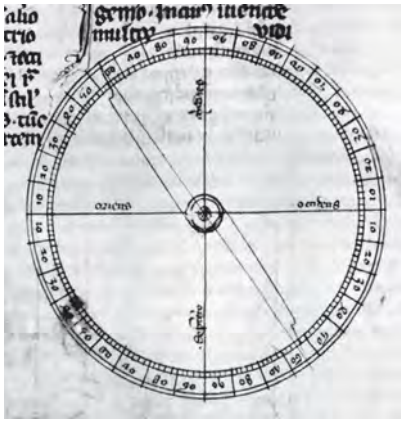


Abb. 41: Die als erste Erwähnung geltende Darstellung eines trockenen Kompasses von de Maricourt aus dem Jahr 1269

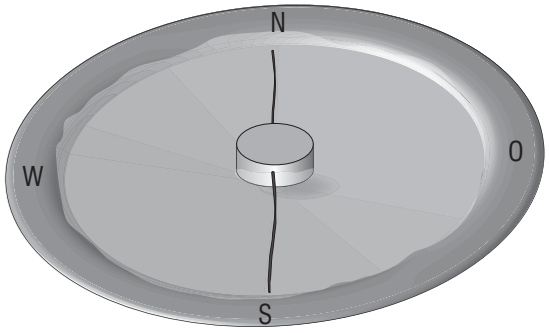


Abb. 42: So könnte ein selbst gebauter nasser Kompass aussehen – eine Büroklammer wurde geglättet, magnetisiert und durch ein Stück Kork gesteckt. Schwimmend auf dem Wasser dreht sie sich in Nord-Süd-Richtung.

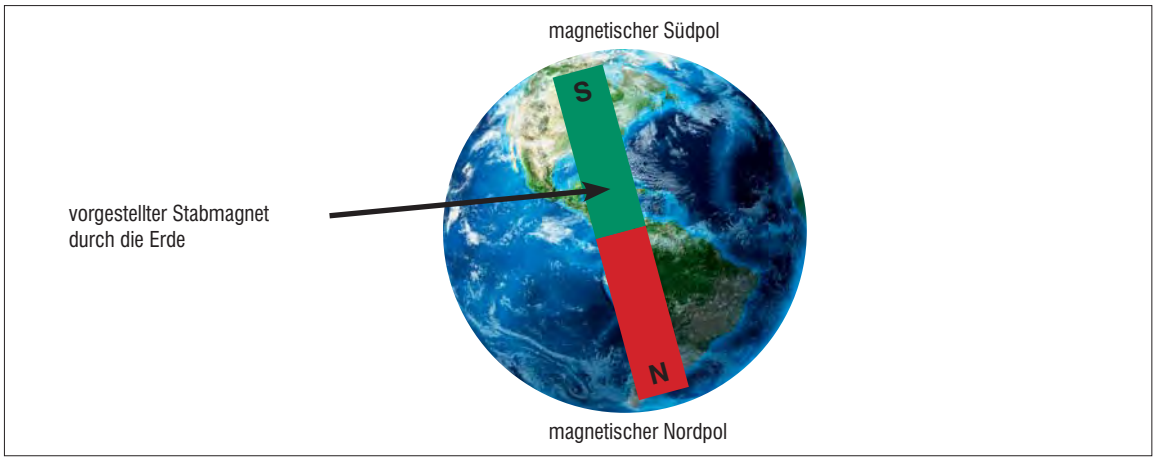


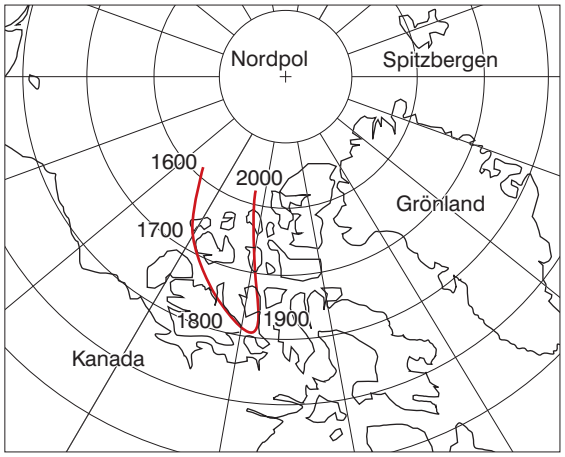
Abb. 43: Vereinfachte Vorstellung der Erde als Stabmagnet

Größe der Abweichung hängt davon ab, an welcher Stelle der Erde man sich befindet. Die Abweichung vom geografischen Pol ist in unseren Regionen allerdings sehr gering. Im Januar 2012 betrug sie für die Region Münster z. B. 1 Grad 11 min. Im Internet gibt es sog. *Deklinationsrechner*, die für jeden Ort die entsprechende Missweisung angeben (z. B. http://www-app1.gfz-potsdam.de/cgi-bin/igrf.pl). Für die Orientierung bei Wanderungen und Ähnlichem ist diese Missweisung unerheblich.

Aus der aktuellen Forschung zum Erdmagnetismus

Die magnetische Wirkung der Erde und die Bewegung der magnetischen Pole ist Gegenstand der aktuellen Forschung. Aus einem Artikel der Frankfurter Allgemeinen Zeitung vom 01.03.2010:

„In den vergangenen 400 Jahren hat der magnetische Südpol seine Position um mehrere tausend Kilometer verändert. Im Jahre 1831 lag er am Südende der Boothia-Halbinsel in der kanadischen Arktis. Dort – bei etwa 70 Grad nördlicher Breite – erreichte er den südlichsten Punkt seiner Wanderung. Seitdem driftet er ununterbrochen nach Norden. Eine Forschergruppe um Arnaud Chulliat vom Institut für Physik der Erde in Paris (IPGP) hat diese nordwärts gerichtete Drift vor kurzem genauer untersucht. Wie die Gruppe in der Zeitschrift ‚Earth, Planets and Space' (Bd. 61, S. 703) berichtet, bewegte sich der Pol im vergangenen Jahrhundert im Durchschnitt mit einer Geschwindigkeit von etwa zehn Kilometern pro Jahr. Im Jahre 1983 begann sich die Polbewegung aber zu beschleunigen. Bis 1994 betrug die mittlere Wandergeschwindigkeit 15 Kilometer pro Jahr. Seitdem ‚rast' der Magnetpol mit einer Geschwindigkeit von etwa 50 Kilometern pro Jahr nach Norden. Gegenwärtig befindet er sich bei etwa 85 Grad nördlicher Länge und 130 Grad westlicher Breite.



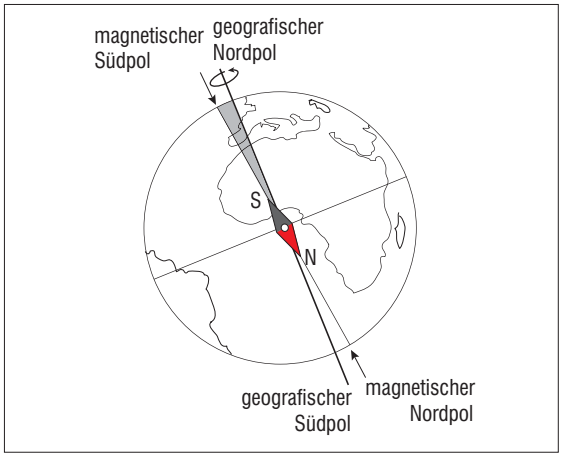


Abb. 44: Positionen des magnetischen Südpols seit 1600

Abb. 45: Die Erde rotiert um die Erdachse. An deren Enden befinden sich der geografische Nordpol und der geografische Südpol. Der magnetische Südpol bzw. der magnetische Nordpol liegen von diesen entfernt in der Arktis bzw. Antarktis.

Wenn diese Bewegung weiter anhält, könnte er in knapp zehn Jahren den geographischen Nordpol erreicht haben. Der entgegengesetzte Magnetpol in der Antarktis verschiebt sich dagegen mit weitaus geringerer Geschwindigkeit, und seine Bewegung hat sich auch in den vergangenen 15 Jahren nicht deutlich beschleunigt.“ (http://www.faz.net/aktuell/wissen/erde/magnetischer-suedpol-jaehrlicher-sprint-um-bis-zu-50-kilometer-1937919.html; Zugriff 28.05.2013)

Tatsächlich gehen Forscherinnen und Forscher davon aus, dass sich die Pole in den nächsten Jahrtausenden, vielleicht auch schon wesentlich früher, wieder umkehren könnten. Dann würde – wie schon einige Male in der Geschichte der Erde – der magnetische Südpol nicht mehr im Norden, sondern im Süden liegen. Messungen zeigen, dass sich die magnetische Wirkung der Erde in den letzten 1000 Jahren um ein Drittel verringert hat, was von einigen Forscherinnen und Forschern als Zeichen einer bevorstehenden Polumkehr gedeutet wird.
Man nimmt heute an, dass die Entstehung des Erdmagnetismus eine Folge von Bewegungen im Inneren des eisenhaltigen Kerns der Erde ist. Grob vereinfacht kann man sich das so vorstellen: Wenn sich flüssiges Metall bewegt, werden Ladungen transportiert und das heißt, es fließt ein elektrischer Strom. Wie in Sequenz 6 gezeigt wird, erzeugt ein fließender, elektrischer Strom eine magnetische Wirkung. Durch Strömungen im Erdinneren bilden sich im Norden und Süden der Erde magnetische Pole aus. Wie genau das im Erdinneren passiert und wie sich die Veränderung der Stärke des Erdmagnetismus vorhersagen lässt, ist Gegenstand der aktuellen Forschung.
Im Unterricht bieten wir für Expertenkinder einen Lesetext in unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden mit Abbildungen zur Existenz und zur Wanderung der magnetischen Pole an. Kinder, die sich mit diesem Text befassen, können ihr Wissen der übrigen Klasse in einer kleinen Präsentation vorstellen.

Wie sich Tiere mit Hilfe des Erdmagnetismus orientieren

Ein Lesetext zu dieser Sequenz – in unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden – bietet den Kindern Informationen darüber, wie sich Vögel mit Hilfe des Erdmagnetismus orientieren. Die Kinder erfahren, dass es viele Tiere gibt, bei denen man bereits einen Magnetsinn festgestellt hat. Besonders bekannt ist dieses Phänomen bei Zugvögeln (s. Abb. 46).
Zur Erklärung dieses Phänomens existieren in der Wissenschaft verschiedene Theorien. Zwei davon haben die Diskussion in den letzten 20 Jahren dominiert: Nach der einen Theorie befinden sich im Schnabel der Vögel winzige Eisenoxid-Kristalle, die als Kompass funktionieren. Es wird angenommen, dass die Vögel die magnetischen Pole damit erspüren. Die andere Theorie geht davon aus, dass ein Lichtrezeptor in den Nervenzellen der Augen die genaue Orientierung möglich macht.
Beide Theorien wurden neurologisch am Beispiel des Rotkehlchens untersucht. Dazu wurden bei einem Teil der Vögel die Nervenbahnen im Schnabel gekappt; beim anderen Teil der Vögel wurde der visuelle Gehirnbereich ausgeschaltet. Während sich die Vögel mit gekappter Nervenbahn im Schnabel noch immer in Richtung

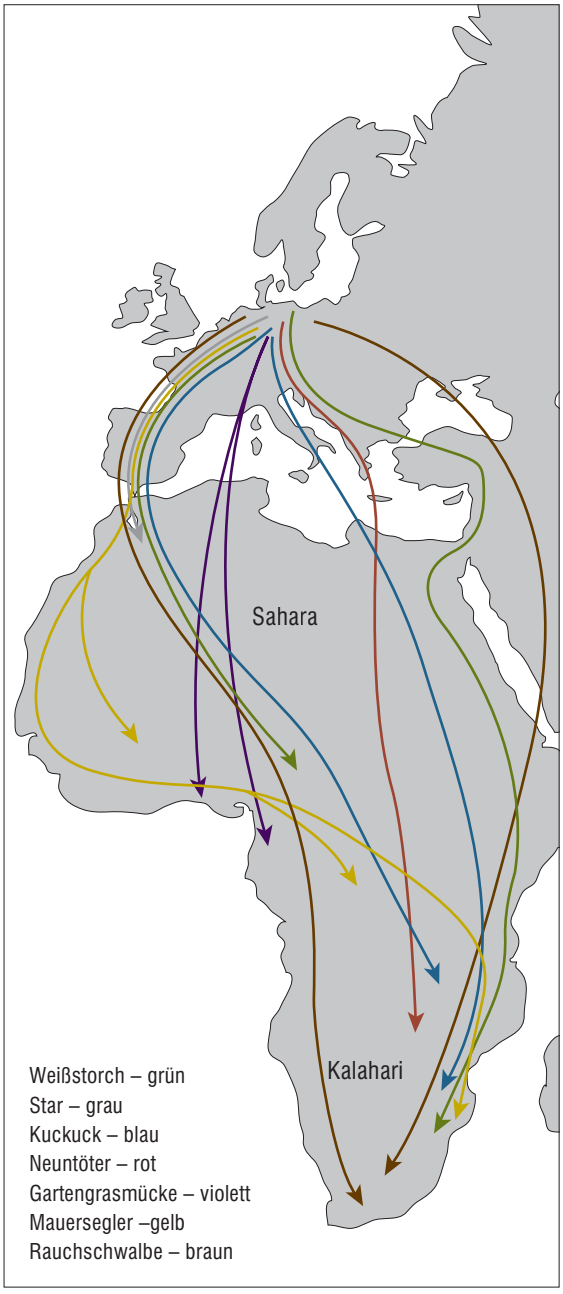


Abb. 46: Vogelzug

des magnetischen Nordpols orientieren konnten, verloren die Vögel mit ausgeschaltetem visuellem Gehirnbereich ihre Orientierungsfähigkeit. Dieses Ergebnis wurde von der verantwortlichen Forschergruppe so interpretiert, dass Gehirnareale für die Orientierung verantwortlich sind. Andere Forscherinnen und Forscher wenden dagegen allerdings ein, dass damit noch nicht erklärt werden kann, wo und wie die Informationen verarbeitet werden und dass die Eisenoxid-Kristalle möglicherweise doch an spezifischen Facetten des Orientierungssinns beteiligt sein könnten (Bericht in zeit online vom 29.10.2009, http://www.zeit.de/wissen/2009-10/zugvoegel-orientierung/seite-1, Zugriff am 30.05.2013).

Das Beispiel zeigt sehr schön, dass sich Wissenschaft in ständiger Entwicklung befindet, dass sich Theorien widersprechen können, Theorien mit Belegen gestützt werden müssen und **ein** Beleg in der Regel nicht ausreicht, um eine Theorie endgültig zu be- oder zu widerlegen.
Mit den Kindern wird an diesem Beispiel (und auch bei der Frage der Entstehung des Erdmagnetismus) erarbeitet, dass es auch in der Wissenschaft noch offene Fragen gibt, also auch Forscherinnen und Forscher nicht alles wissen, sondern trotz des bereits vorhandenen naturwissenschaftlichen Wissens in vielen Bereichen kontinuierlich daran arbeiten, Theorien und Erklärungen zu prüfen und zu verbessern.

Die Erde verhält sich annäherungsweise wie ein großer Stabmagnet, der im Norden und Süden Pole hat. Diese Pole üben auf jeden Magneten auf der Erde eine anziehende bzw. abstoßende Wirkung aus. Drehbar gelagerte Magneten richten sich deshalb mit ihren Polen in Nord-Süd-Richtung aus. Dieses Phänomen wird beim Kompass genutzt. Der Kompass besteht aus einer drehbar gelagerten magnetisierten Nadel und einer Windrose.
Bevor man den Erdmagnetismus als Ursache für diese Ausrichtung entdeckte, hatte man bereits den Pol, der nach Norden zeigt, mit dem Begriff *Nordpol* belegt – den nach Süden zeigenden Pol entsprechend mit dem Begriff *Südpol*. Da sich nur ungleiche Pole anziehen können, musste der im Norden befindliche Pol der Erde als *magnetischer Südpol* bezeichnet werden, der im Süden liegende Pol der Erde als *magnetischer Nordpol*.
Die magnetischen Pole liegen in der Nähe der geografischen Pole, sind aber nicht mit diesen identisch; ihre Position ändert sich ständig.
Es gibt Tiere, die sich mit Hilfe des Erdmagnetismus orientieren. Viele Forschungsfragen zum Erdmagnetismus sind noch nicht beantwortet.

Hinweis für den Unterricht

Das „Spüreisen“

Der Demonstrationsversuch zum „Spüreisen“ muss vor dem Unterricht vorbereitet werden. Dabei wird empfohlen, zunächst einen ggf. vorhandenen Restmagnetismus im Eisenstab durch kräftiges Aufschlagen zu entfernen. Am einfachsten ist es, den Eisenstab im Sitzen auf dem Oberschenkel liegend mit dem starken Neodym-Magneten (auf Holzklotz montiert) zu magnetisieren (vgl. Versuchsbeschreibung „Spüreisen“ in Sequenz 5). Es kann sein, dass sich das „Spüreisen“ beim Aufstellen nicht waagerecht einpendelt und an einer Seite zu stark „herunterhängt“. Um es in eine waagerechte Position zu bringen, sind die Gummiringe am Ende des „Spüreisens“ zu verschieben, bis eine waagerechte Lage erreicht ist (s. Abb.).

„Spüreisen“ (magnetisierter Eisenstab) mit Gummiringen

Hinweis für den Unterricht

Zur Herstellung des eigenen Kompasses

Wichtig ist, dass die Heftstreifen richtig magnetisiert werden. Sie müssen Eisenteile deutlich anziehen. Beim Aufstellen der selbst hergestellten Magneten ist unbedingt darauf zu achten, dass sie sich nicht gegenseitig beeinflussen und nicht von Eisenteilen in der Nähe abgelenkt werden.

Zur Nutzung des Kompasses

Kompassnadeln weisen in der Regel nicht die von Magneten bekannte Rot-Grün-Markierung auf, sondern eine hervorgehobene, oft farblich gekennzeichnete Spitze, die nach Norden zeigt. Im Unterricht sollte die Ausrichtung der eigenen „Spüreisen" mit der Ausrichtung der Kompassnadel in einem gebräuchlichen Kompass verglichen werden. So können die Kinder herausfinden, wie sie die Windrose unter ihr „Spüreisen" legen müssen.

Die Himmelsrichtungen und die Windrose sollten den Kindern vor dem Bau der eigenen „Spüreisen" bereits bekannt sein. Falls nicht, kann die Sequenz als Anlass für einen geografischen Exkurs genutzt werden.

4.1.11 Klassenstufen 3/4: Sequenz 6 Mit elektrischem Strom eine magnetische Wirkung erzeugen

Eine sensationelle Entdeckung, welche die technische Welt völlig veränderte, machte 1820 der Physikprofessor Hans Christian Oerstedt in Kopenhagen. Dabei kam ihm ein Zufall zu Hilfe.

Beim Experimentieren mit einem an eine Batterie angeschlossenen Eisendraht machte er folgende Beobachtung: Jedes Mal, wenn er die Batterie anschloss, sodass Strom durch den Draht floss, schlug die Nadel eines zufällig neben der Leitung liegenden Kompasses aus. Wurde die Leitung unterbrochen, pendelte die Magnetnadel in ihre Ausgangslage zurück. Vertauschte er die Anschlüsse an der Batterie, schlug die Kompassnadel in die andere Richtung aus. Hans Christian Oerstedt hatte entdeckt, dass elektrischer Strom eine magnetische Wirkung erzeugt (s. Abb. 47 und 48).

Noch im gleichen Jahr machte der Physiker André-Marie Ampère die Entdeckung, dass sich die magnetische Wirkung steigern lässt, wenn man den Leiter aufrollt. Er erfand damit die sog. *elektrische Spule*. Als er die Spule über einen Eisenkern statt über eine Pappröhre wickelte, steigerte er die Wirkung noch einmal deutlich (s. Abb. 49).

Damit hatte Ampère eine der wichtigsten technischen Entdeckungen dieser Zeit gemacht: Er hatte den Elektromagneten erfunden. Im Gegensatz zum Dauermagneten lassen sich Elektromagneten ein- und ausschalten.

Elektromagneten sind heute in ganz vielen technischen Geräten zu finden. Sie werden z. B. genutzt, um Weichen bei Modelleisenbahnen zu stellen, Schrott zu transportieren, Töne im Lautsprecher und Strom in einem Generator (z. B. beim Fahr-

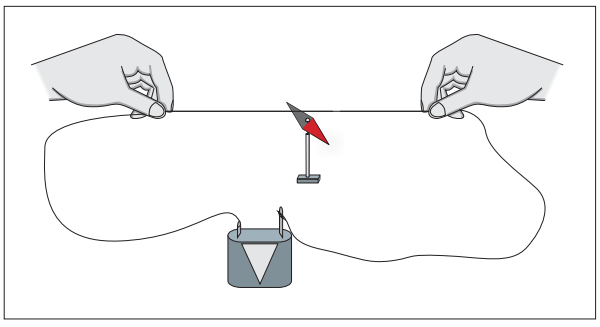


Abb. 47: Hans Christian Oerstedt erklärt Studierenden seine Entdeckung des Elektromagnetismus.

Abb. 48: So kann man Oerstedts Versuch nachmachen.

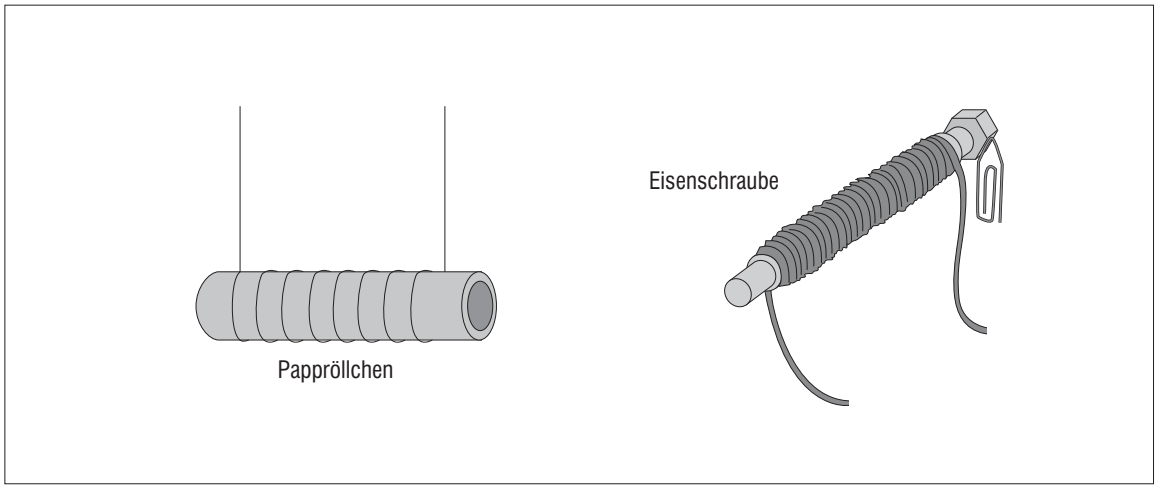


Abb. 49: Der Spulenkern besteht hier aus einem Pappröllchen (z. B. Garnröllchen).
In der rechten Zeichnung wurde das Pappröllchen durch eine Eisenschraube ersetzt.

raddynamo) zu erzeugen, Daten auf dem Computer zu speichern und Elektromotoren zu betreiben. Weil diese Entdeckung so wichtig war, hat man den Namen *Ampère* später als Maßeinheit für die Stromstärke verwendet. Man sagt beispielsweise: Durch diese Leitung fließt ein Strom von 1 Ampere. Im Unterricht wird an diesem Beispiel erarbeitet, dass einzelne Menschen wichtige Entdeckungen machen können, welche die weitere Entwicklung von Naturwissenschaft und Technik nachhaltig beeinflussen, und dass der Zufall dabei durchaus auch eine Rolle spielen kann. In einem Demonstrationsversuch beobachten die Kinder zunächst, wie das große „Spüreisen“ aus seiner Richtung abgelenkt wird, wenn elektrischer Strom durch einen Eisendraht fließt. Danach wickeln sie selbst eine Spule mit Eisenkern, schließen diese an eine Batterie an und weisen nach, dass der Nagel nun zu einem Magneten geworden ist (s. Abb. 50 und 51). In zwei Lesetexten informieren sie sich über die Entdeckungen von Oerstedt und Ampère. Die Texte werden in unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden angeboten.

Abb. 50 und 51: Wickeln und Testen eines Elektromagneten im Unterricht (vgl. Sequenz 6)

Fließt elektrischer Strom durch einen Draht, so wird eine magnetische Wirkung erzeugt. Diese lässt sich steigern, wenn der Leitungsdraht zu einer Spule gewickelt wird. Ein Eisenkern in der Spule verstärkt die magnetische Wirkung noch einmal. Im Gegensatz zum Dauermagnetismus bezeichnet man das so erzeugte Phänomen als *Elektromagnetismus*. Die elektromagnetische Wirkung kann ein- bzw. ausgeschaltet werden, indem der Strom ein- bzw. ausgeschaltet wird.

Hinweis für den Unterricht

Um die bestmögliche Wirkung zu erzeugen und die Batterien nicht zu stark zu entladen, empfehlen wir, nur die Leitungen zu verwenden, die in den Materialkisten mitgeliefert werden, da die Materialien optimal aufeinander abgestimmt sind. Es können sowohl Einwegbatterien als auch aufladbare Batterien verwendet werden. Bei aufladbaren Batterien können die Batterien einfach wieder geladen werden und müssen nicht nach jedem Durchführen der Sequenz ersetzt werden. Somit sind sie auf Dauer günstiger für die Verwendung im Unterricht.
Damit die Kinder den Effekt des Ein- und Ausschaltens eines Elektromagneten deutlich beobachten können, muss der Nagel gut magnetisiert werden. Er sollte mehrere Büroklammern heben.
Bei der Zusammenstellung des Materialpaketes haben wir darauf geachtet, Nägel mit geringer restmagnetischer Wirkung auszuwählen. Nur so ist der Effekt des Ein- und Ausschaltens eines Elektromagneten im Vergleich zu einem Dauermagneten gut zu beobachten.
In einer anschließenden optionalen Sequenz können die Kinder das Prinzip des Elektromagneten für den Bau eines Schrottkrans nutzen.

4.1.12 Lagerung von Magneten – wichtige Information für den Unterricht

Magneten verlieren ihre Wirkung nicht nur, wenn sie stark erschüttert werden (vgl. Kap. 4.1.4). Auch eine falsche Lagerung kann die Wirkung der Magneten abschwächen. Viele in Schulen gelagerte Magneten werden deshalb mit der Zeit unbrauchbar. Bei der Aufbewahrung von Magneten muss darauf geachtet werden, dass Magneten immer mit den anziehenden Polen (Nord- und Südpol) zueinander oder aber weit genug voneinander entfernt gelagert werden. In den Materialkisten befinden sich speziell angefertigte Tabletts mit Aussparungen für die Magneten. Diese sind so konstruiert, dass Magneten desselben Typs mit den anziehenden Polen zueinander gelagert werden können und die unterschiedlichen Magneten ausreichend voneinander entfernt sind.

Hinweis für den Unterricht

Um die Wirkung der Magneten in der Materialkiste zu erhalten, sollten diese grundsätzlich nach Gebrauch in die dafür vorgesehenen Aussparungen des Tabletts zurückgelegt werden und zwar so, dass sie sich anziehen.
Wichtig: Zwei sich abstoßende Pole dürfen nicht durch Kraftaufwand zusammengebracht werden.
Besonders empfindlich ist der Magnetit; hier reicht schon ein kurzzeitiger Einfluss eines starken Magneten aus, um die Magnetisierung des Gesteins zu zerstören. Auch beim Gebrauch sollten deshalb starke Magneten vom Magnetiten entfernt gehalten werden.

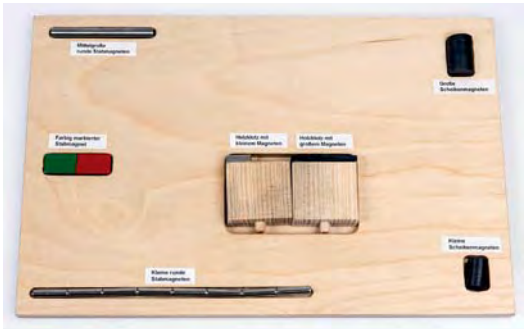


Abb. 52 bis 54: Die in den Materialkisten für den Primarbereich vorhandenen Magneten sind in drei Tabletts so angeordnet, dass die magnetische Wirkung durch die Lagerung nicht abgeschwächt wird.

4.2 Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten

Im Kapitel 2 wurde bereits auf die besondere Bedeutung von Schülervorstellungen für das Lernen verwiesen. Im Folgenden werden die spezifischen Vorstellungen im Bereich des Magnetismus vorgestellt, die sich in Untersuchungen als bedeutsam erwiesen haben. Ferner werden typische Schwierigkeiten von jüngeren und älteren Schülerinnen und Schülern beim wissenschaftlichen Denken und forschenden Lernen beschrieben.

Schülervorstellungen zum Magnetismus

Hinsichtlich des Vorwissens zu Magneten hat sich gezeigt, dass Grundschulkinder vor dem Unterricht mit der anziehenden Wirkung zwischen einem Magneten und einem magnetisierbaren Gegenstand bereits vielfältige Erfahrungen gesammelt haben, dass ihnen das Phänomen der Abstoßung zwischen zwei Magneten jedoch häufig nicht bekannt ist. Dies ist verständlich, da die Nutzung der meisten Magneten im Alltag genau auf der anziehenden Wirkung beruht. Möglichkeiten, die Abstoßung zwischen Magneten zu erfahren, geben z. B. die als Kinderspielzeug verbreiteten Magneteisenbahnen. Diese begünstigen durch die fest angebrachten Magneten allerdings die Fehlvorstellung, dass es zwei Arten von Magneten gibt: solche, die sich abstoßen, und solche, die sich anziehen. Im Alltag gibt es darüber hinaus kaum Anlässe, um Magneten miteinander in Kontakt zu bringen. Wenn man zusätzlich berücksichtigt, dass viele Alltagsmagneten – anders als die Schulmagneten – keine zwei klar anzugebenden Pole besitzen, wird deutlich, dass auch die Gelegenheiten begrenzt sind, die abstoßende Wirkung beim Annähern zweier gleichnamiger Pole festzustellen. In Gesprächen mit Kindern ist deshalb deutlich darauf zu achten, dass das Verhalten eines Magneten im Zusammenspiel mit einem magnetisierbaren Stoff ein grundsätzlich anderes ist, als das Verhalten im Zusammenspiel mit einem anderen Magneten.

Im einführenden Unterricht über Magneten ist zu beachten, dass viele Kinder nicht zwischen Eisen und Metall unterscheiden. Die Aussage, dass Eisen von Magneten angezogen wird, kann daher leicht missverstanden werden in der Weise, dass alle Metalle angezogen werden. Oder anders formuliert: Dass nicht jedes Metall von Magneten angezogen wird, kann erst dann verstanden werden, wenn ein Verständnis dafür aufgebaut wurde, dass der Begriff *Metall* als Oberbegriff verschiedene Metallsorten beinhaltet, von denen Eisen nur eine ist. Als besonders hartnäckig erweist sich die Idee von Kindern, dass Kupfer eine anziehende Wechselwirkung mit einem Magneten zeigt. Ursächlich für diese Erfahrung ist, dass einige Gegenstände aus Eisen mit Kupfer überzogen sind (z. B. Büroklammern oder Cent-Münzen). Kinder können deshalb nur schwer erfassen, dass die Anziehung durch das enthaltene Eisen verursacht wird.

Schülerinnen und Schüler (und auch Erwachsene), die im Zusammenhang mit der Elektrizitätslehre von Plus- und Minuspolen gehört haben, bezeichnen die Magnetpole oft als Plus- und Minuspole oder verwenden für die Magnetpole und die elektrischen Pole in beiden Fällen die Bezeichnung Nord- und Südpol. Diese Verknüpfung ist damit begründbar, dass in beiden Fällen ähnliche Phänomene zu beobachten sind: Gleichnamige Ladungen und gleichnamige Magnetpole stoßen sich ab. Im Unterricht ist darauf zu achten, beide Fälle deutlich voneinander zu trennen, um Lernschwierigkeiten, besonders im Zusammenhang mit Elektromagneten, vorzubeugen. Denn während Ladungen isoliert vorkommen, treten Magneten immer als Dipole auf. Magnetismus und Elektrizität sind zwar über den Elektromagnetismus miteinander verknüpft, sie beschreiben jedoch ganz unterschiedliche Phänomene.

In Untersuchungen zur Reichweite von Magneten zeigte sich, dass viele Kinder wissen, dass ein Magnet auch auf Distanz wirkt. Dementsprechend schreiben sie dem Magneten eine Wirkung im Raum zu, die sie jedoch nicht als unendlich weit annehmen. In ihrer Vorstellung endet die Wirkung abrupt bei einer bestimmten unsichtbaren Grenze.

In einigen Untersuchungen wurde der Frage nachgegangen, wie Kinder sich den Magnetismus erklären. Dabei greifen sie auf Analogien zurück. So stellen sich einige Kinder die Wirkung eines Magneten wie die eines unsichtbaren Klebstoffs vor. Unserer Erfahrung nach ist Kindern der Unterschied zwischen einem Klebstoff im eigentlichen Sinn und einem Magneten jedoch durchaus bewusst. Möglicherweise fehlen diesen Kindern geeignete Begriffe, die das Anhaften beschreiben.

Während jüngere Kinder „magische“ Erklärungen für den Magnetismus anführen, sehen ältere Kinder die Ursache in elektrischen Kräften oder ziehen Vergleiche zur Erdanziehung. Dies macht sich z. B. darin bemerkbar, dass sie annehmen, die magnetische Wirkung sei auf dem Mond geringer als auf der Erde. Umgekehrt wird auch die Tatsache, dass wir nicht von der Erde herunterfallen, gelegentlich als magnetische Wechselwirkung verstanden.

Nachvollziehbar ist auch das Ergebnis, dass für viele Kinder die Größe eines Magneten ausschlaggebend für dessen Kraft ist. Dies wird zum Teil mit der größeren Oberfläche begründet. Auch die Tat-

sache, ob ein Magnet neu aussieht, ist für viele Kinder bedeutsam, wenn es um die Einschätzung der Stärke eines Magneten geht. Diese Vorstellung ist in vielen Fällen durchaus angemessen; schließlich verlieren Magneten durch Erschütterungen oder Beeinflussungen durch andere Magneten im Laufe der Zeit an Wirkung. Da Magneten jedoch aus unterschiedlichem Material bestehen, können auch neue und große Magneten sehr schwache Wirkungen haben.

Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten zum wissenschaftlichen Denken

Aus der neueren entwicklungspsychologischen Forschung ist bekannt, dass schon jüngere Kinder in der Lage sind, Theorien bzw. Hypothesen zu bilden und diese für Begründungen zu verwenden. Kinder ab einem Alter von etwa vier Jahren verstehen bereits, dass eine Person eine andere Überzeugung haben kann als sie selbst; sie verstehen auch, dass Ereignisse aus unterschiedlichen Perspektiven interpretiert werden können und dass Vorwissen die Interpretation beeinflusst. Grundschulkinder sind in konkreten Kontexten, beispielsweise beim Thema Magnetismus, darüber hinaus in der Lage, aus ihren Vorstellungen schlüssige Vermutungen abzuleiten, auch wenn ihre dabei getroffenen Vorannahmen sachlich nicht immer zutreffen.

Kern des wissenschaftlichen Vorgehens ist es, Annahmen (Ideen, Vermutungen oder Hypothesen) durch Beobachtungen und Experimente auf den Prüfstand zu stellen. Die Untersuchungen können die Annahme entweder bestätigen oder widerlegen, oder auch als irrelevant eingeschätzt werden. Hierzu zeigt die Forschung, dass Kinder im Grundschulalter zwar in bestimmten, sehr künstlichen Aufgaben erkennen können, dass eine Vermutung aufgrund von Beobachtungen abgelehnt werden muss, dass ihnen dies aber in den meisten Anwendungskontexten sehr schwer fällt. Insbesondere dann, wenn Personen – dies gilt auch für Erwachsene – starke Überzeugungen und Erwartungen hinsichtlich des Eintreffens eines bestimmten Ereignisses haben, werden Beobachtungen, die der Vermutung widersprechen, häufig ignoriert oder uminterpretiert. Aber nicht nur die Bedeutung, die den Beobachtungen beigemessen wird, sondern auch die Beobachtungen selbst werden durch Erwartungen beeinflusst. Geht eine Schülerin oder ein Schüler also beispielsweise davon aus, dass alle leichten Dinge schwimmen, dann wird es insgesamt schwerer für sie oder ihn sein, überhaupt wahrzunehmen, dass eine kleine Stecknadel untergeht. Noch schwieriger ist es, dieses Ereignis, welches die Annahme widerlegt, als Grundlage für eine neue, revidierte Annahme zu nutzen. Insgesamt neigen insbesondere Vor- und Grundschulkinder dazu, Versuche mit dem Ziel durchzuführen, ein bestimmtes Ergebnis zu erhalten, und weniger mit dem Ziel, Wirkungszusammenhänge zu erkennen. Beim freien Experimentieren gehen Kinder also beispielsweise eher der Frage nach, wie man es schaffen kann, dass ein Magnet mehrere Gegenstände anzieht und weniger der Frage, wovon es abhängt, dass eine magnetische Wirkung auftritt.

Dennoch können schon Grundschulkinder die Qualität eines Experiments im Hinblick auf die Prüfung einer Vermutung in Ansätzen beurteilen. So können sie beispielsweise zwischen unterschiedlich zielführenden (kontrollierten und nicht kontrollierten) Experimenten unterscheiden, wenn ihnen diese zur Auswahl vorgegeben werden. In einer umfangreichen Untersuchung zum wissenschaftlichen Denken stellte sich jedoch auch heraus, dass erst ab der fünften Klasse etwa ein Drittel der Schülerinnen und Schüler spontan ein (kontrolliertes) Experiment vorschlugen, bei dem alle relevanten Bedingungen konstant gehalten werden und nur die in Frage stehende Einflussgröße verändert wird. (In der Aufgabe ging es darum, Ursachen für den Treibstoffverbrauch von Flugzeugen zu untersuchen. Dazu wurden drei Einflussfaktoren betrachtet, die Form der Flugzeugnase, die Zahl der Flügel und die Stellung des Höhenruders.) Erst am Ende der Sekundarstufe, mit ca. 17 Jahren, werden gemäß dieser Untersuchung kontrollierte Experimente von 80 % der Probanden vorgeschlagen.

Jüngeren Kindern fällt es noch schwer, über Wissenschaft und den Stellenwert von Theorien auf einer Metaebene zu reflektieren. Dies ist jedoch auch etwas, das vielen Erwachsenen nur annähernd gelingt – was aber aufgrund oft fehlender Erfahrungen mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern oder mit dem eigenständigen Betreiben von Wissenschaft auch nachvollziehbar ist. In Interviews über den Zweck von Experimenten und die Ziele von Wissenschaft äußerten sich beispielsweise Grundschülerinnen und Grundschüler ebenso wie Siebtklässlerinnen und Siebtklässler mehrheitlich in der Weise, dass die Aufgabe von Wissenschaft in der Sammlung von Faktenwissen oder der Erzeugung positiver Effekte besteht. Es wurden kaum Beziehungen zwischen Theorien, Hypothesen und Experimenten hergestellt. Andererseits gibt es Studien, die zeigen, dass das Wissenschaftsverständnis von Grundschulkindern durch einen wissenschaftsorientierten Unterricht durchaus gefördert werden kann.

5 Der Unterricht im Primarbereich

5 Der Unterricht im Primarbereich

5.1 Zum Aufbau des Unterrichts

Inhalts- *und* prozessbezogenes Lernen als Ziel des Unterrichts

Der für die Primarstufe vorgeschlagene Unterricht zielt – wie im Spiralcurriculum ausgeführt (vgl. Kap. 3) – auf den Erwerb inhaltsbezogener *und* prozessbezogener Kompetenzen sowie des jeweils dazu gehörenden Wissens. Inhaltsbezogen geht es um den Themenbereich Magnetismus; prozessbezogen geht es um das Erlernen naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen. Der Unterricht kann deshalb in Lehrplänen sowohl unter dem Bereich „Magnetismus“ wie auch unter dem Bereich „Naturwissenschaftlich arbeiten lernen“ verortet werden.

Anschlussfähigkeit nach oben und unten

Das Curriculum für den Primarbereich wurde in Abstimmung mit dem Elementar- und Sekundarbereich entwickelt. Es greift im Elementarbereich erworbene Kompetenzen auf und bereitet das weiterführende Lernen im Sekundarbereich vor. Um den Zugang auch in Klassen zu ermöglichen, die bisher keine oder kaum Erfahrungen mit dem Themenbereich Magnetismus und mit naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen hatten, wird zu Beginn des Unterrichts in den Klassenstufen 1/2 Gelegenheit zum Wiederholen bzw. Erarbeiten vorangegangener Kompetenzen gegeben. Auch ohne Vorerfahrungen ist deshalb ein Einstieg in den Unterricht der Klassenstufen 1/2 problemlos möglich.

Spiralförmiger Aufbau des Unterrichts im Primarbereich

Der Unterricht gliedert sich in zwei Teile – eine Unterrichtseinheit für die Klassenstufen 1/2 und eine darauf aufbauende Unterrichtseinheit für die Klassenstufen 3/4. Der Teil für die Klassenstufen 1/2 besteht aus neun Sequenzen; dazu kommt eine optionale Unterrichtsanregung zur Verbindung der naturwissenschaftlichen mit der technischen Perspektive. Der Unterricht für die Klassenstufen 3/4 umfasst sieben Sequenzen und eine ebenfalls optionale, auf technische Aspekte ausgerichtete, Unterrichtsanregung. Die Tabelle auf S. 68f. gibt einen Überblick über den Unterricht.
Für Klassen, die sich in 1/2 nicht oder nur wenig mit dem Thema Magnetismus beschäftigt haben, wird ein alternativer Einstieg (Sequenz 1.1) in den Klassenstufen 3/4 angeboten. Dabei werden diejenigen Eigenschaften des Magnetismus erarbeitet, die für den weiteren Unterricht in den Klassenstufen 3/4 benötigt werden.

Kompetenzorientierung des Unterrichts

Wie im gesamten Spiralcurriculum (vgl. Kap. 3), zielt der Unterricht auch in der Primarstufe auf den Erwerb von Kompetenzen. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass das Gelernte nicht träges Wissen bleibt, sondern angewendet werden kann. Dem Gedanken des Spiralcurriculums entsprechend, erfolgt der Kompetenzaufbau gestuft: Kompetenzen werden in einer sinnvollen Reihenfolge erlernt und schrittweise erweitert. Sowohl in den Klassenstufen 1/2 wie auch in 3/4 geht es um zwei Zielbereiche: um das Erwerben inhaltsbezogener Kompetenzen zum Themenbereich Magnetismus und um das Erwerben naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen. Beide Zielbereiche sind im Unterricht eng miteinander verknüpft.
Der inhaltsbezogene Schwerpunkt liegt in den Klassenstufen 1/2 auf dem Erarbeiten wichtiger Eigenschaften von Magneten; zudem werden grundlegende Arbeitsweisen wie das Aufstellen von Vermutungen, das Entwickeln und Durchführen von Untersuchungen sowie das Beobachten und Dokumentieren erarbeitet.
In den Klassenstufen 3/4 liegt der Schwerpunkt auf dem Erarbeiten anspruchsvoller prozessbezogener Arbeits- und Denkweisen (Belegen von Aussagen durch Nachweise, Variablenkontrolle beim Experimentieren, Schlussfolgern), dem Arbeiten in einem Forscherkreislauf sowie dem Erkennen wichtiger Merkmale von Wissenschaft (historische Bedingtheit, Unabgeschlossenheit der Forschung). Inhaltsbezogen erarbeiten die Kinder den Schnittbereich von Elektrizität und Magnetismus (Elektromagnetismus) sowie den geografischen Aspekt des Magnetismus (Erdmagnetismus und Kompass).
In beiden Klassenstufen werden die durchgeführten Arbeits- und Denkweisen fortlaufend reflektiert, um Besonderheiten festzuhalten und ihre Bedeutung hervorzuheben. Eine Sequenz mit einer zusammenfassenden Reflexion der Forschertätigkeit ist jeweils am Ende der einzelnen Unterrichtseinheiten zu finden (vgl. Tab. S. 68f.).

In der Primarstufe angestrebte Kompetenzen im Überblick

In den Klassenstufen 1/2 werden folgende Kompetenzen verfolgt:

Inhaltsbezogene Kompetenzen
Schülerinnen und Schüler können …

- angeben, dass Magneten eisenhaltige Materialien anziehen bzw. von diesen angezogen werden und auch über die Distanz wirken.
- angeben und belegen, dass Magneten an den Polen am stärksten anziehen.
- angeben, dass Magneten sich anziehen und abstoßen und dass die beiden Pole eines Magneten unterschiedlich auf die Pole eines weiteren Magneten wirken.
- die Polregel als Ergebnis formulieren.
- Magneten selbst herstellen.
- natürlichen und künstlichen Magnetismus unterscheiden sowie Überlieferungen über die Entdeckung des natürlichen Magnetismus vergleichen.

Prozessbezogene Kompetenzen
Schülerinnen und Schüler können …

- Fragen formulieren und diesen nachgehen.
- Vermutungen aufstellen und begründen.
- Versuche durchführen.
- Versuche zur Beantwortung von Fragen selbst entwickeln.
- aus Beobachtungen Schlüsse ziehen, Vermutungen überprüfen und Fragen beantworten.
- Vorgehen und Ergebnisse unter Verwendung von Sprache, Symbolen und Zeichnungen dokumentieren.
- Fragen, Vermutungen, Versuche und Ergebnisse auf strukturierten Arbeitsblättern oder mit Hilfe dokumentieren.
- eine Regel formulieren und diese zum Vorhersagen nutzen.
- Aussagen durch geeignete Nachweise belegen.
- Berichte/Geschichten auf ihren Informationsgehalt hin vergleichen.
- über das eigene naturwissenschaftliche Arbeiten nachdenken und Forschertätigkeiten beschreiben.
- die Qualität der eigenen Forscherarbeit und die der Mitschülerinnen und Mitschüler einschätzen.

In den Klassenstufen 3/4 werden folgende Kompetenzen verfolgt:

Inhaltsbezogene Kompetenzen
Schülerinnen und Schüler können …

- grundlegende Eigenschaften von Magneten beschreiben.
- angeben, dass durch die Größe eines Magneten keine zuverlässigen Rückschlüsse auf seine Stärke gezogen werden können.
- die Funktionsweise eines Kompasses auf den Erdmagnetismus zurückführen, einen Kompass selbst herstellen und sich mit Hilfe eines Kompasses orientieren.
- die Geschichte der Entdeckung des Elektromagnetismus wiedergeben, einen Elektromagneten bauen und Unterschiede zwischen Dauer- und Elektromagneten beschreiben.

Prozessbezogene Kompetenzen
Schülerinnen und Schüler können …

- Aussagen durch geeignete Nachweise belegen und begründen.
- aus Regeln Vorhersagen ableiten.
- ein Experiment mit Variablenkontrolle selbst entwickeln und Bedingungen für „faire“ Experimente angeben.
- einen Forschungsprozess selbstständig dokumentieren.
- angeben, in welchen Schritten Forscherinnen und Forscher vorgehen (Forscherkreislauf).
- ein Beispiel für eine historische Entdeckung und deren Kontext angeben.
- ein Beispiel für noch unerforschte Gebiete in der Naturwissenschaft angeben.
- verschiedene Forschertätigkeiten beschreiben und begründen, warum diese Methoden wichtig sind.
- eigene Stärken und Schwächen beim bisherigen Forschen angeben und Bereiche für künftiges Arbeiten identifizieren.

Das Materialpaket für den Primarbereich: Handbuch und Materialkisten

Der vorgeschlagene Unterricht wurde zunächst im Rahmen des *KiNT-Forschungsprogramms* (Kinder lernen Naturwissenschaft und Technik) an der Universität Münster in Hinblick auf sein Lernpotenzial und mögliche Lernschwierigkeiten umfassend untersucht. Anschließend wurde er mehrfach durch erfahrene Lehrkräfte erprobt und optimiert.

Die nun vorliegenden Sequenzen sind als Anregung zu verstehen; sie sollen zeigen, wie der Unterricht konkret stattfinden könnte. Selbstverständlich müssen die Vorschläge an die jeweilige Klassensituation und die Vorerfahrungen der Lernenden angepasst werden; ebenso selbstverständlich ist es, dass die Lehrkraft auf die Lernenden reagieren und den Unterrichtsverlauf entsprechend anpassen muss. Die konkreten Impulse durch die Lehrkraft sowie die formulierten Forscherfragen, Vermutungen und Ergebnisse sind nicht im Sinne einer Anleitung zum „Nachahmen" zu verstehen; sie sollen lediglich beispielhaft zeigen, wie die Lehrkraft das Denken der Kinder anregen kann und wie Ergebnisse in kindgerechter Sprache festgehalten werden könnten.

Das Materialpaket für den Primarbereich besteht aus einem Handbuch und Materialkisten. Es wurde nach dem Prinzip der sog. *Klasse(n)kisten* entwickelt und enthält (fast) alles, was die Lehrkraft für die Gestaltung eines anspruchsvollen Sachunterrichts benötigt. Planung, Vorbereitung und Durchführung eines handlungsorientierten sowie kognitiv und motivational anregenden naturwissenschaftlichen Sachunterrichts werden so erheblich erleichtert.

Der Unterricht im Primarbereich: Das Handbuch

Das vorliegende Handbuch enthält zu jeder Sequenz – in dieser Reihenfolge – folgende Materialien:

- eine Tabelle mit inhaltsbezogenen und prozessbezogenen Kompetenzen, die in der entsprechenden Sequenz zentral sind, sowie dem dazugehörigen Wissen
- eine kurze Zusammenfassung des vorgeschlagenen Unterrichtsverlaufs und organisatorische Hinweise zur Sequenz
- einen gegliederten, möglichen Verlauf mit ungefähren Zeitangaben (linke Spalte), einer Auflistung der in der jeweiligen Phase benötigten Materialien (rechte Randspalte), wichtigen Impulsen, möglichen Ergebnissen des Unterrichts sowie ggf. Vorschlägen für Differenzierungsmaßnahmen und Variationen
- Listen der in der Sequenz benötigten Materialien aus den Kisten sowie der wenigen zusätzlich zu beschaffenden Materialien (durch kursive Schrift gekennzeichnet)
- Versuchsbeschreibungen mit fachlichem Hintergrund und Abbildungen zu jedem Schüler bzw. Lehrer-Demonstrationsversuch
- ggf. Symbol-, Begriffs- oder Bildkarten
- ggf. Folienvorlagen für den Unterricht
- ggf. Arbeitsblätter für die Hand der Kinder
- ggf. Stations- oder Versuchskarten
- ggf. Tippkarten (für differenzierende Maßnahmen)
- ggf. Lesetexte mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad
- ggf. Knobelaufgaben, die zur Vertiefung, Differenzierung oder auch zur Diagnostik eingesetzt werden können (zur Lernstandsdiagnostik vgl. Kap. 6).

Die Materialkisten zum Primarbereich

Die Materialkisten für den Primarbereich sind auf den im Handbuch vorgeschlagenen Primarstufen-Unterricht abgestimmt. In ihnen befinden sich Materialien für Demonstrations- und Schülerexperimente für Klassen mit bis zu 32 Kindern. Bis auf leicht zu beschaffende Alltagsmaterialien (z. B. Alufolie) enthalten die Materialkisten alles, was für den vorgeschlagenen Unterricht benötigt wird.

Die Materialkisten bestehen aus vier hohen Boxen und drei flachen, eingesetzten Boxen: Die hohen Boxen 1 und 2 enthalten die in den Klassenstufen 1/2 benötigten Materialien, die hohen Boxen 3 und 4 umfassen die in den Klassenstufen 3/4 zusätzlich benötigten Materialien. Die Magneten sind in gesonderten flachen Boxen (Boxen 1a und 2a für die Klassenstufen 1/2 sowie 3a für die Klassenstufen 3/4) verstaut, damit sie ihre magnetische Wirkung nicht verlieren. In Kap. 7.1 finden sich Listen der in den einzelnen Boxen verstauten Materialien und Magneten (mit Abbildungen).

Die Materialkisten für die Primarstufe wurden von der Universität Münster entwickelt. Sie können bezogen werden über:

Caritasverband für den Kreis Coesfeld e. V.
Caritas Werkstätten Nordkirchen
Mühlenstraße 60
59394 Nordkirchen
Fon 02596 914 - 0
Fax 02596 914 - 3099
www.caritas-coesfeld.de/magnetismus
magnetismus@caritas-coesfeld.de

Didaktisch-methodische Hinweise zum Unterricht im Primarbereich

Im Folgenden werden didaktisch-methodische Aspekte thematisiert, die für den vorgeschlagenen Unterricht in der Primarstufe besonders bedeutsam sind. Sie umreißen die Intention des Unterrichts im Primarbereich und begründen den gewählten Aufbau der Lernsequenzen.

Magnetische Eigenschaften handelnd erkunden

Das Thema Magnetismus bietet im Primarbereich hervorragende Möglichkeiten, Eigenschaften des Magnetismus aktiv handelnd zu erkunden. Die dafür erforderlichen Materialien stehen bis auf einige wenige Ausnahmen in den Materialkisten zur Verfügung. Dies erleichtert die Organisation der Handlungssituationen erheblich. Räumlich stellt das Thema keine besonderen Anforderungen. Es lässt sich gut im Klassenraum realisieren, da die Versuchsaufbauten nicht viel Platz erfordern. Die hohe Eigentätigkeit wirkt sehr motivierend und unterstützt das Denken der Kinder. Dies ermöglicht auch leistungsschwächeren Kindern gute Lernerfolge.

Organisatorisch finden die Schülerarbeitsphasen arbeitsgleich (meist in Partner- bzw. Gruppenarbeit) oder arbeitsungleich in Form von Stationsarbeit statt. Bei der Stationsarbeit durchlaufen alle Kinder die aufgebauten Stationen nacheinander, wobei hier meist zu zweit gearbeitet wird. Es stehen genügend Stationen für bis zu 32 Kinder zur Verfügung. Arbeitsaufträge und Stationskarten für die Schülerarbeitsphasen finden sich jeweils bei den Sequenzen.

Inhaltlich folgt die Arbeit an Stationen dem Prinzip der sog. *Phänomenkreise* (Spreckelsen 1997). Dabei geht es um das Erarbeiten eines gemeinsamen Prinzips (z. B. alle untersuchten Magneten haben zwei Stellen, an denen die Anziehung besonders stark ist) an äußerlich unterschiedlichen Phänomenen (z. B. die Pole an Stab-, Ring-, Scheiben- und Hufeisenmagnet bestimmen). Phänomenkreise fördern das genaue Beobachten ähnlicher Phänomene in unterschiedlichen Kontexten sowie das Herausfinden der verbindenden Gemeinsamkeit – und damit das generalisierende Denken.

Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen

Das Ziel, naturwissenschaftlich arbeiten und denken zu lernen, gewinnt auch im Primarbereich immer mehr an Bedeutung. Dabei geht es nicht nur darum, naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen ausführen zu können, sondern auch die dabei zu berücksichtigenden Anforderungen und Besonderheiten beschreiben und ihre Bedeutung einschätzen zu können. Dieses Nachdenken über wichtige Merkmale von Naturwissenschaften und naturwissenschaftlichem Forschen kann nach vorliegenden empirischen Befunden bereits im Primarbereich beginnen.

Das noch an konkrete Vorstellungen gebundene Denken der Kinder stellt dabei allerdings besondere Anforderungen an den Unterricht: Die entsprechenden Kompetenzen und das zugehörige Wissen lassen sich nur in Verbindung mit den von den Kindern im Unterricht durchgeführten Tätigkeiten erwerben.

Einige Beispiele hierzu:

- Das Kind muss zunächst erfahren, dass man magnetische Wirkungen nicht nur visuell, sondern auch mit den Händen wahrnehmen kann, um anschließend in einer Reflexionsphase zu folgern, dass Beobachtungen mit verschiedenen Sinnen gemacht werden können.
- Der Prozess des Forschens wird zunächst mehrfach mit den Kindern durchgeführt, bevor in einer Reflexion die einzelnen Schritte in ihrer Abfolge noch einmal reflektiert und in einem Kreis – dem sog. *Forscherkreislauf* – angeordnet werden.

Naturwissenschaftliches Arbeiten und Denken erfolgt daher im vorgestellten Unterricht immer auf zwei Ebenen: Auf der Ebene des Tuns und auf der Ebene der Reflexion. Im Unterricht der Klassenstufen 1/2 wird dieser Ansatz so umgesetzt: Die Kinder reflektieren nach jeder Sequenz die von ihnen durchgeführten Forschertätigkeiten. Diese werden auf einem Plakat festgehalten, das im Laufe der Unterrichtsreihe sukzessiv ergänzt wird. Zum Abschluss der Unterrichtsreihe vergleichen die Kinder die von ihnen durchgeführten Forschertätigkeiten mit dem Arbeiten von Forscherinnen und Forschern und gewinnen so erste, durch eigene Erfahrungen gestützte Einsichten in die Arbeitsweise von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern.

In den Klassenstufen 3/4 knüpft der Unterricht an die in 1/2 bereits erworbenen Kompetenzen und Einsichten an. Durch eingeschobene Reflexionsphasen wird das Wissen über naturwissenschaftliche Forschertätigkeiten auch hier sukzessiv erweitert und abschließend noch einmal zusammengefasst.

Sicherlich kann das Wissen zu naturwissenschaftlichen Arbeits- und Denkweisen nicht an einem Unterrichtsbeispiel allein erworben werden; deshalb wird das in den Tabellen aufgelistete Wissen, welches den entsprechenden prozessbezogenen Kompetenzen zugeordnet ist, als „angestrebtes“ Wissen bezeichnet. Insbesondere das Wissen über die Natur der Naturwissenschaften (das sog.

Metawissen) lässt sich mit Kindern im Primarbereich nur anbahnen. Aber auch hier können erste Einsichten und Kompetenzen erworben werden. So lernen die Kinder,

- dass Naturwissenschaft mehr ist als das Durchführen von Experimenten und Sammeln von Fakten.
- dass es verschiedene Methoden gibt, naturwissenschaftlich zu forschen.
- warum naturwissenschaftliches Wissen dokumentiert werden muss.
- dass Daten unterschiedliche Interpretationen zulassen.
- dass naturwissenschaftliche Phänomene und ihre Ursachen von Menschen entdeckt wurden.
- dass es bis heute unerklärbare Naturphänomene gibt.

Über das naturwissenschaftliche Arbeiten sprechen

In Kap. 2 wurde ausgeführt, dass der Austausch von Vorstellungen im Gespräch (sog. *Ko-Konstruktionen*) den Aufbau und die Weiterentwicklung der eigenen Vorstellungen entscheidend beeinflusst. Die Lehrkraft sollte die Lernenden daher immer wieder herausfordern, Ideen, Vermutungen, Beobachtungen, Begründungen und Schlussfolgerungen mitzuteilen. Auf diese Weise können unterschiedliche Sichtweisen erkannt und ggf. gegenübergestellt werden. Der Austausch der eigenen Gedanken sollte dabei nicht nur im Klassengespräch erfolgen; auch in den Schülerarbeitsphasen sollten die Kinder ermutigt werden, miteinander über ihre Vermutungen, Beobachtungen und Ergebnisse zu sprechen. Erst wenn Kinder auch inhaltlich miteinander über das sprechen, was sie in der Gruppenarbeit tun bzw. überlegen, kann von wirklicher Gruppen- bzw. Partnerarbeit gesprochen werden.

Naturwissenschaftliches Arbeiten dokumentieren – das Forscherbuch

Das Dokumentieren naturwissenschaftlichen Arbeitens ist ein wichtiges Ziel des Unterrichts in der Primarstufe. Es ist Voraussetzung dafür, dass Erarbeitetes gefestigt und für anschließende Reflexionsprozesse festgehalten wird. Da die schriftlichen Sprachfähigkeiten vor allem in den Klassenstufen 1/2 noch begrenzt sind, ergänzen die Kinder die sprachliche Darstellung zeichnerisch. Außerdem werden zur Vereinfachung der Dokumentation ggf. – nach der Einführung im Unterricht – Symbole verwendet.
Die Verlaufsplanung in den einzelnen Sequenzen gibt Hinweise zum Führen eines Forscherbuchs. Die Anforderungen an das Dokumentieren werden dabei schrittweise erweitert. Das Forscherbuch kann aus einem Heft bestehen, in das Arbeitsblätter jeweils eingeklebt werden. Alternativ können Arbeitsblätter und persönliche Seiten in einem Ordner abgelegt werden.
Kap. 6.2 enthält einen ergänzenden Vorschlag für ein *Forschertagebuch*, in dem die Kinder den gesamten Ablauf ihres eigenen Forschungsprozesses dokumentieren. Es umfasst nicht nur Ergebnisdokumentationen, sondern Entwürfe, Korrekturen, Ergänzungen usw. Für das Führen eines solchen Tagebuchs muss zusätzliche Zeit eingeplant werden.
Bereits in der Grundschule können Kinder dazu angeleitet werden, ihre Dokumentationen nach aufgestellten Kriterien zu begutachten bzw. die Dokumentationen anderer zu beurteilen. An geeigneten Stellen des Unterrichts wird auf diese Möglichkeit hingewiesen.

Im Unterricht zwischen Versuch und Experiment, Vermutungen und Hypothesen unterscheiden?

In Kap. 3 wurde dargelegt, wie sich Versuche von Experimenten und Vermutungen von Hypothesen unterscheiden. In der Primarstufe arbeiten wir überwiegend an Vermutungen, da die Ableitung von Hypothesen aus generalisierten, theoretischen Annahmen heraus die Denkmöglichkeiten der Grundschulkinder meist übersteigt. Vermutungen sind zu begründen – das unterscheidet sie von Ideen. Grundschulkinder erlernen das Begründen von Vermutungen, indem sie angeregt werden, auf zuvor Erfahrenes oder Erlerntes zurückzugreifen. Damit üben sie auch das für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler wichtige sachliche Argumentieren.
Häufig arbeiten die Kinder in dem vorgeschlagenen Unterricht an Versuchen. Das heißt: Sie erzeugen bestimmte Phänomene, machen Beobachtungen und leiten daraus Schlussfolgerungen ab (z. B. wenn sie Magneten in verschiedenen Stellungen zueinander bringen und die anziehende und abstoßende Wirkung sehen und fühlen). Von Experimenten wird gesprochen, wenn Versuchsbedingungen gezielt so hergestellt werden, dass bestimmte Annahmen geprüft werden können (vgl. S. 22). Hierbei ist es wichtig, ein Experiment so zu gestalten, dass es die Prüfung der Annahme auch ermöglicht. In den Klassenstufen 3/4 wird ein solches Experiment und die dazu gehörende Kontrolle von Variablen mit den Kindern gemeinsam erarbeitet.
Wie soll nun die Lehrkraft den Kindern gegenüber mit diesen Begriffen und Unterscheidungen umgehen? Meist haben Lehrkräfte bereits entsprechende Begriffe im Unterricht mit ihren Kindern eingeführt – in vielen Grundschulklassen ist

der Begriff des Experiments und des Experimentierens fest verankert. Unseres Erachtens ist es auch nicht notwendig, die Unterschiede zwischen diesen Begriffen zu thematisieren. Wichtig ist vielmehr, dass die Lehrkraft Wert darauf legt, Gelegenheiten zum Vermuten, Begründen, Schlussfolgern und Argumentieren zu geben und erste Erfahrungen mit kontrollierten Experimenten zu ermöglichen. Zudem wäre eine begriffliche Unterscheidung zwischen Experimenten und Versuchen auf der Tätigkeitsebene schwierig; man kann zwar experimentieren, nicht aber „versuchen".

Den Hintergrund des Magnetismus für Kinder „erklären"?

Ein Verstehen der physikalischen Erklärung des Magnetismus übersteigt die Denkmöglichkeiten von Grundschulkindern. Als Erklärung auf einem einfacheren Niveau wird häufig die Modellvorstellung der Elementarmagneten genutzt (vgl. Kap. 4.1). Wird dieses Modell bereits in der Grundschule eingesetzt, muss mit den Kindern gründlich erarbeitet werden, dass es sich um ein Erklärungsmodell handelt und nicht um ein Abbild der Realität. Bisherige Forschungen zum Modellverständnis von Grundschulkindern zeigen, dass Schülerinnen und Schüler in diesem Alter dazu neigen, Modelle anschaulich zu interpretieren und als Realität anzusehen. Nicht selten führt daher der Gebrauch des Elementarmagneten-Modells zu Lernschwierigkeiten und Fehlvorstellungen; z. B. verleitet das Modell die Kinder dazu, sich im Innern des Magneten kleine Magnetstäbe vorzustellen, die sich beim Magnetisieren in Nord-Süd-Richtung anordnen. Wie sich diese Elementarmagneten in einem festen Stoff wie Eisen überhaupt bewegen können, übersteigt ihre Vorstellung. Wenn sie das Elementarmagneten-Modell auf anders geformte Magneten übertragen wollen (z. B. auf Kugelmagneten, Ringmagneten usw.), kommen sie in Schwierigkeiten, da das Unterbringen von kleinen Stabmagneten in runden Magneten schwer vorstellbar ist. Auch widerspricht das Elementarmagneten-Modell einigen Eigenschaften von Magneten; so können gleiche Pole nicht nebeneinander ruhen, da sie sich abstoßen müssten. Die Einsicht, dass Modelle Grenzen haben und nur Teilbereiche der Wirklichkeit erklären können, erfordert ein Metaverständnis über die Funktion von Theorien; dieses ist in der Grundschule aber nur bei wenigen Kindern erreichbar. Deshalb wird dieses Modell nicht in dem hier für die Primarstufe vorgeschlagenen Unterricht erarbeitet, sondern erst in der weiterführenden Schule (vgl. Kap. 4.1 und Handbuch Spiralcurriculum Magnetismus für den Sekundarbereich).

Erklärungen werden in der Primarstufe durch das Generalisieren, Zusammenführen von Ergebnissen und Schlussfolgern gefunden. So können Kinder beispielsweise formulieren: *Die Stecknadel wird vom Magneten angezogen, weil sie Eisen enthält; der Kompass richtet sich in Nord-Süd-Richtung aus, weil die Erde magnetische Pole in der Nähe des geografischen Nord- bzw. Südpols besitzt.* Die hiermit verbundenen Denkprozesse liegen in „Reichweite" von Grundschulkindern; sie fördern das Denken in Zusammenhängen und stellen eine wichtige Voraussetzung für kausales Denken dar.

Ist der Nordpol immer rot und der Südpol immer grün?

Die beiden Seiten der im Physikunterricht der weiterführenden Schulen benutzten Stabmagneten sind häufig rot/grün bzw. rot/blau markiert. In der Lebenswelt der Kinder kommen solche Magneten allerdings so gut wie gar nicht vor. Deshalb (vgl. Kap. 4.1) werden im vorgeschlagenen Unterricht zunächst nur unmarkierte Magneten in unterschiedlichen Formen verwendet. Auf diese Weise haben die Kinder in den Klassenstufen 1/2 die Gelegenheit, die Lage der Pole und die Polregel (gleiche Pole stoßen sich ab, ungleiche ziehen sich an) bei verschiedenartigen Magneten durch Erkunden selbst herauszufinden. Die Bezeichnungen *Nord-* bzw. *Südpol* werden erst in den Klassenstufen 3/4 als Namensgebung für diejenigen Pole, die bei drehbarer Lagerung des Magneten nach Norden bzw. nach Süden zeigen, eingeführt (vgl. Kap. 4.1).

Lernerfolge diagnostizieren

Ob Kompetenzen wirklich erworben werden konnten, zeigt sich erst, wenn die Kinder das Erworbene auch auf neue Situationen übertragen können. Zu allen wichtigen Bereichen des Unterrichts gibt es in den Sequenzen Lernaufgaben – sog. *Knobelaufgaben* –, die eine Übertragung erworbener Kompetenzen auf neue Inhaltsbereiche erfordern. Die Lernaufgaben variieren in der Schwierigkeit; sie erfordern sowohl nahe wie auch weite Transferleistungen. Sie können zur Leistungsdiagnostik, aber auch zur Vertiefung und Differenzierung genutzt werden. Kapitel 6.1 enthält eine Zusammenstellung der Knobelaufgaben. Die jeweiligen Aufgaben werden hinsichtlich ihrer Schwierigkeit beschrieben, sodass ein zielgerichteter Einsatz möglich ist.

Das in Kap. 6.2 beschriebene Forschertagebuch vermittelt einen Einblick in die individuellen Lernwege der Kinder.

Auch im Unterrichtsverlauf lassen sich durch Beobachtungen Informationen darüber gewinnen,

welche Kompetenzen von den Kindern erreicht werden. Kap. 6.3 enthält Beobachtungsbögen für die Lehrkraft, die das Diagnostizieren inhalts- und prozessbezogener sowie selbst- und sozialbezogener Kompetenzen ermöglichen.
In Kap. 6.4 befinden sich Aufgaben, die vor und nach dem Unterricht – im Sinne von Prä- und Postaufgaben – eingesetzt werden können, um erreichte Veränderungen in den Köpfen der Kinder zu diagnostizieren.

Differenzierung und Möglichkeiten für eigenaktives Forschen

Der vorgeschlagene Unterricht ermöglicht allen Kindern, grundlegende Kompetenzen zum Magnetismus und zum naturwissenschaftlichen Arbeiten und Denken zu erwerben. Für leistungsschwächere Kinder wurden Tippkarten entwickelt, die beim Lösen der gestellten Aufgaben unterstützen. Sie sind den Sequenzen zugeordnet. Hinweise zum Einsatz von Tippkarten finden sich in den Unterrichtsverläufen. Leistungsstärkere Kinder können zusätzliche Aspekte anhand von Knobelaufgaben oder ergänzenden Texten erarbeiten. Entsprechende Differenzierungshinweise befinden sich ebenfalls in den Sequenzen. Für die Bearbeitung im Unterricht vorgesehene Lesetexte werden jeweils in verschiedenen Schwierigkeitsstufen angeboten.
Auf der Basis der im Unterricht erworbenen Kompetenzen können die Kinder in der Freiarbeit oder in Forscherarbeitsgruppen weiteren Forscherfragen nachgehen. Dabei können sie die Materialien aus dem Unterricht, Literatur zum Thema Magnetismus oder das Internet nutzen.

Bezüge zu anderen Themen und Fächern

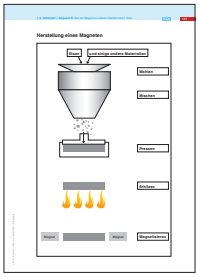
Der vorgeschlagene Unterricht enthält eine Reihe von inhaltlichen Bezügen über das Thema hinaus. So bietet er die Möglichkeit, den Unterricht sowohl mit technischen (Bau von Magnetspielen, Bau eines Elektrokrans), geografischen (Windrose, Orientierung mit dem Kompass) als auch biologischen Aspekten zu verknüpfen (Orientierung von Vögeln mit Hilfe des Erdmagnetismus). In den Sequenzen finden sich Hinweise, wie diese Bezüge hergestellt und ggf. auch differenzierend vertieft werden können.

An einigen Stellen wird darauf hingewiesen, dass der Unterricht auf bereits zuvor erworbenen inhaltlichen Kompetenzen aus anderen Themengebieten des Sachunterrichts aufbaut (Himmelsrichtungen angeben; einen einfachen Stromkreis mit Schalter bauen). Sollten diese Kompetenzen noch nicht erworben worden sein, muss hierfür ggf. zusätzliche Zeit im Unterricht einkalkuliert werden.

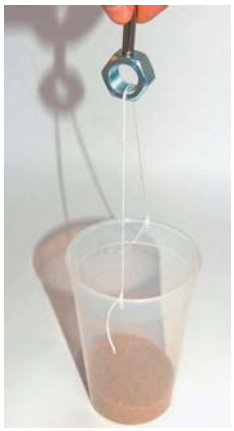
Das Erschließen von Informationen aus Sachtexten kann auch dem Sprachunterricht zugeordnet werden. Mehrere Sequenzen bieten Lesetexte an. Diese eignen sich sowohl zur Vertiefung als auch zur Differenzierung.

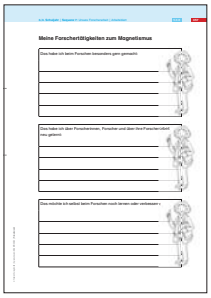
Der Unterricht im Primarbereich – Übersicht 1./2. Schuljahr

Unterricht im 1./2. Schuljahr		
Zu Beginn des Unterrichts halten die Kinder ihre Vorstellungen bezüglich der Arbeit von Forscherinnen und Forschern auf einem Plakat fest (Sequenz 1). In den folgenden Sequenzen reflektieren sie ihre Forschertätigkeiten aus der jeweils vorhergegangenen Sequenz und notieren die Ergebnisse auf einem weiteren Plakat („Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher"). Zum Abschluss der Unterrichtsreihe werden die notierten Arbeitsweisen zusammenfassend noch einmal betrachtet (Sequenz 9). Sequenzen, die einer Erweiterung dienen und für den angestrebten stufenweisen Kompetenzaufbau nicht unbedingt notwendig sind, sind grau gedruckt (optionale Sequenzen).		
Sequenz 1 (vgl. S. 73 ff.): Magneten erkunden 90 Minuten		Angeregt durch einen Impuls tauschen die Kinder Vermutungen darüber aus, welche Gegenstände ein Magnet anzieht bzw. von welchen Gegenständen er angezogen wird. Sie überprüfen ihre Vermutungen mit Magneten, indem sie Gegenstände in der Klasse testen, und finden heraus, dass nur bestimmte Gegenstände zu einem Magneten hingezogen werden bzw. ein Magnet nur von bestimmten Gegenständen angezogen wird. Die Wirkung ist auch zu spüren, wenn sich Magnet und Gegenstand nicht berühren.
Sequenz 2 (vgl. S. 89 ff.): Welche Materialien zieht ein Magnet an? 45 Minuten		Die Kinder prüfen gleichartige Gegenstände aus unterschiedlichen Materialien mit dem Magneten. Dabei stellen sie fest, dass es vom Material abhängt, ob ein Gegenstand vom Magneten angezogen wird oder nicht. Die Oberbegriffe *Material* und *Metall* sowie die Bezeichnungen für unterschiedliche Materialien werden eingeführt. Die Kinder stellen fest, dass nur das Metall Eisen von einem Magneten angezogen wird – bei den anderen untersuchten Materialien wirkt der Magnet nicht.
Sequenz 3 (vgl. S. 108 ff.): Zieht ein Magnet überall gleich stark an? 45 Minuten		Die Kinder hängen Büroklammerketten an unterschiedlichen Stellen an einen Stabmagneten. Sie beobachten, dass an den Enden des Stabmagneten die längsten Ketten halten. Sie schließen daraus, dass der Stabmagnet an den Enden am stärksten anzieht. Dieses Ergebnis dokumentieren sie in Form einer Zeichnung. Der Begriff *Pole* für die Stellen stärkster Anziehung wird eingeführt.
Sequenz 4 (vgl. S. 117 ff.): Wo liegen die Pole bei verschiedenen Magneten? 45 Minuten		An verschiedenen Stationen untersuchen die Kinder unterschiedliche Magneten und prüfen, ob diese ebenfalls Pole besitzen und wo sich diese befinden. Die Kinder werden ermuntert, während der Arbeit an den Stationen immer wieder mit ihrer Partnerin/ihrem Partner über Vermutungen und Ergebnisse zu sprechen. Die Ergebnisse aus den Versuchen halten sie zeichnerisch fest.
Sequenz 5 (vgl. S. 128 ff.): Wie reagieren Magneten aufeinander? 90 Minuten		Im Fokus dieser Sequenz steht die Frage, wie zwei Magneten aufeinander reagieren. Die Kinder formulieren Vermutungen und überprüfen diese in Partnerarbeit mit zwei Stabmagneten, die sie in möglichst vielen Variationen zueinander bringen. Sie spüren mit den Händen, dass die Magneten aufeinander wirken (sich anziehen oder abstoßen), auch ohne dass sie sich berühren. Mit Hilfe der bereits bekannten Stabmagneten wird die sog. *Polregel* (gleiche Pole stoßen sich ab, ungleiche ziehen sich an) erarbeitet.

Unterricht im 1./2. Schuljahr		
Sequenz 6 (vgl. S.144 ff.): Wie reagieren verschiedene Magneten aufeinander? 45 Minuten		Die Polregel wird auf unterschiedlich geformte Magneten übertragen (runde und eckige Stabmagneten, Ringmagneten, Hufeisenmagneten, Scheibenmagneten). Die Kinder stellen fest, dass alle untersuchten Magneten zwei Pole haben, die Polregel für alle Magneten gilt und dass die Abstoßung so stark sein kann, dass Magneten übereinander schweben.
Sequenz 7 (vgl. S. 163 ff.): Einen Magneten selbst herstellen 45 Minuten		Der Demonstrationsversuch „Ein Nagel wird zum Magneten“ zeigt, dass die Magnetkraft nicht nur durch Nägel wirkt, sondern ein Nagel in der Nähe eines Magneten selbst zum Magneten wird. Die Kinder magnetisieren einen Eisenstab, indem sie ihn mit dem einen Pol eines Magneten mehrmals in derselben Richtung bestreichen. Sie weisen nach, dass ihr Stab zu einem Magneten geworden ist.
Sequenz 8 (vgl. S. 172 ff.): Wie der Magnet zu seinem Namen kam (optional) 45 Minuten		Die Lehrkraft nimmt Bezug auf die vorangehende Sequenz und beschreibt, wie Dauermagneten künstlich hergestellt werden (eisenhaltiges Pulver wird unter großem Druck und bei großer Hitze zu einem Stück zusammengepresst und einem starken Magneten ausgesetzt). Sie zeigt den Kindern anschließend einen natürlichen Magnetstein. Bei einer Arbeit an verschiedenen Lesetexten stellt sich heraus, dass nicht alle Texte den Ursprung der Bezeichnung *Magnet* und der Entdeckung der Magnetsteine gleich beschreiben.
Sequenz 9 (vgl. S. 184 ff.): Unsere Forscherarbeit 45 Minuten		Die Abschlussstunde dient der Zusammenfassung der Ergebnisse und der Reflexion der angewendeten Arbeits- und Denkweisen. Die Kinder erinnern sich, was sie durch ihre Forschertätigkeit über den Magnetismus herausgefunden haben, reflektieren ihre Forschertätigkeiten, erarbeiten gemeinsam, warum diese Forschertätigkeiten wichtig sind und was es dabei zu beachten gibt. Danach vergleichen sie die eigenen Tätigkeiten mit dem zu Beginn der Einheit erstellten Plakat „Wie arbeiten Forscherinnen und Forscher?“. Zum Schluss schätzen die Kinder für sich selbst ein, was sie schon gut können und was sie noch üben möchten.
Weitere Unterrichtsanregung (vgl. S. 190 ff.): Ein Magnetspiel erfinden (optional) Zweimal 45 Minuten		Diese Sequenz eignet sich als Vertiefung der erarbeiteten Eigenschaften des Magnetismus; günstig ist deshalb ein zeitlicher Abstand zur Unterrichtsreihe. Die Sequenz fördert zudem das selbstständige Arbeiten, das Planen und das Herstellen eines Produktes. Zunächst erinnern sich die Kinder an die erarbeiteten Eigenschaften von Magneten. Sie erhalten die Aufgabe, sich ein Spiel mit Magneten auszudenken, die Herstellung zu planen und das notwendige Material (ggf. mit Hilfe der Lehrkraft) zu beschaffen. In der Folgestunde wird das Spiel gebaut. Der Prozess (von der Idee bis zum fertigen Spiel) wird dokumentiert.

Der Unterricht im Primarbereich – Übersicht 3./4. Schuljahr

Unterricht im 3./4. Schuljahr		
Die Sequenz 1 wird in zwei Versionen angeboten: Für Klassen, die bereits im 1. und 2. Schuljahr das Thema Magnetismus erarbeitet haben (Sequenz 1) und für Klassen, die bisher kaum Erfahrungen mit Magnetismus haben (Sequenz 1.1). Bisher Erarbeitetes zum naturwissenschaftlichen Arbeiten von Forscherinnen und Forschern wird zu Beginn der Unterrichtsreihe aufgegriffen, in den Folgesequenzen schrittweise erweitert und zum Abschluss der Unterrichtsreihe noch einmal zusammenfassend reflektiert. Sequenzen, die einer Erweiterung dienen und für den angestrebten stufenweisen Kompetenzaufbau nicht unbedingt notwendig sind, sind grau gedruckt (optionale Sequenzen).		
Sequenz 1 (vgl. S. 203 ff.): Eigenschaften von Magneten – wie können sie belegt werden? 90 Minuten		Die Anfangsstunde in Klasse 3/4 baut auf den zuvor in Klasse 1/2 erarbeiteten Kompetenzen auf. Die Kinder erinnern bereits erarbeitete Eigenschaften von Magneten, formulieren Aussagen dazu, notieren diese auf Karten und überlegen, wie sie diese Aussagen überzeugend belegen können – eine wichtige Vorgehensweise von Forscherinnen und Forschern bei der Rechtfertigung von behaupteten Ergebnissen. In Partnerarbeit belegen die Kinder mit Hilfe der auf einem Forschertisch bereitgestellten Materialien ausgewählte Aussagen und dokumentieren ihr Vorgehen im Forscherbuch.
Sequenz 1.1 (vgl. S. 225 ff.): Welche Eigenschaften haben Magneten? 90 –180 Minuten (ggf. mehr)		*(Für Klassen mit geringen Vorerfahrungen zum Magnetismus; je nach Vorkenntnissen sollten ein bis zwei Doppelstunden eingeplant werden.)* Zwei sich gegenseitig anziehende Hunde („Kusshunde“) aktivieren das Vorwissen der Kinder zum Magnetismus. An Stationen erkunden sie grundlegende Eigenschaften von Magneten (anziehende Wirkung auf eisenhaltige Materialien, stärkste Anziehung an den Polen, Wirkung zweier Magneten aufeinander, Eisen kann magnetisiert werden) und berichten im Sitzkreis über die Ergebnisse. Nachdem wichtige Schritte beim Dokumentieren von Versuchen erarbeitet wurden, halten die Kinder einen ausgewählten Versuch im Forscherbuch fest.
Sequenz 2 (vgl. S. 250 ff.): Magneten an ihrer Wirkung erkennen (optional) 45 Minuten		Die Kinder denken darüber nach, was passiert, wenn man Magneten, Eisenstücke und Messingstücke in unterschiedlicher Kombination paarweise zusammenbringt. Sie begründen ihre Aussagen mit ihren Erkenntnissen aus den vorangegangenen Sequenzen. In einer Gruppenarbeitsphase identifizieren sie die in Alufolie verpackten Materialien anhand der beobachtbaren Wechselwirkungen. Das Wissen über die Wechselwirkung zwischen Magneten und verschiedenen Materialien wird so noch einmal gefestigt, und das Begründen, Schlussfolgern und Vorhersagen als wichtige naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen werden geübt.
Sequenz 3 (vgl. S. 261 ff.): Wer ist stärker, ein kleiner oder ein großer Magnet? 90 Minuten		Ein stummer Impuls führt zur Frage: Wer ist stärker, ein kleiner oder ein großer Magnet? Die Kinder erarbeiten zunächst die einzelnen Schritte, in denen Forschende beim Beantworten von Fragen vorgehen. In Partnerarbeit führen sie zwei Versuche durch, mit deren Hilfe sie die Frage anschließend beantworten. Auf einem vorstrukturierten Arbeitsblatt notieren sie die Frage zur Untersuchung, ihre Vermutung und die Begründung dazu, ihre Beobachtung, die Antwort auf die Frage sowie neue Fragen, die möglicherweise beim Forschen aufgeworfen werden. In der Reflexion erarbeitet die Lehrkraft den Forscherkreislauf.

Unterricht im 3./4. Schuljahr		
Sequenz 4 (vgl. S. 280 ff.): Ein faires Experiment 90 Minuten		Anhand eines Demonstrationsversuchs erarbeitet die Lehrkraft mit den Kindern Kriterien für ein „faires“ Experiment (es ist wichtig, alle Bedingungen konstant zu halten und nur die zu untersuchende Größe zu verändern). Ein Schiebebrett dient als Beispiel für eine Versuchsanlage, bei welcher die relevanten Bedingungen konstant gehalten werden können (z. B. Größe und Gewicht der Unterlegscheiben). In Gruppen planen die Kinder ein eigenes „faires“ Experiment, das die aufgestellten Kriterien erfüllt und führen dieses durch. Sie dokumentieren ihr Experiment und arbeiten heraus, was an dem Experiment „fair“ ist. Die Mitschülerinnen und Mitschüler beurteilen die Experimente hinsichtlich der Fairness.
Sequenz 5 (vgl. S. 295 ff.): Wie funktioniert ein Kompass? 90 Minuten		Die Kinder beobachten, wie sich ein drehbar gelagerter, magnetisierter Eisenstab und aus einem Heftstreifen selbst hergestellte drehbare Magneten wiederholt in einer bestimmten Stellung einpendeln. Sie finden heraus, in welche Himmelsrichtungen die Enden ihres Magnetstreifens bzw. des großen Eisenstabs zeigen, lernen die Begriffe *Nordpol* und *Südpol* beim Magneten kennen. Abschließend wird die Funktionsweise eines Kompasses besprochen und (ggf.) die Windrose eingeführt. Texte zum Erdmagnetismus und zu seiner Bedeutung für die Orientierung von Tieren stehen in unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden zur Verfügung.
Sequenz 6 (vgl. S. 321 ff.): Magnetismus und Elektrizität – Elektromagnetismus 90 Minuten		Die Lehrkraft erzählt und demonstriert, wie Oerstedt durch Zufall den Elektromagnetismus entdeckte. Anschließend berichtet sie, auf welche Weise Ampère diesen Versuch weiterentwickelte. Der Versuch von Ampère wird von den Kindern selbst durchgeführt (eine elektromagnetische Spule mit Eisenkern herstellen). Am Beispiel des Schrottkrans werden die Unterschiede zwischen Dauer- und Elektromagneten herausgearbeitet. Vertiefende Lesetexte über die Entdeckungen von Oerstedt und Ampère stehen in unterschiedlichen Schwierigkeitsstufen zur Verfügung.
Sequenz 7 (vgl. S. 342 ff.): Unsere Forscherarbeit 45 Minuten		Die Kinder notieren die für sie besonders interessanten Ergebnisse aus dem Unterricht und ordnen diese an der Tafel. Im gemeinsamen Gespräch benennen die Kinder Forschertätigkeiten, die zu den Ergebnissen geführt haben und beschreiben, in welchem Zusammenhang sie ausgeführt wurden und was dabei besonders wichtig war. Diese Forschertätigkeiten werden mit dem Vorgehen „richtiger“ Forscherinnen und Forscher verglichen. Die Lehrkraft thematisiert, dass Forscherpersönlichkeiten wichtige Dinge oft durch Zufall entdeckt haben und viele Dinge immer noch nicht ganz geklärt sind.
Weitere Unterrichtsanregung (vgl. S. 358 ff.) Planung und Bau eines Schrottkrans (optional) Ca. 90 Minuten		Diese optionale Erweiterung fördert Kompetenzen im technischen Bereich des Sachunterrichts und gibt Gelegenheit, das gewonnene Wissen über den Elektromagnetismus anzuwenden. Die Kinder entwerfen einen Schrottkran, bauen diesen mit Hilfe frei gewählter Materialien (Holz, Pappe, technische Baukästen, Legotechnik usw.) und beurteilen, ob die gebauten Modelle funktionstüchtig sind.

5.2 Sequenzen für die Klassenstufen 1 – 2

Sequenz 1: Magneten erkunden

Zeitrahmen: 90 Minuten

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Zugehöriges Wissen
Die Schülerinnen und Schüler …	
• benennen Gegenstände, die von einem Magneten angezogen werden, und solche, die nicht angezogen werden (IK 1, Anknüpfung Elementarbereich).	Einige, aber nicht alle Gegenstände bzw. Teile von diesen werden von einem Magneten angezogen.
• geben an, dass Magneten nicht nur Gegenstände anziehen, sondern auch von diesen angezogen werden können (IK 1).	Magneten können von großen, schweren Gegenständen zu diesen hingezogen werden.
• geben an, dass Magneten auch über die Distanz wirken (IK 4).	Die magnetische Wirkung ist auch vorhanden, wenn Magnet und Gegenstand sich nicht berühren.
Prozessbezogene Kompetenzen	**Angestrebtes Wissen**
Die Schülerinnen und Schüler …	
• benennen und unterscheiden mögliche bei Untersuchungen vorkommende Forschertätigkeiten (PK 4).	Forscherinnen und Forscher sammeln nicht nur Fakten. Sie stellen z. B. Fragen, äußern Vermutungen und überprüfen diese, begründen, dokumentieren und kommunizieren Ergebnisse.
• leiten aus einer Beobachtung explizit eine Frage ab (PK 1).	Fragen sind wichtige Ausgangspunkte für die Tätigkeit von Forscherinnen und Forschern.
• führen einfache Versuche durch (PK 5) und beobachten zielgerichtet (PK 6).	Untersuchungen werden durchgeführt, um Fragen zu beantworten. Der sachgerechte Umgang mit Materialien muss dabei beachtet werden. Die durch Beobachtung gesammelten Daten sind die Basis für Schlussfolgerungen.
• dokumentieren eine Untersuchung durch Sprache und Zeichnung mit Hilfe (PK 8).	Das Dokumentieren von Beobachtungen ist wichtig, um das Beobachtete festhalten, mitteilen und vergleichen zu können. Texte und Bilder können sich ergänzen.
• ziehen Schlussfolgerungen im Sinne der Beantwortung einer Frage (PK 10).	Aus einem Versuch gewonnene Daten können zur Beantwortung einer Frage genutzt werden.

Kurzbeschreibung der Stunde:

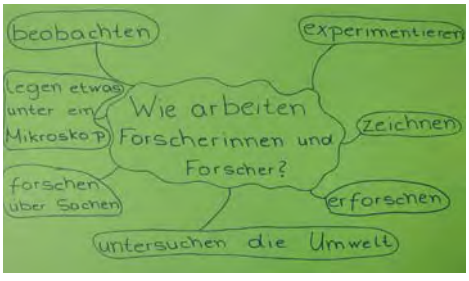
Die Lehrkraft führt einen Ringmagneten an einen Tisch oder Stuhl aus Eisen. Die Kinder vermuten, dass es sich um einen Magneten handelt und überlegen, welche Gegenstände ein Magnet anzieht bzw. von welchen Gegenständen er angezogen wird. Die Lehrkraft kündigt den Kindern an, dass sie in den nächsten Unterrichtsstunden zum Thema Magnetismus forschen werden und bittet sie, ihre Vorstellungen darüber zu äußern, wie Forscherinnen und Forscher arbeiten (Erhebung der Präkonzepte der Kinder zu ihrem Verständnis von wissenschaftlichem Arbeiten). Anschließend suchen die Kinder im Klassenraum nach Gegenständen, von welchen der Magnet angezogen wird bzw. die der Magnet anzieht. Im Reflexionsgespräch wird erarbeitet: Magneten werden zu bestimmten Gegenständen hingezogen/bestimmte Gegenstände werden zu Magneten gezogen, auch ohne dass sie sich berühren. Ein Transfer erfolgt mit dem sog. *Fliegenden Maikäfer*.

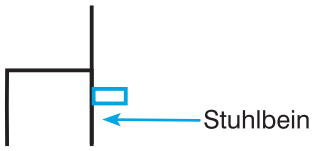
Organisatorische Hinweise:

Die Kinder erstellen im Verlauf der Unterrichtsreihe ein „Forscherbuch“. Dieses kann aus einem Heft mit aufgeklebtem Deckblatt (S. 21f) bestehen, in das Arbeitsblätter eingeklebt und Aufzeichnungen gemacht werden. Eine Alternative ist, Deckblatt, Arbeitsblätter sowie persönliche Seiten mit Doku-

mentationen in einem Schnellhefter zu sammeln. Die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zur Arbeit von Forscherinnen und Forschern wird in dieser Sequenz auf dem Plakat „Wie arbeiten Forscherinnen und Forscher?“ dokumentiert. Am Ende der Unterrichtsreihe vergleichen die Kinder diese Vermutungen mit dem Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“, auf dem sie im Verlauf der Unterrichtsreihe ihre eigenen Forschertätigkeiten reflektiert haben. Dieses Plakat wird in Sequenz 2 begonnen und jeweils in den Folgestunden ergänzt. Die Phase des freien Explorierens kann räumlich und zeitlich der jeweiligen Situation angepasst werden.

Verlaufsplanung

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	**Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler**	**Material Medien**
Sitzkreis **15 Minuten**	**Einstieg** Impuls: Die Lehrkraft führt einen Ringmagneten an einen eisenhaltigen Gegenstand im Sitzkreis (Tisch, Stuhl). Im Gespräch berichten die Kinder von ihren Vorerfahrungen. Mögliche Reaktionen: • Das klebt da fest. • Das ist aus Eisen. • Bei Metall klebt das.	• 1 Ringmagnet • 1 Tisch oder Stuhl mit Eisen
	Die Lehrkraft hält den Magneten an einen Holztisch oder an einen Holzstuhl. Es passiert nichts. Die Kinder vermuten, woran das liegt. Die Lehrkraft nennt den Begriff *Magnet* und fragt, ob die Kinder zu Hause schon einmal Magneten gesehen oder benutzt haben. Mögliche Antworten: • Ich habe ein Plüschtier mit Magneten in den Pfoten. • An der Pinnwand zu Hause kleben auch Magneten. Damit kann man was festmachen. • Ich habe eine Kette mit Magneten. (Die Lehrkraft kann das Magnetarmband zeigen.) • Es gibt Magneten, die man hochwerfen kann und die dann Geräusche machen. (Die Lehrkraft zeigt die sog. *Zwitschermagneten*.) LK: *Wir wollen in den nächsten Unterrichtsstunden Magneten erforschen und dabei lernen, wie Forscherinnen und Forscher zu arbeiten.*  	• 1 Holztisch oder Holzstuhl • Magnetarmband • 2 Zwitschermagneten • 1 Plakat mit Titel: „Wie arbeiten Forscherinnen und Forscher?“

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	Die Kinder werden aufgefordert, Vermutungen darüber anzustellen, wie Forscherinnen und Forscher arbeiten (die Lehrkraft notiert auf Plakat). Mögliche Antworten: • experimentieren • erforschen • zeichnen • untersuchen die Umwelt • beobachten • legen etwas unters Mikroskop • forschen über Sachen	
Sitzkreis **15 Minuten**	**Orientierung/Aufgabenstellung** Die Forscherfrage wird gemeinsam formuliert und notiert, z. B. **Welche Dinge zieht ein Magnet an? Welche nicht?** Die Kinder notieren die Forscherfrage in ihr Forscherbuch. Die Lehrkraft zeigt einen Ringmagneten (Begriff erläutern) und weist darauf hin, dass Magneten nicht auf den Boden fallen oder aneinanderschlagen dürfen, da sie zerbrechen und auch ihre Magnetwirkung verlieren können. Was passieren kann, wenn ein Magnet herunterfällt, zeigt sie am Beispiel des zerbrochenen Stabmagneten. Die Lehrkraft führt am Einstiegsbeispiel vor, wie die Kinder beim Dokumentieren ihrer Ergebnisse vorgehen sollen. Sie zeichnet einen Stuhl und die Stelle, wo der Magnet hält, an die Tafel und schreibt das Wort dazu (alternativ: nur zeichnen).  **Aufgabe** • Bei welchen Dingen passiert etwas, wenn ihr den Ringmagneten nähert? Beobachtet genau, was passiert.	• Tafel • Forscherbuch, ggf. leere Seite • 1 Ringmagnet • zerbrochener Stabmagnet • Tafel
Freies Explorieren in Partnerarbeit **15 Minuten**	**Erarbeitung** Die Kinder gehen zu zweit im Klassenraum und im Flur herum. Sie prüfen mit dem Ringmagneten und dokumentieren ihr Ergebnis im Forscherbuch (mit Zeichnung und ggf. schriftlich). Die Lehrkraft gibt Hilfestellung bei der Dokumentation. Begriffskarten mit Namen und einfachen zeichnerischen Darstellungen verschiedener Gegenstände können von den Kindern als Hilfe genutzt werden.	• Ringmagneten (je einer für zwei Kinder) • Forscherbuch, ggf. leere Seite • 17 Begriffskarten mit Namen und Zeichnungen von Gegenständen

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	**Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler**	**Material Medien**
Sitzkreis **20 Minuten**	**Reflexion 1** **Wo hält der Magnet?** Die Kinder berichten von ihren Ergebnissen. Sie sollen dabei nicht nur den Gegenstand nennen, sondern auch beschreiben, an welcher Stelle genau der Magnet hält bzw. an welcher Stelle der Magnet anzieht. LK: *Was hat euch überrascht?* Mögliche Reaktionen: • Der hat am Tischbein gehalten, aber nicht an der Türklinke. Die sehen aber beide so silbern aus. • An meinem Ohrring hält er auch nicht. • Die Büroklammer zieht der Magnet zu sich hin. LK: *Wie können wir nun unsere Forscherfrage beantworten?* Mögliche Reaktionen: • Der Magnet hält nicht überall. • Auch wenn es gleich aussieht, hält er bei einem Ding und beim anderen nicht.	• Forscherbuch mit Dokumentation
	Ergebnis **An manchen Dingen hält der Magnet, an manchen Dingen nicht. Manchmal hält der Magnet nur an einer besonderen Stelle des Gegenstandes.**	• Tafel
	Reflexion 2 Die Lehrkraft führt den Ringmagneten zu einem eisenhaltigen Stuhlbein und anschließend über eine Büroklammer, die im Sitzkreis liegt. LK: *Was ist bei diesen beiden Dingen anders?* (Einmal bewegt sich der Magnet zum Gegenstand, einmal der Gegenstand zu dem Magneten.) Mögliche Reaktionen: • Der Magnet zieht die Büroklammer zu sich hin, das Stuhlbein zieht den Magneten an. • Aber wenn wir einen ganz starken Magneten hätten, könnte der Magnet den Tisch am Bein anziehen. • Die Büroklammer wird angezogen, bevor der Magnet sie berührt.	• 1 Ringmagnet • 1 eisenhaltiges Stuhlbein • 1 Büroklammer
	Ergebnis **Der Magnet kann Gegenstände zu sich hinziehen oder kann von Gegenständen angezogen werden. Das passiert auch, wenn sich Magnet und Gegenstand nicht berühren.**	• Tafel

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	Reflexion 3 **Klärung einer Fehlvorstellung (ggf.)** Viele Kinder denken, Magneten kleben aneinander und dies sei die Ursache für die magnetische Wirkung. Diese Vorstellung muss ggf. mit den Kindern im Gespräch geklärt werden. (Gegenstände kleben dank einer haftenden Zwischenschicht aneinander. Damit sie kleben, müssen sie sich unbedingt berühren.) Die Lehrkraft berichtigt diese Vorstellung mit folgender Demonstration: Sie befestigt den Ringmagneten zum Beispiel am Stuhlbein und hält eine Büroklammer an einem Bindfaden in seine Nähe. Die Büroklammer „fliegt“ in der Luft. Die magnetische Wirkung zeigt sich also auch, wenn sich die Magneten nicht berühren. Sie wird also nicht durch „Kleben“ erzeugt.	 • 1 Ringmagnet • 1 Büroklammer an Bindfaden
	Ergebnis **Magneten kleben nicht aneinander. Sie ziehen Gegenstände auch an, ohne dass sie sich berühren.**	• Tafel
	Die Kinder übertragen die Tafelanschrift in ihr Forscherbuch.	• Forscherbuch, ggf. leere Seite
Sitzkreis **15 Minuten**	**Transfer** Impuls: Die Lehrkraft zeigt das Gestell mit dem „fliegenden Maikäfer“ und der Blume. Mögliche Reaktionen: • Da könnte ein Magnet am Käfer sein. • Und oben auch. • Oder ein Eisen. • Der Magnet zieht den Käfer an. • Da sind zwei Magneten drin. LK: *Müssen denn zwei Magneten dort versteckt sein?* Mögliche Reaktionen: • Da muss nur ein Magnet drin sein. • Es könnte aber auch ein zweiter drin sein. • Es könnte aber auch etwas anderes sein, so etwas wie eine Büroklammer.	• Gestell „Fliegender Maikäfer“

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	**Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler**	**Material Medien**
	Die Lehrkraft entfernt den Maikäfer und die Blume. Eine Metallscheibe und eine Büroklammer werden sichtbar. Die Kinder überprüfen, ob es sich bei der Metallscheibe um einen Magneten handelt, indem sie diese an verschiedene Gegenstände halten, die zuvor vom Ringmagneten angezogen wurden (z. B. Stecknadel, Stuhlbein, Anspitzer). Die Lehrkraft lässt die Kinder begründen, warum **ein** Magnet ausreicht, um den Maikäfer fliegen zu lassen. **Ergebnis** **Beim Maikäfer und bei der Blume sind ein Magnet und eine Büroklammer aus Eisen versteckt. Der Magnet zieht die Büroklammer und den daran befestigten Maikäfer an, ohne dass er die Büroklammer berührt.**	• Verschiedene eisenhaltige Gegenstände (z. B. Stecknadel, Stuhlbein, Anspitzer)
Stillarbeit **10 Minuten**	Die Kinder zeichnen das Gestell mit dem „fliegenden Maikäfer“ und der Blume in ihre Forscherbücher und zeichnen und/oder beschreiben, wie das funktioniert. Das Gestell mit dem „fliegenden Maikäfer“ und der Blume wird auf einen Forschertisch gestellt, damit die Kinder in Freiarbeitsphasen oder Pausen das Phänomen noch einmal untersuchen können.	• Forscherbuch, ggf. leere Seite
	Mögliche Erweiterung Die Kinder werden gebeten, Magneten von zu Hause mitzubringen (Spiele, Verschlüsse, Haftmagneten …). Die Gegenstände werden auf einem Forschertisch ausgestellt, und die Kinder erkunden ihre Funktion in Freiarbeitsphasen. 	

Materialien

Kursiv geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.
Sie befinden sich nicht in den Materialkisten für das Spiralcurriculum im Primarbereich.

Benötigtes Demonstrationsmaterial

✓	Stückzahl	Material
	1	Ringmagnet
	1	*Tisch oder Stuhl mit Eisen*
	1	*Holztisch oder Holzstuhl*
	1	Magnetarmband
	2	Zwitschermagneten
	1	*Plakat mit Titel „Wie arbeiten Forscherinnen und Forscher?“*
	1	Zerbrochener Stabmagnet
	1	Büroklammer ggf. mit Bindfaden
	1	Gestell „Fliegender Maikäfer“ (s. Abb. S. 81): • Ständer (bestehend aus Grundplatte und langem Holzstab) • Rundholz mit Eisenplättchen • Ringmagnet • Blume • Maikäfer
		Verschiedene eisenhaltige Gegenstände (z. B. Stecknadel, Stuhlbein, Anspitzer, Heftzwecke, Schraube, Musterklammer, Eisenkugel)

Benötigtes Experimentiermaterial

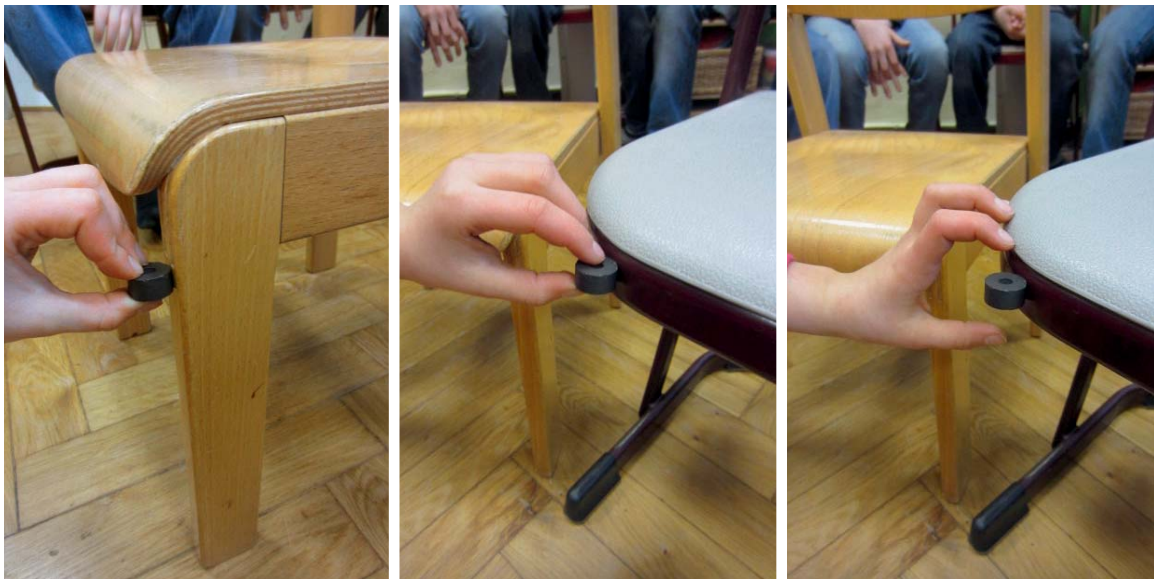
✓	Stückzahl	Material
	Je einer für zwei Kinder	Ringmagneten

Weitere Materialien

✓	Stückzahl	Material
	17	Begriffskarten mit Namen und Zeichnungen von Gegenständen (diese können genutzt werden, wenn Kinder nicht wissen, was sie untersuchen sollen, oder wissen möchten, wie etwas geschrieben wird, oder wenn sie Hilfe bei den Zeichnungen brauchen).
	Schüleranzahl	Forscherbücher (mit Deckblatt) und ggf. *leere Seiten*
	Ggf.	Knobelaufgaben

DEMONSTRATIONSVERSUCH 1

Der Magnet am Stuhl



Die Kinder beobachten die Wirkung zwischen einem Ringmagneten und einem Stuhlbein aus Holz bzw. aus Eisen.

Material:
- 1 Ringmagnet
- 1 Tisch oder Stuhl mit Eisen
- 1 Holztisch oder Holzstuhl (ohne Eisenteile)

Organisation:
- Sitzkreis

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Lehrkraft führt als stummen Impuls einen Ringmagneten an eine eisenhaltige Stelle eines Stuhls, z. B. an das Stuhlbein. Anschließend führt sie den Magneten an den Holzstuhl.

Hintergrund:

Die Demonstration dient als Impuls, um das Vorwissen, das die Kinder aus dem Vorschulbereich bzw. aus dem Alltag mitbringen, zu aktivieren. Die Lehrkraft bekommt so einen Einblick in das bereits vorhandene Wissen der Kinder und kann dieses bei der weiteren Planung des Unterrichts berücksichtigen.

Erkenntnis für die Kinder:

Der Magnet hält nicht an jedem Stuhl und nicht überall am Stuhl. Daraus entsteht die Frage, an welchen Gegenständen (Dingen) oder an welchen Teilen von Gegenständen (Dingen) der Magnet hält.

DEMONSTRATIONSVERSUCH 2

Fliegender Maikäfer

Material:
- 1 Gestell „Fliegender Maikäfer“ (bestehend aus einem Ständer mit Grundplatte und langem Holzstab, Rundholz mit Eisenplättchen, Ringmagnet, Blume, Maikäfer)
- 1 kleiner Stabmagnet
- kleine Eisenteile zum Überprüfen

Organisation:
- Demonstrationsversuch
- Gesprächskreis

Wichtig:
- Die Büroklammer und der Magnet sollten bei der ersten Vorführung nicht zu sehen sein.

Der Maikäfer scheint zur Blüte zu fliegen. Was steckt hinter diesem Phänomen?

Versuchsaufbau:

Der Ständer wird zusammengebaut, indem der lange Holzstab in das Loch der Grundplatte gesteckt und die Schraube, die sich an der Außenseite dieser befindet (s. Foto unten), festgezogen wird. Anschließend steckt man in das Loch am oberen Ende des langen Holzstabes das Rundholz mit dem Eisenplättchen. Durch ein in der Blume vorhandenes Eisenteil hält die Blume am Ringmagneten (s. Foto oben). Zuletzt wird der Maikäfer auf die Büroklammer gesteckt.

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Lehrkraft zeigt den „fliegenden Maikäfer“. Die Kinder beschreiben, was sie sehen und suchen nach Erklärungen für das Phänomen. Sie vermuten, dass entweder ein Magnet und ein Stück Eisen oder zwei Magneten verborgen sind. Nach Entfernung der Blumenmanschette und des Maikäfers überprüfen sie ihre Vermutung mit Hilfe eines zweiten Magneten und eines kleinen Eisenteiles. Ggf. erklären sie, warum nicht unbedingt zwei Magneten notwendig sind, um den Käfer zum Fliegen zu bringen.

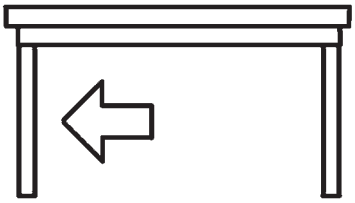
Hintergrund:

Im Maikäfer ist eine eisenhaltige Büroklammer verborgen. In der Blumenmanschette ist ein Magnet versteckt, der die Büroklammer im Maikäfer anzieht. Der Faden verhindert, dass die Büroklammer ganz an den Magneten gezogen wird. Das bewirkt, dass der Maikäfer „fliegt“. Mit Hilfe des drehbaren Stabes (unten am Gestell) kann die Distanz des Käfers zum Magneten verändert werden. Bei zu großer Distanz reicht die Wirkung des Magneten nicht mehr aus, um das Gewicht des Käfers zu halten. Ein zweiter Magnet im Maikäfer ist nicht nötig, da die eisenhaltige Büroklammer genügend stark vom Magneten in der Blumenhülle angezogen wird, sodass der Maikäfer „fliegen“ kann.

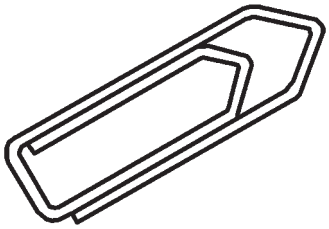
Erkenntnis für die Kinder:

Der Magnet zieht die Büroklammer mit dem Käfer an, ohne sie zu berühren. Ein Magnet wirkt auch aus einer gewissen Entfernung.

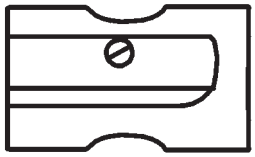
Tischbein



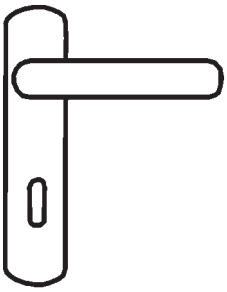
Büroklammer



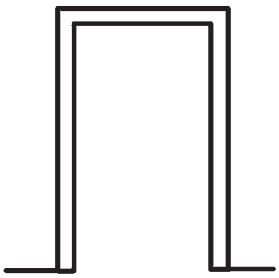
Anspitzer



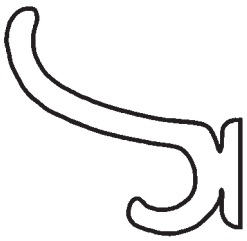
Türklinke



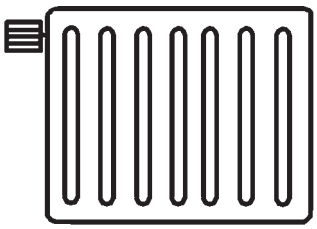
Türrahmen



Garderobenhaken

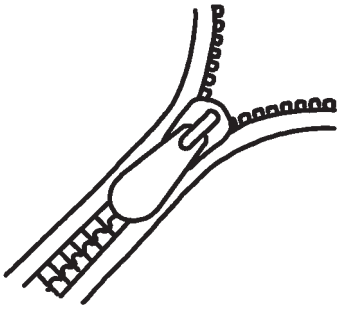


Heizkörper

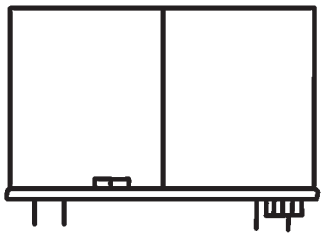


Verschluss am Schulranzen

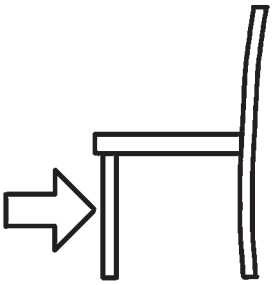
Reißverschluss



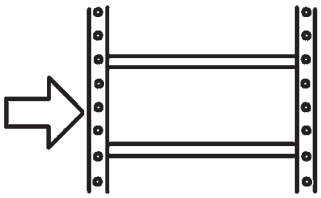
Tafel



Stuhlbein

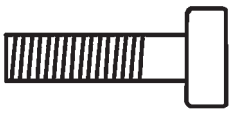


Schiene am Regal

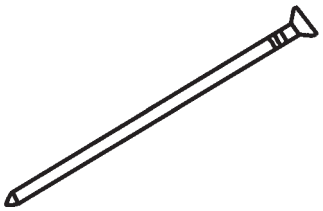


Griff an Schublade

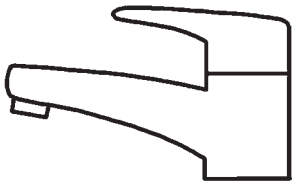
Schraube



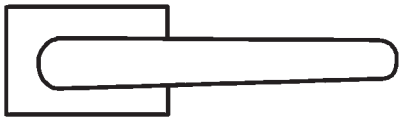
Nagel



Wasserhahn



Fenstergriff



Mein Forscherbuch Magnetismus

Name: _____

Klasse: _____

KNOBELAUFGABE

Wo hält der Magnet?

An welchen Stellen der Gegenstände könnte ein Magnet halten?
Kreise ein.

Zeichne ins Kästchen einen weiteren Gegenstand
und kreise auch hier die Stelle ein,
an der der Magnet halten könnte.

KNOBELAUFGABE

Büroklammern in der Kakaodose

Lisa besucht ihre Freundin Mia. Sie ist ein bisschen spät dran.
„Boah“, meint sie. „Heute ist einfach nicht mein Tag.
Beim Frühstück sind mir Büroklammern in die Kakaodose gefallen.
Zum Glück konnte ich die Klammern ganz schnell heraus bekommen,
ohne mir die Hände schmutzig zu machen.“

Mia: „Wie hast du das denn geschafft?“

Hast du eine Idee, wie Lisa das gemacht hat?

Begründe deine Antwort:

KNOBELAUFGABE

Kann mein Magnet ein echtes Auto bewegen?

Tim probiert in seinem Zimmer seinen neuen Magneten aus.
Er ist so stark, dass sein Spielzeugauto aus Eisen darauf zurollt, wenn er mit dem Magneten in die Nähe kommt.

Tim überlegt:
Was passiert, wenn ich mit meinem Magneten auf den Parkplatz zu einem richtigen Auto gehe?
Wird das große Auto von meinem Magneten auch angezogen?

Was meinst du? Begründe deine Antwort:

Sequenz 2: Welche Materialien zieht ein Magnet an?

Zeitrahmen: 45 Minuten

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Zugehöriges Wissen
Die Schülerinnen und Schüler …	
• unterscheiden systematisch zwischen Gegenstand und Material (IK 1).	Ein Gegenstand besteht aus einem oder mehreren Materialien. Gleichartige Gegenstände können aus unterschiedlichen Materialien bestehen.
• geben für verschiedene Materialien an, ob sie von einem Magneten angezogen werden oder nicht (IK 1).	Materialien, welche aus Eisen bestehen oder Eisen enthalten, werden von Magneten angezogen.
• unterscheiden eisenhaltige Metalle von nicht eisenhaltigen Metallen und geben eisenhaltige Materialien als angezogene Materialien an (IK 1).	Es gibt verschiedene Arten von Metallen. Das Metall Eisen wird vom Magneten angezogen, die anderen untersuchten Metalle nicht. Metallen kann man äußerlich nicht ansehen, ob es sich um Eisen handelt bzw. ob sie Eisen enthalten.
• geben Nickel neben Eisen als angezogenes Material an (IK 1) (Differenzierung).	1- und 2-Euro-Münzen enthalten Nickel. Neben Eisen wird auch Nickel von Magneten angezogen.
Prozessbezogene Kompetenzen	**Angestrebtes Wissen**
Die Schülerinnen und Schüler …	
• benennen und unterscheiden von ihnen selbst durchgeführte Forschertätigkeiten (PK 4).[1]	Zum eigenen Forschen gehören folgende Tätigkeiten: das Formulieren einer Frage, das Beobachten, das Untersuchen, das Dokumentieren von Beobachtungen durch Aufschreiben und Aufzeichnen, das Sprechen darüber, das Formulieren von Ergebnissen.
• ordnen Gegenstände nach den Materialien, aus denen sie bestehen (PK 9).	Das Ordnen von Gegenständen hilft, Eigenschaften zuzuordnen und Zusammenhänge zu erkennen. (hier: die Anziehung zwischen Magnet und Eisen bzw. eisenhaltigen Metallen).
• leiten aus ihrem Vorwissen explizit eine Frage ab (PK 1) und formulieren Vermutungen zu der Frage (PK 2).	Auf der Basis bereits vorhandener Erfahrungen können begründete Vermutungen aufgestellt werden.
• nutzen Symbole zur Dokumentation (PK 8).	Symbole ermöglichen eine vereinfachte Darstellung.
• führen einen einfachen Versuch durch (PK 5) und beobachten zielgerichtet (PK 6).	Mit Hilfe von Versuchen werden Vermutungen überprüft; dabei ist genaues Beobachten wichtig.
• ordnen Materialien nach ihrer magnetischen Wirkung (PK 9) und ziehen Schlussfolgerungen im Sinne der Bestätigung oder Falsifikation einer Vermutung (Eisen und eisenhaltige Materialien werden angezogen) (PK 10).	Materialien können nach angezogenen und nicht angezogenen Materialien geordnet werden. Aufgrund der gewonnenen Daten lassen sich Vermutungen bestätigen oder widerlegen.

[1] Die Aufgabe, über die eigene Forschertätigkeit nachzudenken und Arbeits- und Denkweisen zu benennen, kann zu Beginn jeder Folgestunde (oder auch am Ende der jeweiligen Stunde) gestellt werden, um den Kindern ein auf den jeweiligen Unterricht bezogenes Reflektieren zu ermöglichen. Die hier aufgeführte Kompetenz wird in den folgenden Sequenzen nicht mehr in der Tabelle aufgeführt; zu Beginn jeder Sequenz wird in der Verlaufsplanung aber angegeben, welche in der vorangegangenen Sequenz durchgeführten neuen Forschertätigkeiten von den Kindern genannt werden könnten.

Kurzbeschreibung der Stunde:

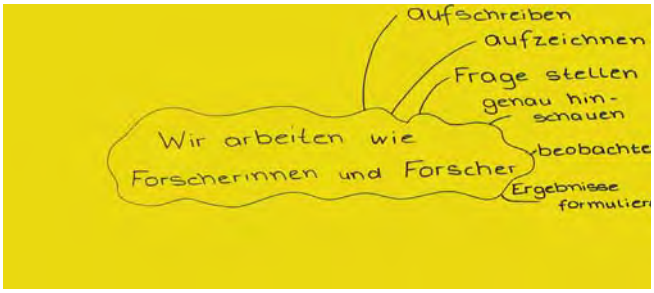
Zunächst regt die Lehrkraft die Kinder an, ihre eigenen Forschertätigkeiten in der zurückliegenden Stunde zu reflektieren. Die genannten Tätigkeiten werden auf einem Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ festgehalten.
Anhand verschiedener gleichartiger Gegenstände aus unterschiedlichen Materialien entdecken die Kinder, dass es nicht möglich ist, zu sagen, dass bestimmte **Gegenstände** von Magneten angezogen bzw. nicht angezogen werden, sondern dass es darauf ankommt, **woraus** Dinge bestehen. Der Begriff *Material* wird eingeführt. Die Kinder vermuten zunächst, welche Materialien angezogen werden und überprüfen dann ihre Vermutung mit einem Magneten. Sie stellen fest: Nur Eisen wird angezogen, die anderen getesteten Materialien nicht. Auch andere Metalle (der Oberbegriff *Metall* wird zuvor eingeführt und erläutert) werden nicht angezogen.
Differenzierend können Knobelaufgaben eingesetzt werden, in denen Kinder Materialien ordnen und Metalle untersuchen. In der Knobelaufgabe mit den Euro-Münzen können die Kinder herausfinden, dass neben Eisen auch Nickel von Magneten angezogen wird.

Organisatorische Hinweise:

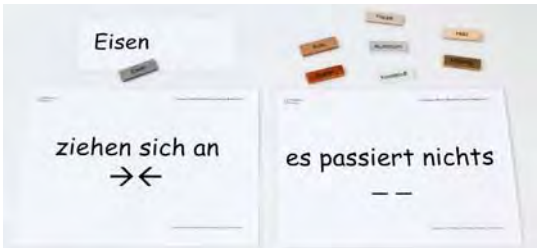
Arbeitsweisen, welche die Kinder aus der Rückschau auf die letzte Sequenz als ihre eigene Forschertätigkeit identifizieren, werden in den folgenden Sequenzen jeweils auf einem Plakat mit dem Titel „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ festgehalten. Am Schluss der Unterrichtsreihe wird das so erstellte Plakat noch einmal reflektiert.

Verlaufsplanung

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	**Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler**	**Material Medien**
Sitzkreis **10 Minuten**	**Einstieg** Anknüpfen an die letzte Sequenz: LK: *Was habt ihr über Magneten herausgefunden?* Mögliche Reaktionen: • Ein Magnet zieht manche Sachen an und andere Sachen nicht. • Der Magnet zieht manche kleinen Sachen zu sich hin. • Bei manchen schweren Sachen, da geht der Magnet hin. • Der Magnet wirkt auch, wenn sich die Sachen nicht berühren. LK: *Ihr habt in der letzten Stunde wie Forscherinnen und Forscher gearbeitet. Was genau habt ihr getan?* Die Kinder reflektieren ihre Forschertätigkeit aus der letzten Stunde und beschreiben forschende Aktivitäten (z. B. eine Frage stellen, etwas untersuchen, beobachten / genau hinschauen, Beobachtungen dokumentieren durch Aufschreiben und Aufzeichnen, Ergebnisse formulieren). Die Lehrkraft hält die Ergebnisse auf dem Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ fest.	

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
		• Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“
	Impuls: Die Lehrkraft legt verschiedene Gegenstände in die Mitte. Die Kinder beschreiben die Gegenstände, benennen sie und vermuten, welche der Gegenstände angezogen werden. Sie überprüfen die Vermutungen mit Magneten und sortieren die Gegenstände in die Kategorien „ziehen sich an“ und „es passiert nichts“. Die Symbole →← für „ziehen sich an“ und – – für „es passiert nichts“ werden eingeführt. LK: *Können wir nun sagen, welche **Gegenstände** angezogen werden?* Die Lehrkraft legt die Begriffskarte „Gegenstand“ hin. Mögliche Reaktionen: • Nein, die Ketten liegen ja nicht beim selben Schild. • Nein, weil die Sachen aus was anderem sind. • An der einen Schüssel wird der Magnet angezogen, und an der anderen Schüssel wird er nicht angezogen. LK: *Es hängt also nicht vom **Gegenstand** ab, ob er vom Magneten angezogen wird. Woran liegt es dann?* Ggf. Impuls: Kinder vermuten lassen, woraus die Gegenstände im Sitzkreis bestehen bzw. gemacht sind.	• Gegenstände aus eisenhaltigem bzw. nicht eisenhaltigem Material: – 3 Ketten – 3 Ringe – 3 Schalen – 3 Fische – 3 Schrauben – 3 Röhrchen – 1 kleiner eckiger Stabmagnet • 2 Schilder mit Symbolen „ziehen sich an →←“ und „es passiert nichts – –“ • Begriffskarte „Gegenstand“
	Der Begriff *Material* wird eingeführt (das, woraus Dinge bestehen; Begriffskarte hinlegen). Einige im Klassenraum vorhandene Materialien werden beispielhaft bezeichnet (Holz, Eisen, Leder, Glas); die Kinder heften jeweils Karten mit den Materialbezeichnungen an die Gegenstände und nennen Beispiele von weiteren Gegenständen aus demselben Material. Unbekannte Materialien erläutert die Lehrkraft. Der Begriff *Kunststoff* wird als Fachbezeichnung für den umgangssprachlich verwendeten Begriff *Plastik* eingeführt. LK: *Manchmal bestehen Dinge auch aus mehreren unterschiedlichen Materialien, wie dieser Fisch* (besteht aus Pappe und Eisen). Die Kinder suchen weitere Gegenstände im Klassenzimmer, die aus mehreren unterschiedlichen Materialien bestehen und benennen jeweils die Materialien.	• Begriffskarte „Material“ • 10 Karten mit Bezeichnung verschiedener Materialien • Fisch aus Pappe mit Eisenring

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	**Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler**	**Material Medien**
Sitzkreis **10 Minuten**	**Orientierung/Aufgabenstellung** LK: *Wissen wir nun, was vom Magneten angezogen wird? Was müssen wir jetzt untersuchen?* Die Forscherfrage wird gemeinsam formuliert und notiert: **Welche Materialien zieht ein Magnet an, welche nicht?** LK: *Ihr sollt nun untersuchen, welche dieser Materialien vom Magneten angezogen werden* (Lehrkraft zeigt Materialquader, Materialien mit Aufschrift nach unten legen). *Überlegt zuerst, wie diese Materialien heißen.* Die Kinder bezeichnen die ihnen bekannten Materialien mit Namen und nennen Beispiele, wo sie verwendet werden. Die Lehrkraft legt die jeweilige Begriffskarte zum Quader. Sie erläutert unbekannte Materialien und legt die Begriffskarte dazu. LK: *Vermutet, welche dieser Materialien von einem Magneten angezogen werden, notiert eure Vermutung auf einem Arbeitsblatt und überprüft sie anschließend. Notiert dann das Ergebnis eurer Überprüfung.* Die Lehrkraft demonstriert das Vorgehen an einem Beispiel: • *Dieses Stück ist aus Holz.* • *Ich vermute: Holz wird nicht angezogen.* • *Auf dem Arbeitsblatt trage ich deshalb bei Holz zwei Striche ein.* • *Ich trage nun bei allen Materialien meine Vermutung ein.* • *Dann überprüfe ich jede Vermutung, indem ich versuche, das Stück mit dem Magneten hochzuheben.* • *Nach jedem getesteten Material trage ich meine Beobachtung in der Tabelle ein.* • *Falsche Vermutungen kreise ich ein* (zeigen). **Aufgabe** • Tragt auf dem Arbeitsblatt ein, bei welchen Materialien ihr vermutet, dass sie vom Magneten angezogen werden und bei welchen nicht. • Holt die Magneten und prüft eure Vermutung. • Tragt die Ergebnisse eurer Untersuchung auf dem Arbeitsblatt ein.	• Tafel • 8 beschriftete Quader aus verschiedenen Materialien (Set) • 8 Karten mit Materialbezeichnungen der Quader • 1 Quader aus Holz • AB „Forscherauftrag: Überprüfe, welche Materialien ein Magnet anzieht.“ • 1 kleiner eckiger Stabmagnet
Einzelarbeit **5 Minuten**	**Erarbeitung** Die Kinder tragen zunächst ihre Vermutungen in Einzelarbeit in das Arbeitsblatt ein. (Die Magneten erst danach austeilen!) Anschließend testen die Kinder die Materialien in acht Gruppen mit einem Magneten. Sie tragen die Ergebnisse in ihr Forscherbuch ein.	• Forscherbuch • AB „Forscherauftrag: Überprüfe, welche Materialien ein Magnet anzieht.“

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Gruppen-arbeit **10 Minuten**	Wenn die Kinder den Namen eines Materials nicht mehr wissen, können sie diesen bei den ausgelegten, beschrifteten Quadern nachsehen. Differenzierung: Knobelaufgabe (Euro-Münzen untersuchen) • Die Kinder prüfen, welche Euro-Münzen angezogen werden und recherchieren im Internet, woraus sie bestehen. Sie finden heraus, dass nicht nur eisenhaltige Münzen (1, 2 und 5 Cent) angezogen werden, sondern auch Münzen, die Nickel enthalten (1, 2 Euro). (Die Knobelaufgaben dienen der Anwendung und dem Transfer des Wissens.)	• je 8 Quader aus Aluminium, Eisen, Holz, Kork, Kunststoff, Kupfer, Messing, Pappe • 8 kleine eckige Stabmagneten • 8 beschriftete Quader aus verschiedenen Materialien (Set) • Knobelaufgabe • ggf. Euro-Münzen
Sitzkreis **10 Minuten**	**Reflexion** Die Lehrkraft legt die Symbolkarten „ziehen sich an →←“ und „es passiert nichts – –“ hin. Die Kinder benennen die getesteten Materialien und ordnen sie den Symbolen zu. Bei der Symbolkarte „ziehen sich an →←“ liegt nur das Eisenstück.  LK: *Was hat euch überrascht?* Mögliche Reaktionen: • Nur Eisen wird angezogen. • Aluminium sieht fast genauso aus und wird nicht angezogen. • Ich dachte, Messing wird auch angezogen.	• 2 Symbolkarten „ziehen sich an →←“ und „es passiert nichts – –“ • je ein beschrifteter Quader aus den verschiedenen Materialien
	Die Lehrkraft legt alle Metalle nebeneinander und fordert die Kinder auf, sie zu beschreiben. Sie erläutert den Oberbegriff *Metall* und den Begriff *Eisen* (die Begriffskarte jeweils hinlegen): LK: *Diese Materialien gehören alle zu den Metallen. Eines der Metalle heißt Eisen.* Metall *ist ein* ***Oberbegriff****, so wie der Begriff* Blumen*. Rosen sind Blumen, aber auch Tulpen sind Blumen. Kennt ihr weitere solche Beispiele?* Mögliche Reaktionen: • Brot, es gibt Graubrot und Weißbrot. • Obst, es gibt Äpfel und Birnen. • Gemüse, es gibt Rotkohl und …	• je ein Quader aus den verschiedenen Metallen • Begriffskarten „Metall“ und „Eisen“

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	**Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler**	**Material Medien**
	Ergebnis **Das Metall *Eisen* wird vom Magneten angezogen.** **Die anderen Materialien zieht der Magnet nicht an,** **auch nicht die anderen Metalle.**	• Tafel
	Die Kinder tragen das Ergebnis auf dem Arbeitsblatt ein. **Ergebnis der Differenzierung (Knobelaufgabe):** Kinder, die die Euro-Münzen untersucht haben, demonstrieren, welche Münzen angezogen werden. Sie berichten von ihrem Rechercheergebnis: Neben eisenhaltigen werden auch nickelhaltige Metalle angezogen. 1- und 2-Euro-Münzen enthalten Nickel, 1-, 2- und 5-Cent-Stücke sind eisenhaltig.	• Forscherbuch mit AB „Forscherauftrag: Überprüfe, welche Materialien ein Magnet anzieht.“ • ggf. Euro-Münzen

Materialien

Kursiv geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.
Sie befinden sich nicht in den Materialkisten für das Spiralcurriculum im Primarbereich.

Benötigtes Demonstrationsmaterial

✓	Stückzahl	Material
	1	Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“
	3	Ketten (Eisen, Plastik, Messing)
	3	Ringe (Kupfer, Plastik, Eisen)
	3	*Ähnliche Schalen oder andere Gegenstände aus verschiedenen Materialien (Glas, Eisen, Aluminium)*
	3	Fische (Holz, Moosgummi, Eisen)
	3	Schrauben (Eisen, Plastik, Messing)
	3	Röhrchen (Aluminium, Eisen, Glas)
	1	Kleiner eckiger Stabmagnet
	1	Fisch aus Pappe mit Eisenring
	Je ein	Beschrifteter Quader (Aluminium, Eisen, Holz, Kork, Kunststoff, Kupfer, Messing, Pappe)
	Einige	*Verschiedene im Klassenraum vorhandene Materialien*

Benötigtes Experimentiermaterial

✓	Stückzahl	Material
	8	Quader aus Aluminium
	8	Quader aus Eisen
	8	Quader aus Holz
	8	Quader aus Kork
	8	Quader aus Kunststoff
	8	Quader aus Kupfer
	8	Quader aus Messing
	8	Quader aus Pappe
	8	Kleine eckige Stabmagneten
	Ggf.	*Verschiedene Euro-Münzen für die Differenzierung*
	Ggf. 1	Kleiner eckiger Stabmagnet

Weitere Materialien

✓	Stückzahl	Material
	Je eine	Symbolkarte „ziehen sich an →← “ und „es passiert nichts – –“
	1	Begriffskarte „Gegenstand“
	1	Begriffskarte „Material“
	Je eine	Karte mit der Materialbezeichnung Glas, Papier, Holz, Leder, Kleiderstoff, Gold, Kunststoff, Aluminium, Pappe, Eisen (zum Anheften an Materialien im Klassenraum)
	Je eine	Karte mit Materialbezeichnung der Quader (Aluminium, Eisen, Holz, Kork, Kunststoff, Kupfer, Messing, Pappe) (zur Bezeichnung der Quader)
	1	Begriffskarte „Metall“
	1	Begriffskarte „Eisen“
	Schüleranzahl	AB „Forscherauftrag: Überprüfe, welche Materialien ein Magnet anzieht.“
	Schüleranzahl	Forscherbücher
	Ggf.	Knobelaufgaben

FORSCHERAUFTRAG

Überprüfe, welche Materialien ein Magnet anzieht

Kinder beim Überprüfen der Quader

Material:
Das Material wird **achtmal** zur Verfügung gestellt:
Pro Gruppe werden benötigt:
- 1 kleiner eckiger Stabmagnet
- je 1 Quader aus Aluminium, Eisen, Holz, Kork, Kunststoff, Kupfer, Messing, Pappe

Hilfestation:
8 beschriftete Quader aus Aluminium, Eisen, Holz, Kork, Kunststoff, Kupfer, Messing, Pappe

Organisation:
- Gruppenarbeit

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Mit Quadern aus unterschiedlichen Materialien sollen die Kinder gezielt herausfinden, auf welche Materialien ein Magnet wirkt. Gemeinsam werden die Materialien benannt und Beispiele aufgezählt, wo diese verwendet werden.
Die Kinder tragen zunächst bei jedem Material ihre Vermutungen in der Tabelle des Arbeitsblattes ein. Sie verwenden dazu die Zeichen „→←“ für ziehen sich an und „– –“ für es passiert nichts.
Erst danach erhalten sie die Materialquader, überprüfen mithilfe eines Stabmagneten, ob diese angezogen werden oder nicht, und notieren die Ergebnisse auf dem Arbeitsblatt. Sie vergleichen ihre Beobachtungen mit ihren Vermutungen.
In der Reflexion wird herausgearbeitet, dass von den getesteten Materialien nur Eisen angezogen wird bzw. nur Eisen den Magneten anzieht.
Abschließend wird *Metall* als Oberbegriff für *Eisen*, *Kupfer* usw. eingeführt.
In einer Knobelaufgabe (Differenzierung) können die Kinder herausfinden, dass auch einige Euro-Münzen von Magneten angezogen werden. Durch Recherchieren erfahren sie, dass die 1-, 2- und 5-Cent-Münzen Eisen, die 1- und 2-Euro-Münzen Nickel enthalten und dass auch Nickel von Magneten angezogen wird.

Hintergrund:

Der Begriff *Material* wird hier als Synonym für den Fachbegriff *Stoff* verwendet und bezieht sich auf die Substanz, aus der ein Gegenstand besteht oder hergestellt wird. Die beschrifteten Quader helfen den Kindern, die Materialien zu benennen. Die meisten Materialien werden vom Magneten nicht angezogen. Nur Eisen, Kobalt und Nickel sowie Mischungen, die einen dieser Stoffe enthalten, werden vom Magneten angezogen. Da Nickel und Kobalt im Alltag nur eine untergeordnete Rolle spielen, wird nur darauf eingegangen, wenn Kinder das von sich aus einbringen bzw. wenn sie bei der Arbeit an der Knobelaufgabe herausgefunden haben, dass die nickelhaltigen Euro-Münzen ebenfalls angezogen werden.

Erkenntnis für die Kinder:

Der Magnet zieht Eisen an und Eisen zieht den Magneten an. Die anderen Materialien zieht der Magnet nicht an, auch nicht die anderen Metalle. (Differenzierung: Auch Dinge, die Nickel enthalten, werden von Magneten angezogen oder ziehen den Magneten an.)

Gegenstand

Material

Metall

Eisen

Karten mit Materialbezeichnungen zum Anheften an Materialien im Klassenraum

Glas

Papier

Holz

Leder

Kleiderstoff

Karten mit Materialbezeichnungen zum Anheften an Materialien im Klassenraum

Gold

Kunststoff

Aluminium

Pappe

Eisen

Karten mit Materialbezeichnung der Quader

Aluminium

Eisen

Holz

Kork

Karten mit Materialbezeichnung der Quader

Kunststoff

Kupfer

Messing

Pappe

FORSCHERAUFTRAG

Überprüfe, welche Materialien ein Magnet anzieht

Nutze diese Zeichen:
ziehen sich an → ←
es passiert nichts — —

Vermutung		Mein Ergebnis	
Holz	Magnet	Holz	Magnet
Kork	Magnet	Kork	Magnet
Pappe	Magnet	Pappe	Magnet
Kunststoff	Magnet	Kunststoff	Magnet
Messing	Magnet	Messing	Magnet
Aluminium	Magnet	Aluminium	Magnet
Kupfer	Magnet	Kupfer	Magnet
Eisen	Magnet	Eisen	Magnet

Ergebnis:

KNOBELAUFGABE

Gegenstände sortieren

Die Gegenstände auf den Bildern bestehen aus unterschiedlichen Materialien.

1. Kreise die Teile aus Holz mit grüner Farbe ein.
   Kreise die Teile aus Eisen mit roter Farbe ein.
   Kreise die Teile aus Kunststoff mit blauer Farbe ein.

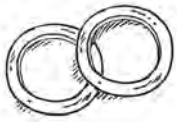
2. Welche Teile ziehen einen Magneten an? Kreuze diese an.

3. Vergleiche mit deiner Nachbarin oder deinem Nachbarn.

KNOBELAUFGABE

Der Ehering

Herr und Frau Meyer möchten heiraten.
Sie kaufen goldene Ringe
in einem Schmuckgeschäft.
Der Verkäufer sagt:
„Die Ringe sind ganz aus Gold.“



Am nächsten Tag bringt Herr Meyer
die Ringe zurück ins Geschäft.
Er ist sehr wütend: „Sie haben mich betrogen,
die Ringe sind gar nicht aus Gold.“

Hast du eine Idee?
Schreibe auf, wie Herr Meyer das herausgefunden hat.

Begründe deine Antwort:

KNOBELAUFGABE

Das Puppenhaus

Die Tür von Mias Puppenhaus lässt sich nicht richtig schließen.
Mia möchte etwas anbringen, damit die Tür ganz schließt.
Die Puppenhaustür ist so klein, dass man kein richtiges Schloss einbauen kann.

Mias Bruder Jonas schlägt vor:
„Versuche es doch mit einem Magneten!“

Mia überlegt:
„Wie soll ich das machen?“

Kannst du helfen?
Überlege zunächst, was Mia braucht.
Zeichne dann einen Plan.

Mia braucht:

Mein Plan:

KNOBELAUFGABE

Werden Euro-Münzen von Magneten angezogen?

Kreuze bei jeder Euro-Münze an, was du vermutest.
Prüfe anschließend mit dem Magneten.

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

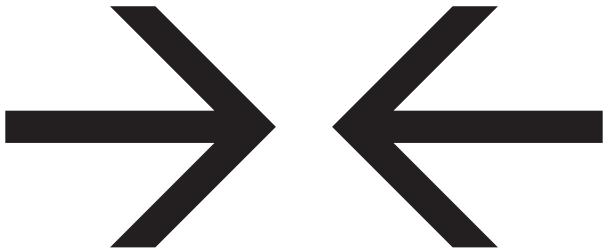
Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Mache einen Kreis um die Münzen, die dich überrascht haben.
Suche im Internet nach Angaben, woraus diese Euro-Münzen gemacht sind. Notiere das Ergebnis auf der Rückseite.
Dass Eisen von Magneten angezogen wird, weißt du ja schon.
Welches andere Material wird auch angezogen?

ziehen sich an



es passiert nichts

Sequenz 3: Zieht ein Magnet überall gleich stark an?

Zeitrahmen: 45 Minuten

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Zugehöriges Wissen
Die Schülerinnen und Schüler …	
• geben an, dass Magneten nicht an allen Stellen gleich stark anziehen und bezeichnen die Stellen stärkster Anziehung als Pole (IK 3).	Der (im Unterricht verwendete) Stabmagnet zieht an den beiden Enden am stärksten an. Die Stellen mit der stärksten Anziehung heißen Pole.
Prozessbezogene Kompetenzen	**Angestrebtes Wissen**
Die Schülerinnen und Schüler …	
• formulieren eine spezifische Frage (PK 1), entwerfen gemeinsam mit der Lehrkraft einen einfachen Versuch zur Beantwortung der formulierten Frage, überlegen Arbeitsschritte zur Realisierung (PK 4) und führen diesen durch (PK 5).	Fragen können beantwortet werden, indem ein Versuch geplant und durchgeführt wird.
• ziehen Schlussfolgerungen im Sinne der Beantwortung einer Frage (PK 10).	Aus einem Versuch gewonnene Daten können zur Beantwortung einer Frage genutzt werden.
• dokumentieren eine Untersuchung durch Sprache und Zeichnung auf Arbeitsblättern mit vorgegebener Struktur (PK 8).	Das Dokumentieren von Beobachtungen und Ergebnissen ist wichtig, um diese zu sichern und mitteilen zu können. Texte und Bilder können sich ergänzen.

Kurzbeschreibung der Stunde:

Die Kinder hängen Büroklammerketten an unterschiedlichen Stellen an den Stabmagneten. Sie beobachten, dass an den Enden des Stabmagneten die längsten Ketten angehängt werden können und die Ketten zur Mitte hin kürzer werden. Sie finden so heraus, dass der Stabmagnet an den Enden am stärksten anzieht. Dieses Ergebnis halten die Kinder in einer Zeichnung fest.
Die Lehrkraft führt den Begriff *Pole* für die Stellen stärkster Anziehung ein. Mit dem Eintauchen eines Magneten in Eisenspäne und einer Eisenpulverdose erfolgt ein Transfer.

Organisatorische Hinweise:

Das Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ aus der letzten Sequenz wird weiter ergänzt.
Der Ständer mit dem Stabmagneten sollte an den Rand eines Tisches gestellt werden, da die recht langen Büroklammerketten so frei nach unten hängen können.

Verlaufsplanung

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Theaterkreis **5 Minuten**	**Einstieg** Die Forschertätigkeiten aus der letzten Sequenz werden reflektiert und ggf. auf dem Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ ergänzt (sortieren/ordnen, vermuten, einen Versuch durchführen, Vermutungen überprüfen, Ergebnisse formulieren, eine Frage beantworten, Symbole nutzen …). Impuls: Die Lehrkraft stellt den an einem Ständer befestigten Stabmagneten und die Büroklammern auf einen Tisch. LK: *Was passiert mit den Büroklammern, wenn ich sie an den Magneten halte?* Mögliche Reaktion: • Die kann man daran hängen. • Die halten fest, weil sie aus Eisen sind. Die Kinder prüfen ihre Vermutung und hängen Büroklammern an den Magneten. Sie beobachten, dass die Klammern manchmal auch untereinander hängenbleiben und dass einige Klammern herunterfallen, je nachdem, an welcher Stelle sie angehängt werden. Sie stellen fest, dass es sehr darauf ankommt, wo man die Büroklammern hinhält. Gemeinsam wird die Forscherfrage formuliert: **Wo zieht ein Magnet am stärksten an?**	• Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ • Ständer mit großem rundem Stabmagneten • viele Büroklammern
Sitzkreis **20 Minuten**	**Erarbeitung** LK: *Wie können wir genau herausfinden, wo der Magnet am stärksten anzieht?* Mögliche Reaktion: • Prüfen, wo am meisten Büroklammern hängenbleiben. • Büroklammern anhängen und ausprobieren. Die Lehrkraft gibt den Tipp, die Büroklammern zu unterschiedlich langen Ketten aneinander zu hängen, um genau feststellen zu können, wo die meisten Klammern hängen bleiben. Die Kinder verhaken die Büroklammern ineinander und hängen die Ketten an unterschiedliche Stellen des Magneten. Sie beobachten, ob und wo die Ketten halten. Mögliche Impulse: • Wo können die längsten Ketten angehängt werden? • Können weiter innen auch Ketten angehängt werden? Wie viele Büroklammern hält der Magnet da?	• Ständer mit großem rundem Stabmagneten • viele Büroklammern

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	**Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler**	**Material Medien**
	Tipp: Der Platz bis zum Boden reicht nicht aus, um die an den Enden des Magneten angebrachten Ketten so lang wie möglich zu machen. Wenn die Kinder unbedingt prüfen wollen, wie viele Klammern die Ketten an den Enden tragen können, können die Kinder weitere Klammerketten in das erste Klammerglied am Magneten einhängen. Die dafür benötigte Zeit sollte eingerechnet werden.	
Frontal **5 Minuten**	**Reflexion** LK: *Wie lautet die Antwort auf unsere Forscherfrage?* Mögliche Reaktionen: • Die längsten Ketten halten an den beiden Enden. Bis zum Boden! • In der Mitte halten gar keine. Und daneben nur wenige. • Je weiter wir zur Mitte gehen, desto weniger halten. LK: *Es gibt also Stellen, an denen der Magnet am stärksten anzieht. Wir nennen diese Stellen „Pole“. Bei diesem Stabmagneten (so nennt man diesen Magneten) befinden sich die Pole an den beiden Enden.*	• Ständer mit großem rundem Stabmagneten und Ketten aus Büroklammern
	Ergebnis **Unser Stabmagnet zieht an den beiden Enden am stärksten an. Die Stellen mit der stärksten Anziehung nennt man <u>Pole</u>.**	• Tafel
	Die Kinder zeichnen den Versuch in ihr Forscherbuch, kennzeichnen die Pole und notieren das Ergebnis.	• Forscherbuch, ggf. leere Seite

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Frontal **15 Minuten**	**Transfer** Die Lehrkraft zeigt eine Dose mit Eisenspänen (sehr kleine Eisenstücke). LK: *Was wird passieren, wenn ich diesen Stabmagneten in die Eisenspäne tauche? Wo wird er vermutlich die meisten Späne anziehen? Besprecht eure Vermutung mit eurer Partnerin/eurem Partner und notiert sie auf dem Arbeitsblatt.* Ein Kind taucht den Magneten in die Eisenspäne. Jedes Kind zeichnet seine Beobachtung auf.	• Dose mit Eisenspänen • großer eckiger Stabmagnet • Forscherbuch • AB „Wo zieht der Stabmagnet die meisten Eisenspäne an?“
	Kinder, die fertig sind, können mit der Eisenpulverdose arbeiten. (Kleinen eckigen Stabmagneten darunter halten; die stärkere Anziehung an den Polen wird sichtbar.) Die Eisenpulverdose, ein Magnet sowie der Ständer mit dem Stabmagneten und den Büroklammerketten können den Kindern nach dem Unterricht an einem Forschertisch für die Freiarbeit zur Verfügung gestellt werden.	• Dose mit Eisenpulver • kleiner eckiger Stabmagnet • Ständer mit großem rundem Stabmagneten und Ketten

Materialien

Benötigtes Demonstrationsmaterial

✓	Stückzahl	Material
	1	Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ (aus vorangegangener Stunde)
	1	Ständer mit Rundholz und Wäscheklammer zur Befestigung des großen runden Stabmagneten (vgl. Versuchsbeschreibung)
	1	Großer runder Stabmagnet
	Viele	Büroklammern
	1	Dose mit Eisenspänen
	1	Großer eckiger Stabmagnet
	1	Dose mit Eisenpulver
	1	Kleiner eckiger Stabmagnet

Weitere Materialien

✓	Stückzahl	Material
	Schüleranzahl	AB „Wo zieht der Stabmagnet die meisten Eisenspäne an?“
	Schüleranzahl	Forscherbücher
	Ggf.	Knobelaufgabe

VERSUCHSBESCHREIBUNG 1

Büroklammerketten

Die Kinder verhaken Büroklammern zu unterschiedlich langen Ketten und hängen diese an den runden Stabmagneten. Sie überprüfen, an welchen Stellen des Magneten die längsten Ketten hängenbleiben und wie lang diese sein können.

Material:
- 1 Ständer mit Rundholz und Wäscheklammer
- 1 großer runder Stabmagnet
- viele Büroklammern

Organisation:
- gemeinsamer Versuch
- Gesprächskreis

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Kinder hängen zunächst einzelne, lose Büroklammern an den Stabmagneten. So lassen sich nur schwer Ketten bilden. Wenn die Kinder nicht selbst auf die Idee kommen, gibt die Lehrkraft den Impuls, die Klammern ineinander zu verhaken. Die Kinder hängen die so entstandenen, unterschiedlich langen Ketten an den Stabmagneten. Sie prüfen jeweils, an welcher Stelle des Stabmagneten die Ketten gerade noch halten.

Hintergrund:

Werden die Büroklammern nicht ineinander verhakt, halten sie nur wegen der Durchwirkung (Influenz) aneinander. Es wird also nicht nur gemessen, wie stark die Anziehung an dieser Stelle ist, sondern vor allem, wie gut die Büroklammern die magnetische Wirkung weitergeben. Werden die Klammern verhakt, wirkt der Magnet auf die oberste Klammer, die das ganze Gewicht trägt. In der Mitte des Stabmagneten ist die magnetische Wirkung am schwächsten. Die Ketten können gegen die Enden hin auf beiden Seiten immer länger bzw. schwerer gemacht werden. Der Ständer sollte an eine Tischkante gestellt werden, sodass die Ketten bis zum Boden hinunter hängen können. Für die an den Enden des Stabmagneten angebrachten Ketten reicht der Platz bis zum Boden nicht einmal aus, weil die Ketten dort sehr lang sein können.

Erkenntnis für die Kinder:

Der runde Stabmagnet hält an den beiden Enden die längsten Büroklammerketten. In der Mitte des Magneten können nur sehr kurze Ketten oder einzelne Büroklammern angehängt werden. Die Anziehung ist also an den Enden stärker als in der Mitte.

VERSUCHSBESCHREIBUNG 2

Eisenspäneversuch

Material:
- 1 Dose mit Eisenspänen
- 1 großer eckiger Stabmagnet

Organisation:
- Demonstrationsversuch

Die Kinder beobachten, wo der Stabmagnet am meisten Eisenspäne anzieht.

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Lehrkraft zeigt den Kindern den Stabmagneten und die Dose mit den Eisenspänen. Die Kinder vermuten, an welchen Stellen der Magnet die meisten Eisenspäne anzieht. Sie zeichnen ihre Vermutung auf dem Arbeitsblatt ein. Ein Kind taucht den Stabmagneten vollständig in die Späne und hält ihn anschließend hoch, sodass alle sehen können, wo die Eisenspäne angezogen werden. Der Begriff *Pol* wird wiederholt.
Die Kinder zeichnen ihre Beobachtungen auf und vergleichen mit ihren Vermutungen.

Hintergrund:

Die magnetische Wirkung des Stabmagneten ist an den Polen – ganz in der Nähe der beiden Enden – am stärksten. Dort bleiben die größten *Eisenbärte* hängen.

Erkenntnis für die Kinder:

Unser Stabmagnet zieht an den beiden Enden am stärksten an. Zur Mitte hin wird die Anziehung schwächer. Die Stellen mit der stärksten magnetischen Wirkung heißen Pole.

Wo zieht der Stabmagnet die meisten Eisenspäne an?

Zeichne deine Vermutung:

Beobachtung:

Ergebnis:

KNOBELAUFGABE

Nägel „fischen“

In einer Dose mit Sand sind Eisennägel vergraben. Mira möchte sie mit einem starken Stabmagneten herausfischen, ohne den Sand zu berühren. Sie hält den Stabmagneten dazu flach über den Sand und dreht ihn einmal herum. Nur wenige Nägel springen heraus.

Lucas sagt: Du musst den Magneten anders halten und anders bewegen!

Was soll Mira tun?

Zeichne und beschreibe, wie Mira den starken Stabmagneten halten und bewegen soll.

Begründe:

Sequenz 4: Wo liegen die Pole bei verschiedenen Magneten?

Zeitrahmen: 45 Minuten

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Zugehöriges Wissen
Die Schülerinnen und Schüler …	
• unterscheiden verschiedene Magnetformen und benennen diese (IK 2).	Magneten gibt es in unterschiedlichen Formen. Sie haben je nach Form unterschiedliche Bezeichnungen.
• geben an, dass die untersuchten Magneten nicht an allen Stellen gleich stark anziehen und bezeichnen die Stellen stärkster Anziehung als Pole (IK 3).	Alle untersuchten Magneten haben Pole, an denen sie am stärksten anziehen – diese lassen sich lokalisieren.
Prozessbezogene Kompetenzen	**Angestrebtes Wissen**
Die Schülerinnen und Schüler …	
• entwerfen selbst einen einfachen Versuch zur Beantwortung einer Frage und überlegen Arbeitsschritte zur Realisierung (PK 4).	Versuche müssen so geplant werden, dass eine Beantwortung der Ausgangsfrage möglich ist; nicht alle Pläne lassen sich mit den jeweils vorhandenen Mitteln realisieren.
• führen einen einfachen Versuch durch (PK 5) und beobachten zielgerichtet (PK 6).	Bei der Durchführung eines Versuchs muss der Versuchsplan möglichst sorgfältig umgesetzt werden. Fokussiertes Beobachten ist wichtig, um zuverlässige Daten zu erhalten und damit die Frage beantworten zu können.
• ziehen Schlussfolgerungen im Sinne der Beantwortung einer Frage (PK 10).	Aus einem Versuch gewonnene Daten können zur Beantwortung einer Frage genutzt werden.
• entwickeln und nutzen Symbole zur Dokumentation (PK 8).	Symbole ermöglichen eine vereinfachte Darstellung.
• dokumentieren eine Untersuchung durch Sprache und Zeichnung auf Arbeitsblättern mit vorgegebener Struktur (PK 8).	Das Dokumentieren von Beobachtungen und Ergebnissen ist wichtig, um diese zu sichern und mitteilen zu können. Texte und Bilder können sich ergänzen.

Kurzbeschreibung der Stunde:

In einem Demonstrationsversuch vermuten die Kinder zunächst, wo die Pole des kleinen eckigen Stabmagneten liegen könnten. Die Vermutungen werden mit einem Demonstrationsversuch überprüft. Anschließend überlegen die Kinder, wie sie herausfinden können, wo sich die Pole bei anderen, unterschiedlich aussehenden Magneten befinden. Sie entwerfen Pläne für das eigene Vorgehen. Mit vorhandenen Materialien werden realisierbare Vorschläge demonstriert und besprochen. Die verschiedenen Magneten werden von den Kindern an Stationen entsprechend untersucht. Die Kinder werden ermuntert, während der Arbeit an den Stationen immer wieder mit ihrer Partnerin/ihrem Partner über Vermutungen, Beobachtungen und Ergebnisse zu sprechen. Die Ergebnisse ihrer Untersuchung halten sie zeichnerisch fest.

Der Begriff *Pol* für die Stellen stärkster Anziehung wird vertieft. Zum Abschluss haben die Kinder Gelegenheit, die Wirkung von Magneten auf Eisenpulver (in einer geschlossenen Dose) zu beobachten.

Organisatorische Hinweise:

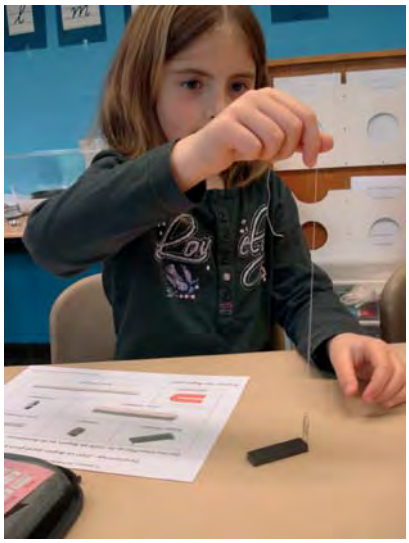
Das Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ wird ggf. mit neuen Tätigkeiten aus der letzten Sequenz ergänzt.
Wenn das Eisenplättchen auf der Styroporscheibe zu lange am Magneten haftet, wird es magnetisiert und deshalb anschließend nur noch von einem Pol des Magneten angezogen. Darum sollte darauf geachtet werden, dass das Eisenplättchen zu Beginn des Unterrichts nicht magnetisiert ist (z. B. durch mehrfaches Aufschlagen des Eisen-

plättchens auf einen Tisch). Dies sollte wiederholt werden, falls das Eisenplättchen auf der Styroporscheibe durch den Magneten am Rand des Wasserbeckens magnetisiert wurde. Außerdem ist es sinnvoll, das Styropor samt Eisenplättchen zwischendurch auf dem Wasser zu drehen.

Verlaufsplanung

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	**Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler**	**Material Medien**
Sitzkreis **5 Minuten**	**Einstieg** Die Forschertätigkeiten aus der letzten Sequenz werden reflektiert und ggf. auf dem Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ ergänzt (z. B. Vermutungen und Beobachtungen aufzeichnen, Ergebnis aufschreiben). Impuls: Die Lehrkraft stellt ein Becken mit Wasser und einem am Rand angehängten Magneten in die Mitte. Auf dem Wasser schwimmt eine Styroporscheibe mit einem darin steckenden Eisenplättchen. Die Kinder beschreiben, was sie sehen: Der Magnet wird am Rand durch die Eisenplatte gehalten; in der schwimmenden Styroporscheibe befindet sich ein Stück Eisen. LK: *Wohin wird sich die Styroporscheibe mit dem Eisenplättchen bewegen, wenn ich ihn in die Nähe des kleinen, eckigen Stabmagneten bringe?* Mögliche Reaktionen: • Zu dem einen oder dem anderen Pol. • Zum Pol, weil die Pole am stärksten anziehen. • Der hat vielleicht auch die Pole an den Enden. Dann müsste die Styroporscheibe zu den Enden schwimmen. Einzelne Kinder stoßen nacheinander die Styroporscheibe an. Das Verhalten des Eisenplättchens wird jeweils beobachtet.	• Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ • Wasserbecken (mit Wasser) • 1 kleiner eckiger Stabmagnet • gebogenes Blech aus Eisen am Rand des Wasserbeckens (zum Befestigen des Stabmagneten) • Styroporscheibe mit Eisenplättchen

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	Ergebnis **Das Eisenplättchen wird <u>immer</u> zu den Enden des kleinen eckigen Stabmagneten gezogen. Dort zieht dieser also am stärksten an. Die Pole müssen deshalb an den Enden liegen.** Ggf. können Kinder, die in der letzten Sequenz den kleinen eckigen Stabmagneten unter die Dose mit Eisenpulver gehalten haben, dieses hier für alle noch einmal demonstrieren.	• ggf. Dose mit Eisenpulver • ggf. kleiner eckiger Stabmagnet
Sitzkreis **10 Minuten**	**Orientierung/Aufgabenstellung** Die Lehrkraft zeigt verschiedene Arten von Magneten: runder Stabmagnet, eckiger Stabmagnet, Hufeisenmagnet, Ringmagnet, Scheibenmagnet. Die Kinder benennen sie; die Lehrkraft korrigiert, falls notwendig. Der Hufeisenmagnet ist in der Regel bekannt, den Ringmagneten kennen die Kinder aus Sequenz 1. Die Lehrkraft legt die entsprechenden Begriffskarten zu den Magneten. LK: *Haben alle diese Magneten auch Pole? Und wo befinden sich diese? Diese Fragen sollt ihr in dieser Stunde beantworten.* (Die beiden Fragen ggf. an der Tafel notieren; Kinder erhalten Gelegenheit, ihre Vermutungen zu äußern.) LK: *Wie könnt ihr das herausfinden?* Die Kinder planen die Untersuchung. Sie überlegen, wie sie Antworten auf die Fragen finden können und welches Material sie dazu benötigen. Nicht alle Vorschläge der Kinder werden sich realisieren lassen, weil das benötigte Material u. U. fehlt, die Untersuchung zu aufwändig ist usw. Das sollte mit den Kindern diskutiert werden. Mit vorhandenen Materialien werden realisierbare Vorschläge demonstriert (z. B.: ein kleines Stück Eisen, wie eine Büroklammer oder eine Stecknadel, an einen Bindfaden hängen; ein kleines Eisenteil mit einem Stift oder einem Lineal in die Nähe des Magneten schieben; einen Magneten an den Rand des Wasserbeckens hängen und die Styroporscheibe mit Eisenplättchen in seine Richtung schieben; davon ist allerdings nur eines vorhanden!). Um das zielgerichtete Beobachten zu üben, fragt die Lehrkraft die Kinder, worauf es bei der Beobachtung ankommt (Fokus: Herausfinden, wohin sich die Nadel, die Büroklammer bewegt).	• verschiedene Arten von Magneten: – 1 mittelgroßer runder Stabmagnet – 1 kleiner eckiger Stabmagnet – 1 Hufeisenmagnet – 1 Ringmagnet – 1 großer Scheibenmagnet • 5 Begriffskarten mit Bezeichnungen der Magneten • ggf. Tafel • ggf. Büroklammern • ggf. Stecknadeln • ggf. Bindfaden • ggf. Lineal

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	**Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler**	**Material Medien**
	Aufgabe • Ihr habt euch überlegt, wie ihr vorgehen möchtet. Wiederholt die Untersuchung bei jedem Magneten mehrmals. • Sprecht mit eurer Partnerin/eurem Partner über eure Vermutungen, Beobachtungen und Ergebnisse. • Notiert das Ergebnis eurer Beobachtung auf dem Arbeitsblatt. Die Lehrkraft bittet die Kinder um Vorschläge für das Dokumentieren der Ergebnisse (Demonstration an der Tafel: z. B. Pole einkreisen, Stellen mit Pfeilen kennzeichnen, farbig markieren usw.). Ein Kind zeigt das beabsichtigte Vorgehen mit dem kleinen eckigen Stabmagneten; die anderen kontrollieren. Hinweis der Lehrkraft: *Bei der Arbeit müsst ihr aufpassen, dass die verschiedenen Magneten nicht zu nahe beieinander liegen. Euer Eisen könnte sonst vom falschen Magneten angezogen werden!*	• AB „Magneten untersuchen (I)“ • Tafel • 1 kleiner eckiger Stabmagnet
Partnerarbeit **20 Minuten**	**Erarbeitung** Kinder arbeiten an Stationen, an denen jeweils ein Magnet liegt (die Magneten müssen genügend weit voneinander entfernt liegen). Insgesamt können zeitgleich 16 Magneten untersucht werden. Die Kinder arbeiten zu zweit. Sie helfen sich gegenseitig; die Lehrkraft steht für Fragen zur Verfügung. 	• Materialien für die Stationen: – 4 kleine eckige Stabmagneten – 4 Ringmagneten – 4 mittelgroße runde Stabmagneten – 2 Hufeisenmagneten – 2 große Scheibenmagneten – Je nach Ideen der Kinder: Büroklammern, Stecknadeln, Fäden • ggf. weitere Materialien • Forscherbuch mit AB „Magneten untersuchen (I)“

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Sitzkreis **5 Minuten**	**Reflexion** Die Kinder kommen mit ihren Arbeitsblättern in den Sitzkreis und berichten von ihren Ergebnissen. Schwierigkeiten bei der Untersuchung und beim Notieren werden besprochen. **Ergebnis** **Beim Hufeisenmagneten, dem eckigen Stabmagneten und dem runden Stabmagneten befinden sich die Pole an den Enden. Beim Ringmagneten und dem Scheibenmagneten sind die Pole oben und unten.** **Mögliche Tafelanschrift** **Auch andere Magneten haben Pole, wo sie am stärksten anziehen. Man kann einem Magneten nicht ansehen, wo seine Pole sind.** Kinder notieren das Ergebnis auf dem Arbeitsblatt in ihrem Forscherbuch.	• Forscherbuch mit AB „Magneten untersuchen (I)“ • Magneten wie oben • Tafel • Forscherbuch mit AB „Magneten untersuchen (I)“

Materialien

Kursiv geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.
Sie befinden sich nicht in den Materialkisten für das Spiralcurriculum im Primarbereich.

Benötigtes Demonstrationsmaterial

✓	Stückzahl	Material
	1	Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ (aus vorangegangenen Stunden)
	1	Wasserbecken (mit Wasser)
	1	Kleiner eckiger Stabmagnet
	1	Gebogenes Blech aus Eisen am Rand des Wasserbeckens (zum Befestigen des kleinen eckigen Stabmagneten)
	1	Styroporscheibe mit Eisenplättchen
	1	Mittelgroßer runder Stabmagnet
	1	Hufeisenmagnet
	1	Ringmagnet
	1	Großer Scheibenmagnet
	Ggf.	Büroklammern
	Ggf.	Stecknadeln
	Ggf.	*Bindfaden*
	Ggf.	*Weitere Materialien*
	Ggf.	Dose mit Eisenpulver

Benötigtes Experimentiermaterial

✓	Stückzahl	Material
	4	Kleine eckige Stabmagneten
	4	Ringmagneten
	4	Mittelgroße runde Stabmagneten
	2	Hufeisenmagneten
	2	Große Scheibenmagneten
	Schüleranzahl	Büroklammern (je eine für ein Kind) (oder: Stecknadeln)
	1	*Spule Garn (für „Büroklammer/Stecknadel am Faden“)*
	Ggf.	Lineale *oder andere Gegenstände (falls von den Kindern gewählt)*

Weitere Materialien

✓	Stückzahl	Material
	5	Begriffskarten mit Bezeichnungen der Magneten (Hufeisenmagnet, eckiger Stabmagnet, runder Stabmagnet, Scheibenmagnet, Ringmagnet)
	Schüleranzahl	Forscherbücher und AB „Magneten untersuchen (I)“
	Ggf.	Knobelaufgabe

VERSUCHSBESCHREIBUNG 1

Schwimmendes Eisenplättchen

Die Kinder stoßen das schwimmende Eisenplättchen vorsichtig an. Sie können beobachten, dass es immer zu einem der beiden Pole des Stabmagneten gezogen wird.

Material:
- 1 kleiner eckiger Stabmagnet
- 1 gebogenes Blech aus Eisen (für Wasserbecken), innen am Rand des Beckens befestigt
- 1 Styroporscheibe mit Eisenplättchen
- 1 Wasserbecken (mit Wasser)

Organisation:
- gemeinsamer Versuch
- Gesprächskreis
- Versuch wird durch verschiedene Kinder mehrmals wiederholt
- Der Wasserstand muss so gewählt werden, dass das Eisenplättchen vom Magneten angezogen werden kann.

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Kinder vermuten zunächst, wohin das Styropor mit dem Eisenplättchen schwimmt, wenn man es leicht in Richtung des Magneten schubst. Anschließend überprüfen sie ihre Vermutung.

Hintergrund:

Der Stabmagnet zieht an den Polen am stärksten an. Das Eisenplättchen wird also immer gegen das eine oder andere Ende des Magneten gezogen.
Wenn das Eisenplättchen auf der Styroporscheibe zu lange am Magneten haftet, wird es magnetisiert und deshalb anschließend nur noch von einem Pol des Magneten angezogen.

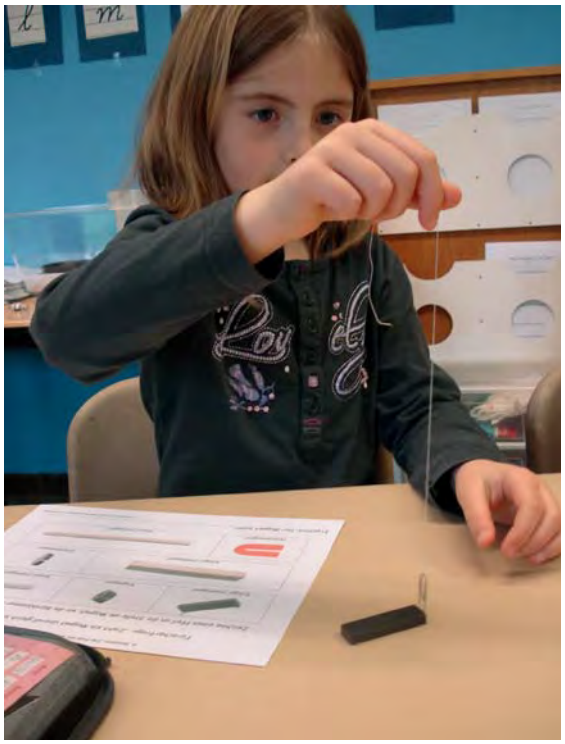
Darum sollte darauf geachtet werden, dass das Eisenplättchen zu Beginn des Unterrichts nicht magnetisiert ist, z. B. durch mehrfaches Aufschlagen des Eisenplättchens auf einen Tisch. Dies sollte wiederholt werden, falls das Eisenplättchen auf der Styroporscheibe durch den Magneten am Wasserbecken magnetisiert wurde. Außerdem ist es sinnvoll, das Styropor samt Eisenplättchen zwischendurch auf dem Wasser zu drehen.

Erkenntnis für die Kinder:

Das Eisenplättchen wird immer zu den Enden des Stabmagneten gezogen. Dort befinden sich die Pole.

VERSUCHSBESCHREIBUNG 2

Die Pole suchen



Material:
- 4 kleine eckige Stabmagneten
- 2 große Scheibenmagneten
- 4 Ringmagneten
- 4 mittelgroße runde Stabmagneten
- 2 Hufeisenmagneten
- Büroklammern, Stecknadeln o. Ä.
- 1 Spule Garn
- ggf. weitere von den Kindern benötigte Materialien

Organisation:
- Partnerarbeit
- Stationsarbeit (16 Stationen, mehrere mehrfach aufgebaut): Die Magneten liegen auf Tischen verteilt im Klassenraum. Der Abstand der einzelnen Magneten muss so groß sein, dass sie nicht aufeinander wirken.

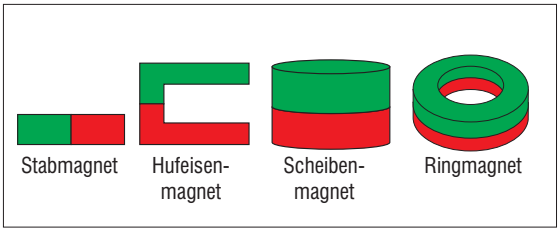
Die Kinder untersuchen an Stationen, ob auch die anderen Magneten Pole haben und wo sich diese befinden.

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Kinder arbeiten an Stationen, an denen jeweils ein Magnet untersucht wird (insgesamt fünf verschiedene Magnetformen). Sie führen einen eisenhaltigen, leichten Gegenstand in die Nähe des Magneten (Büroklammer oder Stecknadel o. Ä. am Bindfaden leicht hin und her bewegen; einen eisenhaltigen Gegenstand in die Nähe schieben usw.) und beobachten, wohin er sich bewegt. Die Kinder zeichnen ihre Beobachtungen auf. Möglichkeiten für Symbole wurden zuvor erarbeitet. Die Lehrkraft unterstützt die Kinder ggf. bei der Notation.

Hintergrund:

Jeder Magnet hat (mindestens) zwei Pole. Je nachdem, wie das Material magnetisiert wurde, befinden sich die Pole bei äußerlich gleich aussehenden Magneten möglicherweise an unterschiedlichen Stellen (vgl. Kap. 4.1, Fachlicher Hintergrund). Bei den von den Kindern untersuchten Stabmagneten befinden sich die Pole jeweils an den langen Enden, beim Ring- und Scheibenmagneten oben und unten, beim Hufeisenmagneten an den beiden Enden.



Die Hälften der Magneten, an deren Ende sich die Pole befinden, sind rot bzw. grün markiert.

Erkenntnis für die Kinder:

Alle Magneten haben mindestens zwei Stellen, an denen die anziehende Wirkung am stärksten ist. Diese Stellen heißen Pole. Beim geprüften Hufeisenmagneten und beim Stabmagneten sind die Pole an den Enden, bei den geprüften Ring- und Scheibenmagneten unten und oben.

Hufeisenmagnet

eckiger Stabmagnet

Scheibenmagnet

runder Stabmagnet

Ringmagnet

Magneten untersuchen (I)

Forscherfrage: _____

Zeichne ein, wo die Pole liegen.

eckiger Stabmagnet

Ringmagnet

Scheibenmagnet

runder Stabmagnet

Hufeisenmagnet

Erinnerst du dich noch, wo die Pole dieser Magneten sind?

Zeichne ein.

großer eckiger Stabmagnet

großer runder Stabmagnet

Ergebnis:

KNOBELAUFGABE

Magnetspiele

Tim und Mia haben sich verschiedene Magnetspiele ausgedacht. Nun überlegen sie, welche Magneten sie für welches Spiel verwenden könnten.

Kannst du ihnen helfen?

Mia und Tim haben folgende Magneten:

Stabmagnet

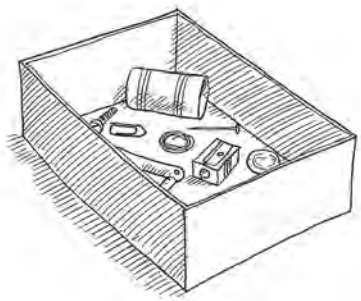
Scheibenmagnet

Ringmagnet

Hufeisenmagnet

Wähle einen Magneten für jedes Spiel und zeichne ihn ein. Begründe jeweils, warum du diesen Magneten gewählt hast.

Alteisentrennung

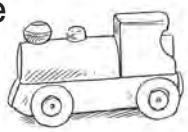


Begründung:

Mäuse bewegen

Begründung:

Lokomotive



Begründung:

Sequenz 5: Wie reagieren Magneten aufeinander?

Zeitrahmen: 90 Minuten

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Zugehöriges Wissen
Die Schülerinnen und Schüler …	
• beschreiben, dass sich zwei Magneten nicht nur anziehen, sondern auch abstoßen können (Anknüpfung Elementarbereich, IK 5), dass die Wirkung an den Polen am stärksten ist (IK 3) und dass Magneten auch über die Distanz aufeinander wirken (IK 4).	Magneten stoßen sich ab oder ziehen sich an – je nachdem, wie man die Pole einander nähert. Diese Wirkung ist an den Polen am stärksten – sie ist auch über die Distanz spürbar.
• geben an, dass die beiden Pole eines Magneten unterschiedlich auf den Pol eines weiteren Magneten wirken (IK 5) und formulieren eine Regel, welche die wechselseitige Anziehung bzw. Abstoßung von Magneten beim Zusammenbringen von gleichnamigen bzw. ungleichnamigen Polen beschreibt (IK 5).	Die zwei Pole eines Magneten verhalten sich unterschiedlich, wenn man sie nacheinander einem Pol eines weiteren Magneten nähert. In dem einen Fall ziehen sich die Magneten an den Polen an, in dem anderen Fall stoßen sich die Magneten an den Polen ab. Man bezeichnet die Pole von Magneten als gleich(-namig), wenn sich diese bei Annäherung der Magneten an den Pol eines anderen Magneten im Hinblick auf Anziehung/Abstoßung gleich verhalten, und als ungleich(-namig), wenn sie sich ungleich verhalten. **Polregel:** Bringt man gleiche (gleichnamige) Pole zusammen, stoßen sich die Magneten ab; bringt man ungleiche (ungleichnamige) Pole zusammen, ziehen sie sich an.
Prozessbezogene Kompetenzen	**Angestrebtes Wissen**
Die Schülerinnen und Schüler …	
• formulieren Vermutungen zu Fragen (PK 2) und begründen diese durch Vorwissen, Erfahrungen oder Beobachtungen (PK 3).	Auf der Basis von vorhandenen Erfahrungen lassen sich begründete Vermutungen aufstellen.
• führen einen einfachen Versuch durch (PK 5), beobachten zielgerichtet die anziehende und abstoßende Wirkung (PK 6) und ziehen Schlussfolgerungen im Sinne der Beantwortung einer Frage (PK 10).	Mit allen Sinnen, auch mit Hilfe taktiler Wahrnehmung, können Daten gesammelt werden. Aus den in einer Untersuchung gewonnenen Daten lassen sich Schlussfolgerungen ziehen und Fragen beantworten.
• dokumentieren eine Untersuchung durch Sprache und Zeichnung auf Arbeitsblättern mit vorgegebener Struktur (PK 8).	Das Dokumentieren von Beobachtungen ist wichtig, um das Beobachtete festhalten, mitteilen und vergleichen zu können. Texte und Bilder können sich ergänzen.
• formulieren eine Generalisierung im Sinne einer Wenn-dann-Beziehung aufgrund von Beobachtungen (PK 10).	Um Regeln formulieren zu können, müssen viele gleiche Beobachtungen vorliegen.
• leiten aus einer Regel Vorhersagen ab (PK 10).	Durch Anwenden der Polregel kann das Verhalten von zwei an den Polen markierten Magneten bei Annäherung vorhergesagt werden.

Kurzbeschreibung der Stunde:

Mit zwei „Kusshunden“, in denen je ein Magnet steckt, werden die Kinder an die Frage herangeführt, wie zwei Magneten aufeinander reagieren. Die Kinder stellen Vermutungen dazu an und überprüfen diese in Partnerarbeit mit zwei Stabmagneten, die sie in möglichst vielen Variationen zueinander bringen. Sie erfahren so die anziehende und abstoßende Wirkung der Pole von Magneten und spüren mit den Händen, dass die Pole aufeinander wirken, auch ohne dass sie sich berühren.

Mit einem festgeklebten und zwei freien Stabmagneten wird die sog. *Polregel* erarbeitet. Die beiden vom festgeklebten Magneten angezogenen Pole werden blau markiert, die abgestoßenen gelb. Jeder Magnet besitzt nun einen gelb und einen blau markierten Pol; die beiden Pole unterscheiden sich in ihrer Wirkung auf den Pol eines anderen Magneten (Anziehung bzw. Abstoßung). Aus der Beobachtung, dass sich gleichfarbig markierte Pole abstoßen und ungleichfarbig markierte anziehen, leiten die Kinder die Polregel ab (gleiche Pole stoßen sich ab, ungleiche ziehen sich an).

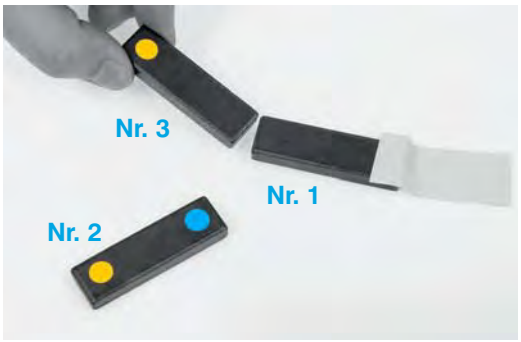
Organisatorische Hinweise:

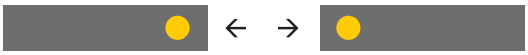
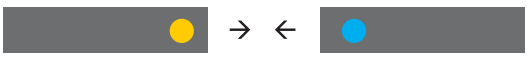
Das Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ aus der Sequenz 2 wird ggf. mit neuen Arbeitsweisen aus der vorangegangenen Sequenz ergänzt.
Am besten ist die Wirkung der beiden Stabmagneten aufeinander spürbar, wenn ein Kind jeweils beide Magneten in den Händen hält und zueinander bringt.
Die Pole der Magneten in der Magnetismus-Kiste sind absichtlich unmarkiert, damit die Kinder die Polregel selbst entdecken können. Bewusst werden gelbe und blaue Markierungen verwendet, um die Beliebigkeit der Farbgebung deutlich zu machen. Dass viele im schulischen Unterricht verwendete Magneten an den Enden rot und grün markiert sind, wird in Klasse 3/4 im Zusammenhang mit der Nord-Süd-Ausrichtung von frei drehbaren Magneten, dem Erdmagnetismus und dem Bau eines Kompasses erarbeitet (vgl. Sequenz 5).

Verlaufsplanung

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Frontal **5 Minuten**	**Einstieg** Die Forschertätigkeiten aus der letzten Sequenz werden reflektiert und ggf. auf dem Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ ergänzt (z. B. eine Untersuchung selbst planen und durchführen, Symbole erfinden, Ergebnis formulieren).	• Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“
Frontal/ Partnerarbeit **10 Minuten**	**Orientierung/Aufgabenstellung** Impuls: Die Lehrkraft steckt je einen Magneten in zwei Figuren, die sich auf Rädern bewegen können (sog. *Kusshunde*). Sie lässt die Pole der beiden Stabmagneten von einem Kind zeigen. LK: *Was passiert, wenn ich beide Hunde mit den Polenden der Magneten langsam aufeinander zu bewege?* *Besprecht eure Vermutung mit eurem Nachbarn/eurer Nachbarin und sagt euch gegenseitig, warum ihr das denkt.* *Besprecht auch, wie ihr eure Vermutung aufzeichnen könntet.* Die Kinder besprechen sich kurz mit ihrer Nachbarin / ihrem Nachbarn. Ggf. gibt die Lehrkraft den Tipp, an die Untersuchung der Stücke aus unterschiedlichen Materialien (Sequenz 2) und an die dort verwendeten Zeichen zu denken.	• 2 kleine eckige Stabmagneten • 2 „Kusshunde“

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	**Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler**	**Material Medien**
	Die Kinder halten ihre Vermutung zeichnerisch an der Tafel (gleichzeitig nebeneinander) oder in ihrem Forscherbuch fest. Gemeinsam wird die Forscherfrage formuliert und an der Tafel notiert, z. B.: **Wie reagieren zwei Magneten aufeinander?**	• Tafel bzw. Forscherbuch • ggf. leere Seite
	Aufgabe Probiert mit den beiden eckigen Stabmagneten aus, was passiert, wenn ihr sie auf unterschiedliche Art und Weise zusammenbringt. Geht dabei so vor (ggf. an der Tafel notieren): • Notiert zuerst die Forscherfrage und eure Vermutung auf dem Arbeitsblatt. • Bringt die Magneten in unterschiedlicher Art zusammen und spürt genau, was passiert. • Helft einander beim Aufzeichnen des Ergebnisses in euer Forscherbuch. • Sprecht mit eurer Partnerin/eurem Partner über das Ergebnis der Untersuchung. Vergleicht das Ergebnis mit eurer Vermutung. • Kreist Überraschendes ein.	• 2 kleine eckige Stabmagneten • Forscherbuch und AB „Magneten untersuchen (II)“
	Tipp der Lehrkraft: *Wenn ihr keine Idee mehr habt, wie ihr die Magneten zusammenbringen könnt, dürft ihr die Tippkarten verwenden.* (Lehrkraft zeigt die Karten.)	• 12 Tippkarten „So kannst du deine Magneten zusammenbringen“
Partnerarbeit **15 Minuten**	**Erarbeitung** Die Kinder schreiben die Forscherfrage auf das Arbeitsblatt in ihrem Forscherbuch. Dann arbeiten sie mit ihrer Partnerin/ihrem Partner zusammen. Sie bringen die Magneten in verschiedenen Positionen zusammen und zeichnen das Verhalten der Magneten auf. Dabei nutzen sie Symbole. Tippkarten als Anregung für verschiedene Möglichkeiten des Zusammenbringens stehen zur Verfügung.	• Forscherbuch mit AB „Magneten untersuchen (II)“ • kleine eckige Stabmagneten (je zwei für zwei Kinder) • 12 Tippkarten „So kannst du deine Magneten zusammenbringen“
Sitzkreis **15 Minuten**	**Reflexion** Die Kinder kommen mit ihrem Arbeitsblatt in den Sitzkreis und berichten von ihren Ergebnissen. Im Gespräch wird erarbeitet und jeweils demonstriert: • Die beiden Magneten ziehen sich manchmal an, manchmal stoßen sie sich ab. • Die Magneten stoßen sich an den Polen am stärksten ab. • Man spürt das Abstoßen in den Händen, wenn man beide Magneten festhält. • Wenn man einen Magneten festhält und den anderen hinlegt, kann dieser weggeschubst werden.	• Forscherbuch mit AB „Magneten untersuchen (II)“ • 2 kleine eckige Stabmagneten

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	• Und wenn man dann einen der beiden Magneten umdreht, ziehen sich die beiden Magneten mit den Polen an. • Wenn man **beide** Magneten umdreht und mit den Polen zueinander führt, bleibt die Wirkung gleich. • Die Magneten drehen sich manchmal und ziehen sich dann mit den Polen an. • Die Magneten wirken auch aufeinander, wenn sie sich nicht berühren. **Ergebnis** **Die beiden Stabmagneten stoßen sich an den Polen ab oder ziehen sich an. Die Magneten müssen sich dabei nicht berühren.**	• Tafel
Sitzkreis **45 Minuten**	**Vertiefung (auch in einer Folgestunde möglich):** **Die Pole untersuchen** Die Lehrkraft demonstriert: Ein Stabmagnet (Magnet Nr. 1) wird mit Klebestreifen auf den Tisch geklebt (vgl. Versuchsbeschreibung 2).  Dann nähert man sich dem freien Pol des festgeklebten Magneten zunächst mit dem einen, dann mit dem anderen Pol eines weiteren Stabmagneten (Magnet Nr. 2). Der vom freien Pol des festgeklebten Magneten abgestoßene Pol von Magnet Nr. 2 wird mit einem gelben Klebepunkt, der angezogene Pol von Magnet Nr. 2 mit einem blauen Klebepunkt markiert. Nun wird ein weiterer Stabmagnet (Magnet Nr. 3) zum festgeklebten Magneten geführt. Auch bei diesem wird der abgestoßene Pol wieder mit einem gelben Klebepunkt markiert, der angezogene mit einem blauen Klebepunkt. LK: *Beide Magneten haben je einen Pol, der angezogen wird und einen, der abgestoßen wird. Die beiden Pole eines Magneten wirken also nicht gleich auf den Pol des festgeklebten Magneten. Die mit gleicher Farbe markierten Pole haben sich bei Annäherung an den festgeklebten Magneten gleich verhalten: die mit der Farbe „Blau“ wurden von ihm angezogen, die mit der Farbe „Gelb“ wurden von ihm abgestoßen. Wir sagen dazu auch: Diese Pole sind **gleich**.* *Probiert nun aus, was passiert, wenn man zwei gleiche Pole zusammenbringt.*	• 3 kleine eckige Stabmagneten • Klebestreifen • Tisch • Klebepunkte (gelb und blau)

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	Zwei Kinder führen nacheinander jeweils die gleichfarbig markierten Enden zusammen. Das Ergebnis wird gemeinsam formuliert.	
	Ergebnis **Gleiche Pole zweier Magneten stoßen sich ab.**	• Tafel
	LK: *Notiert das Ergebnis in einer Zeichnung an der Tafel. Nutzt dabei Pfeile und farbige Punkte*.	
	Die Kinder entwerfen eine Darstellung an der Tafel.	• Tafel
		
	LK: *Und was passiert, wenn man zwei ungleiche Pole zusammenbringt? Ungleich sind Pole, wenn der eine Pol vom festgeklebten Magneten angezogen – bei uns der blau markierte Pol – und der andere Pol von ihm abgestoßen wurde – bei uns der gelb markierte Pol.* (Die Lehrkraft zeigt auf die beiden gemeinten Pole.)	
	Zwei Kinder führen nacheinander jeweils die ungleichfarbig markierten Enden zusammen. Das Ergebnis wird gemeinsam formuliert.	
	Ergebnis **Ungleiche Pole zweier Magneten ziehen sich an.**	• Tafel
	Auch hier dokumentieren die Kinder das Anziehen der ungleichfarbigen Polenden mit Hilfe von Symbolen an der Tafel.	
		
	Die Lehrkraft erläutert, dass man dieses Ergebnis auch als **Polregel** bezeichnet. Eine Regel besagt, dass etwas immer so ist.	
	Transfer Die Lehrkraft legt die mit Punkten markierten Stabmagneten in die „Kusshunde“ und bittet die Kinder, das Verhalten der „Kusshunde“ nun begründet vorherzusagen:	• 2 kleine eckige Stabmagneten mit Klebepunkten versehen
	LK: *Was wird passieren, wenn ich die „Kusshunde“ nun aufeinander zu bewege? Was wird passieren, wenn ich beide Magneten umdrehe? Was, wenn ich nur einen Magneten umdrehe?*	• 2 „Kusshunde“

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	Die Kinder tragen das Ergebnis in ihr Forscherbuch ein und zeichnen die angezogenen und abgestoßenen Magneten mit farbig gekennzeichneten Polen hinzu. Kinder, die noch Zeit haben, zeichnen die „Kusshunde“ mit markierten Magneten.	• Forscherbuch, ggf. leere Seite
	Die Kusshunde und die markierten Stabmagneten werden für die Nutzung in der Freiarbeit auf den „Forschertisch“ gestellt. Die Kinder können so Anziehung und Abstoßung noch einmal erkunden und weitere Stabmagneten mit Punkten markieren.	Freiarbeit: • 2 „Kusshunde“ • 3 markierte, kleine eckige Stabmagneten • mehrere unmarkierte, kleine eckige Stabmagneten • blaue und gelbe Klebepunkte

Materialien

Kursiv geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.
Sie befinden sich nicht in den Materialkisten für das Spiralcurriculum im Primarbereich.

Benötigtes Demonstrationsmaterial

✓	Stückzahl	Material
	1	Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ (aus vorangegangenen Stunden)
	3	Kleine eckige Stabmagneten
	2	„Kusshunde“
		Klebepunkte blau, gelb
		Klebestreifen

Benötigtes Experimentiermaterial

✓	Stückzahl	Material
	Schüleranzahl	Kleine eckige Stabmagneten

Weitere Materialien

✓	Stückzahl	Material
	Schüleranzahl	AB „Magneten untersuchen (II)“
	Schüleranzahl	Forscherbücher und ggf. *leere Seiten*
	12	Tippkarten „So kannst du deine Magneten zusammenbringen“

VERSUCHSBESCHREIBUNG 1

Wie reagieren zwei Stabmagneten aufeinander?

Material:
- Kleine eckige Stabmagneten (je zwei für zwei Kinder)
- 12 Tippkarten

Organisation:
- Partnerarbeit

Die Kinder spüren die Anziehung bzw. die Abstoßung von zwei Stabmagneten, die in unterschiedlichen Positionen aufeinander zu bewegt werden.

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Kinder bewegen die beiden Stabmagneten aufeinander zu. Sie spüren und beobachten, wie die Magneten aufeinander reagieren. In ihr Forscherbuch bzw. auf das Arbeitsblatt zeichnen die Kinder, wie sie die Magneten zueinander gebracht haben. Mit Pfeilen geben sie an, ob sie eine anziehende oder abstoßende Wirkung gespürt haben.

Erkenntnis für die Kinder:

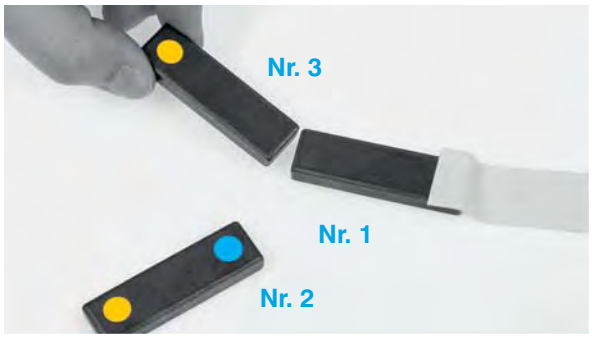
Die beiden Pole eines Magneten unterscheiden sich voneinander in ihrer Wirkung auf den Pol eines weiteren Magneten. Die Kinder spüren Anziehung und Abstoßung der Magneten in den unterschiedlichen Positionen und in unterschiedlicher Stärke. Sie üben das Dokumentieren von Versuchen und Beobachtungen.

Hintergrund:

Magneten haben (mindestens) zwei unterschiedliche Pole. Magneten können sich anziehen oder auch abstoßen. Die abstoßende Wirkung ist vielen Kindern noch nicht bekannt.
Die Wirkung ist auch spür- und sichtbar, wenn sich die Magneten nicht berühren. Je näher sich die Magneten kommen, desto stärker ist die Abstoßung bzw. die Anziehung zu spüren.

VERSUCHSBESCHREIBUNG 2

Die Pole zuordnen (Vertiefung)



Material:
- 3 kleine eckige Stabmagneten
- Klebestreifen
- Klebepunkte (gelb und blau)

Organisation:
- Demonstrationsversuch
- Gesprächskreis

Die Kinder entdecken, dass sich gleiche Pole abstoßen und ungleiche Pole anziehen.

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Lehrkraft befestigt, wie oben abgebildet, das eine Ende eines Magneten (Magnet Nr. 1) auf einem Tisch. Anschließend testet ein Kind, was passiert, wenn man sich mit dem einen Pol von Magnet Nr. 2 dem freien Pol des Magneten Nr. 1 nähert (Magnet Nr. 2 wird angezogen oder abgestoßen). Nun testet das Kind den anderen Pol von Magnet Nr. 2 (die umgekehrte Wirkung wird beobachtet). Der abgestoßene Pol des Magneten Nr. 2 erhält einen gelben Klebepunkt, der angezogene Pol einen blauen Klebepunkt. Nun nähert man Magnet Nr. 3 dem freien Pol des festgeklebten Magneten. Der Pol, der abgestoßen wird, wird bei Magnet Nr. 3 ebenfalls gelb, der angezogene ebenfalls blau markiert.
Die Kinder können nun feststellen, dass beide Magneten zwei unterschiedlich markierte Pole haben. Im Anschluss werden nun die beiden gelb markierten Pole des Magneten Nr. 2 und Nr. 3 aufeinander zu bewegt. Die beiden gelb bzw. die beiden blau markierten Pole stoßen sich ab, da es sich hierbei um zwei gleiche Pole handelt. Ein blau markierter und ein gelb markierter Pol ziehen sich an.
Der festgeklebte Magnet kann zum Schluss auch noch markiert werden.

Hintergrund:

Ungleiche bzw. ungleichnamige Pole (Nord- und Südpol) ziehen sich an. Gleiche bzw. gleichnamige Pole (z. B. Nord- und Nordpol) stoßen sich ab. Dieses Verhalten von Magneten wird auch als Polregel bezeichnet. Eine Bezeichnung als *Plus- und Minuspol* sollte unbedingt vermieden werden, da das zur Verwechslung des Begriffs *Pol* bei der Elektrizität und dem Magnetismus beitragen kann. Für die Markierung der vom festgeklebten Magneten abgestoßenen bzw. angezogenen Enden werden absichtlich willkürliche Farben verwendet, damit die Kinder die Polregel selbst entdecken können. Die Farben *Grün* und *Rot* sowie die Bezeichnung der Pole als *Nord- und Südpol* werden erst in Klasse 3 bzw. 4 im Zusammenhang mit der Nord-Süd-Ausrichtung von Magneten, dem Erdmagnetismus und dem Bau eines Kompasses verwendet.

Erkenntnis für die Kinder:

Führt man zwei Magneten zusammen, stoßen sich gleiche Pole ab. Ungleiche Pole ziehen sich an.

Magneten untersuchen (II)

Forscherfrage: _____

Meine Vermutung:

_____

_____

_____

_____

Zeichne auf, was du beobachtet hast.

Ergebnis:

_____

_____

_____

Tippkarte

So kannst du deine Magneten zusammenbringen:

Tippkarte

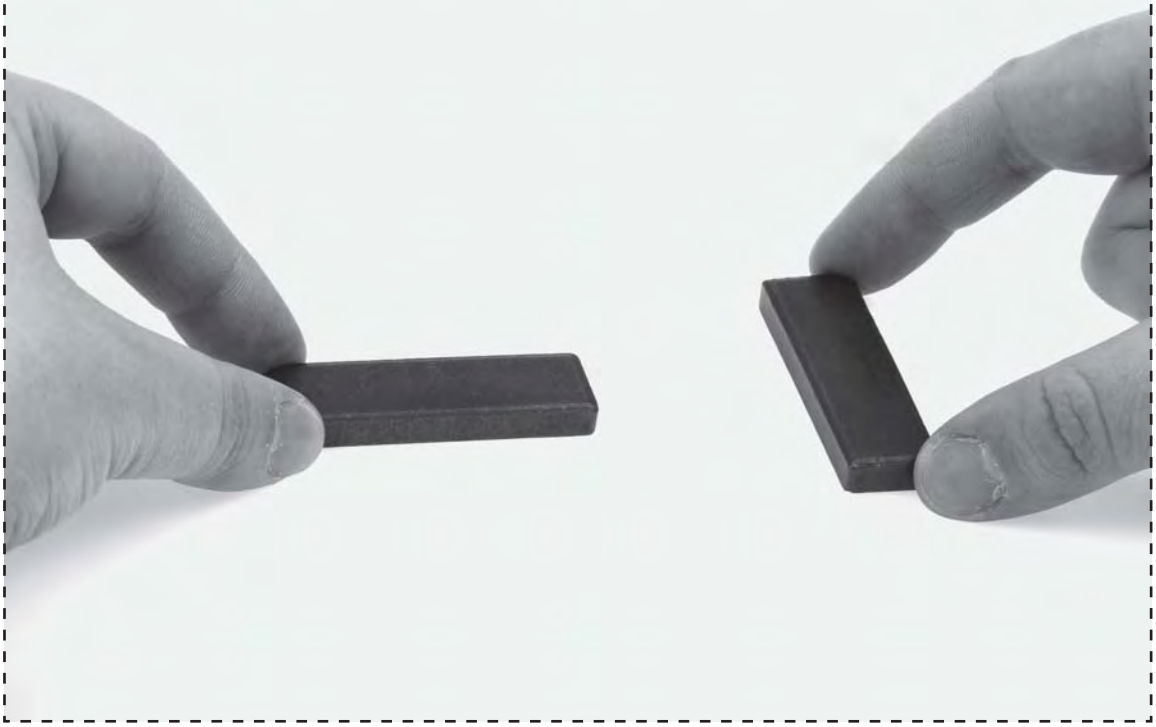
So kannst du deine Magneten zusammenbringen:

Tippkarte

So kannst du deine Magneten zusammenbringen:

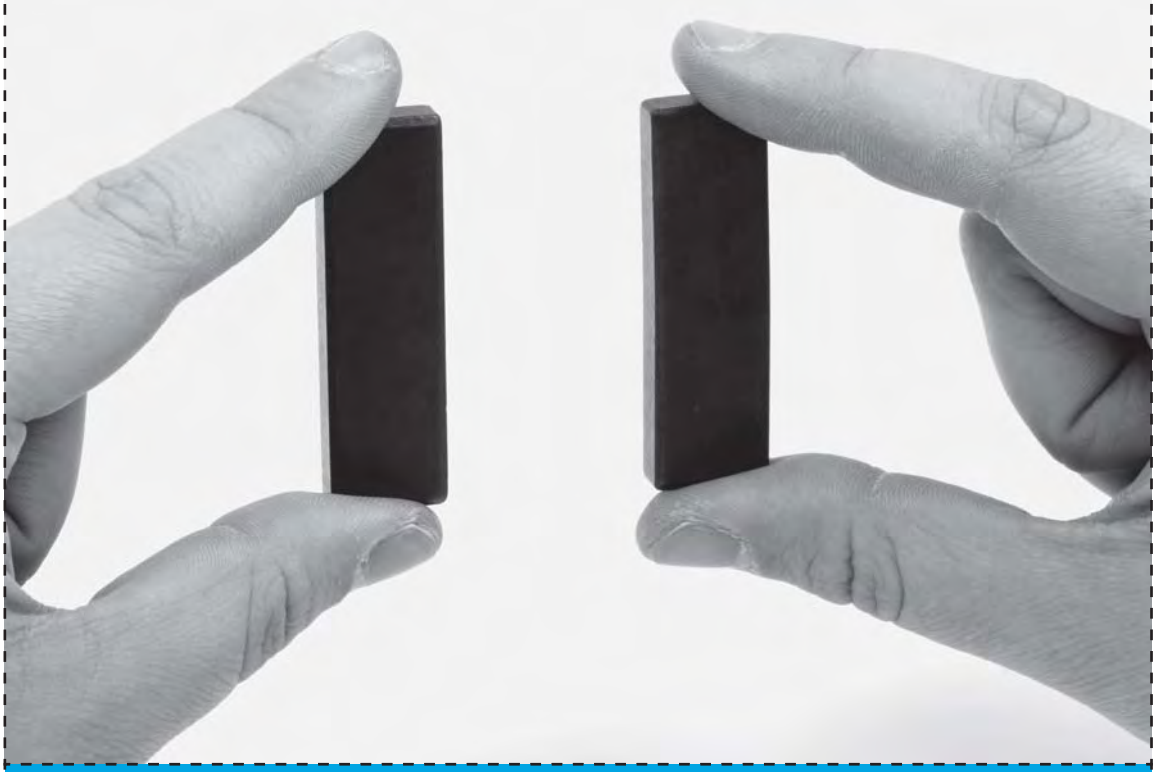
Tippkarte

So kannst du deine Magneten zusammenbringen:



Tippkarte

So kannst du deine Magneten zusammenbringen:

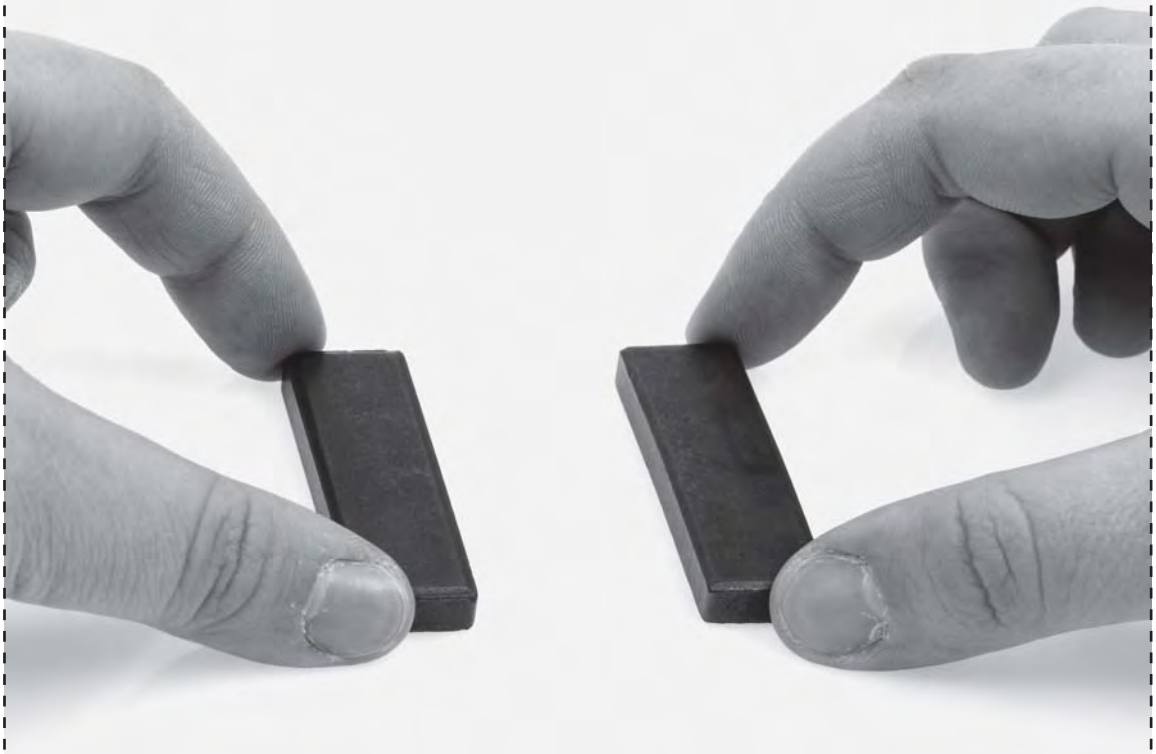


Tippkarte

So kannst du deine Magneten zusammenbringen:

Tippkarte

So kannst du deine Magneten zusammenbringen:



Tippkarte

So kannst du deine Magneten zusammenbringen:

Tippkarte

So kannst du deine Magneten zusammenbringen:

Tippkarte

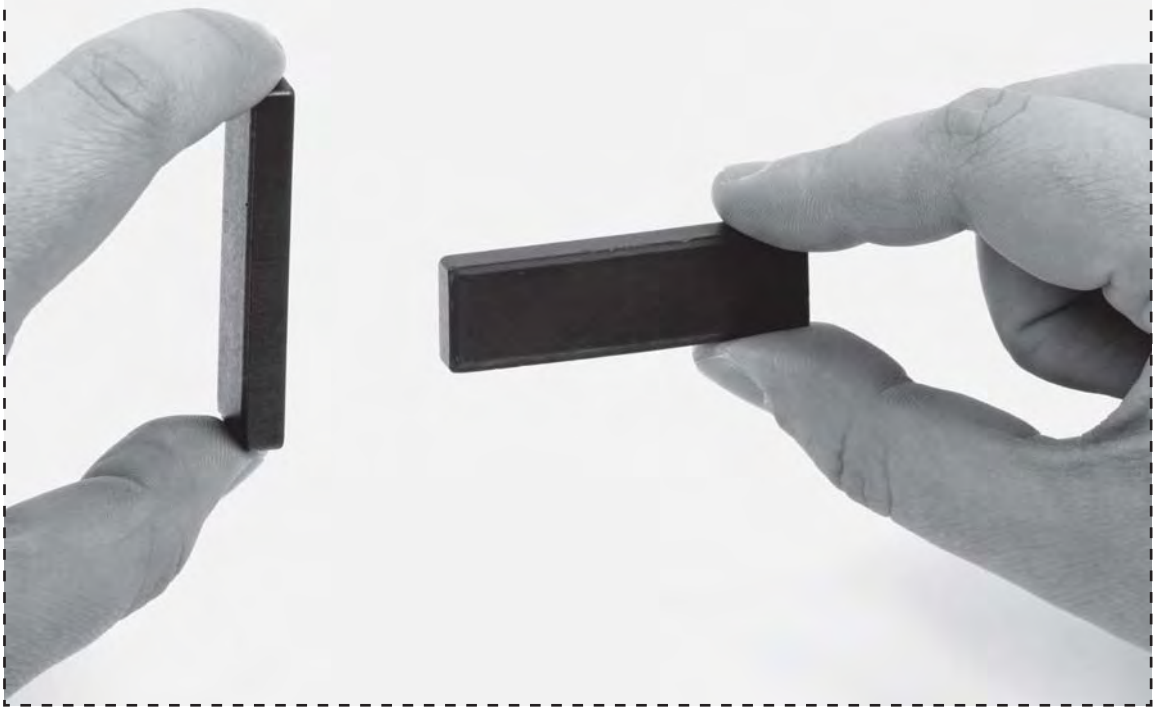
So kannst du deine Magneten zusammenbringen:

Tippkarte

So kannst du deine Magneten zusammenbringen:

Tippkarte

So kannst du deine Magneten zusammenbringen:



Sequenz 6: Wie reagieren verschiedene Magneten aufeinander?

Zeitrahmen: 45 Minuten

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Zugehöriges Wissen
Die Schülerinnen und Schüler …	
• geben an, dass die beiden Pole eines Magneten unterschiedlich auf den Pol eines weiteren Magneten wirken (IK 5).	Jeder der untersuchten Magneten hat zwei unterschiedliche Pole, die sich vom Pol eines zweiten Magneten entweder anziehen oder abstoßen.
• geben an, dass Magneten auch über die Distanz aufeinander wirken (IK 4).	Die Wirkung ist auch bei den in dieser Stunde untersuchten Magneten über Distanz möglich.
• bestimmen experimentell die Lage von Polen bei weiteren Magneten (IK 3) (Differenzierung).	Stabförmige Magneten können die Pole an den Enden, aber auch an einander gegenüber liegenden Seitenflächen haben. Die Pole von Magneten kann man mit Hilfe der Polregel bestimmen.
Prozessbezogene Kompetenzen	**Angestrebtes Wissen**
Die Schülerinnen und Schüler …	
• formulieren Vermutungen (PK 2) zu aufgeworfenen Fragen (PK 1) und begründen diese durch Vorerfahrungen (PK 3).	Zu Fragen lassen sich Vermutungen formulieren; Vermutungen können mit vorangegangenen Erfahrungen und Wissen begründet werden.
• führen einfache Versuche durch (PK 5), beobachten zielgerichtet (PK 6) und ziehen Schlussfolgerungen im Sinne der Bestätigung oder Falsifikation einer Vermutung bzw. der Beantwortung einer Frage (PK 10).	Daten können durch den Einsatz unterschiedlicher Sinne beim Beobachten gewonnen werden. Die gesammelten Daten bestätigen oder widerlegen die Vermutung und können zur Beantwortung der Frage genutzt werden.
• leiten aus einer Regel Vorhersagen ab (PK 10) (Differenzierung).	Das Anwenden von Regeln ermöglicht eine begründete Vorhersage.

Kurzbeschreibung der Stunde:

Die Kinder untersuchen die anziehende und abstoßende Wirkung bei unterschiedlich geformten Magneten (runde und eckige Stabmagneten, Ringmagneten, Hufeisenmagneten, Scheibenmagneten). Sie stellen fest, dass jeder der untersuchten Magneten zwei unterschiedliche Pole hat, die sich vom Pol eines weiteren Magneten entweder anziehen oder abstoßen – je nachdem, wie die Pole der beiden Magneten zusammengebracht werden. Die Abstoßung kann so stark sein, dass Magneten übereinander schweben.
Die Kinder beschreiben ihre Beobachtungen und bringen sie mit den Erkenntnissen zu den Polen der Magneten in Sequenz 4 und 5 in Verbindung.

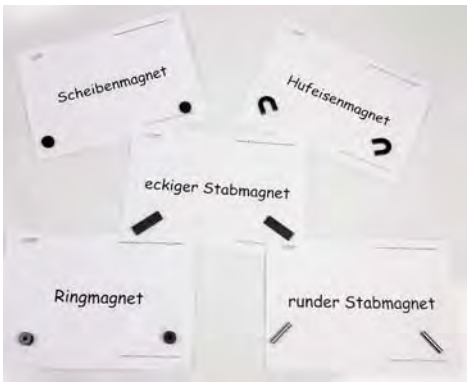
In einer Differenzierung können Magneten untersucht werden, die bei ähnlichem Aussehen unterschiedlich gepolt sind.

Organisatorische Hinweise:

Das Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ aus der Sequenz 2 wird weiter ergänzt.

Die abstoßende Wirkung bei den Magneten im Rohr und beim Magnetturm ist so stark, dass die Magneten nach oben springen, wenn man sie zueinander bewegt und dann loslässt. Dabei können die Magneten vom Stab oder aus dem Röhrchen „springen“, auf dem Tisch aufschlagen und Schaden nehmen. Die Kinder sollten darauf hingewiesen werden, dass das nicht passieren darf.

Verlaufsplanung

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Sitzkreis **5 Minuten**	**Einstieg** Die Forschertätigkeiten aus der letzten Sequenz werden reflektiert und ggf. auf dem Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ ergänzt (mit den Händen etwas erspüren, eine Regel formulieren, mit Hilfe einer Regel etwas begründen, etwas vorhersagen). Impuls: Die Lehrkraft legt die in der Sequenz 4 untersuchten Magneten paarweise, aber weit auseinander, in den Sitzkreis. Die Kinder wiederholen die Bezeichnungen der Magneten. Falls die Begriffe nicht mehr präsent sind, können die Begriffskarten dazugelegt werden.  	• Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ • Verschiedene Magneten: – 2 Hufeisenmagneten – 2 kleine eckige Stabmagneten – 2 Ringmagneten – 2 große Scheibenmagneten – 2 mittelgroße runde Stabmagneten – ggf. 5 Begriffskarten mit Bezeichnungen der Magneten (aus Sequenz 4)
Sitzkreis **10 Minuten**	**Orientierung/Aufgabenstellung** LK: *Was wird passieren, wenn man jeweils die beiden gleich aussehenden Magneten zusammenbringt?* Ggf. Impuls: LK: *Denkt daran, was ihr bei den Stabmagneten in der letzten Stunde beobachtet habt.* Mögliche Reaktionen: • Sie ziehen sich an den Polen an. • Sie stoßen sich an den Polen ab. • Weil die auch unterschiedliche Pole haben. Und gleiche Pole stoßen sich ab. Ungleiche ziehen sich an. LK: *Vermutet: Was muss man tun, damit sich diese Magneten einmal anziehen und einmal abstoßen?* Kinder äußern Vermutungen, begründen sie und zeigen an den Magneten, wie sie diese zusammenbringen würden. Die Magneten dürfen sich dabei aber nicht zu nahe kommen. Die Kinder können alternativ auch an der Tafel zeichnen. **Aufgabe für die Arbeit an Stationen** LK: *An den verschiedenen Stationen sollt ihr jeweils zwei oder drei gleiche Magneten auf unterschiedliche Art vorsichtig aufeinander zu bewegen.*	• Magneten wie oben

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	• Beobachtet jeweils genau, was passiert. Ihr habt 20 Minuten Zeit – es müssen nicht alle Stationen bearbeitet werden. • Berichtet anschließend im Sitzkreis, was ihr herausgefunden habt und was euch dabei überrascht hat.	
Partnerarbeit **20 Minuten**	**Erarbeitung** Die Kinder arbeiten je nach Klassengröße zu zweit oder zu dritt an den einzelnen Stationen. Die Lehrkraft gibt während der Stationsarbeit Impulse, damit die Kinder sowohl Anziehung als auch Abstoßung der Magneten prüfen und die Fernwirkung beobachten. Sie animiert die Kinder, miteinander über ihre Vermutungen und überraschenden Beobachtungen zu sprechen. Differenzierung: Die Lehrkraft kann leistungsstärkeren Kindern, die bereits fertig sind, die zwei sehr kleinen eckigen Stabmagneten geben, deren Polung längs durch den flachen Magneten verläuft. Die Pole liegen hier an den einander gegenüberliegenden Seitenflächen des Magneten. In der zugehörigen Knobelaufgabe sind Fragen an die Kinder formuliert. Auch die Zwitschermagneten eignen sich als Differenzierung für leistungsstarke Kinder zum Knobeln. 	• Material der Stationen (vgl. Auflistung S. 148) • 16 Stationskarten (davon einige mehrfach) • 6 sehr kleine eckige Stabmagneten mit Polen an den gegenüberliegenden Seitenflächen • 6 Zwitschermagneten • (Knobelaufgaben s. u.)
Sitzkreis **10 Minuten**	**Reflexion** LK: *Beschreibt, was ihr an den Stationen beobachtet habt. Habt ihr an einer Station etwas anderes vermutet als ihr hinterher beobachtet habt?* Die Stationskarten und die Materialien liegen zur Unterstützung in der Mitte des Sitzkreises. Kinder berichten über das faszinierende Schweben der Magneten, über das Rollen usw.	• 7 Stationskarten (eine von jeder Station) • Material der Stationen: – 2 große Scheibenmagneten – 2 Hufeisenmagneten – 2 kleine eckige Stabmagneten – 2 Ringmagneten – 2 mittelgroße runde Stabmagneten

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	Weitere Impulse: • *Zeigt und beschreibt bei jedem Magnetpaar, in welcher Lage sich die beiden Magneten angezogen und abgestoßen haben.* • *Erklärt, warum das so ist.* (Kinder setzen ihr Wissen aus der Sequenz 4 ein und zeigen die Pole der Magneten. Sie nutzen die erarbeitete Polregel, um zu erklären.) • *Was hast du beobachtet, wenn die Magneten über eine kleine Entfernung hinweg aufeinander zu bewegt wurden?* (Anziehen oder Abstoßen, ohne dass sich die Magneten berührt haben.) • *Diese beiden Magneten ziehen sich an, wenn ich sie aufeinander zu bewege* (mit zwei Stabmagneten demonstrieren). *Was muss ich tun, damit sie sich abstoßen?* (Magneten umdrehen)	
	Ergebnis **Magneten stoßen sich an den Polen ab oder ziehen sich an. Die Magneten müssen sich dazu nicht berühren. Sie können durch die Abstoßung sogar schweben.**	• Tafel
	Differenzierung: Ggf. demonstrieren die Kinder, die als Differenzierung die Pole bei dem anders gepolten sehr kleinen Stabmagneten bzw. bei den Zwitschermagneten untersucht haben, in welcher Position sich diese Magneten anziehen bzw. abstoßen. Kinder halten das Ergebnis in ihrem Forscherbuch fest. Mögliche Hausaufgabe: Die Kinder zeichnen und beschreiben den Versuch, der ihnen am besten gefallen hat, in ihrem Forscherbuch. Die Versuche werden auf den Forschertisch gestellt, damit die Kinder auch in der Freiarbeit noch einmal damit arbeiten können. 	• ggf. 2 sehr kleine eckige Stabmagneten mit Polen an den gegenüberliegenden Seitenflächen • ggf. 2 Zwitschermagneten • Forscherbuch, ggf. leere Seite

Materialien

Kursiv geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.
Sie befinden sich nicht in den Materialkisten für das Spiralcurriculum im Primarbereich.

Benötigtes Demonstrationsmaterial

✓	Stückzahl	Material
	1	Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ (aus vorangegangenen Stunden)
	2	Hufeisenmagneten
	2	Kleine eckige Stabmagneten
	2	Ringmagneten
	2	Große Scheibenmagneten
	2	Mittelgroße runde Stabmagneten
	Ggf. 2	Sehr kleine eckige Stabmagneten mit Polen an den gegenüberliegenden Seitenflächen
	Ggf. 2	Zwitschermagneten

Benötigtes Experimentiermaterial

✓	Stückzahl	Material	
	3	Plastikröhrchen mit Holzfuß	**1. Station** „Magneten im Plastikröhrchen“ (dreimal aufbauen)
	6	Mittelgroße runde Stabmagneten	
	3	Stäbe mit Holzfuß	**2. Station** „Magnetturm“ (dreimal aufbauen)
	9	Ringmagneten	
	24	Holzstäbe	**3. Station** „Magnet auf Stäben“ (dreimal aufbauen)
	6	Kleine eckige Stabmagneten	
	1	Wasserbecken mit Wasser	**4. Station** „Bewege das Boot“ (einmal aufbauen)
	1	Boot mit Magneten	
	1	Kleiner eckiger Stabmagnet	
	2	Hufeisenmagneten	**5. Station** „Hufeisenmagnet“ (einmal aufbauen)
	1	Schiene aus Holz (für die Hufeisenmagneten)	
	2	„Kusshunde“	**6. Station** „Kusshund“ (zweimal aufbauen)
	2	Rundstäbe mit Magneten	
	2	Ringmagneten	
	2	Kleine eckige Stabmagneten	
	3	*Wasserbecken oder Schüsseln mit Wasser*	**7. Station** „Tauche den Magneten unter“ (dreimal aufbauen)
	3	Styroporscheiben mit Magneten	
	3	Große Scheibenmagneten	
	3	Kleine eckige Stabmagneten	
Für die Differenzierung:			
	Ggf. 6	Sehr kleine eckige Stabmagneten mit Polen an den gegenüberliegenden Seitenflächen	
	Ggf. 6	Zwitschermagneten	

Weitere Materialien

✓	Stückzahl	Material
	Ggf. 5	Begriffskarten mit Bezeichnungen der Magneten (Hufeisenmagnet, eckiger Stabmagnet, runder Stabmagnet, Scheibenmagnet, Ringmagnet; aus Sequenz 4)
	3	Stationskarten „Magneten im Plastikröhrchen“
	3	Stationskarten „Magnetturm“
	3	Stationskarten „Magnet auf Stäben“
	1	Stationskarte „Bewege das Boot“
	1	Stationskarte „Hufeisenmagnet“
	2	Stationskarten „Kusshund“
	3	Stationskarten „Tauche den Magneten unter“
	Ggf.	Knobelaufgabe „Zwei besondere Stabmagneten“ Knobelaufgabe „Die Zwitschermagneten“ (für die Differenzierung)
	Schüleranzahl	Forscherbücher und ggf. *leere Seiten*

VERSUCHSBESCHREIBUNG: STATION 1

Magneten im Plastikröhrchen

Die Kinder lassen im Plastikröhrchen zwei Magneten übereinander schweben.

Material:
Diese Station wird **dreifach** aufgebaut.

Pro Station wird benötigt:
- 1 Plastikröhrchen mit Holzfuß
- 2 mittelgroße runde Stabmagneten

Organisation:
- Stationsarbeit in Partnerarbeit (zwei oder drei Kinder, je nach Klassengröße)

Wichtig:
- Die abstoßende Wirkung der Stabmagneten voneinander ist so stark, dass sie übereinander hüpfen, wenn das Röhrchen leicht geschüttelt wird.
  Dabei können die Magneten aus dem Röhrchen „springen“, auf dem Tisch aufschlagen und Schaden nehmen. Die Kinder sollten darauf hingewiesen werden, dass das nicht passieren darf.

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Kinder probieren aus, was passiert, wenn sie die Magneten übereinander ins Röhrchen schieben. Sie beobachten, was sich ändert, wenn sie einen der beiden Magneten im Röhrchen umdrehen.

Hintergrund:

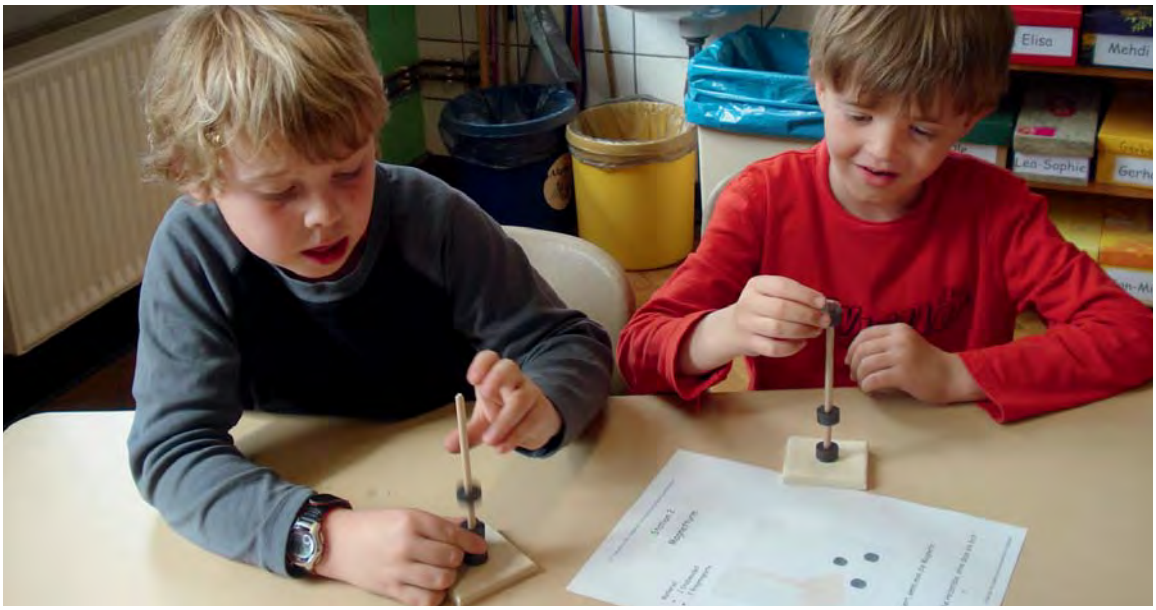
Gleichnamige Pole stoßen sich ab. Durch das Plastikröhrchen wird der obere Magnet in der Bahn gehalten. Nach diesem Prinzip der Abstoßung von Magnetpolen funktionieren Magnetwaagen.

Erkenntnis für die Kinder:

Werden die Stabmagneten im Röhrchen zusammengebracht, stoßen sie sich ab oder ziehen sich an, weil die Pole der Stabmagneten an den Enden gegeneinander gerichtet sind. Die abstoßende Wirkung der Magneten ist so groß, dass der obere Magnet in der Luft schwebt.

VERSUCHSBESCHREIBUNG: STATION 2

Magnetturm



Ringmagneten schweben auf einem Stab übereinander.

Material:
Diese Station wird **dreifach** aufgebaut.

Pro Station wird benötigt:
- 1 Stab mit Holzfuß
- 3 Ringmagneten

Organisation:
- Stationsarbeit in Partnerarbeit

Wichtig:
- Die abstoßende Wirkung der Ringmagneten voneinander ist so stark, dass sie nach oben springen, wenn man sie zueinander bewegt und dann loslässt.
  Dabei können die Magneten vom Stab „springen“, auf dem Tisch aufschlagen und Schaden nehmen. Die Kinder sollten darauf hingewiesen werden, dass das nicht passieren darf.

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Kinder stecken die Ringmagneten auf den Stab. Je nach Ausrichtung der Pole ziehen sich die Magneten an oder stoßen sich ab. Die Kinder können nun die abstoßende Wirkung nutzen, um die Ringmagneten übereinander schweben zu lassen.

Erkenntnis für die Kinder:

Je nachdem, wie die Pole der Magneten zueinander gebracht werden, ziehen sie sich an oder stoßen sich ab. Die abstoßende Wirkung der Magneten ist so groß, dass die Ringmagneten übereinander schweben.

Hintergrund:

Gleichnamige Pole stoßen sich ab. Der Stab sorgt dafür, dass die beiden Pole direkt übereinander bleiben. Nach diesem Prinzip der Abstoßung von Magnetpolen funktionieren Magnetwaagen.

VERSUCHSBESCHREIBUNG: STATION 3

Magnet auf Stäben

Material:
Diese Station wird **dreifach** aufgebaut.

Pro Station wird benötigt:
- 8 Holzstäbe
- 2 kleine eckige Stabmagneten

Organisation:
Stationsarbeit in Partnerarbeit

Die Kinder nutzen die Abstoßung gleichnamiger Pole und schieben den Magneten auf Stäben.

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Kinder legen die Holzstäbe parallel nebeneinander und darauf einen Stabmagneten (s. Abb. oben). Mit einem zweiten Stabmagneten in der Hand stoßen sie den auf den Stäben liegenden Magneten so vorwärts, dass er über die Stäbe rollt.

Hintergrund:

Gleichnamige Pole stoßen sich ab. Die Abstoßung wirkt, ohne dass sich die Magneten berühren und ist so stark, dass der auf den Stäben liegende Magnet bewegt werden kann.

Erkenntnis für die Kinder:

Zwei Stabmagneten stoßen sich ab oder ziehen sich an, je nachdem, wie sie gegeneinander gehalten werden. Die Magneten wirken aufeinander, ohne dass sie sich dabei berühren müssen. Diese Fernwirkung kann benutzt werden, um einen zweiten Magneten wegzustoßen.

VERSUCHSBESCHREIBUNG: STATION 4

Bewege das Boot

Die Kinder bewegen mit einem Stabmagneten ein Schiff auf der Wasseroberfläche.

Material:
Diese Station wird **einmal** aufgebaut.

Es wird benötigt:
- 1 Wasserbecken mit Wasser
- 1 Boot mit Magneten
- 1 kleiner eckiger Stabmagnet

Organisation:
- Stationenarbeit in Partnerarbeit

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Kinder bewegen das Boot mit dem Stabmagneten über das Wasser, ohne es zu berühren. Sie nutzen dabei die anziehende oder die abstoßende Wirkung zweier Magneten.

Hintergrund:

Gleichnamige Pole stoßen sich ab. Die Abstoßung bzw. Anziehung wirkt, ohne dass sich die Magneten berühren und ist so stark, dass das Schiff vom Magneten weggestoßen oder angezogen wird.

Erkenntnis für die Kinder:

Die Magneten ziehen sich an oder stoßen sich ab, je nachdem, welche Pole gegeneinander gehalten werden. Die Magneten wirken aufeinander, ohne sich zu berühren. Diese Fernwirkung kann genutzt werden, um einen weiteren Magneten anzuziehen oder abzustoßen.

VERSUCHSBESCHREIBUNG: STATION 5

Hufeisenmagnet

Die Hufeisenmagneten ziehen sich an oder stoßen sich ab – je nachdem, wie die Pole zueinander liegen.

Material:
Diese Station wird **einmal** aufgebaut.

Es wird benötigt:
- 2 Hufeisenmagneten
- 1 Schiene aus Holz

Organisation:
- Stationsarbeit in Partnerarbeit

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Kinder legen einen Hufeisenmagneten in die Holzschiene. Den zweiten Hufeisenmagneten schieben sie so in die Schiene, dass sie damit den anderen Magneten ohne Berührung aus der Holzschiene hinausschieben können. Dabei nutzen sie die abstoßende Wirkung der Pole.

Erkenntnis für die Kinder:

Die Hufeisenmagneten ziehen sich an oder stoßen sich ab, je nachdem, wie sie in der Schiene liegen. Die Magneten wirken aufeinander, ohne dass sie sich berühren.

Hintergrund:

Gleichnamige Pole stoßen sich ab. Die Holzschiene sorgt dafür, dass die Pole sich immer direkt gegenüber liegen und die Hufeisenmagneten sich gradlinig verschieben.

VERSUCHSBESCHREIBUNG: STATION 6

„Kusshund“

Material:
Diese Station wird **zweifach** aufgebaut.

Pro Station wird benötigt:
- 1 „Kusshund“
- 1 Rundstab mit Magneten
- 1 Ringmagnet
- 1 kleiner eckiger Stabmagnet

Organisation:
- Stationsarbeit in Partnerarbeit

Der Hund wird weggestoßen oder angezogen – je nachdem, welcher Pol des Magneten zum Hund gerichtet ist.

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Kinder stecken den Ringmagneten am Stab in den „Kusshund“. Sie probieren aus, wie sie den anderen Ringmagneten halten müssen, damit der „Kusshund“ weggestoßen bzw. angezogen wird. Anschließend probieren sie dasselbe mit dem Stabmagneten.

Hintergrund:

Ungleichnamige Pole ziehen sich an, gleichnamige Pole stoßen sich ab, ohne dass sich die Magneten berühren. Der „Kusshund“ kann so wahlweise gestoßen oder gezogen werden.

Erkenntnis für die Kinder:

Die Magneten ziehen sich an oder stoßen sich ab, je nachdem, welche Pole gegeneinander gehalten werden. Die Magneten wirken aufeinander, ohne dass sie sich dabei berühren. Diese Fernwirkung kann genutzt werden, um einen weiteren Magneten zu bewegen.

VERSUCHSBESCHREIBUNG: STATION 7

Tauche den Magneten unter

Material:
Diese Station wird **dreifach** aufgebaut.

Pro Station wird benötigt:
- 1 Becken oder Schüssel mit Wasser
- 1 Styroporscheibe mit Magneten
- 1 großer Scheibenmagnet
- 1 kleiner eckiger Stabmagnet

Organisation:
- Stationsarbeit in Partnerarbeit

Die Kinder nutzen die Abstoßung ungleichnamiger Pole, um die Scheibe zu kippen, sodass der Magnet im Wasser liegt.

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Kinder legen die Styroporscheibe mit dem darauf befestigten Scheibenmagneten auf das Wasser. Mit dem Scheiben- bzw. mit dem Stabmagneten versuchen sie, die Styroporscheibe umzukippen.

Hintergrund:

Gleichnamige Pole stoßen sich ab. Nähert man sich dem Scheibenmagneten auf der Styroporscheibe mit einem gleichnamigen Pol, reicht die Wirkung aus, um die Scheibe zu kippen.

Erkenntnis für die Kinder:

Die Pole der Magneten stoßen sich ab oder ziehen sich an, auch wenn sie sich nicht berühren.

STATION 1

Magneten im Plastikröhrchen

Du brauchst:
- 1 Plastikröhrchen mit Holzfuß
- 2 mittelgroße runde Stabmagneten

Gib die beiden Magneten in das Röhrchen. Beobachte.

Drehe den oberen Magneten um und gib ihn wieder in das Röhrchen. Beobachte.

STATION 2

Magnetturm

Du brauchst:
- 1 Stab mit Holzfuß
- 3 Ringmagneten

Stecke die Magneten so auf den Holzstab, dass sie sich nicht berühren.

STATION 3

Magnet auf Stäben

Du brauchst:
- 8 Holzstäbe
- 2 kleine eckige Stabmagneten

Lege einen Magneten auf die Holzstäbe.

Rolle ihn mit Hilfe des anderen Magneten über die Stäbe.

STATION 4

Bewege das Boot

Du brauchst:
- 1 Wasserbecken mit Wasser
- 1 Boot mit Magneten
- 1 kleinen eckigen Stabmagneten

Lege das Boot in das Wasserbecken.

Bewege das Boot über das Wasser.
Die Magneten dürfen sich **nicht** berühren.

STATION 5

Hufeisenmagnet

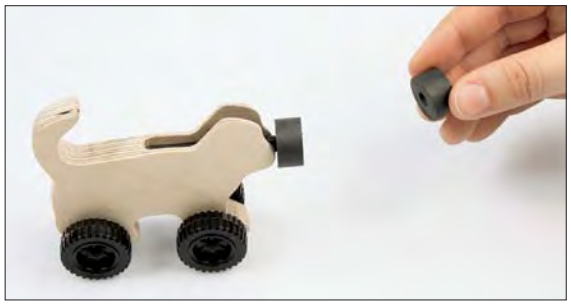
Du brauchst:
- 2 Hufeisen-magneten
- 1 Schiene aus Holz

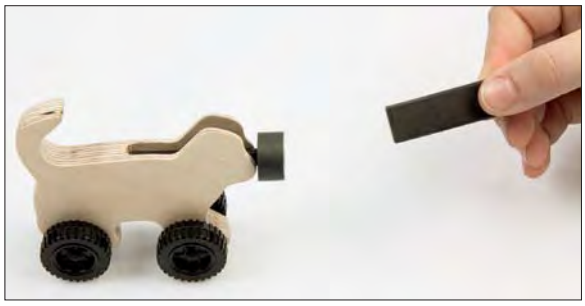
Lege einen Hufeisenmagneten in die Schiene.

Schiebe den einen Hufeisenmagneten mit dem anderen aus der Schiene heraus.
Die Magneten dürfen sich dabei **nicht** berühren.

STATION 6

„Kusshund“





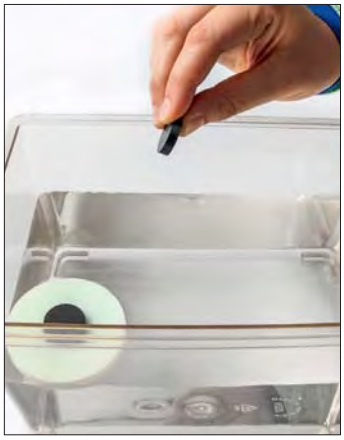
Du brauchst:
- 1 „Kusshund“
- 1 Rundstab mit Magneten
- 1 Ringmagneten
- 1 kleinen eckigen Stabmagneten

Schiebe den „Kusshund“ mit dem Ringmagneten von dir weg.
Ziehe ihn dann zu dir hin.
Mache dasselbe mit dem Stabmagneten.

STATION 7

Tauche den Magneten unter

Du brauchst:
- 1 Becken oder 1 Schüssel mit Wasser
- 1 Styroporscheibe mit einem Magneten
- 1 großen Scheiben-magneten
- 1 kleinen eckigen Stabmagneten



Nimm den Scheibenmagneten in deine Hand. Schaffst du es, den Magneten auf der Scheibe umzukippen und unterzutauchen? Die Magneten dürfen sich **nicht** berühren.
Nimm den Stabmagneten in deine Hand. Mache dasselbe.

KNOBELAUFGABE

Die Zwitschermagneten

Diese Magneten nennt man Zwitschermagneten.

Warum? Wenn man sie vorsichtig zusammen hochwirft, kommen sie zueinander und zwitschern dabei.

Finde heraus: Wie musst du die beiden Magneten zusammenbringen, damit sie sich anziehen?
Beschreibe oder zeichne.

Wie musst du die beiden Magneten zusammenbringen, damit sie sich abstoßen?

KNOBELAUFGABE

Zwei besondere Stabmagneten

Lege die beiden Stabmagneten flach auf den Tisch und bringe sie so zueinander, dass sie sich abstoßen.

Lasse die Stabmagneten flach auf dem Tisch liegen.
Was musst du tun, damit sich die beiden Magneten anziehen?

Was passiert, wenn du die Magneten flach aufeinanderlegst?

Probiere: Wann stoßen sie sich ab?
Wann ziehen sie sich an?

Überlege und schreibe auf:
Was ist bei diesen Stabmagneten besonders?

Wo könnten die Pole bei diesen Stabmagneten liegen? Zeichne.

Sequenz 7: Einen Magneten selbst herstellen

Zeitrahmen: 45 Minuten

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Zugehöriges Wissen
Die Schülerinnen und Schüler …	
• beschreiben ein Verfahren, mit dem man selbst eisenhaltige Gegenstände magnetisieren und entmagnetisieren kann (IK 6).	Ein Stück Eisen kann magnetisiert werden, wenn man oft mit dem immer gleichen Pol eines Magneten in der gleichen Richtung darüberstreicht. Heftige Erschütterung zerstört die magnetische Wirkung wieder.
Prozessbezogene Kompetenzen	**Angestrebtes Wissen**
Die Schülerinnen und Schüler …	
• führen einen Versuch nach Anleitung durch (PK 5).	Die sorgfältige, der Anleitung folgende Durchführung eines Versuches ist wichtig, um die angestrebte Wirkung zu erzielen.
• geben Belege für die Rechtfertigung von Aussagen an (PK 3).	Behauptete Aussagen sind nachzuweisen; das geschieht z. B. durch das Anführen eines geeigneten Belegs.
• ziehen Schlussfolgerungen im Sinne der Beantwortung einer Frage (PK 10).	Eine Frage kann mit den gewonnenen Daten beantwortet werden.

Kurzbeschreibung der Stunde:

Als Einstieg hängt die Lehrkraft den Kopf eines kleinen Nagels an das Ende eines Stabmagneten. An die untere Spitze dieses Nagels lässt sich ein weiterer Nagel mit der Spitze anhängen, ohne dass er herunterfällt. Die Kinder stellen Vermutungen an, warum der zweite Nagel hält.
Um zu beweisen, dass die Magnetkraft nicht durch die Nägel wirkt, sondern der Nagel selbst zum Magneten wird, nimmt die Lehrkraft den ersten Nagel vom Magneten ab. Die Nägel bleiben mit ihren Spitzen aneinander hängen. Sie sind zu Magneten geworden.
Die Kinder gehen der Forscherfrage nach, wie ein Stück Eisen zu einem Magneten wird. Sie magnetisieren einen Eisendraht mit Hilfe des starken Ringmagneten. Mit Nägeln oder Büroklammern aus Eisen weisen sie nach, dass ihr Draht zu einem Magneten geworden ist.

Organisatorische Hinweise:

Das Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ aus der Sequenz 2 wird weiter ergänzt. Die für das Magnetisieren genutzten Eisendrähte bestehen im Innern aus gehärtetem Stahl und lassen sich sehr gut magnetisieren. Von außen sind sie allerdings kupferummantelt und deshalb kupferfarbig. Sollten die Kinder aufgrund der Farbe denken, es handele sich um Kupferdrähte, kann man ihnen den inneren, eisenfarbigen Kern zeigen.
Vor dem Unterricht muss geprüft werden, ob Eisendrähte und Nägel entmagnetisiert sind. Falls nicht, sollten sie mit einem Hammer bearbeitet werden, sodass der Restmagnetismus zerstört wird.

Verlaufsplanung

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Sitzkreis **10 Minuten**	**Einstieg** Die Forschertätigkeiten werden reflektiert und ggf. auf dem Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ ergänzt (ausprobieren, vergleichen, etwas mit einer Regel erklären).	• Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“
	Impuls: Die Lehrkraft hängt den Kopf eines Nagels an das Ende eines Stabmagneten (vgl. Versuchsbeschreibung). LK: *Was passiert, wenn ich einen weiteren Nagel an den ersten Nagel halte?* Mögliche Reaktionen: • Der wird auch angezogen, von dem Magneten. • Das geht da durch. • Der Magnet wirkt durch den Nagel hindurch auf den zweiten. • Der Nagel wird durch den Magneten aufgeladen. Die Lehrkraft hängt die Spitze des zweiten Nagels an die Spitze des schon hängenden Nagels. Anschließend trennt sie den ersten Nagel vom Magneten. Der zweite Nagel bleibt trotzdem am ersten Nagel hängen. Mögliche Reaktionen: • Die Magnetkraft geht durch das Eisen. • Der Nagel ist zu einem Magneten geworden. • Die beiden Nägel sind Magneten. Der Versuch wird von mehreren Kindern wiederholt. Die Lehrkraft hält die Nägel mit dem Kopf vorsichtig in eine Dose mit Eisenspänen. Die Kinder beobachten, dass die Nägel Eisenspäne anziehen. LK: *Was können wir nun über die Nägel sagen?* (Diese sind selbst zu einem Magneten geworden; sie ziehen sich gegenseitig an und sie ziehen Eisen an.)	• 1 kleiner Nagel • 1 mittelgroßer runder Stabmagnet • 1 (weiterer) kleiner Nagel • 1 Dose mit Eisenspänen
Sitzkreis **10 Minuten**	**Orientierung/Aufgabenstellung** LK: *Kann die magnetische Wirkung auch auf ein größeres Eisenstück übertragen werden?* (Lehrkraft zeigt den Eisendraht.) *Wir werden es bei diesem Stück Draht versuchen.* Die Kinder machen Vorschläge (manche Kinder wissen bereits, dass man mit einem Magneten das Eisenstück bestreichen muss). Die Lehrkraft zeigt genau, wie man mit einem Pol des Ringmagneten ca. 20-mal immer in der gleichen Richtung über den Eisendraht streichen muss. Sie legt den Eisendraht dazu im Sitzen auf ihren Oberschenkel und hält den Ringmagneten so wie auf dem Bild.	• 1 Eisendraht • 1 Ringmagnet

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	  Wichtig: Wenn man in die andere Richtung streicht oder der Draht dabei stark erschüttert wird, geht die magnetische Wirkung wieder verloren. Deshalb muss bei der Rückwärtsbewegung der Ringmagnet demonstrativ fern vom Draht bewegt werden. LK: *Überlegt: Wie könnt ihr nach dem Darüberstreichen überprüfen, ob der Draht zu einem Magneten geworden ist*? (Stecknadel, Büroklammer oder kleine Nägel mit dem magnetisierten Draht hochheben.) **Aufgabe** • Bestreicht den Draht mit dem Ringmagneten. Achtet dabei darauf, dass ihr immer in die gleiche Richtung streicht und den Magneten weit vom Draht entfernt wieder zurückbewegt. Der Draht darf nicht auf dem Tisch aufschlagen. • Testet anschließend, ob euer Draht wirklich magnetisiert ist.	• Stecknadeln, Büroklammern oder kleine Nägel zum Überprüfen
Partnerarbeit **10 Minuten**	**Erarbeitung** Kinder bestreichen den Draht mit einem Pol des Ringmagneten und testen, ob er zu einem Magneten geworden ist. Sie wechseln sich in der Benutzung des Ringmagneten ab. Kinder, die bereits fertig sind, erhalten einen mittelgroßen Nagel, den sie ebenfalls magnetisieren sollen.	• 16 Ringmagneten • 32 Eisendrähte • kleine Nägel, Büroklammern, Stecknadeln zum Überprüfen • 32 mittelgroße Nägel
Sitzkreis/ Frontal **15 Minuten**	**Reflexion** Die Kinder beschreiben, wie sie aus dem Eisendraht einen Magneten gemacht haben. Sie „beweisen“ ihren Erfolg, indem sie damit etwas Eisenhaltiges anziehen. Mögliche Fehler werden thematisiert (wenn man nicht immer in eine Richtung gestrichen, den Magneten nicht dicht über den Draht geführt, nicht oft genug gestrichen hat oder der Draht beim Bestreichen häufig auf dem Tisch aufgeschlagen ist). LK: *Der Eisendraht ist nun ein Magnet, weil er wie die Magneten zwei Pole hat und dort Eisen anzieht. Man sagt auch: Er ist magnetisiert.*	• von den Kindern magnetisierte Eisendrähte • Büroklammern, kleine Nägel, Stecknadeln zum Überprüfen

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	**Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler**	**Material Medien**
	Die Lehrkraft demonstriert anschließend, wie man den Magnetismus wieder zerstören kann (den Eisendraht mehrmals fest auf den Boden werfen, mehrfach auf einem Tisch aufschlagen oder mit dem Hammer bearbeiten). Die Kinder testen, ob der Draht dadurch wirklich seine magnetische Wirkung verloren hat. Mit dieser Demonstration begründet die Lehrkraft, warum Magneten nicht auf den Boden fallen dürfen: Sie verlieren durch die Erschütterung ihre magnetische Wirkung.	• Tisch • 1 Hammer
	Ergebnis **Wenn man mit dem Pol eines starken Magneten immer in derselben Richtung über einen Eisendraht streicht, wird dieser selbst zu einem Magneten. Man sagt: Der Draht ist magnetisiert.**	
	Tafel: **Mit einem Magneten kann Eisen magnetisiert werden.** **Magneten dürfen nicht auf den Boden fallen.**	• Tafel
	Kinder notieren das Ergebnis in ihre Forscherbücher und zeichnen, wie sie den Draht magnetisiert haben.	• Forscherbuch, ggf. leere Seiten

Materialien

Kursiv geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.
Sie befinden sich nicht in den Materialkisten für das Spiralcurriculum im Primarbereich.

Benötigtes Demonstrationsmaterial

✓	Stückzahl	Material
	1	Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ (aus vorangegangenen Stunden)
	1	Dose mit kleinen Nägeln
	1	Mittelgroßer runder Stabmagnet
	1	Dose mit Eisenspänen
	1	Eisendraht
	1	Ringmagnet
		Material zum Überprüfen: Stecknadeln, Büroklammern etc.
		Material zum Entmagnetisieren: *Hammer, Boden* etc.

Benötigtes Experimentiermaterial

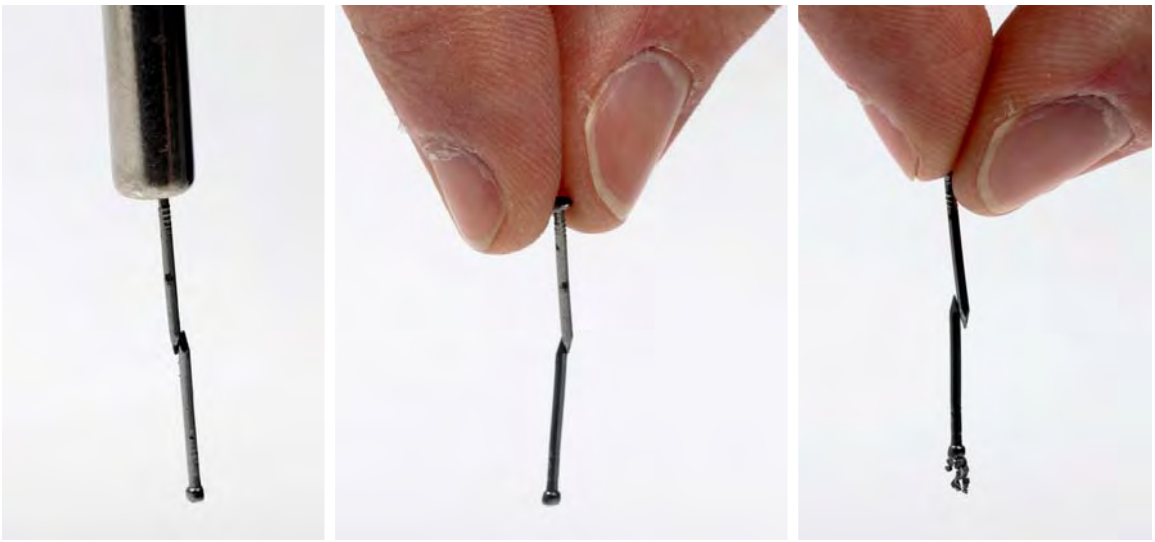
✓	Stückzahl	Material
	16	Ringmagneten
	32	Eisendrähte
		Material zum Überprüfen: kleine Nägel, Büroklammern, Stecknadeln etc.
	32	Mittelgroße Nägel

Weitere Materialien

✓	Stückzahl	Material
	Schüleranzahl	Forscherbücher und ggf. *leere Seiten*
	Ggf.	Knobelaufgaben

DEMONSTRATIONSVERSUCH

Ein Nagel wird zum Magneten



Die Lehrkraft hängt zwei Nägel an einen Magneten untereinander. Anschließend hält sie den oberen Nagel fest und entfernt den Magneten. Die Nägel bleiben aneinander hängen und können nun selbst Eisenteile anziehen.

Material:
- 1 mittelgroßer runder Stabmagnet
- 2 kleine Nägel
- 1 Dose mit Eisenspänen

Organisation:
- Demonstrationsversuch
- Gesprächskreis

Wichtig:
- Vorher prüfen, ob die kleinen Nägel entmagnetisiert sind (ansonsten kräftig erschüttern).

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Lehrkraft hängt einen Nagel mit dem Nagelkopf an den Magneten. Die Kinder vermuten, was passieren wird, wenn ein zweiter Nagel an den ersten gehängt wird. Die Lehrkraft hängt den Nagel mit der Spitze an. Die Kinder suchen nach Erklärungen.
Anschließend entfernt die Lehrkraft die beiden verbundenen Nägel vorsichtig vom Magneten. Die Nägel bleiben aneinander hängen. Wird der untere Nagel nun in die Dose mit Eisenspänen gehalten, bleiben diese an ihm hängen. Die Kinder beschreiben und suchen nach einer Erklärung.

Hintergrund:

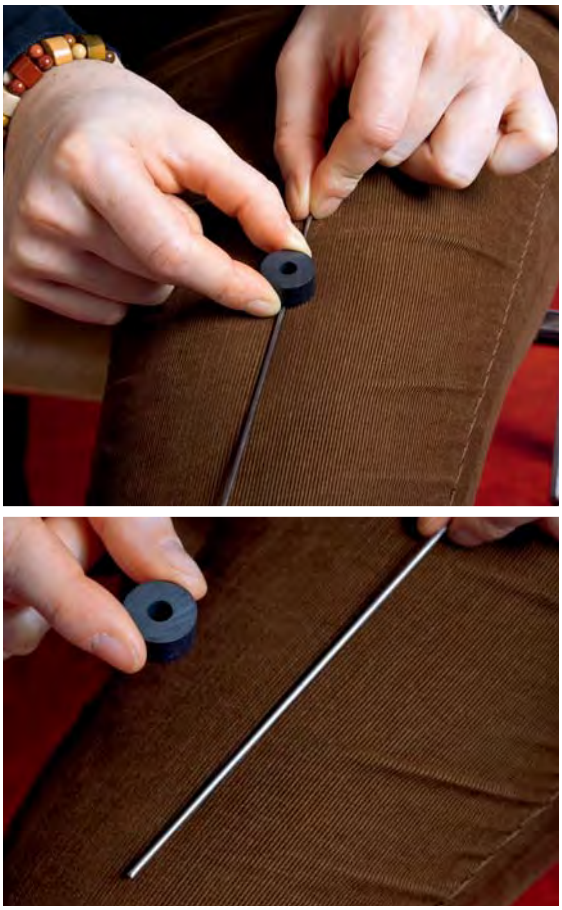
Eisenhaltige Materialien werden in der Nähe eines Magneten selbst zu Magneten, sogar schon bevor sie sich berühren. Je näher der Magnet dem Eisenstück kommt, desto größer ist die Wirkung. Je nach Material und nach Stärke des Ausgangsmagneten behalten die magnetisierten Gegenstände ihre magnetische Wirkung länger oder weniger lang – auch nachdem der Magnet entfernt wurde. Diese Eigenschaft nennt man auch magnetische Influenz. Die Lehrkraft kann diese magnetische Influenz dadurch zeigen, dass sie den unteren Nagel in eine Dose mit Eisenspänen hält. Einige der Eisenspäne bleiben dann am magnetisierten Nagel hängen.
Werden Magneten heftig erschüttert oder stark erhitzt (Curie-Temperatur), kann die magnetische Wirkung wieder verloren gehen.

Erkenntnis für die Kinder:

Ein Nagel wird in der Nähe eines Magneten selbst zu einem Magneten. Er behält die magnetischen Eigenschaften auch, wenn der Magnet entfernt wird. Der so magnetisierte Nagel kann andere eisenhaltige Dinge anziehen und hat Pole.

VERSUCHSBESCHREIBUNG

Magnetisieren eines Eisendrahtes



Material:
Diese Aufgabe wird in Partnerarbeit durchgeführt.

Pro Team wird benötigt:
- 1 Ringmagnet
- 2 Eisendrähte
- 2 mittelgroße Nägel
- Material zum Überprüfen: kleine Nägel, Büroklammern, Stecknadeln

Organisation:
- Partnerarbeit
- Jedes Kind kann einen Eisendraht und einen Nagel magnetisieren.

Die Kinder magnetisieren einen Eisendraht.

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Ein Kind streicht mit einem Pol des Ringmagneten 20-mal immer in derselben Richtung über einen Eisendraht. Dabei legt es den Eisendraht auf sein Bein (s. Abb. oben). Der Pol wird dabei nicht gewechselt! Wichtig ist, nur in **eine** Richtung zu streichen. Bei der Rückwärtsbewegung des Magneten zum Anfang des Drahtes darf der Magnet nicht in die Nähe des Drahtes kommen, sondern muss weit weg gehalten werden; sonst wird die Magnetisierung wieder aufgehoben. Die Kinder müssen zudem darauf achten, dass der Draht während des Magnetisierens nirgendwo aufschlägt.
Die Schülerinnen und Schüler überlegen sich, wie sie prüfen können, ob der Eisendraht schon magnetisiert und wie stark die magnetische Wirkung ist (z. B.: Je mehr Nägel untereinander hängen bleiben, desto stärker ist der Eisendraht magnetisiert). Kinder, die schon fertig sind, können zusätzlich einen Nagel magnetisieren.

Hintergrund:

Eisenhaltige Materialien können in der Nähe eines starken Magneten magnetisiert werden. Ursache hierfür ist die Influenz. Man versteht darunter die Wirkung, welche ein Magnet auf eisenhaltiges Material in seiner Nähe hat. Das eisenhaltige Material wird selbst zu einem Magneten. Vom Material und von der Stärke der Magnetisierung hängt es ab, wie lang die so erzeugte magnetische Wirkung erhalten bleibt. Werden Magneten heftig erschüttert oder stark erhitzt (Curie-Temperatur), kann die magnetische Wirkung verloren gehen.

Erkenntnis für die Kinder:

Ein eisenhaltiges Stück Metall kann durch Bestreichen mit einem Magneten selbst zu einem Magneten gemacht werden. Die Magnetwirkung geht durch Erschütterung des Magneten wieder verloren.

KNOBELAUFGABE

Kann man einen Schraubendreher magnetisieren?

Bei Mias Spielauto ist eine Schraube abgefallen.

Ihr Papa versucht, die winzige Schraube wieder zu befestigen.
Er gibt aber verzweifelt auf, da die Schraube zu klein ist.
Er kann sie mit seinen großen Händen nicht festhalten.

Mia hat eine Idee:
„Könnten wir den Schraubendreher nicht magnetisieren?“

Was meinst du zu Mias Idee? Was könnte Mia tun?

Magnetisierte Schraubendreher kann man auch kaufen.
Welchen Vorteil hat ein solcher Schraubendreher?

KNOBELAUFGABE

Wie finde ich meinen Magneten?

„Für Magnetspezialisten“

Ina hat aus einem Eisendraht einen Magneten hergestellt.
Sie hat auch schon überprüft, ob ihr Eisendraht nun kleine Nägel anziehen kann.

Da kommt Lisa und lässt einen nicht magnetisierten Eisenstab auf ihren Tisch fallen.
Ina weiß nicht mehr, welches ihr magnetisierter Draht ist.
Sie ärgert sich und sagt zu Lisa: „Nun muss ich noch mal laufen und mir Nägel zum Überprüfen holen!“

Lisa antwortet: „Aber das ist doch gar nicht nötig!
Man braucht **nur** die beiden Drähte. Damit kannst du herausfinden, welcher Draht der Magnet ist.“

Kannst du Ina dabei helfen?
Du darfst dafür **nur** die beiden Drähte benutzen.
Zeige den anderen, wie du das gemacht hast.

Sequenz 8: Wie der Magnet zu seinem Namen kam (optional)

Zeitrahmen: 45 Minuten

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Zugehöriges Wissen
Die Schülerinnen und Schüler …	
• unterscheiden künstliche von natürlichen Magneten (IK 3).	Es gibt Steine, die wirken von Natur aus wie Magneten. Viele solcher Steine findet man in der Türkei und in Griechenland. Man bezeichnet diese als natürliche Magneten.
• beschreiben Verfahren, mit denen eisenhaltige Gegenstände magnetisiert werden können (IK 6).	Um künstliche Magneten herzustellen, werden Eisenpulver und weitere Materialien gemischt, erhitzt, gepresst und zwischen sehr starken Magneten magnetisiert.
Prozessbezogene Kompetenzen	**Angestrebtes Wissen**
Die Schülerinnen und Schüler …	
• beschreiben historische Beispiele für naturwissenschaftliche Entdeckungen (hier: Entdeckung des natürlichen Magnetismus) und geben den historischen/sozialen Kontext an, in dem sie entstanden sind (MK 1).	Naturwissenschaftliche Entdeckungen sind jeweils in einem bestimmten Kontext entstanden.
• zeigen an Beispielen, dass aus denselben Daten unterschiedliche Interpretationen abgeleitet werden können und nehmen widersprüchliche Interpretationen als Ausgangspunkt für weitere Fragestellungen (MK 4).	Texte zu historischen Entdeckungen beschreiben einen Sachverhalt oft unterschiedlich. Die gegebenen Informationen sind deshalb kritisch zu hinterfragen.

Kurzbeschreibung der Stunde:

Die Lehrkraft wiederholt mit den Kindern, wie in der letzten Sequenz Eisen magnetisiert wurde. Auf dieser Grundlage erklärt die Lehrkraft, wie Dauermagneten hergestellt werden (eisenhaltiges Pulver wird unter großem Druck und großer Hitze zu einem Stück zusammengepresst und einem starken Magneten ausgesetzt).
Anschließend zeigt sie den Kindern einen Magnetstein, an dem ein Nagel hängt. Die Kinder erfahren, dass solche Steine in der Natur vorkommen und wo es viele davon gibt (auf Karte oder Globus zeigen). Die Kinder bearbeiten in Gruppen je einen Sachtext zu den Magnetsteinen und zur Herkunft ihres Namens. Sie beantworten die Fragen auf den Textblättern und berichten den anderen Kindern, was sie erfahren haben. Es stellt sich heraus, dass nicht alle Texte den Ursprung der Bezeichnung „Magnet“ und der Entdeckung der Magnetsteine gleich beschreiben.

Organisatorische Hinweise:

Ein kleiner Magnetit (ein magnetisches Gestein) befindet sich in den Materialkisten. Größere Magnetiten lassen sich im Internet besorgen. Diese natürlichen Magneten können die magnetische Wirkung leicht durch Erschütterung oder falsche Lagerung verlieren. Deshalb ist es bei dem Magnetiten ganz besonders wichtig, ihn richtig zu lagern. Die Lehrkraft sollte vor dem Unterricht unbedingt testen, ob der beiliegende Magnetit noch ausreichend magnetisiert ist.
Die drei unterschiedlichen Sachtexte gibt es jeweils in zwei Schwierigkeitsstufen. Mit „I“ ist jeweils die leichte Version, mit „II“ jeweils die anspruchsvollere Version gekennzeichnet.

Verlaufsplanung

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Sitzkreis **10 Minuten**	**Einstieg** Die Forschertätigkeiten werden reflektiert und ggf. auf dem Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ ergänzt (eine Versuchsanleitung genau befolgen, eine Aussage belegen/„beweisen“/begründen). LK: *Wir haben in der letzten Stunde einen Eisendraht magnetisiert und so mit dem starken Ringmagneten selbst einen Magneten hergestellt. Was war dabei wichtig?* (Kinder beschreiben, wie sie magnetisiert haben und worauf dabei zu achten war.) LK: *Alle Magneten, die wir im Unterricht benutzt haben, wurden mit einem anderen Magneten hergestellt. Man nimmt dazu Eisenpulver und einige andere Materialien, füllt diese in eine Form, erhitzt sie und presst sie dann zusammen, sodass daraus ein festes Stück entsteht. Dieses gepresste Stück legt man dann für eine kurze Zeit zwischen zwei sehr starke Magneten. Dann nimmt man das Eisenstück wieder heraus.* *Es ist nun selbst zu einem Magneten geworden* (Abb. zeigen). *Es gibt aber auch Magneten, die nicht von Menschen und Maschinen gemacht worden sind. Die kann man im Boden finden. Vielleicht habt ihr davon schon einmal gehört.* Eventuell haben einige Kinder schon mal von Magnetsteinen (Magnetit) gehört. Sie erzählen davon. Die Lehrkraft zeigt einen Magnetstein (Magnetit). Sie taucht ihn in Eisenspäne oder kleine Nägel – diese bleiben hängen. Mögliche Reaktionen: • Der sieht aus wie ein normaler Stein. • Der ist magnetisch wie unsere anderen Magneten. LK: *Es gibt Steine, die sind von Natur aus magnetisch. Solche Steine findet man an manchen Stellen der Erde. Man nennt sie „Magnetit“. In Griechenland und in der Türkei gibt es davon besonders viele* (die Länder auf einem Globus oder einer Karte zeigen). *Weil sie nicht vom Menschen gemacht sind, sondern in der Natur vorkommen, nennt man sie natürliche Magneten.*	• Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ • Folie „Herstellung eines Magneten“ • Magnetit • kleine Nägel (oder Eisenspäne) • Globus oder Landkarte

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	**Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler**	**Material Medien**
Sitzkreis **5 Minuten**	**Orientierung/Aufgabenstellung** LK: *Vermutlich haben diese Steine dazu geführt, dass die Menschen den Magnetismus überhaupt entdeckt haben. Wie das geschah, sollt ihr nun herausfinden.* Die Lehrkraft gibt den Auftrag, in arbeitsteiliger Gruppenarbeit drei verschiedene Texte zu lesen. Es sind jeweils Texte mit zwei unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden vorhanden, sodass der Text der Lesekompetenz der Kinder angepasst werden kann. Die Kinder sollen so genau lesen, dass sie die Geschichte den anderen Gruppen erzählen können. **Aufgabe** • Jede Gruppe beschäftigt sich mit einem anderen Text zur Entdeckung des Magnetismus. • Lest den Text genau und beantwortet die Fragen. • Erzählt anschließend den anderen Kindern, was ihr gelesen habt.	
Stillarbeit **15 Minuten**	**Erarbeitung** Die Kinder folgen dem Leseauftrag und beantworten die Fragen. Falls Kinder ein entsprechendes Arbeiten bereits gewöhnt sind, notieren sie Stichworte zur Geschichte in ihrem Forscherbuch. Jeweils zwei Geschichten thematisieren dasselbe, haben aber ein unterschiedliches Anforderungsniveau.	• Forscherbuch, ggf. leere Seite • Lesetexte (in jeweils zwei Schwierigkeitsstufen) zur arbeitsteiligen Gruppenarbeit: – „Thales von Milet“ – „Der Hirte Magnes“ – „Magnesia in Griechenland“
Sitzkreis **15 Minuten**	**Reflexion** Die Kinder berichten nacheinander von den drei Geschichten. Sie dürfen für den Vortrag ihre Stichworte und ggf. das Textblatt zu Hilfe nehmen. Kinder, welche die ausführlicheren Texte gelesen haben, ergänzen Einzelheiten. Die Lehrkraft fordert zum Vergleichen der Geschichten auf: • *Wo wurden Magnetsteine gefunden?* • *Wie wurden sie entdeckt?* • *Woher hat der Magnet seinen Namen bekommen?* • *Wissen wir das nun sicher? Wird in allen drei Geschichten dasselbe erzählt?* Die Kinder diskutieren, dass man nicht weiß, wer recht hat, weil das schon sehr lange her ist und weil die verschiedenen Geschichten jeweils etwas anderes erzählen.	• ggf. Forscherbuch

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	LK: *Sicher ist aber, dass es solche Steine in Griechenland und in der Türkei gibt – auch heute noch. Sicher ist auch, dass die Menschen schon vor langer Zeit magnetische Steine und den Magnetismus entdeckt haben.*	
	Transfer Im Sprachunterricht kann die Lehrkraft die Geschichte von Jim Knopf vorlesen, der einen Magnetiten findet. Die Kinder können eine Erklärung finden, warum Jim seinen Gürtel und Lukas seine Stiefel ausziehen, bevor sie weiterklettern. (Kap. 4–12: Die Reise zum Magnetberg; besonders interessant Kap. 6 und 7)	• Buch von Michael Ende: Jim Knopf und die Wilde 13

Materialien

Kursiv geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.
Sie befinden sich nicht in den Materialkisten für das Spiralcurriculum im Primarbereich.

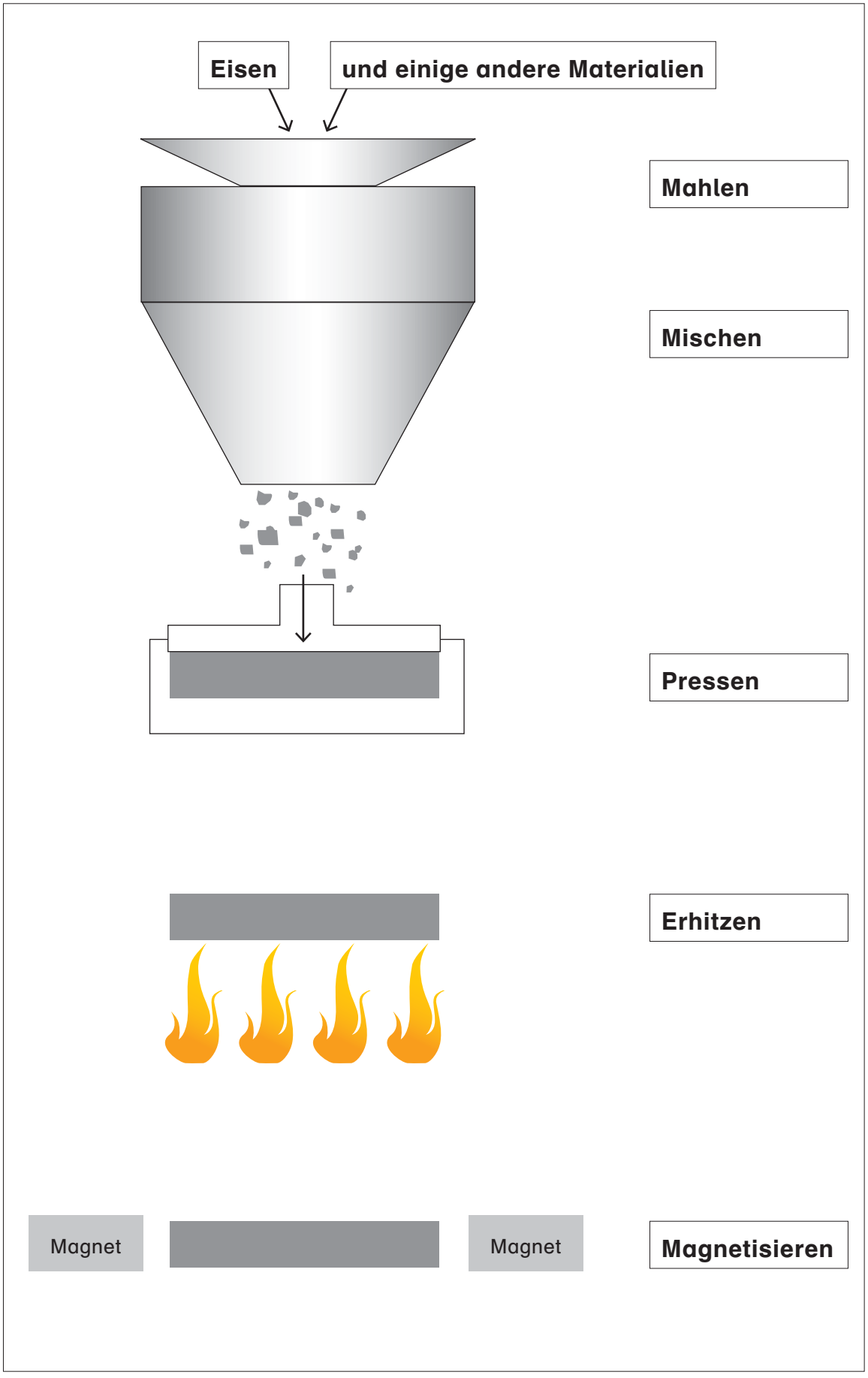
Benötigtes Demonstrationsmaterial

✓	Stückzahl	Material
	1	Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ (aus vorangegangenen Stunden)
	1	Magnetit
		Kleine Nägel (oder Eisenspäne)
	1	*Globus oder Landkarte*

Weitere Materialien

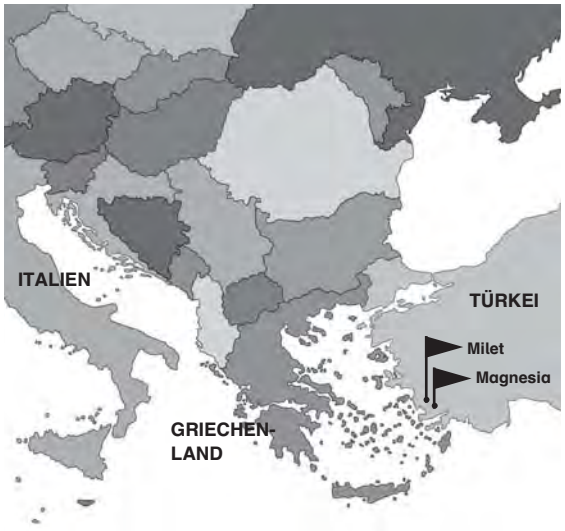
✓	Stückzahl	Material
	1	Folienvorlage „Herstellung eines Magneten“
	Offen	Lesetexte „Thales von Milet“ (2 Versionen zur Differenzierung)
	Offen	Lesetexte „Der Hirte Magnes“ (2 Versionen zur Differenzierung)
	Offen	Lesetexte „Magnesia in Griechenland“ (2 Versionen zur Differenzierung)
	Schüleranzahl	Forscherbücher und ggf. *leere Seiten*
	1	*Ggf. Buch Michael Ende: Jim Knopf und die Wilde 13*

Herstellung eines Magneten



Wie der Magnet zu seinem Namen kam

Thales von Milet (I)



1. Lies den Text.

Milet und Magnesia sind Städte in der Türkei.
Sie liegen nah beieinander.
Die Nadel auf der Karte zeigt, wo sie liegen.

In Milet lebte vor 2600 Jahren ein Naturforscher.
Er hieß Thales von Milet.
Eines Tages fand er in der Nähe
der Stadt Magnesia besondere Steine.

Er machte Experimente mit diesen Steinen.
Er stellte fest, dass sie Eisen anziehen.

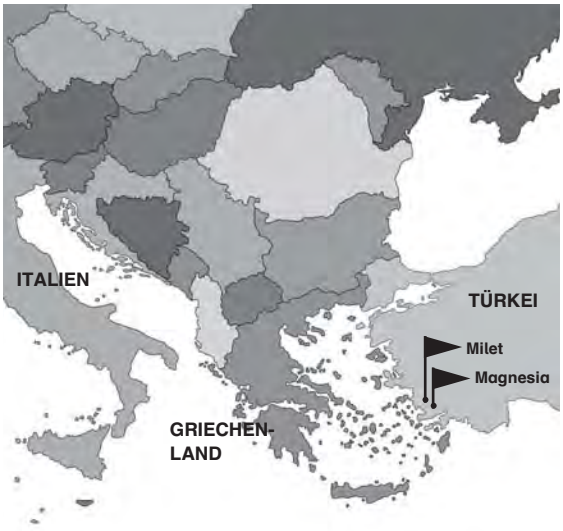
Nach seinem Tod berichteten andere Forscherinnen
und Forscher von seinen Versuchen.

2. Lies den Text ein zweites Mal.
Beantworte dann die folgenden Fragen.
Unterstreiche wichtige Stellen dazu im Text.

- Woher könnte der Name „Magnet“ stammen?
- Woher wissen wir, dass Thales von Milet Magnetsteine gefunden hat?

Wie der Magnet zu seinem Namen kam

Thales von Milet (II)



1. Lies den Text.

In Milet lebte vor 2600 Jahren ein Naturforscher, Denker und Mathematiker. Er hieß Thales von Milet.
Er beschäftigte sich mit den Geheimnissen der Natur.
Neben der Stadt Milet lag die Stadt Magnesia.

Beide Städte liegen in der Türkei.
Auf der Karte kannst du sehen, wo das ist.

Thales von Milet fand in der Nähe der Stadt Magnesia seltsame Steine. Sie konnten Eisen anziehen, ohne das Eisen zu berühren.
Thales von Milet hatte Steine mit magnetischer Wirkung entdeckt.
Er glaubte: Diese Steine sind lebendig und haben eine Seele.

Manche Leute meinen heute, dass der Magnet seinen Namen von der Stadt Magnesia bekommen hat. Wir wissen das aber nicht genau.
Thales von Milet hat die Ergebnisse seiner Forschungen nicht selbst aufgeschrieben. Erst nach seinem Tod haben andere Forscherinnen und Forscher aufgeschrieben, was Thales erzählt und herausgefunden hatte.

2. Lies den Text ein zweites Mal.

Beantworte dann die folgenden Fragen.
Unterstreiche wichtige Stellen dazu im Text.

- Woher könnte der Name „Magnet“ stammen?
- In welchem Land wurden die Magnetsteine gefunden?
- Warum dachte Thales von Milet, die Magnetsteine seien lebendig?
- Warum wissen wir nicht genau, ob die Geschichte von Thales von Milet stimmt?

Wie der Magnet zu seinem Namen kam

Der Hirte Magnes (I)

1. Lies den Text

Der römische Schriftsteller Plinius lebte vor etwa 2000 Jahren.
Er schrieb diese Geschichte auf:

> Der Hirte Magnes hütete auf dem Berg Ida seine Schafe.
> Er hatte einen Hirtenstab mit einer Eisenspitze.
> Einmal blieb der Stab an einem Stein „kleben“.
> Er konnte den Stab kaum wieder losreißen.
> Er hatte damit einen Magneteisenstein berührt.

Vielleicht hat der Magnet seinen Namen vom Hirten Magnes bekommen.

2. Lies den Text ein zweites Mal.

Beantworte dann die folgenden Fragen.
Unterstreiche wichtige Stellen dazu im Text.

– Warum blieb der Stab am Stein „kleben“?
– Woher könnte der Name „Magnet“ stammen?

Spiralcurriculum MAGNETISMUS | Primarbereich

Wie der Magnet zu seinem Namen kam

Der Hirte Magnes (II)

1. Lies den Text

Der römische Schriftsteller Plinius lebte vor etwa 2000 Jahren.
In den 37 Büchern seiner „Naturgeschichte“ schrieb er auf,
was die Menschen zu dieser Zeit alles über die Natur wussten.
Plinius selbst war kein Forscher. Er trug nur zusammen,
was andere Wissenschaftler herausgefunden hatten.
Über Magneten hat Plinius folgende Geschichte aufgeschrieben:

Der Hirte Magnes hütete auf
dem Berg Ida seine Schafe.
Er hatte einen Hirtenstab mit
einer Eisenspitze und Schuhe
mit Nägeln in der Sohle.
Eines Tages ging er mit seiner
Herde über ein Feld mit
schwarzen Steinen.
Diese Steine zogen ihm die Nägel
aus den Schuhen und der Stab
blieb an den Steinen „kleben“.
Er konnte den Stab kaum wieder
losreißen. Er hatte damit einen
Magneteisenstein berührt.

Plinius schrieb in seinem Buch,
dass der Magnet seinen Namen
von seinem Entdecker, dem Hirten
Magnes, erhalten hat.

2. Lies den Text ein zweites Mal.

Beantworte dann die folgenden Fragen.
Unterstreiche wichtige Stellen dazu im Text.

- Warum konnte Magnes seinen Hirtenstab nicht wieder losreißen?
- Woher könnte der Name „Magnet“ stammen?

Wie der Magnet zu seinem Namen kam

Magnesia in Griechenland (I)

1. Lies den Text.

In Griechenland gibt es eine Gegend, die heißt Magnesia.
Dort wurden viele Steine mit magnetischer Wirkung gefunden.

Es könnte sein, dass diese Steine „Magnet“ heißen,
weil es in Magnesia viele davon gibt.

2. Lies den Text ein zweites Mal.
Beantworte diese Frage:
Woher könnte der Name „Magnet“ stammen?

Berichte den anderen.

Wie der Magnet zu seinem Namen kam

Magnesia in Griechenland (II)

1. Lies den Text.

In Griechenland gibt es eine Gegend,
die heißt noch heute Magnesia oder Magnisia.
Dort lebte früher das Volk der Magneten.

In dieser Gegend wurden viele natürliche Steine
mit magnetischer Wirkung gefunden.
Es könnte sein, dass diese Steine Magneten heißen,
weil es in Magnesia viele davon gibt.

Es gibt eine Legende, dass vor langer Zeit einige Magneten
aus Griechenland in die heutige Türkei ausgewandert sind und
dort eine Stadt namens Magnesia am Fluss gegründet haben.

2. Lies den Text ein zweites Mal.

Beantworte diese Frage:
Woher könnte der Name „Magnet“ stammen?

Berichte den anderen.

Sequenz 9: Unsere Forscherarbeit

Zeitrahmen: 45 Minuten

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Zugehöriges Wissen
Die Schülerinnen und Schüler … • beschreiben die gewonnenen Erkenntnisse über die Eigenschaften von Magneten (IK1–6).	vgl. Sequenzen 1–8
Prozessbezogene Kompetenzen	**Angestrebtes Wissen**
Die Schülerinnen und Schüler … • benennen und unterscheiden Forschertätigkeiten, die sie selbst durchgeführt haben (PK 4).	Die Tätigkeiten von Forscherinnen und Forschern sind vielfältig. Sie müssen Fragen und Ideen formulieren, Begründungen geben, Vermutungen anstellen und überprüfen, dazu Untersuchungen entwickeln und durchführen sowie Ergebnisse formulieren, dokumentieren und sich mit anderen austauschen.
• bewerten die Qualität ihrer Arbeiten und der ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler (PK 12).	Forscherinnen und Forscher bemühen sich darum, die Qualität ihrer eigenen Arbeit möglichst objektiv einzuschätzen.

Kurzbeschreibung der Stunde:

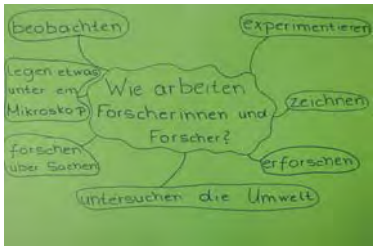
Diese Abschlussstunde dient der Zusammenfassung der Ergebnisse und der Reflexion der angewendeten Arbeitsweisen. Zunächst zählen die Kinder auf, was sie durch ihre Forschertätigkeit über den Magnetismus herausgefunden haben. Anschließend erinnern sich die Kinder mit Hilfe des Plakates „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ an die verschiedenen Tätigkeiten, die sie ausgeführt haben, und beschreiben, warum diese Forschertätigkeiten wichtig sind und was es dabei zu beachten gibt. Danach vergleichen sie die eigene Tätigkeit mit dem zu Beginn der Einheit erstellten Plakat „Wie arbeiten Forscherinnen und Forscher?“, auf dem sie ihr Vorwissen zu Tätigkeiten von Forscherinnen und Forschern festgehalten haben.
Die Stunde endet damit, dass die Kinder für sich selbst einschätzen, was sie schon gut können und was sie noch üben möchten.

Organisatorische Hinweise:

Konkrete Hinweise auf die zu verwendenden Materialien und Magneten zu Beginn der Sequenz wurden bewusst weggelassen, damit die Lehrkraft frei auswählen kann und somit eine individuelle Schwerpunktsetzung möglich ist.
Für die Reflexion der Forschertätigkeiten werden das zu Beginn erstellte Plakat „Wie arbeiten Forscherinnen und Forscher?“ sowie das im Unterricht laufend ergänzte Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ benötigt.

Verlaufsplanung

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Frontal **10 Minuten**	**Einstieg/Orientierung** Die Lehrkraft legt verschiedene Magneten und Materialien vom Forschertisch in die Mitte des Sitzkreises. Alternativ oder zusätzlich können die in der Unterrichtsreihe bearbeiteten Stationskarten ausgelegt werden. Die Lehrkraft bittet die Kinder zusammenzutragen, was sie durch ihre Forschertätigkeiten über den Magnetismus herausgefunden haben: • Es gibt Materialien, die von einem Magneten angezogen werden, und solche, die nicht angezogen werden. • Es gibt verschiedene Magneten. • Alle Magneten haben Pole, an denen sie am stärksten anziehen. • Ungleiche Pole ziehen sich an, gleiche Pole stoßen sich ab. • Magneten ziehen sich an bzw. stoßen sich auch ab, ohne dass sie sich berühren. • Magneten kann man selbst herstellen. • Neben künstlichen Magneten gibt es natürliche Magneten. • Natürliche Magneten wurden schon vor langer Zeit gefunden. • Über die Entdeckung des Magnetismus gibt es verschiedene Geschichten.	• verschiedene Magneten • Materialien vom Forschertisch (oder aus den Kisten) • ggf. Stationskarten zu den durchgeführten Versuchen
	LK: *Ihr habt wie Forscherinnen und Forscher gearbeitet und viele Tätigkeiten ausgeführt, die für das Forschen wichtig sind. Auf unserem Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ haben wir diese gesammelt. Aus der letzten Stunde können wir noch etwas auf unserem Plakat ergänzen* (z. B. Texte lesen, Informationen aus Texten entnehmen, Texte vergleichen). *Heute wollen wir darüber nachdenken, warum diese Dinge beim Forschen wichtig sind.* Alternativ: Wenn die Arbeitsweisen nicht zu Beginn jeder Sequenz reflektiert und auf dem Plakat notiert wurden, kann die Lehrkraft an dieser Stelle mit den Kindern Rückschau halten und danach fragen, was sie getan haben, um den Magnetismus zu erforschen. Dann muss hierfür entsprechend mehr Zeit eingeplant werden.	• Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Frontal **20 Minuten**	**Erarbeitung** Die einzelnen auf dem Plakat aufgelisteten Tätigkeiten werden nacheinander thematisiert. Mögliche Impulse der Lehrkraft: • *Warum haben wir das gemacht?* • *Worauf mussten wir dabei besonders achten?* • *Was wäre, wenn eine Forscherin oder ein Forscher das nicht tun würde?* Die als besonders wichtig empfundenen Forschertätigkeiten können unterstrichen werden. Ggf. können die Forschertätigkeiten auf dem Plakat auch sortiert werden, z. B. durch das Markieren mit unterschiedlichen Farben.	• Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“
	LK: *Zu Beginn unseres Unterrichts haben wir zusammen überlegt, wie Forscherinnen und Forscher arbeiten. Vergleicht nun* ***unsere*** *Forschertätigkeiten mit dem Plakat „Wie arbeiten Forscherinnen und Forscher?“, das wir ganz zu Beginn erstellt haben.*  *Welche der auf diesem Plakat* (Lehrkraft zeigt auf das Plakat „Wie arbeiten Forscherinnen und Forscher?“) *aufgeschriebenen Tätigkeiten von Forscherinnen und Forschern haben wir in unserem Unterricht selbst durchgeführt? Gibt es Forschertätigkeiten, die auf unserem Plakat fehlen* (Lehrkraft zeigt auf das Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“)*? Welche Forschertätigkeiten sind bei uns hinzugekommen, die ihr vorher nicht genannt habt? Arbeiten erwachsene Forscherinnen und Forscher so auch?* *Richtige Forscherinnen und Forscher haben zwar schwierigere Themen; aber alles, was ihr über euer eigenes Forschen aufgeschrieben habt, ist auch für erwachsene Forscherinnen und Forscher wichtig.*	• Plakat „Wie arbeiten Forscherinnen und Forscher?“

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Einzel- und Partnerarbeit **10 Minuten**	**Aufgabe** • Überlegt und schreibt auf das Arbeitsblatt, welche Tätigkeiten ihr schon gut beherrscht, welche ihr noch weiter üben möchtet und welche euch besonders Spaß gemacht haben. • Tauscht euch anschließend mit eurer Nachbarin/eurem Nachbarn darüber aus. Die Kinder arbeiten in Einzelarbeit und sprechen anschließend mit ihrem Nachbarn darüber.	• Forscherbuch • AB „Wie ich als Forscherin/Forscher gearbeitet habe“
Frontal **5 Minuten**	**Reflexion** Die Kinder berichten von ihren Einschätzungen und davon, was ihnen beim Forschen besonders Spaß gemacht hat. Abschließend gibt die Lehrkraft einen Ausblick auf weitere Forscherthemen oder fragt die Kinder, was sie demnächst selbst gern erforschen würden.	• Forscherbuch • AB „Wie ich als Forscherin/Forscher gearbeitet habe“

Materialien

Benötigtes Demonstrationsmaterial

✓	Stückzahl	Material
	Offen	Verschiedene Magneten (von der Lehrkraft frei ausgewählt)
	Offen	Verschiedene Materialien vom Forschertisch (oder aus den Kisten)
	1	Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ (aus vorangegangener Stunde)
	1	Plakat „Wie arbeiten Forscherinnen und Forscher?“ (aus der ersten Sequenz)

Weitere Materialien

✓	Stückzahl	Material
	Schüleranzahl	AB „Wie ich als Forscherin/Forscher gearbeitet habe“
	Schüleranzahl	Forscherbücher
	Ggf.	Stationskarten zu den durchgeführten Versuchen

Wie ich als Forscherin/Forscher gearbeitet habe

Du hast viel über den Magnetismus herausgefunden und dabei wie eine Forscherin/ein Forscher gearbeitet.

Schaue dir die Tabelle unten an. Überlege dir, was du davon gut, ein bisschen oder nicht so gut kannst. Kreuze an.

Das kann ich …	☺ **gut**	😐 **ein bisschen**	☹ **nicht so gut**
Fragen formulieren			
Vermutungen aufstellen			
Vermutungen überprüfen			
mit anderen über meine Vermutungen sprechen			
eine Untersuchung selbst überlegen			
eine Untersuchung durchführen			
genau beobachten			
Versuche und Ergebnisse aufschreiben			
Versuche und Ergebnisse aufzeichnen			
anderen von meinen Ergebnissen erzählen			
mein Wissen in Knobelaufgaben anwenden			

Das möchte ich noch verbessern:

Das hat mir am meisten Spaß gemacht:

Weitere Unterrichtsanregung: Ein Magnetspiel erfinden

Zeitrahmen: 2 x 45 Minuten

Kurzbeschreibung der Stunde:

Die beiden Einzelstunden können in zeitlichem Abstand zur Unterrichtsreihe als Wiederholung und Vertiefung durchgeführt werden. Ziel ist es, an die erworbenen Kenntnisse zu erinnern und diese beim Bau eines Magnetspiels anzuwenden. Vor dem Unterricht werden die Kinder gebeten, Alltagsgegenstände mit Magneten mit in den Unterricht zu bringen. Mit Hilfe der Aufzeichnungen im Forscherbuch, der Stationskarten aus den einzelnen Unterrichtssequenzen der Klasse 1/2 und anhand der benutzten Materialien wiederholen die Kinder zunächst die erarbeiteten Eigenschaften von Magneten. Die Kinder denken sich anschließend ein Spiel mit Magneten aus und planen Schritt für Schritt das weitere Vorgehen. Da das Material beschafft werden muss, wird das Magnetspiel erst in der Folgestunde gebaut. Die Kinder dokumentieren den ganzen Prozess.

Organisatorische Hinweise:

Vor der Durchführung dieser Sequenz sollte die Lehrkraft die Kinder bitten, Alltagsgegenstände mitzubringen, an denen Magneten sind, damit während der Sequenz darauf zurückgegriffen werden kann. Im Rahmen der Planung erstellen die Kinder eine Liste mit den benötigten Materialien. Sie besprechen mit der Lehrkraft, was davon die Schule bereitstellen kann, was die Lehrkraft organisiert und was die Kinder von zu Hause mitbringen müssen. Ggf. muss die Planung angepasst werden.Mit dem Bau der Spiele kann erst begonnen werden, wenn alle Materialien beschafft sind.

Verlaufsplanung

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Sitzkreis **15 Minuten**	**Einstieg** LK: *Bei der Arbeit an diesen Stationen und mit diesen Materialien haben wir viele Eigenschaften von Magneten entdeckt. Zählt die Eigenschaften auf.* (Stationskarten und Materialien liegen auf dem Boden.) Mögliche Reaktionen: • Es gibt verschiedene Metalle und Metallmischungen. Eisen oder Mischungen, in denen Eisen drin ist, werden vom Magneten angezogen. • Es gibt verschiedene Magneten; alle haben zwei Pole. • Magneten können sich gegenseitig anziehen. • Magneten können sich gegenseitig abstoßen. • An den Polen ist die magnetische Wirkung am stärksten. LK: *Magneten werden in vielen Gegenständen im Alltag benötigt.* Die Lehrkraft bittet die Kinder, die mitgebrachten Alltagsgegenstände in den Sitzkreis zu legen und ergänzt ggf.: Magnetarmband, Zwitschermagneten, Notizbuch, Schuh, Handytasche, Bilderbuch, Schachspiel, Stofftier mit Magneten, Kühlschrankmagnet, Schraubendreher mit Magnetspitze usw. Alternativ können auch Abbildungen von Alltagsgegenständen ausgelegt werden (s. Bildkarten).	• 7 Stationskarten aus der Sequenz 6 der Klasse 1/2 • 8 beschriftete Quader aus verschiedenen Materialien (Set) • 2 kleine eckige Stabmagneten • 2 große Scheibenmagneten • 2 mittelgroße runde Stabmagneten • 2 Ringmagneten • 2 Hufeisenmagneten • 2 „Kusshunde“ mit zwei kleinen eckigen Stabmagneten • Magnetarmband • 2 Zwitschermagneten

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	Sie fordert die Kinder auf zu beschreiben, welche Funktion die Magneten bei den einzelnen Gegenständen haben. Die Kinder ergänzen mit weiteren Beispielen von Alltagsgegenständen mit Magneten. LK: *Magneten werden auch bei Spielen genutzt. Einige kennt ihr vielleicht.* Die Kinder nennen Beispiele. LK: *Heute sollt ihr selbst ein Spiel mit Magneten erfinden. Dabei sollt ihr lernen, wie eine Erfinderin oder ein Erfinder vorzugehen.*	• von den Kindern mitgebrachte Alltagsgegenstände mit Magneten • Alltagsgegenstände mit Magneten • ggf. Bildkarten „Magneten im Alltag“
Sitzkreis **10 Minuten**	**Orientierung/Aufgabenstellung** LK: *Erfinderinnen und Erfinder planen ihr Vorgehen. Das sollt ihr bei eurem Spiel auch tun.* **Schritt 1: Spiel überlegen** *Überlegt euch ein Spiel und beschreibt, wie es aussehen soll, welches Ziel das Spiel hat und wie der genaue Spielablauf ist.* (Karte an die Tafel heften.) **Schritt 2: Zeichnung** *Zeichnet einen Entwurf eures Spiels in euer Forscherbuch. Es soll zu sehen sein, was ihr bauen müsst und wie die Dinge funktionieren. Ihr könnt auch mehrere Zeichnungen machen, die Einzelheiten zeigen.* (Karte an die Tafel heften.) **Schritt 3: Materialliste** *Fertigt in eurem Forscherbuch eine Materialliste an. Überlegt, welche Materialien ihr selbst besorgen könnt und was wir hier in der Schule haben. Auch richtige Erfinderinnen und Erfinder können nur verwenden, was ihnen zur Verfügung steht und nicht zu teuer ist.* *Die Magneten aus unserer Kiste könnt ihr benutzen. Damit ihr wisst, welche das sind, lege ich sie aus. Wenn ihr euer Spiel behalten wollt, müsst ihr euch selbst einen kleinen Magneten besorgen.* *Besprecht eure Liste mit mir.* (Karte an die Tafel heften.) **Schritt 4: Planung** *Schreibt im Forscherbuch auf, was ihr der Reihe nach machen müsst.* (Karte an die Tafel heften.) **Schritt 5: Bau des Spiels** *Baut euer Spiel. Das könnt ihr aber erst in der nächsten Stunde tun, wenn ihr die nötigen Materialien besorgt habt.* (Karte an die Tafel heften.)	• 5 Karten mit den Erfinderschritten • 5 Tafelmagneten • Forscherbuch, ggf. leere Seite • Magneten aus der Kiste: – 2 Hufeisenmagneten – 16 Ringmagneten – 3 große Scheibenmagneten – 1 großer eckiger Stabmagnet – 32 kleine eckige Stabmagneten – 1 großer runder Stabmagnet – 6 mittelgroße runde Stabmagneten – 2 Zwitschermagneten

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	Aufgabe • Ihr könnt allein, zu zweit oder in Gruppen ein Spiel erfinden. • Plant das Spiel. Haltet euch dabei an die Schritte, wie sie auf den Karten stehen. • Dokumentiert eure Planung im Forscherbuch. Benutzt für die Dokumentation der einzelnen Schritte die Überschriften auf den Karten. Ggf. geben Beispiele von Magnetspielen Anregungen (Bildkarten).	• Bildkarten „Magnetspiele“
Einzelarbeit/ Partnerarbeit/ Gruppenarbeit **15 Minuten** Einzelarbeit **5 Minuten**	**Erarbeitung** Die Kinder denken sich in Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit ein Spiel aus, zeichnen einen Entwurf in ihr Forscherbuch und erstellen anschließend eine Materialliste. Die Liste wird mit der Lehrkraft besprochen. Es wird geprüft, was die Schule zur Verfügung stellen kann und was die Kinder mitbringen müssen. Die Kinder planen das weitere Vorgehen (evtl. als Hausaufgabe fertigstellen).	• Forscherbuch, ggf. leere Seite
Sequenzunterbrechung, damit die Kinder das Material von zu Hause mitbringen können bzw. die Lehrkraft entsprechendes Material besorgen kann.		
Einzelarbeit **30 Minuten**	**Erarbeitung** Die Kinder bauen ihre Spiele und dokumentieren den Prozess in ihren Forscherbüchern. Sie notieren Schwierigkeiten und passen, wenn nötig, ihre Pläne an.	• Forscherbuch, ggf. leere Seiten • Materialien entsprechend der Planungen
Vorstellung **15 Minuten**	**Reflexion** Die Kinder präsentieren ihr Spiel und erklären, wie es funktioniert. Sie berichten, wie sie beim Planen und Ausführen vorgegangen sind, welche Schwierigkeiten sich ergeben haben und wie sie diese gelöst haben. Die Spiele werden auf dem Forschertisch ausgestellt. Möglich ist auch eine Ausstellung in der Schulaula oder einer Vitrine. Als Hausaufgabe reflektieren die Kinder ihre Arbeit auf einem Arbeitsblatt.	• Spiele der Kinder • Forscherbuch • AB „Ein Magnetspiel erfinden“

Materialien

Kursiv geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.
Sie befinden sich nicht in den Materialkisten für das Spiralcurriculum im Primarbereich.

Benötigtes Demonstrationsmaterial

✓	Stückzahl	Material
	7	Stationskarten aus der Sequenz 6 der Klasse 1/2
	8	Beschriftete Quader aus verschiedenen Materialien (Set)
	2	Kleine eckige Stabmagneten
	2	Große Scheibenmagneten
	2	Mittelgroße runde Stabmagneten
	2	Ringmagneten
	2	Hufeisenmagneten
	2	„Kusshunde“ mit zwei kleinen eckigen Stabmagneten
	1	Magnetarmband
	2	Zwitschermagneten
	Offen	*Von den Kindern mitgebrachte Alltagsgegenstände mit Magneten*
	Offen	*Alltagsgegenstände mit Magneten*
	12	Bildkarten „Magneten im Alltag“
	5	Karten mit Erfinderschritten
	4	Bildkarten „Magnetspiele“

Benötigtes Experimentiermaterial

✓	Stückzahl	Material
Im Unterricht benutzte Magneten aus der Kiste		
	2	Hufeisenmagneten
	16	Ringmagneten
	3	Große Scheibenmagneten
	1	Großer eckiger Stabmagnet
	32	Kleine eckige Stabmagneten
	1	Großer runder Stabmagnet
	6	Mittelgroße runde Stabmagneten
	2	Zwitschermagneten
Selbst bzw. von den Kindern zu besorgen. Beispiele:		
	Offen	*Pappe*
	Offen	*Papier*
	Offen	*Kleber*
	Offen	*Schnur*
	Offen	*Klebestreifen*
	Offen	*Tonkarton*
	Offen	*Moosgummi*
	Offen	*Nägel*
	Offen	*Büroklammern*

Benötigtes Experimentiermaterial

✓	Stückzahl	Material
	Offen	*Styroporscheiben*
	Offen	*Klammerhaken*
	Offen	*Schachteln*
	Offen	*Holzplatten*
	Offen	*Spielzeugautos*

Weitere Materialien

✓	Stückzahl	Material
	Schüleranzahl	Forscherbücher und ggf. *leere Seiten*
	Schüleranzahl	AB „Ein Magnetspiel erfinden“
	5	*Tafelmagneten*

Ein Magnetspiel erfinden

	ja	nein
Die Planung meines Magnetspiels fiel mir leicht.		
Ich habe meinen Plan geändert, da ich meine Idee nicht genau so umsetzen konnte.		
Beim Bau meines Spiels habe ich andere Kinder um Hilfe gebeten.		
Mein Spiel funktioniert gut.		

Folgende Probleme sind bei mir aufgetreten:

So habe ich sie gelöst:

Magneten im Alltag

Kühlschrank

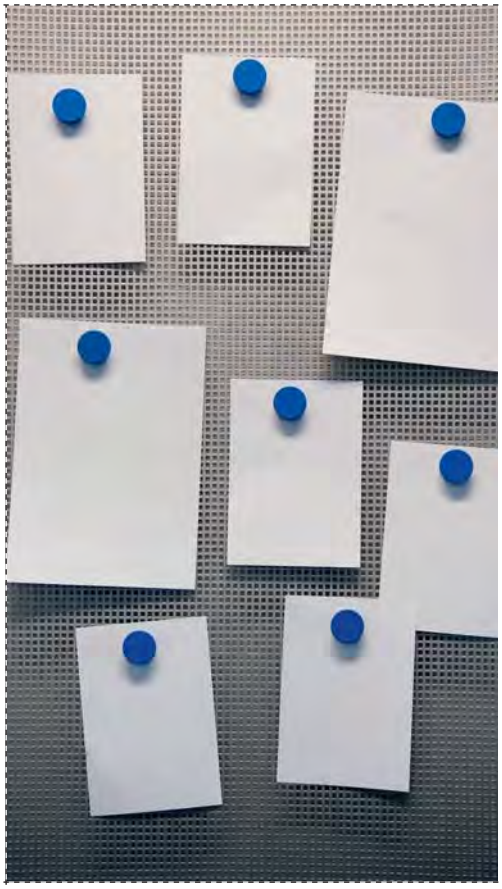
Handytaschen

Magnetschmuck, Magnetkette

Notizbücher, Kalender

Magneten im Alltag

magnetisierter Schraubendreher



Magnetpinnwand

Stofftiere mit Magnetpfoten

Reisespiel

Magneten im Alltag

Magnetspielzeug

Dose mit Büroklammern

Spielzeugeisenbahn

Messerleiste

SCHRITT 1:

Spiel überlegen

SCHRITT 2:

Zeichnung

SCHRITT 3:

Materialliste

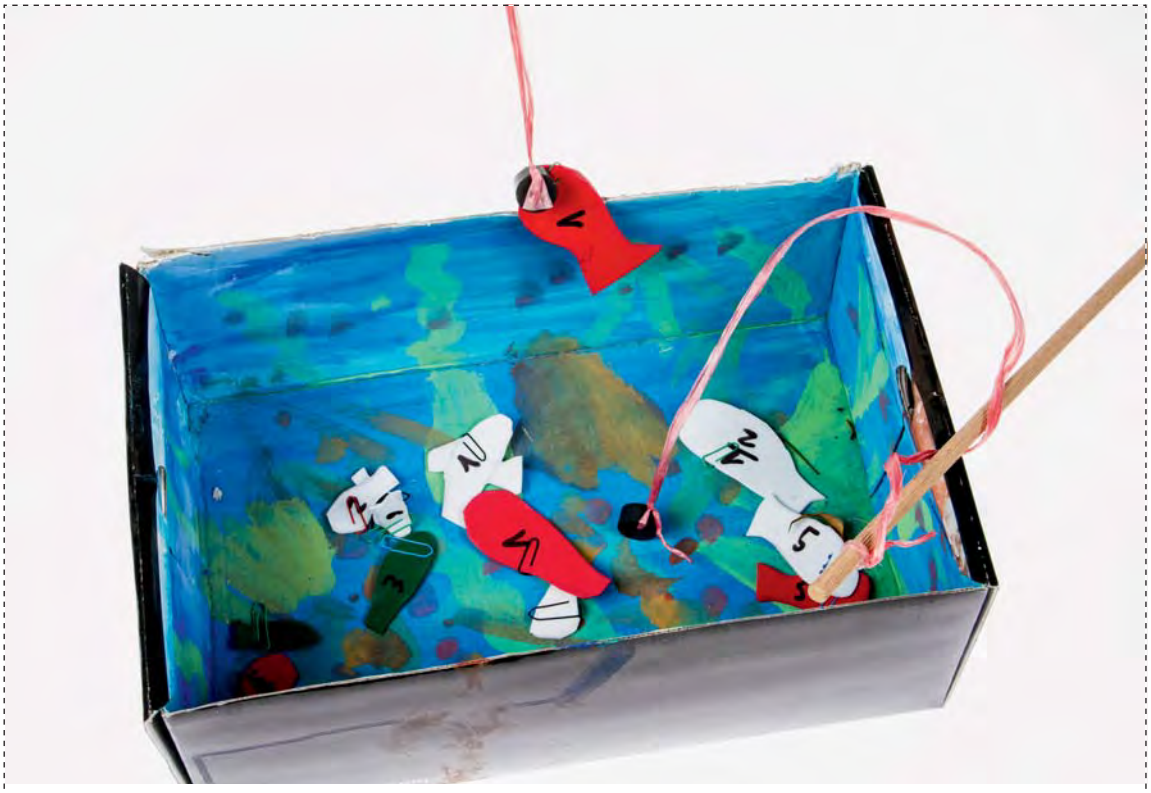
SCHRITT 4:

Planung

SCHRITT 5:

Bau des Spiels

Magnetspiele



Angelspiel

Magnet-Fußball

Magnetspiele

Dartspiel

Magnet-Fahrbahn

5.3 Sequenzen für die Klassenstufen 3 – 4

Sequenz 1: Eigenschaften von Magneten – wie können sie belegt werden? (Vorkenntnisse aus Klasse 1/2 vorhanden)

Zeitrahmen: 90 Minuten

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Zugehöriges Wissen
Die Schülerinnen und Schüler …	
• unterscheiden eisenhaltige Metalle von nicht eisenhaltigen Metallen und geben eisenhaltige Materialien als angezogene Materialien an (IK 1).	Metalle, welche aus Eisen bestehen oder Eisen enthalten, werden von Magneten angezogen. Metallen kann man äußerlich nicht ansehen, ob es sich um Eisen handelt bzw. ob sie Eisen enthalten.
• geben an, dass neben Eisen und eisenhaltigen Materialien auch Nickel oder nickelhaltige Materialien von Magneten angezogen werden (IK 1) (Differenzierung).	1- und 2-Euro-Münzen enthalten Nickel. Neben Eisen wird auch Nickel von Magneten angezogen.
• geben an, dass Magneten nicht an allen Stellen gleich stark anziehen und bezeichnen die Stellen stärkster Anziehung als Pole (IK 3).	Magneten ziehen an den Polen am stärksten an.
• geben an, dass die beiden Pole eines Magneten unterschiedlich auf den Pol eines weiteren Magneten wirken und formulieren eine Regel, welche die wechselseitige Anziehung bzw. Abstoßung von Magneten beim Zusammenbringen von gleichnamigen bzw. ungleichnamigen Polen beschreibt (IK 5) (optional).	Die zwei Pole eines Magneten verhalten sich unterschiedlich, wenn man sie nacheinander einem Pol eines weiteren Magneten nähert: In dem einen Fall ziehen sich die Magneten an den Polen an, in dem anderen Fall stoßen sich die Magneten an den Polen ab. Man bezeichnet die Pole von Magneten als gleich (-namig), wenn sich diese bei Annäherung des Magneten an den Pol eines anderen Magneten im Hinblick auf Anziehung/Abstoßung gleich verhalten, und als ungleich(-namig), wenn sie sich ungleich verhalten. **Polregel:** Bringt man gleiche Pole zusammen, stoßen sich die Magneten ab; bringt man ungleiche Pole zusammen, ziehen sie sich an.
• bestimmen experimentell die Lage von Polen bei weiteren Magneten (IK 3) (Differenzierung).	Stabförmige Magneten können die Pole an den Enden, aber auch an einander gegenüber liegenden Seitenflächen haben. Die Pole von Magneten kann man mit Hilfe der Polregel bestimmen.
• beschreiben ein Verfahren, mit dem eisenhaltige Gegenstände magnetisiert und entmagnetisiert werden können (IK 6).	Ein Eisendraht kann magnetisiert werden, indem man oft mit dem selben Pol eines Magneten in derselben Richtung darüberstreicht. Heftige Erschütterung zerstört die magnetische Wirkung wieder.
Prozessbezogene Kompetenzen	**Angestrebtes Wissen**
Die Schülerinnen und Schüler …	
• benennen und unterscheiden die bei Untersuchungen vorkommenden Forschertätigkeiten (PK 4).	Zum Forschen gehören folgende Tätigkeiten: das Formulieren einer Frage, das Beobachten, das Untersuchen, das Dokumentieren von Beobachtungen durch Aufschreiben und Aufzeichnen, das Sprechen darüber, das Formulieren von Ergebnissen.
• geben Belege für die Rechtfertigung von Aussagen an, unterscheiden zwischen belegten und nicht belegten Aussagen, prüfen Begründungen und setzen ggf. Gegenargumente ein (PK 3).	Sollen Aussagen durch empirische Tatsachen belegt werden, so ist ein begründeter Zusammenhang zwischen der beobachteten Tatsache und der behaupteten Aussage herzustellen.
• unterscheiden zwischen Ereignissen, die eine Annahme bestätigen bzw. widerlegen und solchen, die irrelevant sind (PK 10).	Bei Begründungen ist darauf zu achten, ob relevante Ereignisse (solche, die eine Aussage bzw. eine Vermutung bestätigen oder widerlegen) als Beleg herangezogen werden oder ob das Ereignis für die behauptete Aussage bzw. Vermutung irrelevant ist.

Prozessbezogene Kompetenzen	Angestrebtes Wissen
• bewerten die Qualität ihrer Arbeiten und der ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler (PK 12).	Forscherinnen und Forscher bemühen sich um gute Qualität ihrer Forschung und darum, diese möglichst objektiv einzuschätzen.

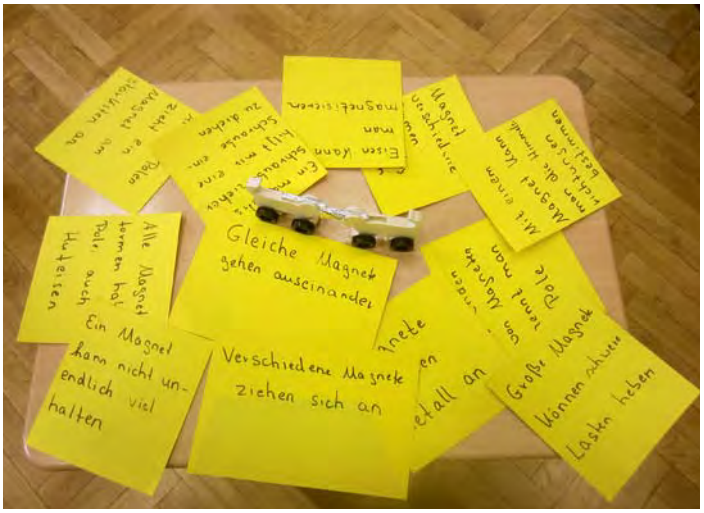
Kurzbeschreibung der Stunde:

Die Anfangsstunde in Klasse 3 oder 4 baut auf den zuvor in Klasse 1 oder 2 erarbeiteten Kompetenzen auf. Ein Impuls (zwei „Kusshunde“ mit eingewickelten Quadern) soll die Erinnerung an bereits erarbeitete Eigenschaften des Magnetismus wecken, deren Kenntnis für die folgenden Sequenzen vorausgesetzt wird. Die erinnerten Eigenschaften werden gemeinsam als Aussagen formuliert und auf Karten notiert.
Anknüpfend an das Vorwissen zum naturwissenschaftlichen Arbeiten überlegen die Kinder, wie sie diese Aussagen überzeugend belegen können – eine wichtige Vorgehensweise von Forscherinnen und Forschern bei der Rechtfertigung von behaupteten Ergebnissen. In Partnerarbeit wählen die Kinder jeweils eine zu belegende Aussage aus. Sie überlegen, wie sie die Richtigkeit der Aussage nachweisen können und nutzen dazu auf einem Forschertisch bereitgestellte Materialien (diese stammen aus den Versuchen von Klasse 1/2). Einige Aussagen erweisen sich möglicherweise auch als falsch. Die Kinder begründen nach der Untersuchung, warum diese Aussagen falsch sind. Die Belege werden im Forscherbuch dokumentiert und anschließend den Mitschülerinnen und Mitschülern vorgeführt. Diese beurteilen, ob der angeführte Beleg die Aussage überzeugend stützt.
Differenzierend können weitere von den Kindern selbst bzw. von der Lehrkraft formulierte Aussagen belegt werden. Falls die Kinder Schwierigkeiten haben, eigene Versuchsanordnungen zu finden, können als Anregung die Stationskarten aus der Sequenz 1.1 „Welche Eigenschaften haben Magneten?“ (S. 244–246) zur Verfügung gestellt werden.

Organisatorische Hinweise:

Sollte das Thema Magnetismus noch nicht bearbeitet worden sein, bietet es sich an, die für die Folgesequenzen benötigten Kenntnisse über Eigenschaften des Magnetismus in Form von Stationsarbeit zu erarbeiten. Dazu wird eine alternative Sequenz angeboten (vgl. Sequenz 1.1 „Welche Eigenschaften haben Magneten?“, S. 225 ff.). Hierfür ist mehr Zeit einzuplanen.
Wenn in Klasse 1/2 anhand der Euro-Münzen erarbeitet wurde, dass Magneten auch nickelhaltige Materialien anziehen, kann Ergebniskarte 10 (S. 216) genutzt werden. Wenn die sehr kleinen Stabmagneten mit Polen an den gegenüberliegenden Seitenflächen und die Zwitschermagneten aus der Klasse 1/2 bereits bekannt sind, kann Ergebniskarte 11 (S. 217) genutzt werden. Wurde dieses Wissen in Klasse 1/2 noch nicht erarbeitet, können entsprechende Knobelaufgaben für Kinder mit gutem Vorwissen als Differenzierung genutzt werden.
Die Kinder erstellen im Verlauf der Unterrichtsreihe ein „Forscherbuch“. Dieses kann aus einem Heft mit aufgeklebtem Deckblatt (S. 218) bestehen, in das Arbeitsblätter eingeklebt und Aufzeichnungen gemacht werden. Eine Alternative ist, Deckblatt, Arbeitsblätter sowie persönliche Seiten mit Dokumentationen in einem Schnellhefter zu sammeln. Steht genügend Zeit zur Verfügung, kann ein „Forschertagebuch“ von den Kindern geführt werden (vgl. Kap. 6.2).

Verlaufsplanung

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Sitzkreis **15 Minuten**	**Einstieg** Stummer Impuls: 	
	Die „Kusshunde“ mit dem in Alufolie eingepackten Magneten und dem ebenfalls eingewickelten Eisenstück werden langsam zusammengeführt. Die Figuren ziehen sich an und „küssen“ sich. Die Kinder vermuten, dass in der Alufolie zwei Magneten oder ein Magnet und ein Eisenstück eingewickelt sein könnten, aber z. B. kein Holz darunter verborgen sein kann. Die Lehrkraft fordert die Kinder auf, die Vermutungen mit ihrem Vorwissen zu begründen. Die Kinder erinnern sich an bereits bekannte Eigenschaften von Magneten.	• 2 „Kusshunde“ • 1 kleiner eckiger Stabmagnet (eingewickelt) • 1 Quader aus Eisen (eingewickelt)
	Die Lehrkraft notiert die von den Kindern formulierten Eigenschaften des Magnetismus auf Karten (z. B.: Holz wird nicht von einem Magneten angezogen; Magneten ziehen sich oder Eisen an, auch wenn sie voneinander entfernt sind; zwei Magneten ziehen sich an oder stoßen sich ab; alle Magneten haben Pole, auch Hufeisenmagneten; jeder Magnet hat unterschiedliche Pole; ungleiche Pole ziehen sich an, gleiche Pole stoßen sich ab; an den Polen zieht der Magnet besonders stark an; man kann einen Draht aus Eisen magnetisieren, ggf. auch Nickel wird angezogen; ggf. man sieht Magneten nicht an, wo die Pole sind usw.). 	• leere Tonpapierkarten • Stift

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	Die Lehrkraft kann alternativ vorbereitete Karten mit formulierten Ergebnissen einsetzen. Falsche Aussagen werden ebenfalls aufgenommen; sie werden im weiteren Unterricht richtiggestellt bzw. später thematisiert.	• ggf. vorbereitete Ergebniskarten
Sitzkreis **10 Minuten**	**Orientierung/Aufgabenstellung** LK: *Wir werden in den nächsten Stunden wieder zu Magneten forschen. Sicher wisst ihr noch einiges darüber, was beim Forschen wichtig ist.* Die Kinder nennen wichtige Elemente des Forschens, wie z. B. Fragen, Vermutungen nennen und überprüfen, Versuche machen, aufschreiben und zeichnen. Sie beschreiben, bei welchem Thema sie bereits so gearbeitet haben. Ggf. kann die Lehrkraft unterstützend das Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ aus Klasse 1/2 zeigen. LK: *Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler müssen ihre Ergebnisse anderen mitteilen – dabei müssen sie alle davon überzeugen, dass sie recht haben.* *Was könntet ihr zum Beispiel tun, um zu zeigen, dass die folgende Aussage stimmt?* Die Lehrkraft wählt eine der notierten Aussagen aus, z. B. dass Magneten Stellen haben, an denen sie am stärksten anziehen. Die Kinder machen Vorschläge, wie sie belegen können, dass die Aussage stimmt. LK: *Überlegt, welche der aufgeschriebenen Aussagen wir nun mit unseren Materialien hier im Klassenzimmer prüfen können.* Aussagen, die recherchiert werden müssen, können von den Kindern ggf. in der Freiarbeit oder zu Hause belegt werden, z. B. durch Nachlesen in Büchern, Internetrecherche usw. **Aufgabe** • Sucht euch zu zweit eine Karte mit einer Aussage aus. Überlegt: Wie könnt ihr jemanden davon überzeugen, dass diese Aussage richtig ist? Benutzt dazu die Dinge, die auf dem Forschertisch stehen oder die sich in der Klasse befinden. • Schreibt auf und zeichnet, was ihr getan habt. Benutzt dazu das Arbeitsblatt „Stimmt das wirklich?“.	• ggf. Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ aus Klasse 1/2 • 1 Tonpapierkarte mit notierter Aussage • Tonpapierkarten mit notierten Aussagen • Forscherbuch mit AB „Stimmt das wirklich?“
Partnerarbeit **20 Minuten**	**Erarbeitung** Die Kinder arbeiten zu zweit und wählen eine Aussage aus. Sie überlegen, wie sie mit dem vorhandenen Material demonstrieren und belegen können, dass die Aussage auf der Karte stimmt.	• Materialien für den Forschertisch (vgl. Auflistung unten)

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	Sie führen die Demonstration durch, überprüfen, ob die Aussage damit belegt werden kann und dokumentieren ihr Vorgehen auf dem Arbeitsblatt. Zum Schluss entscheiden sie, ob sie die Aussage überzeugend belegen konnten oder die Aussage möglicherweise falsch ist. Teams, die eine Aussage erfolgreich belegt haben, können eine weitere Aussage auswählen oder eine zusätzliche Aussage formulieren und diese belegen.	• Forscherbuch mit AB „Stimmt das wirklich?“
	Die Lehrkraft kann auch weitere vorbereitete Aussagen zum bereits erarbeiteten Wissen einsetzen, z. B.: Hufeisenmagneten haben auch zwei Pole, diese befinden sich an den Enden; ein Eisendraht kann magnetisiert werden usw. Teams, die Schwierigkeiten haben, selbst Ideen für das Belegen von Aussagen zu finden, können die Stationskarten aus der Sequenz 1.1 „Welche Eigenschaften haben Magneten?“ nutzen.	• ggf. Tonpapierkarten mit weiteren Aussagen • leere Karten • Stationskarten aus Sequenz 1.1 als Tippkarten
	Mögliche Differenzierung durch Einsatz von Knobelaufgaben (falls noch nicht in Klasse 1/2 erarbeitet): • Anhand einer Untersuchung von Euro-Münzen und einer Recherche im Internet finden die Kinder heraus, dass auch das Material Nickel von Magneten angezogen wird (Knobelaufgabe). • Die Kinder finden heraus, in welchen Positionen sich die Zwitschermagneten und die anders gepolten Stabmagneten paarweise anziehen bzw. abstoßen und wo die Pole sind (Knobelaufgaben).	• ggf. Euro-Münzen • 1 kleiner Stabmagnet • ggf. 6 sehr kleine eckige Stabmagneten mit Polen an den gegenüberliegenden Seitenflächen • ggf. 6 Zwitschermagneten • Knobelaufgaben
Sitzkreis/ Schülervortrag **45 Minuten**	**Reflexion** LK: *Lest die ausgewählte Aussage vor. Zeigt, wie ihr andere davon überzeugen möchtet, dass sie stimmt.* *Gab es auch Aussagen, die nicht richtig sind? Wie habt ihr das herausgefunden?*	• Forscherbuch mit AB „Stimmt das wirklich?“

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	Die Partnerinnen und Partner stellen ihre Demonstrationen/Belege/Überprüfungen zu den jeweils gewählten Aussagen vor. Die Zuhörenden überlegen, ob damit die Aussage für sie überzeugend belegt wird. Jeweils zwei Kinder erhalten die Aufgabe, nach den Präsentationen den Vortrag der beiden vorstellenden Kinder zu bewerten (s. unten). Alternative Möglichkeiten, die Richtigkeit zu belegen, werden vorgeführt und besprochen. Wichtig: Die Lehrkraft sollte immer wieder die Frage stellen, ob der gezeigte Beleg wirklich überzeugend ist. Aussagen, die überraschend widerlegt wurden, werden ebenfalls vorgestellt.	• von den Kindern gewählte Materialien zum Belegen
	Ggf. Ergebnis der Differenzierungsaufgaben: • Kinder, die die Euro-Münzen untersucht haben, demonstrieren und berichten: Neben eisenhaltigen werden auch nickelhaltige Metalle angezogen. 1- und 2-Euro-Münzen enthalten Nickel. • Kinder demonstrieren: Die beiden sehr kleinen eckigen Stabmagneten stoßen sich nicht an den Enden, sondern oben und unten ab. Die Zwitschermagneten muss man drehen, damit sie sich anziehen bzw. abstoßen (Schlussfolgerung: Man kann Magneten von außen nicht ansehen, wo die Pole liegen). Die nun geprüften Aussagen werden benutzt, um den Demonstrationsversuch aus dem Unterrichtseinstieg zu erklären. Dazu testen die Kinder die „Kusshunde“ mit den eingewickelten Stücken (es müssen sich ein Magnet und ein Eisenstück im Alupapier befinden, da die Hunde nur angezogen werden und nicht abgestoßen werden; falls die Differenzierung bearbeitet wurde: alternativ wäre auch Nickel möglich). Mit einem Nagel o. Ä. finden die Kinder heraus, wo sich der Magnet und wo sich das Stück Eisen verbirgt. Zum Abschluss bewerten die Kinder in Partnerarbeit den Vortrag eines anderen Teams auf einem Arbeitsblatt. Sie bearbeiten zudem das Arbeitsblatt „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“.	• ggf. Euro-Münzen • ggf. 1 kleiner eckiger Stabmagnet • ggf. 2 sehr kleine eckige Stabmagneten mit Polen an den gegenüberliegenden Seitenflächen • ggf. 2 Zwitschermagneten • 2 „Kusshunde“ mit eingewickeltem Quader und Magneten • 1 kleiner Nagel o. Ä. • Forscherbuch mit ABs – „Bewertung des Vortrags“ – „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“
Einzelarbeit	Sollte noch Zeit zur Verfügung stehen, bearbeiten die Kinder anschließend das Arbeitsblatt „Ich bewerte meine Forscherarbeit“ (ansonsten als Hausaufgabe).	• AB „Ich bewerte meine Forscherarbeit“

Materialien

Kursiv geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.
Sie befinden sich nicht in den Materialkisten für das Spiralcurriculum im Primarbereich.
Die mit einem * versehenen Materialien befinden sich in den Kisten für das 1./2. Schuljahr.

Benötigtes Demonstrationsmaterial

✓	Stückzahl	Material
	2	„Kusshunde“*
	1	Kleiner eckiger Stabmagnet *(eingewickelt)**
	1	Quader aus Eisen *(eingewickelt)*
		Alufolie zum Einpacken des Quaders und des Magneten
	Mehrere	*Leere Tonpapierkarten (DIN A4)*
		Stift
	11	Vorbereitete Ergebniskarten
	Ggf.	Tonpapierkarten mit weiteren Aussagen
	Ggf.	*Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ aus Klasse 1/2*
	1	Kleiner Nagel o. Ä.*
	Ggf. 2	Sehr kleine eckige Stabmagneten mit Polen an den gegenüberliegenden Seitenflächen*
	Ggf. 2	Zwitschermagneten*

Benötigtes Experimentiermaterial (für den Forschertisch)

✓	Stückzahl	Material
	10	Kleine eckige Stabmagneten*
	6	Quader aus Kork*
	6	Quader aus Kupfer*
	6	Quader aus Kunststoff*
	6	Quader aus Aluminium*
	6	Quader aus Holz*
	6	Quader aus Messing
	6	Quader aus Pappe*
	6	Quader aus Eisen*
	8	Beschriftete Quader aus Aluminium, Eisen, Holz, Kork, Kunststoff, Kupfer, Messing, Pappe*
	2	Mittelgroße runde Stabmagneten
	2	Große Scheibenmagneten
	15	Ringmagneten*
	2	Hufeisenmagneten*
	Ggf. 6	Sehr kleine eckige Stabmagneten mit Polen an den gegenüberliegenden Seitenflächen* (falls diese in Klasse 1/2 schon eingeführt wurden in der Erarbeitung; falls diese noch nicht eingesetzt wurden, als Differenzierung).
	Ggf. 6	Zwitschermagneten* (für die Differenzierung)
	Viele	Büroklammern*
		Faden
	2	Stäbe mit Holzfuß*
	30	Eisendrähte*
	30	Mittelgroße Nägel*
	1	Dose mit kleinen Nägeln*

Benötigtes Experimentiermaterial (für den Forschertisch)

✓	Stückzahl	Material
	2	„Kusshunde“*
	2	Rundstäbe mit Magneten*
	1	Dose mit Eisenpulver*
	5	Stationskarten aus Sequenz 1.1 als Tippkarten
	Ggf.	*Verschiedene Euro-Münzen (für die Differenzierung)*
	Ggf. 1	Kleiner eckiger Stabmagnet* (für die Differenzierung)

Weitere Materialien

✓	Stückzahl	Material
	Schüleranzahl	AB „Stimmt das wirklich?“
	Schüleranzahl	Forscherbücher (mit Deckblatt für Klasse 3/4)
	Schüleranzahl	AB „Bewertung des Vortrags“
	Schüleranzahl	AB „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“
	Schüleranzahl	AB „Ich bewerte meine Forscherarbeit“
	Ggf.	Knobelaufgabe „Werden Euro-Münzen von Magneten angezogen?“ (für die Differenzierung)
	Ggf.	Knobelaufgabe „Die Zwitschermagneten“ und Knobelaufgabe „Zwei besondere Stabmagneten“ (für die Differenzierung)

DEMONSTRATIONSVERSUCH

„Kusshunde“

Die Lehrkraft führt die Hunde so zusammen, dass sie sich „küssen“.

Material:
- 2 „Kusshunde“
- 1 kleiner eckiger Stabmagnet (in Alufolie eingewickelt)
- 1 Quader aus Eisen (in Alufolie eingewickelt)
- 1 kleiner Nagel o. Ä.
- Alufolie zum Einwickeln des Quaders und des Stabmagneten

Organisation:
- gemeinsamer Versuch
- Gesprächskreis

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Lehrkraft führt als stummen Impuls die „Kusshunde“ zusammen und lässt die Kinder beobachten. Mit dieser Demonstration leitet die Lehrkraft das Thema Magnetismus ein und gibt den Kindern Gelegenheit, ihr Vorwissen und ihre Vermutungen dazu zu äußern.

Hintergrund:

Der „Kusshund“ mit dem Stabmagneten zieht den „Kusshund“ mit dem Eisenstück an. Ein Magnet zieht Eisen an bzw. Eisen zieht den Magneten an.

Erkenntnis für die Kinder:

Die Kinder wenden ihr bereits vorhandenes Wissen an und schließen daraus, dass sich ein Magnet und ein Stück Eisen in der Alufolie befinden (die Hunde ziehen sich nur an, sie stoßen sich nicht ab!). Mit einem Nagel o. Ä. können die Kinder am Ende der Stunde feststellen, in welchem Päckchen sich der Magnet verbirgt.

ERGEBNIS 1

Der Magnet hält an Sachen, die aus Eisen sind oder die Eisen enthalten.

ERGEBNIS 2

Der Magnet kann Sachen aus Eisen zu sich hinziehen oder kann von Sachen aus Eisen angezogen werden.

ERGEBNIS 3

Magneten kleben nicht aneinander. Sie ziehen Gegenstände auch an, ohne dass sie diese berühren.

ERGEBNIS 4

Nur das Metall „Eisen“ wird vom Magneten angezogen. Die anderen Materialien zieht der Magnet nicht an, auch nicht die anderen Metalle.

ERGEBNIS 5

Magneten ziehen an den Polen am stärksten an.

ERGEBNIS 6

Beim Hufeisenmagneten, beim eckigen Stabmagneten und beim runden Stabmagneten befinden sich die Pole an den Enden.

Beim Ringmagneten und beim Scheibenmagneten sind die Pole oben und unten.

ERGEBNIS 7

Zwei Magneten stoßen sich an den Polen ab oder ziehen sich an.

Die Magneten müssen sich dabei nicht berühren. Sie können sogar schweben.

ERGEBNIS 8

Polregel:

Ungleiche Pole ziehen sich an, gleiche Pole stoßen sich ab.

ERGEBNIS 9

Wenn man mit dem Pol eines starken Magneten immer in derselben Richtung über einen Eisendraht streicht, wird dieser selbst zu einem Magneten.
Man sagt: Der Draht wird magnetisiert.

ERGEBNIS 10

Das Material Nickel wird auch von Magneten angezogen.

ERGEBNIS 11

Nicht alle Stabmagneten haben ihre Pole an den Enden.

Es gibt z. B. auch Stabmagneten, bei denen die Pole an den einander gegenüberliegenden Seitenflächen liegen.

Mein Forscherbuch Magnetismus

Name: _____

Klasse: _____

Stimmt das wirklich?

Aussage:

Das kann ich so zeigen:

Zeichnung:	Beobachtung:

Ich brauche dafür:

Mein Ergebnis:

Ich finde, dass ich meine Aussage überzeugend belegt habe: _____

Die Aussage stimmt nicht, weil

Bewertung des Vortrags

Unsere Meinung zum Vortrag von

_____ und _____

Diese Aussage wurde belegt:

_____

_____

_____

	☺	😐	☹
Ihr habt das richtige Material ausgewählt.			
Ihr habt deutlich und verständlich gesprochen.			
Eure Demonstration konnte ich gut verstehen.			
Ihr habt die Aussage überzeugend belegt.			
Ihr habt gut als Partner zusammen vorgetragen.			
Das ist uns noch aufgefallen:			

Bewertet von: _____ und _____

Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher

Zur Arbeit von Forscherinnen und Forschern gehört, dass sie Dinge, die sie sagen, auch überzeugend **belegen**.

Schreibe auf, welche anderen Tätigkeiten du beim Forschen heute sonst noch ausgeübt hast.

Aussagen überzeugend belegt.

3./4. Schuljahr | Sequenz 1: Eigenschaften von Magneten | Arbeitsblatt 5.3.1

Ich bewerte meine Forscherarbeit

Damit kam ich schon gut zurecht. Färbe das Kästchen grün.
Das fand ich noch schwer. Färbe das Kästchen gelb.

im Forscherbuch zeichnen	☐	im Forscherbuch schreiben	☐
genau beobachten	☐	einen Satz belegen	☐
zusammen arbeiten	☐	mit dem Material umgehen	☐

Beim nächsten Mal möchte ich besonders darauf achten, folgende Tätigkeit zu verbessern:

KNOBELAUFGABE

Werden Euro-Münzen von Magneten angezogen?

Kreuze bei jeder Euro-Münze an, was du vermutest.

Prüfe anschließend mit dem Magneten.

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Mache einen Kreis um die Münzen, die dich überrascht haben.

Suche im Internet nach Angaben, woraus diese Euro-Münzen gemacht sind.

Notiere das Ergebnis auf der Rückseite.

Dass Eisen von Magneten angezogen wird, weißt du ja schon.

Welches andere Material wird auch angezogen?

KNOBELAUFGABE

Die Zwitschermagneten

Diese Magneten nennt man Zwitschermagneten.

Warum? Wenn man sie vorsichtig zusammen hochwirft, kommen sie zueinander und zwitschern dabei.

Finde heraus:
Wie musst du die beiden Magneten zusammenbringen, damit sie sich anziehen?

Beschreibe oder zeichne.

Wie musst du die beiden Magneten zusammenbringen, damit sie sich abstoßen?

Beschreibe oder zeichne.

KNOBELAUFGABE

Zwei besondere Stabmagneten

Lege die beiden Stabmagneten flach auf den Tisch und bringe sie so zueinander, dass sie sich abstoßen.

Lasse die Stabmagneten flach auf dem Tisch liegen.
Was musst du tun, damit sich die beiden Magneten anziehen?

Was passiert, wenn du die Magneten flach aufeinanderlegst?

Probiere: Wann stoßen sie sich ab?
Wann ziehen sie sich an?

Überlege und schreibe auf:
Was ist bei diesen Stabmagneten besonders?

Wo könnten die Pole bei diesen Stabmagneten liegen? Zeichne.

Sequenz 1.1: Welche Eigenschaften haben Magneten?

(wenig Vorkenntnisse aus Klasse 1/2)

Zeitrahmen: 90–180 Minuten (ggf. mehr)

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Zugehöriges Wissen
Die Schülerinnen und Schüler …	
• unterscheiden eisenhaltige Metalle von nicht eisenhaltigen Metallen und geben eisenhaltige Materialien als angezogene Materialien an (IK 1).	Materialien, welche aus Eisen bestehen oder Eisen enthalten, werden von Magneten angezogen. Metallen kann man äußerlich nicht ansehen, ob es sich um Eisen handelt bzw. ob sie Eisen enthalten.
• geben an, dass neben Eisen und eisenhaltigen Materialien auch Nickel oder nickelhaltige Materialien von Magneten angezogen werden (IK 1) (Differenzierung).	1- und 2-Euro-Münzen enthalten Nickel. Neben Eisen wird auch Nickel von Magneten angezogen.
• geben an, dass Magneten nicht an allen Stellen gleich stark anziehen und bezeichnen die Stellen stärkster Anziehung als Pole (IK 3).	Magneten ziehen an den Polen am stärksten an.
• geben an, dass die beiden Pole eines Magneten unterschiedlich auf den Pol eines weiteren Magneten wirken und formulieren eine Regel, welche die wechselseitige Anziehung bzw. Abstoßung von Magneten beim Zusammenbringen von gleichnamigen bzw. ungleichnamigen Polen beschreibt (IK 5) (optional).	Die zwei Pole eines Magneten verhalten sich unterschiedlich, wenn man sie nacheinander einem Pol eines weiteren Magneten nähert. In dem einen Fall ziehen sich die Magneten an den Polen an, in dem anderen Fall stoßen sich die Magneten an den Polen ab. Man bezeichnet die Pole von Magneten als gleich (-namig), wenn sich diese bei Annäherung der Magneten an den Pol eines anderen Magneten im Hinblick auf Anziehung/Abstoßung gleich verhalten, und als ungleich(-namig), wenn sie sich ungleich verhalten. **Polregel:** Bringt man gleiche Pole zusammen, stoßen sich die Magneten ab; bringt man ungleiche Pole zusammen, ziehen sie sich an.
• bestimmen experimentell die Lage von Polen bei weiteren Magneten (IK 3) (Differenzierung).	Stabförmige Magneten können die Pole an den Enden, aber auch an einander gegenüber liegenden Seitenflächen haben. Die Pole von Magneten kann man mit Hilfe der Polregel bestimmen.
• beschreiben ein Verfahren, mit dem eisenhaltige Gegenstände magnetisiert und entmagnetisiert werden können (IK 6).	Ein Eisendraht kann magnetisiert werden, indem man oft mit dem selben Pol eines Magneten in derselben Richtung darüberstreicht. Heftige Erschütterung zerstört die magnetische Wirkung wieder.
Prozessbezogene Kompetenzen	**Angestrebtes Wissen**
Die Schülerinnen und Schüler …	
• benennen und unterscheiden die bei Untersuchungen vorkommenden Forschertätigkeiten (PK 4).	Zum Forschen gehören folgende Tätigkeiten: das Formulieren einer Frage, das Beobachten, das Untersuchen, das Dokumentieren von Beobachtungen durch Aufschreiben und Aufzeichnen, das Sprechen darüber, das Formulieren von Ergebnissen.
• formulieren Vermutungen zu Fragen (PK 2).	Aufgrund von Beobachtungen und Erfahrungen können Vermutungen zu aufgeworfenen Fragen formuliert werden.
• führen einfache Versuche durch (PK 5).	Mit Hilfe von Versuchen können Vermutungen überprüft werden.
• ziehen Schlussfolgerungen im Sinne der Bestätigung oder Falsifikation einer Vermutung (PK 10).	Die im Versuch gewonnenen Daten bestätigen oder widerlegen die Vermutung und ermöglichen die Beantwortung der Frage.

Prozessbezogene Kompetenzen	Angestrebtes Wissen
• dokumentieren eine Untersuchung auf Arbeitsblättern mit vorgegebener Struktur (PK 8).	Versuche müssen sorgfältig dokumentiert werden, damit sie später nachvollzogen und mitgeteilt werden können. Dabei ist es wichtig, Frage, Vermutung, Beobachtung und das Ergebnis als Antwort auf die Frage zu notieren. Sprache und Zeichnung können sich ergänzen.
• formulieren eine Generalisierung im Sinne einer Wenn-dann-Beziehung aufgrund von Beobachtungen (PK 10) (optional).	Um Regeln formulieren zu können, müssen viele gleiche Beobachtungen vorliegen.
• bewerten die Qualität ihrer Arbeiten und der ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler (PK 12).	Forscherinnen und Forscher bemühen sich um eine gute Qualität ihrer Forschung und darum, diese möglichst objektiv einzuschätzen.

Kurzbeschreibung der Stunde:

Diese Sequenz ist für Klassen gedacht, die das Thema Magnetismus zuvor noch nicht oder nur sehr kurz bearbeitet haben. Je nach Vorkenntnissen sollten bis zu zwei Doppelstunden eingeplant werden. Sind die Kinder an das selbstständige Arbeiten gewöhnt, kann die Stationsarbeit auch im Rahmen der Freiarbeit durchgeführt werden.
Durch einen Impuls finden die Kinder den Einstieg in das Thema Magnetismus und äußern Vermutungen zu dem beobachteten Phänomen (das Anziehen zweier „Kusshunde“). Anschließend wird das Vorwissen der Kinder zum Arbeiten von Forscherinnen und Forschern gesammelt und auf einem Plakat „Wie Forscherinnen und Forscher arbeiten – unsere Vermutungen“ dokumentiert.
In der folgenden Arbeit an Stationen erkunden die Kinder vier grundlegende Eigenschaften von Magneten (anziehende Wirkung auf eisenhaltige Materialien, stärkste Anziehung an den Polen, Wirkung von zwei Magneten aufeinander, Eisen kann magnetisiert werden) und berichten im Sitzkreis über die Ergebnisse. Durch Einsatz von Knobelaufgaben können weitere Eigenschaften differenzierend mit denjenigen Kindern erarbeitet werden, die schon fertig sind. Nachdem wichtige Schritte beim Dokumentieren von Versuchen erarbeitet wurden, halten die Kinder einen ausgewählten Versuch im Forscherbuch fest. Als Hausaufgabe reflektieren die Kinder ihre Forschertätigkeit.

Organisatorischer Hinweis:

Die vorgeschlagene Sequenz ist für 90–180 Minuten ausgelegt. Allerdings kann sie – je nach Vorerfahrungen und -wissen der Kinder – auch mehr Zeit in Anspruch nehmen. Dies sollte bei der Planung und Durchführung bedacht werden.
Die Kinder erstellen im Verlauf der Unterrichtsreihe ein Forscherbuch. Dieses kann aus einem Heft (mit aufgeklebtem Deckblatt, S. 218) bestehen, in das Arbeitsblätter eingeklebt und Aufzeichnungen gemacht werden. Eine Alternative ist, Deckblatt, Arbeitsblätter sowie persönliche Seiten mit Dokumentationen in einem Schnellhefter zu sammeln. Steht genügend Zeit zur Verfügung, kann ein Forschertagebuch von den Kindern geführt werden (vgl. Kap. 6.2).

Verlaufsplanung

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Sitzkreis **10 Minuten** 	**Einstieg** Stummer Impuls: Die „Kusshunde“ mit dem in Alufolie eingepackten Magneten und dem ebenfalls eingewickelten Eisenstück werden langsam zusammengeführt. Die Figuren ziehen sich an und „küssen“ sich. Die Kinder erklären, dass die „Kusshunde“ etwas mit Magnetismus zu tun haben könnten und stellen Vermutungen an, was sich in der Alufolie befindet. LK: *Wir wollen uns in der nächsten Zeit mit dem Thema Magnetismus beschäftigen und dabei auch lernen, wie Forscherinnen und Forscher arbeiten. Wie gehen diese bei ihrer Arbeit vor?* Die Kinder vermuten (ggf. haben sie dazu schon Vorwissen): Fragen stellen, vermuten, überprüfen, aufschreiben … Die Tätigkeiten werden auf einem Plakat notiert.	• 2 „Kusshunde“ • 1 kleiner eckiger Stabmagnet (eingewickelt) • 1 Quader aus Eisen (eingewickelt) • Plakat „Wie Forscherinnen und Forscher arbeiten – unsere Vermutungen“
Sitzkreis **5 Minuten**	**Orientierung/Aufgabenstellung** LK: *Forscherinnen und Forscher suchen Antworten auf Fragen. Dazu machen sie Versuche. Heute wollen wir die Antworten auf vier Fragen* (gut sichtbar aufhängen) *suchen, indem wir Versuche durchführen. Folgende Fragen sollt ihr beantworten:* 1. *Welche Materialien zieht ein Magnet an?* 2. *Wo zieht ein Magnet am stärksten an?* 3. *Wie reagieren Magneten aufeinander?* 4. *Wie kann man einen Magneten selbst herstellen?* Die Lehrkraft erklärt das Arbeitsblatt und gibt eine Übersicht über die Stationen. **Aufgabe** • Notiert zunächst eure Vermutung auf die Frage. • Führt die Versuche an den Stationen durch und beantwortet danach die jeweilige Frage. • Wichtig ist, dass ihr jede Frage beantwortet. • Zu Forscherfrage 3 gibt es zwei Stationen; ihr müsst aber nur den Versuch an einer der beiden Stationen durchführen.	• 4 Fragekarten • AB „Eigenschaften von Magneten“
Partnerarbeit **40 Minuten**	**Erarbeitung** Die Kinder arbeiten zu zweit an den Stationen.	• Forscherbuch und AB „Eigenschaften von Magneten“

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	**Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler**	**Material Medien**
	Sie tragen ihre Vermutungen, Beobachtungen und Ergebnisse auf dem Arbeitsblatt ein. **Differenzierung:** • Die Kinder prüfen, welche Euro-Münzen angezogen werden und recherchieren im Internet, woraus sie bestehen. Sie finden heraus, dass nicht nur eisenhaltige Münzen angezogen werden, sondern auch Münzen, die Nickel enthalten (Knobelaufgabe). • Die Kinder untersuchen zwei Magnetpaare, die ungewöhnlich gepolt sind (die Zwitschermagneten sowie die sehr kleinen, eckigen Stabmagneten, bei denen die Pole an den gegenüberliegenden Seitenflächen liegen. Dazu stehen zwei Knobelaufgaben zur Verfügung (Knobelaufgaben).	• Materialien für Stationsarbeit (vgl. Auflistung unten) • Stationskarten 1–5 • ggf. für die Knobelaufgaben zur Differenzierung: – 6 Zwitschermagneten – 6 sehr kleine eckige Stabmagneten mit Polen an den gegenüberliegenden Seitenflächen – kleiner eckiger Stabmagnet – Euro-Münzen
Sitzkreis **20 Minuten**	**Reflexion** Die vier Karten mit Forscherfragen werden nacheinander in die Mitte gelegt. Die Kinder berichten, was sie zu den Fragen herausgefunden haben. • Der Magnet zieht Eisen an oder Eisen zieht den Magneten an. Die anderen Materialien zieht der Magnet nicht an. • Alle untersuchten Magneten haben zwei Stellen, an denen die anziehende Wirkung am stärksten ist. Die Lehrkraft ergänzt: Diese Stellen heißen „Pole“. (Die Kinder zeigen die Pole beim eckigen und beim runden Stabmagneten sowie beim Ring- und beim Scheibenmagneten.) • Werden zwei Magneten an den Polen zusammengebracht, stoßen sie sich ab oder ziehen sich an. (Optional: Die Lehrkraft leitet die Polregel ab, so wie es in Sequenz 5 in Klasse 1/2 in der Vertiefung vorgeschlagen wird. Hierfür sind ca. 30–45 Minuten vorzusehen.) • Ein eisenhaltiges Stück Metall wird selbst zum Magneten, wenn man es häufig in derselben Richtung mit dem einen Pol eines Magneten bestreicht.	• 4 Fragekarten • Forscherbuch mit AB „Eigenschaften von Magneten“
	Ggf. Ergebnis der Differenzierungsaufgaben: • Kinder, die die Euro-Münzen untersucht haben, demonstrieren, welche Münzen angezogen werden. Sie berichten von ihrem Rechercheergebnis: Neben eisenhaltigen werden auch nickelhaltige Metalle angezogen. 1- und 2-Euro-Münzen enthalten Nickel. • Kinder demonstrieren: Die beiden sehr kleinen eckigen Stabmagneten stoßen sich nicht an den Enden, sondern an den Seitenflächen ab. Die Zwitschermagneten muss man drehen, damit sie sich anziehen bzw. abstoßen. (Schlussfolgerung: Man kann Magneten von außen nicht ansehen, wo die Pole liegen.)	• ggf. Euro-Münzen • ggf. 1 kleiner eckiger Stabmagnet • ggf. 2 sehr kleine eckige Stabmagneten mit Polen an den gegenüberliegenden Seitenflächen • ggf. 2 Zwitschermagneten

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	Die erarbeiteten Eigenschaften werden benutzt, um den Demonstrationsversuch aus dem Unterrichtseinstieg zu erklären. Dazu können die Kinder die „Kusshunde“ mit den eingewickelten Stücken testen. (Es müssen sich ein Magnet und ein Eisenstück in der Alufolie befinden, da die Hunde nur angezogen und nicht abgestoßen werden. Falls die Differenzierung bearbeitet wurde: alternativ wäre auch Nickel möglich.) Mit einem Nagel o. Ä. finden die Kinder heraus, wo sich der Magnet und wo sich das Stück Eisen verbergen.	• 2 „Kusshunde“ • 1 kleiner eckiger Stabmagnet (eingewickelt) • 1 Quader aus Eisen (eingewickelt) • kleiner Gegenstand aus Eisen zum Überprüfen • Tafel
Stillarbeit **15 Minuten**	LK: *Forscherinnen und Forscher müssen ihre Ergebnisse dokumentieren. Was halten sie alles fest?* Gemeinsam wird das Vorgehen beim Dokumentieren an der Tafel erarbeitet: • Frage notieren • Vermutung notieren • Versuch zeichnen/beschreiben • Beobachtung notieren • Antwort auf die Frage notieren Die Kinder wählen einen der Versuche aus und dokumentieren ihn in ihrem Forscherbuch. Das Arbeitsblatt „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ wird ausgefüllt. Als Hausaufgabe erhalten die Kinder das Arbeitsblatt „Ich bewerte meine Forscherarbeit“.	• Forscherbuch • AB „Dokumentation eines Versuchs“ • AB „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ • AB „Ich bewerte meine Forscherarbeit“

Materialien

Kursiv geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.
Sie befinden sich nicht in den Materialkisten für das Spiralcurriculum im Primarbereich.
Die mit einem * versehenen Materialien befinden sich in den Kisten für das 1./2. Schuljahr.

Benötigtes Demonstrationsmaterial

✓	Stückzahl	Material
	2	„Kusshunde“*
	1	Kleiner eckiger Stabmagnet* *(eingewickelt)*
	1	Quader aus Eisen *(eingewickelt)*
	Ggf.	Euro-Münzen
	Ggf. 1	Kleiner eckiger Stabmagnet
	Ggf. 2	Sehr kleine eckige Stabmagneten mit Polen an den gegenüberliegenden Seitenflächen*
	Ggf. 2	Zwitschermagneten*
		Alufolie (zum Einwickeln des Eisenquaders und des Magneten)
	1	*Plakat „Wie Forscherinnen und Forscher arbeiten – unsere Vermutungen“*
	4	Karten mit Forscherfragen („Welche Materialien zieht ein Magnet an?“, „Wo zieht ein Magnet am stärksten an?“, „Wie reagieren Magneten aufeinander?“, „Wie kann man einen Magneten selbst herstellen?“)
	1	*Kleiner Gegenstand aus Eisen zum Überprüfen*

Benötigtes Experimentiermaterial

✓	Stückzahl	Material
1. Station „Forscherfrage 1: Welche Materialien zieht ein Magnet an?“ (sechsmal aufbauen):		
	6	Kleine eckige Stabmagneten
	6	Quader aus Aluminium*
	6	Quader aus Eisen*
	6	Quader aus Holz*
	6	Quader aus Kork*
	6	Quader aus Kunststoff*
	6	Quader aus Kupfer*
	6	Quader aus Messing
	6	Quader aus Pappe*
	8	Beschriftete Quader aus Aluminium, Eisen, Holz, Kork, Kunststoff, Kupfer, Messing, Pappe (als separate Hilfestation)*
2. Station „Forscherfrage 2: Wo zieht ein Magnet am stärksten an?“ (zweimal aufbauen):		
	2	Mittelgroße runde Stabmagneten
	2	Kleine eckige Stabmagneten*
	2	Große Scheibenmagneten
	2	Ringmagneten*
	2	Hufeisenmagneten*
	2	Büroklammern*
		Faden

Benötigtes Experimentiermaterial

✓	Stückzahl	Material
3. Station „Forscherfrage 3: Wie reagieren Magneten aufeinander?“ (zweimal aufbauen):		
	2	Stäbe mit Holzfuß*
	6	Ringmagneten*
4. Station „Forscherfrage 3: Wie reagieren Magneten aufeinander?“ (zweimal aufbauen):		
	2	„Kusshunde“*
	2	Rundstäbe mit Magneten *
	2	Ringmagneten*
	2	Kleine eckige Stabmagneten*
5. Station „Forscherfrage 4: Wie kann man einen Magneten selbst herstellen?“ (fünfmal aufbauen):		
	5	Ringmagneten*
	30	Eisendrähte*
	30	Mittelgroße Nägel*
	Viele	Kleine Nägel/Büroklammern*, Behältnis dafür
Ggf. Differenzierungsaufgaben (Knobelaufgaben)		
	Ggf.	*Verschiedene Euro-Münzen*
	Ggf. 1	Kleiner eckiger Stabmagnet*
	Ggf. 6	Sehr kleine eckige Stabmagneten mit Polen an den gegenüberliegenden Seitenflächen*
	Ggf. 6	Zwitschermagneten*

Weitere Materialien

✓	Stückzahl	Material
	Schüleranzahl	AB „Eigenschaften von Magneten“
	Schüleranzahl	Forscherbücher (mit Deckblatt für Klasse 3/4)
	Schüleranzahl	AB „Dokumentation eines Versuchs“
	Schüleranzahl	AB „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“
	Schüleranzahl	AB „Ich bewerte meine Forscherarbeit“
	6	Stationskarten „Forscherfrage 1: Welche Materialien zieht ein Magnet an?“ (Station 1)
	3	Stationskarten „Forscherfrage 2: Wo zieht ein Magnet am stärksten an?“ (Station 2)
	2	Stationskarten „Forscherfrage 3: Wie reagieren Magneten aufeinander?“ (Station 3)
	2	Stationskarten „Forscherfrage 3: Wie reagieren Magneten aufeinander?“ (Station 4)
	5	Stationskarten „Forscherfrage 4: Wie kann man einen Magneten selbst herstellen?“ (Station 5)
	Ggf.	Knobelaufgabe „Werden Euro-Münzen von Magneten angezogen?“ (für die Differenzierung)
	Ggf.	Knobelaufgaben „Die Zwitschermagneten“ und „Zwei besondere Stabmagneten“ (für die Differenzierung)

DEMONSTRATIONSVERSUCH

„Kusshunde“

Die Lehrkraft führt die Hunde so zusammen, dass sie sich „küssen“.

Material:
- 2 „Kusshunde“
- 1 kleiner eckiger Stabmagnet (in Alufolie eingewickelt)
- 1 Quader aus Eisen (in Alufolie eingewickelt)
- Alufolie zum Einwickeln des Quaders und des Stabmagneten
- 1 kleiner Nagel o. Ä.

Organisation:
- gemeinsamer Versuch
- Gesprächskreis

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Lehrkraft führt als stummen Impuls die „Kusshunde“ zusammen und lässt die Kinder beobachten. Mit dieser Demonstration leitet die Lehrkraft das Thema Magnetismus ein und gibt den Kindern Gelegenheit, ihr Vorwissen und ihre Vermutungen dazu zu äußern.

Hintergrund:

Der „Kusshund“ mit dem Stabmagneten zieht den „Kusshund“ mit dem Eisenstück an. Ein Magnet zieht Eisen an bzw. Eisen zieht den Magneten an.

Erkenntnis für die Kinder:

Nach der Stationsarbeit wenden die Kinder ihr erworbenes Wissen an, um das Phänomen zu erklären: Sie untersuchen das Verhalten der „Kusshunde“ noch einmal und schließen, dass sich ein Magnet und ein Stück Eisen in der Alufolie befinden müssen (da sich die Hunde nur anziehen und nicht abstoßen). Mit einem Nagel o. Ä. können die Kinder feststellen, in welchem Päckchen sich der Magnet verbirgt.

FORSCHERFRAGE 1

Welche Materialien zieht ein Magnet an?

Kind beim Überprüfen der Quader

Material:
Diese Station wird **sechsfach** aufgebaut.

Pro Station werden benötigt:
- 1 kleiner eckiger Stabmagnet
- 1 Quader aus Aluminium
- 1 Quader aus Eisen
- 1 Quader aus Holz
- 1 Quader aus Kork
- 1 Quader aus Kunststoff
- 1 Quader aus Kupfer
- 1 Quader aus Messing
- 1 Quader aus Pappe
- 8 beschriftete Quader aus Aluminium, Eisen, Holz, Kork, Kunststoff, Kupfer, Messing, Pappe (als separate Hilfestation)

Für die Differenzierung (Knobelaufgabe):
- verschiedene Euro-Münzen
- 1 kleiner eckiger Stabmagnet

Organisation:
- Stationsarbeit mit Partnerin/Partner

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Kinder schreiben ihre Vermutungen über die magnetischen Eigenschaften der einzelnen Materialien auf. Anschließend überprüfen sie ihre Vermutungen mithilfe eines Stabmagneten und notieren die Antwort auf die Forscherfrage.
In einer Knobelaufgabe (Differenzierung) können die Kinder durch Recherchieren herausfinden, dass auch Euro-Münzen, die Nickel enthalten, von Magneten angezogen werden.

Hintergrund:

Der Begriff *Material* wird hier als Synonym für den Fachbegriff *Stoff* verwendet und bezieht sich auf die Substanz, aus der ein Gegenstand besteht oder hergestellt wird. Die beschrifteten Quader helfen den Kindern, die Materialien zu benennen. Die meisten Materialien werden vom Magneten nicht angezogen. Nur Eisen, Kobalt und Nickel sowie Mischungen, die einen dieser Stoffe enthalten, werden vom Magneten angezogen. Da Nickel und Kobalt im Alltag jedoch nur eine untergeordnete Rolle spielen, wird auf die Anziehung dieser Materialien nur eingegangen, wenn Kinder das einbringen, bzw. wenn sie bei der Arbeit an der Knobelaufgabe herausgefunden haben, dass die nickelhaltigen Euro-Münzen ebenfalls angezogen werden.

Erkenntnis für die Kinder:

Der Magnet zieht Eisen an und Eisen zieht den Magneten an. Die anderen Materialien und der Magnet ziehen sich nicht an.
Differenzierung: Auch Dinge, die Nickel enthalten, werden von Magneten angezogen.

FORSCHERFRAGE 2

Wo zieht ein Magnet am stärksten an?

Ein Kind hält eine Büroklammer am Faden über einen Stabmagneten.

Material:
Diese Station wird **zweifach** aufgebaut.

Pro Station werden benötigt:
- 1 mittelgroßer runder Stabmagnet
- 1 kleiner eckiger Stabmagnet
- 1 großer Scheibenmagnet
- 1 Ringmagnet
- 1 Hufeisenmagnet
- 1 Büroklammer
- Faden

Für die Differenzierung (Knobelaufgaben):
- 6 sehr kleine eckige Stabmagneten mit Polen an den gegenüberliegenden Seitenflächen
- 6 Zwitschermagneten

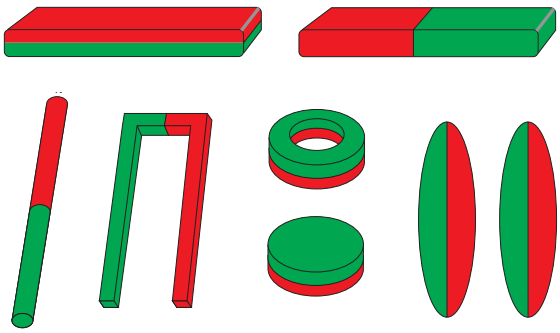
Organisation:
- Stationsarbeit mit Partnerin/Partner

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Zu zweit untersuchen die Kinder mithilfe einer Büroklammer am Faden, an welchen Stellen die unterschiedlichen Magneten die Büroklammer am stärksten anziehen.
Kinder, die bereits fertig sind, untersuchen das Verhalten von zwei besonderen Stabmagneten mit Polen an den gegenüberliegenden Seitenflächen und von zwei Zwitschermagneten (Differenzierung).
In der Reflexion geht die Lehrkraft darauf ein, dass bei gleichartig aussehenden Magneten unterschiedliche Polungen möglich sind (wie z. B. beim Stabmagneten).

Hintergrund:

Jeder Magnet hat mindestens zwei Pole. Je nachdem, wie das Material magnetisiert wurde, befinden sich die Pole bei äußerlich gleich aussehenden Magneten möglicherweise an unterschiedlichen Stellen. Bei stabförmigen Magneten können die Pole an den Enden, aber auch an einander gegenüberliegenden Seitenflächen liegen.

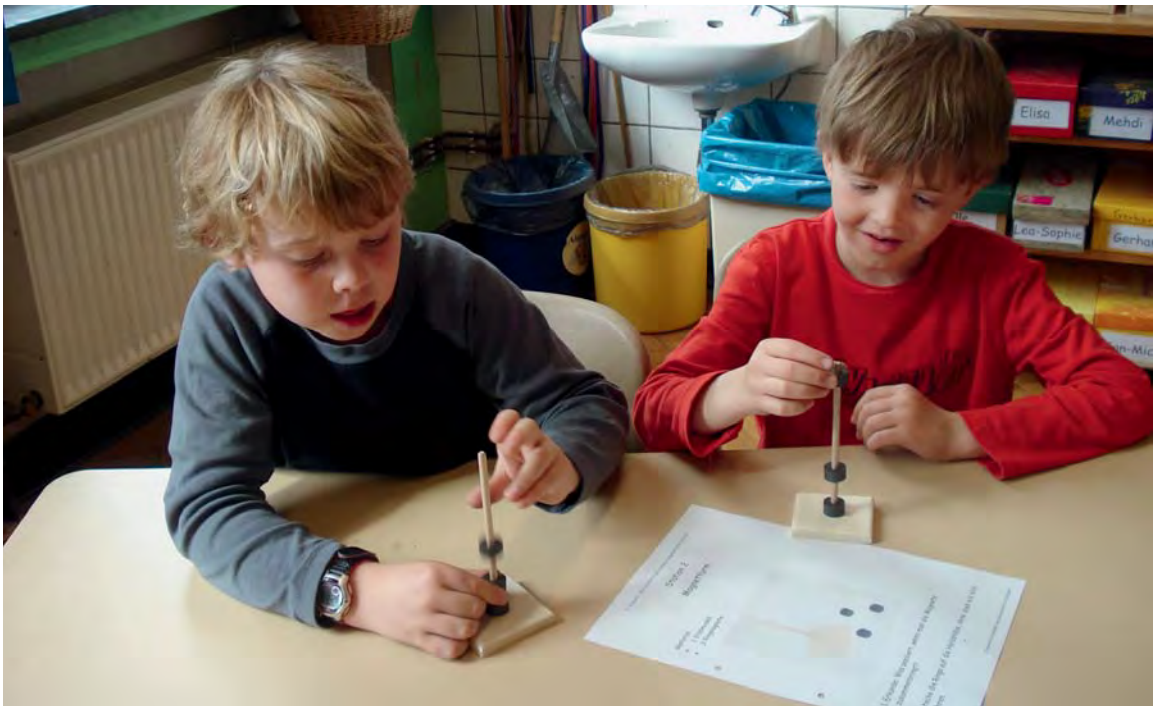


Erkenntnis für die Kinder:

Alle Magneten haben zwei Stellen, an denen die anziehende Wirkung am stärksten ist. Diese Stellen heißen Pole. Beim runden Stabmagneten, beim eckigen Stabmagneten und beim Hufeisenmagneten liegen die Pole an den Enden, beim Scheibenmagneten und beim Ringmagneten liegen sie unten und oben. Die beiden sehr kleinen eckigen Stabmagneten sehen zwar aus wie der größere eckige Stabmagnet, die Pole befinden sich aber an den gegenüberliegenden Seitenflächen.

FORSCHERFRAGE 3

Wie reagieren Magneten aufeinander?



Ringmagneten schweben auf einem Stab übereinander.

Material:
Diese Station wird **zweifach** aufgebaut.

Pro Station werden benötigt:
- 1 Stab mit Holzfuß
- 3 Ringmagneten

Organisation:
- Stationsarbeit mit Partnerin/Partner

Wichtig:
- Die abstoßende Wirkung der Ringmagneten voneinander ist so stark, dass die Magneten nach oben springen, wenn man sie aufeinander zu bewegt und dann loslässt. Dabei können sie vom Stab „springen“, auf dem Tisch aufschlagen und dabei Schaden nehmen. Die Kinder sollten darauf hingewiesen werden, dass das nicht passieren darf.

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Kinder stecken die Ringmagneten auf den Stab. Je nach Ausrichtung der Pole ziehen sich die Magneten an oder stoßen sich ab. Die Kinder können nun die abstoßende Wirkung nutzen, um die Ringmagneten übereinander schweben zu lassen.

Hintergrund:

Gleichnamige Pole stoßen sich ab. Der Stab sorgt dafür, dass die beiden Pole direkt übereinander bleiben. Nach diesem Prinzip der Abstoßung von Magnetpolen funktionieren z. B. Magnetwaagen.

Erkenntnis für die Kinder:

Je nachdem, wie die Pole der Magneten zueinander gebracht werden, ziehen sie sich an oder stoßen sich ab. Die abstoßende Wirkung der Magneten ist so groß, dass die Ringmagneten übereinander schweben.

FORSCHERFRAGE 3

Wie reagieren Magneten aufeinander?

Material:
Diese Station wird **zweifach** aufgebaut.

Pro Station werden benötigt:
- 1 „Kusshund“
- 1 Rundstab mit Magneten
- 1 Ringmagnet
- 1 kleiner eckiger Stabmagnet

Organisation:
- Stationsarbeit mit Partnerin/Partner

Der Hund wird weggestoßen oder angezogen – je nachdem, welcher Pol des Magneten zur Schnauze gerichtet ist.

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Kinder stecken den Stab mit dem daran befestigten Ringmagneten in den „Kusshund“. Sie probieren aus, wie sie den anderen Ringmagneten halten müssen, damit der „Kusshund“ weggestoßen bzw. angezogen wird. Anschließend führen sie dasselbe mit dem Stabmagneten durch.

Hintergrund:

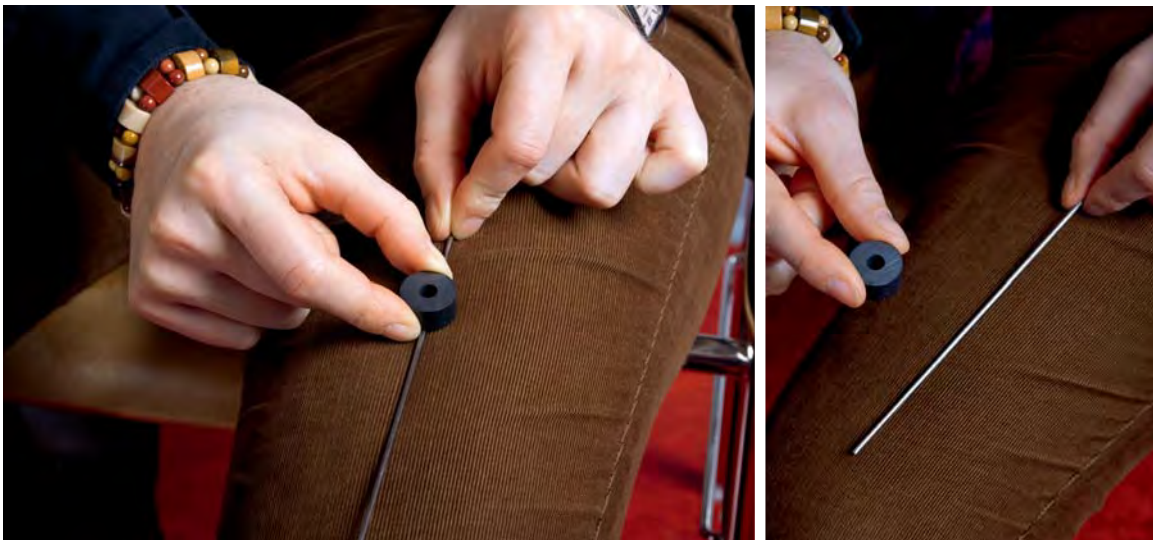
Ungleichnamige Pole ziehen sich an, gleichnamige Pole stoßen sich ab, ohne dass sich die Magneten berühren. Der „Kusshund“ kann so wahlweise gestoßen oder gezogen werden.

Erkenntnis für die Kinder:

Die Magneten ziehen sich an oder stoßen sich ab, je nachdem, welche Pole gegeneinander gehalten werden. Die Magneten wirken aufeinander, ohne dass sie sich berühren. Diese Fernwirkung kann genutzt werden, um einen weiteren Magneten zu bewegen.

FORSCHERFRAGE 4

Wie kann man einen Magneten selbst herstellen?



Die Kinder magnetisieren einen Eisendraht und überprüfen das Ergebnis.

Material:
Diese Station wird **fünffach** aufgebaut.

Pro Station werden benötigt:
- 1 Ringmagnet für je zwei Kinder
- 6 Eisendrähte (damit jeweils ein neuer Draht genutzt werden kann)
- 6 mittelgroße Nägel
- Material zum Überprüfen (kleine Nägel, Büroklammern etc.)

Organisation:
- Stationsarbeit mit Partnerin/Partner
- Damit die Eisendrähte nicht zwischendurch entmagnetisiert werden müssen, liegen an jeder Station sechs Stück. Es ist sinnvoll, die magnetisierten Eisendrähte separat ablegen zu lassen.

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Ein Kind legt den Eisendraht im Sitzen auf seinen Oberschenkel (s. Foto links), um Erschütterungen beim Magnetisieren zu vermeiden. Es streicht mit dem einen Pol des Ringmagneten immer in derselben Richtung darüber. Der Pol wird dabei nicht gewechselt! Bei der Rückwärtsbewegung darf der Pol **nicht** in die Nähe des Drahtes kommen, sonst wird die Magnetisierung wieder aufgehoben (s. rechtes Foto). Um zu prüfen, wie stark der Eisendraht schon magnetisiert ist, wird er in ein Häufchen mit kleinen Nägeln/Büroklammern gehalten. Je mehr Nägel/Büroklammern hängen bleiben, desto stärker ist der Eisendraht magnetisiert.
Kinder, die schon fertig sind, können zusätzlich einen mittelgroßen Nagel magnetisieren und auch dessen magnetische Wirkung testen.

Hintergrund:

Eisenhaltige Materialien können durch Bestreichen mit einem Magneten magnetisiert werden. Magnetisierte Stücke und eisenhaltige Dinge ziehen sich an. Die Eisenstücke bleiben unterschiedlich lang magnetisch. Werden Magneten heftig erschüttert oder stark erhitzt (Curie-Temperatur), kann die magnetische Wirkung verloren gehen.

Erkenntnis für die Kinder:

Der Eisendraht kann durch Bestreichen mit einem Magneten selbst zu einem Magneten werden. Die Magnetwirkung kann wieder verloren gehen, z. B. wenn die Magneten hinfallen.

FORSCHERFRAGE 1:

Welche Materialien zieht ein Magnet an?

FORSCHERFRAGE 2:

Wo zieht ein Magnet am stärksten an?

FORSCHERFRAGE 3:

Wie reagieren Magneten aufeinander?

FORSCHERFRAGE 4:

Wie kann man einen Magneten selbst herstellen?

Eigenschaften von Magneten

Notiere zuerst bei jeder Frage deine Vermutung.
Nachdem du einen Versuch durchgeführt hast, notiere deine Antwort.

Welche Materialien zieht ein Magnet an?

Meine Vermutung: _____

Meine Antwort nach dem Versuch: _____

_____

Wo zieht ein Magnet am stärksten an?

Meine Vermutung: _____

Meine Antwort nach dem Versuch: _____

_____

Wie reagieren Magneten aufeinander?

Meine Vermutung: _____

Meine Antwort nach dem Versuch: _____

_____

Wie kann man einen Magneten selbst herstellen?

Meine Vermutung: _____

Meine Antwort nach dem Versuch: _____

_____

Mein Forscherbuch Magnetismus

Name: _____

Klasse: _____

Dokumentation eines Versuchs

Name des Versuchs: _____

Frage: _____

Vermutung: _____

_____

Zeichnung:	Beobachtung:

Die Antwort auf die Frage:

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher

Schreibe auf, welche Tätigkeiten du heute beim Forschen ausgeübt hast.

3./4. Schuljahr | 1.1 Sequenz: Welche Eigenschaften haben Magneten? | Arbeitsblatt 5.3.2

Ich bewerte meine Forscherarbeit

Damit kam ich schon gut zurecht. Färbe das Kästchen grün.
Das fand ich noch schwer. Färbe das Kästchen gelb.

Versuche durchführen	☐	zusammen arbeiten	☐
Versuche zeichnen	☐	Vermutungen aufschreiben	☐
genau beobachten	☐	Versuch dokumentieren	☐
Ergebnis aufschreiben	☐		

Beim nächsten Mal möchte ich besonders darauf achten, folgende Tätigkeit zu verbessern:

FORSCHERFRAGE 1

Welche Materialien zieht ein Magnet an?

Prüfe, ob folgende Materialien vom Magneten angezogen werden.

Kork	Aluminium	Eisen	Kupfer
Messing	Kunststoff	Pappe	Holz

Magnet

FORSCHERFRAGE 2

Wo zieht ein Magnet am stärksten an?

1. Binde eine Büroklammer an einen Faden.
2. Bewege die Büroklammer am Faden über den eckigen Stabmagneten.
3. Beobachte, von welchen Stellen des Magneten die Büroklammer am stärksten angezogen wird.

Prüfe auch die anderen Magneten.

FORSCHERFRAGE 3

Wie reagieren Magneten aufeinander?

1. Stecke den Ringmagneten auf den Holzstab.
2. Drehe einen Magneten um.
3. Beobachte.

FORSCHERFRAGE 3

Wie reagieren Magneten aufeinander?

1. Bewege den Stabmagneten zur Schnauze des „Kusshundes“.
2. Drehe den Magneten in der Hand um. Nähere ihn wieder der Schnauze.
3. Mache dasselbe mit dem Ringmagneten.

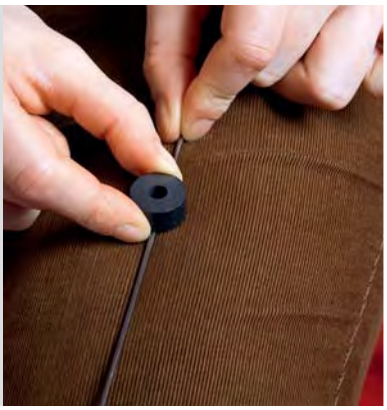
FORSCHERFRAGE 4

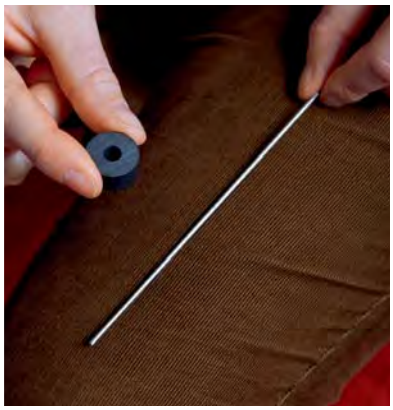
Wie kann man einen Magneten selbst herstellen?

1. Lege den Eisendraht auf dein Bein, so wie auf dem Bild.
2. Streiche mit dem Ringmagneten 20-mal immer in derselben Richtung über den Draht. Halte den Ringmagneten wie auf dem Bild.
3. Teste mit kleinen Nägeln: Ist der Draht nun zu einem Magneten geworden? Woran erkennst du das?

ACHTUNG

- Du darfst **nicht** hin- und herstreichen.
- Beim Zurückführen des Magneten zum Anfang des Drahtes halte den Magneten weit weg, wie auf dem Foto rechts.





KNOBELAUFGABE

Werden Euro-Münzen von Magneten angezogen?

Kreuze bei jeder Euro-Münze an, was du vermutest.
Prüfe anschließend mit dem Magneten.

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Vermutung:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	
Test:	
wird angezogen	
wird nicht angezogen	

Mache einen Kreis um die Münzen, die dich überrascht haben.
Suche im Internet nach Angaben, woraus diese Euro-Münzen gemacht sind.
Notiere das Ergebnis auf der Rückseite.
Dass Eisen von Magneten angezogen wird, weißt du ja schon.
Welches andere Material wird auch angezogen?

KNOBELAUFGABE

Die Zwitschermagneten

Diese Magneten nennt man Zwitschermagneten.

Warum? Wenn man sie vorsichtig zusammen hochwirft, kommen sie zueinander und zwitschern dabei.

Finde heraus:
Wie musst du die beiden Magneten zusammenbringen, damit sie sich anziehen?

Beschreibe oder zeichne.

Wie musst du die beiden Magneten zusammenbringen, damit sie sich abstoßen?

Beschreibe oder zeichne.

KNOBELAUFGABE

Zwei besondere Stabmagneten

Lege die beiden Stabmagneten flach auf den Tisch und bringe sie so zueinander, dass sie sich abstoßen.

Lasse die Stabmagneten flach auf dem Tisch liegen.
Was musst du tun, damit sich die beiden Magneten anziehen?

Was passiert, wenn du die Magneten flach aufeinanderlegst?

Probiere: Wann stoßen sie sich ab?
Wann ziehen sie sich an?

Überlege und schreibe auf:
Was ist bei diesen Stabmagneten besonders?

Wo könnten die Pole bei diesen Stabmagneten liegen? Zeichne.

Sequenz 2: Magneten an ihrer Wirkung erkennen (optional)

Zeitrahmen: 45 Minuten

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Zugehöriges Wissen
Die Schülerinnen und Schüler …	
• geben an, dass die beiden Pole eines Magneten unterschiedlich auf den Pol eines weiteren Magneten wirken (IK 5), unterscheiden eisenhaltige Metalle von nicht eisenhaltigen Metallen und geben eisenhaltige Materialien als angezogene Materialien an (IK 1).	Zwei Magneten stoßen sich ab oder ziehen sich an. Der Magnet zieht Eisen an, Messing aber nicht. Eisen und Messing, Eisen und Eisen sowie Messing und Messing wirken nicht aufeinander.
• nutzen gezielt die Anziehung und Abstoßung von Magneten (IK 5).	Paare von Magneten, Eisen und Messing lassen sich aufgrund ihrer Wirkung aufeinander identifizieren.
Prozessbezogene Kompetenzen	**Angestrebtes Wissen**
Die Schülerinnen und Schüler …	
• begründen Vermutungen durch Vorwissen, Erfahrungen oder Beobachtungen (PK 3).	Vermutungen können durch Vorwissen sowie durch gemachte Erfahrungen und Beobachtungen begründet werden.
• leiten aus einer Regel Vorhersagen ab (PK 10).	Auf der Basis vorhandenen Wissens (hier die Regel: Eisen wird von einem Magneten angezogen, Messing nicht, zwei Magneten ziehen sich an bzw. stoßen sich ab) lassen sich begründete Vorhersagen treffen (hier: Vorhersagen zu den in den Päckchen befindlichen Materialien).
• ordnen Materialien aufgrund der beobachteten Wirkung (PK 9).	Materialien können aufgrund bestimmter Eigenschaften, wie z. B. die Anziehung durch einen Magneten, geordnet werden.
• dokumentieren eine Untersuchung durch Sprache und Zeichnung auf Arbeitsblättern mit vorgegebener Struktur (PK 8).	Das Dokumentieren eines Versuchs ist wichtig, um Vorgehen, Beobachtungen und Ergebnisse festhalten, mitteilen und vergleichen zu können.

Kurzbeschreibung der Stunde:

Zum Einstieg denken die Kinder darüber nach, was passiert, wenn man Magneten, Eisenstücke und Messingstücke in unterschiedlicher Kombination paarweise zusammenbringt. Wie reagieren Magnet und Eisenstück aufeinander? Wie reagiert Messing mit Eisen? usw. Die Kinder begründen ihre Vermutungen mit ihrem erworbenen Wissen. In einer Gruppenarbeitsphase identifizieren die Kinder in Alufolie verpackte Materialien anhand der beobachtbaren Wechselwirkungen. Die Wechselwirkung zwischen Magneten und verschiedenen Materialien wird so noch einmal gefestigt, und das Begründen, Schlussfolgern und Vorhersagen – als wichtige naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen – werden geübt.

Verlaufsplanung

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Frontal **5 Minuten**	**Einstieg** Die Kinder berichten über die von ihnen im Forscherbuch aufgelisteten Forschertätigkeiten. Sie zählen auf, was ihnen schwer- bzw. leichtgefallen ist, und woran sie in den nächsten Stunden arbeiten möchten.	• Forscherbuch • ABs – „Wie arbeiten Forscherinnen und Forscher?“ – „Ich bewerte meine Forscherarbeit“
Frontal **10 Minuten**	**Orientierung/Aufgabenstellung** LK: *Was wird passieren, wenn man ein Stück Messing* (Lehrkraft zeigt den beschrifteten Quader aus Messing) *mit einem Magneten* (Lehrkraft zeigt den kleinen eckigen Stabmagneten, ohne beides zusammenzubringen) *zusammenbringt?* *Ihr könntet nun raten, aber das würde eine Forscherin oder ein Forscher nicht tun. Forscherinnen und Forscher denken über eine Frage nach und wenden dann zunächst das Wissen an, das sie schon haben. Mit ihrem Wissen versuchen sie, vorherzusagen, was passieren wird, ohne es auszuprobieren.* *Das sollt ihr nun auch versuchen. Nutzt das Wissen aus der letzten Stunde: Was wird passieren, wenn ich das Messing und den Magneten aufeinander zu bewege?* Die Kinder äußern vorher, dass nichts passieren wird. Die Lehrkraft fordert die Kinder auf, zu begründen, warum sie das meinen (weil nur das Material Eisen vom Magneten angezogen wird, andere Materialien nicht). LK: *Was wird passieren, wenn ich Eisen und Messing aufeinander zu bewege?* Die Kinder äußern vorher, dass nichts passieren wird. (Begründung: Es muss ein Magnet dabei sein – nur Eisen und ein Magnet ziehen sich an.) LK: *Und was wird passieren, wenn ich zwei Magneten zusammenbringe?* Sie stoßen sich ab oder ziehen sich an. (Begründung: Magneten können sich anziehen oder abstoßen, je nachdem, welche Pole zueinander gebracht werden.) LK: *Und was wird passieren, wenn ich einen Magneten und Eisen zusammenbringe?* Die Stücke ziehen sich an. Im Gegensatz zu den beiden Magneten stoßen sie sich jedoch nicht ab, wenn ich das eine Stück umdrehe.	• beschrifteter Quader aus Messing • 1 kleiner eckiger Stabmagnet • beschrifteter Quader aus Eisen • 1 (weiterer) kleiner eckiger Stabmagnet

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	Aufgabe • Arbeitet an einem Vierertisch zusammen. Beschriftet drei Blätter mit den Wörtern „Eisen“, „Messing“ und „Magnet“. • Wickelt jeweils zwei Eisenstücke, zwei Messingstücke und zwei Magneten in Alufolie ein. (Die Lehrkraft macht es vor.) Mischt die Stücke gut. • Nun findet heraus: Wo sind die Eisenstücke, wo die Messingstücke, wo die Magneten verborgen? Euer Wissen hilft euch dabei, das festzustellen. • Legt die eingewickelten Stücke, die ihr bestimmt habt, auf das Blatt Papier mit dem Namen des Materials.	• 3 Blätter mit Bezeichnungen „Eisen“, „Messing“, „Magnet“ • 2 Quader aus Messing • 2 Quader aus Eisen • 2 kleine eckige Stabmagneten • Alufolie
Gruppen-arbeit zu viert (an Gruppen-tischen) **15 Minuten**	**Erarbeitung** Die Kinder beschriften die Blätter mit den Begriffen „Eisen“, „Messing“ und „Magnet“, wickeln die Quader ein, mischen sie gut und versuchen, anhand der Wechselwirkung zwischen den Materialien herauszufinden, in welchem Paket welches Material verpackt ist. Die bestimmten Quader legen sie auf das Papier mit der entsprechenden Bezeichnung. Die Kinder wickeln in ihren Gruppen die Quader aus und überprüfen, ob sie richtig vermutet haben. Ggf. überlegen sie gemeinsam, welchen Fehler sie gemacht haben.	Für jede Gruppe: • 2 Quader aus Eisen • 2 Quader aus Messing • 2 kleine eckige Stabmagneten • 6 Stücke Alufolie • 3 Blätter für die Bezeichnungen
Frontal **15 Minuten**	**Reflexion** Die Kinder zeigen, wie sie die Materialien bestimmt haben. Die jeweiligen Überlegungen werden benannt: • Wenn sich zwei Stücke abstoßen, muss es sich um zwei Magneten handeln. Nur zwei Magneten können sich gegenseitig abstoßen – Eisen und ein Magnet würden nur angezogen. • Mit dem Magneten kann man dann die beiden weiteren Stücke untersuchen: Das Stück, das angezogen wird, muss aus Eisen sein, weil Messing nicht von einem Magneten angezogen wird.	• 2 kleine eckige Stabmagneten (eingewickelt) • 2 Quader aus Messing (eingewickelt) • 2 Quader aus Eisen (eingewickelt) • 3 Blätter mit Bezeichnungen „Eisen“, „Messing“, „Magnet“

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	Ergebnisse • **Ein Magnet zieht Eisen an.** • **Zwei Magneten können sich anziehen oder abstoßen.** • **Keine Wirkung aufeinander haben:** – **Messing und Magnet** – **Eisen und Eisen** – **Eisen und Messing** – **Messing und Messing**	• Tafel
	Die Kinder beschreiben/zeichnen ihre Ergebnisse in ihr Forscherbuch und dokumentieren, woran sie die Magneten, die Eisen- und die Messingstücke erkannt haben. Die Lehrkraft hilft bei der Notation (z. B. Anziehung bzw. Abstoßung mit Pfeilen kennzeichnen: → ←/← →, Striche – – als Symbol für eine fehlende Wirkung nutzen). **Hausaufgabe** Als Hausaufgabe oder in der Freiarbeit können die Knobelaufgaben bearbeitet werden.	• Forscherbuch • AB „Welches Material ist in den Päckchen?“ • Knobelaufgaben

Materialien

Kursiv geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.
Sie befinden sich nicht in den Materialkisten für das Spiralcurriculum im Primarbereich.
Die mit einem * versehenen Materialien befinden sich in den Kisten für das 1./2. Schuljahr.

Benötigtes Demonstrationsmaterial

✓	Stückzahl	Material
	1	Beschrifteter Quader aus Messing*
	2	Kleine eckige Stabmagneten*
	1	Beschrifteter Quader aus Eisen*
	3	*Blätter mit Bezeichnungen „Eisen“, „Messing“, „Magnet“*
	2	Quader aus Messing
	2	Quader aus Eisen
		Alufolie (zum Einwickeln der Quader)

Benötigtes Experimentiermaterial

✓	Stückzahl	Material
	Je 2 für vier Kinder	Kleine eckige Stabmagneten*
	Je 2 für vier Kinder	Quader aus Eisen* (aus Box 1a und aus Box 3a)
	Je 2 für vier Kinder	Quader aus Messing* (aus Box 1a und aus Box 3a)
	Je 6 für vier Kinder	*Stücke Alufolie (zum Einwickeln der Quader)*
	Je 3 für vier Kinder	*Kleine Blätter Papier (darauf sollen von den Kindern die Bezeichnungen „Eisen“, „Messing“, „Magnet“ notiert werden)*

Weitere Materialien

✓	Stückzahl	Material
	Schüleranzahl	Forscherbücher
	Schüleranzahl	AB „Welches Material ist in den Päckchen?“
	Schüleranzahl	Ggf. Knobelaufgaben
	Schüleranzahl	AB „Wie arbeiten Forscherinnen und Forscher?“ (aus vorangegangener Stunde)
	Schüleranzahl	AB „Ich bewerte meine Forscherarbeit“ (aus vorangegangener Stunde)

VERSUCHSBESCHREIBUNG

Von der bekannten Wechselwirkung auf die Materialien schließen

Die Kinder schließen aufgrund ihres Wissens über die Wechselwirkungen zwischen Eisen, Messing und Magneten, aus welchem Material die eingepackten Quader bestehen. Die bestimmten Quader legen sie auf das Blatt mit dem entsprechenden Begriff.

Material (pro Gruppe):
- 2 Quader aus Eisen
- 2 Quader aus Messing
- 2 kleine eckige Stabmagneten
- 6 Stücke Alufolie
- 3 Blätter für die Bezeichnungen „Eisen“, „Messing“, „Magnet“

Organisation:
- Gruppenarbeit

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Kinder beschriften die drei Blätter mit den Begriffen „Eisen“, „Messing“ und „Magnet“. Daraufhin wickeln sie die Metallstücke und die Magneten in Alufolie ein, sodass nicht mehr ersichtlich ist, in welchem Päckchen sich welches Material befindet. Die Kinder mischen die Stücke auf dem Tisch. Anschließend wenden sie ihr Wissen aus den vorangehenden Sequenzen an (Magneten können sich abstoßen oder anziehen, Magneten ziehen Eisen an, Messing nicht) und sagen vorher, in welchen Päckchen welche Materialien verpackt sind. Die bestimmten Quader legen sie auf das Blatt mit dem entsprechenden Begriff.

Hintergrund:

Nur Magneten können sich gegenseitig abstoßen und anziehen. So können zuerst die Päckchen mit den Magneten bestimmt werden. Die Quader aus Eisen werden von den Magneten (nur) angezogen. Die Quader aus Messing reagieren weder auf die Magneten noch auf die Quader aus Eisen.

Erkenntnis für die Kinder:

Aus dem Wissen um die Wirkung von Materialien und Magneten aufeinander lassen sich die Materialien in den eingewickelten Quadern (Eisen, Messing und die Magneten) vorhersagen.

Welches Material ist in den Päckchen?

Messing	Eisen	Magnet
Messing	Eisen	Magnet

Beschreibe, wie du herausgefunden hast, welches Material in den Päckchen war.

Zeichne, wie die Materialien aufeinander wirken.

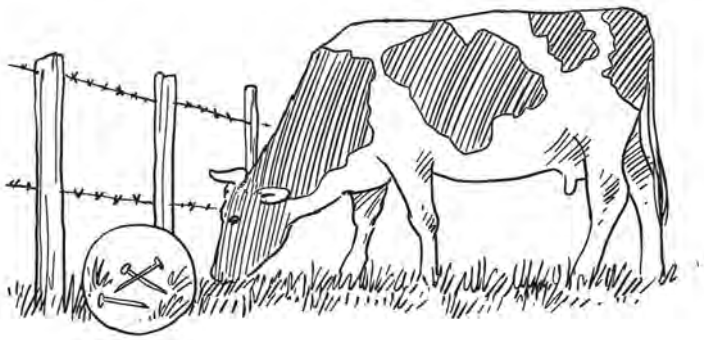
Du kannst diese Symbole benutzen:

ziehen sich an → ← es passiert nichts — — stoßen sich ab ← →

KNOBELAUFGABE

Der Kuhmagnet

Bauer Becker ärgert sich über seinen Sohn Karl.
Der hat den Zaun repariert und dabei die alten Nägel einfach ins Gras fallen lassen.



„Du musst mit den Nägeln vorsichtiger sein!“, schimpft er. „Für die Kühe sind Nägel sehr gefährlich, weil Kühe alles Verschluckte immer wieder aus dem Magen nach oben in ihr Maul befördern – Kühe sind nämlich Wiederkäuer. Die Nägel können dabei ihre Speiseröhre und ihr Maul verletzen. Dann haben die Kühe keinen Appetit mehr, essen weniger und geben weniger Milch.“
Karl fragt: „Und was sollen wir jetzt machen? Vielleicht haben die Kühe die Nägel schon zusammen mit dem Gras gefressen?“
Bauer Becker antwortet: „Wir müssen den Kühen einen Kuhmagneten zum Fressen geben – der bleibt im Magen liegen und wird nicht wiedergekäut, weil er so schwer ist.“

Warum kann der Kuhmagnet helfen?
Warum sind seine Enden rund?

KNOBELAUFGABE

Im Sägewerk

Im Wald fällt ein Forstarbeiter mit einer Motorsäge mehrere Bäume. Er bringt die Holzstämme in ein Sägewerk, wo die Stämme zu Brettern geschnitten werden sollen. Dort untersucht der Forstarbeiter seine Motorsäge genauer. Er sagt zum Arbeiter im Sägewerk: „Es fehlen ein paar Zähne in meiner Sägekette. Untersuche lieber die abgeschnittenen Stämme, bevor du sie in die Sägemaschine schiebst.“

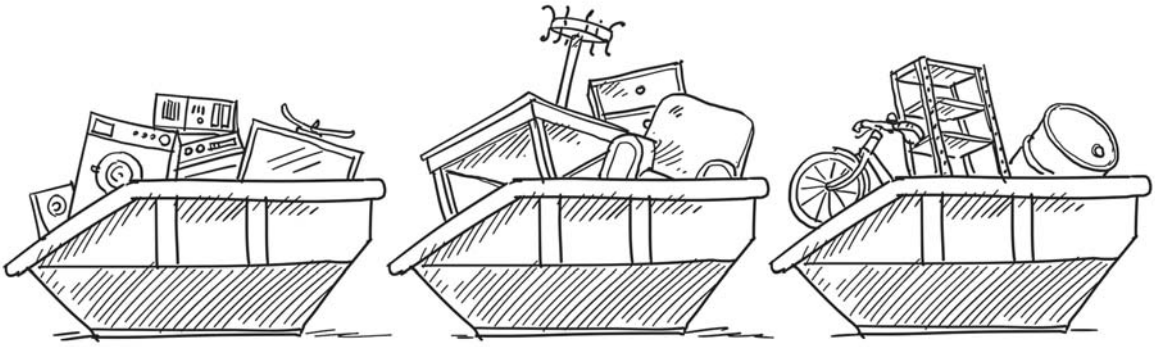
Wie kann der Arbeiter die Stämme untersuchen?

Warum ist es sinnvoll, die Schnittfläche am Stamm mit einem Magneten zu untersuchen?

KNOBELAUFGABE

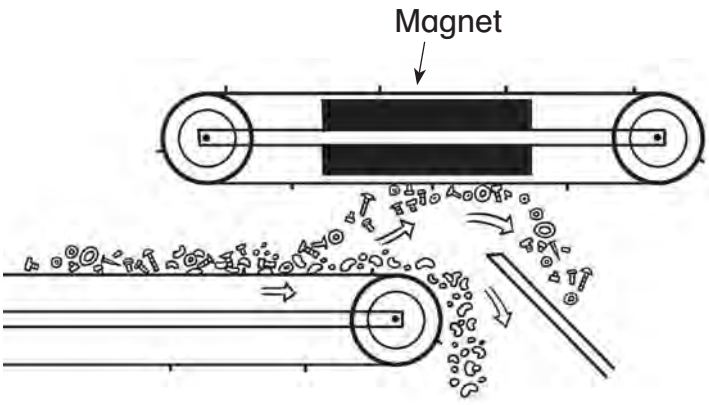
Abfall sortieren

An vielen Wertstoffhöfen gibt es verschiedene Container, um den Müll zu sammeln. Wie du auf dem Bild sehen kannst, werden die verschiedenen Metalle nicht voneinander unterschieden, sondern zusammen in einem Container für Altmetall gesammelt.



Elektroaltgeräte Sperrmüll Altmetall

Da Eisen aber ein sehr wertvoller Rohstoff ist, soll es von den anderen Metallen getrennt werden. Dazu werden häufig Maschinen benutzt.



Kannst du erklären, wie eine solche Maschine funktioniert?

Meine Erklärung: _____

_____

_____

_____

KNOBELAUFGABE

Eisensplitter im Brot

In der Bäckerei Meyer betritt eine Kundin aufgeregt den Laden:
„Im Brot, das ich gestern hier gekauft habe, war ein Eisensplitter."
Der Bäckermeister entschuldigt sich:
„Das Korn wird bei uns in einer Mühle zu Mehl gemahlen.
Beim Mahlen des Korns muss ein Eisensplitter abgebrochen sein.
Der Splitter im Mehl ist dann ins Brot geraten.
Ich verspreche ihnen, dass das nicht mehr passiert."

Überlege, wie der Bäckermeister in Zukunft verhindern kann, dass Eisensplitter in das Brot gelangen.

Der Bäckermeister braucht:

Mein Plan:

Sequenz 3: Wer ist stärker, ein kleiner oder ein großer Magnet?

Zeitrahmen: 90 Minuten

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Zugehöriges Wissen
Die Schülerinnen und Schüler …	
• bestimmen die Stärke der Anziehung eines Magneten mit unterschiedlichen Verfahren und geben an, dass aufgrund der Größe eines Magneten keine zuverlässigen Rückschlüsse auf die Stärke seiner Wirkung möglich sind (IK 3).	Die Stärke eines Magneten zeigt sich z. B. in seiner Fähigkeit, Gewicht zu tragen. Die Stärke zweier Magneten hängt nicht immer von ihrer Größe ab. Es gibt auch sehr starke, kleine Magneten und sehr schwache, große Magneten.
Prozessbezogene Kompetenzen	**Angestrebtes Wissen**
Die Schülerinnen und Schüler …	
• geben als eine Möglichkeit des Vorgehens bei Untersuchungen das Arbeiten in einem Forscherkreislauf an (PK 4).	Häufig werden die folgenden Schritte beim Forschen nacheinander durchlaufen: Frage formulieren, Vermutung aufschreiben, Versuch planen, Versuch durchführen, beobachten, dokumentieren, Frage beantworten. Weil beim Forschen oft neue Fragen entstehen, können diese Schritte in einem Kreis angeordnet werden. Man bezeichnet diese Abfolge von Vorgehensweisen als Forscherkreislauf.
• formulieren eine spezifische Frage zu einem naturwissenschaftlichen Thema, die in einem naturwissenschaftlichen Kontext relevant ist (PK 1), formulieren Vermutungen zu der Frage (PK 2) und führen Versuche durch (PK 5).	Fragen sind wichtige Ausgangspunkte für forschendes Arbeiten. Die Ergebnisse von Versuchen können Vermutungen bestätigen oder widerlegen und zur Beantwortung der Frage genutzt werden.
• dokumentieren eine Untersuchung durch Sprache und Zeichnung auf Arbeitsblättern mit vorgegebener Struktur (PK 8).	Das Dokumentieren eines Versuchs ist wichtig, um Vorgehen, Beobachtungen und Ergebnisse festhalten, mitteilen und vergleichen zu können.
• benennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Beobachtungen (PK 9) und ziehen Schlussfolgerungen im Sinne der Bestätigung oder Falsifikation einer Vermutung (PK 10).	Ergebnisse verschiedener Versuche sind miteinander zu vergleichen. Eine Vermutung kann durch ein Versuchsergebnis widerlegt werden (der Versuch zeigt: Der größere Magnet ist nicht immer der stärkere).
• leiten aus den Beobachtungen und Erfahrungen neue Fragen ab (PK 1).	Aus Versuchsergebnissen ergeben sich häufig neue Fragen als Ausgangspunkt für weitere Forschungen.
• bewerten die Qualität ihrer Arbeiten und der ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler (PK 12).	Forscherinnen und Forscher bemühen sich um eine gute Qualität ihrer Forschung und darum, diese möglichst objektiv einzuschätzen.

Kurzbeschreibung der Stunde:

Ein stummer Impuls mit zwei unterschiedlich großen, aber von der Form ähnlichen Magneten ist Ausgangspunkt für die Forscherfrage: „Wer ist stärker, ein kleiner oder ein großer Magnet?“ Die Frage wird an der Tafel notiert. Zusammen mit den Kindern werden die einzelnen Schritte erarbeitet, in denen Forschende beim Beantworten von Fragen vorgehen. Die Lernenden greifen dabei auf ihr Wissen über Forschertätigkeiten zurück.

In Partnerarbeit führen die Kinder zwei Versuche durch, mit deren Hilfe sie die Frage anschließend beantworten. Auf einem vorstrukturierten Arbeitsblatt notieren sie die Frage zur Untersuchung, ihre Vermutung und die Begründung dazu, den Namen der durchgeführten Versuche, ihre Beobachtung sowie die Antwort auf die Frage.
In der Reflexion stellen die Kinder ihre Antwort auf die Forscherfrage vor. Die Lehrkraft erarbeitet mit den Kindern die Idee des Forscherkreislaufs und lässt die Kinder neue Fragen formulieren.

Zum Abschluss bearbeiten die Kinder je ein Arbeitsblatt zum Experimentieren und zum Forscherkreislauf. In der Freiarbeit können die Lernenden eigenen Fragen nachgehen und weitere Versuche zur Bestimmung der Stärke eines Magneten machen.
Als Hausaufgabe reflektieren sie ihre Forschertätigkeiten.

Verlaufsplanung

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Frontal **10 Minuten**	**Einstieg** Kinder berichten über die Einschätzung ihrer Forschertätigkeit auf dem Arbeitsblatt und über das, was sie weiter üben möchten (falls das nicht schon in der optionalen Sequenz 2 besprochen wurde). Ggf. wird die Knobelaufgabe besprochen.	• ggf. Hausaufgabe: Forscherbuch mit AB „Wie arbeiten Forscherinnen und Forscher? – Ich bewerte meine Forscherarbeit“
Zu Beginn Stehhalbkreis, dann frontal **15 Minuten**	**Orientierung/Aufgabenstellung** Die Lehrkraft zeigt zwei unterschiedlich große Magneten (Stehhalbkreis, um die Magneten gut sehen zu können). Impulse: LK: *Was glaubt ihr: Welcher Magnet ist stärker? Warum denkt ihr das?* Mögliche Reaktionen: • Der große Magnet kann mehr halten. • Der große kann mehr halten, weil der mehr Fläche hat. LK: *An diesem Beispiel wollen wir heute erarbeiten, wie man beim Forschen in Schritten vorgeht. Was werden eine Forscherin oder ein Forscher vermutlich als erstes tun?* (Kinder vermuten lassen; sie greifen auf ihre Erfahrungen zum Forschen zurück.)	• 1 kleiner runder Stabmagnet • 1 mittelgroßer runder Stabmagnet

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	LK: *Zunächst werden sie eine Frage formulieren.* (Lehrkraft heftet die Karte „Forscherfrage formulieren“ an die Tafel.) *Wie könnte diese für uns heißen?* Gemeinsam wird eine Forscherfrage formuliert und an die Tafel geschrieben, z. B.: **Wer ist stärker, ein kleiner Magnet oder ein großer Magnet?** (oder: „Ist der größere Magnet auch der stärkere Magnet? Ist das immer so?“) LK: *Was werden eine Forscherin oder ein Forscher als nächstes tun?* (Überlegen, welche Antwort vermutet wird.)	• 1 Karte – Forscherfrage formulieren • Magneten (zum Befestigen)
	Die Lehrkraft heftet die Karte „Vermutung aufschreiben“ hinzu und fragt nach den nächsten Schritten. Entsprechend werden die Karten „Versuch planen“, „Versuch durchführen“, „beobachten“, „dokumentieren“ und „Frage beantworten“ untereinander ergänzt, sodass an der Tafel die Schritte des Forschens ablesbar sind. **Aufgabe** • Notiert zunächst auf dem Arbeitsblatt die Forscherfrage und dazu eure Vermutung. • Führt zwei Versuche durch. – Sandbecher heben – Eisenmuttern heben Beobachtet genau. • Protokolliert die beiden Versuche auf dem Arbeitsblatt. • Beantwortet die Forscherfrage.	• 6 Karten – Vermutung aufschreiben – Versuch planen – Versuch durchführen – beobachten – dokumentieren – Frage beantworten • Magneten (zum Befestigen an der Tafel) • AB „Große und kleine Magneten“
Partner- oder Gruppenarbeit **30 Minuten**	**Erarbeitung** Die Kinder führen die beiden Versuche (Sandbecher heben, Eisenmuttern heben) in Partner- oder Gruppenarbeit durch und dokumentieren beide Versuche auf dem Arbeitsblatt.	• Forscherbuch und AB „Große und kleine Magneten“ • Material für Gruppenarbeit (vgl. Auflistung unten) • Versuchskarten
Sitzkreis **35 Minuten**	**Reflexion 1** Die Kinder berichten von ihren Ergebnissen: • Beim Versuch „Sandbecher heben“ ist der kleinere Magnet der stärkere, denn er konnte mehr Sand tragen. • Beim Versuch „Eisenmuttern heben“ ist der größere Magnet der stärkere, denn wir konnten mehr Muttern auf den Nagel stecken. LK: *Was ist die Antwort auf unsere Frage, wenn wir an beide Versuche gemeinsam denken?* **Ergebnis** **Es liegt nicht an der Größe.** **Es gibt auch kleine, starke und große, schwache Magneten.**	• Forscherbuch mit AB „Große und kleine Magneten“

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	(Die Lehrkraft kann den Kindern ggf. berichten, dass es vom Material und der Herstellung abhängt, wie stark die Magneten sind; vgl. Versuchsbeschreibung.) **Reflexion 2** LK: *Nun habt ihr eine Antwort auf die von uns gemeinsam formulierte Forscherfrage gefunden. Welche weiteren Forscherfragen sind euch bei den Versuchen eingefallen, denen ihr gern noch nachgehen würdet?* Kinder benennen mögliche weitere Fragen (z. B.: Welcher der im Unterricht verwendeten Magneten ist der stärkste?). Diesen Fragen kann im weiteren Unterricht oder in der Freiarbeit nachgegangen werden.	
	LK: *Forscherinnen und Forscher finden beim Experimentieren oft neue Fragen, die sie dann weiter untersuchen. Und deshalb kann man die Schritte des Forschens auch in einem Kreis anordnen.* (Die Lehrkraft heftet die Karten an der Tafel so, dass die Karte „Frage beantworten“ neben der ersten Karte „Forscherfrage formulieren“ hängt.) LK: *Zeichnet mit Pfeilen ein, wo wir mit dem Forschen beginnen und wie es dann weitergeht*. (Kinder zeichnen ein.) *Wenn wir dann eine neue Frage untersuchen, die wir beim Forschen entdeckt haben, beginnt der Kreislauf unseres Forschens wieder von vorn.*	• 8 Karten – Forscherfrage formulieren – Vermutung aufschreiben – Versuch planen – Versuch durchführen – beobachten – dokumentieren – Frage beantworten – Der Forscherkreislauf • Tafel • Forscherbuch mit AB „Große und kleine Magneten“
	Auftrag für Einzel- und Partnerarbeit: • Die Kinder überprüfen, ob ihre auf dem Arbeitsblatt stehende Antwort auf die Frage richtig formuliert ist. Ggf. wird die Antwort korrigiert bzw. ergänzt. Die Partnerinnen/Partner helfen sich gegenseitig. • Die Kinder bearbeiten das Arbeitsblatt „Der Forscherkreislauf“ in Einzelarbeit. • Sie stellen ihrer Partnerin/ihrem Partner ihre Idee für die Untersuchung einer neuen Frage vor.	• AB „Der Forscherkreislauf“

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Einzel- und Partnerarbeit	Hausaufgabe: Die Kinder schätzen auf dem Arbeitsblatt „Ich möchte meine Forscherarbeit verbessern“ ihre bisherige Arbeit ein.	• AB „Ich möchte meine Forscherarbeit verbessern“
	Forschertisch (für eine anschließende Freiarbeit) Die Gestelle „Schwebende Büroklammer“ und „Fliegender Maikäfer“ werden auf den Forschertisch gestellt. In Freiarbeitsphasen haben die Kinder die Möglichkeit, damit weitere Magneten (auf Holzklotz montierten kleinen und großen Stabmagneten) auf ihre Stärke hin zu untersuchen. Ein Lineal hilft den Kindern, die Stärke des jeweiligen Magneten zu messen (mit dem Lineal kann der Abstand zwischen Büroklammer und Magneten gemessen werden, bei dem die Büroklammer gerade noch gehalten wird). Versuchskarten helfen den Kindern. Die Lehrkraft kann auf dem Forschertisch weitere Materialien bereitstellen, welche beim Untersuchen der neu aufgekommenen Fragen helfen können.	• Gestell „Schwebende Büroklammer“ • Gestell „Fliegender Maikäfer“ • Holzklotz mit großem Magneten • Holzklotz mit kleinem Magneten • 2 Versuchskarten: – „Welcher Magnet ist der stärkere?“ „Fliegender Maikäfer“ – „Welcher Magnet ist der stärkere? Schwebende Büroklammer“ • 1 kleiner eckiger Stabmagnet • 1 großer eckiger Stabmagnet

Materialien

Kursiv geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.
Sie befinden sich nicht in den Materialkisten für das Spiralcurriculum im Primarbereich.
Die mit einem * versehenen Materialien befinden sich in den Kisten für das 1./2. Schuljahr.

Benötigtes Demonstrationsmaterial

✓	Stückzahl	Material
	Mehrere	*Magneten zum Befestigen der Karten an der Tafel*
	1	Kleiner runder Stabmagnet
	1	Mittelgroßer runder Stabmagnet

Benötigtes Experimentiermaterial

✓	Stückzahl	Material
1. Station „Sandbecher heben“ (achtmal aufbauen):		
	8	Wiegebecher
	8	Dosen mit Sand
	8	Kleine runde Stabmagneten
	8	Mittelgroße runde Stabmagneten (aus Box 1a und aus Box 3a)
	Evtl.	*Waage (2 Waagen reichen für alle aus)*
2. Station „Eisenmuttern heben“ (achtmal aufbauen):		
	8	Schrauben (8 mm x 80 mm)
	8	Dosen mit je 10 Muttern
	8	Kleine Scheibenmagneten
	8	Große Scheibenmagneten
Forschertisch (für die anschließende Freiarbeit):		
	1	Gestell „Schwebende Büroklammer“
	1	Holzklotz mit kleinem Magneten (für „Schwebende Büroklammer“)
	1	Holzklotz mit großem Magneten (für „Schwebende Büroklammer“)
	1	Gestell „Fliegender Maikäfer“*
	1	Kleiner eckiger Stabmagnet* (für „Fliegender Maikäfer“)
	1	Großer eckiger Stabmagnet* (für „Fliegender Maikäfer“)
	2	Lineale (zum Abstandmessen)
	Ggf.	*Weitere Materialien zum Erforschen der neuen Forscherfragen*

Weitere Materialien

✓	Stückzahl	Material
	Schüleranzahl	Forscherbücher
	Ggf.	Ausgefüllte ABs „Wie arbeiten Forscherinnen und Forscher?“, „Ich bewerte meine Forscherarbeit“ (aus Sequenz 1)
	Je 1	Karte: „Forscherfrage formulieren“, „Vermutung aufschreiben“, „Versuch planen“, „Versuch durchführen“, „beobachten“, „dokumentieren“, „Frage beantworten“, „Der Forscherkreislauf“
	Schüleranzahl	AB „Große und kleine Magneten“
	8	Versuchskarten „Versuch 1: Sandbecher heben“
	8	Versuchskarten „Versuch 2: Eisenmuttern heben“
	Schüleranzahl	AB „Der Forscherkreislauf“
	Schüleranzahl	AB „Ich möchte meine Forscherarbeit verbessern“
	1	Versuchskarte „Versuch 3: Welcher Magnet ist der stärkere? Fliegender Maikäfer“ (Freiarbeit)
	1	Versuchskarte „Versuch 4: Welcher Magnet ist der stärkere? Schwebende Büroklammer“ (Freiarbeit)
	Ggf.	Knobelaufgabe „Große und kleine Magneten“

VERSUCHSBESCHREIBUNG

Versuch 1: Sandbecher heben

Das Kind hebt mithilfe eines Magneten den Sandbecher hoch.

Material:
Diese Station wird **achtfach** aufgebaut.

Pro Gruppe wird benötigt:
- 1 Wiegebecher
- 1 Dose mit Sand
- 1 kleiner runder Stabmagnet
- 1 mittelgroßer runder Stabmagnet
- evtl.1–2 einfache Haushaltswaagen

Organisation:
- Partner- oder Gruppenarbeit, je nach Klassenstärke

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Kinder schreiben die Forscherfrage und ihre Vermutung dazu auf das Arbeitsblatt.
Anschließend füllen sie etwas Sand in den Becher. Die Last wird mit jedem Magneten einzeln an der dafür bestimmten Mutter vorsichtig hochgehoben. Nun füllen die Kinder Sand nach. Sie prüfen immer wieder mit beiden Magneten, ob sie die Last damit noch heben können. So finden sie heraus, welcher Magnet stärker ist.

Erkenntnis für die Kinder:

In diesem Versuch trägt der kleinere Magnet mehr Sand im Becher als der größere. Die Kinder erkennen: Es gibt auch kleine Magneten, die stärker sind als damit verglichene größere Magneten. Größere Magneten sind also nicht immer auch die stärkeren Magneten.

Hintergrund:

Die Stärke der magnetischen Anziehung von Magneten hängt nicht unbedingt von der Größe des Magneten ab. So kann ein kleiner Magnet stärker sein als ein größerer Magnet. Ausschlaggebend für die Stärke von Magneten sind:
- das Material, aus welchem sie gefertigt wurden (z. B. sind Ferritmagneten in der Regel schwächer als AlNiCo-Magneten; Neodym-Magneten sind häufig so stark, dass sie für Kinderhände gefährlich sein können),
- die Stärke des Magnetfelds, in welchem sie magnetisiert wurden,
- die Art und Weise, wie die Magneten gelagert wurden.

VERSUCHSBESCHREIBUNG

Versuch 2: Eisenmuttern heben

Hält der Magnet auch 10 Muttern auf der Schraube?

Material:
Diese Station wird **achtfach** aufgebaut.

Pro Gruppe wird benötigt:
- 1 Schraube
- 1 Dose mit 10 Muttern
- 1 kleiner Scheibenmagnet
- 1 großer Scheibenmagnet

Organisation:
- Partner- oder Gruppenarbeit, je nach Klassenstärke

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Kinder schreiben die Forscherfrage und ihre Vermutung dazu auf das Arbeitsblatt.
Die Schraube wird mit dem Kopf nach unten gehalten und eine Mutter auf die Schraube gesteckt. Die Kinder heben die Schraube mit der Mutter mit jedem Magneten einzeln an. Anschließend stecken sie eine Mutter mehr auf die Schraube und prüfen wieder mit beiden Magneten. Über die Zahl der noch gerade festgehaltenen Muttern finden die Kinder heraus, welcher Magnet stärker ist.

Hintergrund:

Die Stärke der magnetischen Anziehung von Magneten hängt nicht unbedingt von der Größe des Magneten ab. So kann ein kleiner Magnet stärker sein als ein größerer Magnet.

Ausschlaggebend für die Stärke von Magneten sind:
- das Material, aus welchem sie gefertigt wurden (vgl. S. 268),
- die Stärke des Magnetfelds, in welchem er magnetisiert wurde,
- die Art und Weise, wie der Magnet gelagert wurde.

Erkenntnis für die Kinder:

Die meisten Kinder finden bei diesem Versuch ihre Erwartung bestätigt, dass der größere Magnet eine stärkere magnetische Wirkung hat als ein kleinerer Magnet. Zusammen mit dem zweiten Versuch finden sie heraus, dass dies nicht immer so ist.

Forscherfrage formulieren

Vermutung aufschreiben

Versuch planen

Versuch durchführen

beobachten

dokumentieren

Frage beantworten

Der Forscher-kreislauf

Große und kleine Magneten

Frage: _____

Vermutung: _____

weil: _____

Versuch 1: Sandbecher heben

Zeichne:	Meine Beobachtung:

Versuch 2: Eisenmuttern heben

Zeichne:	Meine Beobachtung:

Ergebnis: _____

_____

Neue Frage: _____

_____

Der Forscherkreislauf

3./4. Schuljahr | Sequenz 3: Wer ist stärker, kleiner oder großer Magnet? | Arbeitsblatt 5.3.4

Ich forsche weiter

Das ist meine Frage: _____

_____

Ich möchte so vorgehen:

Zeichne:	Beschreibe:

Ich möchte meine Forscherarbeit verbessern

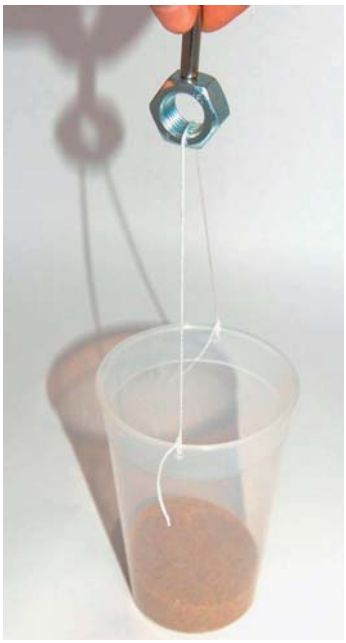
Färbe die Felder mit Tätigkeiten, die du verbessern möchtest, bunt ein.

experimentieren:	Anweisung genau lesen	Schritt für Schritt vorgehen
zusammen arbeiten:	auf meine Gruppe achten	besser zuhören
zeichnen:	mehr Zeit lassen	genauer zeichnen
aufschreiben:	auf die Lesbarkeit achten	vorher genau überlegen
genau beobachten:	wirklich hinschauen	mich nicht ablenken lassen
Arbeit im Forscher-buch:	Versuche ausreichend groß zeichnen	nicht alles so eng zusammenschreiben
Umgang mit dem Material:	Materialliste genau lesen	Material sorgfältig behandeln und ordentlich wegräumen
Forscherfragen nachgehen:	neue Forscherfrage überlegen	neue Forscherfrage untersuchen

Was ich sonst noch verbessern möchte beim Forschen:

VERSUCH 1

Sandbecher heben



Material:
- 1 Wiegebecher
- 1 Dose mit Sand
- 1 kleiner runder Stabmagnet
- 1 mittelgroßer runder Stabmagnet

Prüfe, wie viel Sand jeder Magnet tragen kann.

Notiere und zeichne in dein Forscherbuch.

VERSUCH 2

Eisenmuttern heben

Material:
- 1 Schraube
- 1 Dose mit 10 Muttern
- 1 kleiner Scheibenmagnet
- 1 großer Scheibenmagnet

Prüfe, wie viele Eisenmuttern jeder Magnet halten kann.

Notiere und zeichne in dein Forscherbuch.

VERSUCH 3: „FLIEGENDER MAIKÄFER“

Welcher Magnet ist der Stärkere?

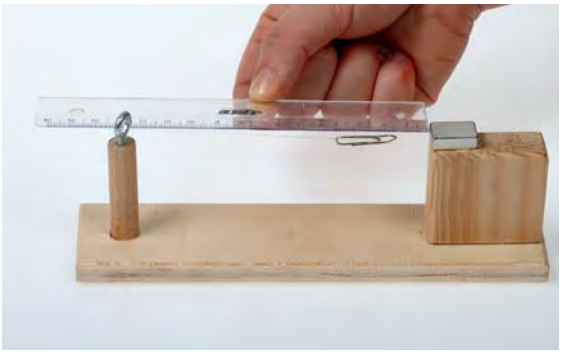
Material:
- 1 Gestell „Fliegender Maikäfer“
- 1 Lineal
- 1 kleiner eckiger Stabmagnet
- 1 großer eckiger Stabmagnet

Miss den größten Abstand, den der „fliegende Maikäfer“ zum jeweiligen Magneten haben kann.

Notiere und zeichne in dein Forscherbuch.

VERSUCH 4: „SCHWEBENDE BÜROKLAMMER“

Welcher Magnet ist der Stärkere?



Material:
- 1 Gestell „Schwebende Büroklammer“
- 1 Lineal
- 1 Holzklotz mit kleinem Magneten
- 1 Holzklotz mit großem Magneten

Miss den größten Abstand, den die „schwebende Büroklammer“ zum jeweiligen Magneten haben kann.

Notiere und zeichne in dein Forscherbuch.

KNOBELAUFGABE

Große und kleine Magneten

Samira und Theo spielen mit ihrer magnetischen Holzeisenbahn.
Die Waggons werden mit Magneten aneinander gehängt.
Theos Eisenbahn soll „Holzstämme“ transportieren.
Er legt so viele Holzklötzchen auf den Waggon, dass die Last zu schwer wird und der Waggon sich von der Lok löst.

Theo meint: „Der Magnet an der Lok ist nicht stark genug.
Ich brauche unbedingt einen größeren Magneten.“
Samira meint dagegen: „Das stimmt nicht.“

Wer hat recht, Samira oder Theo?
Begründe deine Entscheidung.

Recht hat:

Begründung:

Sequenz 4: Ein faires Experiment

Zeitrahmen: 90 Minuten

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Zugehöriges Wissen
Die Schülerinnen und Schüler …	
• stellen einen Zusammenhang zwischen der Stärke eines Magneten und seiner Anziehung über die Distanz her (IK 4).	Je stärker der Magnet ist, desto größer ist die Distanz, über die er (sichtbar) wirkt.
Prozessbezogene Kompetenzen	**Angestrebtes Wissen**
Die Schülerinnen und Schüler …	
• benennen und unterscheiden bei Untersuchungen vorkommende Forschertätigkeiten, die sie bisher selbst durchgeführt haben (PK 4).	Zum Forschen gehören z. B. folgende Tätigkeiten: Fragen formulieren, begründete Vermutungen aufstellen, Vermutungen überprüfen, Aussagen belegen, Versuche planen, durchführen, beobachten, zählen oder messen, Versuchsergebnisse vergleichen, neuen Fragen nachgehen, die Forscherarbeit bewerten.
• beurteilen, ob ein Versuch zur Prüfung einer Vermutung geeignet ist (PK 4) und erkennen grobe Fehler in naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen (PK 12).	Bei einem Experiment darf nur das verändert werden, was im Hinblick auf seine Auswirkung untersucht werden soll (hier die Größe des Magneten), die anderen für die Durchführung relevanten Bedingungen müssen konstant gehalten werden. Ein solches Experiment wird als fair bezeichnet.
• entwerfen selbst kontrollierte Experimente zu einer einfachen Frage (PK 4) und führen diese durch (PK 5).	Bei der Planung und Durchführung eines Experiments muss darauf geachtet werden, dass relevante Randbedingungen konstant gehalten werden.
• strukturieren die Darstellung einer Untersuchung und ihres Ergebnisses selbstständig (PK 8).	Das strukturierte Dokumentieren von Beobachtungen ist wichtig, um das Beobachtete festhalten, mitteilen und vergleichen zu können. Texte und Bilder können sich ergänzen.
• bewerten die Qualität ihrer Arbeiten und der ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler (PK 12).	Die Qualität von Forscherarbeiten lässt sich anhand verschiedener Kriterien begutachten und beurteilen (z. B.: Sind die geplanten Experimente fair? Können daraus Schlussfolgerungen gezogen werden?).

Kurzbeschreibung der Stunde:

Die Kinder zählen auf, welche Forschertätigkeiten sie in den vorherigen Sequenzen angewendet haben. Die Lehrkraft notiert.
Anhand eines Demonstrationsversuchs erarbeitet die Lehrkraft mit den Kindern Kriterien für ein faires Experiment: Ein aussagekräftiges Ergebnis ist nur möglich, wenn alle relevanten Bedingungen konstant gehalten und nur die zu untersuchende Größe verändert wird. Dies wird am Schiebebrett veranschaulicht.
Die Kinder entwickeln und planen in Gruppenarbeit ein eigenes „faires“ Experiment, das die aufgeführten Kriterien erfüllt. Sie dokumentieren und arbeiten heraus, was an dem Experiment „fair“ ist. Kinder, die kein eigenes Experiment entwickeln können, analysieren ein Experiment aus der 3. Sequenz und zeigen auf, was daran „fair“ ist.
Jede Gruppe stellt ihr Experiment vor. Die Zuhörenden beurteilen es hinsichtlich der Fairness, prüfen die Dokumentation und bewerten diese anhand eines Kriterienkatalogs. Die Kinder haben daraufhin die Gelegenheit, ihre Notizen auf dem Arbeitsblatt noch einmal zu korrigieren.

Organisatorischer Hinweis:

Das Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ kann hier neu angelegt werden (alternativ wird das Plakat aus Klasse 1/2 ergänzt). In Sequenz 7 werden die Forschertätigkeiten nochmals ausführlich thematisiert.

Verlaufsplanung

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Sitzkreis **10 Minuten**	**Einstieg** LK: *In den letzten Stunden haben wir viel über Magnetismus herausgefunden. Welche Forschertätigkeiten habt ihr dabei kennengelernt?* (Auf einem Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ notieren, z. B.: Aussagen belegen, aufschreiben und aufzeichnen, begründen, Fragen formulieren und beantworten, Vermutungen aufstellen, Vermutungen überprüfen, Versuche planen, durchführen, beobachten, experimentieren, neuen Fragen nachgehen, die eigene Arbeit bewerten …) 	• Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“
	Ggf. kann das Plakat aus der Klasse 1/2 ergänzt werden. (Was ist neu hinzugekommen?) LK: *Welche Schritte führt eine Forscherin oder ein Forscher in einem Forschungsprozess nacheinander aus?* (Ggf. Forscherkreislauf mit Hilfe der Karten noch einmal an die Tafel heften.) *Wo möchtet ihr euch beim Forschen noch verbessern?* (Vgl. Hausaufgabe aus Sequenz 3.)	• ggf. Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ aus Klasse 1/2 • ggf. 7 Karten (aus Sequenz 3) – Forscherfrage formulieren – Vermutung aufschreiben – Versuch planen, – Versuch durchführen – beobachten – dokumentieren – Frage beantworten
Sitzkreis **30 Minuten**	**Orientierung/Aufgabenstellung** Die Lehrkraft zeigt zwei unterschiedlich starke und unterschiedlich große Magneten. LK: *In der letzten Stunde habt ihr zwei Experimente durchgeführt. Was habt ihr dabei herausgefunden?* (Die Stärke der Magneten hängt nicht von deren Größe ab. Es gibt auch kleine Magneten, die stärker sind als große.)	• 1 kleiner runder Stabmagnet • 1 mittelgroßer runder Stabmagnet

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	LK: *Heute werden wir zusammen erarbeiten, was man bei der Durchführung eines Experiments unbedingt beachten muss, um eine Frage zu beantworten. Wenn ihr das wisst, könnt ihr euch selbst Experimente ausdenken. Dazu habt ihr später noch Gelegenheit.* *Ich zeige euch jetzt eine weitere Möglichkeit, wie wir zwei Magneten auf ihre Stärke hin vergleichen können. Passt genau auf, ob ich eine gute Forscherin/ein guter Forscher bin.*	
	Die Lehrkraft klebt die zwei Magneten auf eine laminierte Unterlage, auf der sie zuvor eine Linie eingezeichnet hat. LK: *Nun werde ich gleich mit einem Lineal die zwei Unterlegscheiben zu den beiden Magneten schieben. Welche Unterlegscheibe wird dann als erste vom Magneten angezogen werden?* (Die Scheibe gegenüber dem stärkeren Magneten wird zuerst angezogen. Seine Wirkung ist größer und reicht weiter.) Die Lehrkraft schiebt mit einem Lineal die gleich großen Unterlegscheiben zu den Magneten. Dabei hält sie das Lineal absichtlich schief, sodass nicht der „richtige“ Magnet gewinnt. Falls die Kinder nicht reagieren, schiebt sie die Unterlegscheiben nochmals zu den Magneten, hält jedoch das Lineal in der anderen Richtung schräg. Mögliche Reaktionen: • Das eine Ende vom Lineal war näher am Magneten, das Lineal war schief. • Der Versuch ist so unfair. • Du musst das Lineal gerade halten, sonst sind die Scheiben nicht gleich weit weg von den Magneten. Dann weiß man nicht, welcher Magnet der stärkere ist. LK: *Wie können wir das Experiment „gerechter“ machen?* Mögliche Vorschläge: • Das Lineal muss man gerade halten; wir könnten Linien ziehen, damit das Lineal immer gerade ist, dann sind die Scheiben immer gleich weit weg von den Magneten.	• 1 laminierte Unterlage mit zuvor eingezeichneter Linie • Klebestreifen • 2 große Unterlegscheiben • 1 Lineal • 1 Folienstift non-permanent

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	LK: *Das Experiment ist fair, wenn die Eisenscheiben so geschoben werden, dass sie immer genau gleich weit von den Magneten entfernt sind.* (Ggf. den Begriff „fair“ und „Fairness“ mit Beispielen aus dem Sport erläutern.)	
	Die Lehrkraft legt die Fairness-Karte 1 in den Sitzkreis: „Die beiden Scheiben müssen den gleichen Abstand zu den Magneten haben.“	• Fairness-Karte 1
	Nun nimmt die Lehrkraft zwei deutlich unterschiedlich große Unterlegscheiben und legt sie auf die Linie.	• 1 kleine Unterlegscheibe • 1 große Unterlegscheibe (von oben)
	Mögliche Reaktionen: • Die kann man aber nicht gleich schieben. • Die größere Scheibe geht eher an den Magneten, weil der Rand näher ist. • Die kleinere Scheibe ist leichter, deshalb kann der Magnet sie früher anziehen.	
	Gemeinsam wird die nächste Bedingung für Fairness erarbeitet (Fairness-Karte 2: „Die beiden Scheiben müssen gleich groß und gleich schwer sein.“).	• Fairness-Karte 2
	Die Lehrkraft setzt nun die eine Scheibe nicht direkt gegenüber des einen Magneten vor das Lineal, sondern verschiebt sie seitlich, während die andere Scheibe in direkter Linie vor dem anderen Magneten liegt.	• 2 große Unterlegscheiben

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	Mögliche Reaktionen: • Die eine Scheibe ist nicht direkt vor dem Magneten, die andere wohl. Das ist ungerecht. • Der eine Magnet kann deshalb besser anziehen als der andere.	
	Die nächste Bedingung wird gemeinsam erarbeitet und die Fairness-Karte 3 („Die Scheiben müssen beide direkt vor den Magneten liegen.“) wird hingelegt. Die Lehrkraft fragt, ob das Experiment immer noch fair ist, wenn die eine Scheibe rot, die andere Scheibe blau lackiert würde (nur das, was das Ergebnis beeinflussen könnte, muss konstant gehalten werden).	• Fairness-Karte 3
	LK: *Wenn ich herausfinden will, welcher Magnet stärker ist, müssen die Bedingungen für beide Magneten **genau** gleich sein. Nur das, was wir untersuchen wollen – hier die beiden Magneten – und was das Ergebnis beeinflussen kann, darf unterschiedlich sein. Dann kann ich sagen: Das ist ein faires Experiment* (ggf. Begriff an die Tafel schreiben).	• Tafel
	LK: *Eine junge Forscherin hat sich dieses Experiment ausgedacht.*	
	Die Lehrkraft zeigt das Schiebebrett und klebt die beiden Magneten so auf der Markierung fest, dass sie mit einem Pol genau auf der Linie liegen.	• Schiebebrett • Klebestreifen
	LK: *Die Forscherin behauptet: So kann ich ein faires Experiment durchführen. Beobachtet genau und überlegt, ob sie Recht hat.*	
	Die Lehrkraft führt den „Schiebebrettversuch“ vor. 	
	Die Kinder begründen: • Die Scheiben sind immer gleich weit von den Magneten entfernt. • Durch die Einbuchtung im Schiebebrett können die Scheiben nicht verrutschen – sie liegen immer genau vor den Magneten. • Es liegen zwei gleiche Scheiben da.	
	Das faire Experiment wird von einem Kind wiederholt.	

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	Aufgabe • Sucht euch zwei Magneten aus, die ihr vergleichen wollt. • Denkt euch ein neues faires Experiment aus und führt es durch. • Notiert euer faires Experiment auf dem Arbeitsblatt. • Auf dem Forschertisch stehen Materialien für eure Experimente zur Verfügung.	• AB „Ein faires Experiment“
Partnerarbeit **30 Minuten**	**Erarbeitung** Auf einem Materialtisch stehen Materialien bereit. In Partnerarbeit planen die Kinder ein faires Experiment. Anschließend realisieren sie das geplante Experiment und überprüfen, ob es wirklich fair ist. Sie dokumentieren die Durchführung, schreiben auf, warum dieses Experiment fair ist bzw. warum es anders geplant werden muss (ggf. entwickeln sie ein neues Experiment). Kinder, die keine Idee für ein eigenes Experiment haben, wählen ein Experiment aus Sequenz 3 und zeigen auf, warum die Bedingungen fair sind.	• Versuchsmaterialien (vgl. Auflistung unten) • Versuchskarte „Welcher Magnet ist der stärkere?“ • Forscherbuch und AB „Ein faires Experiment“
Museumsgang **20 Minuten**	**Reflexion** Die Teams stellen ihr Experiment vor (z. B. in einem Museumsgang). Dabei wird das Experiment von den Mitschülerinnen und Mitschülern auf seine Fairness hin beurteilt. Ggf. werden die Bedingungen des Experiments so verbessert, dass das Experiment fair ist. 	• Experimente der Kinder

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	**Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler**	**Material Medien**
	Zwei nebeneinander sitzende Kinder überprüfen gegenseitig ihre Arbeitsblätter „Ein faires Experiment“ und bewerten diese anhand der Kriterien auf dem Arbeitsblatt „Bewertung des Arbeitsblatts“. Die Lehrkraft erläutert zuvor, wie die Kinder mit Hilfe des Bewertungsbogens ihren Partnerinnen und Partnern eine Rückmeldung geben können.	• Forscherbuch mit AB „Ein faires Experiment“ • AB „Bewertung des Arbeitsblatts“
	Alternativ Einsatz der Knobelaufgaben	• Knobelaufgaben
	Forschertisch Die fairen Experimente werden auf dem Forschertisch ausgestellt. Auch das Schiebebrett wird dort zum weiteren Experimentieren zur Verfügung gestellt.	

Materialien

Kursiv geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.
Sie befinden sich nicht in den Materialkisten für das Spiralcurriculum im Primarbereich.
Die mit einem * versehenen Materialien befinden sich in den Kisten für das 1./2. Schuljahr.

Benötigtes Demonstrationsmaterial

✓	Stückzahl	Material
	7	Karten aus Sequenz 3 (Forscherfrage formulieren, Vermutung aufschreiben, Versuch planen, Versuch durchführen, beobachten, dokumentieren, Frage beantworten)
	1	*Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“*
	1	Kleiner runder Stabmagnet
	1	Mittelgroßer runder Stabmagnet
	1	Laminierte Unterlage *(mit zuvor eingezeichneter Linie)*
	1	*Folienstift non-permanent*
		Klebestreifen
	2	Große Unterlegscheiben
	1	Lineal
	3	Fairness-Karten (Nr. 1–3) („Die beiden Scheiben müssen den gleichen Abstand zu den Magneten haben.“, „Die beiden Scheiben müssen gleich groß und gleich schwer sein.“, „Die Scheiben müssen beide direkt vor den Magneten liegen.“)
	1	Kleine Unterlegscheibe
	1	Schiebebrett
	Ggf.	*Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ aus Klasse 1/2*

Benötigtes Experimentiermaterial

✓	Stückzahl	Material
	1	Dose mit kleinen Nägeln*
	8	Dosen mit Sand
	8	Dosen mit je 10 Muttern
	8	Schrauben (8 mm x 80 mm)
	1	Dose mit Büroklammern*
	7	Lineale
	7	Laminierte Unterlagen *mit non-permanenten Folienstiften*
	1	Federwaage
	1	Säckchen mit 20 Murmeln
	8	Wiegebecher
	8	Kleine runde Stabmagneten
	8	Mittelgroße runde Stabmagneten (aus Box 1a und Box 3a)
	16	Ringmagneten*
	8	Große Scheibenmagneten (aus Box 1a und Box 3a)
	8	Kleine Scheibenmagneten
	32	Kleine eckige Stabmagneten*
	1	*Waage*
	10	Legoautos
	10	Gummibänder
	3	Deckel in unterschiedlichen Größen
		Klebestreifen

Weitere Materialien

✓	Stückzahl	Material
	Schüleranzahl	AB „Ein faires Experiment“
	1	Versuchskarte „Welcher Magnet ist der stärkere?“
	Schüleranzahl	Forscherbücher
	Schüleranzahl	AB „Bewertung des Arbeitsblatts“
	Ggf.	Knobelaufgaben

DEMONSTRATIONSVERSUCH

Schiebebrettversuch

In den Abbildungen mit der roten Unterlage ist der Versuch jeweils unfair – das Schiebebrett ermöglicht ein Konstanthalten der Bedingungen.

Material:

- 1 kleiner runder Stabmagnet
- 1 mittelgroßer runder Stabmagnet
- 1 laminierte Unterlage (mit zuvor eingezeichnetem Strich)
- Klebestreifen
- 2 große Unterlegscheiben
- 1 kleine Unterlegscheibe
- 1 Lineal
- 1 Schiebebrett
- 1 Folienstift non-permanent

Organisation:

- Gesprächskreis
- Demonstrationsversuch
- Mehrere Kinder wiederholen den Versuch mit dem Schiebebrett.

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Lehrkraft klebt zwei Magneten an der zuvor eingezeichneten Linie auf eine laminierte Unterlage. Sie führt zwei große Eisenscheiben mit einem Lineal zu den Magneten und hält das Lineal dabei schief, sodass der schwächere Magnet „gewinnt“. Anschließend führt die Lehrkraft das Experiment mit gerade gehaltenem Lineal, aber unterschiedlich großen Eisenscheiben durch. Zum Schluss legt die Lehrkraft die Scheiben so, dass eine Scheibe nicht direkt vor dem Magneten liegt. Gemeinsam mit den Kindern wird erarbeitet, unter welchen Bedingungen der Versuch fair wird. Nun führt die Lehrkraft das Experiment mit Hilfe eines Schiebebretts durch. Die Kinder begründen, warum das Experiment fair ist.

Hintergrund:

Damit ein Versuch aussagekräftig ist, darf jeweils nur das verändert werden, was im Hinblick auf seine Auswirkung untersucht werden soll. Alle anderen relevanten Bedingungen müssen konstant gehalten werden. In diesem Fall dürfen nur die Magneten unterschiedlich sein. Nur dann kann von einem kontrollierten Experiment gesprochen werden.

Erkenntnis für die Kinder:

Bei einem Experiment müssen alle Bedingungen gleich bleiben. Verändert werden darf nur das, was im Hinblick auf seine Auswirkung untersucht werden soll.

VERSUCHSBESCHREIBUNG

Ein eigenes Experiment entwickeln

Die Kinder prüfen mit einer Federwaage, bis zu welcher Gewichtsangabe sich der Messzeiger mit einem Magneten nach unten ziehen lässt.

Material:

- 32 kleine eckige Stabmagneten
- 16 Ringmagneten
- 8 kleine runde Stabmagneten
- 8 mittelgroße runde Stabmagneten
- 8 große Scheibenmagneten
- 8 kleine Scheibenmagneten
- 7 laminierte Unterlagen mit non-permanenten Folienstiften
- 1 Federwaage
- 7 Lineale
- 1 Säckchen mit 20 Murmeln
- 8 Wiegebecher
- 1 Waage
- 10 Legoautos
- 10 Gummibänder
- 1 Dose mit kleinen Nägeln
- 1 Dose mit Büroklammern
- 3 Deckel in unterschiedlichen Größen
- 8 Dosen mit Sand
- 8 Dosen mit je 10 Muttern
- 8 Schrauben (8 mm x 80 mm)
- Klebestreifen

Organisation:

- Freies Experimentieren in Gruppenarbeit

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Kinder wählen aus den Materialien aus, was sie brauchen, um in einem Experiment die Stärke zweier unterschiedlicher Magneten zu vergleichen. Sie planen das Experiment, führen es durch und halten fest, welche Bedingungen konstant gehalten wurden.

Erkenntnis für die Kinder:

Bei einem Experiment müssen alle wichtigen Bedingungen gleich bleiben. Verändert wird nur das, was im Hinblick auf seine Auswirkung untersucht werden soll.

Hintergrund:

Damit ein Experiment aussagekräftig ist, darf jeweils nur das verändert werden, was im Hinblick auf seine Auswirkung untersucht werden soll. Alle anderen relevanten Bedingungen müssen konstant gehalten werden. In diesem Fall dürfen neben irrelevanten Bedingungen – wie z. B. Farbe der Magneten, Farbe der Unterlage – nur die Magneten unterschiedlich sein. Nur dann kann von einem fairen Experiment gesprochen werden.

FAIRNESS-KARTE 1

Die beiden Scheiben müssen den gleichen Abstand zu den Magneten haben.

FAIRNESS-KARTE 2

Die beiden Scheiben müssen gleich groß und gleich schwer sein.

FAIRNESS-KARTE 3

Die Scheiben müssen beide direkt vor den Magneten liegen.

Bewertung des Arbeitsblatts

von _____ durch _____

	☺	😐	☹
Die Zeichnung ist deutlich.			
Die Beschriftung der Zeichnung ist verständlich.			
Dein Experiment ist fair.			
Du hast gut begründet, warum dein Experiment fair ist.			
Die Schrift ist gut lesbar.			
Das ist mir noch aufgefallen:			

Ein faires Experiment

Forscherfrage: Welcher Magnet ist stärker?

Zeichne und beschrifte: So haben wir unser Experiment durchgeführt.

Unser Experiment ist „fair“, weil _____

VERSUCH

Welcher Magnet ist der stärkere?

Aufgabe: Finde ein eigenes faires Experiment.

➔ TIPPS

Um herauszufinden, welcher Magnet der stärkere ist, kannst du die abgebildeten Materialien verwenden.

- Plane einen Versuch.
- Führe den Versuch durch.
- Überlege, ob der Versuch fair ist.
- Gab es Schwierigkeiten? Welche?

Notiere in deinem Forscherbuch.

Sequenz 5: Wie funktioniert ein Kompass?

Zeitrahmen: 90 Minuten

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Zugehöriges Wissen
Die Schülerinnen und Schüler …	
• beschreiben, dass sich drehbar gelagerte Magneten immer in Nord-Süd-Richtung ausrichten (IK 7).	Ein drehbar gelagerter Magnet richtet sich mit seinen Polen immer in Nord-Süd-Richtung aus.
• unterscheiden zwischen den magnetischen und geografischen Polen der Erde (IK 7, Differenzierung).	Der geografische und magnetische Pol liegen nicht genau an derselben Stelle auf der Erde. Drehbar gelagerte Magneten zeigen mit ihren Polen zu den magnetischen Polen der Erde.
• beschreiben ein Verfahren, mit dem eisenhaltige Gegenstände magnetisiert werden können (IK 6) und stellen einen Kompass her (IK 8).	Werden Eisenstücke mit immer demselben Pol eines Magneten mehrmals in der gleichen Richtung bestrichen, werden sie zu Magneten. Drehbar gelagert, richten sich diese in Nord-Süd-Richtung aus. Ein Kompass besteht aus einer Windrose und einem drehbar gelagerten Magneten. Mit ihm kann man die Himmelsrichtungen bestimmen.
• nutzen die Vorstellung, dass die Erde magnetische Pole hat, um die Ausrichtung einer magnetischen Kompassnadel in Nord-Süd-Richtung zu begründen (IK 6).	Die Erde hat einen (magnetischen) Nordpol und einen Südpol. Sie wirkt wie ein Magnet und zieht die Pole drehbar gelagerter Magneten mit dem jeweils entgegengesetzten Pol an.
• führen die Benennung der Pole eines Magneten auf seine Ausrichtung nach den Himmelsrichtungen zurück (IK 7).	Der nach Norden zeigende Pol eines drehbar gelagerten Magneten heißt Nordpol, der nach Süden zeigende Südpol (es handelt sich hierbei um eine getroffene Vereinbarung).
• geben an, dass Kompassnadeln Magneten sind, bei denen die Hälfte, auf welcher der Nordpol liegt, üblicherweise rot markiert ist (IK 8).	Der Nordpol eines Magneten ist üblicherweise rot, der Südpol häufig grün markiert. Die als Konvention festgelegte farbige Markierung der Magnethälften ermöglicht das schnelle Bestimmen der Nord- bzw. Südrichtung.
• beschreiben einen Kompass als Gerät, das die Orientierung im Raum unterstützt, und nutzen den Kompass zur Orientierung auf dem Schulgelände (IK 8).	Mit Hilfe eines Kompasses kann man sich im Raum nach den Himmelsrichtungen orientieren.
• beschreiben Beispiele zur Orientierung von Tieren mit Hilfe des Erdmagnetismus (IK 7).	Es gibt Tiere, die sich mit Hilfe des Erdmagnetismus orientieren.
Prozessbezogene Kompetenzen	**Angestrebtes Wissen**
Die Schülerinnen und Schüler …	
• beschreiben ein Modell (die Erde als Magnet) (PK 11).	Mit Hilfe von Modellen (die Erde wirkt wie ein Magnet) können Phänomene erklärt und vorhergesagt werden. So kann z. B. vorhergesagt werden, dass sich alle drehbar gelagerten Magneten in der gleichen Richtung ausrichten.
• geben Beispiele für wissenschaftlich noch nicht geklärte Phänomene an (MK 3).	Forscherinnen und Forscher wissen z. B. noch nicht genau, wie der Erdmagnetismus entsteht und wie sich Vögel mit Hilfe eines Magnetsinns orientieren.

Kurzbeschreibung der Stunde:

Die Kinder beobachten, wie sich ein drehbar gelagerter, magnetisierter Eisenstab wiederholt in einer bestimmten Stellung einpendelt (es darf kein Eisen und kein Magnet in der Nähe sein!). Um zu überprüfen, ob das Zufall ist, stellen sie aus einem Heftstreifen selbst einen frei drehbaren Magneten her. Sie beobachten, in welcher Stellung sich dieser einpendelt und vergleichen seine Ausrichtung mit der Ausrichtung der Magnetstreifen der anderen Kinder sowie des großen, magnetisierten Eisenstabs.
Im Gespräch finden sie – ggf. mit Hilfe der Lehrkraft – heraus, in welche Himmelsrichtungen die beiden Enden ihres Magnetstreifens und des großen Eisenstabs zeigen (Norden bzw. Süden), lernen die Begriffe *Nordpol* und *Südpol* beim Magneten kennen und bringen entsprechende Markierungen an ihrem selbst gebauten Kompass und am großen Magnetstab an. Da die drehbar gelagerten Magneten sich immer in Nord-Süd-Richtung einpendeln, kann man in Anlehnung an Martin Wagenschein von einem „Spüreisen“ sprechen (der Magnet „spürt“ die Nord-Süd-Richtung).
In der Vertiefung erarbeitet die Lehrkraft die Funktionsweise eines Kompasses und führt – falls noch nicht bekannt – die Windrose ein. Dabei lernen die Kinder auch die weiteren Himmelsrichtungen kennen. Zum Abschluss berichtet die Lehrkraft über den noch immer rätselhaften Erdmagnetismus und seine Bedeutung für die Orientierung von Tieren. Hierzu können den Kindern Lesetexte in unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden angeboten werden (I leicht, II mittel, III anspruchsvoll). Zwei sehr anspruchsvolle Texte zum Erdmagnetismus stehen als Differenzierung für Experten zur Verfügung.

Organisatorische Hinweise:

Das große „Spüreisen“ muss vor dem Unterricht mit einem starken Magneten magnetisiert werden, da es zwischendurch seine Magnetisierung verlieren kann (vgl. Versuchsbeschreibung); für die Magnetisierung wird der Holzklotz mit dem kleinen (sehr starken Neodym-) Magneten verwendet. Den Eisenstab zunächst unbedingt kräftig gegen einen Gegenstand schlagen, um ihn vollständig zu entmagnetisieren. Anschließend den Eisenstab auf den Oberschenkel legen, den Holzklotz mit dem kleinen Magneten bei dem auf dem Eisenstab angebrachten Pfeil ansetzen und mindestens 30-mal entlang des Pfeils in die gleiche Richtung streichen. Achtung: Nicht hin und her, sondern nur in eine Richtung streichen! Beim Zurückführen des Magneten muss unbedingt ein großer Abstand zum Eisenstab eingehalten werden.
Falls das große „Spüreisen“ sich beim Hinstellen nicht in der Waagerechten einpendelt, kann es mit Hilfe zweier Gummiringe austariert werden (vgl. Versuchsbeschreibung).
Die „Spüreisen“ dürfen nicht in der Nähe eisenhaltiger Materialien aufgestellt werden, da die Ausrichtung in Nord-Süd-Richtung dadurch verhindert werden kann. Ein guter Platz für das große und die kleinen „Spüreisen“ sollte vor dem Unterricht getestet werden.
Die Heftstreifen aus Eisen haben in der Mitte für die Lagerung einen Knick und sind punktiert – sie haben also eine Vertiefung genau in der Mitte –, damit sie auf der Nadel drehbar gelagert werden können.
Sind den Kindern die Himmelsrichtungen noch nicht vertraut und müssen diese erst eingeführt werden, empfiehlt es sich, die Vertiefung zum Kompass in einer gesonderten Sequenz durchzuführen.

Verlaufsplanung

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Sitzkreis **10 Minuten**	**Einstieg** Stummer Impuls: Die Lehrkraft legt den magnetisierten Eisenstab auf eine in ein Stück Knete gesteckte Nadelspitze – ungefähr in Ost-West-Richtung, damit sich der Magnet deutlich in die Nord-Süd-Richtung bewegen kann. Wichtiger Hinweis: Es darf kein Eisen in der Nähe sein, auch nicht am bzw. unter dem Tisch. Die Kinder beobachten, wie der Eisenstab sich ganz von allein in einer bestimmten Richtung einpendelt. Die Lehrkraft stößt ihn nochmals **leicht** an. Während sich der Stab ein zweites Mal in derselben Richtung einpendelt, kann das Phänomen mit den Kindern bereits besprochen werden. Mögliche Reaktionen: • Das ist ein Eisenstab / ein Kompass / ein Magnet. • Der bleibt immer in der gleichen Richtung stehen. LK: *Wie können wir herausfinden, ob es ein Magnet oder ein Eisenstab ist?* Mögliche Reaktionen: • Wir halten Eisen dran (Eisennagel). Wenn Eisen dran bleibt, ist es ein Magnet. • Wenn es ein Magnet wäre, könnte man mit einem anderen Magneten den Stab an den Enden abstoßen oder anziehen. Die Kinder testen mit den vorgeschlagenen Methoden, ob es sich beim Stab um einen Magneten oder um einen Eisenstab handelt. Wichtiger Hinweis: Der Magnet darf dabei den Stab nicht berühren, sondern nur in seine Nähe gebracht werden. Am besten eignet sich dazu der kleine eckige Stabmagnet.	• magnetisierter Eisenstab • Knetkugel • Stecknadel für die Lagerung des Eisenstabes • 1 kleiner Nagel • 1 kleiner eckiger Stabmagnet
Sitzkreis **10 Minuten**	**Orientierung/Aufgabenstellung** LK: *Ihr sollt nun selbst einen solchen drehbaren Magneten herstellen. Wisst ihr noch, wie ihr vorgehen müsst, um einen Eisendraht zu magnetisieren?* (Die Kinder beschreiben die Vorgehensweise.)	

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	**Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler**	**Material Medien**
	LK: *Euch stehen nun ein Streifen aus Eisen und diese Materialien zur Verfügung* (einen Heftstreifen mit einer kleinen Vertiefung und Knick in der Mitte, einen Ringmagneten, eine Knetkugel, eine Stecknadel und kleine Nägel zum Überprüfen zeigen). Ein Kind demonstriert, wie der Streifen magnetisiert und die Magnetisierung überprüft werden kann (mit einem kleinen Nagel). Die Lehrkraft achtet dabei genau auf die Ausführung und korrigiert ggf. (im Sitzen auf den Oberschenkel legen, um Erschütterungen zu vermeiden). Ggf. erinnert sie daran, dass es wichtig ist, immer mit derselben Seite des Ringmagneten in die gleiche Richtung zu streichen (ca. 20-mal) und den Ringmagneten nach dem Bestreichen in einem Bogen zum Anfang zurückzuführen. Die Lehrkraft demonstriert, wie der magnetisierte Heftstreifen drehbar gelagert werden kann (Stecknadelkopf in Knete stecken, Spitze ist nach oben gerichtet). **Aufgabe** • Baut nun selbst einen drehbaren Magneten. Achtet darauf, dass ihr ihn an einer Stelle ausprobiert, wo **kein** Eisen in der Nähe ist. • Beobachtet, was passiert.	• 1 Heftstreifen (mittig geknickt und punktiert) • 1 Ringmagnet • 1 Knetkugel • 1 Stecknadel • kleine Nägel
Einzel-/Partnerarbeit **10 Minuten**	**Erarbeitung** Die Kinder holen das Material, magnetisieren einen Heftstreifen, stellen ihre drehbaren Magneten auf und beobachten, was passiert. Der Platz zum Aufstellen sollte den Kindern angegeben werden (vgl. organisatorische Hinweise). Der große Magnetstab darf dabei nicht zu nah an den drehbaren Magneten der Kinder stehen. 	• Für jedes Kind – 1 Heftstreifen – 1 Knetkugel – 1 Stecknadel – 1 kleiner Nagel • Für je zwei Kinder – Ringmagneten

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Sitzkreis **15 Minuten** (die drehbaren Magneten sichtbar auf dem Boden in ausreichender Entfernung voneinander aufgebaut)	**Reflexion** Die Kinder vergleichen die Ausrichtung der eigenen kleinen Magneten mit dem großen Magneten und stellen fest, dass alle in die gleiche Richtung zeigen. Sie stoßen die Magneten mehrmals (leicht!) an und beobachten, wie sie sich wieder einpendeln. LK: *In welche Richtungen zeigen die Enden eurer Magneten?* Gemeinsam mit den Kindern erarbeitet die Lehrkraft, wo Norden und Süden sind und woran sie das erkennen können (Sonnenstand zur Mittagszeit; in welcher Richtung ist die Sonne nie zu sehen?). Die Kinder entdecken, dass die Enden des drehbaren Magneten genau in Nord-Süd-Richtung zeigen. LK: *Als man entdeckte, dass drehbare Magneten mit ihren Enden **immer** nach Norden und Süden zeigen, hat man die Pole der Magneten nach diesen Himmelsrichtungen benannt. Der Pol, der nach Norden zeigt, wurde Nordpol genannt. Der Pol, der nach Süden zeigt, wurde Südpol genannt. Viele Magneten haben deshalb farbig markierte Pole* (farbig markierten Magneten zeigen). *Der Nordpol ist rot, der Südpol ist grün markiert.* Stützregel ggf. anschreiben: rot = Nordpol, grün = Südpol. Die Lehrkraft markiert die Pole des großen, magnetisierten Eisenstabs entsprechend mit einem roten bzw. grünen Klebepunkt. Die Kinder markieren ihre eigenen Magneten in gleicher Weise.	• selbst gebaute drehbare Magneten der Kinder • magnetisierter Eisenstab („Spüreisen“) • farbig markierter Stabmagnet • ggf. Tafel • Klebepunkte (rot und grün)

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	**Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler**	**Material Medien**
	  LK: *Den drehbaren Magneten kann man auch als „Spüreisen“ bezeichnen, weil er „spürt“, wo Norden bzw. Süden ist.* **Ergebnis** **Der Magnet dreht sich so lange hin und her, bis er so stehenbleibt, dass ein Ende nach Süden und das andere nach Norden zeigt.** **Der Pol des Magneten, der nach Norden zeigt, heißt Nordpol (oft rot). Der Pol des Magneten, der nach Süden zeigt, heißt Südpol (oft grün).** Falls einige Kinder die Unterscheidung zwischen geografischem und magnetischem Pol schon kennen und wissen, dass in der Nähe des Nordpols der magnetische Südpol liegt, kann man dieses Wissen aufgreifen: Der nach Norden zeigende Pol wurde historisch als Nordpol eines Magneten definiert. Weil sich nur ungleichnamige Pole anziehen, muss in der Nähe des geografischen Nordpols der magnetische Südpol liegen. Geografischer und magnetischer Pol stimmen in der Lage nicht überein. Diese Differenzierung ist jedoch noch nicht Ziel der Grundschule, sie wird in einem der anspruchsvollen Lesetexte für „Expertinnen und Experten“ aber thematisiert.	• Tafel
Frontal **45 Minuten**	**Vertiefung** **Der Kompass** (auch als Einzelstunde möglich) Die Lehrkraft zeigt einen Kompass und fordert die Kinder auf zu beschreiben, wie er aufgebaut ist. Zu sehen ist eine drehbar gelagerte Nadel aus Eisen. Unter der Nadel sind die Himmelsrichtungen in einer Windrose verzeichnet. LK: *Ist ein Kompass auch ein „Spüreisen“? Wie können wir das prüfen?* Die Kinder vergleichen die Ausrichtung des Kompasses mit der Ausrichtung der eigenen drehbaren Magneten und des „Spüreisens“. Die Kompassnadel zeigt in die gleiche Richtung. Mit einem Magneten kann man zeigen, dass die Kompassnadel auch ein Magnet ist, da je nach genähertem Pol Abstoßung bzw. Anziehung zwischen Kompassnadel und Magnet zu beobachten ist.	• Kompass • selbst gebaute drehbare Magneten der Kinder • „Spüreisen“ • 1 kleiner eckiger Stabmagnet

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	LK: *Die Kompassnadel ist ein drehbarer Magnet. Sie zeigt mit dem Nordpol nach Norden, mit dem Südpol nach Süden.* Die Lehrkraft dreht den Kompass so, dass die Windrose unter der Nadel mit der Ausrichtung der Nadel übereinstimmt. LK: *Der Kompass verrät uns noch mehr als unser selbst gebautes „Spüreisen“.* Mögliche Reaktionen: • Da stehen noch mehr Himmelsrichtungen. • Da sind alle Himmelsrichtungen angegeben. • Der zeigt Norden, Süden, Westen und Osten an. Die Lehrkraft führt ggf. die Himmelsrichtungen auf einer großen Windrose ein (bzw. zeigt eine Windrose). Die Himmelsrichtungen im Unterrichtsraum (ggf. auch auf dem Schulhof) werden mit Hilfe des Kompasses bestimmt.	• große Windrose
	Im Gespräch wird erarbeitet, wo ein Kompass gebraucht wird (Orientierungslauf, Wandern, Schifffahrt, allgemein zur Orientierung …). Die Kinder erhalten eine Windrose oder stellen selbst eine her (ein rundes Stück Papier zweimal über Kreuz falten), legen sie unter ihr „Spüreisen“ und beschriften ggf. die Himmelsrichtungen. Nun haben sie einen eigenen Kompass.	• kleine Windrosen bzw. kreisförmiges Papier (je eine/eines für ein Kind)
	Ergebnis **Die Kompassnadel ist ein Magnet. Ihr Nordpol zeigt nach Norden, ihr Südpol nach Süden. Die Windrose unter der Nadel zeigt auch die anderen Himmelsrichtungen. Der Kompass hilft uns bei der Orientierung.** Die Kinder bearbeiten das Arbeitsblatt „Der Kompass“. Die Lehrkraft lässt die Kinder berichten, was sie über die Bedeutung des Kompasses wissen, und ergänzt ggf. LK: *Ursache dafür, dass alle drehbaren Magneten mit ihren Polen in Nord-Süd-Richtung zeigen, ist die Erde. Sie ist selbst wie ein Magnet. Die Forscherinnen und Forscher haben entdeckt, dass die Erde im Norden am Nordpol und im Süden am Südpol einen magnetischen Pol hat. Die Kompassnadeln werden deshalb überall auf der Erde von diesen Polen angezogen. Dieses Phänomen nennt man „Erdmagnetismus“.* *Wie der Erdmagnetismus entstanden ist, wissen die Forscherinnen und Forscher aber noch nicht genau. Sie haben viele Vermutungen dazu, sind sich aber nicht sicher, ob diese stimmen. Viele Tiere spüren dieses Magnetfeld. Es hilft ihnen, die Richtung zu finden.*	• Forscherbuch und AB „Der Kompass“

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	Die Kinder erhalten Lesetexte zu Zugvögeln und dem Magnetsinn der Tiere (in drei Schwierigkeitsstufen). Für Experten stehen zwei sehr anspruchsvolle Texte zum Erdmagnetismus als Erweiterung zur Verfügung. Die Kinder berichten anschließend über das, was sie im Text gelesen haben. Differenzierung: Kinder, die bereits fertig sind, können Magneten, die sie bisher benutzt haben, an einem Faden aufhängen, sodass die Pole sich in Nord-Süd-Richtung einpendeln können (die Lehrkraft hilft dabei). Zum Beispiel kann der große Stabmagnet mit Hilfe der Wäscheklammern mit Faden drehbar am Ständer mit dem Rundholz aufgehängt werden. Nach Ausrichtung des Magneten markieren die Kinder jeweils Nord- und Südpol mit grünen und roten Klebepunkten. **Hausaufgabe** Als Hausaufgabe bearbeiten die Kinder das Arbeitsblatt „Himmelsrichtungen bestimmen“.	• Forscherbuch • Lesetexte – „Vögel spüren den Erdmagnetismus“ – „Magnetsinn der Tiere“ • Lesetexte für Experten – „Auch die Erde ist ein Magnet!“ – „Was wissen wir heute über den Erdmagnetismus?“ • verschiedene Magneten • Fäden • Ständer mit Rundholz und Wäscheklammer • eine weitere Wäscheklammer mit Faden • Klebepunkte (rot und grün) • Forscherbuch und AB „Himmelsrichtungen bestimmen“

Materialien

Kursiv geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.
Sie befinden sich nicht in den Materialkisten für das Spiralcurriculum im Primarbereich.
Die mit einem * versehenen Materialien befinden sich in den Kisten für das 1./2. Schuljahr.

Benötigtes Demonstrationsmaterial

✓	Stückzahl	Material
	1	Holzklotz mit kleinem Magneten (starker Neodym-Magnet) (zum Magnetisieren des großen Eisenstabes)
	1	Eisenstab („Spüreisen“) (von der Lehrkraft vor dem Unterricht magnetisiert)
	1	Knetkugel
	1	Stecknadel (für die Lagerung des „Spüreisens“)
	Viele	Kleine Nägel*
	1	Kleiner eckiger Stabmagnet*
	1	Heftstreifen mit einer kleinen Vertiefung und Knick in der Mitte
	1	Ringmagnet*
	1	Knetkugel
	1	Stecknadel*
	1	Farbig markierter Stabmagnet
		Klebepunkte (rot und grün)
	1	Kompass

Benötigtes Experimentiermaterial

✓	Stückzahl	Material
	Schüleranzahl	Heftstreifen mit einer kleinen Vertiefung und Knick in der Mitte
	Schüleranzahl	Knetkugeln
	Schüleranzahl	Stecknadeln*
	Viele	Kleine Nägel*
	Je einen für zwei Kinder	Ringmagneten*
	Schüleranzahl	Klebepunkte (rot und grün)
	Ggf.	Verschiedene Magneten (für die Differenzierung)
	Ggf.	*Fäden* (für die Differenzierung)
	Ggf.	Ständer mit Rundholz und Wäscheklammer*: An dem Ständer wird die Wäscheklammer mit einem Faden so befestigt, dass sie sich frei drehen kann. Diese hält den Stabmagneten*. Der Stabmagnet kann sich so frei drehen (für die Differenzierung).
	Ggf.	Wäscheklammer mit Faden (für die Differenzierung)

Weitere Materialien

✓	Stückzahl	Material
	1	Große Windrose
	Schüleranzahl	Kleine Windrosen (oder kreisförmige Stücke Papier)
	Schüleranzahl	Forscherbücher
	Schüleranzahl	AB „Der Kompass“
	Schüleranzahl	Lesetexte „Vögel spüren den Erdmagnetismus“ (drei Versionen zur Differenzierung, I leicht, II mittel, III anspruchsvoll)
	Schüleranzahl	Lesetexte „Magnetsinn der Tiere“ (drei Versionen zur Differenzierung)

Weitere Materialien

✓	Stückzahl	Material
	Schüleranzahl	Lesetexte „Auch die Erde ist ein Magnet!“, „Was wissen wir heute über den Erdmagnetismus?“ (Differenzierung für Expertinnen und Experten)
	Schüleranzahl	AB „Himmelsrichtungen bestimmen“
	Ggf.	Knobelaufgabe

DEMONSTRATIONSVERSUCH

„Spüreisen“

Da sich der magnetisierte Eisenstab immer in Nord-Süd-Richtung einpendelt, kann man von einem „Spüreisen“ sprechen. Jeder drehbar gelagerte Magnet „spürt“ Norden und Süden.

Material:
- 1 magnetisierter Eisenstab („Spüreisen“)
- 1 Holzklotz mit kleinem Magneten (zum Magnetisieren des „Spüreisens“)
- 1 Stecknadel (für das „Spüreisen“)
- 1 Knetkugel
- 1 kleiner Nagel
- 1 kleiner eckiger Stabmagnet

Organisation:
- Gemeinsamer Versuch
- Kreisgespräch
- Vor dem Unterricht muss der Eisenstab magnetisiert werden. Den Eisenstab zunächst unbedingt kräftig gegen einen Gegenstand schlagen, um ihn vollständig zu entmagnetisieren. Daraufhin den Eisenstab im Sitzen auf den Oberschenkel legen und den kleinen Magneten (auf Holzklotz) bei dem auf dem Eisenstab angebrachten Pfeil (s. Foto) ansetzen. Dann mindestens 30-mal in Pfeilrichtung streichen. Achtung: Nicht hin und her, sondern nur in eine Richtung (Pfeilrichtung) streichen! Der Magnet muss deutlich vom Stab entfernt zurückgeführt werden. Falls das „Spüreisen“ sich beim Aufstellen nicht waagerecht einpendelt und an einer Seite zu stark „herunterhängt“, kann es mit Hilfe zweier Gummiringe austariert werden (s. Foto).

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Kinder beobachten, wie sich die Enden des Eisenstabs wiederholt in die gleiche Richtung einpendeln. Sie stellen Vermutungen darüber an, ob es sich um einen Magneten oder um einen Eisenstab handelt und überprüfen dies mit Hilfe eines Nagels und eines Stabmagneten.
Hinweis: Es darf kein Eisen in der Nähe des „Spüreisens“ sein, auch nicht am bzw. unter dem Tisch. Unbedingt vorher ausprobieren!

Hintergrund:

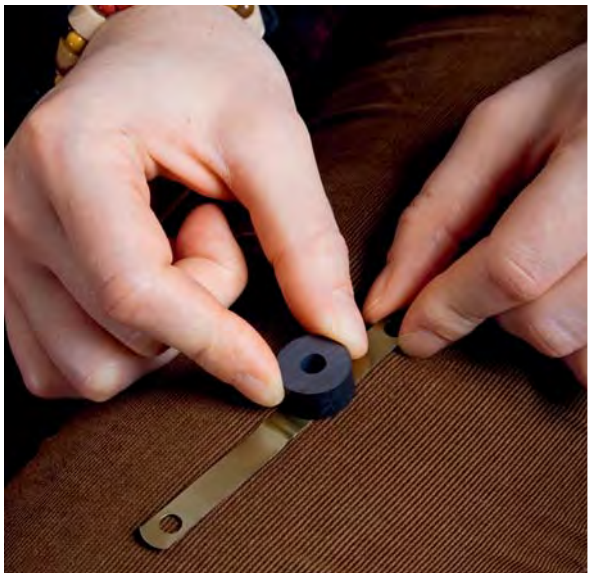
Das „Spüreisen“ ist ein magnetisierter Eisenstab, der auf einer Nadelspitze drehbar gelagert wird. Es richtet sich mit seinen Polen immer in Nord-Süd-Richtung aus. Der Grund dafür ist: Die Erde hat einen magnetischen Nordpol und einen magnetischen Südpol. Diese liegen in der Nähe der durch die Erdachse bestimmten geografischen Pole.
Die Erde wirkt wie ein Magnet und zieht die Pole drehbar gelagerter Magneten mit dem jeweils entgegengesetzten magnetischen Pol an. Die beiden Pole des „Spüreisens“ werden also von den magnetischen Polen der Erdkugel angezogen.
Man hat vereinbart, dass der nach Norden zeigende Pol des Magneten Nordpol (meist rot), der nach Süden zeigende Pol Südpol (meist grün) genannt wird. Später entdeckte man, dass die Ursache der Erdmagnetismus ist und dass sich in der Nähe des geografischen Nordpols bzw. Südpols die magnetischen Pole der Erde befinden. Da sich nur ungleichnamige Pole anziehen können, muss im Norden der magnetische Südpol der Erde und im Süden der magnetische Nordpol der Erde liegen.

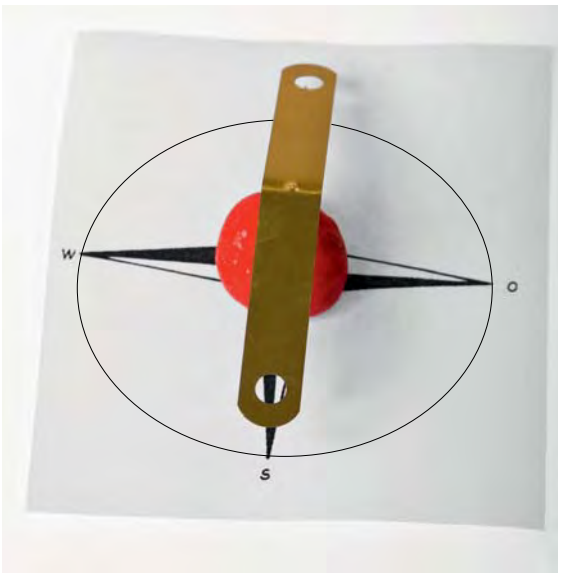
Erkenntnis für die Kinder:

Die Erde wirkt wie ein Magnet und zieht die Pole drehbar gelagerter Magneten an. Ein drehbar gelagerter Magnet zeigt mit seinen Polen in Nord-Süd-Richtung. Der nach Norden zeigende Pol des Magneten wird nach einer getroffenen Vereinbarung Nordpol genannt (meist rot), der nach Süden zeigende Südpol (meist grün).
Differenzierung: Der magnetische Pol und der geografische Pol sind zwar benachbart, liegen aber nicht an der gleichen Stelle. Drehbar gelagerte Magneten zeigen zu den magnetischen Polen der Erde.

VERSUCHSBESCHREIBUNG

Herstellen eines eigenen „Spüreisens“





Die Kinder stellen aus einem Heftstreifen selbst ein „Spüreisen“ her. Mit einer Windrose als Unterlage wird es zum Kompass.

Material:
Je Kind:
- 1 Heftstreifen mit einer kleinen Vertiefung und einem Knick in der Mitte
- 1 Knetkugel
- 1 kleiner Nagel
- 1 Stecknadel

Für je zwei Kinder:
- 1 Ringmagnet

Organisation:
- Partnerarbeit
- Der selbst gebaute Kompass muss an einem Ort aufgestellt werden, wo kein Eisen in der Nähe ist. Sonst wird die Kompassnadel abgelenkt.
- Die „Spüreisen“ der Kinder müssen am Schluss wieder zerlegt und die Materialien in die Kiste zurückgelegt werden. Zu Hause können die Kinder eigene „Spüreisen“ herstellen.

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

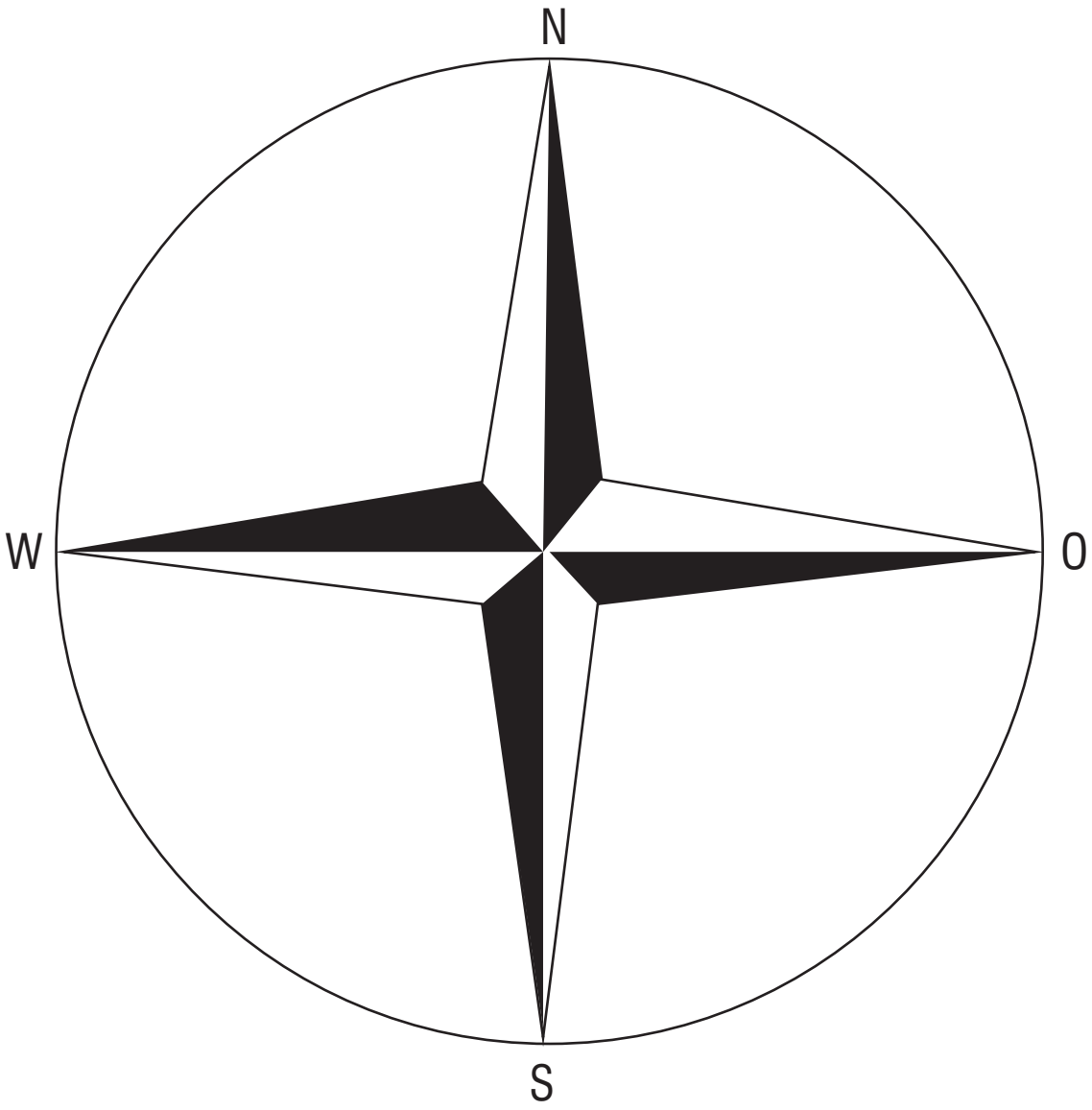
Die Kinder stellen ein eigenes „Spüreisen“ her. Sie magnetisieren einen Heftstreifen, indem sie mit einem Ringmagneten 30-mal in einer Richtung darüber streichen. Beim Zurückführen des Magneten zum Anfang des Streifens muss der Magnet entfernt geführt werden. Der Heftstreifen liegt dabei auf dem Oberschenkel (im Sitzen) und wird mit einer Hand gut festgehalten. Mit einem kleinen Nagel überprüfen die Kinder, ob der Streifen magnetisiert ist.
Anschließend stecken sie den Kopf (!) einer Stecknadel in eine Knetkugel, biegen den Heftstreifen in der Mitte noch einmal leicht und setzen ihn mit der Vertiefung auf die Stecknadelspitze. Die Kinder beobachten:
Der magnetisierte Heftstreifen richtet sich wie das große „Spüreisen“ mit seinen Polen immer in nord-südlicher Richtung aus.

Hintergrund:

Ein eisenhaltiges Stück Metall kann durch Bestreichen mit einem Magneten magnetisiert werden. Die beiden Pole des magnetisierten und frei drehbaren Streifens werden von den jeweils entgegengesetzten Magnetpolen der Erdkugel angezogen. Diese liegen in der Nähe der geografischen Pole, die durch die Erdachse bestimmt sind.

Erkenntnis für die Kinder:

Der drehbare magnetisierte Heftstreifen richtet sich mit seinen Polen immer zu den magnetischen Polen der Erde aus. Sein Nordpol zeigt nach Norden (rote Markierung), sein Südpol nach Süden (grüne Markierung). Hierbei handelt es sich um eine getroffene Vereinbarung. Mit einer Windrose wird das eigene „Spüreisen“ zu einem Kompass.


N
W
O
S

Der Kompass

Wie kannst du einen Kompass bauen?
Einen Kompass kannst du selbst herstellen. Wie gehst du vor?
Zeichne und beschreibe.

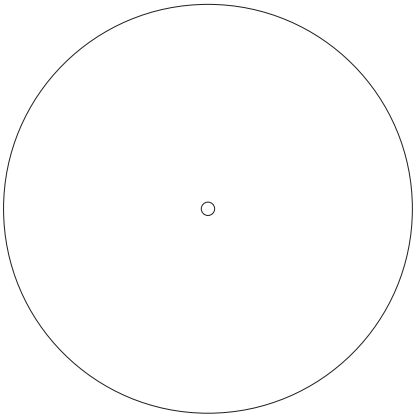
Wozu braucht man einen Kompass?
Schon vor über tausend Jahren nutzten die Menschen eine Magnetnadel, um die Himmelsrichtungen bestimmen zu können.
In welchen Situationen war der Kompass für die Menschen damals wichtig?

In welchen Situationen benötigen wir heute noch einen Kompass?

Himmelsrichtungen bestimmen

Der Kompass ist ein „Spüreisen“. Seine Nadel zeigt immer in Nord-Süd-Richtung. Mit dem Kompass kann man die Himmelsrichtungen bestimmen.

Zeichne die Kompassnadel so ein, dass sie auf dem Papier nach oben zeigt. Beschrifte diesen Teil der Nadel als Nordpol (= N). Trage auch den Südpol ein. Färbe den Nordpol rot und den Südpol (= S) grün. Gib auch die anderen Himmelsrichtungen an (W = Westen, O = Osten).



➔ TIPP

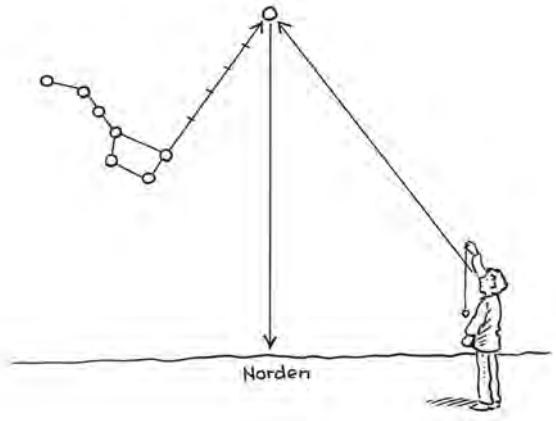
So kannst du dir merken, wie die Windrose beschriftet wird:

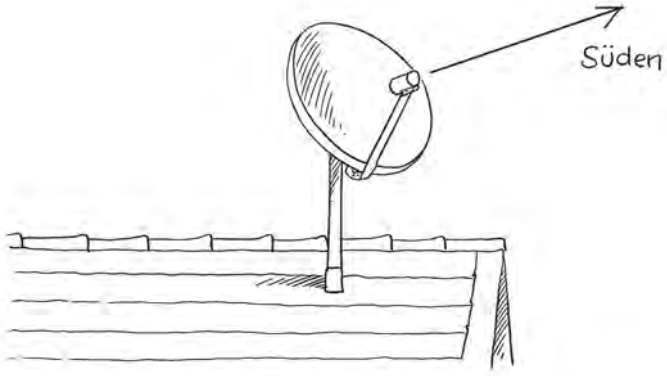
Nie (**N**orden) **o**hne (**O**sten)
Seife (**S**üden) **w**aschen (**W**esten).

Du beginnst oben mit N für Norden, gehst dann nach rechts: O für Osten, dann nach unten: S für Süden und dann nach links: W für Westen.

Kann man auch ohne Kompass und ohne Sonne die Himmelsrichtung bestimmen?

In der Nacht kannst du dich mit Hilfe des Polarsternes orientieren, denn der steht immer genau im Norden.

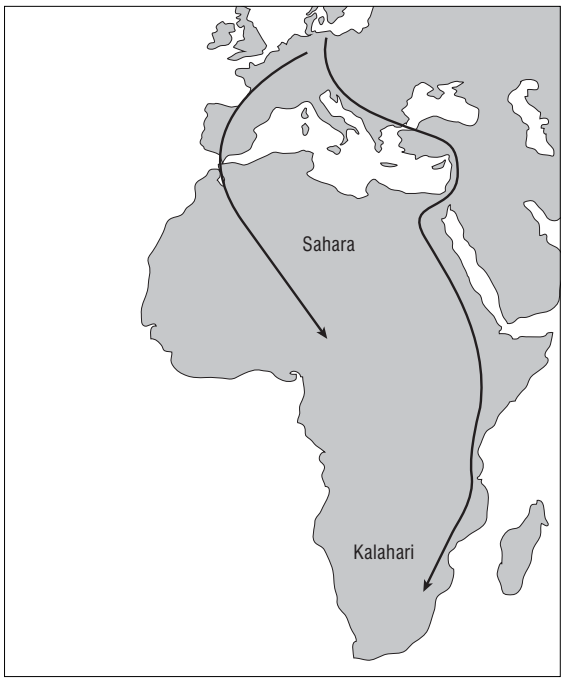




Am Tag kannst du Ausschau nach einer Satellitenschüssel halten. Satellitenschüsseln sind bei uns immer nach Süden ausgerichtet.

Vögel spüren den Erdmagnetismus (I)

1. Lies den Text.



Die Flugrouten des Weißstorchs

Viele Vögel reisen im Herbst in den Süden. Sie fliegen sogar bis Afrika. Dort finden sie auch im Winter Futter. Im Frühling kehren sie zurück. Sie fliegen sehr weit. Sie wissen immer, wohin sie reisen müssen. Wie finden die Vögel den Weg?

Manche Vögel richten sich nach der Sonne. Sie wissen:
- Am Morgen geht die Sonne im Osten auf.
- Am Mittag steht die Sonne im Süden.
- Am Abend geht die Sonne im Westen unter.

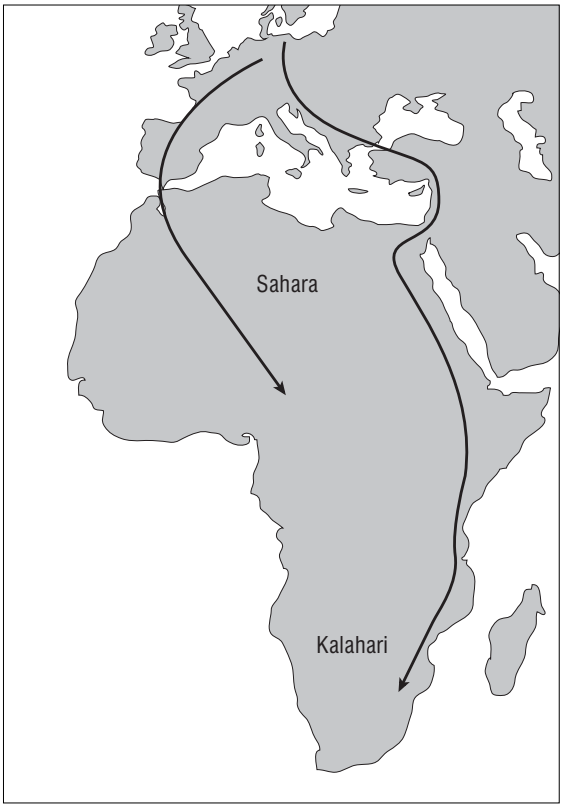
Mit Hilfe der Sonne können die Vögel die Himmelsrichtungen ungefähr bestimmen. So finden sie den Weg. Das geht nur am Tag.
Viele Zugvögel fliegen aber in der Nacht.

Forscherinnen und Forscher haben herausgefunden: Einige Vögel spüren den Erdmagnetismus. Sie haben einen „Kompass“ im Schnabel.
Man weiß noch nicht, wie dieser „Kompass“ im Vogelkörper genau funktioniert.

2. Lies den Text ein zweites Mal. Beantworte folgende Fragen. Unterstreiche dazu wichtige Stellen.
- Warum heißen einige Vogelarten „Zugvögel“?
- Wie finden die Zugvögel den Weg, wenn die Sonne scheint?
- Wie finden die Zugvögel den Weg in der Nacht?

Vögel spüren den Erdmagnetismus (II)

1. Lies den Text.



Die Flugrouten des Weißstorchs

Viele Vögel reisen im Herbst in den Süden. Sie fliegen zum Beispiel nach Spanien oder Afrika. Dort finden sie auch im Winter Futter. Im Frühling kehren die Zugvögel wieder zurück. Sie fliegen sehr weit. Sie wissen immer, in welche Richtung sie reisen müssen. Viele finden sogar ihr Nest vom Vorjahr wieder.

Wie finden die Vögel den Weg? Manche Vögel richten sich nach der Sonne. Sie wissen:

- Am Morgen geht die Sonne im Osten auf.
- Am Mittag steht die Sonne im Süden.
- Am Abend geht die Sonne im Westen unter.

Mit ihrem Gefühl für die Zeit und mit Hilfe der Sonne können die Vögel die Himmelsrichtungen ungefähr bestimmen. Das geht jedoch nur am Tag. Viele Zugvögel fliegen aber in der Nacht.

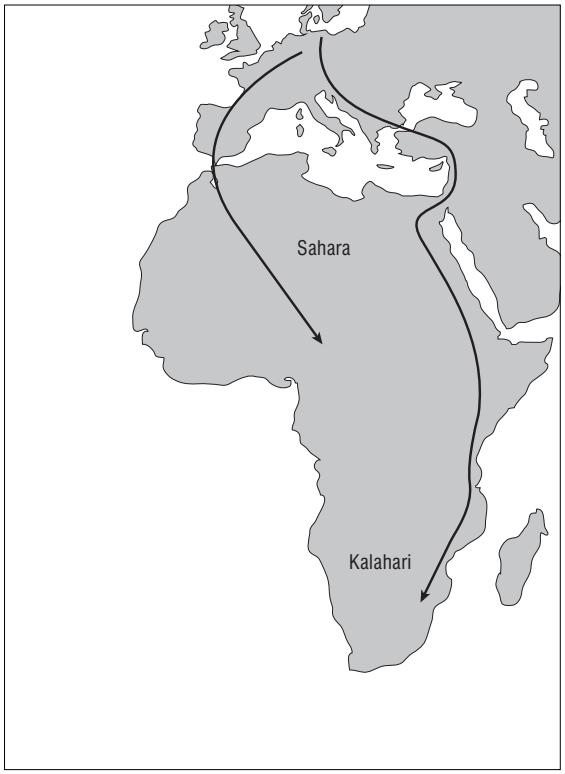
Forscherinnen und Forscher haben herausgefunden: Einige Vögel spüren den Erdmagnetismus. Sie haben einen „Kompass“ im Schnabel. Man weiß noch nicht, wie dieser „Kompass“ im Vogelkörper genau funktioniert.

2. Lies den Text ein zweites Mal. Beantworte folgende Fragen. Unterstreiche dazu wichtige Stellen.

- Warum heißen einige Vogelarten „Zugvögel“?
- Wie finden die Zugvögel den Weg, wenn die Sonne scheint?
- Wie finden die Zugvögel den Weg in der Nacht?

Vögel spüren den Erdmagnetismus (III)

1. Lies den Text.



Die Flugrouten des Weißstorchs

Milliarden von Vögeln reisen im Herbst in den Süden. Sie fliegen zum Beispiel nach Spanien oder Afrika. Dort finden sie auch im Winter genügend Nahrung. Im Frühling kehren sie wieder zurück nach Mitteleuropa. Dabei legen sie Tausende von Kilometern zurück.
Auf rätselhafte Weise wissen sie immer, in welche Richtung sie dabei fliegen müssen. Viele finden sogar ihr Nest vom Vorjahr wieder.

Wie finden die Vögel den Weg?
Manche Vögel orientieren sich an der Sonne. Sie wissen: Morgens geht die Sonne im Osten auf. Am Mittag steht sie im Süden. Am Abend geht sie im Westen unter.

Mit ihrem Gefühl für die Zeit und mit Hilfe der Sonne können die Vögel die Himmelsrichtungen ungefähr bestimmen. Das geht jedoch nur am Tag. Viele Zugvögel fliegen aber in der Nacht.

Schon vor 150 Jahren haben Forscherinnen und Forscher vermutet, dass die Vögel den Erdmagnetismus spüren und deshalb den Weg finden können. Mit verschiedenen Versuchen konnten sie belegen, dass das wirklich stimmen könnte. Wie dieser „Kompass“ im Vogelkörper genau funktioniert, weiß man aber noch immer nicht genau.

2. **Lies den Text ein zweites Mal. Beantworte dabei folgende Frage:**
   Warum kamen die Forscherinnen und Forscher auf die Idee, dass Vögel den Erdmagnetismus spüren könnten?
3. **Recherchiere im Internet.**
   - Finde eine Vogelart, die im Winter in den Süden fliegt.
   - Wo verbringen diese Vögel den Winter?
   - Findest du auch einen Hinweis darauf, ob die Vögel einen Magnetsinn haben?
   - Berichte, was du herausgefunden hast.

Magnetsinn der Tiere (I)

1. Lies den Text.

Es gibt Tiere, die können den Erdmagnetismus spüren.
Man sagt: Die Tiere haben einen Magnetsinn.
Sie wissen auch nachts genau, wo der Nordpol oder der Südpol ist.

Zuerst entdeckte man den Magnetsinn beim Rotkehlchen.
Auch andere Tiere haben einen Magnetsinn: Ameisen, Wespen, Honigbienen, Krebse, Lachse, Waldmäuse, Goldhamster, Hühner und viele mehr.

Forscherinnen und Forscher schauten sich auf Satellitenbildern Rinderherden auf der ganzen Welt an. Die meisten Tiere standen beim Grasen in Nord-Süd-Richtung. Zum Ausruhen legten sie sich auch meistens so hin.

Die Forscherinnen und Forscher vermuten deshalb, dass auch Rinder einen Magnetsinn haben.
Man weiß noch nicht, ob Menschen auch einen Magnetsinn haben.

2. Lies den Text ein zweites Mal und beantworte die folgende Frage:
Was genau können Tiere mit dem Magnetsinn spüren?

Magnetsinn der Tiere (II)

1. Lies den Text

Es gibt Tiere, die können den Erdmagnetismus spüren.
Man sagt: Die Tiere haben einen Magnetsinn.
Sie wissen auch nachts genau, wo der Nordpol oder der Südpol ist.

Zuerst entdeckte man den Magnetsinn beim Rotkehlchen.
Inzwischen wissen wir von ungefähr 50 Tieren, dass sie einen Magnetsinn haben. Ameisen, Wespen, Honigbienen, Krebstiere, Lachse, Waldmäuse, Goldhamster und Hühner haben zum Beispiel einen Magnetsinn.

Forscherinnen und Forscher der Universität Duisburg-Essen fanden im Jahr 2008 noch etwas Interessantes heraus: Sie schauten sich auf Satellitenbildern Rinderherden auf der ganzen Welt an. Die meisten Tiere standen beim Grasen in Nord-Süd-Richtung. Zum Ausruhen legten sie sich auch meistens in dieser Ausrichtung hin.

Die Forscherinnen und Forscher vermuten deshalb, dass auch Rinder einen Magnetsinn haben. Sie wollen ihre Vermutung nun mit weiteren Untersuchungen überprüfen.
Ob Menschen auch einen Magnetsinn haben, wurde bisher noch wenig erforscht.

2. Lies den Text ein zweites Mal. Beantworte die folgenden Fragen:

- Was können Tiere mit dem Magnetsinn spüren?
- Warum ist der Magnetsinn für die Biene wichtig?
- Warum denken die Forscherinnen und Forscher, dass auch Rinder einen Magnetsinn haben?

Magnetsinn der Tiere (III)

1. Lies den Text.

Wenn Tiere den Erdmagnetismus spüren können, sagt man: Die Tiere haben einen Magnetsinn. Tiere mit Magnetsinn wissen auch nachts genau, wo der Nordpol oder der Südpol ist. Sie wissen deshalb auch in der Nacht, in welche Richtung sie fliegen, schwimmen oder gehen. Zuerst entdeckte man einen solchen Magnetsinn beim Rotkehlchen, bei der Dorngrasmücke und bei der Taube.
Inzwischen konnten Forscherinnen und Forscher bei ungefähr 50 Tieren den Magnetsinn nachweisen. Ameisen, Wespen, Honigbienen, Krebstiere, Lachse, Waldmäuse, Goldhamster und Hühner haben zum Beispiel einen Magnetsinn.

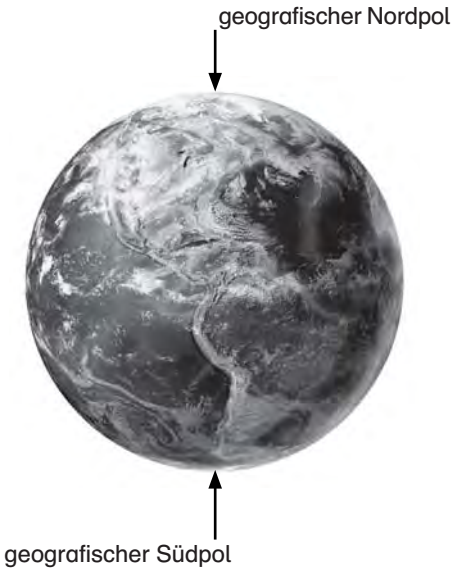
Forscherinnen und Forscher der Universität Duisburg-Essen fanden im Jahr 2008 noch etwas Interessantes heraus: Sie schauten sich auf Satellitenbildern Rinderherden auf der ganzen Welt an. Die meisten Tiere standen beim Grasen in Nord-Süd-Richtung. Zum Ausruhen legten sie sich auch meistens in dieser Ausrichtung hin. Die Forscherinnen und Forscher vermuten deshalb, dass auch Rinder einen Magnetsinn haben. Sie wollen ihre Vermutung nun mit weiteren Untersuchungen überprüfen.
Ob Menschen auch einen Magnetsinn haben, wurde bisher noch wenig erforscht. Nur eine Forschergruppe hat dazu Experimente gemacht. Sie meint nun, dass auch Menschen einen Magnetsinn haben könnten. Um sicher zu sein, müssen die Experimente aber wiederholt werden, und auch andere Forscherinnen und Forscher müssen zum selben Ergebnis kommen.

2. Lies den Text ein zweites Mal. Beantworte folgende Fragen:

- Was können Tiere mit dem Magnetsinn spüren?
- Warum wissen Tiere mit Magnetsinn auch nachts, in welche Richtung sie sich bewegen?
- Warum könnte der Magnetsinn für die Waldmaus wichtig sein?
- Wenn du Forscherin oder Forscher wärst: Bei welcher Tierart würdest du prüfen, ob sie einen Magnetsinn hat?

Auch die Erde ist ein Magnet

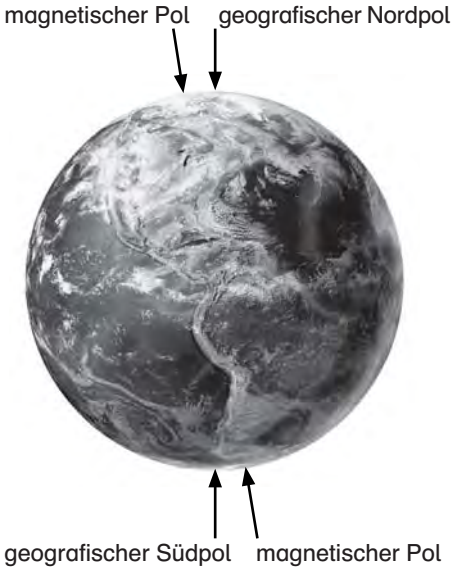
1. Lies den Text.



Die Erdkugel hat zwei Pole:
den Südpol im Süden der Erde und
den Nordpol im Norden der Erde.
Man nennt sie geografische Pole.

Die Erdkugel dreht sich um einen gedachten Stab, der durch diese Pole geht. Die **geografischen Pole** sind auf einem Globus immer am selben Ort zu finden. In den Gebieten rund um die beiden geografischen Pole der Erde ist es sehr kalt.

Heute weiß man, dass die Erde wie ein riesengroßer Magnet wirkt. Wie andere Magneten hat sie zwei **magnetische Pole**. Diese liegen in der Nähe der geografischen Pole. An den **magnetischen Polen** hat die Erde ihre stärkste magnetische Anziehung.



Der Kompass zeigt genau zu den magnetischen Polen, nicht zu den geografischen Polen.

Da der magnetische Pol nicht genau beim geografischen Pol liegt, zeigt der Kompass nicht ganz exakt zum Norden und Süden der Erdkugel.

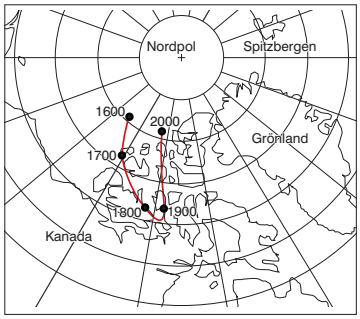
Das muss man beachten, wenn man sich mit einem Kompass und mit Hilfe einer Landkarte orientiert.

2. Lies den Text noch einmal und beantworte folgende Fragen:

- Ein Magnet hat Stellen, wo er am stärksten anzieht.
  Wo liegen diese Stellen bei dem Magneten Erde?
- Stell dir vor, du könntest die Erdkugel in einen Haufen Nägel halten.
  Wo würden die meisten Nägel hängenbleiben?
- Warum kannst du nicht einfach der Kompassnadel folgen, wenn du zum geografischen Nordpol gehen willst?

Was wissen wir heute über den Erdmagnetismus?

1. Lies den Text.

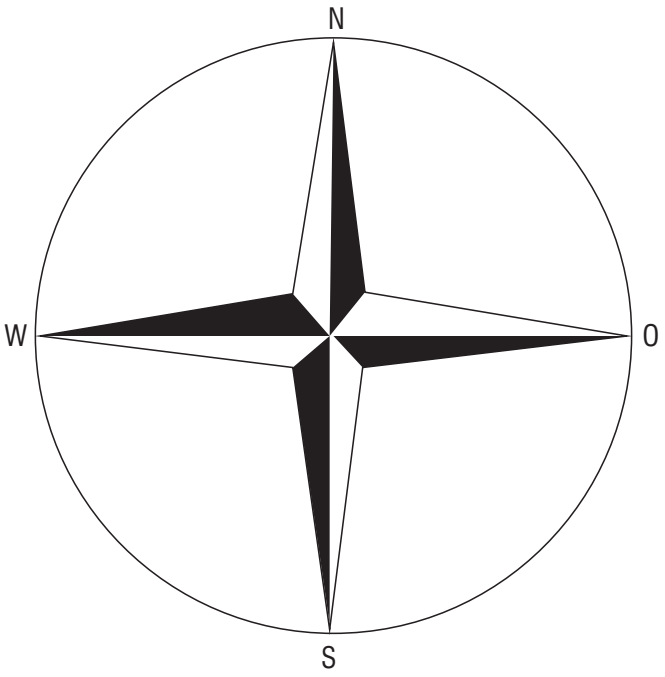


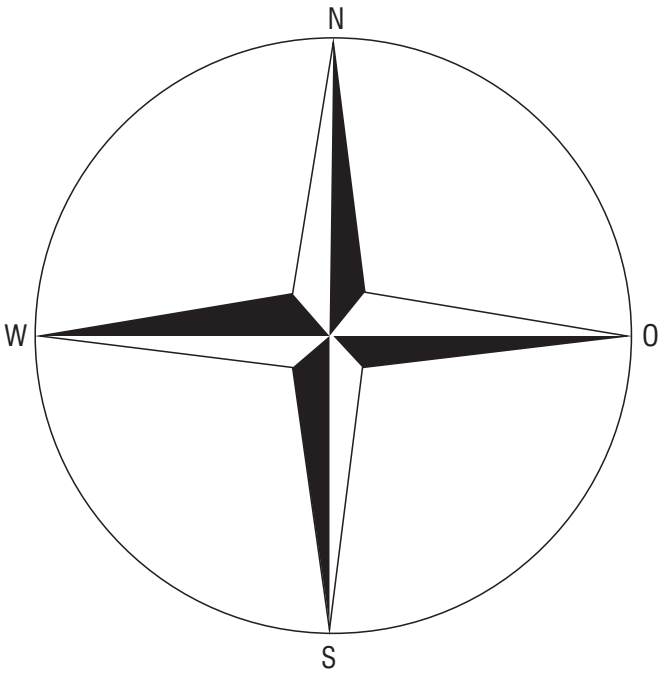
Die Wanderung des magnetischen Pols im Norden seit dem Jahr 1600

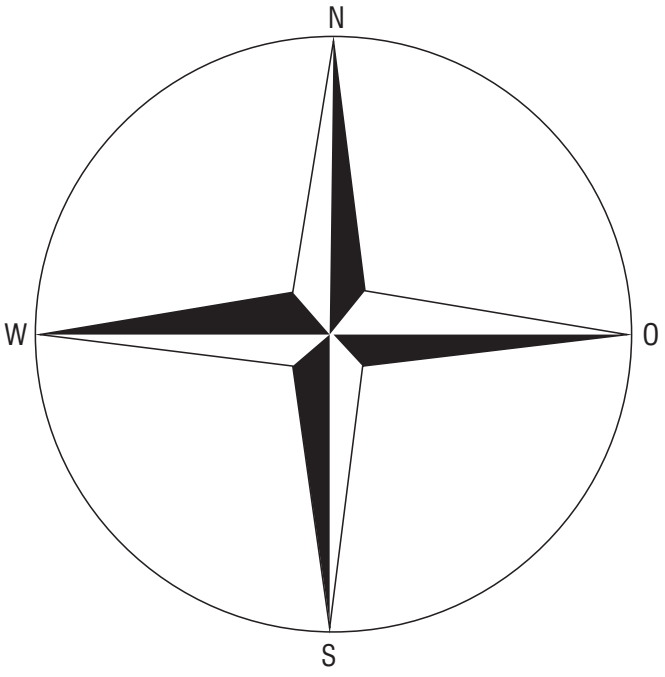
Forscherinnen und Forscher auf der ganzen Erde beschäftigen sich mit der Untersuchung des Erdmagnetismus. Man weiß heute, dass die Erde wie ein riesengroßer Magnet wirkt und zwei magnetische Pole hat. Warum das so ist, weiß man aber noch nicht genau. Man hat herausgefunden, dass die magnetischen Pole der Erde nicht immer an derselben Stelle liegen.
Sie entfernen sich zurzeit täglich ungefähr 90 Meter von den geografischen Polen.
Forscherinnen und Forscher vermuten, dass die Ursache für diese Veränderungen im Inneren der Erde zu suchen ist. Dort befindet sich dickflüssiges Eisen, das sich ständig bewegt. Die Bewegung des dickflüssigen Eisens hat vermutlich Einfluss auf den Erdmagnetismus.
Die Forscherinnen und Forscher haben herausgefunden, dass die magnetische Wirkung der Erde nicht immer gleich war. So war der magnetische Nordpol vor vielen hunderttausend Jahren dort, wo heute der magnetische Südpol liegt. Damals zeigte die rote Spitze der Kompassnadel nach Norden statt nach Süden. Man nennt das „Polsprung“. Nach einem Polsprung zeigt die Kompassnadel genau in die andere Richtung, also zum Beispiel gegen Süden statt gegen Norden.
Solche „Polsprünge“ gingen allerdings sehr langsam vor sich. Sie dauerten ungefähr 10 000 Jahre. Manche Forscherinnen und Forscher glauben sogar, dass sich die Lage der magnetischen Pole schon in den nächsten zweitausend bis fünftausend Jahren wieder umdrehen wird. Was das für Menschen und Tiere bedeuten würde, weiß man noch nicht. Weil man immer noch nicht genau weiß, wodurch die magnetische Wirkung der Erde erzeugt wird und weil der Erdmagnetismus für Menschen und Tiere sehr wichtig ist, forschen auch heute noch sehr viele Menschen an diesem Thema.

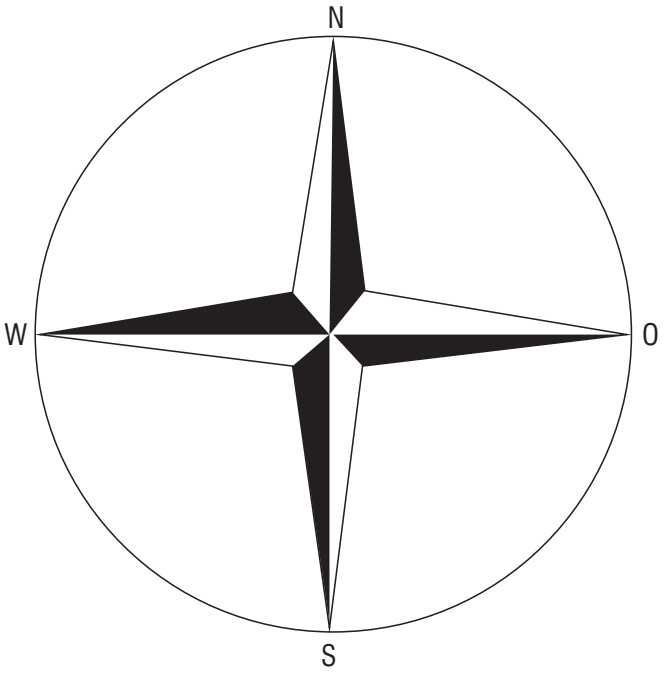
2. Lies den Text ein zweites Mal und beantworte folgende Fragen:

- Was ist der Unterschied zwischen dem geografischen und dem magnetischen Pol?
- Um wie viel Meter entfernen sich die magnetischen Pole von den geografischen Polen an **jedem** Tag?
- Was denken die Forscherinnen und Forscher: Wodurch wird der Erdmagnetismus erzeugt?
- Warum ist es so schwierig herauszufinden, wodurch die magnetische Wirkung der Erde erzeugt wird?
- Was ist ein „Polsprung“?


N
W
O
S


N
W
O
S


N
W
O
S


N
W
O
S

KNOBELAUFGABE

Der Kompass

Der Kompass besteht aus einer aufgezeichneten Windrose mit den Himmelsrichtungen und der Kompassnadel. Diese besteht aus Eisen, ist magnetisiert und drehbar gelagert.
Die Kompassnadel ist also ein drehbarer Magnet.

Der Nordpol der Kompassnadel ist rot markiert, er zeigt nach Norden.

So bestimmst du die Himmelsrichtung mit dem Kompass:
Drehe den Kompass langsam, bis der Nordpol der Nadel auf der Windrose des Kompasses nach Norden (N) zeigt. Nun weißt du, wo Norden und Süden ist – die beiden Spitzen der Magnetnadel zeigen nach N (Norden) und S (Süden).
Osten ist dort, wo die mit O markierte Spitze hinzeigt.
Den Westen (W) findest du jetzt sicher allein.

Überlege: Was könnten die Bezeichnungen NW, NO, SO, SW bedeuten?

So kannst du für deine Schule ein Kompass-Quiz entwerfen:
Gehe so vor:

1. Gehe mit einem Kompass auf den Schulhof.
   Wähle eine Stelle auf dem Schulhof.
   Bestimme mit dem Kompass, wo Süden ist.
2. Schaue genau nach Süden. Schreibe auf, was du dort sehen kannst.
   Mache dasselbe mit den anderen drei Himmelsrichtungen.
3. Tausche deine Tabelle mit einem anderen Kind.
4. Findest du heraus, an welcher Stelle des Schulhofes das andere Kind die Tabelle ausgefüllt hat?

NORDEN	OSTEN	SÜDEN	WESTEN

KNOBELAUFGABE

Der „nasse“ Kompass

Vor tausend Jahren benutzten die Kapitäne auf ihren Schiffsreisen einen sogenannten „nassen“ Kompass. Sie benötigten dazu nur einen Magnetstein, eine Eisennadel, ein dünnes Plättchen aus Holz und ein Gefäß mit Wasser.

Kannst du dir vorstellen, wie der „nasse“ Kompass hergestellt wurde und wie er funktionierte?

Zeichne und beschreibe.

Wenn du magst, baue zu Hause einen „nassen“ Kompass.
Tipp: Runde oder quadratische Plättchen funktionieren am besten!

Sequenz 6: Magnetismus und Elektrizität – Elektromagnetismus

Zeitrahmen: 90 Minuten

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Zugehöriges Wissen
Die Schülerinnen und Schüler …	
• geben die Geschichte der Entdeckung der elektromagnetischen Wirkung durch Oerstedt und Ampère wieder (IK 10).	Fließt elektrischer Strom durch einen Leiter, so zeigt sich eine magnetische Wirkung. Wird der Leiter zu einer Spule gewickelt, verstärkt sich die magnetische Wirkung. Ein Eisenkern innerhalb der Spule verstärkt die Wirkung nochmals.
• bauen einen einfachen Elektromagneten (IK 10).	Fließt Strom durch einen isolierten Leiter, welcher um einen Eisenkern gewickelt wurde (Spule), wird der Kern zum Magneten.
• benennen Unterschiede zwischen Dauer- und Elektromagneten und geben Beispiele für die technische Nutzung an (IK 10).	Bei Elektromagneten kann die magnetische Wirkung ein- und ausgeschaltet werden. Bei Schrottkränen wird diese Möglichkeit genutzt, um Eisen anzuziehen, zu transportieren und wieder fallenzulassen.
Prozessbezogene Kompetenzen	**Angestrebtes Wissen**
Die Schülerinnen und Schüler …	
• beobachten zielgerichtet einen vorgeführten Versuch (PK 6), formulieren dazu eine Vermutung (PK 2) und begründen diese durch Vorwissen (PK 3).	Durch Vergleichen mit vorher durchgeführten Versuchen und deren Ergebnissen kann eine begründete Vermutung geäußert werden.
• führen einen Versuch nach Anleitung durch (PK 5), beobachten die Wirkung (PK 6) und ziehen Schlussfolgerungen im Sinne der Bestätigung oder Falsifikation einer Vermutung (PK 10).	Mit Hilfe geeigneter Versuche können Vermutungen überprüft und Schlussfolgerungen gezogen werden.
• beschreiben historische Beispiele für naturwissenschaftliche Entdeckungen und deren Kontext (MK 1).	Oerstedt hat durch Zufall herausgefunden, dass ein fließender Strom magnetische Wirkung hat. Von Ampère wird berichtet, dass er diese Erkenntnis weiterentwickelt und den Elektromagneten erfunden hat.

Kurzbeschreibung der Stunde:

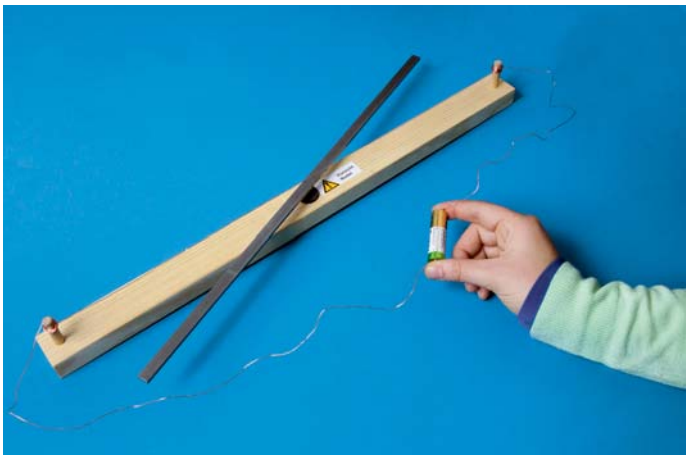
Die Lehrkraft zeigt den Kindern ein Bild von Hans Christian Oerstedt und erzählt von seiner Forschertätigkeit. Sie demonstriert, was Oerstedt entdeckt hat: Die Ablenkung eines Kompasses durch einen stromdurchflossenen Draht. Die Kinder beobachten, dass sich ein magnetisierter Eisenstab bewegt, sobald Strom durch ein parallel dazu liegendes Kabel fließt. Anschließend zeigt die Lehrkraft ein Bild von Ampère und berichtet, wie dieser Oerstedts Versuch weiterentwickelte und herausfand, dass mehrere Leiter nebeneinander und ein Kern aus Eisen die magnetische Wirkung des fließenden Stroms verstärken.
Der Versuch von Ampère wird von den Kindern selbst durchgeführt. Jedes Kind wickelt eine Spule um einen Nagel und schließt diese an eine Batterie an (vier Kinder wechseln sich bei der Benutzung einer Batterie ab). Mit kleinen Nägeln oder Büroklammern wird geprüft, ob der Eisenstab zu einem Magneten geworden ist und was passiert, wenn man die Verbindung zum Kontaktblech wieder löst.
Am Beispiel des Schrottkrans werden die Begriffe *Dauermagnet* und *Elektromagnet* eingeführt, die Unterschiede zwischen beiden Arten von Magneten herausgearbeitet und Anwendungen im Alltag beschrieben.
Abschließend halten die Kinder die Unterschiede zwischen Dauer- und Elektromagneten schriftlich fest und zeichnen einen Schrottkran. Lesetexte über die Entdeckungen von Oerstedt und Ampère stehen in drei verschiedenen Schwierigkeitsstufen zur Verfügung (I leicht, II mittel, III anspruchsvoll).

Organisatorische Hinweise:

Voraussetzung für die Durchführung dieser Sequenz ist, dass die Kinder bereits Erfahrungen mit dem Thema Strom gemacht haben und wissen, dass der Stromfluss durch Öffnen bzw. Schließen des Stromkreises beeinflusst werden kann.
Das „Spüreisen“ ist vorher wieder zu magnetisieren (Holzklotz mit kleinem Magneten dafür benutzen, vgl. Sequenz 5).
Für den Bau des Elektromagneten werden folgende Batterien empfohlen: Einwegbatterien (Typ Mignon AA), 1,5 V oder wieder aufladbare Akkus (Typ Mignon AA), 1,2 V. Es ist ratsam, Markenbatterien zu kaufen, da sich andere schneller entladen. Die Kosten betragen für Einwegbatterien ca. 0,80 Euro und für wieder aufladbare Akkus ca. 3 Euro. Der Kontakt zu den Polen der Batterie darf nur für einen kurzen Moment geschlossen werden, da sonst ein Kurzschluss entsteht, sich der Draht stark erhitzen kann und sich die Batterien sehr schnell entladen. Bei den verwendeten Materialien haben die angegebenen Marken-Batterien ungefähr eine Betriebszeit von 20 Minuten. Als Kern für die Spule wurde ein verzinkter Nagel gewählt, da bei diesem nur wenig Restmagnetismus entsteht. Der Vorteil des An- und Ausschaltens eines Elektromagneten wird so besonders deutlich. Am Korken lässt sich der selbst gebaute Elektromagnet gut in der Hand halten.
Es werden Folien im Unterricht eingesetzt (alternativ: vergrößerte Abbildungen).

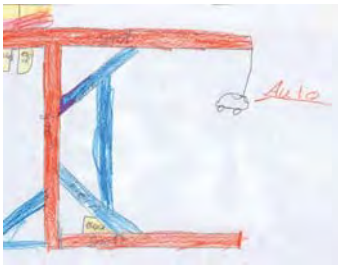
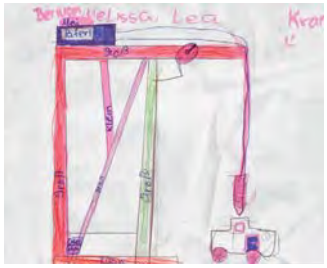
Verlaufsplanung

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	**Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler**	**Material Medien**
Sitzkreis **10 Minuten**	**Einstieg** Die Lehrkraft zeigt ein Bild des dänischen Physikers Hans Christian Oerstedt. LK: *Woran könnt ihr erkennen, dass dieser Mensch vor längerer Zeit gelebt hat?* Die Kinder beschreiben, was auf dem Bild auf früher hinweist. LK: *Das Bild zeigt einen dänischen Physiker, der vor etwa 200 Jahren lebte und sich mit Elektrizität beschäftigte. Er heißt Hans Christian* Oerstedt *und wurde sehr berühmt, weil er wichtige Dinge entdeckte. Er forschte mit Drähten und Batterien* (zeigen) *und wollte herausfinden, was passiert, wenn elektrischer Strom durch einen Draht fließt. Zufällig lag an einem der Tage, als er forschte, ein Kompass* (zeigen) *neben dem Draht. Als* Oerstedt *den Draht an die Batterie anschloss, geschah etwas, das ihn sehr in Erstaunen versetzte.* *Wir werden* Oerstedts *Versuch nun durchführen, um zu sehen, was passierte. Können wir statt eines Kompasses dafür unser großes „Spüreisen“ benutzen*? Mögliche Reaktionen: • Das ist ja auch ein Kompass. • Die Enden zeigen auch nach Norden und Süden.	• Bild von Hans Christian Oerstedt (Folie) • langer, unisolierter Draht • Batterie • Kompass

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	Die Lehrkraft befestigt den unisolierten Draht in der Halterung des Gestells und legt das „Spüreisen“ mit seinem Drehpunkt auf die Spitze der Lagernadel. Nach Auspendeln des „Spüreisens“ in Nord-Süd-Richtung richtet sie das Gestell parallel zum „Spüreisen“ aus. Die Lehrkraft fordert die Kinder nun auf, das „Spüreisen“ genau zu beobachten, bevor sie ein Kind bittet, beide Enden des Drahtes mit der Batterie kurz (!) zu verbinden, wieder zu lösen und noch einmal zu verbinden (nur kurz anschließen, da sich die Batterie sonst sehr schnell entlädt).	• „Spüreisen“ • Halterung für den „Oerstedt-Versuch“ • langer, unisolierter Draht • Batterie
		
	Mögliche Reaktionen: • Das „Spüreisen“ hat sich bewegt. • Immer wenn der Draht an der Batterie ist, bewegt sich das „Spüreisen“. Wenn der Draht ab ist, geht das „Spüreisen“ zurück. • Also wenn Strom durch den Draht geht, bewegt sich das „Spüreisen“.	
	Die Lehrkraft zeigt noch einmal, was passiert, wenn man sich dem „Spüreisen“ mit einem Stabmagneten nähert und fordert die Kinder auf, zu vergleichen.	• 1 kleiner eckiger Stabmagnet
	Mögliche Reaktion: • Der Draht mit Strom wirkt genauso. • Der Strom schubst das „Spüreisen“ an, ohne es zu berühren – wie der Stabmagnet.	
	Der elektrische Strom wirkt also genauso wie der Stabmagnet auf das „Spüreisen“.	

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	**Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler**	**Material Medien**
Sitzkreis **10 Minuten**	**Orientierung/Aufgabenstellung** LK: *Es wird berichtet, dass ein Wissenschaftler namens André-Marie Ampère* (Bild zeigen) *auf die Entdeckung Oerstedts aufmerksam wurde und er mehr darüber wissen wollte. Er wiederholte das Experiment von Oerstedt und machte weitere eigene Experimente. Er fand heraus, dass die Wirkung auf eine Kompassnadel noch größer wird, wenn der stromdurchflossene Draht in mehreren Schlaufen nebeneinander liegt. Er wickelte deshalb den Draht zu einer Spule* (demonstrieren und Begriff erklären)*. Er probierte weiter, indem er einen isolierten Draht ganz oft um einen Eisenstab wickelte und die Drahtenden wieder an eine Batterie anschloss* (demonstrieren)*. Was er dabei herausfand, sollt ihr nun selbst ausprobieren.* 	• Bild von André-Marie Ampère (Folie) • langer, unisolierter Draht
	Die Lehrkraft nimmt einen großen Nagel, an dessen Ende ein Korken steckt und zeigt, wie man einen an den Enden abisolierten Draht um diesen wickelt (eine Spule herstellen). Sie erklärt, dass der Draht isoliert sein muss, damit der elektrische Strom durch die ganzen Wicklungen der Spule fließt und nicht einfach durch den Nagel direkt zur Batterie. Das Ende der Leitung muss abisoliert sein, damit der Kontakt zu den beiden Enden der Batterie hergestellt werden kann. Die Lehrkraft zeigt mit Büroklammern, dass der Nagel nicht magnetisch ist, wenn kein elektrischer Strom durchfließt. Falls das Thema Isolierung noch nicht bearbeitet wurde, kann die Lehrkraft auf plastikummantelte Kabel im Haushalt verweisen.	• 1 großer Nagel mit Korken • 1 isolierter Draht (an den Enden abisoliert) • 1 Batterie • Büroklammern • ggf. Verlängerungsschnur
	Aufgabe Was dann passiert ist, sollt ihr nun selbst herausfinden, indem ihr das Experiment von André-Marie Ampère nachmacht. • Wickelt den isolierten Draht eng um den Nagel. Haltet dabei den Nagel am Korken fest. • Führt dann für einen sehr **kurzen** Moment die Enden des Kabels an die beiden Enden der Batterie. Helft euch gegenseitig dabei. Haltet kleine Büroklammern oder kleine Nägel an den Nagelkopf und beobachtet, was passiert.	

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Einzelarbeit **15 Minuten**	**Erarbeitung** Die Kinder erhalten pro Gruppe eine Batterie. Jedes Kind nimmt einen großen Nagel, der in einem Korken steckt und wickelt mit isoliertem Eisendraht eine Spule um diesen Nagel. Die Leitungsenden werden kurz an die Enden der Batterie angeschlossen. Mit Büroklammern/kleinen Nägeln wird die Wirkung getestet (an den Nagelkopf halten). Die Batterie benutzen die Kinder eines Gruppentisches abwechselnd.	• 8 Batterien (1 Batterie pro Gruppe) • pro Kind: – 1 großer Nagel mit Korken – 1 isolierter Draht (an den Enden abisoliert) – Büroklammern / kleine Nägel – 1 Versuchskarte (als Hilfe)
Sitzkreis **55 Minuten**	**Reflexion** Die Kinder berichten von ihren Beobachtungen: • Die Büroklammern haben an dem Kopf des Nagels gehalten. • Genauso wie bei einem Magneten. • Wenn die beiden Drahtenden an der Batterie angeschlossen sind, ist das ein Magnet. • Das ist ein Magnet mit Strom. • Wenn der Strom wieder aus ist, fallen die Büroklammern runter. **Ergebnis** **Wird isolierter Draht um einen Nagel oder einen Eisenstab gewickelt, entsteht eine Spule. Fließt Strom durch den Draht, wird der Eisenstab zum Magneten. Solche Magneten nennt man Elektromagneten. Die magnetische Wirkung kann bei Elektromagneten ein- und ausgeschaltet werden.**	• 1 von den Kindern gewickelter Elektromagnet
Einzelarbeit	**Arbeit im Forscherbuch** Die Lehrkraft erarbeitet zunächst mit den Kindern mögliche Elemente für die Gliederung der Dokumentation: Überschrift mit dem Namen des Versuchs, Zeichnung und Beschreibung des Versuchs, Beobachtung, Ergebnis. Die Kinder dokumentieren in ihrem Forscherbuch.	• Forscherbuch, ggf. leere Seite
	Vertiefung (auch in einer Folge-Einzelstunde möglich) Alternativ: Die Kinder entwerfen und bauen einen Schrottkran, vgl. weitere Unterrichtsanregungen. Die Lehrkraft zeigt das Bild eines Krans, an dem Schrott hängt. Sie lässt die Kinder beschreiben, was sie sehen. Die Kinder stellen Vermutungen an, wie ein solcher Kran funktioniert: • Es könnte ein Magnet am Kran sein, der den Schrott in die Luft hebt und festhält. LK: *Wie könnte der Kranfahrer den Schrott nun wieder auf den Boden fallen lassen?*	 • Folie „Schrottkran“

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	**Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler**	**Material Medien**
	Möglicher Impuls: LK: *Denkt an unseren Elektromagneten. Was ist der Unterschied zwischen einem Elektromagneten und den Magneten, die wir vorher hier im Unterricht kennengelernt haben?*	
	Die Begriffe *Dauermagnet* und *Elektromagnet* werden von der Lehrkraft eingeführt, an der Tafel notiert und erläutert. Gemeinsam werden die Unterschiede und die Vorteile des Elektromagneten erarbeitet. (Beim Elektromagneten kann der Magnetismus ein- und ausgeschaltet werden; der Schrott fällt beim Ausschalten zu Boden; beim Dauermagneten würde er am Magneten bleiben; die magnetische Wirkung kann beim Elektromagneten durch starke Erschütterungen nicht dauerhaft zerstört werden.)	• Tafel
	LK: (zeigt Folie) *Elektromagneten sind heute in unserem Leben sehr wichtig. Was Oerstedt und Ampère entdeckt haben, nutzen wir nicht nur beim Schrottkran, sondern in vielen technischen Geräten: Beim Mikrofon, Computer, Dynamo (bei der Erzeugung von elektrischem Strom), CD-Player (wir könnten sonst keine Musik hören), Elektromotor, Lautsprecher und der Magnetschienenbremse. Ohne die zufällige Entdeckung von Oerstedt und das Weiterforschen von Ampère gäbe es alle diese technischen Erfindungen nicht.*	• Folie „Verschiedene technische Gegenstände mit Elektromagneten“
	Arbeit im Forscherbuch Die Kinder zeichnen einen Schrottkran und beschreiben, wie er funktioniert. Sie fassen den Vorteil eines Elektromagneten gegenüber einem Dauermagneten selbstständig schriftlich zusammen.   Optional (als Differenzierung): Die Kinder zeichnen den Versuch von Ampère auf und beschriften ihn.	• Forscherbuch, ggf. leere Seite
	Zum Abschluss (oder – falls in der Stunde nicht genügend Zeit bleibt – als Hausaufgabe) Die Kinder wählen einen Lesetext von Ampère oder Oerstedt, lesen ihn zu Hause und berichten am Anfang der nächsten Sequenz über den Text. Die Texte liegen in drei Schwierigkeitsstufen vor (I–III). Im Text III wird auch eine Internetrecherche angeregt; Seiten dazu sind angegeben.	• Forscherbuch • Lesetexte – „Hans Christian Oerstedt“, – „André-Marie Ampère“

Materialien

Kursiv geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.
Sie befinden sich nicht in den Materialkisten für das Spiralcurriculum im Primarbereich.
Die mit einem * versehenen Materialien befinden sich in den Kisten für das 1./2. Schuljahr.

Benötigtes Demonstrationsmaterial

✓	Stückzahl	Material
	1	Bild von Hans Christian Oerstedt (Vorlage für Folie)
	1	Langer, unisolierter Draht (für den Oerstedt-Versuch)
	1	Batterie: Einwegbatterie (Typ Mignon AA), 1,5 V Wichtig: Die Batterie sollte relativ neu sein, sonst ist die elektromagnetische Wirkung u. U. nicht deutlich genug (vorher erproben). *Alternativ kann ein wieder aufladbarer Akku verwendet werden (Typ Mignon AA, 1,2 V).*
	1	Kompass
	1	„Spüreisen“ (magnetisiert; durch die Lehrkraft vorbereitet)
	1	Halterung für den „Oerstedt-Versuch“
	1	Kleiner Magnet auf Holzklotz (zum Magnetisieren des Eisenstabs)
	1	Kleiner eckiger Stabmagnet*
	1	Bild von André-Marie Ampère (Vorlage für Folie)
	1	Großer Nagel mit Korken
	1	Isolierter Draht (an den Enden abisoliert)
	Viele	Büroklammern*
	Ggf.	*Verlängerungsschnur*
	1	Vorlage für Folie „Schrottkran“
	1	Vorlage für Folie „Verschiedene technische Gegenstände mit Elektromagneten“

Benötigtes Experimentiermaterial

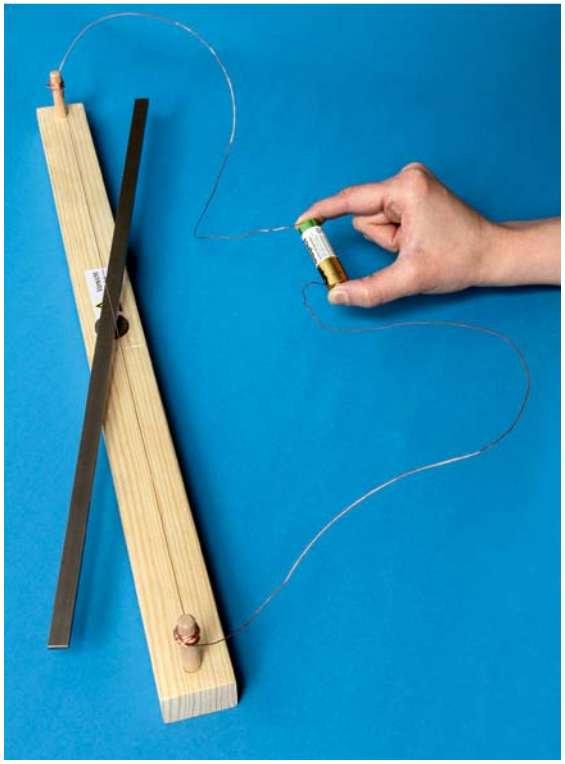
✓	Stückzahl	Material
	8	*Batterien (wenn noch in der Kiste vorhanden, unbedingt vorher erproben, ob die Batterien noch stark genug sind, sonst funktioniert der Elektromagnet nicht)* Empfehlung für Batterietyp: Einwegbatterien (Typ Mignon AA), 1,5 V oder wieder aufladbare Akkus (Typ Mignon AA), 1,2 V
	Schüleranzahl	Große Nägel mit Korken
	Schüleranzahl	Isolierte Drähte (an den Enden abisoliert)
	Viele	Büroklammern und / oder kleine Nägel

Weitere Materialien

✓	Stückzahl	Material
	1	Versuchskarte „Eine elektrische Spule herstellen und ihre Wirkung untersuchen“
	Schüleranzahl	Forscherbücher und ggf. *leere Seiten*
	Schüleranzahl	Lesetext „Hans Christian Oerstedt“ (3 Versionen zur Differenzierung)
	Schüleranzahl	Lesetext „André-Marie Ampère” (3 Versionen zur Differenzierung)

DEMONSTRATIONSVERSUCH 1

Oerstedt-Versuch



Material:
- 1 Halterung für den „Oerstedt-Versuch“
- 1 Eisenstab (magnetisiert)
- 1 Einwegbatterie 1,5 Volt (Typ Mignon AA) (oder Akku Typ Mignon AA, 1,2 V)
- 1 langer, unisolierter Draht

Organisation:
- Demonstrationsversuch
- Kreisgespräch

Wichtig:
- Bei der Verbindung des Drahtendes mit dem Kontaktpunkt der Batterie entsteht leicht ein Wackelkontakt. Fest andrücken!
- Ggf. die Enden des Drahtes ab und zu mit Schleifpapier reinigen.
- Ob Strom durch die Leitung fließt, erkennt man daran, dass das „Spüreisen“ sich bewegt.
- Der Stromkreis darf immer nur für eine **sehr** kurze Zeit geschlossen werden, da die Batterie sonst schnell entleert wird.

Der durch den Leitungsdraht fließende elektrische Strom lenkt das große „Spüreisen“ aus seiner Nord-Süd-Richtung ab. Er wirkt wie ein Magnet.

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Die Lehrkraft erzählt die Geschichte der zufälligen Entdeckung des Elektromagnetismus durch Oerstedt und zeigt die von ihm verwendeten Materialien (Kompass, Draht, Batterie). Statt eines Kompasses nutzt sie zur Demonstration des berühmten Versuchs das große „Spüreisen“ (weil die Wirkung dann für die ganze Klasse besser zu beobachten ist). Die Lehrkraft erinnert die Kinder kurz daran, dass das „Spüreisen“ wie ein Kompass funktioniert.
Anschließend befestigt sie den Draht in der Halterung eines Gestells. Das magnetisierte „Spüreisen“ stellt sie in das Gestell (s. Abb.), sodass sich der Draht über dem in Nord-Süd-Richtung eingependelten „Spüreisen“ befindet (Draht und „Spüreisen“ liegen parallel zueinander). Ein Kind verbindet beide Enden des Drahtes (kurz!) mit der Batterie, löst sie wieder und verbindet sie noch einmal. Die Kinder beobachten und beschreiben die Ablenkung des „Spüreisens“.

Hintergrund:

Fließender Strom erzeugt eine magnetische Wirkung – das „Spüreisen“ wird abgelenkt. Dreht man die Stromrichtung um, wird die Kompassnadel (bzw. das „Spüreisen“) in die andere Richtung ausgelenkt. Dieses Phänomen wird Elektromagnetismus genannt. Der Vorteil eines Elektromagneten gegenüber einem Dauermagneten ist, dass die magnetische Wirkung ein- und ausgeschaltet werden kann.

Erkenntnis für die Kinder:

Die Kompassnadel (das „Spüreisen“) wird durch den stromdurchflossenen Draht ausgelenkt. Die Wirkung verschwindet, wenn der Stromkreis unterbrochen wird. Bei einem Elektromagneten kann die magnetische Wirkung ein- und ausgeschaltet werden.

VERSUCHSBESCHREIBUNG 1

Ampère-Versuch

Die Kinder bauen einen Elektromagneten und beobachten, dass das Ende des Eisenstabes mehrere Büroklammern anzieht.

Material:
Pro Vierergruppe wird benötigt:
- 1 Einwegbatterie 1,5 Volt (Typ Mignon AA) (oder Akku Typ Mignon AA, 1,2 V)
- 4 große Nägel mit Korken
- 4 isolierte Drähte (an den Enden abisoliert)
- Büroklammern und / oder kleine Nägel

Organisation:
- Gruppenarbeit
- Die Batterien müssen unbedingt noch neu genug sein, sonst kann die Wirkung nicht deutlich genug erzeugt und beobachtet werden. Vorher kurz ausprobieren.
- Die Kinder dürfen den Stromkreis jeweils nur kurz schließen, da sich die Batterien sehr schnell entladen.
- Verwendet man statt Einwegbatterien Akkus, so können die Batterien mit einem entsprechenden Gerät immer wieder aufgeladen werden. Die Gesamtbetriebszeit liegt bei den hier angegebenen Materialien für die Einwegbatterien bei ca. 23 Min.; für die Akkus bei ca. 18 Min.

Aktivitäten der Lehrkraft/der Kinder:

Jedes Kind wickelt einen isolierten Draht um einen Nagel, der mit der Spitze in einem Korken befestigt ist. Die abisolierten Enden des Drahtes werden jeweils an die Kontaktstellen der Batterie gehalten. Die Kinder helfen sich dabei gegenseitig und nutzen die Batterie nacheinander. Mithilfe von Büroklammern und / oder kleinen Nägeln wird die magnetische Wirkung der Spule überprüft.

Hintergrund:

Über Ampère wird berichtet, dass er den Versuch von Oerstedt weiterentwickelte. Er zeigte, dass die magnetische Wirkung eines stromdurchflossenen Leiters verstärkt werden kann, wenn der Leiter zu einer Spule gewickelt wird. Noch stärker wird die magnetische Wirkung, wenn der Leiter um einen Eisenkern gewickelt wird (Spule). Fließt Strom durch einen isolierten Leiter, welcher um einen Eisenkern gewickelt wurde, wird der Kern zu einem Magneten.
Ampère bezeichnete das erzeugte Phänomen als Elektromagnetismus. Ein Elektromagnet zieht wie ein Dauermagnet Eisen, Nickel und Kobalt an. Bei Elektromagneten kann die magnetische Wirkung im Gegensatz zu Dauermagneten allerdings ein- und ausgeschaltet werden.

Erkenntnis für die Kinder:

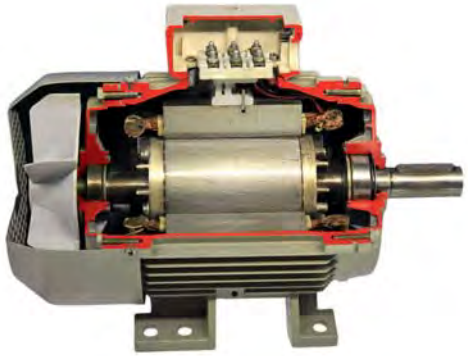
Ein mit Draht umwickelter Nagel ist eine Spule. Fließt Strom durch den Draht, wird der Nagel zum Magneten – einem Elektromagneten. Er zieht kleine Eisenteile an, und die magnetische Wirkung kann ein- und ausgeschaltet werden.

Hans Christian Oerstedt

André-Marie Ampère

Der Schrottkran

Technische Geräte mit Elektromagneten



Elektromotor

Lautsprecher

Mikrofon

Computer

CD-Player

Dynamo

Magnetschienenbremse

Eine elektrische Spule herstellen und ihre Wirkung untersuchen

Du brauchst:
- 1 großen Nagel mit Korken
- 1 isolierten Draht mit abisolierten Enden
- 1 Batterie
- kleine Nägel oder Büroklammern zum Testen

1. Halte den Korken in der einen Hand und wickle mit der anderen Hand den Draht eng um den Nagel. Lasse ungefähr 5 cm am Ende des Drahtes frei.

2. Halte das eine abisolierte Ende des Drahtes an die eine Kontaktstelle der Batterie.

3. Führe nun für einen kurzen Moment das andere Ende des Drahtes an die andere Kontaktstelle der Batterie und halte kleine Nägel oder Büroklammern an das Ende des Nagels. Helft euch gegenseitig.

4. Beobachte, was passiert.

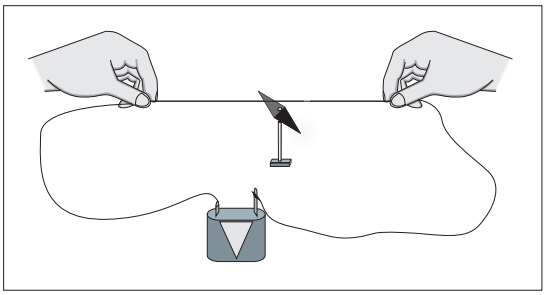
➔ WICHTIG
- Wenn du den Draht zu lange an die Batterie hältst, wird die Batterie sehr schnell entladen!
- Wenn nichts passiert, überprüfe:
  – Ist der Draht fest an den Kontaktstellen der Batterie angeschlossen?
  – Sind die Drahtenden verschmutzt? (Wenn ja, dann mit Schleifpapier sauber schleifen.)
  – Ist die Batterie leer?

Hans Christian Oerstedt (I)

1. Lies den Text.

Hans Christian Oerstedt lebte von 1777 bis 1851.

Der dänische Wissenschaftler Hans Christian Oerstedt beschäftigte sich vor etwa 200 Jahren mit der Erforschung des elektrischen Stroms.
Er wollte herausfinden, ob ein Kabel sich erwärmt, wenn Strom durchfließt.
Er schloss ein Kabel an eine Batterie an. Es entstand ein geschlossener Stromkreis. Zufällig lag neben dem Kabel ein Kompass. Sobald der Stromkreis geschlossen war, bewegte sich die Nadel des Kompasses.



Oerstedt wiederholte den Versuch sehr oft. Die Nadel bewegte sich immer.
Er wusste bereits: Ein Magnet kann eine Kompassnadel beeinflussen. Es war aber neu für ihn, dass auch fließender Strom eine Kompassnadel in Bewegung setzen kann.
Durch diesen Zufall stellte Oerstedt fest, dass man mit Elektrizität einen Magneten in Bewegung versetzen kann.

2. Lies den Text noch einmal. Beantworte die folgenden Fragen.

- Was passiert mit der Kompassnadel, wenn Strom durch den Draht fließt?
- Was brauchst du, um Oerstedts Versuch selbst durchzuführen?

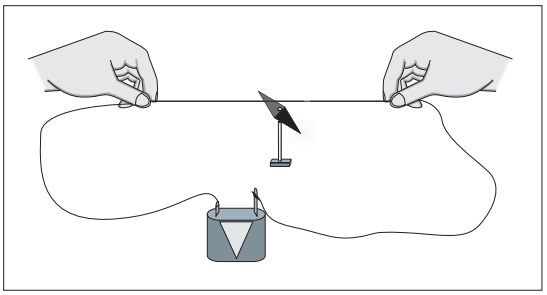
Hans Christian Oerstedt (II)

1. Lies den Text.

Hans Christian Oerstedt lebte von 1777 bis 1851.

Viele wichtige Erfindungen und Entdeckungen der Menschheit sind durch Zufall gemacht worden. So war es auch bei der Entdeckung des Elektromagnetismus durch Hans Christian Oerstedt. Der dänische Wissenschaftler beschäftigte sich vor etwa 200 Jahren mit der Erforschung des elektrischen Stroms.

Hans Christian Oerstedt verband die beiden Pole einer Batterie mit einem Kabel. Zufällig lag ein Kompass neben dem Kabel. Sobald der Stromkreis geschlossen war, bewegte sich die Nadel des Kompasses. Oerstedt wiederholte den Versuch sehr oft, um zu überprüfen, ob das ein Zufall gewesen war. Dabei beobachtete er, dass sich die Nadel **immer** bewegte. Sie zeigte nicht mehr in Nord-Süd-Richtung.



Diese Entdeckung war für Oerstedt völlig überraschend. Es war den damaligen Wissenschaftlern zwar bekannt, dass eine Kompassnadel sich dreht, wenn ein Magnet in die Nähe gebracht wird. Es war aber neu, dass die Kompassnadel sich auch bewegt, wenn sie sich in der Nähe einer Stromleitung befindet. Durch diesen Zufall stellte Oerstedt fest, dass elektrische Leitungen (das sind Kabel, durch die Strom fließt) selbst auch eine magnetische Wirkung erzeugen und so andere Magnete anziehen oder abstoßen können.

2. Lies den Text noch einmal und beantworte die folgenden Fragen. Unterstreiche dazu die wichtigen Stellen.

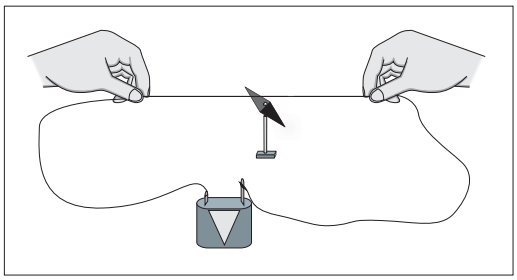
- Wie kam es dazu, dass Oerstedt die magnetische Wirkung des elektrischen Stroms entdeckte?
- Warum war Oerstedt so überrascht?
- Was brauchst du, um Oerstedts Versuch selbst durchzuführen?

Hans Christian Oerstedt (III)

1. Lies den Text.

Hans Christian Oerstedt lebte von 1777 bis 1851.

Viele wichtige Erfindungen und Entdeckungen der Menschheit sind durch Zufall gemacht worden. So war es auch bei der Entdeckung des Elektromagnetismus durch Hans Christian Oerstedt. Der dänische Wissenschaftler beschäftigte sich vor etwa 200 Jahren mit der Erforschung des elektrischen Stroms. Damals kannte kaum jemand elektrischen Strom. Hans Christian Oerstedt lud befreundete Wissenschaftler in sein Haus ein. Er wollte seinen Besuchern zeigen, dass ein Kabel sich erwärmt, wenn Strom durchfließt. Er verband die beiden Pole einer Batterie mit einem Kabel. Zufällig lag ein Kompass neben dem Kabel. Sobald der Stromkreis geschlossen war, bewegte sich die Nadel des Kompasses. Oerstedt wiederholte den Versuch sehr oft, um zu überprüfen, ob das ein Zufall gewesen war. Dabei beobachtete er, dass sich die Nadel **immer** bewegte. Sie zeigte nicht mehr in Nord-Süd-Richtung.



Diese Entdeckung war für Oerstedt völlig überraschend. Es war den damaligen Wissenschaftlern zwar bekannt, dass eine Kompassnadel sich dreht, wenn ein Magnet in die Nähe gebracht wird. Es war aber neu, dass die Kompassnadel sich auch bewegt, wenn sie sich in der Nähe einer Stromleitung befindet. Durch diesen Zufall stellte Oerstedt fest, dass elektrische Leitungen (das sind Kabel, durch die Strom fließt) selbst auch eine magnetische Wirkung erzeugen und so andere Magneten anziehen oder abstoßen können.

2. **Lies den Text noch einmal und beantworte die folgenden Fragen. Unterstreiche dazu die wichtigen Stellen.**
   - Wie kam es dazu, dass Oerstedt die magnetische Wirkung des elektrischen Stroms entdeckte?
   - Warum war Oerstedt so überrascht?
   - Was brauchst du, um Oerstedts Versuch selbst durchzuführen?
3. **Suche im Internet zu den Begriffen „Oerstedt“, „Elektrizität“ und „Elektromagnetismus“.** Auf folgenden Internetseiten findest du dazu etwas: www.fragfinn.de, www.wasistwas.de, www.schuelerlexikon.de

André-Marie Ampère (I)

1. Lies den Text.

André-Marie Ampère lebte von 1775 bis 1836.

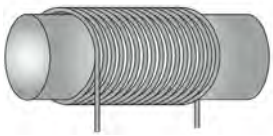
André-Marie Ampère war Physiker und Mathematiker. Er lebte vor etwa 200 Jahren in Paris.

Er hörte davon, dass ein Kabel, durch das Strom fließt, eine Kompassnadel bewegen kann. Nun wusste er: Das Kabel wirkt dann so wie ein Magnet.

Er forschte weiter. Er fand heraus, dass die magnetische Wirkung des Kabels stärker wurde, wenn er das Kabel zu einer Spule zusammenrollte.

Ein zu einer Spule gewickelter Eisendraht

In einem weiteren Versuch entdeckte Ampère noch etwas: Die magnetische Wirkung wurde noch stärker, wenn er das Kabel um einen Stab aus Eisen wickelte.



Eine Spule mit Eisenkern

Damit hatte Ampère eine wichtige Entdeckung gemacht. Er hatte den Elektromagneten erfunden. Elektromagneten sind heute in ganz vielen technischen Geräten zu finden.

Den Namen „Ampere“ benutzt man heute noch, um zu sagen, wie groß die Stärke des Stroms ist, die durch eine Leitung fließt.

2. Lies den Text noch einmal beantworte die folgenden Fragen. Unterstreiche dazu die wichtigen Stellen.

- Woher wusste Ampère, dass eine Leitung, durch die Strom fließt, eine magnetische Wirkung hat?
- Wie kannst du die magnetische Wirkung bei einer Leitung, durch die Strom fließt, stärker machen? Beschreibe genau, was du tun musst.

André-Marie Ampère (II)

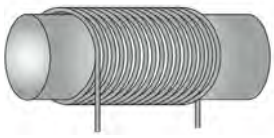
1. Lies den Text.

André-Marie Ampère lebte von 1775 bis 1836.

André-Marie Ampère war Physiker und Mathematiker. Er lebte vor etwa 200 Jahren in Paris.
Eines Tages hörte er von den wissenschaftlichen Versuchen seines Kollegen Hans Christian Oerstedt und besuchte ihn in der Universität in Dänemark. Oerstedt hatte durch Zufall Folgendes herausgefunden: Ein Kabel, durch das elektrischer Strom fließt, bewegt eine magnetische Kompassnadel. Ampère war ganz begeistert von dieser Entdeckung. Ampère reiste zurück nach Frankreich. Er unterbrach die eigenen Forschungsarbeiten und widmete sich nur noch der Entdeckung Oerstedts. Bei seinen Arbeiten fand er heraus, dass die magnetische Wirkung erheblich stärker wurde, wenn er das Kabel zu einer Spule zusammenrollte.

Ein zu einer Spule gewickelter Eisendraht

In einem weiteren Versuch entdeckte Ampère, dass die magnetische Wirkung noch stärker wurde, wenn er das Kabel um einen Stab aus Eisen wickelte. Damit hatte Ampère eine der wichtigsten technischen Entdeckungen dieser Zeit gemacht: Er hatte den Elektromagneten erfunden.



Eine Spule mit Eisenkern

Elektromagneten sind heute in ganz vielen technischen Geräten zu finden. Sie werden z. B. genutzt, um die Weichen bei Modelleisenbahnen zu stellen (Foto), um Töne im Lautsprecher zu erzeugen und um Daten auf dem Computer zu speichern.

Elektromagnet an einer Weiche bei einer Modelleisenbahn

2. Lies den Text noch einmal und beantworte folgende Fragen. Unterstreiche dazu die wichtigen Stellen.

- Woher wusste Ampère, dass eine Leitung, durch die Strom fließt, eine magnetische Wirkung hat?
- Wie kann man die magnetische Wirkung bei einer Leitung, durch die Strom fließt, stärker machen? Beschreibe genau, was du tun musst.

André-Marie Ampère (III)

1. Lies den Text.

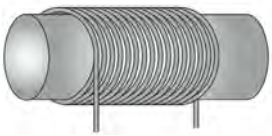
André-Marie Ampère lebte von 1775 bis 1836.

André-Marie Ampère war Physiker und Mathematiker. Er lebte vor etwa 200 Jahren in Paris. Eines Tages hörte er von den wissenschaftlichen Versuchen seines Kollegen Hans Christian Oerstedt und besuchte ihn in der Universität in Dänemark. Oerstedt hatte durch Zufall Folgendes herausgefunden: Ein Kabel, durch das elektrischer Strom fließt, bewegt eine magnetische Kompassnadel. Ampère war ganz begeistert von dieser Entdeckung.

Ein zu einer Spule gewickelter Eisendraht

Ampère reiste zurück nach Frankreich. Er unterbrach die eigenen Forschungsarbeiten und widmete sich nur noch der Entdeckung, die Oerstedt gemacht hatte.

Bei seinen Arbeiten fand er heraus, dass die magnetische Wirkung erheblich stärker wurde, wenn er das Kabel zu einer Spule zusammenrollte.



Eine Spule mit Eisenkern

In einem weiteren Versuch entdeckte Ampère, dass die magnetische Wirkung noch stärker wurde, wenn er das Kabel um einen Stab aus Eisen wickelte.

Elektromagnet an einer Weiche bei einer Modelleisenbahn

Damit hatte Ampère eine der wichtigsten technischen Entdeckungen dieser Zeit gemacht: Er hatte den Elektromagneten erfunden. Elektromagneten sind heute in ganz vielen technischen Geräten zu finden. Sie werden z. B. genutzt, um die Weichen bei Modelleisenbahnen zu stellen (Foto), um Töne im Lautsprecher zu erzeugen und um Daten auf dem Computer zu speichern.

FORTSETZUNG ANDRÉ-MARIE AMPÈRE (III)

Weil diese Entdeckung so wichtig war, hat man später den Namen **Ampere** als Maßeinheit für die Stromstärke verwendet. (Was du vielleicht noch nicht weißt: Eine Maßeinheit ist etwas, womit wir angeben können, was wir gemessen haben. Meter und Kilogramm sind auch Maßeinheiten.)

Man sagt beispielsweise: Durch diese Leitung fließen zwei Ampere Strom.

Verschiedene Amperemeter

2. Lies den Text noch einmal und beantworte folgende Fragen. Unterstreiche dazu die wichtigen Stellen.

- Woher wusste Ampère, dass eine Leitung, durch die Strom fließt, eine magnetische Wirkung hat?
- Wie kann man die magnetische Wirkung bei einer Leitung, durch die Strom fließt, stärker machen? Beschreibe genau, was man tun muss.
- Wofür benutzen wir heute noch den Namen **Ampere**?

3. Suche im Internet.

- Wofür werden Elektromagneten gebraucht? Suche auch nach Bildern.
- Berichte deinen Mitschülerinnen und Mitschülern davon. Zeige die Bilder und erkläre dazu. Auf folgenden Internetseiten findest du dazu etwas: www.wasistwas.de, www.schuelerlexikon.de, www.lsw.de/schulportal/CMS/Kinder.aspx

KNOBELAUFGABE

Abfall ist wertvoll

In unserem Abfall stecken viele Dinge, die noch gebraucht werden können. Man sagt dazu: Diese Dinge können wiederverwertet werden.
Auch Eisen ist ein wertvolles Material, das wiederverwertet werden kann.
Um Eisenteile aus Bergen von Abfall herauszusuchen, braucht man eine Maschine.

Wie könnte eine solche Maschine aussehen? Wie funktioniert sie?

So sieht meine Eisensortiermaschine aus. Zeichne:

So funktioniert sie. Beschreibe:

Sequenz 7: Unsere Forscherarbeit

Zeitrahmen: 45 Minuten

Inhaltsbezogene Kompetenzen	Zugehöriges Wissen
Die Schülerinnen und Schüler … • fassen das erworbene Wissen zum Magnetismus zusammen (IK 1–IK 8, IK 10).	• Magneten ziehen Eisen (und Nickel) bzw. eisen-(sowie nickel-)haltige Materialien an bzw. werden von diesen angezogen. • Magneten wirken auch über Distanz. • Magneten gibt es in unterschiedlichen Formen (z. B. Stab-, Hufeisen-, Scheiben-, Ringmagneten). • Die Größe eines Magneten ist nicht immer entscheidend für seine Stärke. • Alle Magneten haben zwei sich voneinander unterscheidende Pole; dort ziehen sie am stärksten an. • Gleiche Pole stoßen sich ab, ungleiche Pole ziehen sich an. • Drehbar gelagerte Magneten richten sich auf der Erde immer in Nord-Süd-Richtung aus. • Der nach Norden zeigende Pol eines Magneten wird Nordpol genannt, der nach Süden zeigende Südpol. • Ein Kompass besteht aus einer Windrose und einem drehbar gelagerten Magneten. Mit ihm kann man die Himmelsrichtungen bestimmen. • Ein um einen Eisenkern aufgewickelter, isolierter Draht wird zu einer Spule. Fließt durch den Leiter elektrischer Strom, zeigt sich in ihrer Umgebung eine magnetische Wirkung. Der in der Spule liegende Eisenkern wird durch den elektrischen Strom magnetisiert. • Die Entstehung des Erdmagnetismus ist bis heute noch nicht vollständig erforscht.
Prozessbezogene Kompetenzen	**Angestrebtes Wissen**
Die Schülerinnen und Schüler … • benennen und unterscheiden bei Untersuchungen vorkommende Forschertätigkeiten (PK 4), die sie selbst durchgeführt haben, und begründen, warum diese für das Forschen wichtig sind (MK 6).	Die Tätigkeiten von Forscherinnen und Forschern sind vielfältig. Die von den Kindern angewandten Methoden umfassen Folgendes: • eine Frage formulieren • eine Vermutung aufstellen und überprüfen • einen Versuch planen und durchführen • ein faires Experiment entwickeln und durchführen • beobachten • Ergebnisse formulieren • Aussagen belegen • eine Regel entdecken und formulieren (Polregel) • über Vermutungen, Planungen, Versuche und Ergebnisse sprechen • eigene Vorstellungen und Gedanken begründen • mit Hilfe von Wissen etwas vorhersagen • dokumentieren • einen eigenen oder einen fremden Versuch nach bestimmten Kriterien bewerten • Texte lesen und daraus Informationen entnehmen • Informationen im Internet recherchieren • in einem Forscherkreislauf arbeiten

Prozessbezogene Kompetenzen	Angestrebtes Wissen
• geben Beispiele für wissenschaftlich noch nicht geklärte Phänomene an (MK 3).	Naturwissenschaftliches Wissen ist begrenzt und hat einen vorläufigen Charakter. Es befindet sich in ständiger Weiterentwicklung. Manche Phänomene können noch nicht befriedigend erklärt werden.
• beschreiben historische Beispiele für naturwissenschaftliche Entdeckungen und geben den Kontext an, indem sie entstanden sind (Entdeckung des Elektromagnetismus durch Oerstedt) (MK 2).	Entdeckungen einzelner Personen haben das Wissen in den jeweiligen Bereichen der Wissenschaft häufig entscheidend erweitert.
• bewerten die Qualität ihrer Arbeiten und der ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler (PK 12).	Forscherinnen und Forscher bemühen sich um eine gute Qualität ihrer Forschung und darum, diese möglichst objektiv einzuschätzen und fortlaufend zu verbessern.

Kurzbeschreibung der Stunde:

Die Kinder notieren zunächst auf Karten, welche Ergebnisse zum Thema Magnetismus für sie besonders interessant waren. Die Ergebnisse werden an der Tafel geordnet, ggf. wird nachträglich ergänzt. Die Materialien auf dem Forschertisch bzw. Bildkarten von unterschiedlichen Versuchen unterstützen die Erinnerung.
Im folgenden Klassengespräch überlegen die Kinder, welche Forschertätigkeiten zu den Ergebnissen geführt hatten. Die Kinder stellen jeweils die Tätigkeit vor, beschreiben, in welchem Zusammenhang sie ausgeführt wurde, und was daran besonders wichtig ist. Die Lehrkraft unterstützt die Erinnerung ggf. mit vorbereiteten Karten. Noch fehlende Forschertätigkeiten werden auf dem Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“, das in der 4. Sequenz erstellt wurde, ergänzt.
In der Reflexion spricht die Lehrkraft mit den Kindern über das Vorgehen „richtiger“ Forscherinnen und Forscher, vergleicht dieses mit den Forscherarbeiten der Kinder, thematisiert, dass Forscherpersönlichkeiten wichtige Dinge oft auch durch Zufall entdeckt haben, dass viele Dinge immer noch nicht geklärt sind und heute viele Forschende am Thema Magnetismus intensiv arbeiten.
Abschließend reflektieren die Kinder auf einem Arbeitsblatt ihre Forschertätigkeiten.

Verlaufsplanung

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
Frontal Einzel- und Partnerarbeit **10 Minuten**	**Einstieg** LK: *Wir haben nun eine ganze Menge über den Magnetismus gelernt. Schreibt nun <u>eine</u> Sache über den Magnetismus auf ein Blatt, die ihr besonders spannend oder wichtig findet. Die Materialien auf dem Forschertisch helfen euch beim Nachdenken* (Alternativ: Bildkarten mit Abbildungen von den durchgeführten Versuchen als Erinnerungshilfe aufhängen). *Besprecht mit eurem Nachbarn/eurer Nachbarin, wie ihr das so aufschreiben könnt, dass jedes Kind weiß, was gemeint ist.* Die Kinder notieren das von ihnen ausgewählte Ergebnis. LK: *Heftet die notierten Ergebnisse an die Tafel. Achtet dabei darauf, was zusammengehört.* (Die Lehrkraft hilft bei der Anordnung.)	• DIN-A4-Blätter (je eines pro Kind) • Materialien für den Forschertisch (Auflistung s. u.) • Alternativ: Bildkarten „Versuche“ • Klebestreifen oder Magneten zum Befestigen an der Tafel

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	LK: *Gibt es noch etwas, das wir erarbeitet haben und das von niemandem notiert wurde* (ggf. auf Blatt ergänzen)?	
Frontal **5 Minuten**	**Orientierung/Aufgabenstellung** LK: *Nun wollen wir überlegen, welche Forschertätigkeiten uns zu diesem Wissen verholfen haben. Vor einigen Stunden haben wir darüber schon einmal nachgedacht – dort haben wir das Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ erstellt.* **Aufgaben** • Überlegt, was wir dort noch ergänzen müssen. • Sagt, wo ihr so vorgegangen seid, warum die Dinge wichtig sind für das Forschen und was man dabei beachten muss.	• Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ (aus Sequenz 4)
Frontal **15 Minuten**	**Erarbeitung** Im Gespräch werden Forschertätigkeiten gesammelt, die noch nicht auf dem Plakat aus der Sequenz 4 fixiert wurden (auf dem Plakat ergänzen). Gemeinsam wird erarbeitet, was man bei den jeweiligen Forschertätigkeiten beachten muss und warum die Tätigkeit beim Forschen wichtig ist. Folgende Tätigkeiten könnten genannt werden: • Eine Frage formulieren (Ist der größere Magnet immer auch der stärkere?) • Eine Vermutung aufstellen (Magneten ziehen Dinge aus Metall an.) • Eine Vermutung überprüfen (Ein Magnet zieht alle Euro- und Cent-Münzen an.) • Einen Versuch planen • Einen Versuch durchführen • Ein faires Experiment entwickeln (die selbst entwickelten Experimente der Kinder) • Ein faires Experiment durchführen (z. B. den Sandbecher-versuch) • Ergebnisse formulieren • Aussagen belegen (Die Stärke eines Magneten hat nichts mit seiner Größe zu tun.) • Eine Regel entdecken und formulieren (Polregel) • Über Vermutungen, Planungen, Versuche und Ergebnisse sprechen • Begründen, was man denkt • Dokumentieren (zeichnen, aufschreiben) • Einen eigenen oder einen fremden Versuch nach bestimmten Kriterien bewerten (Ist der Versuch fair?) • Einen Text lesen und daraus Informationen entnehmen (Lesetext „Vögel spüren den Erdmagnetismus“) • Informationen im Internet recherchieren • In einem Forscherkreislauf arbeiten • Mit Hilfe von Wissen etwas vorhersagen • usw.	• Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ (aus Sequenz 4)

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	Mögliche Impulse: Die Lehrkraft legt vorbereitete Karten mit den durchgeführten Tätigkeiten in den Kreis, um die Erinnerung anzuregen und lässt die Kinder gemeinsam herausfinden, wo diese Tätigkeit vorkam.	• 18 Begriffskarten „Forschertätigkeiten“
Frontal **15 Minuten**	**Reflexion** LK: *Ihr habt viele verschiedene Forschertätigkeiten durchgeführt. Manches haben wir schon öfter im Unterricht gemacht. Gibt es Forschertätigkeiten, die ihr im Unterricht zum Magnetismus neu gelernt habt? (*Gespräch über das neu Gelernte, die Lehrkraft könnte diese Tätigkeiten auf dem Plakat unterstreichen.) LK: *Erwachsene Menschen, die in ihrem Beruf forschen, gehen bei ihrer Arbeit ganz genau so vor – wenn auch ihre Experimente komplizierter sind. Sie überlegen sich, wie etwas sein könnte, überprüfen das, was sie denken, mit Experimenten, beobachten genau, messen und leiten Ergebnisse aus ihren Beobachtungen ab. Und wenn sie etwas herausgefunden haben, schreiben sie es auf, begründen es und stellen es anderen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern vor, sodass diese überprüfen können, ob das auch wirklich stimmt. Vielleicht kennt ihr Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die Forschungen machen.* Ggf. berichten die Kinder von Forscherinnen und Forschern aus ihrem Umfeld, was diese machen und wo sie arbeiten. Die Lehrkraft regt die Kinder an, Forscherinnen und Forscher nach ihrer Arbeit zu fragen und davon im Unterricht zu berichten. LK: *Es gibt viele berühmte Forscherinnen und Forscher, wie z. B. Ampère, die durch ihre Forschungen wichtige Dinge herausgefunden haben. Manchmal wurden entscheidende Tatsachen durch Zufall entdeckt, so wie es bei Oerstedt der Fall war. Obwohl auf der ganzen Welt viele Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zum Thema Magnetismus forschen, können sie heute noch immer nicht vollständig erklären, wie der Erdmagnetismus entsteht und was im Innern von Eisen passiert, wenn man es magnetisiert. Daran wird immer noch intensiv geforscht.* Falls Expertenkinder den Text zum Erdmagnetismus und zu den magnetischen Polen der Erde aus Sequenz 5 bearbeitet haben, könnten diese hier berichten, was sie gelesen haben. LK: *Kennt ihr noch andere Dinge, an denen Forscherinnen und Forscher heute intensiv arbeiten?* Kinder berichten ggf. vom Magnetsinn der Tiere, vom Weltall, von Atomen …	• Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	**Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler**	**Material Medien**
	LK: *Dass Forschungen wichtig sind, haben wir am Beispiel der Entdeckung von Oerstedt und von Ampère gesehen: Ohne die Entdeckung des Elektromagnetismus gäbe es viele elektrische Geräte nicht, z. B. keinen Dynamo am Fahrrad, keine elektrische Bohrmaschine, keinen Haarfön, keinen Lautsprecher. Und wenn die Menschen nicht den Erdmagnetismus entdeckt und den Kompass erfunden hätten, wären manche Entdeckungsfahrten gar nicht möglich gewesen.*	
	Die Kinder bearbeiten zum Abschluss das Arbeitsblatt „Meine Forschertätigkeiten zum Magnetismus“. In der Folgezeit können die Kinder in der Freiarbeit ggf. noch offen gebliebenen oder neu auftauchenden Fragen zum Themenbereich Magnetismus nachgehen. In einer regelmäßig stattfindenden „Forscherstunde“ können die Kinder über neue Forscherfragen und eigene Versuche berichten.	• Forscherbuch und AB „Meine Forschertätigkeiten zum Magnetismus“

Materialien

Kursiv geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.
Sie befinden sich nicht in den Materialkisten für das Spiralcurriculum im Primarbereich.
Die mit einem * versehenen Materialien befinden sich in den Kisten für das 1./2. Schuljahr.

Benötigtes Demonstrationsmaterial

✓	Stückzahl	Material
Materialien für den Forschertisch:		
	2	Mittelgroße runde Stabmagneten
	2	Kleine eckige Stabmagneten*
	2	Hufeisenmagneten*
	8	Beschriftete Quader aus verschiedenen Materialien (Set)*
	2	„Kusshunde“ mit Ringmagneten und Ringmagneten auf Holzstab*
	1	Versuch „Sandbecher heben“ (bestehend aus einem Wiegebecher, einer Dose mit Sand, einem kleinen runden Stabmagneten und einem mittelgroßen runden Stabmagneten)
	1	Versuch „Eisenmuttern heben“ (bestehend aus einer Schraube, einer Dose mit zehn Muttern, einem kleinen Scheibenmagneten und einem großen Scheibenmagneten)
	1	„Schiebebrettversuch“ (bestehend aus einem kleinen runden Stabmagneten, einem mittelgroßen runden Stabmagneten, einer laminierter Unterlage (mit zuvor eingezeichneter Linie), Klebestreifen, zwei großen Unterlegscheiben, einer kleinen Unterlegscheibe, einem Lineal, einem Schiebebrett und *einem Folienstift non-permanent*)
	1	Selbst gebauter Kompass
	1	„Oerstedt-Versuch“ (bestehend aus einer Halterung für den „Oerstedt-Versuch“, einem magnetisierten Eisenstab („Spüreisen“), einer Einwegbatterie und einem langen, unisolierten Draht)
	1	Selbst gebauter Elektromagnet
	1	Je ein kleiner eckiger Stabmagnet* (in Alufolie eingewickelt), Quader aus Messing (in Alufolie eingewickelt), Quader aus Eisen (in Alufolie eingewickelt)
	8	Bildkarten „Versuche“
	1	Plakat „Wir arbeiten wie Forscherinnen und Forscher“ (aus Sequenz 4) (ggf. zweites leeres Plakat zum Ergänzen)
	18	Begriffskarten „Forschertätigkeiten“

Weitere Materialien

✓	Stückzahl	Material
	Je eines pro Kind	*Leere DIN-A4-Blätter*
	Viele	*Tafelmagneten (für die Befestigung an der Tafel) (oder Klebestreifen)*
	Schüleranzahl	Forscherbuch und AB „Meine Forschertätigkeiten zum Magnetismus“

„Kusshund“

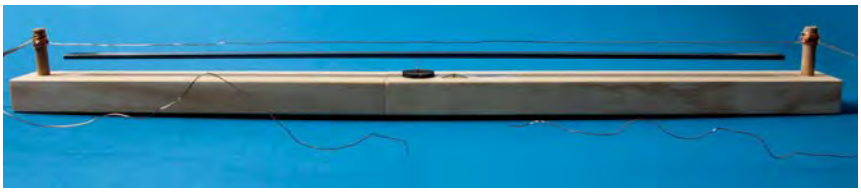
Sandbecher heben

Eisenmuttern heben

„Spüreisen“

Schiebebrettversuch

Oerstedt-Versuch



Ampère-Versuch

Was ist in dem Päckchen?

eine Frage formulieren

eine Vermutung aufstellen

eine Vermutung überprüfen

einen Versuch planen

einen Versuch durchführen

ein faires Experiment entwickeln

ein faires Experiment durchführen

Ergebnisse formulieren

Aussagen belegen

eine Regel entdecken
und formulieren

über Vermutungen,
Planungen, Versuche und
Ergebnisse sprechen

begründen,
was man denkt

etwas vorhersagen

dokumentieren
(zeichnen, aufschreiben)

einen eigenen oder
einen fremden Versuch
bewerten

einen Text lesen und
daraus Informationen
entnehmen

Informationen im Internet recherchieren

in einem Forscherkreislauf arbeiten

Meine Forschertätigkeiten zum Magnetismus

Das habe ich beim Forschen besonders gern gemacht:

Das habe ich über Forscherinnen, Forscher und über ihre Forscherarbeit neu gelernt:

Das möchte ich selbst beim Forschen noch lernen oder verbessern:

Weitere Unterrichtsanregung: Planung und Bau eines Schrottkrans (optional)

Zeitrahmen: ca. 90 Minuten

Kurzbeschreibung der Stunde:

Die Kinder entwerfen und bauen einen „Schrottkran“ (vgl. auch Vertiefung in Sequenz 6). Sie beurteilen, ob die nach ihrem Plan gebauten Modelle funktionstüchtig sind.
Diese optionale Erweiterung zu Sequenz 6 (Magnetismus und Elektrizität – der Elektromagnetismus) fördert Kompetenzen im technischen Bereich des Sachunterrichts und gibt Gelegenheit, das in der Unterrichtsreihe gewonnene Wissen über den Elektromagnetismus praktisch anzuwenden.

Organisatorischer Hinweis:

Die Baumaterialien für das Gestell des Krans müssen von der Lehrkraft selbst besorgt werden. Zum Bau des Krangestells können Holzspieße und Knetkugeln benutzt werden. Auch Technik-Baukästen bieten sich an (Legotechnik, Fischertechnik). Kräne lassen sich auch aus Holzabfällen oder Pappe bauen (in Baumärkten häufig kostenlos). Nur im letzteren Fall können die Kinder ihre gebauten Kräne mit nach Hause nehmen. Anregungen geben die von Kindern entworfenen und gebauten Kräne (s. Abbildungen S. 361 f.).

Verlaufsplanung

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	**Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler**	**Material Medien**
Sitzkreis **10 Minuten**	**Einstieg/Orientierung/Aufgabe** Die Lehrkraft zeigt ein Bild eines Schrottkrans (Folie). Die Kinder beschreiben, wie dieser funktioniert (Anknüpfung an Sequenz 6). Warum der Schrottkran einen Elektromagneten benötigt und warum ein Dauermagnet nicht funktionieren würde, wird noch einmal hervorgehoben.	• Bildkarte „Schrottkran“ (Folie)
	LK: *In dieser Stunde sollt ihr selbst einen Schrottkran entwerfen und bauen. Der Kran soll dieses Auto* (Legoauto mit darauf festgebundener Büroklammer zeigen) *heben, kurz halten und wieder ablegen können. Dabei könnt ihr die folgenden Materialien benutzen.*	• 1 Legoauto • 1 Gummiband • 1 Büroklammer (für die zu hebende Last) • Batterien • Drähte • große Nägel (für den Elektromagneten) • Technik-Baukästen • Holzmaterialien u. Ä. (für den Bau des Krans)
	Die Lehrkraft stellt die zur Verfügung stehenden Materialien (Batterien, Drähte, Nägel usw.) vor. Alternativ könnte sie die Aufgabe bereits in der vorhergehenden Stunde stellen und die Kinder bitten, einen Kran zu entwerfen und entsprechende Materialien für den Bau selbst mitzubringen. Ob in Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit gearbeitet wird, entscheidet die Lehrkraft in Abhängigkeit von den Vorerfahrungen der Kinder im technischen Konstruieren und vom vorhandenen Material.	

Zeit, Sozial-/ Arbeitsform	Lehrkraft – Schülerinnen und Schüler	Material Medien
	Aufgabe • Fertigt zunächst eine Zeichnung an. • Baut mit den vorhandenen Materialien einen stabilen Schrottkran mit einem Elektromagneten. • Testet, ob euer Kran das Legoauto hochheben, fünf Sekunden lang in der Luft halten und wieder fallen lassen kann. Schaltet den Magneten aber nur kurz ein, damit die Batterie nicht zu schnell entladen wird.	
Einzel-, Partner- oder Gruppenarbeit **55 Minuten**	**Erarbeitung** Die Kinder wählen zunächst das Material aus, das sie benutzen wollen. Sie zeichnen, wie ihr Kran aussehen soll, und setzen ihre Planung mit dem ausgewählten Material um. Wenn sich der Entwurf als nicht realisierbar herausstellt, muss die Planung ggf. angepasst werden. Die Kinder testen die Funktionstüchtigkeit ihres Krans.	• Batterien • Drähte • große Nägel (für den Elektromagneten) • Legoautos • Gummibänder • Büroklammern (für die zu hebende Last) • Technik-Baukästen • Holzmaterialien u. Ä. (für den Bau des Krans) • ggf. 8 Bildkarten als Anregung • Forscherbuch, ggf. leere Seite
Rundgang, Einzelarbeit **25 Minuten**	**Reflexion** LK: *Nun wollen wir jeden Kran einer TÜV-Prüfung unterziehen. Wir prüfen, ob der Kran das Auto heben, fünf Sekunden halten und wieder loslassen kann.* Da die Modelle sich vermutlich nur schwer transportieren lassen, sollten sie am jeweiligen Bauplatz begutachtet werden. Die Kriterien für die Begutachtung der einzelnen Kräne werden zuvor mit den Kindern erarbeitet: Mögliche Kriterien sind: • Kann das Auto angehoben und gesenkt werden? • Kann der Strom schnell ein- und ausgeschaltet werden? • Steht der Kran auch bei der Bedienung stabil – ist das Gegengewicht genügend groß? • Wie originell ist die Lösung? Die Kinder zeichnen und beschriften ihre Konstruktion im Forscherbuch.	• Kranmodelle der Kinder • 1 Legoauto mit darauf befestigter Büroklammer • Forscherbuch, ggf. leere Seite

Materialien

Kursiv geschriebene Materialien müssen selbst besorgt werden.
Sie befinden sich nicht in den Materialkisten für das Spiralcurriculum im Primarbereich.
Die mit einem * versehenen Materialien befinden sich in den Materialkisten für das 1./2. Schuljahr.

Benötigtes Demonstrationsmaterial

✓	Stückzahl	Material
	1	Vorlage für Folie „Schrottkran“
	1	Legoauto
	1	Gummiband
	1	Büroklammer*

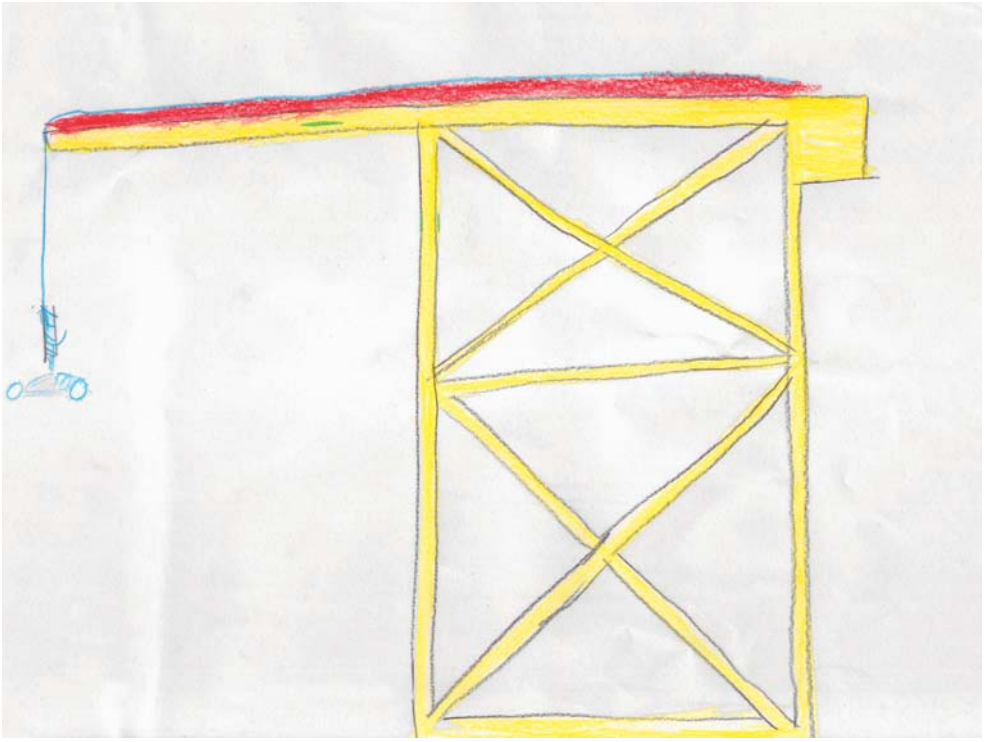
Benötigtes Experimentiermaterial

✓	Stückzahl	Material
	10	Legoautos
	10	Gummibänder
	Offen	Büroklammern (max. 10)*
	Schüleranzahl	Große Nägel (für den Elektromagneten, max. 32)
	Offen	*Batterien*
	Schüleranzahl	Isolierte Drähte (max. 32)
		Materialien für den Bau des Krangestells nach vorhandenen Möglichkeiten: Fischertechnik, Legotechnik, Holzabfälle (Leisten u. Ä.), Holzspieße, Knetkugeln, Pappreste

Weitere Materialien

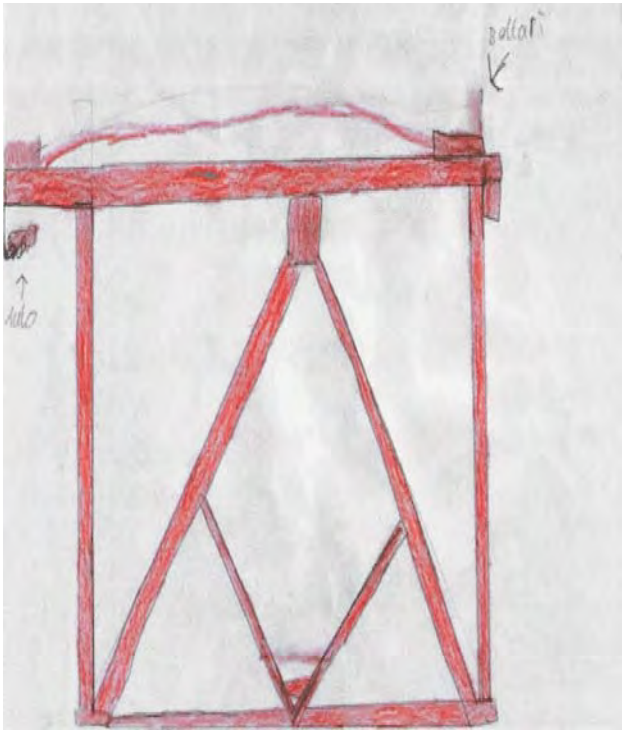
✓	Stückzahl	Material
	Schüleranzahl	Forscherbücher und ggf. *leere Seiten*
	Ggf. 8	Bildkarten als Anregung

Konstruktionszeichnung 1

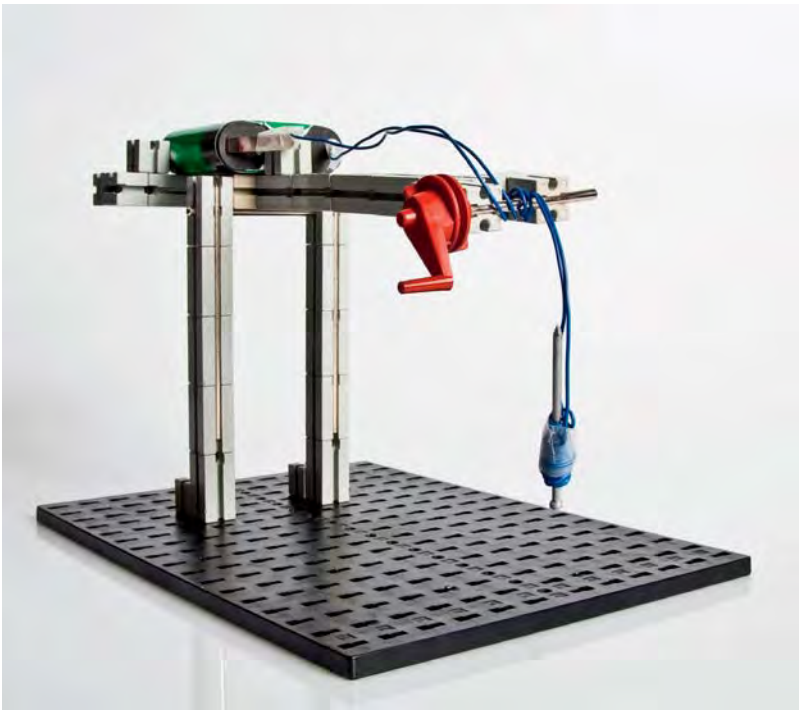


Konstruktionszeichnung 2

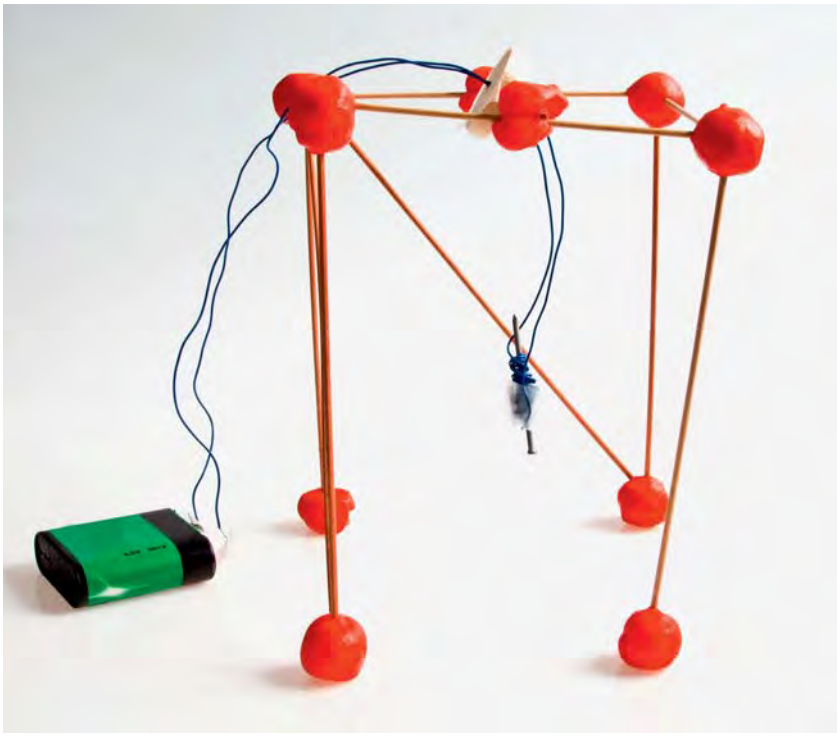
Konstruktionszeichnung 3



Schrottkran aus Fischertechnik®

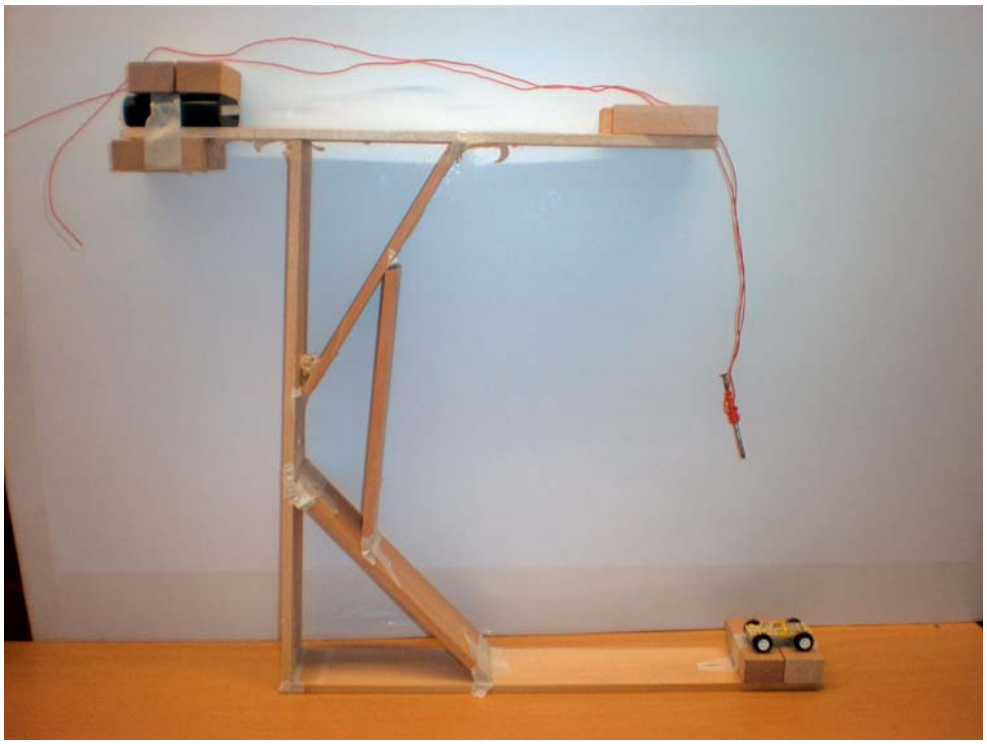


Schrottkran aus Schaschlik-Stäben und Knetmasse



Schrottkran aus Pappe

Schrottkran aus Holz



Konstruktionszeichnung und Bauanleitung

Unser Experiment:

Unser selbst-gemachter-Kran

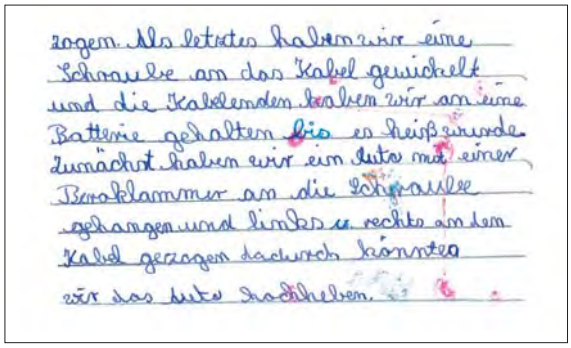
So haben wir gearbeitet:

Zuerst haben wir aus Knettkugeln und Saschlikstäppchen ein eigenen Kran gebaut. Danach haben wir links und rechts auf Knettkugeln Beroklämmern reingesteckt und ein Kabel durch ge

Das habe ich heute gelernt:

Das ein Krahn mit einem selbst gemachten Magnetten ein Auto hochheben könnten. kann

So beurteile ich heute meine Mitarbeit:



zogen. Als letztes haben wir eine Schraube an das Kabel gewickelt und die Kabelenden haben wir an eine Batterie gehalten bis es heiß wurde. Zunächst haben wir ein Auto mit einer Beroklammer an die Schraube gehangen und links u. rechts an den Kabel gezogen dadurch könnten wir das Auto hochheben.

6 Erreichte Kompetenzen diagnostizieren

6 Erreichte Kompetenzen diagnostizieren

In diesem Kapitel werden verschiedene Möglichkeiten zur Erfassung der im Magnetismus-Unterricht erreichten Kompetenzen vorgeschlagen. So können individuelle Lernerfolge und -entwicklungen beurteilt und Folgerungen für die Planung von Unterricht abgeleitet werden.

Zur Erfassung individueller Lernstände bieten sich unterschiedliche Maßnahmen an:

- Schriftliche Aufgaben, die auf die Erfassung des Gelernten bzw. der Fähigkeit zum Transfer des Gelernten abzielen. Diese können unterrichtsbegleitend oder aber auch am Ende der jeweiligen Unterrichtseinheit eingesetzt werden (Kap. 6.1).
- Ein von den Lernenden angefertigtes Forschertagebuch, das neben Arbeitsblättern auch Entwürfe, Versuche usw. enthält. Die Auswertung ermöglicht eine Diagnose individueller Lernwege (Kap. 6.2).
- Beobachtungen durch die Lehrkraft in Bezug auf unterschiedliche Kompetenzbereiche. Systematisch im Unterricht gesammelte Beobachtungen zu erreichten Kompetenzen und zum Arbeitsverhalten helfen, die Lernfortschritte der Kinder einzuschätzen (Kap. 6.3).
- Schriftliche Aufgaben, die vor und nach der Unterrichtseinheit in gleicher Form gestellt werden. Hierdurch lassen sich Veränderungen in den Vorstellungen der Lernenden erfassen (Kap. 6.4).

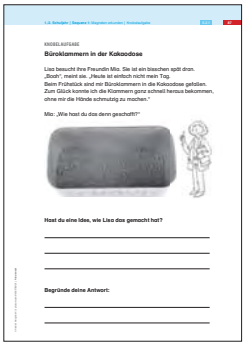
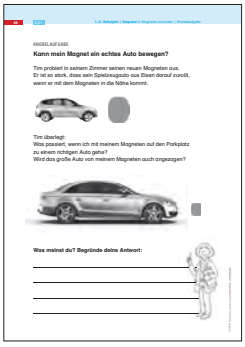
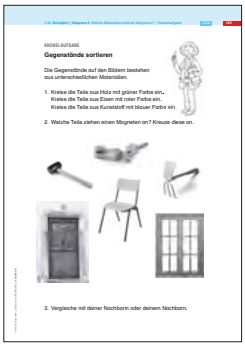
6.1 Diagnose erreichter Kompetenzen durch schriftliche Aufgaben

Ob die Kinder die in den Sequenzen erarbeiteten Eigenschaften des Magnetismus verstanden haben und das dabei erworbene inhaltsbezogene Wissen anwenden können, wird mit den folgenden Aufgaben überprüft. Diese variieren in ihrer Schwierigkeit bzgl. der Übertragung des Erarbeiteten auf neue Situationen, sodass sowohl nahe wie auch ferne Transferleistungen erfasst werden.

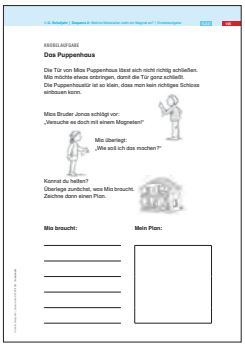
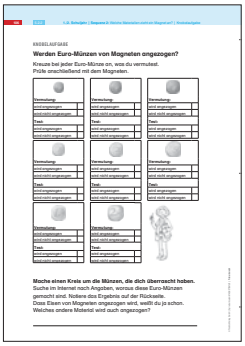
Während des Unterrichts können die Aufgaben auch zur Differenzierung genutzt werden. Sie werden als Knobelaufgaben bezeichnet, da sie die Kinder zum Nachdenken herausfordern. In der Kopfzeile der Knobelaufgabe ist jeweils die Sequenz angegeben, auf die sich die Knobelaufgabe bezieht.
In der folgenden Übersicht sind neben den verkleinerten Abbildungen der Knobelaufgaben und Hintergrundinformationen für die Lehrkraft Hinweise zu folgenden Punkten zu finden:

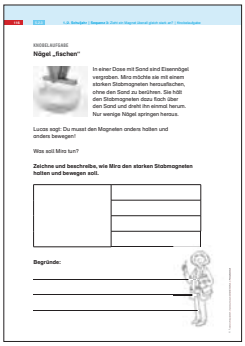
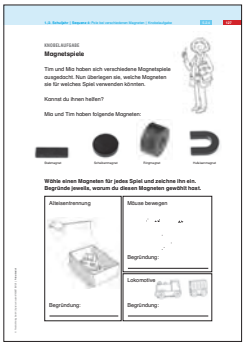
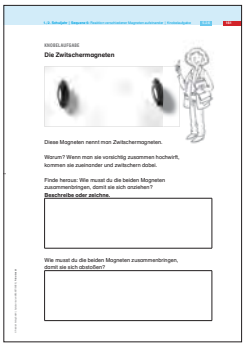
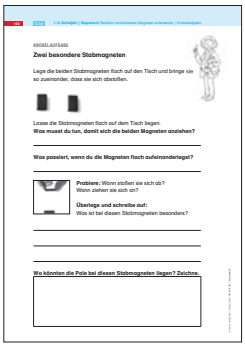
- Was müssen die Kinder wissen bzw. verstanden haben, um diese Aufgabe erfolgreich zu lösen?
- Welche speziellen Anforderungen stellt die Aufgabe an die Kinder?
- Welche Antworten können erwartet werden?

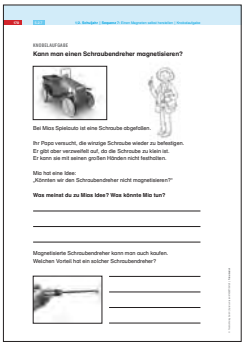
Klasse 1/2

	Knobelaufgabe	Kommentar
Sequenz 1		Die Kinder haben im Unterricht herausgefunden, dass nicht alle Gegenstände bzw. nicht alle Teile eines Gegenstandes einen Magneten anziehen bzw. von ihm angezogen werden.[1] Bei dieser einfachen Transferaufgabe müssen sich die Kinder überlegen, an welchen Stellen der abgebildeten Gegenstände ein Magnet angezogen wird. Sie können sich dabei auf die im Unterricht gemachten Beobachtungen sowie auf ihre Alltagserfahrungen stützen. In einem weiteren Schritt müssen sie überlegen, an welcher Stelle ein ihnen bekannter Gegenstand einen Magneten anziehen könnte. Bei den abgebildeten Gegenständen ist gut ersichtlich, wo sie aus Stahl bestehen. Die Kinder sollten diese Stellen als mögliche Anziehungsbereiche einkreisen. Teile aus Holz, Kunststoff, Gummi und Stoff sollten nicht eingekreist sein. Wenn Kinder bereits äußern, dass nicht alle Metalle den Magneten anziehen bzw. von ihm angezogen werden und man deshalb nicht wissen könne, ob die eingekreisten Teile wirklich den Magneten anziehen, sollte man in der Folgestunde hierauf eingehen.
		Die Kinder haben im Unterricht erarbeitet, dass Magneten auch aus der Distanz wirken. Dieses Wissen soll nun angewendet werden, um Büroklammern mit einem Magneten aus der Dose mit dem Kakao zu holen, ohne dabei das Kakaopulver zu berühren. Dazu müssen die Kinder wissen, dass Magneten auf Distanz wirken, und die Idee entwickeln, die Büroklammern mit einem starken Magneten aus dem Kakao herausspringen zu lassen. In der Antwort sollte stehen, dass Magneten auch wirken, wenn sie den Gegenstand nicht berühren. Die Kinder können auch erwähnen, dass der Magnet stark genug sein muss, um die Büroklammern aus der Dose zu sich hinzuziehen. Ergänzend dazu können die Kinder anführen, dass dies nur bei Büroklammern aus Eisen möglich ist (es gibt auch Büroklammern aus Plastik, auf die das nicht zutreffen würde).
		Die Kinder haben im Unterricht aufgrund von Beobachtungen erarbeitet, dass leichte Dinge zum Magneten hingezogen werden, schwere Dinge, wie z. B. ein Stuhl, den Magneten dagegen zu sich herziehen. Gedanklich sollen die Kinder aufgrund der erheblich vergrößerten Masse eines Gegenstandes auf das veränderte Verhalten des Magneten schließen (das Spielzeugauto wird vom Magneten angezogen – das schwere Auto zieht den Magneten zu sich hin). Die Antwort sollte einen Hinweis auf das Gewicht des Autos enthalten (z. B. das große Auto ist so schwer, das kann nicht zum Magneten rollen, es zieht den Magneten deshalb zu sich her).
Sequenz 2		Die Kinder haben in der Sequenz gelernt, zwischen Material und Gegenstand zu unterscheiden und Materialien mit den richtigen Begriffen zu bezeichnen. Sie müssen bei den abgebildeten, aus dem Alltag bekannten Gegenständen die verwendeten Materialien Holz, Eisen und Kunststoff erkennen. Teile von Gegenständen, die aus denselben Materialien bestehen, sollen sie zu Gruppen zusammenfassen. Dazu müssen die Kinder vom Gegenstand auf das Material abstrahieren: Holz und Metall (Tür, Fenster, Stuhl), Holz und Kunststoff (Hammer mit Kopf aus Kunststoff), Kunststoff und Metall (Schlüsselbund, Harke). Die Teile der Gegenstände aus denselben Materialien sollten mit jeweils einer Farbe eingekreist sein.

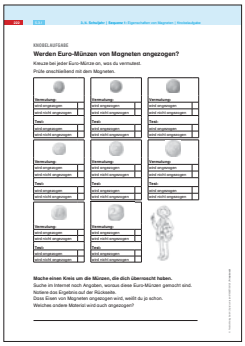
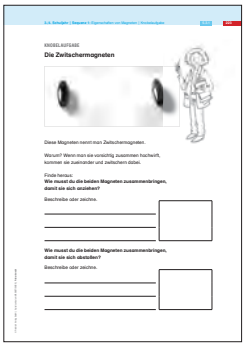
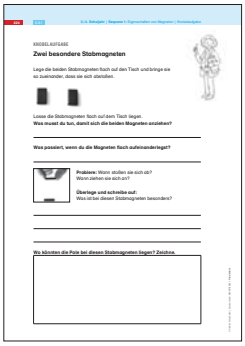
[1] Im Folgenden wird aus Formulierungsgründen jeweils nur davon gesprochen, dass der Magnet den Gegenstand anzieht. Das Umgekehrte, das Angezogen-Werden des Magneten durch schwere Gegenstände, ist jeweils mitzudenken.

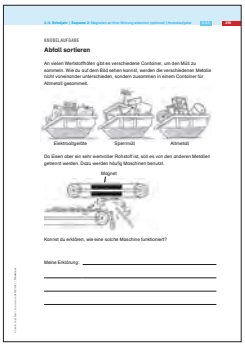
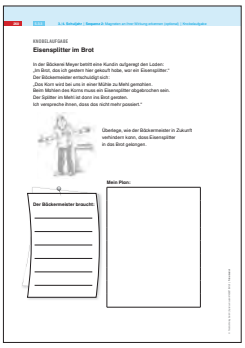
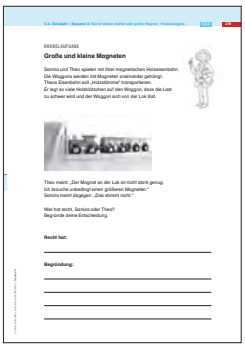
Knobelaufgabe	Kommentar
	In der Sequenz haben die Kinder gelernt, zwischen Eisen und anderen Metallen zu unterscheiden und eisenhaltige Materialien als Materialien zu benennen, die von Magneten angezogen werden. In dieser Aufgabe müssen die Kinder ihr Wissen über von Magneten angezogene bzw. nicht angezogene Metalle nutzen und daraus schließen, dass man mit Hilfe eines Magneten eisenhaltige von nicht eisenhaltigen Metallen unterscheiden kann. (Gold wird nicht vom Magneten angezogen; der Ring kann nicht aus reinem Gold sein, da er angezogen wird.) Die Schülerinnen und Schüler sollten in der Begründung angeben, dass der Ring nicht aus purem Gold bestehen kann, weil er vom Magneten angezogen wird. Reines Gold reagiert nicht auf einen Magneten.
	Die Kinder wissen, dass sich Magneten und eisenhaltige Materialien anziehen. Dieses Wissen soll hier konstruktiv genutzt werden: Die Kinder müssen folgern, dass für einen Schließmechanismus ein Magnet auf der einen und ein Eisenstück auf der anderen Seite benötigt werden. Wichtig ist, dass Magnet und Eisenstück so befestigt sind, dass sie einander gegenüberliegen und aufeinander wirken können, wenn die Tür geschlossen wird. Die Zeichnung bzw. der Plan sollte erkennen lassen, dass ein Eisenteil und ein Magnet eingesetzt werden und beide Teile sich beim Schließen aufeinander zu bewegen.
	Die Kinder haben im Unterricht gelernt, dass Eisen bzw. eisenhaltige Materialien von Magneten angezogen werden. Tatsächlich reagieren auch Nickel und Kobalt auf einen Magneten. In dieser differenzierenden Aufgabe (vgl. Sequenzbeschreibung), die hohe Eigentätigkeit erfordert, sollen die Kinder herausfinden, dass auch Nickel Magneten anzieht. Die Kinder werden zunächst aufgefordert, verschiedene Euro-Münzen im Hinblick auf eine magnetische Wirkung zu testen. Äußerlich kann man nicht erkennen, aus welchen Metallen die angezogenen bzw. nicht angezogenen Münzen bestehen (es handelt sich um Legierungen und zudem sind die meisten Münzen aus verschiedenen Metall-Komponenten zusammengesetzt). Die Kinder müssen sich daher geeignete Informationen beschaffen (z. B. mit geeigneten Stichwörtern im Internet nach Informationen darüber suchen, aus welchen Metallen die Münzen gemacht sind. Sie finden die Informationen z. B. unter http://de.wikipedia.org/wiki/Euromünzen oder bei www.fragfinn.de). 2 €: Ring aus Kupfernickel, Kern aus Messing und Nickel → der Kern mit reinem Nickel wird vom Magneten angezogen; 1 €: Ring aus Messing, Kern aus Kupfernickel und Nickel → der Kern mit reinem Nickel wird vom Magneten angezogen; 50 ct, 20 ct, 10 ct: „Nordisches Gold" (89 % Kupfer, 5 % Aluminium, 5 % Zink, 1 % Zinn) → werden vom Magneten nicht angezogen; 1 ct, 2 ct, 5 ct: Stahl (Legierung, die überwiegend aus Eisen besteht) mit Kupferummantelung → werden vom Magneten angezogen. Auf der Basis dieser Information und ihres Vorwissens sollen die Kinder nun darauf schließen, dass neben eisenhaltigen Materialien auch nickelhaltige angezogen werden. Sowohl dieser Schluss als auch die selbstständige Informationssuche und -verarbeitung stellt hohe Anforderungen an die Kinder, sodass diese Aufgabe nur zur Differenzierung empfohlen wird.

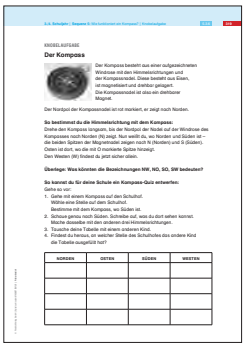
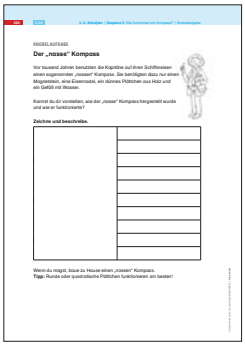
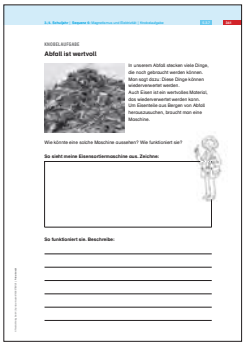
Knobelaufgabe		Kommentar
Sequenz 3		Die Kinder haben herausgefunden, dass ein Stabmagnet an seinen Enden am stärksten anzieht, in der Mitte zwischen den Polen dagegen kaum oder gar nicht. Mit dieser Aufgabe lässt sich prüfen, ob die Kinder dieses Wissen auch nutzen können: Dreht Mira den Magneten flach über dem Sand in der Dose, werden die Nägel nur aus den von den Polen überstrichenen Stellen am Rand der Dose herausgezogen. Damit tatsächlich alle Nägel aus dem Sand herausgezogen werden können, muss ein Pol des Stabmagneten über die gesamte Sandfläche geführt werden. Dazu muss der Stabmagnet hochkant gehalten werden. Die Antwort sollte enthalten, dass der Sand zum Herausfischen der Nägel mit einem Pol überstrichen werden muss, da der Magnet nur an den Enden stark genug wirkt.
Sequenz 4		Die Kinder haben die Pole bei unterschiedlich geformten Magneten lokalisiert (Stab-, Scheiben-, Ring- und Hufeisenmagnet). Sie wissen zudem, dass die Magneten an den Polen am stärksten anziehen. Dieses Wissen muss hier im Kontext von Magnetspielen genutzt werden. Dabei sollen die Kinder die abgebildeten Magneten so einsetzen, dass sie im jeweiligen Spiel die gewünschte Wirkung entfalten. Es gibt mehrere mögliche Lösungen: Zum Beispiel kann für die Lokomotive sowohl ein Ring- als auch ein Scheibenmagnet genutzt werden. Der Hufeisenmagnet und der Stabmagnet lassen sich dagegen schlecht befestigen. Beim „Eisenfischen“ eignet sich der Hufeisenmagnet, da er gut befestigt und mit beiden Polen in die Kiste geführt werden kann. Die Büroklammermäuse lassen sich besser mit nur einem Pol bewegen; dazu eignen sich sowohl der senkrecht gehaltene Stabmagnet wie auch der flach gehaltene Ring- und Scheibenmagnet. Wichtig ist, dass die Kinder ihre Wahl mit der stärksten Anziehung an den Polen und der Art des Kontaktes zwischen Magnet und Gegenständen begründen.
Sequenz 6	 	In Sequenz 4 haben die Kinder bereits erarbeitet, dass Magneten zwei Pole haben und dort die Anziehung am stärksten ist. In dieser Sequenz haben sie die Polregel entwickelt. Dieses Wissen sollen sie nun nutzen, um die Pole bei unbekannten, anders gepolten Magneten zu ermitteln. Die Zwitschermagneten und die Stabmagneten sind längs gepolt, das heißt, die beiden Pole liegen sich an der Längsachse gegenüber. Um Anziehung bzw. Abstoßung bei den Zwitschermagneten zu erreichen, muss einer der beiden Magneten um 180 Grad um die Längsachse gedreht werden. Um die Pole zu ermitteln, müssen die Kinder die zwei Magneten in unterschiedlichen Positionen so lange zusammenbringen, bis die stärkste Anziehung bzw. Abstoßung spürbar ist. Die sprachliche bzw. zeichnerische Darstellung der Kinder sollte erkennen lassen, dass die beiden Magneten in Längsrichtung zueinander gebracht werden müssen, um sich anzuziehen bzw. abzustoßen, und dass die gegenteilige Wirkung durch Drehung des Magneten (um die Längsachse) erreicht wird.

Knobelaufgabe		Kommentar
Sequenz 7		Die Kinder haben gelernt, wie eisenhaltige Materialien magnetisiert werden können. Diese Erkenntnis muss in dieser Aufgabe beim eisenhaltigen Wirkteil eines Schraubendrehers angewendet werden. So kann überprüft werden, ob das Prinzip des Magnetisierens (mit demselben Pol mehrfach in derselben Richtung über den Gegenstand streichen) verinnerlicht wurde. Die Beschreibung des Magnetisierens sollte beide Elemente (Bestreichen mit demselben Pol, in derselben Richtung) enthalten. Die Zusatzfrage prüft, ob die Kinder die Verwendung von magnetisierten Schraubendrehern mit der Magnetwirkung begründen können. In der Antwort sollte enthalten sein, dass die einzudrehende Schraube mit dem magnetisierten Schraubendreher „festgehalten“ werden kann.
		Die Kinder haben erarbeitet: Magneten ziehen an den Polen am stärksten an, in der Mitte ist keine magnetische Wirkung vorhanden. Beim Anziehen von Eisen durch einen Magneten haben die Kinder beobachtet, dass dieses überall in gleicher Weise von den Magnetpolen angezogen wird. Diese sehr anspruchsvolle Differenzierungsaufgabe setzt voraus, dass die Kinder Erkenntnisse miteinander verknüpfen und Schlussfolgerungen daraus ziehen: Ein Magnet übt in der Mitte zwischen den Polen keine Wirkung auf ein Eisenstück aus – ein unmagnetisiertes Stück Eisen dagegen wird von den Polen eines Magneten an jeder Stelle angezogen. Die Aufgabe wird leichter, wenn den Kindern ein magnetisierter und ein unmagnetisierter Draht zur Verfügung gestellt werden, damit sie die Lösung erproben können. Bei der Lösung legen die Kinder einen Draht auf den Tisch, den anderen halten sie in der Hand. Das Ende des in der Hand befindlichen Drahtes führen sie nun zur Mitte des auf dem Tisch liegenden Drahtes. Wird der Draht in der Mitte angezogen, liegt der unmagnetisierte Draht auf dem Tisch und in der Hand befindet sich der magnetisierte Draht. Gibt es keine Anziehung, muss der auf dem Tisch liegende Draht magnetisiert sein, da er in seiner Mitte keine Wirkung auf den unmagnetisierten Draht in der Hand hat. Fährt man mit dem unmagnetisierten Draht in der Hand an die Enden des liegenden Drahtes, wird die magnetische Wirkung spürbar. Wenn die Kinder ihre Erkenntnisse den anderen vorstellen, kann geprüft werden, ob das Vorgehen angemessen begründet werden kann.

Klasse 3/4

Knobelaufgabe		Kommentar
Sequenzen 1 und 1.1		Vgl. Knobelaufgaben in Klasse 1/2. Falls die Aufgaben in den Klassenstufen 1/2 noch nicht eingesetzt wurden, eignen sie sich an dieser Stelle zur Diagnose für alle Kinder oder zur Differenzierung. Sie können auch zur Wiederholung verwendet werden.
		s. o.
		s. o.
Sequenz 2	In Sequenz 2 wurde erarbeitet, dass Magneten Eisen bzw. eisenhaltige Materialien anziehen; andere Materialien reagieren nicht auf den Magneten. Dieses Wissen soll in den folgenden Aufgaben (zu Sequenz 2) genutzt werden. Dazu müssen die Kinder verstanden haben, dass sich Magneten zur Trennung von eisenhaltigen und anderen Materialien nutzen lassen, sogar über die Distanz hinweg – auch, wenn sich andere Stoffe zwischen Eisen und Magnet befinden.	
		Der Kuhmagnet ist eine etwa 15 cm lange Metallstange mit ca. 3 cm Durchmesser. Der Tierarzt führt ihn über Maul und Hals des Rindes ein. Von dort gelangt er auf natürliche Weise in den Netzmagen, wo er bis ans Lebensende des Rindes verbleibt. Verschluckt die Kuh eisenhaltige Fremdkörper wie Nägel, Klammern, Späne und abgesplitterte Maschinenteile, werden diese im Netzmagen vom Magneten angezogen. Ein Weitertransport der Metallteile wird so verhindert und das Risiko von Organverletzungen und daraus entstehenden Entzündungen kann so verringert werden. Leider ziehen Kuhmagneten nur Eisen an. Fressen die Kühe Teile von liegengelassenen Aludosen, ist er wirkungslos – die scharfen Kanten können dem Tier lebensgefährliche Verletzungen zufügen. In der Antwort sollte beschrieben sein, dass Eisenteile vom Magneten im Magen festgehalten werden und so verhindert wird, dass die Eisenteile beim Wiederkäuen Speiseröhre und Maul verletzen. Die Enden sind abgerundet, weil sonst die Kanten des Magneten gefährlich werden könnten.

	Knobelaufgabe	Kommentar
		Beim Fällen von Bäumen kommt es vor, dass eisenhaltige Teile der dabei benutzen Werkzeuge im Holz steckenbleiben. Mit Magneten können diese Teile gefunden und entfernt werden. So kann verhindert werden, dass die teuren Sägeblätter der Maschinen im Sägewerk durch die Eisenteile beschädigt werden. In der Antwort sollte beschrieben werden, dass eventuell vorhandene Eisenteile in den Schnittflächen mit dem Magneten gefunden und anschließend entfernt werden können.
		Immer mehr unterschiedliche Metalle werden aus Abfall zurückgewonnen. Die meisten Verfahren sind jedoch relativ aufwändig. Bei eisenhaltigen Abfällen ist es dank Magneten einfacher. Auf dem Bild ist zu sehen, wie der zerkleinerte Abfall auf dem Band unter einem starken Magneten durchläuft. Die eisenhaltigen Teile werden angezogen. Ein Band verhindert jedoch den direkten Kontakt der Eisenteile mit dem Magneten. Die angezogenen Metallstücke werden vom Band weitertransportiert. Sobald hinter dem Band kein Magnet mehr ist, fällt der eisenhaltige Schrott herunter in einen Auffangbehälter. Die Kinder sollten beschreiben, dass die Eisenteile zuerst durch einen Magneten angezogen werden und sich wieder lösen, wenn das Transportband sie vom Magneten wegbefördert. Dieser zweite Aspekt ist für die Kinder schwieriger zu erkennen, da sie dabei die Durchwirkung des Magneten durch Materialien (durch das Band) berücksichtigen müssen.
		Bei Nahrungsmitteln ist es besonders verheerend, wenn sich darin metallische Fremdkörper befinden. Deshalb werden viele Nahrungsmittel mit Magneten „gereinigt“. Die Kinder sollten in der Lösung angeben, dass das Mehl mit einem Magneten auf verbliebene Eisenteile hin untersucht werden muss (ein starker Magnet kann Eisenteile anziehen, auch wenn diese im Mehl verborgen sind).
Sequenz 3		Die Kinder haben die Stärke unterschiedlich großer Magneten verglichen. Sie stellten dabei fest, dass ein kleiner Magnet durchaus auch stärker sein kann als ein größerer. Diese Knobelaufgabe prüft, ob das oft hartnäckige Konzept, dass größere Magneten immer auch stärker sind als kleinere, nachhaltig verändert wurde. In ihrer Begründung sollten die Kinder beschreiben, dass es auch kleine starke und große schwache Magneten gibt bzw. die Größe von Magneten für ihre Stärke nicht unbedingt entscheidend ist.

Knobelaufgabe		Kommentar
Sequenz 5		Die Kinder haben im Unterricht erarbeitet, wie der Kompass aufgebaut ist und wie er funktioniert. Die vorliegende Aufgabe wiederholt das Bestimmen der Himmelsrichtungen und fragt nach der Bedeutung der noch nicht besprochenen Abkürzungen. Die Kinder üben so, den Kompass zu „lesen“ und einzusetzen. Das anschließende Kompass-Quiz ist ziemlich anspruchsvoll. Wichtig ist dabei, dass die Kinder exakt nach Norden, Süden usw. schauen, sonst ist eine Lokalisierung des Standortes nicht möglich. Die Aufgabe ist gelöst, wenn die Kinder den Kompass in der Nord-Süd-Richtung ausrichten können, dabei der Nordpol nach Norden zeigt und sie die übrigen Himmelsrichtungen bestimmen können.
		Die Kinder wissen, wie eine Nadel mit einem Magneten (hier Magnetstein) bestrichen werden muss, damit sie zu einem Magneten wird und dass ein Kompass eine magnetisierte, frei drehbare Eisennadel haben muss. Zum Lösen der Aufgabe müssen diese beiden Erkenntnisse verknüpft und in einem neuen Zusammenhang angewendet werden. Damit sich die zuvor magnetisierte Eisennadel gut ausrichten kann, muss das Holzplättchen möglichst dünn und leicht sein. Legt man die Nadel darauf, dreht sie sich mitsamt dem Plättchen auf dem Wasser und richtet sich in Nord-Süd-Richtung aus. Die Aufgabe ist gelöst, wenn die Kinder angeben, dass die zunächst magnetisierte Eisennadel auf einem Plättchen aus Holz auf das Wasser gelegt werden muss und sich die Nadel dann in Nord-Süd-Richtung ausrichtet.
Sequenz 6		Die Kinder wissen, dass ein Elektromagnet im Gegensatz zu einem Dauermagneten ein- und ausgeschaltet werden kann. Auch hier geht es um die Nutzung von Magneten für die Abfalltrennung. Die dort geschilderte Methode ist jedoch nur für kleine Eisenteilchen anwendbar. Für größere Stücke werden Elektromagneten eingesetzt. Die Kinder müssen bei dieser Aufgabe ihr Wissen über Elektromagneten anwenden und konstruktiv auf eine neue Situation übertragen. Die Entwürfe der Kinder sollten Maschinen (Kräne) mit Elektromagneten zeigen, die in irgendeiner Form Eisen aus dem Müll-Haufen fischen und an anderer Stelle durch Unterbrechen des Stromkreises (und somit durch das Ausschalten des Magneten) wieder fallenlassen.

6.2 Das Forschertagebuch[2]

Lernende dokumentieren und bewerten das eigene „Forschen“ im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht der Grundschule

In der Primarstufe ist das Dokumentieren von Forschungsprozessen und deren Ergebnissen ein wichtiger und zentraler Bestandteil des naturwissenschaftlich-technischen Sachunterrichts. Es erfordert von den Kindern ein hohes Maß an Reflexion, da sie die von ihnen durchgeführten Schritte im Forschungsprozess – z. B. das Beobachten von Phänomenen, das Stellen von Fragen sowie das Planen, Durchführen und Auswerten von Versuchen – rückwirkend noch einmal betrachten, festhalten, analysieren und sogar bewerten sollen. Um derart anspruchsvolle Kompetenzen bereits im Grundschulalter aufzubauen, ist es notwendig, Formen der Dokumentation, der Reflexion und der Bewertung schrittweise mit den Lernenden zu erarbeiten und kontinuierlich zu üben. Weiterführender Unterricht in der Sekundarstufe kann so an bereits erworbene Fähigkeiten anknüpfen.

Im Folgenden werden am Beispiel des Unterrichtsthemas Magnetismus Möglichkeiten beschrieben, wie das Dokumentieren und Reflektieren von Forschungsprozessen gezielt geübt und schrittweise aufgebaut werden kann. Auf diese Weise werden die bereits in den Unterrichtssequenzen angestrebten Kompetenzen noch einmal zusammenhängend thematisiert. Soll ein Forschertagebuch in der hier vorgeschlagenen Art geführt werden, muss die Lehrkraft im Unterricht dafür zusätzliche Zeit einplanen.

Das Forschertagebuch ist eine gute Möglichkeit, Forschungsprozesse kontinuierlich zu dokumentieren (vgl. Lanz 2010). Es wird als Tagebuch bezeichnet, weil die Kinder darin alles aufschreiben, was sie bei ihrer Forschertätigkeit tun, erleben, entdecken und erkennen. Dabei können sie Bilder, Sachtexte, Tabellen, eigene Texte, Protokolle u. v. a. m. nutzen.

Das gesamte Forschertagebuch besteht aus einzelnen losen Blättern, die mit einem Heftstreifen zusammengehalten werden und zum Ende des Unterrichtsprojekts ein vollständiges Themenheft ergeben. Alternativ kann auch in einem Heft gearbeitet werden. Die Arbeit mit Einzelblättern bietet jedoch den Vorteil, dass bei Bedarf zusätzliche Blätter eingefügt oder auch Seiten ersetzt werden können. Die Kinder haben so die Möglichkeit, die

Abb. 1: Bereits das Deckblatt des Forschertagebuchs gibt der Lehrkraft Aufschluss darüber, welches Vorwissen die Lernenden mitbringen.

Dokumentation mit Informationen aus Sachbüchern, aus dem Internet u. Ä. zu ergänzen.

Das Forschertagebuch wird mit einem Deckblatt versehen, auf welches die Kinder zeichnen oder notieren, was sie bereits über das Thema Magnetismus wissen (s. Abb. 1). Hieraus lassen sich erste Schlüsse auf die Präkonzepte ziehen, welche die Kinder zu Beginn der Unterrichtseinheit haben. Lehrkräfte und Lernende können zudem mitverfolgen, wie sich die Präkonzepte im Unterricht weiterentwickeln.

Im Gegensatz zum Portfolio, in dem nur ausgewählte Arbeiten der Schülerinnen und Schüler zu finden sind, dokumentiert das Forschertagebuch den gesamten Lernweg. Dazu gehören auch Fehl-

[2] Unter Mitwirkung von Bernhard Lanz (vgl. Lanz, B.: Vom Arbeitsplakat zum Entdeckertagebuch. Über die sinnvolle Verwendung des Entdeckertagebuchs. In: Grundschulunterricht Sachunterricht 57, 2010, 4, S. 22–26.)

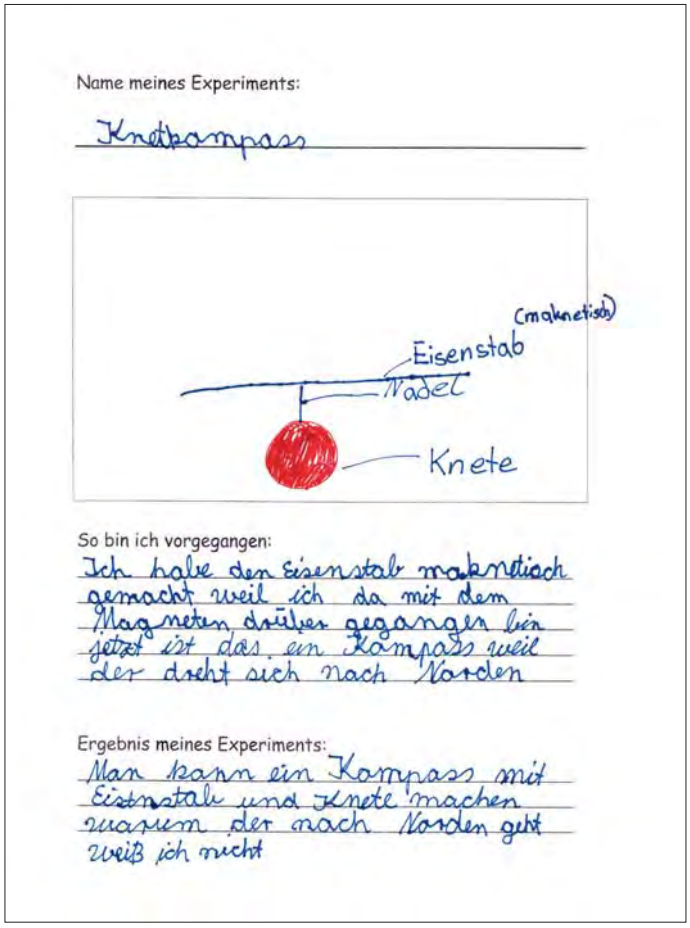


Abb. 2: Das Forschertagebuch illustriert die Denkvorgänge der Schülerinnen und Schüler und zeigt auf, wo noch nachgearbeitet werden muss.

versuche und nachträglich korrigierte Arbeitsblätter. Sie zeigen die Denkwege der Lernenden sowie die Weiterentwicklung ihrer Vorstellungen und Fähigkeiten deutlich auf (s. Abb. 2). Das Forschertagebuch gibt der Lehrkraft ein regelmäßiges Feedback zur Lernentwicklung und zum Lernstand der Kinder sowie zur Wirksamkeit des Unterrichts. Es zeigt, welche Inhalte des Unterrichts „angekommen“ sind und wo noch nachgebessert werden muss. Es ist deshalb ratsam, die Forschertagebücher der Kinder regelmäßig einzusammeln und durchzusehen.

Formen des Forschertagebuchs

Wie ein solches Tagebuch aufgebaut wird, liegt in der Entscheidung jeder einzelnen Lehrkraft. Form und mögliche Inhalte sollten auf die individuellen Gegebenheiten der Lerngruppe sowie auf die zu dokumentierende Forschertätigkeit abgestimmt sein. Die Struktur der einzelnen Arbeitsblätter ist jedoch nach Möglichkeit immer ähnlich zu halten, damit die Kinder Sicherheit in Bezug auf den formalen Aufbau ihrer Dokumentation bekommen und sich auf das eigentliche Lernziel konzentrieren können.

Für jüngere oder schreibschwache Lernende eignet sich eine Dokumentation mit geringem Schreibanteil. Im ersten und zweiten Schuljahr liegt der Schwerpunkt der Dokumentation deshalb eher auf einer bildlichen Darstellung der durchgeführten Beobachtungen bzw. Versuche. Mit Hilfe von Zeichnungen halten die Kinder – trotz ihrer noch begrenzten Schreibfähigkeiten – ihre Fragen, Vermutungen, Beobachtungen, Ergebnisse oder Erkenntnisse fest. Nach und nach ergänzen einzelne Wörter oder einfache, kurze Sätze die Zeichnungen. Im Klassengespräch werden die Erkenntnisse in Worte gefasst. Im dritten und vierten Schuljahr kann mit längeren Texten dokumentiert werden. Die Seiten sollten entsprechend mehr Platz zum Schreiben bieten. Beschriftete Zeichnungen der Kinder unterstützen aber auch hier die sprachliche Dokumentation.

Eine sinnvolle Strukturierung der Dokumentation ergibt sich, wenn Untersuchungen in einzelnen Schritten festgehalten werden: Frage, Vermutung, Beobachtung, Ergebnis. Diese Schritte müssen allerdings nicht unbedingt bei jeder Untersuchung vollständig und in einer festen, schematischen Abfolge durchlaufen werden. Falls die Kinder schon

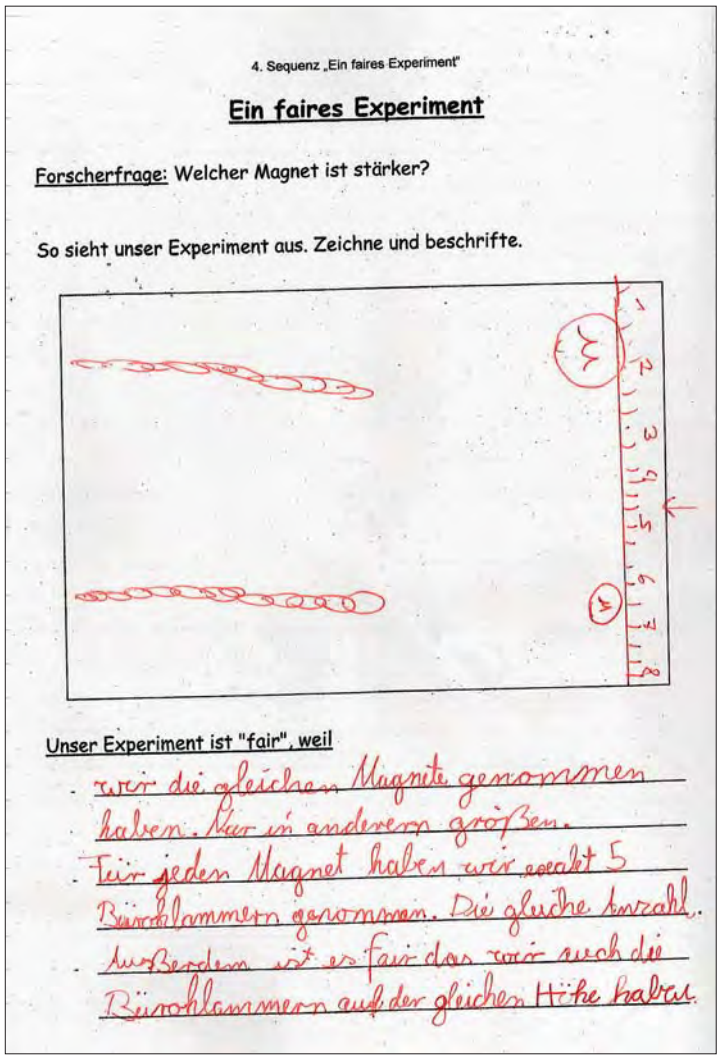
schreiben können, notieren sie die Fragestellung im Forschertagebuch. Jüngeren Kindern kann die Frage auch auf einem Satzstreifen zum Einkleben vorgegeben werden. Anschließend formulieren die Kinder ihre Vermutungen zunächst mündlich (z. B. im Klassengespräch oder im Austausch mit einem Partner/einer Partnerin); in höheren Klassen halten sie diese dann schriftlich fest. Sie führen den Versuch bzw. das Experiment durch und dokumentieren in der Folge ihre Beobachtungen mit Zeichnungen und ggf. mit Text. Ebenso halten sie fest, welche Erkenntnisse sie daraus gewinnen. Zum Schluss beantworten sie ihre am Anfang gestellte Frage und überprüfen, ob sich ihre Vermutung bestätigt hat oder nicht. Ggf. notieren sie eine neue Frage. Die Rückschlüsse aus den durchgeführten Versuchen/Experimenten sowie die neu aufgetauchten Fragen werden im Klassengespräch erörtert. Dieses Vorgehen wird häufig auch als *Forscherkreislauf* bezeichnet.

Allmähliche Steigerung des Anspruchsniveaus

Der Kompetenzerwerb im Zusammenhang mit dem Forschertagebuch lässt sich sinnvoll in vier ineinander übergehende und aufeinander aufbauende Kompetenzniveaus einteilen. Die Niveaus sind allerdings nicht mit Schuljahren gleichzusetzen. Sie orientieren sich vielmehr an den individuellen Fähigkeiten der Kinder. Das hat zur Folge, dass die Kinder einer Klasse auf unterschiedlichen Niveaus arbeiten können. Die einen dokumentieren weitgehend selbstständig, während andere noch durch Leitüberschriften und gezielte Fragestellungen unterstützt werden müssen.

Auf dem **ersten** Kompetenzniveau (s. Abb. 3) gestalten die Kinder gemeinsam mit der Lehrkraft Ergebnisplakate zu durchgeführten Versuchen. Diese Plakate sind sozusagen ein Forschertagebuch in Großformat. Sie enthalten neben der von den Kindern formulierten und von der Lehr-

Abb. 3: Beispiel für das **erste** Kompetenzniveau:
Das Bild zeigt ein Forscherplakat eines 1. Schuljahres zur Forscherfrage: „Was zieht ein Magnet an?“ und „Von was wird ein Magnet angezogen?“. Die Lehrkraft hat die Erkenntnisse der Kinder in einem Satz zusammengefasst und aufgeschrieben.


4. Sequenz „Ein faires Experiment"

Ein faires Experiment

Forscherfrage: Welcher Magnet ist stärker?

So sieht unser Experiment aus. Zeichne und beschrifte.

Unser Experiment ist "fair", weil

- wir die gleichen Magnete genommen haben. Nur in anderem größen.
- Für jeden Magnet haben wir exakt 5 Büroklammern genommen. Die gleiche Anzahl.
- Außerdem ist es fair das wir auch die Büroklammern auf der gleichen Höhe haben.

Abb. 4: Beispiel für das **zweite** Kompetenzniveau:
Durch die sich wiederholende vorgegebene Struktur und die unterstützenden Aufforderungen bekommen die Kinder Sicherheit und können sich auf die Inhalte konzentrieren. Die Zeichnung hilft sprachschwächeren Kindern, ihre Überlegungen darzustellen.

kraft niedergeschriebenen Frage Zeichnungen der Schülerinnen und Schüler (die Zeichnungen können z. B. auf das Plakat geklebt werden).
Die Kinder kommentieren die durchgeführten Versuche neben den Zeichnungen, wenn möglich auch mit einzelnen Wörtern oder ganz kurzen Sätzen. Die Bebilderung steht jedoch im Vordergrund. Im Rahmen der Gruppenarbeit oder im durch die Lehrkraft geleiteten Unterrichtsgespräch werden die Erkenntnisse sprachlich ausformuliert. Die Lehrkraft kann Beobachtungen und Ergebnisse anschließend in kurzen Sätzen auf dem Plakat festhalten. Alternativ können die Kinder ihr Ergebnis auch auf ihrem Arbeitsblatt mit Wörtern oder kurzen Sätzen notieren, einen von der Lehrkraft formulierten Satz notieren oder diesen kopiert als Satzstreifen aufkleben.
Auf dem **zweiten** Kompetenzniveau (s. Abb. 4) erhalten die Kinder vorstrukturierte Arbeitsblätter mit Leitüberschriften und gezielten Fragestellungen. Zum Beispiel können Satzanfänge wie „Ich vermute, dass …", „Ich habe diese Frage: …", „Ich habe herausgefunden: …" sowie gezielte Aufforderungen zur Reflexion, wie „Begründe, was du denkst" auf dem Arbeitsblatt vorgegeben sein. Die Struktur der Vorlagen sollte – soweit möglich – immer gleich bleiben, da die Wiederholung den Kindern Sicherheit gibt. Sie müssen sich so nicht auf jedem Arbeitsblatt neu orientieren; die Aufmerksamkeit kann sich auf die Inhalte richten. Beschriftete Zeichnungen ergänzen auch hier wieder die sprachliche Darstellung.
Auf dem **dritten** Kompetenzniveau (s. Abb. 5 und 6) erhalten die Kinder einen Arbeitsbogen, der im Wesentlichen nur noch Leitüberschriften enthält. Die Kinder haben die Vorgehensweise nun so stark verinnerlicht, dass eine stärkere Führung nicht mehr notwendig ist. Der eigene Schreibanteil erhöht sich damit noch einmal. Allerdings wird noch nicht erwartet, dass bereits alle durchlaufenen Phasen eines Versuchs, von der Frage über Vermutung, Durchführung, Beobachtung bis hin

zum Ergebnis, dokumentiert werden. Je nach Aufgabe kann hier jeweils ein anderer Schwerpunkt gelegt werden. Insgesamt sollten die Kinder auf dieser Stufe bei ihrer Dokumentation sehr frei sein. Erklärende Bilder zur Durchführung der Untersuchung sind nach wie vor erwünscht.

Auf dem **vierten** Kompetenzniveau (s. Abb. 7) werden die einzelnen durchlaufenen Schritte (Frage, Vermutung, Planung, Durchführung, Beobachtung, Ergebnis) umfassend dokumentiert. Einige Kinder werden das Vorgehen schon so verinnerlicht haben, dass sie keine äußeren Vorgaben mehr benötigen und auf einem leeren Blatt arbeiten können. Diese Möglichkeit sollte ihnen offenstehen.

Sind die Kinder mit der schriftlichen Dokumentation vertraut, können sie auch eigene Versuche entwickeln und dokumentieren. Die Bereitstellung eines groben Rasters kann sinnvoll sein, ist aber nicht zwingend notwendig und richtet sich nach den individuellen Gegebenheiten in der Klasse.

Selbst- und Fremdreflexion im Forschertagebuch

Kindern im Grundschulalter fällt es in der Regel schwer, eigene oder fremde Leistungen realistisch einzuschätzen. Erfahrungsgemäß beurteilen sie ihre eigenen Arbeiten sehr positiv. Die Leistung von Mitschülerinnen und Mitschülern wird dagegen oft streng und unnachgiebig beurteilt. Eine sachgerechte und angemessene Selbst- und Fremdbewertung sollte deshalb eingeübt und trainiert werden.

Das Forschertagebuch bietet eine gute Möglichkeit, eine realistische Einschätzung der eigenen Leistungen zu fördern und die Kinder anzuleiten, auch die Arbeiten ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler fair einzuschätzen.

Das sog. „Blitzlicht“ ist eine Möglichkeit, die Selbsteinschätzung zu üben. Es wird am Ende einer Unterrichtsstunde eingesetzt. Im Sitzkreis äußert sich jedes Kind reihum in ein bis zwei Sätzen zu seiner eigenen Leistung und seinem Lernverhalten. Wich-

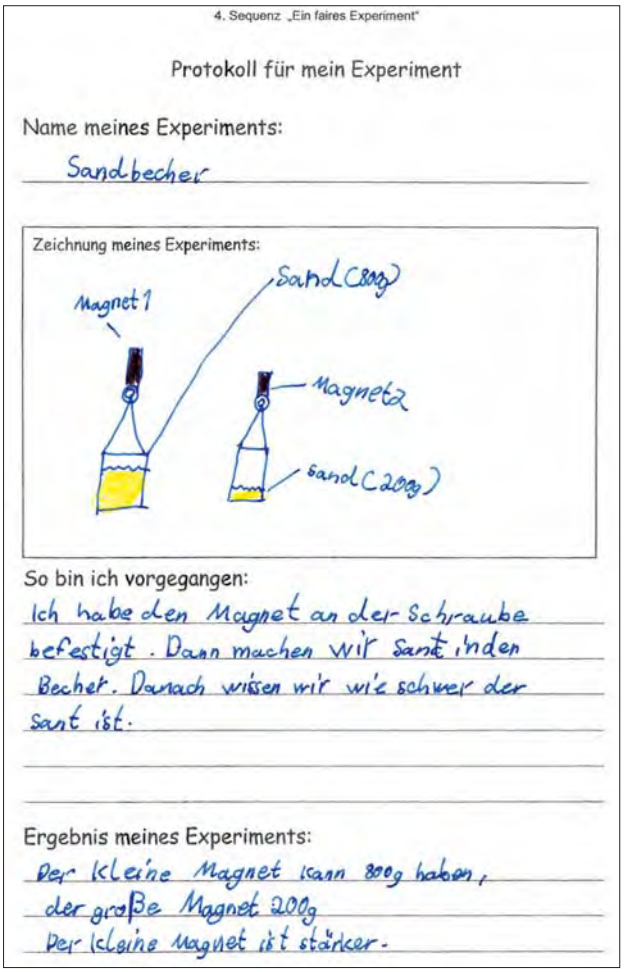


Abb. 5 und 6: Beispiele für das **dritte** Kompetenzniveau:
Vorgegeben sind statt unterstützender Aufforderungen nur noch wenige Gliederungselemente in Form von Leitüberschriften.

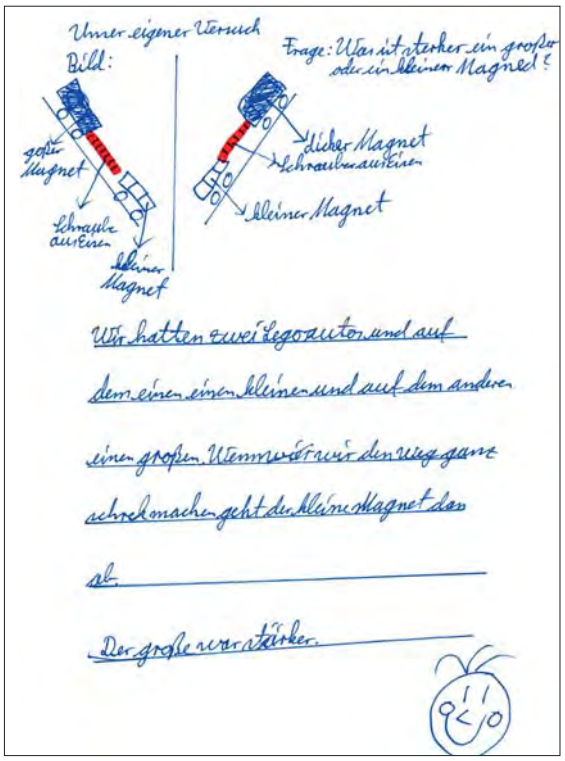


Abb. 7: Beispiel für das **vierte** Kompetenzniveau: Dokumentation eines selbst entwickelten Versuchs zum Vergleich der Stärke zweier unterschiedlicher Magneten.

Abb. 8: Mit Hilfe einer Kommentarzeile lässt sich die Qualität der Selbstbewertung langsam steigern.

tig ist, dass die Schülerinnen und Schüler lernen, das Wichtige in kurzer Form einzubringen. Zwischenfragen und Kommentare von anderen Kindern sind an dieser Stelle nicht erlaubt. Kommt das „Blitzlicht“ ins Stocken, weil ein Kind nichts sagen kann bzw. möchte, übernimmt die Lehrkraft kurzzeitig dessen Part. Nach einigen Wiederholungen wird das „Blitzlicht“ zu einem Ritual.

Eine gute Möglichkeit für die Beurteilung schriftlicher Arbeiten ist bereits ab der 1. Klasse die Verwendung von Symbolen. So können Smileys zur Einschätzung der eigenen Arbeit wie auch derjenigen von Mitschülerinnen und Mitschülern genutzt werden. Die Bedeutung der Symbole und der Umgang damit müssen allerdings vorher im Unterrichtsgespräch gemeinsam erörtert werden. Die Symbole können den Kindern auch in einer Tabelle zum Ankreuzen vorgegeben werden. Sind sie einmal eingeführt, werden sie von den Kindern selbstständig zur Kennzeichnung verwendet. Alternativ zu Smileys können auch „Daumen hoch/runter“-Symbole verwendet werden. Wenn die Einschätzung mit Symbolen zu einem festen Bestandteil einer Forschertagebuchseite geworden ist, kann sie um eine Kommentarzeile erweitert werden (s. Abb. 8).

Kriterien für ein „gutes“ Forschertagebuch gemeinsam mit den Kindern entwickeln

Sind die Kinder mit dem Führen von Forschertagebüchern einigermaßen vertraut, erarbeiten sie gemeinsam mit der Lehrkraft Merkmale einer guten Dokumentation. Dabei ist es wichtig, die Vorstellungen aufzugreifen, welche die Lernenden von einem „guten“ Forschertagebuch haben. So erfahren die Beurteilungskriterien bei den Kindern eine erheblich höhere Akzeptanz, als wenn sie ihnen von außen vorgegeben werden.

Um die Kinder an die Formulierung eigener Beurteilungsmerkmale heranzuführen, lässt die Lehrkraft sie zunächst in einem „Museumsgang“ ausgewählte Seiten von Forschertagebüchern ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler betrachten. Angeregt durch Beispiele und aufgrund ihrer eigenen Erfahrungen bei der Dokumentation von Versuchen, erarbeiten die Kinder anschließend in Arbeitsgruppen Merkmale eines gelungenen Forschertagebuchs.

Nachdem jede Gruppe ihre Überlegungen vorgestellt und begründet hat, werden die Merkmale aufgeschrieben und nach Bedeutsamkeit sortiert. Dies geschieht mit Hilfe einer Punktabfrage. Jedes Kind darf drei aus seiner Sicht wichtige Merkmale auswählen und ihnen einen Punkt geben. Die Liste der Kinder kann auch Anforderungen an das Forschertagebuch enthalten, die für einen Erwachsenen eher nebensächlich erschei-

nen, für die Kinder jedoch von Bedeutung sind (z. B. Hat das Heft Eselsohren?). Die Merkmale, welche am meisten Punkte bekommen haben, werden in eine Tabelle übertragen, die bei der anschließenden Bewertung der Forschertagebücher eingesetzt wird. Sinnvoll ist eine zusätzliche leere Spalte, in der die Kinder eigene Bemerkungen eintragen können.
Mit Hilfe der erarbeiteten Tabelle werden zunächst einzelne Seiten des eigenen Forschertagebuchs bewertet. Die Bewertung kann auf die Rückseite der Seite geklebt oder notiert werden. Anschließend beurteilt eine Mitschülerin oder ein Mitschüler die entsprechenden Seiten. Die Kinder können nun auf die Beurteilung ihrer Dokumentation durch die Mitlernenden reagieren und ihre Dokumentation ggf. korrigieren oder die Rückmeldung kommentieren (s. Abb. 9). Damit die Verbesserungen oder Ergänzungen als solche erkenntlich sind, werden sie mit einer anderen Farbe vorgenommen. Unterschiede zwischen der eigenen und der Fremdbewertung können als Anlass für Gespräche über die Schwierigkeiten einer sachgerechten Bewertung genommen werden.

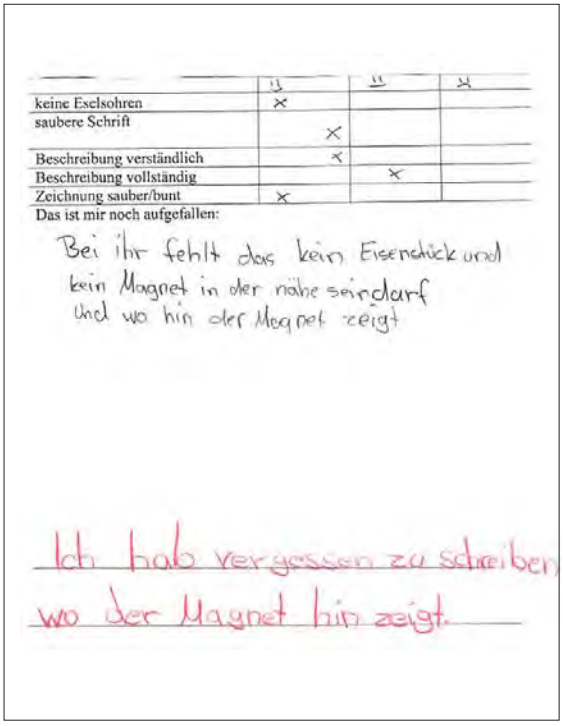


Abb. 9: Nachdem eine Bewertung der Dokumentation zum selbst hergestellten Kompass durch eine Mitschülerin oder einen Mitschüler stattgefunden hat, kommentiert die „bewertete“ Schülerin oder der „bewertete“ Schüler die eigene Leistung.

Welche Vorteile bringt das Verfassen des Forschertagebuchs für die Kinder und für die Lehrkraft?

Die Arbeit mit dem Forschertagebuch ist sowohl für die Lehrkraft als auch für die Kinder sehr zeitaufwändig. Aber der Aufwand lohnt: Die Schülerinnen und Schüler werden in wichtige Formen des naturwissenschaftlichen Arbeitens – in das Dokumentieren und Bewerten – eingeführt. Die langsam gesteigerten Anforderungen ermöglichen dabei einen systematischen, schrittweisen Aufbau von Kompetenzen.
Da die Schülerinnen und Schüler im Forschertagebuch sehr persönliche Einträge gestalten und diese auch immer wieder reflektieren, können sie sich mit dieser Art der Dokumentation mehr identifizieren als mit einer bloßen Ansammlung von Arbeitsblättern. Außerdem haben die Kinder immer wieder einen guten Überblick über die persönlichen Lernerfolge und ihre Kompetenzentwicklung.
Für die Lehrkraft ist das Forschertagebuch von großem Nutzen: Sieht sie die Forschertagebücher regelmäßig durch, kann sie verfolgen, wie die Kinder den Lerninhalt individuell verarbeiten. Spezifische Lernschwierigkeiten lassen sich so diagnostizieren. Das Forschertagebuch gibt der Lehrkraft Hinweise darauf, ob das Lernangebot die Zone der nächsten Entwicklung bei den Kindern getroffen hat, d. h., ob das Lernangebot die Kinder weder unter- noch überforderte. Diese Hinweise ermöglichen es, die Planung der künftigen Stunden ggf. zu korrigieren und auf diagnostizierte Lernschwierigkeiten zu reagieren. Lerntagebücher können von der Lehrkraft so auch als ein Mittel für formatives Assessment genutzt werden.

6.3 Beobachtungen der Lehrkraft zu den erreichten Kompetenzen im Unterricht

Nicht nur am Ende eines Lernprozesses, sondern auch während des Lernprozesses lassen sich durch Beobachtungen Informationen darüber gewinnen, welche Kompetenzen von Lernenden erreicht werden. Beobachtungsbögen können helfen, systematisch auf verschiedene Kompetenzbereiche zu achten und Beobachtungen zu einzelnen Kindern zu notieren.
Die folgenden Beobachtungsbögen enthalten Kategorien für die wichtigsten prozess- und inhaltsbezogenen Ziele des Spiralcurriculums sowie für das Erfassen reflexiver, selbstbezogener und sozialbezogener Kompetenzen.
Sie lassen sich kopieren und können so gut im Unterricht gehandhabt werden.

Beobachtungsbogen zum forschenden Lernen

Beobachtungsbogen für _____ **Schuljahr** _____

PK	Prozessbezogene Kompetenzen		
1	Fragen stellen	Beziehen sich die Fragen auf Beobachtungen?	
		Sind sie verständlich formuliert?	
2	Vermutungen aufstellen	Sind die Vermutungen verständlich formuliert?	
		Unterscheidet die/der Lernende (L.) zwischen vermuteten und bereits geprüften Aussagen?	
3	begründen und argumentieren	Sind angeführte Argumente und Begründungen stichhaltig?	
		Geht die/der L. auf Argumente anderer ein?	
4	eine Untersuchung planen	Ist die Untersuchung so geplant, dass die Beantwortung einer Frage bzw. die Prüfung einer Vermutung möglich ist?	
		Ist die/der L. in der Lage, ein kontrolliertes Experiment selbst zu entwickeln?	
		Kann die/der L. die Schritte in einem Forscherkreislauf beschreiben?	
		Kann die/der L. verschiedene Forschertätigkeiten unterscheiden?	
5	einen Versuch durchführen	Setzt die/der L. einen Versuch nach Plan um?	
		Baut die/der L. den Versuch angemessen auf bzw. ab?	
		Geht die/der L. sorgsam mit dem Material um?	
6	beobachten	Beobachtet die/der L. zielgerichtet und genau?	
7	messen	Setzt die/der L. das Messen bzw. Zählen sachgemäß ein?	
		Interpretiert sie/er das Gemessene richtig?	
8	dokumentieren/protokollieren	Dokumentiert die/der L. eine Untersuchung durch Sprache und Zeichnung auf Arbeitsblättern mit vorgegebener Struktur?	
		Dokumentiert die/der L. eine Untersuchung durch Sprache und Zeichnung auf Blättern ohne vorgegebene Struktur?	
		Ist die Dokumentation für andere verständlich/nachvollziehbar?	
9	vergleichen/ordnen/systematisieren	Kann die/der L. Objekte bzgl. ihrer Eigenschaften unterscheiden und ordnen?	

PK	Prozessbezogene Kompetenzen		
10	interpretieren/ schlussfolgern/ generalisieren	Kann die/der L. schriftliche Informationen (Texte zum Erdmagnetismus, zur Entdeckung des Magnetismus) interpretieren und wiedergeben?	
		Kann sie/er aus vorhandenen Daten angemessene Schlussfolgerungen ziehen?	
		Kann sie/er Wenn-dann-Beziehungen bzw. Regeln formulieren?	
11	modellieren	Kann die/der L. ein Modell und seine Vereinfachung beschreiben? (Erde als Magnet)	
12	Arbeitsprozesse bewerten	Kann die/der L. Fehler in Untersuchungen entdecken?	
		Kann die/der L. die eigene Arbeit und die seiner Mitschüler/innen nachvollziehbar und begründet bewerten?	

Beobachtungsbogen für _____ Schuljahr _____

IK	Inhaltsbezogene Kompetenzen		
1	Anziehung von Materialien durch Magneten	Unterscheidet die/der L. zwischen Gegenstand und Material?	
		Benennt die/der L. eisenhaltige Materialien als angezogene Materialien?	
		Benennt die/der L. Metalle, die nicht angezogen werden?	
2	Verschiedene Magnetformen	Bezeichnet die/der L. Stab-, Scheiben-, Ring- und Hufeisenmagneten richtig?	
3	Pole und Arten von Magneten	Gibt die/der L. an, dass Magneten zwei Pole haben und dort am stärksten anziehen?	
		Unterscheidet sie/er künstliche von natürlichen Magneten?	
4	Distanzwirkung	Gibt die/der L. an, dass ein Magnet auch wirkt, ohne den anderen Gegenstand zu berühren?	
		Stellt sie/er einen Zusammenhang zwischen der Distanz und der Stärke eines Magneten her?	
5	Wirkung von Magneten aufeinander	Beschreibt die/der L., dass sich zwei Pole an- bzw. abstoßen?	
		Formuliert sie/er die Polregel richtig?	
		Kann sie/er die Polregel herleiten?	
6	Modellvorstellungen	Begründet die/der L. die Ausrichtung von drehbar gelagerten Magneten mit dem Erdmagnetismus?	
7	Erdmagnetismus	Beschreibt die/der L., dass sich drehbar gelagerte Magneten immer in Nord-Süd-Richtung einpendeln?	
		Benennt die/der L. die Pole eines drehbar gelagerten Magneten richtig (Nord-/Südpol), wenn sich dieser eingependelt hat?	
		Kann die/der L. von Tieren berichten, die sich mit Hilfe des Erdmagnetismus orientieren?	
8	Kompass	Kann die/der L. Aufbau und Funktion des Kompasses beschreiben?	
		Kann die/der L. selbst einen Kompass bauen?	
		Kann sich die/der L. mit einem Kompass orientieren?	
9	Elektromagnetismus	Kann die/der L. einen Elektromagneten bauen und seine Wirkung nachweisen?	
		Kann die/der L. den Unterschied zwischen Elektromagneten und Dauermagneten formulieren?	
		Kann die/der L. über die Entdeckung des Elektromagnetismus berichten?	

Beobachtungsbogen für _____ Schuljahr _____

MK	Über Naturwissenschaften und ihre Arbeitsweisen nachdenken		
1	Naturwissenschaften – von Menschen geschaffen	Kann die/der L. an Beispielen historische Entdeckungen und deren Kontext beschreiben?	
2	Kommunikation über naturwissenschaftliches Wissen	Kann die/der L. begründen, warum es wichtig ist, naturwissenschaftliche Forschungen genau zu dokumentieren?	
3	Begrenztheit des naturwissenschaftlichen Wissens	Kann die/der L. Beispiele für wissenschaftlich noch ungeklärte Phänomene nennen?	
4	Objektivität in der Naturwissenschaft	Kann die/der L. an einem Beispiel zeigen, dass gleiche Daten unterschiedliche Interpretationen ermöglichen?	

Selbstbezogene Kompetenzen		
sich informieren	Ist die/der L. in der Lage, selbstständig Informationen aus Texten oder aus dem Internet zu entnehmen?	
über den Arbeitsprozess reflektieren	Ist die/der L. in der Lage, über ihre/seine eigenen Forschertätigkeiten zu reflektieren und diese zu benennen?	
Kritikfähigkeit	Reagiert die/der L. angemessen auf Kritik der LK bzw. der Mitlernenden?	
	Bewertet die/der L. Mitlernende fair und angemessen?	
	Nimmt sie/er dabei Rücksicht auf die Möglichkeiten und Kompetenzen der Mitlernenden?	
Frustrationstoleranz	Führt die/der L. den eigenen Forschungsprozess auch nach Misserfolgen weiter?	

Beobachtungsbogen für _____ Schuljahr _____

Sozialbezogene Kompetenzen		
an Regeln halten	Hält sich die/der L. an aufgestellte Regeln?	
sich untereinander austauschen (zuhören, ausdrücken, erwidern, begründen)	Tauscht sich die/der L. im Gespräch über die Sache aus?	
	Hört sie/er gut zu?	
	Interessiert sie/er sich für andere Meinungen?	
anderen etwas präsentieren/ erklären	Präsentiert bzw. erklärt die/der L. Dinge so, dass andere sie/ihn gut verstehen können?	
	Wählt die/der L. für die Präsentation die richtigen Mittel (Experiment, Plakat …)?	
Kooperationsfähigkeit	Kommt die/der L. in der Gruppen-/Partnerarbeit zu guten Ergebnissen?	
	Unterstützt sie/er auch schwächere Schüler/innen in ihrem Lernprozess?	
	Stellt sie/er ihre/seine eigenen Bedürfnisse zugunsten anderer zurück?	
	Überlässt sie/er auch anderen die von ihr/ihm favorisierte „Rolle“ in der Gruppe?	

Sonstige Beobachtungen

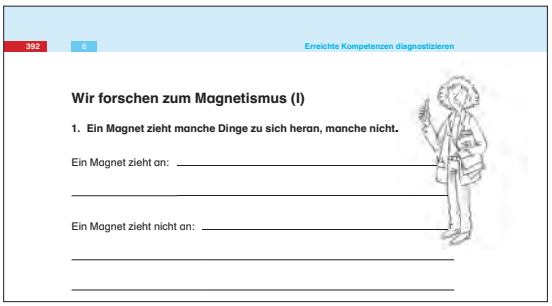
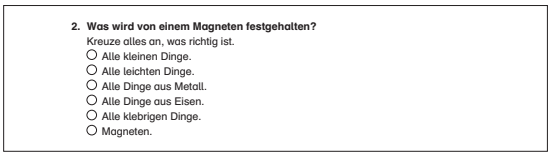
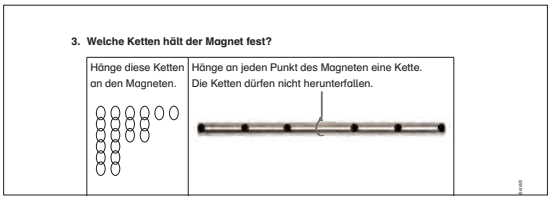
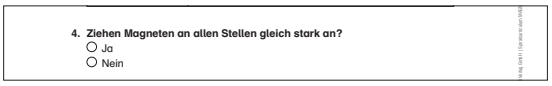
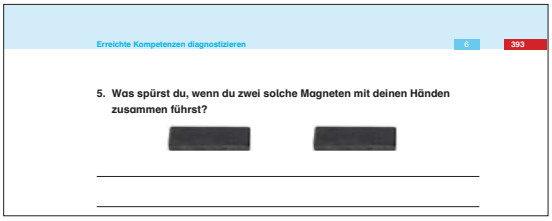
Fazit

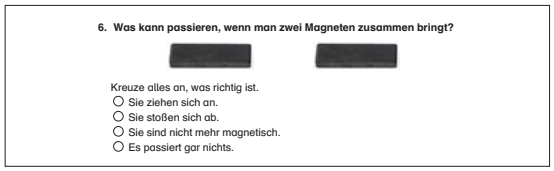
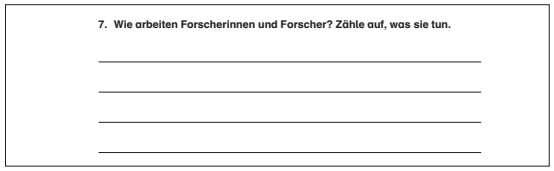
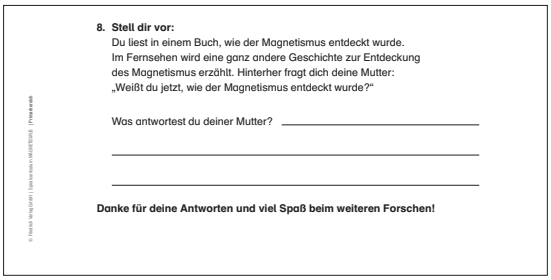
6.4 Prä-/Post-Aufgaben zur Diagnose von Veränderungen in den Vorstellungen der Lernenden

In diesem Teilkapitel werden Aufgaben vorgestellt, mit deren Hilfe sich durch den Unterricht bewirkte Veränderungen in den Vorstellungen der Kinder diagnostizieren lassen. Da die Aufgaben zweimal – einmal vor und einmal nach dem Unterricht – in gleicher Form eingesetzt werden, bezeichnen wir sie als Prä-/Post-Aufgaben. Der Vergleich der Antworten vor und nach dem Unterricht ermöglicht Rückschlüsse auf die individuelle Lernausgangslage und den individuellen Lernzuwachs bei jedem Kind.

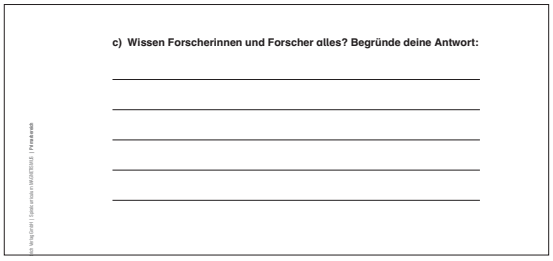
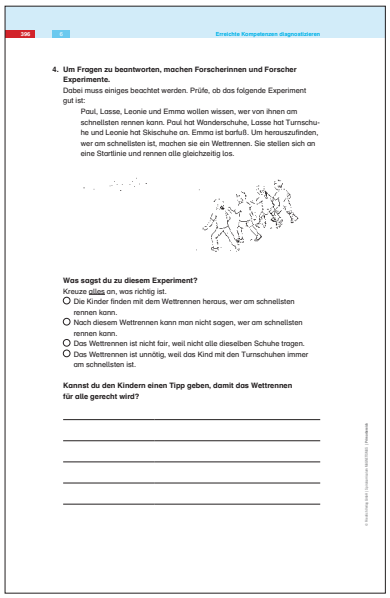
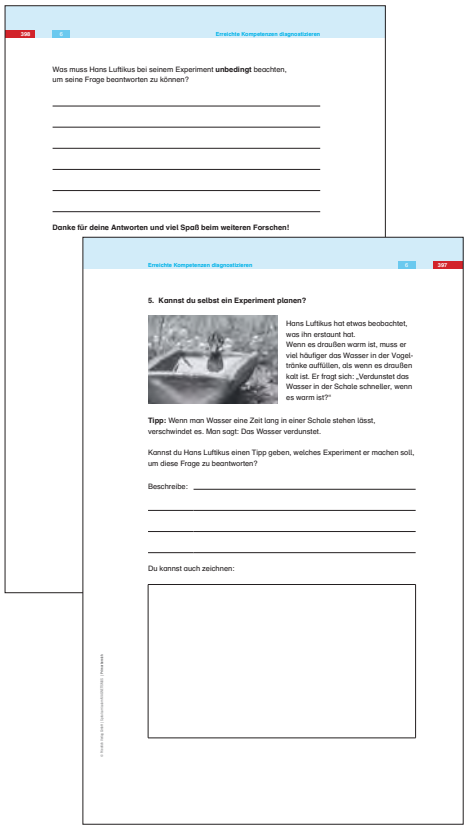
Die Befragung besteht aus zwei Teilen. Teil I bezieht sich auf den Unterricht in Klasse 1/2, Teil II auf den Unterricht in Klasse 3/4. Thematisch geht es um Bereiche, in denen viele Kinder vor dem Unterricht unzureichende oder falsche Vorstellungen haben. Der Unterricht sollte den Kindern dazu verhelfen, ihre Vorstellungen in Richtung wissenschaftlich angemessenerer Vorstellungen zu entwickeln.

In der folgenden Tabelle ist angegeben, welche Vorstellungen bei Kindern der jeweiligen Klassenstufe vor Beginn des Unterrichts vorkommen können und welche Lernfortschritte möglich sind. Aber: Nicht jedes Kind wird mit den beschriebenen Vorstellungen in den Lernprozess eintreten – manche Kinder weisen bereits ein umfangreiches Vorwissen auf. Und: Nicht jedes Kind wird die beschriebenen Vorstellungen nach dem Unterricht erreichen. Die Vorstellungen mancher Kinder werden zwar richtige Anteile enthalten, aber noch weiter auszudifferenzieren oder zu entwickeln sein – solche Vorstellungen lassen sich einem mittleren Niveau zuordnen. Entscheidend ist der Lernzuwachs, den das einzelne Kind – ausgehend von seinem Vorwissen – erreicht. So kann es durchaus sein, dass ein Kind mit geringem Vorwissen mehr dazu lernt als ein Kind mit umfangreichem Vorwissen.

Aufgaben für Klasse 1/2	Erwartete Antworten: Vor dem Unterricht – nach dem Unterricht
	Vor dem Unterricht: Manche Kinder denken, dass Sachen angezogen werden, wenn sie magnetisch sind, ohne zu wissen, was das bedeutet. Manche Kinder meinen, dass Dinge aus Metall angezogen werden. Sie unterscheiden dabei meist nicht zwischen den unterschiedlichen Metallen. Manche Kinder zählen Gegenstände auf, die von Magneten angezogen werden, anstatt angezogene Materialien anzugeben. Nach dem Unterricht: Statt Gegenständen geben die Kinder Materialien an, die angezogen bzw. nicht angezogen werden. Viele Kinder geben an, dass ein Magnet Dinge aus Eisen anzieht. Auch nach dem Unterricht wird es aber Kinder geben, die zwischen Eisen und Metall noch nicht differenzieren.
	Vor dem Unterricht: Manche Kinder geben an, dass kleine, leichte oder klebrige Dinge angezogen werden. Viele Kinder kreuzen an, dass Metalle angezogen werden. Manche wissen bereits, dass nur Eisen (und Magneten) angezogen werden. Nach dem Unterricht: Die Kinder kreuzen nur die Antworten „alles aus Eisen“ und „Magneten“ an. Einige Kinder verwenden die Begriffe „Eisen“ und „Metall“ aber nach wie vor synonym und kreuzen auch das Metall als angezogenes Material an.
	Vor dem Unterricht: Die Kinder hängen die Ketten in beliebiger Reihenfolge an den Magneten. Nach dem Unterricht: An den Polen hängen die längsten Ketten. Zur Mitte des Magneten hin werden die Ketten kürzer.
	Vor dem Unterricht: Manche Kinder kreuzen noch „ja“ an. Nach dem Unterricht: Die meisten Kinder kreuzen „nein“ an.
	Vor dem Unterricht: Viele Kinder schreiben nur auf, dass die Magneten sich anziehen. Nach dem Unterricht: Die meisten Kinder notieren, dass sich die Magneten anziehen und abstoßen können.

Aufgaben für Klasse 1/2	Erwartete Antworten: Vor dem Unterricht – nach dem Unterricht
	Vor dem Unterricht: Die meisten Kinder kreuzen an, dass sich Magneten anziehen. Dass sie sich auch abstoßen, wissen nicht alle. Manche Kinder meinen zudem, dass der Magnetismus verloren gehe, wenn man zwei Magneten zusammenbringt (analog zum Entladen von Batterien, wenn man einen Leitungsdraht kurzschließt). Nach dem Unterricht: Die meisten Kinder kreuzen an, dass sich Magneten anziehen und abstoßen können.
	Vor dem Unterricht: Viele Kinder denken, dass Forscherinnen und Forscher Daten und Fakten sammeln, experimentieren, etwas Positives bewirken (machen) und etwas zum Funktionieren bringen. Dieses Verständnis wird häufig als „naives Verständnis von Wissenschaft“ bezeichnet. Nach dem Unterricht: Die Kinder haben diese Vorstellung erweitert. Sie geben z. B. an, dass Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auch Vermutungen aufstellen, etwas aufschreiben, beobachten und miteinander über Vermutungen und Ergebnisse sprechen.
	Vor dem Unterricht: Die meisten Kinder beantworten die Frage vage („Ja, ich weiß es jetzt.“, oder „Ich weiß es fast.“). Nach dem Unterricht: Die Antworten zeigen, dass die Kinder Unsicherheit im Wissen bzgl. konkurrierender Theorien wahrnehmen. Diese Aufgabe gibt Kindern die Möglichkeit, ihr Reflexionsvermögen zu zeigen. Kinder in der Testerprobung antworteten z. B. mit: „Es gibt verschiedene Theorien.“, „Es gibt zwei Möglichkeiten. Ich weiß nicht, welche stimmt.“

Aufgaben für Klasse 3/4	Erwartete Antworten: Vor dem Unterricht – nach dem Unterricht
 Wir forschen zum Magnetismus (II) **1. Man sagt oft: Magneten haben Pole. Was ist damit gemeint?** _____ _____ _____ 	Vor dem Unterricht: Viele Kinder verbinden mit diesem Begriff noch keine Vorstellung. Manche Kinder verwechseln die Pole beim Magneten mit den Plus- und Minuspolen beim elektrischen Strom. Nach dem Unterricht: Die Kinder antworten z. B., dass die Stellen stärkster Anziehung Pole heißen, es einen Nord- und einen Südpol gibt, der Nordpol nach Norden und der Südpol nach Süden zeigt, die Erde auch Pole hat und deshalb die Magneten mit ihren Polen in Nord-Süd-Richtung zeigen. Die Antworten zeigen auf, inwieweit die Kinder einen Zusammenhang zwischen den Polen des Magneten und den magnetischen Polen der Erde herstellen. Die Begriffe *Plus-* und *Minuspol* sollten nicht mehr verwendet werden.
2. Du siehst hier einen großen und einen kleinen Magneten. Welcher Magnet ist stärker? ○ Der größere. ○ Der kleinere. ○ Das kann man nicht sehen. Begründe deine Antwort: _____ _____ _____	Vor dem Unterricht: Viele Kinder denken, größere Magneten sind immer auch die stärkeren Magneten. Nach dem Unterricht: Die Kinder geben an, dass man das nicht wissen kann. Sie begründen ihre Antwort damit, dass es sowohl starke kleine als auch schwache große Magneten gibt.
 3. Was weißt du über Forscherinnen und Forscher? **a) Wie arbeiten Forscherinnen und Forscher? Zähle auf, was sie tun:** _____ _____ _____ _____ _____	Vor dem Unterricht: Viele Kinder denken, dass Wissenschaft bedeutet, Daten und Fakten zu sammeln, Experimente durchzuführen, etwas Positives zu bewirken oder etwas zum Funktionieren zu bringen. Solche Äußerungen verweisen auf ein eher „naives“ Verständnis von Wissenschaft. Nach dem Unterricht: Die Kinder geben an, dass Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Vermutungen aufstellen, etwas aufschreiben, beobachten und miteinander über Vermutungen und Ergebnisse sprechen, etwas belegen, begründen, vorhersagen und erklären. Die Überprüfung von Vermutungen – das Belegen bzw. Widerlegen – spielt eine größere Rolle als vor dem Unterricht. Dies zeigt sich z. B. in folgender Kinderantwort: „Wenn es keine Gegenbeweise gibt, können sie es (das Ergebnis) vor der Öffentlichkeit vorstellen.“ Die Kinder können auch den kreisförmigen Charakter des Forschungsprozesses ansprechen: „Wenn es nicht geklappt hat, überlegen sie, woran es liegen könnte und dann vermuten sie wieder und so geht es immer weiter.“
b) Können Forscherinnen und Forscher Fehler machen? ○ Ja, sie können Fehler machen, denn ihre Vermutungen können falsch sein. ○ Nein, sie wissen sehr viel, deshalb machen sie keine Fehler. ○ Ja, sie arbeiten manchmal mit Geräten, die nicht funktionieren. Dann kann es zu Fehlern kommen.	Vor dem Unterricht: Kinder mit einem eher naiven Verständnis von Wissenschaft kreuzen hier an, dass Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler keine Fehler machen bzw. nur dann, wenn Geräte nicht funktionieren. Nach dem Unterricht: Die Kinder geben an, dass auch die Vermutungen von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern falsch sein können.

Aufgaben für Klasse 3/4	Erwartete Antworten: Vor dem Unterricht – nach dem Unterricht
 **c) Wissen Forscherinnen und Forscher alles? Begründe deine Antwort:**	Vor dem Unterricht: Viele Kinder denken, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verfügen über ein lückenloses Wissen. Nach dem Unterricht: Die Kinder geben an, dass es Bereiche gibt, in denen Forscherinnen und Forscher nicht alles erklären können. Als Beleg nennen sie z. B. den Erdmagnetismus und die Orientierung von Tieren mit Hilfe des Erdmagnetismus.
 **4. Um Fragen zu beantworten, machen Forscherinnen und Forscher Experimente.** Dabei muss einiges beachtet werden. Prüfe, ob das folgende Experiment gut ist: *Paul, Lasse, Leonie und Emma wollen wissen, wer von ihnen am schnellsten rennen kann. Paul hat Wanderschuhe, Lasse hat Turnschuhe und Leonie hat Skischuhe an. Emma ist barfuß. Um herauszufinden, wer am schnellsten ist, machen sie ein Wettrennen. Sie stellen sich an eine Startlinie und rennen alle gleichzeitig los.* **Was sagst du zu diesem Experiment?** Kreuze alles an, was richtig ist. ○ Die Kinder finden mit dem Wettrennen heraus, wer am schnellsten rennen kann. ○ Nach diesem Wettrennen kann man nicht sagen, wer am schnellsten rennen kann. ○ Das Wettrennen ist nicht fair, weil nicht alle dieselben Schuhe tragen. ○ Das Wettrennen ist unnötig, weil das Kind mit den Turnschuhen immer am schnellsten ist. **Kannst du den Kindern einen Tipp geben, damit das Wettrennen für alle gerecht wird?**	Vor dem Unterricht: Einige Kinder geben an, dass man mit dem Experiment herausfinden kann, wer am schnellsten ist. Sie erkennen noch nicht, dass die Bedingungen im Experiment nicht für alle gleich sind (Schuhe). Nach dem Unterricht: Die Kinder kreuzen an, dass man so nicht herausfinden kann, wer am schnellsten rennt und dass das Wettrennen nicht fair ist. In der Begründung verweisen sie gezielt darauf, dass die Schuhe bei allen Kindern gleich sein müssen.
 Was muss Hans Luftikus bei seinem Experiment **unbedingt** beachten, um seine Frage beantworten zu können? **Danke für deine Antworten und viel Spaß beim weiteren Forschen!** **5. Kannst du selbst ein Experiment planen?** Hans Luftikus hat etwas beobachtet, was ihn erstaunt hat. Wenn es draußen warm ist, muss er viel häufiger das Wasser in der Vogeltränke auffüllen, als wenn es draußen kalt ist. Er fragt sich: „Verdunstet das Wasser in der Schale schneller, wenn es warm ist?" **Tipp:** Wenn man Wasser eine Zeit lang in einer Schale stehen lässt, verschwindet es. Man sagt: Das Wasser verdunstet. Kannst du Hans Luftikus einen Tipp geben, welches Experiment er machen soll, um diese Frage zu beantworten? Beschreibe: Du kannst auch zeichnen:	In dieser Aufgabe geht es um die Entwicklung eines fairen Experiments. Forschungen zeigen, dass diese Kompetenz anspruchsvoller ist als die Beurteilung der Fairness in vorgegebenen Experimenten (wie in Aufgabe 4). Vor dem Unterricht: Nur sehr wenigen Kindern gelingt die Planung eines Experiments mit kontrollierten Bedingungen. Nach dem Unterricht: Einige Kinder werden ein angemessenes Experiment angeben und den Versuchsaufbau sowie die konstant zu haltenden Bedingungen beschreiben. Ein mögliches Experiment könnte sein, dass man zwei gleiche Schalen mit gleich viel Wasser in einen kalten und in einen warmen Raum stellt und beobachtet, ob das Wasser im warmen Raum wirklich zuerst verschwindet. Oder: Man stellt eine Schale mit gleichviel Wasser an einem warmen Tag und an einem kalten Tag auf und beobachtet, wie viel Wasser an dem jeweiligen Tag verschwindet. Viele Kinder werden zumindest Ansätze eines Experiments beschreiben.

Wir forschen zum Magnetismus (I)

1. Ein Magnet zieht manche Dinge zu sich heran, manche nicht.

Ein Magnet zieht an: _____

_____

Ein Magnet zieht nicht an: _____

_____

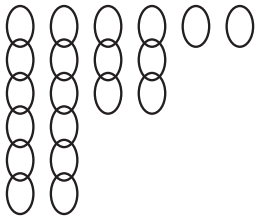
_____

2. Was wird von einem Magneten festgehalten?

Kreuze alles an, was richtig ist.

- ○ Alle kleinen Dinge.
- ○ Alle leichten Dinge.
- ○ Alle Dinge aus Metall.
- ○ Alle Dinge aus Eisen.
- ○ Alle klebrigen Dinge.
- ○ Magneten.

3. Welche Ketten hält der Magnet fest?

Hänge diese Ketten an den Magneten.	Hänge an jeden Punkt des Magneten eine Kette. Die Ketten dürfen nicht herunterfallen.
	

4. Ziehen Magneten an allen Stellen gleich stark an?

- ○ Ja
- ○ Nein

5. Was spürst du, wenn du zwei solche Magneten mit deinen Händen zusammen führst?

6. Was kann passieren, wenn man zwei Magneten zusammen bringt?

Kreuze alles an, was richtig ist.

- ◯ Sie ziehen sich an.
- ◯ Sie stoßen sich ab.
- ◯ Sie sind nicht mehr magnetisch.
- ◯ Es passiert gar nichts.

7. Wie arbeiten Forscherinnen und Forscher? Zähle auf, was sie tun.

8. Stell dir vor:

Du liest in einem Buch, wie der Magnetismus entdeckt wurde.
Im Fernsehen wird eine ganz andere Geschichte zur Entdeckung des Magnetismus erzählt. Hinterher fragt dich deine Mutter:
„Weißt du jetzt, wie der Magnetismus entdeckt wurde?“

Was antwortest du deiner Mutter?

Danke für deine Antworten und viel Spaß beim weiteren Forschen!

Wir forschen zum Magnetismus (II)

1. Man sagt oft: Magneten haben Pole. Was ist damit gemeint?

2. Du siehst hier einen großen und einen kleinen Magneten.
Welcher Magnet ist stärker?

- ◯ Der größere.
- ◯ Der kleinere.
- ◯ Das kann man nicht sehen.

Begründe deine Antwort:

3. Was weißt du über Forscherinnen und Forscher?

a) Wie arbeiten Forscherinnen und Forscher? Zähle auf, was sie tun:

b) Können Forscherinnen und Forscher Fehler machen?

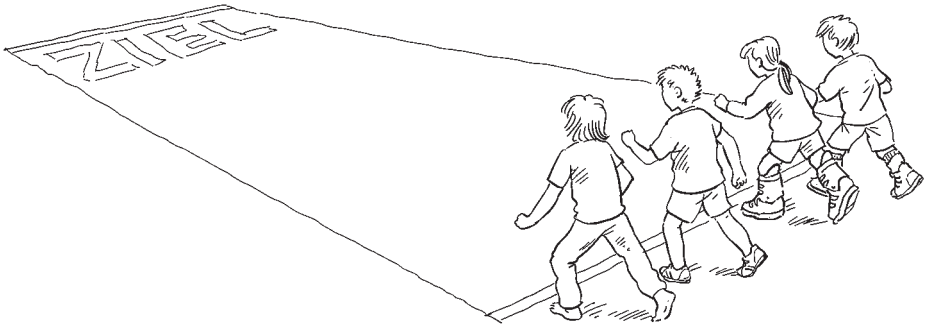
- ○ Ja, sie können Fehler machen, denn ihre Vermutungen können falsch sein.
- ○ Nein, sie wissen sehr viel, deshalb machen sie keine Fehler.
- ○ Ja, sie arbeiten manchmal mit Geräten, die nicht funktionieren. Dann kann es zu Fehlern kommen.

c) Wissen Forscherinnen und Forscher alles? Begründe deine Antwort:

4. Um Fragen zu beantworten, machen Forscherinnen und Forscher Experimente.

Dabei muss einiges beachtet werden. Prüfe, ob das folgende Experiment gut ist:

Paul, Lasse, Leonie und Emma wollen wissen, wer von ihnen am schnellsten rennen kann. Paul hat Wanderschuhe, Lasse hat Turnschuhe und Leonie hat Skischuhe an. Emma ist barfuß. Um herauszufinden, wer am schnellsten ist, machen sie ein Wettrennen. Sie stellen sich an eine Startlinie und rennen alle gleichzeitig los.



Was sagst du zu diesem Experiment?

Kreuze alles an, was richtig ist.

- ○ Die Kinder finden mit dem Wettrennen heraus, wer am schnellsten rennen kann.
- ○ Nach diesem Wettrennen kann man nicht sagen, wer am schnellsten rennen kann.
- ○ Das Wettrennen ist nicht fair, weil nicht alle dieselben Schuhe tragen.
- ○ Das Wettrennen ist unnötig, weil das Kind mit den Turnschuhen immer am schnellsten ist.

Kannst du den Kindern einen Tipp geben, damit das Wettrennen für alle gerecht wird?

5. Kannst du selbst ein Experiment planen?

Hans Luftikus hat etwas beobachtet, was ihn erstaunt hat.
Wenn es draußen warm ist, muss er viel häufiger das Wasser in der Vogeltränke auffüllen, als wenn es draußen kalt ist. Er fragt sich: „Verdunstet das Wasser in der Schale schneller, wenn es warm ist?“

Tipp: Wenn man Wasser eine Zeit lang in einer Schale stehen lässt, verschwindet es. Man sagt: Das Wasser verdunstet.

Kannst du Hans Luftikus einen Tipp geben, welches Experiment er machen soll, um diese Frage zu beantworten?

Beschreibe: _____

_____

_____

_____

Du kannst auch zeichnen:

Was muss Hans Luftikus bei seinem Experiment **unbedingt** beachten, um seine Frage beantworten zu können?

Danke für deine Antworten und viel Spaß beim weiteren Forschen!

7 Anhang

7.1 Inhalt der Materialkisten zum Spiralcurriculum Magnetismus. Primarbereich

BOX 1

Position	Anzahl	Material	Foto
1	1	Wasserbecken	
2	1	Dose mit Stecknadeln	
3	1	Dose mit Eisenpulver	
4		Klebepunkte (blau und gelb)	
5	1	Dose mit folgendem Inhalt:	
6	1	Blume	
7	4	Fische aus Eisen, Holz, Moosgummi, Pappe mit Eisenring	
8	1	Gebogenes Blech	
9	3	Ketten aus Eisen, Kunststoff, Messing	
10	1	Maikäfer	
11	1	Styroporscheibe mit Eisenplättchen	
12	1	Zerbrochener Stabmagnet (Ferrit 50 mm × 15 mm × 6 mm)	
13	32	Mittelgroße Nägel (50 mm)	
14	3	Ringe aus Eisen, Kunststoff, Kupfer	
15	3	Schrauben aus Eisen, Kunststoff, Messing	
16	3	Röhrchen aus Aluminium, Eisen, Glas	

Position	Anzahl	Material	Foto
17	1	Dose mit folgendem Inhalt:	
18	8	Quader aus Holz	
19	8	Quader aus Kork	
20	8	Quader aus Kunststoff	
21	8	Quader aus Pappe	
22	1	Dose mit folgendem Inhalt:	
23	8	Quader aus Aluminium	
24	8	Quader aus Eisen	
25	8	Quader aus Kupfer	
26	8	Quader aus Messing	
27	1	Dose mit Eisenspänen	
28	1	Runddose mit Büroklammern	
29	1	Runddose mit folgendem Inhalt:	
30	1	Magnetarmband	
31	1	Runddose mit folgendem Inhalt:	
32	8	Beschriftete Quader aus Aluminium, Eisen, Holz, Kork, Kunststoff, Kupfer, Messing, Pappe	
33	1	Runddose mit kleinen Nägeln	

BOX 1a

Position	Anzahl	Material	Foto
34	2	Hufeisenmagneten (Ferrit)	
35	1	Magnetit	
36	1	Großer eckiger Stabmagnet (AlNiCo 101 mm × 15 mm × 10 mm)	
37	1	Großer runder Stabmagnet (AlNiCo Ø 10 mm × 200 mm)	
38	6	Mittelgroße runde Stabmagneten (AlNiCo Ø 8 mm × 40 mm)	
39	1	Boot mit Magneten (Ferrit 50 mm × 15 mm × 6 mm)	
40	3	Styroporscheiben mit Magneten (Ferrit Ø 20 mm × 5 mm)	

Nachbestellungen:
Unter Angabe der Positionsnummer können die Materialien beim Caritasverband Coesfeld nachbestellt werden.
Telefon: 02596 914-0
E-Mail: magnetismus@caritas-coesfeld.de

BOX 2

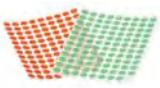
Position	Anzahl	Material	Foto
41	32	Eisendrähte (zum Magnetisieren) (160 mm)	
42	24	Holzstäbe	
43	2	„Kusshunde“	
44	3	Plastikröhrchen mit Holzfuß	
45	1	Schiene aus Holz (für die Hufeisenmagneten)	
46	3	Stäbe mit Holzfuß	
47	1	Rundholz mit Eisenplättchen	
48	1	Ständer bestehend aus Grundplatte und langem Holzstab	
49	1	Rundholz mit Wäscheklammer	

BOX 2a

Position	Anzahl	Material	Foto
50	16	Ringmagneten (Ferrit Ø 19 mm × 10 mm)	
51	3	Große Scheibenmagneten (Ferrit Ø 20 mm × 5 mm)	
52	6	Sehr kleine eckige Stabmagneten mit Polen an den gegenüberliegenden Seiten (Ferrit 24 mm × 13,5 mm × 5 mm)	
53	32	Kleine eckige Stabmagneten (Ferrit 50 mm × 15 mm × 6 mm)	
54	6	Zwitschermagneten	
55	2	Rundstäbe mit Magneten (Ferrit Ø 19 mm × 10 mm)	

Nachbestellungen:
Unter Angabe der Positionsnummer können die Materialien beim Caritasverband Coesfeld nachbestellt werden.
Telefon: 02596 914-0
E-Mail: magnetismus@caritas-coesfeld.de

BOX 3

Position	Anzahl	Material	Foto
56	1	Federwaage (10 N)	
57	7	Lineale	
58	8	Wiegebecher	
59	34	Knetkugeln (verteilt auf zwei Tüten)	
60	8	Runddosen mit je 10 Muttern	
61	1	Säckchen mit 20 großen Murmeln	
62	1	Runddose mit folgendem Inhalt:	
63	8	Quader aus Eisen	
64	8	Quader aus Messing	
65	1	Dose mit folgendem Inhalt:	
66	32	Heftstreifen (mittig geknickt und punktiert)	
67		Klebepunkte (rot und grün)	
68	1	Kompass	
69	1	Langer, unisolierter Draht (auf Wickelvorrichtung) (2,5 m)	
70	1	Wäscheklammer mit Faden	

Position	Anzahl	Material	Foto
71	1	Dose mit folgendem Inhalt:	
72	32	Isolierte Drähte (à 2,5 m)	
73	1	Batterie (AA, 1,5 V)	
74	1	Dose mit folgendem Inhalt:	
75	10	Legoautos	
76	10	Gummibänder	
77	1	Dose mit folgendem Inhalt:	
78	3	Deckel in 3 unterschiedlichen Größen	
79	8	Schrauben (8 mm × 80 mm)	
80	2	Große Unterlegscheiben (Ø 25 mm)	
81	1	Kleine Unterlegscheibe (Ø 12 mm)	

BOX 3a

Position	Anzahl	Material	Foto
82	5	Große Scheibenmagneten (Ferrit Ø 20 mm × 5 mm)	
83	8	Kleine Scheibenmagneten (Ferrit Ø 15 mm × 3 mm)	
84	1	Farbig markierter Stabmagnet (Ferrit 50 mm × 15 mm x 6 mm)	
85	8	Kleine runde Stabmagneten (Neodym Ø 6 mm × 25 mm)	
86	2	Mittelgroße runde Stabmagneten (AlNiCo Ø 8 mm × 40 mm)	
87	1	Holzklotz mit großem Magneten (Ferrit 50 mm × 15 mm × 6 mm)	
88	1	Holzklotz mit kleinem Magneten (Neodym 19 mm × 6 mm × 13 mm)	

Nachbestellungen:
Unter Angabe der Positionsnummer können die Materialien beim Caritasverband Coesfeld nachbestellt werden.
Telefon: 02596 914-0
E-Mail: magnetismus@caritas-coesfeld.de

BOX 4

Position	Anzahl	Material	Foto
89	1	Eisenstab („Spüreisen“) mit 2 Gummiringen	
90	32	Große Nägel mit Korken (verteilt auf zwei Tüten)	
91	1	Gestell „Schwebende Büroklammer“	
92	1	Halterung für den „Oerstedt-Versuch“ (zum Zusammenstecken)	
93	1	Schiebebrett (für das faire Experiment)	
94	7	Laminierte Unterlagen	
95	8	Dosen mit Sand	
96	32	Große Nägel (für den Elektromagneten beim Schrottkran)	

Nachbestellungen:
Unter Angabe der Positionsnummer können die Materialien beim Caritasverband Coesfeld nachbestellt werden.
Telefon: 02596 914-0
E-Mail: magnetismus@caritas-coesfeld.de

7.2 Literaturempfehlungen

Zum Genetischen Lehren und Lernen nach Martin Wagenschein

Möller, K. (2007): *Genetisches Lernen und Conceptual Change*. In: J. Kahlert; M. Fölling-Albers; M. Götz; A. Hartinger; D. von Reeken & S. Wittkowske (Hrsg.), Handbuch Didaktik des Sachunterrichts (S. 258–266). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
Wagenschein, M. (2012): *Texte zur Einführung in seine Pädagogik. Ausgewählt und kommentiert von Rudolf Messner und Georg-Michael Schulz.* In: N. Kruse; R. Messner & B. Wollring (Hrsg.), Martin Wagenschein – Faszination und Aktualität des Genetischen (S. 25–48). Baltmannsweiler: Schneider.

Zu konstruktivistischen Ansätzen zum Lernen und Lehren …

… in der Fachdidaktik Naturwissenschaften

Duit, R. (2003): *Alltagsvorstellungen und Physik lernen*. In: E. Kircher & W. B. Schneider (Hrsg.), Physikdidaktik in der Praxis (S. 1–26). Berlin: Springer.

… in der Grundschule

Möller, K. (2001): *Konstruktivistische Sichtweisen für das Lernen in der Grundschule?* In: K. Czerwenka; K. Nölle & H.-G. Roßbach (Hrsg.), Forschungen zu Lehr- und Lernkonzepten für die Grundschule (Band 4 der Reihe: Jahrbuch Grundschulforschung, S. 16–31). Opladen: Leske + Budrich.
Stern, E. & Möller, K. (2004): *Der Erwerb anschlussfähigen Wissens als Ziel des Grundschulunterrichts*. In: D. Lenzen; J. Baumert; R. Watermann & U. Trautwein (Hrsg.), PISA und die Konsequenzen für die erziehungswissenschaftliche Forschung. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft (3. Beiheft), S. 25–36.

… im Sachunterricht

Adamina, M. & Müller, H. (2008): *Lernwelten Natur – Mensch – Mitwelt (Grundlagenband zur Reihe: Lern- und Lehrmaterialien zum Fach Natur – Mensch – Mitwelt)*. Bern: schulverlag plus.
Ewerhardy, A.; Kleickmann, T. & Möller, K. (2012): *Fördert ein konstruktivistisch orientierter naturwissenschaftlicher Sachunterricht mit strukturierenden Anteilen das konzeptuelle Verständnis bei den Lernenden?* Zeitschrift für Grundschulforschung. Bildung im Elementar- und Primarbereich, 5(1), S. 76–88.
Ramseger, J. (2013): *Naturwissenschaftlich Denken und Argumentieren*. Die Grundschulzeitschrift, 27(264), S. 28–53.

Zum Thema Magnetismus in der Grundschule

Rubitzki, T. (2006): *Magnetismus. Ein Thema für die Grundschule.* Sache Wort Zahl, 34(82), S. 4–7.
Wagenschein, M. (1995): *Muttersprachlich lehren: Der Magnet*. In: M. Wagenschein, Naturphänomene sehen und verstehen. Genetische Lehrgänge (3. Aufl., S. 133–169). Stuttgart: Klett.
Wagenschein, M. (1965): *Das große Spüreisen*. In: M. Wagenschein, Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken, (S. 175–177). Stuttgart: Klett.
Ziegler, F.; Hartinger, A. & Grygier, P. (2011): *Individuelles Lernen im Sachunterricht – Strom und Magnetismus*. Berlin: Cornelsen.

Sachinformationen zum Thema Magnetismus

Baravalle, H. v. (1996): *Magnetismus und Elektrizität, Akustik, Optik und Astrophysik (Band 2 der Reihe: Physik als reine Phänomenologie)*. Stuttgart: Verlag Freies Geistesleben.
Gascha, H. (1998): *Physik*. München: Compact.
SUPRA – Sachunterricht praktisch und konkret (2013): *Sachinformationen für die Lehrkraft zum Thema „Magnetismus“*. http://www.supra.grundschuldidaktik.uni-bamberg.de/lernfeld-natur-und-technik/magnetismus/sachinformationen-fuer-die-lehrkraft.html [01.07.2013].

Arbeitsvorlagen/Versuche

Gamper, W. & Zwingli, S. (2005): *Zauberkraft Magnetismus*. Düsseldorf: Hagemann.
Gressmann, M. & Mathea, W. (1996): *Die Fundgrube für den Physik-Unterricht. Das Nachschlagewerk für jeden Tag.* Berlin: Cornelsen.
Levenson, E. (1994): *Teaching children about life and earth sciences. Ideas and activities every teacher and parent can use.* US: McGraw-Hill Inc.
Wiesner, H. & Heran-Dörr, E. (2010): *Themenfeld Magnetismus*. In: J. Kahlert & R. Demuth (Hrsg.), Wir experimentieren in der Grundschule (Band 1, 2. Aufl.). Köln: Aulis.

Video/DVD
Bibliothek der Sachgeschichten – (M6) Magneten, Maßband, Münzumtauscher, Mullbinde.

Kindersachbücher
Lührs, O. (2010): *Magnetismus (Band 39 der Reihe: Was ist was?).* Nürnberg: Tessloff Verlag.

Internetseiten für Kinder
www.blinde-kuh.de
www.fragfinn.de
www.wdr.de/tv/wissenmachtah/bibliothek/magnetismus.php5
www.wasistwas.de
www.wdr.de/tv.wissen-macht-ah
Die Sendung mit der Maus zum Thema Magnetismus unter
www.youtube.com/watch?v=vzlg-jD5uUU

Internetseiten für Lehrkräfte
www.supra.grundschuldidaktik.uni-bamberg.de/
www.supermagnete.de
www.learnline.schulministerium.nrw.de/app/suche_learnline/
http://www.youtube.com/watch?v=5V_arViunaU (Wissen macht Ah. WDR).
(zum Unterschied zwischen den Begriffen Eisen und Stahl).

7.3 Glossar

Eisen und Stahl: *Eisen* ist ein chemisches Element, das mit dem Kürzel Fe bezeichnet wird und im Periodensystem mit der Ordnungszahl 26 aufgeführt ist. Es gehört zu den Metallen. Mit ca. 5 % ist es als chemisches Element in der Erdhülle enthalten; auch ist es einer der Hauptbestandteile des Erdkerns. Auf der Erde kommt das Element Eisen sehr selten in Reinform vor; überwiegend ist es Bestandteil von Erzgestein. Es wird aus diesem Gestein gewonnen, in dem das Gestein zunächst gemahlen und dann in einem Hochofen unter Zugabe von Koks und weiteren Materialien erhitzt wird. Das flüssige Eisen wird anschließend von der flüssigen Gesteinsschlacke getrennt und erstarrt zu *Roheisen*. Roheisen ist für die Weiterverarbeitung und Nutzung allerdings weniger geeignet. Es ist sehr spröde und lässt sich z. B. nicht schmieden. Verantwortlich ist dafür ein Kohlenstoffgehalt von ca. 4 – 5 %. Verwendung findet Roheisen als *Gusseisen*, z. B. bei gusseisernen Pfannen. Auch Brücken wurden früher aus Gusseisen hergestellt.
Durch Weiterverarbeitung wird aus dem Roheisen *Stahl* gewonnen. Dem Roheisen wird dabei Kohlenstoff entzogen, der für die Brüchigkeit verantwortlich ist. Materialien, die neben anderen Elementen überwiegend aus dem chemischen Element Eisen bestehen und einen Kohlenstoffanteil von 0,06 % bis 2,06 % haben, werden als *Stahl* bezeichnet. Stahl ist elastisch und lässt sich gut schmieden und walzen. Durch Zufügung von Materialien, wie z. B. Chrom, Nickel und Kupfer, lassen sich bestimmte erwünschte Eigenschaften erreichen. Zum Beispiel erhält man durch die Zugabe von Chrom und Nickel nicht rostenden Stahl. Man spricht von *Stahllegierungen*, womit ein Gemisch aus verschiedenen Metallen gemeint ist.
Im Alltag bezeichnet man mit Eisen gewöhnlich metallene Materialien, deren Hauptbestandteil das chemische Element Eisen ist. Von der Gewinnung her handelt es sich in der Regel um Stahl. Mit den Kindern nutzen wir trotzdem den Begriff Eisen, da dieser sich in der Alltagssprache etabliert hat.

Elektromagnetismus: Ein Elektromagnet ist eine – meist um einen Eisenkern – gewickelte Spule aus isoliertem Draht. Fließt ein elektrischer Strom durch den Draht, wirkt die Spule wie ein Magnet. Sobald kein Strom mehr fließt, verschwindet auch die magnetische Wirkung. Anders als beim Dauermagneten kann die magnetische Wirkung bei einem Elektromagneten ein- und ausgeschaltet werden. Elektromagneten werden in vielen technischen Geräten benutzt, z. B. auch in einem Schrottkran (vgl. Unterricht Klassenstufen 3/4).

Erdmagnetismus: Die Erde verhält sich – vereinfacht betrachtet – wie ein großer Stabmagnet, wobei der eine Pol des „Magneten Erde“ in der Nähe des Nordpols, der andere in der Nähe des Südpols liegt. Frei drehbar gelagerte Magneten werden von den Polen der Erde angezogen. Magneten zeigen deshalb mit ihren Polen immer in Nord-Süd-Richtung. Der Pol, der nach Norden zeigt, wurde vor der Entdeckung des Erdmagnetismus als Nordpol definiert; der nach Süden zeigende Pol als Südpol.
→ magnetischer Nord- und Südpol

faires Experiment: Bei dieser wissenschaftlichen Untersuchungsmethode (kontrolliertes Experiment) darf nur die zu untersuchende Variable (z. B. die Größe eines Magneten) verändert werden, während alle relevanten übrigen Variablen (z. B. Gewicht, Größe und Form des Gegenstandes, der angezogen werden soll, sowie der Abstand des Gegenstandes zum Magneten) gleich gehalten werden müssen.

Ferromagnetismus: Der Begriff *Ferromagnetismus* leitet sich vom lateinischen Wort *ferrum* (dt.: Eisen) und dem griechischen Wort *magnetis (lithos)* (dt.: Stein aus Magnesien) ab. Er bezeichnet das Phänomen, dass Körper, die aus den Materialien Eisen, Nickel und Kobalt bzw. aus Legierungen dieser Metalle bestehen, mit einem Magneten in Wechselwirkung treten. Sie werden vom Magneten angezogen bzw. ziehen diesen an. In der Nähe des Magneten werden sie (zumeist nur kurzfristig) selbst zu einem Magneten. Der Begriff *Ferromagnetismus* bezeichnet das, was allgemein unter Magnetismus verstanden wird.

Grundgesetz des Magnetismus: Zwei gleichnamige (gleiche) → Pole (Nordpol – Nordpol oder Südpol – Südpol) stoßen sich ab. Zwei ungleichnamige (ungleiche) Pole (Nordpol – Südpol) ziehen sich an. Dieses Grundgesetz wird im Unterricht als *Polregel* bezeichnet.
Genau genommen müsste die Polregel so formuliert werden: Bei Näherung von zwei gleichnamigen Polen stoßen sich die Magneten ab, bei Näherung von zwei ungleichnamigen Polen ziehen sich die Magneten an. (Nicht die Pole, sondern die Magneten ziehen sich an bzw. stoßen sich ab.)

indifferente Zone: Als indifferente Zone wird die Zone in der Mitte zwischen den beiden → Magnetpolen bezeichnet. Hier ist die Anziehung des Magneten am schwächsten.

magnetische Influenz: Ein Magnet beeinflusst in der Nähe gelagerte magnetisierbare Materialien, auch wenn er sie nicht direkt berührt. Die Materialien wirken kurzfristig selbst wie Magneten. So wirkt ein Nagel in der Nähe eines Magneten – selbst wenn er von diesem gelöst wird – selbst wie ein Magnet und kann einen weiteren Eisennagel anziehen. Dieses kurzfristige Phänomen wird auch als temporärer Magnetismus bezeichnet. Im Gegensatz dazu → permanenter Magnetismus

magnetischer Nord- und Südpol: Die Begriffe bezeichnen die Stellen auf der Erde, an welchen die magnetische Wirkung der Erde am stärksten ist. Ein drehbar gelagerter Magnet richtet sich in Richtung der magnetischen Pole aus. Diese sind nicht identisch mit den geografischen Polen, sondern befinden sich in deren Nähe. Der nach Norden zeigende Pol eines drehbar gelagerten Magneten wurde vor Entdeckung der magnetischen Pole als Nordpol bezeichnet. Nach dem → Grundgesetz des Magnetismus muss der in der Nähe des geografischen Nordpols liegende magnetische Pol entsprechend als magnetischer Südpol bezeichnet werden.

(ferro-)magnetische Wirkung: Magneten wirken nur auf bestimmte Materialien. Dazu zählen Eisen, Nickel, Kobalt und Legierungen, die eines dieser Metalle enthalten. Ein Magnet zieht diese Materialien an oder wird von ihnen angezogen. In der Nähe von Magneten werden diese Materialien selbst zu Magneten → magnetische Influenz.

Magnetisierung: Ein → ferromagnetischer Stoff wird selbst zum Magneten, wenn er einem starken Magneten ausgesetzt wird bzw. mehrfach in immer der gleichen Richtung mit einem Magneten bestrichen wird. Er wird magnetisiert. Durch Erschüttern, Hämmern oder Erhitzen kann ein magnetisierter Stoff wieder entmagnetisiert werden.

Magnetit: Der Magnetit oder Magneteisenstein ist eine natürlich vorkommende Gesteinsart aus Eisenoxid. Die magnetische Wirkung des Magnetits ist eher schwach. Sie reicht aber aus, um z. B. kleine Eisenteile anzuziehen. Magnetite können an verschiedenen Orten der Welt gefunden werden.

Magnetpol: Als Pol eines Magneten wird der Bereich eines Magneten definiert, an dem die Wirkung am stärksten ist. Die Pole des im Unterricht häufig verwendeten Stabmagneten liegen an den Enden des Magneten. Pole kommen immer in Paaren vor; jeder Magnet besitzt mindestens einen Nord- und einen Südpol. Mit Hilfe der Polregel können die Pole identifiziert werden.

permanenter Magnetismus: Permanent- oder Dauermagneten werden aus magnetisierbaren Materialien hergestellt und mit sehr starken Elektromagneten magnetisiert. Sie zeichnen sich durch eine dauerhafte magnetische Wirkung aus, die nur durch Erschüttern oder Erhitzen zerstört werden kann. Auch die natürlich vorkommenden → Magnetite zählen zu den Permanentmagneten.

Pol: → Magnetpol

Polregel: → Grundgesetz des Magnetismus

Stahl: → Eisen und Stahl

7.4 Verwendete Literatur

Die Angabe der Literatur ist kapitelweise gegliedert. Innerhalb der Kapitel, die alle drei Bildungsbereiche betreffen, ist die Literatur zusätzlich aufgeschlüsselt nach Literatur, die von eher übergeordneter Bedeutung ist, sowie nach Literatur, die schwerpunktmäßig die einzelnen Bildungsbereiche betrifft.

Kapitel 2
Lernen und Lerngelegenheiten in den Naturwissenschaften

Übergeordnet

Duit, R. (2007): *Schülervorstellungen und Lernen von Physik – Stand der Dinge und Ausblick*. In: M. Hopf; R. Müller & R. Wodzinski (Hrsg.), Schülervorstellungen in der Physik (S. 267–272). Köln: Aulis.

Schwerpunkt Elementarbereich

Anders, Y.; Hardy, I.; Pauen, S. & Steffensky, M. (im Druck): *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.

Hellmich, F. & Köster, H. (Hrsg.) (2008): *Vorschulische Bildungsprozesse in Mathematik und Naturwissenschaften*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Leuchter, M. (Hrsg.) (2010): *Didaktik für die ersten Bildungsjahre: Unterricht mit 4- bis 8-jährigen Kindern*. Zug: Klett und Balmer.

Schwerpunkt Primarbereich

Kleickmann, T. (2012): *Kognitiv aktivieren und inhaltlich strukturieren im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Handreichung des Programms SINUS an Grundschulen.* http://www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SGS/Handreichung_Kleickmann.pdf [01.07.2013].

Möller, K. (2010): *Lernen von Naturwissenschaft heißt: Konzepte verändern*. In: P. Labudde (Hrsg.), Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1.–9. Schuljahr (S. 57–72). Stuttgart: Haupt.

Möller, K. (2012): *Konstruktion vs. Instruktion oder Konstruktion durch Instruktion? Konstruktionsfördernde Unterstützungsmaßnahmen im Sachunterricht.* In: H. Giest; E. Heran-Dörr & C. Archie (Hrsg.), Lernen und Lehren im Sachunterricht. Zum Verhältnis von Konstruktion und Instruktion (S. 37–50). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Wodzinski, R. (2006): *Lernschwierigkeiten erkennen – verständnisvolles Lernen fördern. Naturwissenschaftsmodul G4. Sinus Transfer Grundschule.* http://sinus-transfer-grundschule.de/fileadmin/MaterialienIPN/G4_ueberarb_Internet.pdf [01.07.2013].

Schwerpunkt Sekundarbereich

Duit, R. (2010): *Alltagsvorstellungen und Physik lernen*. In: E. Kircher; R. Girwidz & P. Häußler (Hrsg.), Physikdidaktik. Theorie und Praxis (2. Aufl., S. 83–114). Berlin, Heidelberg: Springer.

Kapitel 3
Das Thema Magnetismus in einem bildungsstufenübergreifenden Curriculum

Übergeordnet

Bartholomew, H.; Osborne, J. & Ratcliffe, M. (2004): *Teaching students "ideas-about-science": Five dimensions of effective practice*. Science Education, 88(5), S. 655–682.

Höttecke, D. (2001): *Die Vorstellungen von Schülern und Schülerinnen von der „Natur der Naturwissenschaften"*. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 7, S. 7–23.

Lederman, N. G.; Abd-El-Khalick, F.; Bell, R. L. & Schwartz, R. S. (2002): *Views of nature of science questionnaire***:** *Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science*. Journal of Research in Science Teaching, 39(6), S. 497–521.

Mayer, J. (2007): *Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen*. In: D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), Theorien in der biologiedidaktischen Forschung (S. 177–186). Berlin: Springer.

McComas, W. (2002): *The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths*. In: W. McComas (Hrsg.), The Nature of Science in Science Education (Band 5, S. 53–70). New York: Kluwer.

Merzyn, G. (1989): *Unterricht zum Magnetismus und das Elementarmagnet-Modell*. Naturwissenschaften im Unterricht Physik/Chemie, 44(37), S. 130–131.

Priemer, B. (2006): *Deutschsprachige Verfahren der Erfassung von epistemologischen Überzeugungen*. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 12, S. 159–175.

Sodian, B.; Bullock, M. & Koerber, S. (2008): *Wissenschaftliches Denken und Argumentieren*.

Was muss Hänschen lernen, damit aus Hans etwas wird? In: W. Schneider (Hrsg.), Entwicklung von der Kindheit bis zum Erwachsenenalter. Befunde der Münchner Längsschnittstudie LOGIK. (S. 67–84). Weinheim: Beltz.

Wong, S. L. & Hodson, D. (2009): *From the horse's mouth: What scientists say about scientific investigation and scientific knowledge*. Science Education, 93(1), S. 109–130.

Schwerpunkt Elementarbereich

Möller, K. & Steffensky, M. (2010): *Naturwissenschaftliches Lernen im Unterricht mit 4- bis 8-jährigen Kindern*. *Kompetenzbereiche frühen naturwissenschaftlichen Lernens.* In: M. Leuchter (Hrsg.), Didaktik für die ersten Bildungsjahre. Unterricht mit 4- bis 8-jährigen Kindern (S. 163–178). Seelze: Friedrich.

Sodian, B.; Thoermer, C. & Koerber, S. (2008): *Das Kind als Wissenschaftler – schon im Vor- und Grundschulalter?* In: L. Fried (Hrsg.), Das wissbegierige Kind. Neue Perspektiven in der Früh- und Elementarpädagogik (S. 29–36). Weinheim: Juventa.

Schwerpunkt Primarbereich

Duit, R. (2003): *Naturwissenschaftliches Arbeiten*. Unterricht Physik, 14(74), S. 4–8.

Grygier, P.; Gunther, J. & Kircher, E. (2007): *Über Naturwissenschaften lernen: Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule*. Baltmannsweiler: Schneider.

Möller, K.; Kleickmann, T. & Sodian, B. (2011): *Naturwissenschaftlich-technischer Lernbereich*. In: W. Einsiedler; M. Götz; A. Hartinger; F. Heinzel; J. Kahlert & U. Sandfuchs (Hrsg.), Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik (3. vollst. überarb. Aufl., S. 509–517). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Möller, K. & Steffensky, M. (2010): *Naturwissenschaftliches Lernen im Unterricht mit 4- bis 8-jährigen Kindern*. *Kompetenzbereiche frühen naturwissenschaftlichen Lernens.* In: M. Leuchter (Hrsg.), Didaktik für die ersten Bildungsjahre. Unterricht mit 4- bis 8-jährigen Kindern (S. 163–178). Seelze: Friedrich.

Schwerpunkt Sekundarbereich

Duit, R.; Gropengießer, H. & Stäudel, L. (Hrsg.) (2004): *Naturwissenschaftliches Arbeiten – Unterricht und Material 5–10*. Seelze: Friedrich.

Duit, R.; Kraus, M. E. & Rincke, K. (2012): *Magnetismus im Physikunterricht*. *Fachliche und didaktische Informationen zu einem komplexen Thema.* Unterricht Physik, 23(127), S. 4–9.

Hammann, M. (2006): *PISA und Scientific Literacy*. In: U. Steffens & R. Messner (Hrsg.), PISA macht Schule: Konzeptionen und Praxisbeispiele zur neuen Aufgabenkultur (Band 3 der Reihe: Folgerungen aus PISA für Schule und Unterricht, S. 127–179). Wiesbaden: Institut für Qualitätsentwicklung.

Hammann, M.; Phan, T. T. H.; Ehmer, M. & Bayrhuber, H. (2006): *Fehlerfrei Experimentieren*. Mathematischer und Naturwissenschaftlicher Unterricht, 59(5), S. 292–299.

Kircher, E.; Girwidz, R. & Häußler, P. (2010): *Ziele und Kompetenzen im Physikunterricht*. In: E. Kircher; R. Girwidz & P. Häußler (Hrsg.), Physikdidaktik. Theorie und Praxis (2. Aufl., S. 83–114). Berlin: Springer.

Nawrath, D.; Maiseyenka, V. & Schecker, H. (2011): *Experimentelle Kompetenz – Ein Modell für die Unterrichtspraxis*. Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule, 60(6), S. 42–49.

Stäudel, L.; Werber, B. & Wodzinski, R (2006): *Lernbox: Forschen wie ein Naturwissenschaftler*. *Das Arbeits- und Methodenbuch.* Seelze: Friedrich.

Urhahne, D.; Kremer, K. & Mayer, J. (2008): *Welches Verständnis haben Jugendliche von der Natur der Naturwissenschaften? Entwicklung und erste Schritte zur Validierung eines Fragebogens*. Unterrichtswissenschaft, 36(1), S. 71–93.

Kapitel 4
Das Thema Magnetismus im Primarbereich

Kapitel 4.1 Fachlicher Hintergrund

Baravalle, H. v. (1996): *Magnetismus und Elektrizität, Akustik, Optik und Astrophysik (Band 2 der Reihe: Physik als reine Phänomenologie)*. Stuttgart: Verlag Freies Geistesleben.

Demtröder, W. (2013): *Experimentalphysik 2: Elektrizität und Optik* (6. Aufl.). Heidelberg: Springer Spektrum.

Gascha, H. (1998): *Physik*. München: Compact.

Hees, B. (2008): *Das Elementarmagneten-Modell im Physikunterricht am Gymnasium*. *Eine fachdidaktische Analyse der klassischen Modelle & Konzeptionen und Erprobung eines alternativen Modells.* http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-20812/Hees_Diss.pdf [06.02.2013].

Kloss, A. (1994): *Geschichte des Magnetismus*. Berlin: VDE.

Leute, U. (2004): *Physik und ihre Anwendungen in Technik und Umwelt* (2., aktualisierte und erweiterte Aufl.). München: Carl Hanser.

Lühr, O. (2010): *Magnetismus (Band 39 der Reihe: Was ist was?)*. Nürnberg: Tessloff.

Rademacher, H. (2010): *Magnetischer Südpol*. *Jährlicher Sprint um bis zu 50 Kilometer.* http://

www.faz.net/aktuell/wissen/erde/magnetischer-suedpol-jaehrlicher-sprint-um-bis-zu-50-kilometer-1937919.html [29.05.2013].
Schadwinkel, A. (2009): *Orientierung der Zugvögel*. *Augen auf beim Vogelflug.* http://www.zeit.de/wissen/2009–10/zugvoegel-orientierung/seite-1 [01.07.2013].
Tipler, P. (2000): *Physik* (3., korrigierter Nachdruck). Berlin: Springer Spektrum.
Wagenschein, M. (1980): *Naturphänomene sehen und verstehen*. Stuttgart: Klett.

Kapitel 4.2 Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten

übergeordnet

Barrow, L. H. (1987): *Magnet concepts and elementary students' misconceptions*. In: J. Novak (Hrsg.), Proceedings of the Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics (S. 17–22). Ithaca: Cornell University.
Borges, A. T.; Tecnico, C. & Gilbert, J. K. (1998): *Models of magnetism*. International Journal of Science Education, 20(3), S. 361–378.
Duit, R. (2007): *Alltagsvorstellungen und Physik lernen*. In: E. Kircher & W. Schneider (Hrsg.), Physikdidaktik in der Praxis (S. 1–26). Berlin: Springer.
Hickey, R. & Schibeci, R. A. (1999): *The attraction of magnetism*. Physics Education, 34(6), S. 383–388.

Schwerpunkt Elementarbereich

Hardy, I. & Kempert, S. (2011): *Entwicklung und Förderung früher naturwissenschaftlicher Kompetenzen im Elementarbereich*. In: F. Vogt; M. Leuchter; A. Tettenborn; U. Hottinger; M. Jäger & E. Wannack (Hrsg.), Entwicklung und Lernen junger Kinder (S. 23–36). Münster: Waxmann.

Schwerpunkt Primarbereich

Banholzer, A. (2008): *Die Auffassung physikalischer Sachverhalte im Schulalter*. In: B. Feige & H. Köster (Hrsg.), Die Auffassung physikalischer Sachverhalte im Schulalter. (Wiederabdruck, S. 38–155). Bad Heilbrunn: Klinkhardt. (Im Original erschienen als **Banholzer, A. (1936):** *Die Auffassung physikalischer Sachverhalte im Schulalter.* Dissertation, Eberhard Karls-Universität Tübingen.)
Grygier, P.; Gunther, J. & Kircher, E. (2007): *Über Naturwissenschaften lernen: Vermittlung von Wissenschaftsverständnis in der Grundschule*. Baltmannsweiler: Schneider.
Kircher, E. & Rohrer, H. (2007): *Schülervorstellungen zum Magnetismus in der Primarstufe*. In: M. Hopf; R. Müller & R. Wodzinski (Hrsg.), Schülervorstellungen in der Physik (Wiederabdruck, S. 46–52). Köln: Aulis. (Im Original erschienen als **Kircher, E. & Rohrer, H. (1993):** *Schülervorstellungen zum Magnetismus in der Primarstufe.* Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe, 21, S. 336–341.)

Schwerpunkt Sekundarbereich

Duit, R.; Kraus, M. E. & Rincke, K. (2012): *Magnetismus im Physikunterricht*. *Fachliche und didaktische Informationen zu einem komplexen Thema.* Unterricht Physik, 23(127), S. 4–9.
Merzyn, G. (1989): *Unterricht zum Magnetismus und das Elementarmagnet-Modell*. Naturwissenschaften im Unterricht Physik/Chemie, 44(37), S. 130–131.

Kapitel 5 Der Unterricht im Primarbereich

Kapitel 5.1 Zum Aufbau des Unterrichts

Spreckelsen, K. (1997): *Phänomenkreise als Verstehenshilfe*. In: W. Köhnlein; B. Marquardt-Mau & H. Schreier (Hrsg.), Kinder auf dem Wege zum Verstehen der Welt. Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts (Band 1 der Reihe: Schriftenreihe der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts e. V. und des Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN)). Kiel: IPN.

7.5 Bildquellenverzeichnis

Die im Handbuch enthaltenen Fotos mit Schülerinnen und Schülern wurden von Anja Hirschmann gemacht. Die Fotos der Materialien stammen von Erwin Hartz und Arne Lambertz.

Alle übrigen:

S. 33: Nickel (Robert Kacpura/istockphoto), Kobalt (Alchemist-hp/wikimedia.org), Eisen (Ra'ike/wikimedia.org)
S. 37: Ferrofluid (GeeJo/wikimedia.org)
S. 45: Magnetit (Doro Siermantowsi/Friedrich Verlag)
S. 51: Kompass (Rilo Naumann/panthermedia.net), trockener Kompass (wikimedia commons)
S. 52: Erde (leonello calvetti/shutterstock.com)
S. 55: Oerstedt-Versuch (akg-images)
S. 86: Lampe mit Metallfuß (Tuomas Kujansuu/istockphoto.com), VW Käfer (Achim Prill/panthermedia.net), Gabel (Werner Münzker/istockphoto.com), Toaster (ciseren korkut/istockphoto.com), Locher (kosmos111 – Fotolia.com), Heftstreifen (FM2 – Fotolia.com), Kugelschreiber (nnv – Fotolia.com), Schlüssel (Uyen Le/istockphoto.com)
S. 88: Spielzeugauto (arsdigital – Fotolia.com), Auto (zentilia/shutterstock.com)
S. 103: Hammer (John Gollop/istockphoto.com), Traktor (Richard Peterson/shutterstock.com), Kette (Omelianenko Anna/shutterstock.com), Harke (Cristian Kerekes/shutterstock.com), Stuhl (srki66 – Fotolia.com), Treppengeländer (Flander/istockphoto.com), Haustür (lelb – Fotolia.com), Fenster (YK/ shutterstock.com)
S. 170: Spielzeugauto (Angelika Balk/panthermedia.net), Schraubendreher (istockphoto/thinkstockphotos.de)
S. 196: Kühlschrank (benchart/shutterstock.com), Handytaschen (istockphoto/thinkstockphotos.de), Magnetkette (istockphoto/thinkstockphotos.de), Kalender (Zoonar/thinkstockphotos.de)
S. 197: Schraubendreher (istockphoto/thinkstockphotos.de), Pinnwand (demarco – Fotolia.com), Stofftier (tobi/panthermedia.net), Reisespiel (cristi 180884/shutterstock.com)
S. 198: Spielzeugeisenbahn (Borut Primožič/istockphoto.com), Magnetspielzeug (anyaivanova – Fotolia.com), Messerleiste (JBDru/istockphoto.com), Büroklammerndose (jurgenfr/shutterstock.com)
S. 222, 247: Euro- und Cent-Münzen (beboy/shutterstock.com)
S. 257: Kuhmagnet (wikimedia.org)
S. 258: Baumstämme (Harald Jeske/panthermedia.net), Motorsäge (VMJones/istockphoto.com)
S. 279: Spielzeugeisenbahn (Borut Primožič/istockphoto.com)
S. 313, 314, 315: Rotkehlchen (Sebastian Knight/istockphoto.com), Krebs (julichka/istockphoto.com), Lachs (saiko3p/istockphoto.com), Biene (arlindo71/istockphoto.com), Wespe (Tomasz Petryszek/istockphoto.com), Hamster (Karl Barrett/istockphoto.com), Ameise (Antagain/istockphoto.com), Huhn (artpipi/istockphoto.com), Waldmaus (Steve McWilliam/istockphoto.com)
S. 313, 314: Kühe (Kanstantsin Prymachuk/istockphoto.com)
S. 316: Erde (leonello calvetti/shutterstock.com)
S. 319: Kompass (Rilo Naumann/panthermedia.net)
S. 322, 330, 334, 335, 336: Hans Christian Oerstedt (akg-images)
S. 324, 330, 337, 338, 339: Andé-Marie Ampère (IAM/akg-images)
S. 325, 331, 365: Schrottkran (BanksPhotos/istockphoto.com)
S. 332: Elektromotor (Midhat Becar/istockphoto.com), Lautsprecher (Rouzes/istockphoto.com), Mikrofon (CrackerClips/istockphoto.com), Computer (Juffin/istockphoto.com), CD-Player (Glenn Harris/istockphoto.com), Dynamo (annems – Fotolia.com), Magnetschienenbremse (wikimedia.org)
S. 338, 339: Weiche Modelleisenbahn (mekcar – Fotolia.com)
S. 340: Amperemeter links (Jeremy Suess/istockphoto.com), Amperemeter rechts (DutchScenery/istockphoto.com)
S. 342: Schrottplatz (Helle Bro Clemmensen/istockphoto.com)
S. 394: Vogeltränke (Dieter Möbius/panthermedia.net)

Spiralcurriculum Magnetismus:

Naturwissenschaftlich arbeiten und denken lernen.

Ein Curriculum vom Kindergarten bis zur 7. Klasse

Herausgeberin: Kornelia Möller

Das Spiralcurriculum Magnetismus

Das Spiralcurriculum zum Thema Magnetismus ist bildungsstufenübergreifend für den Kindergarten bis zur Sekundarstufe I (Klassen 5 bis 7) konzipiert. Es zielt darauf ab, die Entwicklung naturwissenschaftlicher Kompetenzen von Anfang an stufengerecht zu fördern und die Übergänge vom Kindergarten in die Grundschule und von der Grundschule in die Sekundarstufe zu erleichtern.
Neben dem Aufbau fachlicher Kompetenzen zum Themenfeld Magnetismus steht die systematische Heranführung an naturwissenschaftliche Arbeits- und Denkweisen im Zentrum des Spiralcurriculums. Leitendes Prinzip ist das durch pädagogische Fachkräfte bzw. Lehrkräfte angemessen begleitete forschende Lernen.
Materialpakete unterstützen die Fachpersonen des Kindergartens sowie die Lehrkräfte darin, die angestrebten Ziele zu erreichen. Sie wurden nach dem Prinzip der KiNT-Klasse(n)kisten auf der Basis von Forschungsergebnissen von Wissenschaftlerinnen aus dem Elementar-, Primar- und Sekundarbereich gemeinsam entwickelt und in der jeweiligen Bildungsstufe vielfach erprobt.
Jedes Materialpaket besteht aus

- einem Ordner für die jeweilige Bildungsstufe,
- einer bzw. mehreren dazugehörigen Materialkisten (erhältlich über die Caritas Werkstätten Nordkirchen, www.caritas-coesfeld.de/magnetismus oder magnetismus@caritas-coesfeld.de).

Band 2: Primarbereich

Der Ordner für die Klassenstufen 1/2 und 3/4 umfasst insgesamt 15 Unterrichtssequenzen zum Magnetismus, in denen Kinder die Pole bei unterschiedlichen Magneten untersuchen, die Polregel entdecken, einen Eisendraht selbst magnetisieren, einen Kompass und einen Elektromagneten selbst herstellen, eigenständig Versuche planen und durchführen, faire Experimente entwickeln, über das Arbeiten von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern nachdenken und so naturwissenschaftliches Arbeiten und Denken lernen.
Der Ordner enthält neben den detailliert beschriebenen Unterrichtssequenzen und den benötigten Hintergrundinformationen Arbeitsblätter für die Hand der Kinder, Versuchsbeschreibungen, Knobelaufgaben sowie Anregungen zur Diagnose der erworbenen Kompetenzen. Es ist so gestaltet, dass auch Lehrkräfte ohne Vorwissen einen kompetenzorientierten Unterricht durchführen können.
In den vier auf den vorgeschlagenen Unterricht abgestimmten Materialkisten befinden sich – bis auf einige Kleinteile – die erforderlichen Experimentiermaterialien für 32 Kinder.

Autorinnen und Autoren: Kornelia Möller, Mareike Bohrmann, Anja Hirschmann, Hans-Peter Wyssen, Torben Wilke

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

Mareike Bohrmann
ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Seminar für Didaktik des Sachunterrichts an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.

Anja Hirschmann
ist Lehrerin an einer Grundschule in Niedersachsen.

Torben Wilke
ist Werkstattmeister am Seminar für Didaktik des Sachunterrichts an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.

Hans-Peter Wyssen
ist Redakteur der schweizerischen Fachzeitschrift „4 bis 8“ (Kindergarten und Unterstufe).