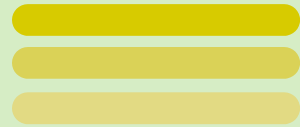


**Rahmenlehrplan**

**Grundschule**



**Physik**





# **Rahmenlehrplan** Grundschule

## **Physik**

Der Rahmenlehrplan wurde im Landesinstitut für Schule und Medien Brandenburg (LISUM Bbg) erarbeitet.

**Herausgeber:**

Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg

**Inkraftsetzung:**

Der Rahmenlehrplan Physik Grundschule wurde vom Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg zum Schuljahr 2004/05 in Kraft gesetzt.

Rahmenlehrplannummer

203016.04

**Vertrieb:**

Wissenschaft und Technik Verlag, Dresdener Str. 26, 10999 Berlin

Tel.: 030 - 61 66 02 22, Fax.: 030 - 61 66 02 20, [www.wt-verlag.de](http://www.wt-verlag.de)

Printed in Germany

ISBN: 3-89685-864-5

1. Auflage 2004

© Wissenschaft und Technik Verlag

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Der Herausgeber behält sich alle Rechte einschließlich Übersetzung, Nachdruck und Vervielfältigung des Werkes vor. Kein Teil des Werkes darf ohne ausdrückliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Dieses Verbot gilt nicht für die nicht gewerbliche Verwendung dieses Werkes für Zwecke der Schule und ihrer Gremien.

## Inhaltsverzeichnis

1	Bildung und Erziehung in der Grundschule .....	7
2	Der Beitrag des Faches zur Bildung und Erziehung in der Grundschule .....	17
3	Standards .....	19
4	Gestaltung von Unterricht – fachdidaktische Ansprüche .....	20
5	Inhalte .....	24
5.1	Übersicht über die Themenfelder .....	24
5.2	Themenfelder.....	29
6	Leistungsermittlung, Leistungsbewertung und Dokumentation .....	34



## 1

# Bildung und Erziehung in der Grundschule

Der Bildungs- und Erziehungsauftrag der Grundschule bezieht sich auf Schülerinnen und Schüler aus allen Gruppen und Schichten ohne Ansehen ihrer Herkunft, ihres Geschlechts, ihrer Nationalität, ihrer Religion oder ihrer wirtschaftlichen Verhältnisse. Die Grundschule ist Lernstätte und Lebensraum für Schülerinnen und Schüler mit einer großen Heterogenität hinsichtlich ihrer Lernvoraussetzungen und Lernmöglichkeiten.

Die Aufgabe der Grundschule ist es, Schülerinnen und Schüler bei der Entwicklung ihrer individuellen Persönlichkeit zu unterstützen und ihnen eine aktive Teilnahme am gesellschaftlichen Leben zu ermöglichen. In der Grundschule lernen sie, durch aktives Mitwirken demokratisches Handeln, das heißt im Unterricht und im Schulleben mitzugestalten, mitzubestimmen und Mitverantwortung zu übernehmen. Zu den Aufgaben der Grundschule gehört es, systematisches Lernen und den Erwerb grundlegender Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten zu ermöglichen, die in den Schulen des Sekundarbereichs weiterentwickelt werden.

Die pädagogische Ausgestaltung der Grundschule und ihre kontinuierliche Entwicklung sind gemeinsame Aufgaben von Lehrerinnen und Lehrern, Schülerinnen und Schülern sowie Erziehungsberechtigten. Für das Lernen in der Grundschule hat eine Atmosphäre der Geborgenheit und Lebensfreude eine große Bedeutung. Bildung und Erziehung sind stets als Einheit zu betrachten.

## 1.1 Grundlegende Bildung

Mit dem Eintritt in die Grundschule beginnt für die Schülerinnen und Schüler ein Lebensabschnitt, mit dem ein neuer Status erworben wird und sich die sozialen Bezüge erweitern.

**Aufgreifen der vorschulischen Erfahrungen**

Aus der Vorschulzeit bringen die Schülerinnen und Schüler vielfältige Erwartungen, Einstellungen, Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse mit. In der Grundschule sollen sie mit anderen zusammen lernen. Dabei wird an ihr vorhandenes Weltverstehen angeknüpft und ihr Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit gestärkt. Sie entwickeln dabei ihre Individualität weiter. In diesem Prozess unterstützt sie die Schule bei der Erhaltung bzw. Herausbildung eines positiven Selbstwertgefühls und eines Selbstkonzepts. Dazu bedarf es auch der partnerschaftlichen Zusammenarbeit zwischen Grundschule und Elternhaus.

Die Grundschule hat den Auftrag, alle Schülerinnen und Schüler umfassend zu fördern. Besondere Begabungen müssen erkannt und gefördert, Benachteiligungen ausgeglichen werden. Im Spannungsfeld zwischen den unterschiedlichen Lernausgangslagen und Lernmöglichkeiten der Schülerinnen und Schüler gilt es, ihre Verschiedenheit anzunehmen und durch Differenzierung im Unterricht jede einzelne Schülerin und jeden einzelnen Schüler in ihrer bzw. in seiner Lernentwicklung individuell zu fördern. Dazu gehört auch, die Mädchen und Jungen in ihrer unterschiedlichen Individualität zu stärken, ihre Unterschiede im Lernen zu berücksichtigen sowie gleichzeitig tradierte Rollenfestlegungen zu öffnen.

**Förderung aller Schülerinnen und Schüler**

Erfolgreiches Lernen wird durch vielfältige Unterrichtsformen unterstützt. Schülerinnen und Schüler lernen verschiedene Lern- und Arbeitsformen kennen, in denen sie allein und auch mit anderen gemeinsam lernen können.

Grundschule hat die Aufgabe, sowohl die Bildungsansprüche des Individuums an die Gesellschaft als auch die Bildungsansprüche der Gesellschaft an den Einzelnen zu realisieren. Grundlegende Bildung verbindet drei Aufgaben:

**Grundlegende Bildung**

- Stärkung der Persönlichkeit,
- Anschlussfähigkeit und lebenslanges Lernen,
- Mitbestimmungs- und Teilhabefähigkeit.

Der Erwerb grundlegender Bildung sichert die Fähigkeit zum weiterführenden und selbstmotivierten Lernen innerhalb und außerhalb von Schule. Sie zielt auf die Bewältigung und Gestaltung von Lebenssituationen. Grundlegende Bildung wird durch die lebenswelt-bezogene Auseinandersetzung mit den Inhalten der Fächer im Unterricht sowie in der Ausgestaltung des Schullebens realisiert. Die Schülerinnen und Schüler lernen, sich mit sich selbst und der sie umgebenden Welt und den gesellschaftlichen Schlüsselproblemen auseinander zu setzen.

Zur grundlegenden Bildung gehören insbesondere:

- Auseinandersetzung mit Grundfragen des menschlichen Zusammenlebens und das Anbahnen von Wertorientierungen,
- Selbstregulation des Wissenserwerbs,
- Fähigkeit und Bereitschaft zur Selbst- und Mitbestimmung sowie zum solidarischen Handeln,
- Beherrschung der Standardsprache in Wort und Schrift,
- Erwerb von Lesefähigkeit und Lesestrategien sowie sicherer Umgang mit Texten,
- Kompetenz im Umgang mit fremden Sprachen,
- Einführung in mathematische, natur- und sozialwissenschaftliche Interpretationsmuster der Welt,
- Entwicklung und Erweiterung eines körperlich-motorischen Handlungsrepertoires,
- Differenzierung ästhetischer Ausdrucks- und Gestaltungsformen,
- reflektierte und produktive Nutzung von Medien und Gestaltung eigener Medienbeiträge.

Die Jahrgangsstufen 5 und 6 dienen in der sechsjährigen Grundschule der Differenzierung fachlichen Lernens sowie der Förderung und Orientierung für den weiteren Bildungsweg. Die beiden Jahrgangsstufen sind durch das Einsetzen des natur- und gesellschaftswissenschaftlichen Fachunterrichts gekennzeichnet. In ihm werden die im Unterricht der Jahrgangsstufen 1 bis 4 erworbenen Kompetenzen aufgegriffen und weiterentwickelt. Der Fachunterricht in den Jahrgangsstufen 5 und 6 ist stärker an den Systematiken der Fachdisziplinen orientiert und bereitet auf das Weiterlernen in den Schulen der Sekundarstufe vor. Differenzierende Maßnahmen im Klassenunterricht sowie leistungs- und neigungsdifferenzierende Angebote tragen zur Förderung von Begabungen sowie zum Ausgleich unterschiedlicher Bildungsvoraussetzungen bei. Die Zusammenarbeit zwischen Grundschule und weiterführenden Schulen erleichtert den Schülerinnen und Schülern den Übergang.

## **1.2 Ziel des Lernens: Handlungskompetenz**

Ziele für die Grundschule lassen sich nur von der Entwicklung der Gesamtpersönlichkeit der Schülerin und des Schülers her bestimmen. Ein solches Bildungsverständnis rückt die Entwicklung von Kompetenzen in den Vordergrund. Die Rahmenlehrpläne folgen einem an Entwicklung von Handlungskompetenz orientierten Lernansatz. Individuelle Persönlichkeitsentwicklung, gesellschaftliche Anforderungen an das Individuum sowie Ziele und Inhalte fachlicher Bildung werden so stärker in einen Zusammenhang gebracht. Damit verbunden ist eine erweiterte Sicht auf Inhalte, (Unterrichts-)Methoden sowie auf Leistungsermittlung und -bewertung.

Kompetentes Handeln erfordert vom Einzelnen ein Zusammenwirken von Leistungs- und Verhaltensdispositionen, also von kognitiven und sozialen Fähigkeiten, Fertigkeiten, Gewohnheiten und Einstellungen. Dieses Zusammenwirken wird als Handlungskompetenz bezeichnet und umfasst Sachkompetenz, Methodenkompetenz, soziale und personale Kompetenz.



Kompetenzen erwerben Schülerinnen und Schüler nicht nur im schulischen Lernen, sondern auch außerhalb von Schule. Ihre Interessen, Erfahrungen und Erlebnisse als Inhalte des Unterrichts aufzunehmen, wirkt unterstützend. In jedem Fall ist das Lernen an Inhalte, an bestimmte Kontexte und Situationen gebunden. Deshalb gilt für den schulischen Erwerb von Kompetenzen: Jedes Unterrichtsfach leistet seinen spezifischen Beitrag.

Die von den Schülerinnen und Schülern zu entwickelnden Kompetenzen werden in den Rahmenlehrplänen der verschiedenen Fächer der Grundschule differenziert fachbezogen beschrieben. Aus dem vernetzten Zusammenwirken dieser Kompetenzen entwickelt sich die Handlungskompetenz, die von Schülerinnen und Schülern am Ende der Grundschulzeit erwartet wird.

Im Folgenden werden die Kompetenzen aus systematischen Gründen nacheinander dargestellt.

Sachkompetenz entwickeln die Schülerinnen und Schüler in der Auseinandersetzung mit Inhalten, Aufgaben und Problemen. Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten werden systematisch aufgebaut und in vielfältigen Handlungszusammenhängen erweitert.

**Sachkompetenz**

Schülerinnen und Schüler verstehen zunehmend Inhalte und erkennen Ordnungen bzw. Strukturen in den verschiedenen Wissensbereichen. Dabei lernen sie, sich Informationen zu erschließen und Wichtiges von Nebensächlichem zu unterscheiden. Sie beschreiben Sachverhalte und Phänomene mit fachlichen Begriffen, nehmen sie zur Grundlage weiterer Auseinandersetzung und stellen Zusammenhänge her. Dazu gehört auch, dass sie Fragen stellen und eigene Lösungsansätze finden, Kritik an der Sache formulieren und vortragen.

Methodenkompetenz schließt ein, fachbezogene und fachübergreifende Lernstrategien, Verfahrensweisen und Arbeitstechniken anwenden zu können. Die Schülerinnen und Schüler lernen, Zusammenhänge herauszufinden und herzustellen. Sie können zunehmend mit verschiedenen Medien umgehen, sich selbstständig Informationen aus Medien beschaffen, sammeln, sachbezogen aufbereiten und ordnen. Dabei wenden sie Lernstrategien an und setzen fachspezifische Arbeitsweisen zielorientiert ein. Sie können Annahmen begründen und überprüfen, Argumente erkennen, formulieren und beurteilen. Die Schülerinnen und Schüler lernen, die Zeit einzuteilen und dabei planvoll und zielgerichtet zu arbeiten. Sie nutzen Lesestrategien als Basis für das gesamte Lernen.

**Methodenkompetenz**

Soziale Kompetenz zeigt sich in der Fähigkeit des Einzelnen, in wechselnden sozialen Situationen Ziele erfolgreich im Einklang mit sich und anderen zu verfolgen. Zunehmend können sich Schülerinnen und Schüler in andere einfühlen, auf Argumente eingehen und Konflikte lösen. Sie vereinbaren Regeln, halten sich daran und tragen so Verantwortung für die gemeinsame Sache.

**Soziale Kompetenz**

Personale Kompetenz gründet auf Selbstvertrauen und Selbstwertgefühl, auf wachsende emotionale Unabhängigkeit und Zutrauen in die eigenen Stärken. Zunehmend können Schülerinnen und Schüler eigene Stärken und Schwächen erkennen, eigene Erfolge wahrnehmen und genießen, aber auch Misserfolge verkraften und mit Ängsten umgehen. Es gelingt ihnen immer besser, einen Perspektivwechsel vorzunehmen und je nach Situation der Jüngere oder der Ältere, der Stärkere oder der Schwächere zu sein. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten selbstständig, planen eigene Handlungen und prüfen sie kritisch. Sie fällen Entscheidungen, begründen und verantworten sie und übernehmen Verantwortung für die eigene Gesundheit.

**Personale Kompetenz**

### 1.3 Standards

#### **Bildungs-standards**

Die Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz greifen allgemeine Bildungsziele auf. In ihnen manifestieren sich gesellschaftliche Ansprüche an die Schule. Es wird festgelegt, welche Kompetenzen die Schülerinnen und Schüler bis zu einer bestimmten Jahrgangsstufe erworben haben sollen.

#### **Standards**

In den Rahmenlehrplänen beschreiben Standards, welche Kompetenzen die Schülerinnen und Schüler in den Fächern bis zum Ende der Grundschulzeit entwickelt haben *müssen*. Sie fokussieren auf zentrale Ziele in den Fächern der Grundschule. Für die Doppeljahrgangsstufen sind Anforderungen formuliert, die die fachbezogenen Standards konkretisieren. Somit bilden die Standards den Kernbestand aus der Gesamtheit der Ziele für die pädagogische Arbeit der Grundschule ab.

Mit den Standards soll eine Vergleichbarkeit über die Einzelschule hinaus sichergestellt werden, indem die Leistungen von Schülerinnen und Schülern nicht mehr ausschließlich vor dem Hintergrund des Leistungsspektrums der Schule bewertet werden. Die Grundschule ist verpflichtet, die Schülerinnen und Schüler so zu fordern und zu fördern, dass sie die in den Standards genannten Kompetenzen erreichen können. Dies ist in der Regel nur durch Formen der inneren Differenzierung bzw. Individualisierung zu verwirklichen. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass jeder Schülerin und jedem Schüler durch differenzierte Förderangebote und unterschiedliche Lernzeiten das Erreichen der Standards ermöglicht wird.

Die Standards legen einen einheitlichen Bezugsrahmen für das professionelle Handeln der Lehrerinnen und Lehrer fest und tragen zur Planungssicherheit in Bezug auf die Anforderungen und Inhalte des Unterrichts bei. Sie bieten Orientierung und Transparenz für die konkrete Unterrichtsarbeit, für das legitime Informationsbedürfnis der Erziehungsberechtigten sowie auch für externe und interne Evaluation der Einzelschulen und der Schulsysteme. Sie stellen damit ein wichtiges Instrument für die Qualitätsentwicklung und -sicherung dar.

### 1.4 Gestaltung von Unterricht

#### **Kompetenzen – Konsequenzen für das Lehren**

Der Kompetenzansatz bedingt für die Bildungs- und Erziehungsarbeit in der Grundschule eine besondere Lehr- und Lernkultur. Die Auswahl, Gewichtung und Strukturierung der Inhalte und vor allem das konkrete Unterrichtshandeln erfolgen unter dem Aspekt ihres Beitrages zur Kompetenzentwicklung. Die Lehrerinnen und Lehrer haben dabei die Verantwortung, situations- und personenbezogene Balancen zu entwickeln zwischen Strukturiertheit und Offenheit der Lernorganisation, zwischen gemeinsamen und individuellen Lernsequenzen, zwischen systematischen und eher handlungsorientierten Lernformen. Insbesondere haben sie im Unterricht Entscheidungen zu treffen hinsichtlich der Ausprägung von Ziel- und Handlungsvorgaben einerseits und der Schaffung von Spielräumen für die Eigenverantwortung der Schülerinnen und Schüler andererseits.

Für die Gestaltung von Unterricht in der Grundschule sind folgende Qualitätsmerkmale bedeutsam:

#### **Selbstständigkeit und Eigenverantwortung entwickeln**

Selbstständiges, eigenverantwortliches Lernen setzt eine Umgebung voraus, in der die Schülerinnen und Schüler Anregungen erhalten, die für die Bewältigung von Aufgaben notwendigen Fragen zu entwickeln und Entscheidungen zu treffen. Probleme zu erkennen kann mitunter wichtiger sein, als die Antwort oder Lösung zu finden. Eigenverantwortliches Lernen gelingt dann, wenn die Schülerinnen und Schüler über Arbeitstechniken, Methoden und Lernstrategien verfügen, die wiederum im Unterricht gelernt werden müssen.

Der Unterricht soll das Bedürfnis nach Selbsttätigkeit und aktiver Wirklichkeitsaneignung aufgreifen und zur Grundlage der aktiven Auseinandersetzung mit Inhalten bzw. Gegenständen machen, denn die Schülerinnen und Schüler sind Subjekt der eigenen

Entwicklung. Besonders erfolgreich lernen sie dann, wenn sie lernen wollen. Positive Lernerfahrungen und Freude am Lernen durch bewusst erlebte Lernerfolge helfen, das Interesse der Schülerinnen und Schüler zu erhalten, und machen sie zugleich neugierig auf neue Aufgaben. Ebenso wichtig ist es, die Einsicht zu fördern, dass Lernerfolge mit Engagement, Ausdauer und Anstrengungen verbunden sind.

Im Unterricht wird an die individuellen Erfahrungen sowie Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler angeknüpft. Ihre Motive sind ernst zu nehmen und ihre individuellen Interessen für die Unterrichtsgestaltung zu nutzen. Heterogenität in einer Lerngruppe ist normal und Differenzierung des Unterrichts eine Notwendigkeit für das Unterrichtshandeln. Es gibt unterschiedliche Differenzierungsmöglichkeiten, so beispielsweise nach Zielen, Inhalten, Umfang und Schwierigkeitsgrad der Aufgaben, nach dem Lerntempo sowie nach Formen des Aneignens und Festigens.

**Die Individualität der Lernenden berücksichtigen**

Schülerinnen und Schüler im gemeinsamen Unterricht der Grundschule finden in differenzierten Unterrichtsformen ihren Lernmöglichkeiten entsprechende Lernchancen.

Besondere Aufmerksamkeit ist dabei der Wahrnehmung und Stärkung von Mädchen und Jungen in ihrer geschlechtsspezifischen Unterschiedlichkeit zu widmen. Im Unterricht müssen sich Mädchen und Jungen bei aller Verschiedenheit als gleichberechtigt und gleichwertig wahrnehmen. In Interaktionsprozessen können Mädchen und Jungen voneinander lernen und kooperativen Umgang miteinander üben.

Geschlechterbezogenes Arbeiten lässt sich z. B. auf folgenden Ebenen realisieren:

- auf der Ebene der Unterrichtsinhalte und der ausgewählten Lehr- und Lernmittel, die beiden Geschlechtern und ihren unterschiedlichen Interessen und Vorerfahrungen entsprechen, ihre jeweiligen Stärken wertschätzen und ihnen einen Zugang zu bislang Ungewohntem und Neuem eröffnen,
- auf der Ebene der Unterrichtsorganisation, insbesondere durch die Wahl solcher Methoden, Arbeits- und Sozialformen, in denen sich Mädchen und Jungen gleichermaßen einbringen können (u. a. auch durch Phasen der Arbeit in geschlechtshomogenen Lerngruppen).

Gleichwertig neben der Berücksichtigung der Individualität jeder einzelnen Schülerin und jedes einzelnen Schülers steht die Entwicklung zur Kooperation. In allen Fächern sind Formen der Partner- und Gruppenarbeit zu nutzen. Diese erhöhen die Lernfreude, vermitteln Sicherheit, stimulieren produktiven Wettbewerb, ermöglichen das Helfen und das Modell-Lernen. Den Schülerinnen und Schülern wird dabei bewusst, dass bei bestimmten Aufgaben bzw. Problemstellungen gemeinsames Arbeiten zu besseren Ergebnissen führt.

**Kooperation fördern**

Der Begriff *Instruktion* steht für eine Unterrichtsgestaltung, bei der durch die Art der Lernangebote auf systematische Lern- und Denkwege orientiert wird. Diese Unterrichtsgestaltung bezieht sich auf solche Lernphasen, bei denen es um Erwerb von Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten geht, die die Schülerinnen und Schüler brauchen, um eigene Lernwege entwickeln zu können.

**Instruktion und Konstruktion**

Der Begriff *Konstruktion* zielt auf die Erkenntnis, dass Lernen ein Prozess ist, in dessen Verlauf Schülerinnen und Schüler eigene Bedeutungsschwerpunkte und Interpretationen entwickeln. Auch bei noch so genauer, sorgfältiger Strukturierung des Lehrvorgangs kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Inhalte bei allen Schülerinnen und Schülern in der gleichen Weise verfügbar sind, denn

- Lernen ist als ein aktiver individueller Prozess zu verstehen,
- Inhalte werden nicht so gelernt, wie sie gelehrt werden, sondern erfahren während des Lernens individuell bedingte Veränderungen und
- das Lernen wird von Interessen, Vorwissen und Lernstrategien des Individuums beeinflusst.

Bei der Unterrichtsgestaltung sind Instruktion und Konstruktion so zu kombinieren, dass jede Schülerin und jeder Schüler die für ihre bzw. seine Kompetenzentwicklung erforderlichen Freiräume ebenso wie die notwendigen Orientierungen erhält.

**Situiertes und systematisches Lernen ermöglichen**

Systematisches Lernen ermöglicht ein grundlegendes Verständnis wesentlicher fachlicher Zusammenhänge und das Einordnen in vernetzte Systeme fachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten. Auf diese Weise wird das künftige Lernen unterstützt. Der Erwerb eines solchen *intelligenten Wissens* wird durch instruktionale, die Schülerinnen und Schüler aktivierende Unterrichtsformen unterstützt.

Um dieses Wissen in ähnlichen Situationen anwenden und erweitern zu können, muss zusammen mit der Sachlogik des Wissens auch der Verwendungskontext mitgelernt werden. Dafür eignen sich geöffnete Unterrichtsformen, in denen an Praxisaufgaben und in lebensnahen Kontexten die Schülerinnen und Schüler das bereits Erlernte anwenden und als bedeutsam erleben können.

**Problemorientierte Aufgaben entwickeln**

Problemorientierte Aufgaben sind so angelegt, dass Schülerinnen und Schüler zur kreativen Bearbeitung angeregt und verschiedene Kompetenzen gefördert werden. Sie zielen sowohl auf das Verständnis von Zusammenhängen als auch auf sachbezogenes, logisches, zielorientiertes Arbeiten. Sie unterstützen die Entwicklung von unterschiedlichen Lösungsstrategien und schließen das Nachdenken über das Lernen ein.

**Fehler als Lernschritte betrachten**

Fehler sind Bestandteile eines jeden Lernprozesses, deshalb werden sie auch in der Schule als Lernchance, als fruchtbarer Teil des Lernens verstanden. Nur so erhöht sich auch die Bereitschaft der Schülerinnen und Schüler, Probleme und Aufgaben experimentierend und eigenständig zu lösen. Deshalb darf das Lernen der Schülerinnen und Schüler nicht vorrangig defizit-orientiert wahrgenommen und beurteilt werden, sondern es ist stets auf dem aufzubauen, was sie schon können.

**Kumulatives Lernen ermöglichen**

Das Lernen soll kumulativ, d. h. aufbauend und erweiternd angelegt sein, um den Schülerinnen und Schülern ein fortschreitendes Lernen zu ermöglichen und sie ihren Kompetenzzuwachs erfahren zu lassen. Nur wenn sie nachhaltig erleben, dass sie durch Lernen ihre Kompetenzen erweitern und vertiefen, bleibt ihre Lernfreude lebendig. Das erfordert, dass möglichst vielfältige Verknüpfungen von Inhalten sowohl zwischen den Fächern als auch über die Zeit erfolgen.

**Fachbezogen, fachübergreifend, fächerverbindend unterrichten**

Unterricht in der Grundschule ist mehr als das Lernen im Fach. Anknüpfend an das Weltverstehen der Schülerinnen und Schüler gehören auch fachübergreifender und fächerverbindender Unterricht dazu.

Im fachübergreifenden Unterricht wird über die Grenzen eines Faches hinaus auf andere Fächer verwiesen, die Bezug zum jeweiligen Inhalt haben.

Im fächerverbindenden Unterricht werden Inhalte, Denkweisen und Methoden unterschiedlicher Fächer miteinander in Beziehung gesetzt, um zu einem umfassenderen Verstehen zu gelangen. Dadurch wird auch die Anwendung des Gelernten in anderen Zusammenhängen unterstützt.

**Medien einbeziehen**

Das reflektierte und produktive Nutzen von Medien aller Art im Unterricht befähigt Schülerinnen und Schüler, Medienangebote zunehmend selbstständig auswählen, eigene Medienbeiträge gestalten, verbreiten sowie kritisch bewerten zu können.

Medien im Unterricht sind in den meisten Fächern Werkzeuge zum Lernen, in einigen Fächern aber auch Gegenstand des Lernens selbst. Sie erleichtern es, die Lebenswirklichkeit der Schülerinnen und Schüler in das schulische Lernen einzubeziehen. Der Einsatz von Computer und Internet ermöglicht darüber hinaus differenzierte bzw. individualisierte Lernangebote. Er erweitert die Vielfalt von Lernformen im Unterricht und verändert auch die Rolle der Lehrerinnen und Lehrer, die verstärkt als Lernberaterinnen und Lernberater aktiv werden müssen. Insbesondere Erfahrungen mit der Interaktivität, dem Navigieren in Hypertexten und der Reproduzierbarkeit von Texten tragen zur Entwicklung der Lernkultur bei.

Ein Stundenplan mit der Einteilung nach der starren 45-Minuten-Einheit wird den beschriebenen Anforderungen an das Lernen und Unterrichten oft nicht gerecht. Für die unterschiedlichen Aufgaben im Unterricht sind jeweils spezifische organisatorische Lösungen zu entwickeln. Diese können z. B. sein: das Lernen an Stationen, die Einbindung von Werkstatt-, Projekt- oder Freiarbeit, aber auch von Morgenkreis, Mahlzeiten, Bewegungs- und Entspannungsaktivitäten in die Tages- oder Wochenplanung.

**Unterricht  
rhythmisieren**

Auch die Gliederung des Schultages in größere Blöcke, die Aufgliederung des Unterrichts zwischen Klassenverband und Kleingruppen zur Differenzierung, die Organisation von Hilfs- und Unterstützungssystemen für das Lernen sowie mit den Schülerinnen und Schülern gemeinsam entwickelte Regeln, z. B. für das Zusammen-Leben und Zusammen-Arbeiten in der Grundschule, können einen verlässlichen Orientierungsrahmen schaffen und eine Atmosphäre der Zufriedenheit und Lebensfreude in der Grundschule unterstützen. Zudem unterstützt Rhythmisierung die Ausbildung von Konzentrations- und Leistungsfähigkeit.

## 1.5 Inhalte

Der Erwerb von Kompetenzen ist stets an Inhalte gebunden. Daher weisen die Rahmenlehrpläne Anforderungen und Inhalte jeweils bezogen auf Themenfelder in den Doppeljahrgangsstufen aus. Die Anforderungen sind verbindlich. Sie beschreiben, welchen Beitrag das jeweilige Themenfeld zum Erreichen der Standards leistet. Jene Anforderungen und Inhalte, die nur für ein bestimmtes Land gelten bzw. in einem Land nicht gelten, sind mit \* gekennzeichnet und in Fußnoten erläutert.

**Anforderungen**

Neben den verbindlichen Inhalten enthalten die Rahmenlehrpläne Anregungen zu fakultativen Inhalten. Diese sind im Kursivdruck ausgewiesen. Über deren Auswahl, aber auch Erweiterung wird bei der Erarbeitung der schulinternen Curricula entschieden. Dabei sind für die Schule und die Region bedeutsame Themen zu berücksichtigen, insbesondere aber die Interessen, Neigungen und Förderbedürfnisse der Schülerinnen und Schüler. Insgesamt sollte die schulische Lernzeit so verwendet werden, dass sie zu 60% für die verbindlichen Inhalte und zu 40% für fakultative und vertiefende Inhalte sowie zum Festigen individueller Lernprozesse genutzt wird.

**Verbindliche  
und fakultative  
Inhalte**

Schülerinnen und Schüler nehmen die sie umgebende Wirklichkeit nicht nach Schulfächern gegliedert, sondern aus verschiedenen Perspektiven und als komplexes Phänomen wahr. Im Unterricht wird im Laufe der Grundschulzeit in Fachstrukturen eingeführt, d. h. auch: Es werden innerfachliche Zusammenhänge aufgezeigt. Zugleich werden projektorientierte Arbeitsformen entwickelt, die fachübergreifendes sowie fächerverbindendes Lernen ermöglichen. Ausgewählte Bezüge zu den Themenfeldern (↗↗) und zu anderen Fächern (↗) werden im Rahmenlehrplan ausgewiesen.

**Bezüge zu an-  
deren Themen-  
feldern und  
Fächern**

Schulisches Lernen bedeutet auch Auseinandersetzung mit Grundfragen, die nicht einfach als Inhalte tradierten Unterrichtsfächern zuzuordnen sind. Sie orientieren sich an beobachtbaren Phänomenen der Natur und Grundproblemen der Gesellschaft, wie z. B. an Phänomenen der Umwelt und der Technik, Fragen des Zusammenlebens von Menschen, Fragen zu anderen Kulturen, zur kindlichen Lebenswelt, zu Verkehr und Mobilität sowie zur Gesundheit und zum Wohlbefinden\*. Fächerverbindende Unterrichtsthemen können in Form des Projektunterrichts bearbeitet werden. Projekte können aus Inhalten des Unterrichts heraus entwickelt werden und ermöglichen es, Gelerntes in einem handlungsorientierten Zusammenhang zu erarbeiten und anzuwenden. Für die Bearbeitung übergreifender Fragestellungen können Fächer mit aufeinander abgestimmten Inhalten zu einem Lernbereich zusammengefasst fächerverbindend unterrichtet werden. Die fachspezifischen Inhalte werden dabei angemessen berücksichtigt.

\* Diese sind in Form von übergreifenden Themenkomplexen in Brandenburg sowie Aufgabengebieten in Berlin und Mecklenburg-Vorpommern für den Unterricht in allen Schulstufen festgelegt.

## 1.6 Leistungsermittlung, Leistungsbewertung und Dokumentation

Die Grundschule fördert durch regelmäßige Rückmeldungen zu Lernfortschritten und Leistungsentwicklungen die Lernbereitschaft einer jeden Schülerin und eines jeden Schülers. Leistungsermittlung und -bewertung sollen die individuelle Lernentwicklung unterstützen, die Anstrengungsbereitschaft und das Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit stärken sowie die Fähigkeit zur Selbsteinschätzung entwickeln. Darüber hinaus sind Leistungsermittlung und Leistungsbewertung Instrumente der Lernberatung und Lernförderung, indem sie die Lernhaltungen der Schülerinnen und Schüler stabilisieren, Hinweise auf den Umgang mit Fehlern und das Ausbilden von Lernstrategien geben.

### **Aufgaben der Leistungsermittlung**

Leistungsermittlung dient der kontinuierlichen Rückmeldung für Lernende, Erziehungsberechtigte und Lehrende. Sie ist eine Grundlage für die Beratung und Förderung der Schülerinnen und Schüler. Diese müssen Situationen der Leistungsermittlung deutlich unterscheidbar von Lernsituationen erleben. Die Kriterien für die Leistungsermittlung sind innerhalb der Schule abzustimmen und müssen für alle Beteiligten transparent sein.

Rückmeldungen, etwa in Form von Lern-Beratungsgesprächen, dienen dem Ziel, die Lernbereitschaft der Einzelnen zu fördern, ihre Anstrengungsbereitschaft und das Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit zu stärken sowie die Fähigkeit zur Selbsteinschätzung zu entwickeln. Besonders nachhaltig können derartige Lern-Beratungsgespräche sein, wenn sie auf der Basis einer vorab getroffenen Zielvereinbarung zwischen den Lehrerinnen und Lehrern und den Schülerinnen und Schülern erfolgen.

Leistungsermittlung, Leistungsbewertung und Dokumentation sind auf alle Kompetenzen gerichtet und beziehen sich sowohl auf Prozesse als auch Produkte schulischen Lernens.

### **Aufgaben der Leistungsbewertung**

Die Leistungen können in mündlicher, schriftlicher oder praktischer Form erbracht werden. Die Leistungsbewertung erfolgt auf unterschiedliche Weise:

- punktuell und kontinuierlich,
- individuell und gruppenbezogen,
- standardisiert und nicht standardisiert.

Leistungsbewertung durch Lehrerinnen und Lehrer bezeichnet die pädagogisch-fachliche Beurteilung der schulischen Leistung einer Schülerin bzw. eines Schülers. Sie ist an Kriterien gebunden, die sich aus dem Rahmenlehrplan, aus den Standards sowie aus Erlassen bzw. Verwaltungsvorschriften ergeben. Diese sind in schulinternen Festlegungen zu konkretisieren.

Leistungen sind aber auch durch die Mitschülerinnen und Mitschüler zu bewerten, denn nur so können sie Formen der Fremdbewertung akzeptieren und erlernen. In besonderem Maße sind die Schülerinnen und Schüler in die Bewertung ihrer eigenen Arbeit einzubeziehen (Selbstbewertung), um ihnen die Verantwortung für ihre Lernprozesse und -ergebnisse bewusst zu machen und sie zu befähigen, ihre Stärken und Schwächen zu erkennen und zu artikulieren.

### **Aufgaben der Dokumentation**

Um mit der Leistungsermittlung und -bewertung alle dem Rahmenlehrplan zugrunde liegenden Kompetenzen zu erfassen und den Schülerinnen und Schülern die Selbstbewertung zu ermöglichen, sind traditionelle Formen wie mündliche und schriftliche Kontrollen um weitere Instrumente zu ergänzen. Hierzu gehören z. B. Beobachtungsbogen, Lern-Begleithefte und Lern-Tagebücher, Interviews und Fragebogen, Sammelmappen und Portfolios, in denen jede Schülerin und jeder Schüler ihr bzw. sein Lernen reflektiert und die Lernfortschritte beurteilt.

## 1.7 Qualitätsentwicklung und -sicherung

Der schulische Qualitätsbegriff ist umfassend zu verstehen. Er bezieht sich auf alle Bereiche schulischer Arbeit, die Zusammenarbeit im Kollegium, die Schulkultur und das Schulleben, aber vor allem auf den Unterricht und die Förderung von Lernprozessen.

Unter Qualitätsentwicklung sind alle Tätigkeiten einer Schule zu verstehen, „gute Schule“ zu werden oder den bereits erreichten Stand zu erhalten und zu verbessern. Qualitätssicherung bezieht sich hingegen auf Maßnahmen der Schule, den erreichten Stand im Hinblick auf gesetzte Ziele mithilfe von Diagnose- und Prüfinstrumenten zu analysieren, zu bewerten und zu dokumentieren. Qualitätsentwicklung und -sicherung sind notwendig aufeinander zu beziehen.

Qualitätsentwicklung des Unterrichts erfolgt mit dem Ziel, die vorhandenen Lern- und Unterrichtskonzepte daraufhin zu überprüfen, inwieweit sie allen Schülerinnen und Schülern ein erfolgreiches Lernen in und nach der Grundschule gewährleisten.

Die Rahmenlehrpläne sind verbindliche Grundlage für die curriculare Arbeit in der einzelnen Schule und für die Gestaltung des Unterrichts.

Schulinterne Curricula berücksichtigen die Eigenverantwortung der Schule und Besonderheiten des Standortes, die soziale Lage und kulturellen Eigenheiten der Schülerinnen und Schüler sowie die besonderen Fähigkeiten der Lehrerinnen und Lehrer. Sie sind ein wichtiges Instrument für die Förderung der Kooperation mit Schulpartnern.

Schulinterne Curricula werden auf der Grundlage der Rahmenlehrpläne gestaltet. Sie umfassen z. B. die Fach-Pläne der Fachkonferenzen, die Jahrgangsstufen-Pläne, themenorientierte Pläne. Für das Planungshandeln der Lehrerinnen und Lehrer im Schulalltag müssen schulinterne Curricula allen zugänglich und praktisch handhabbar sein.

Die Arbeit an schulinternen Curricula eröffnet vielfältige inhaltliche Bereiche für die Kooperation der Lehrerinnen und Lehrer einer Schule, insbesondere

- beim Entwickeln eines pädagogischen Konzepts für die Arbeit in einzelnen Klassen oder auf Jahrgangsstufen-Ebene, z. B. bei der Planung von gemeinsamem Unterricht oder bei der Entwicklung von Kriterien für die Leistungsbewertung,
- in den Fachkonferenzen,
- bei der Arbeit an gemeinsamen inhaltlichen Schwerpunktsetzungen, wie z. B. bei der Planung von fächerverbindendem Unterricht und Projekten,
- bei der Verständigung über Unterrichtsmaterialien und Medien,
- bei der Entwicklung des Konzepts zur Leistungs- und Neigungsdifferenzierung in den Jahrgangsstufen 5 und 6\*.

Für die systematische Qualitätssicherung und -entwicklung von Bildung und Erziehung in der Einzelschule ist das Schulprogramm ein wichtiges Planungs- und Steuerungsinstrument. Das Schulprogramm dient der Dokumentation und Rechenschaftslegung der von der Schule geleisteten Arbeit in einem vereinbarten Zeitraum. Es zielt auf Qualitätsverbesserung der Schule, dient der Selbstvergewisserung und legt Entwicklungsziele fest. Neben der Ausgangslage und einer pädagogischen Bestandsaufnahme muss ein Leitbild formuliert werden, das gemeinsam mit allen an Schule Beteiligten entwickelt wird. Die konkrete Festsetzung von Entwicklungszielen muss durch Maßnahmen und Zeitplanungen ergänzt werden. Die Ergebnisse der schulinternen Evaluation ermöglichen die Fortschreibung des Schulprogramms.

**Schulinterne Curricula und Kooperation**

**Kooperation**

**Schulprogramm**

\* Gilt nur für Brandenburg.

**Schulentwicklung und Evaluation**

Schulinterne Evaluation unterstützt die Weiterentwicklung des Unterrichts. Sie ist ein Instrument, um den Erfolg und die Wirksamkeit der gemeinsamen Arbeit zu überprüfen. Schulinterne Evaluation steht in engem Zusammenhang mit schulbezogenen Qualitätsstandards, den schulisch zu sichernden Kompetenzen sowie den schülerbezogenen Bildungsstandards. Sie ermöglicht eine Rückmeldung, inwieweit die Ziele und Anforderungen des Rahmenlehrplans in der Schule erreicht wurden. Schulinterne Evaluation macht die Anstrengungen der Schule um die qualitative Veränderung von Lernkultur und deren Ergebnisse fassbar und diskutierbar. Als greifbare Bestandsaufnahme bildet sie die Basis für die konkrete Planung weiterer Entwicklungsschritte der Schule.

**Pädagogische Diagnostik**

Diagnostik ist ein Mittel zur Optimierung pädagogischer Arbeit. Sie ist als Maßnahme zu verstehen, die Lernentwicklung und -stände von Schülerinnen und Schülern in den Kompetenzbereichen zu ermitteln, zu analysieren und in individuelle Förderangebote münden zu lassen.

Diagnostische Zugänge sind die Beobachtung von Schülerinnen und Schülern im Unterricht, das Einholen und Sichten von Arbeitsergebnissen, z. B. in Form von schriftlichen Arbeiten, die Befragung über Lernprozesse und schulisches Handeln, das Gespräch über Gefühle, mit denen die Schülerinnen und Schüler das schulische Lernen erleben, die Sammlung von Arbeitsergebnissen der Schülerinnen und Schüler über einen längeren Zeitraum als eine materialisierte Entwicklungsdokumentation. Weitere Diagnoseinstrumente können Fragebogen zum Lernverhalten oder Beobachtungs- und Protokollierungshilfen sein. Die pädagogische Diagnostik erfolgt prozessbegleitend und wird in den Fachkonferenzen verabredet und ausgewertet.

Untersuchungen zur Lernausgangslage, Orientierungs- bzw. Vergleichsarbeiten und Testverfahren ermöglichen den Schulen ein differenziertes Einordnen und eine Beurteilung der Ergebnisse ihrer schulischen Arbeit.



## 2

## Der Beitrag des Faches zur Bildung und Erziehung in der Grundschule

Kinder, die in die Grundschule kommen, verfügen bereits über Vorstellungen von Phänomenen und Prozessen der belebten und unbelebten Natur. Die vorhandenen Vorstellungen werden im Sachunterricht in den Jahrgangsstufen 1 bis 4 aufgegriffen und auf fachliche Grundlagen gestellt. Schülerinnen und Schüler lernen im Sachunterricht, erste physikalische Phänomene und Zusammenhänge zu verstehen und naturwissenschaftliche Methoden, wie das Experimentieren und die Arbeit mit Modellen, anzuwenden. Diese Aspekte greift der Physikunterricht auf und entwickelt sie weiter.

Die Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 5 und 6 besitzen ein großes Interesse an der von Menschen geschaffenen Technik und den Phänomenen der natürlichen Umwelt. Damit dieses Interesse langfristig erhalten bleibt und gleichzeitig die Grundlage für eine naturwissenschaftliche Grundbildung geschaffen wird, muss sich der Physikunterricht in der Grundschule an den naturwissenschaftlichen Phänomenen und an den Vorerfahrungen der Lernenden orientieren. Ziel der physikalischen Grundbildung ist es, ein erstes Verständnis für physikalische Konzepte und Erklärungsmodelle der Welt sowie für die Methoden, mit denen in den Naturwissenschaften gearbeitet wird, zu entwickeln. Dazu stellt der Unterricht die zwei folgenden Säulen des physikalischen Erkenntnisprozesses in den Vordergrund.

Erstens: Das Arbeiten mit Modellen entspricht dem Bedürfnis der Schülerinnen und Schüler, im Erkenntnisprozess anschauliche Bilder von der Natur zu entwerfen, vor allem dann, wenn nicht mehr sinnlich wahrnehmbare Phänomene untersucht werden. Damit einher geht die Reduktion von Objekten und Vorgängen, d. h., nur bestimmte Eigenschaften oder Merkmale werden betrachtet. Die Reduktion, das Absehen von Eigenschaften, ist ein wesentlicher Bestandteil der physikalischen Beschreibung, die unter anderem eine neue Klassifikation der vielfältigen Phänomene der unbelebten Natur ermöglicht. Diese Neuordnung erweitert das Weltverständnis der Schülerinnen und Schüler.

Zweitens: Eine wichtige Säule des physikalischen Denkens ist das experimentelle Vorgehen. Nur mithilfe von Experimenten lässt sich entscheiden, ob die Beschränkung auf die gewählten Eigenschaften oder Merkmale zu sinnvollen Vorhersagen von Prozessen führt. Das physikalische Denken bringt somit Aussagen hervor, die unabhängig von Meinungen, Behauptungen und ohne Ansehen der sozialen Stellung einer Person geprüft werden können. Das Experiment oder im übertragenen Sinne das Nachprüfen von Sachverhalten ist in seinem Kern eine universelle Strategie, die in vielen lebensweltlichen Zusammenhängen verwendet werden kann. Die Schülerinnen und Schüler erweitern daher im Physikunterricht ihre Handlungskompetenzen, indem das alltägliche Ausprobieren systematisiert und zur bewussten, übertragbaren Handlungsstrategie wird.

Das physikalische Denken entfaltet seine volle Wirkung erst durch einen hohen Abstraktionsgrad. Auf dieser Stufe wird es zu einem geistigen Werkzeug, das universell auf konkrete Phänomene angewandt werden kann und das über die Technik in den letzten beiden Jahrhunderten die Lebenswelt der Industriegesellschaften geprägt hat. Der Physikunterricht der Grundschule begleitet die Schülerinnen und Schüler bei ihren ersten Schritten auf dem Weg zum physikalischen Denken. Er hat propädeutischen Charakter für den Physikunterricht der Sekundarstufe I und nimmt dessen abstrahierende Schritte zur Wissenschaftlichkeit nicht vorweg. Daher steht die qualitative, physikalische Beschreibung im Mittelpunkt des Unterrichts. Die Auswahl der Inhalte erfolgt nicht nach fachspezifischen Gesichtspunkten, sondern exemplarisch. Unterrichtsinhalte werden nach ihrer Anwendung und ihrem Alltagsbezug gewählt.

**Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler**

**Naturwissenschaftliche Grundbildung**

**Arbeiten mit Modellen**

**Experimente**

**Phänomene**

Zur Charakterisierung einer zu entwickelnden anschlussfähigen physikalischen Grundbildung werden Kompetenzen beschrieben.

**Sachkompetenz**

Zur Sachkompetenz gehören erste Kenntnisse über die basalen physikalischen Konzepte und Erklärungsmodelle ebenso wie die Methoden, mit denen Physikerinnen und Physiker ihre Erkenntnisse gewinnen und physikalische Aspekte von Phänomenen erklären. Für das Verständnis physikalischer Inhalte und Konzepte ist es notwendig, die Schülerinnen und Schüler der Grundschule für das physikalische Forschen, bezogen auf die vielfältigen technischen Anwendungen aus ihrer Umgebung und auf ihre natürliche Umwelt, zu interessieren.

**Methodenkompetenz**

Methodenkompetenz bezieht sich auf die Fähigkeit, physikalische Arbeitstechniken anwenden zu können. Dazu gehören z. B. das Beobachten von Abläufen und Vorgängen aus physikalischer Perspektive aufgrund einer konkreten Fragestellung, das Ausführen und Auswerten einfacher Experimente oder die Fähigkeit, physikalisches Wissen grafisch darzustellen. Zur Methodenkompetenz zählen die Herausbildung von Lernstrategien und die Fähigkeit, Informationen zu beschaffen, zu bewerten und in das eigene Wissensgefüge zu integrieren.

**Soziale Kompetenz**

Soziale Kompetenz ist die entscheidende Voraussetzung für das erfolgreiche Arbeiten innerhalb einer Gruppe. Für die Schülerin bzw. den Schüler ist das zunächst die Klasse oder eine Lerngruppe. Soziale Kompetenz wird fachübergreifend während der Aneignung fachbezogener Kompetenzen erworben. Im Physikunterricht können die Schülerinnen und Schüler soziale Kompetenz erwerben, indem sie einzeln oder im Team physikalische Hypothesen aufstellen und sich bei deren Diskussion gegenseitig zuhören lernen, die Vortragende bzw. den Vortragenden aussprechen lassen und lernen, deren Gedankengang im Team oder im Dialog mithilfe eigener physikalischer Erklärungen nachzuvollziehen, zu reflektieren und gegebenenfalls die Herangehensweise oder Schlussfolgerungen begründet zu kritisieren.

**Personale Kompetenz**

Personale Kompetenz beinhaltet die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler, sich eigene Wert- und Normvorstellungen bewusst zu machen, und die Bereitschaft, eine autonome Moral (realistisches Selbstbild, Ich-Stärke, Kritikfähigkeit gegenüber sich selbst und anderen) auszubilden. Die Schülerinnen und Schüler akzeptieren vereinbarte Regeln, sind aber auch fähig, diese kritisch zu hinterfragen. Im Physikunterricht kann personale Kompetenz beispielsweise entwickelt werden, indem die Schülerinnen und Schüler erfahren, dass Irrwege zu einem Erkenntnisprozess gehören, dass man Behauptungen empirisch bzw. experimentell überprüfen kann und dass naturwissenschaftliche Erkenntnisse weitgehend unabhängig von persönlichen Meinungen und Ansichten sind.

### 3 Standards

Die Entwicklung von Kompetenzmodellen zur Beschreibung der Leistungserwartung an Schülerinnen und Schüler hat bundesweit erst begonnen. Die formulierten Kompetenzbereiche und Leistungserwartungen müssen auf Grund der unterrichtlichen Erfahrungen und empirischen Untersuchungen überprüft und weiterentwickelt werden.

Die nachfolgenden Standards beschreiben die Kompetenzen, die Schülerinnen und Schüler im Fach Physik am Ende der Grundschulzeit erworben haben müssen, um ein erfolgreiches Weiterlernen zu sichern.

Die Schülerinnen und Schüler

- formulieren in ihrer Alltagssprache physikalische Hypothesen über Phänomene und prüfen diese mit einfachen oder selbst erdachten Experimenten,
- beschreiben Phänomene mit eigenen Worten,
- arbeiten mit international gültigen Formelzeichen und Einheiten,
- haben einen ersten Überblick darüber, womit sich die Physik beschäftigt,
- entnehmen aus altersgemäßen Texten zur Physik physikalisches Wissen,
- lesen einfache Diagramme, Tabellen und Zeichnungen der Physik,
- erfassen Messwerte in einer Messtabelle,
- stellen physikalische Sachverhalte grafisch dar, indem sie beispielsweise eine Skizze zu einem Versuchsaufbau oder von einem realen Objekt anfertigen oder optische Strahlengänge sowie Diagramme zeichnen,
- nutzen eine Tabellenkalkulationssoftware zum Erfassen und Darstellen von Messwerten,
- beobachten Abläufe und Vorgänge aufgrund einer konkreten Fragestellung zielgerichtet,
- führen einfache Experimente aus und werten diese aus,
- nutzen Messverfahren, um physikalische Phänomene zu untersuchen,
- schätzen Messergebnisse kritisch ein,
- gebrauchen ausgewählte Messgeräte sachgemäß,
- erkennen, wie physikalische Gesetzmäßigkeiten in einfachen Geräten aus Alltag und Technik verwendet werden,
- konstruieren einfache Modelle und arbeiten mit ihnen,
- unterscheiden zwischen Modellen und Wirklichkeit.

## 4

## Gestaltung von Unterricht – fachdidaktische Ansprüche

### Grundannahmen über den Lehr-Lern-Prozess

Die Schülerinnen und Schüler konstruieren ausgehend von ihren Vorerfahrungen ihre eigenen Wissensstrukturen – ein Vorgang, der sich als zeitaufwändig erwiesen hat. Dabei sind sie auf Unterstützung durch die Lehrerinnen und Lehrer angewiesen. Bei der Gestaltung der Lehr-Lern-Prozesse ist es daher grundsätzlich von Bedeutung, wie Freiraum und Führung ausbalanciert werden. Der Wissenserwerb ist kontextabhängig. Die Inhalte sind in verschiedene Kontexte einzubetten.

### Trennung von Lern- und Leistungsphase

Eine weitere Voraussetzung für gelingende Konstruktionsprozesse im Unterricht ist für Lehrerinnen und Lehrer und Schülerinnen und Schüler die ersichtliche und klare Trennung von Lern- und Leistungsphase. In der Lernphase wird nicht bewertet. Bei der Wissenskonstruktion aufgrund eigener Vorstellungen werden Fehler gemacht, die nur in einer Atmosphäre des Vertrauens zur Ausbildung physikalischer Konzepte führen.

### Alltagsvorstellungen

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über Alltagsvorstellungen, die sich oft radikal von den Beschreibungen der Physik unterscheiden. Daher sind beim Physiklernen die Alltagsvorstellungen über Phänomene zu berücksichtigen. Unterrichtspraktisch kann dies im einfachsten Fall bedeuten, den Schülerinnen und Schülern zuzuhören, um ihre Erklärungen zu verstehen. Es ist möglich, dass Alltagsvorstellungen der Schülerinnen und Schüler bestehen bleiben und neben die physikalische Sichtweise gestellt werden. Der Widerspruch zwischen beiden Sichtweisen ist aufzuzeigen.

### Rolle der Sprache und der Umgang mit Größen

Die Sprache im Unterricht muss entsprechend der Altersstufe verständlich sein. Im Physikunterricht der Grundschule sind die physikalischen Phänomene zuerst mit der Alltagssprache zu beschreiben – qualitativ vor quantitativ. Die im Unterricht der Grundschule benutzte Fachsprache hat die Aufgabe, zwischen Alltags- und Fachsprache zu vermitteln, d. h. die Alltagssprache durch Elemente der Fachsprache zu ergänzen. Das bedeutet, dass für wichtige Begriffe, die im nachfolgenden Unterricht eine Rolle spielen, klare Vorstellungen zu deren Bedeutungen gegeben werden. Die Schülerinnen und Schüler sollen dabei den Eindruck gewinnen, dass die jeweilige Begriffsbildung sinnvoll ist.

In enger Verbindung zum Erlernen der Fachsprache steht die Befähigung zum Lesen von Fachtexten. Nur wenn die Schülerinnen und Schüler mit der Fachsprache altersgemäß umgehen können, sind sie auch in der Lage, Fachtexte sinnerfassend zu lesen. Das Lesen und Erschließen von Fachtexten muss geübt werden. Diese Texte müssen für die Physik typische Elemente, wie zum Beispiel Tabellen, Formeln und Diagramme, enthalten. Möglichkeiten für die Entwicklung einer altersgemäßen Fachsprache und von Lesefertigkeiten im Unterricht sind sinnerfassendes Lesen nach Aufgabenstellungen, Textanalysen, aber auch das Formulieren von Merksätzen und Zusammenfassungen, die Präsentation von Ergebnissen und Schülervorträgen.

Im Physikunterricht der Jahrgangsstufen 5 und 6 genügt es zunächst, physikalische Zusammenhänge mit Je-desto-Aussagen zu beschreiben. Zur Einführung der dabei genutzten physikalischen Größen gehören

- das Erarbeiten der Bedeutung der jeweiligen Größe, bei der angegeben wird, welches Merkmal bzw. welche Eigenschaft eines Objektes oder eines Phänomens beschrieben wird,
- das Angeben der Einheit dieser Größe,
- das Festlegen eines Formelzeichens,
- das Beschreiben eines Messverfahrens, das heißt, es wird ein Messgerät eingeführt oder das zu Grunde liegende Messprinzip angegeben, und schließlich

- das Aufzeigen von Gründen, weshalb es sinnvoll ist, das betreffende Merkmal bzw. die betreffende Eigenschaft durch eine physikalische Größe anzugeben, was auch beinhaltet, dass mit der eingeführten Größe im Unterricht auf praktische Anwendungen bezogen gearbeitet wird.

Physikalische Größenangaben werden, wie bereits aus dem Mathematikunterricht bekannt, als Produkt aus Maßzahl und Einheit verstanden. Mit den Größen werden Tabellen angelegt und Diagramme gezeichnet.

Bei abgeleiteten Größen, die als Quotient aus zwei anderen Größen gebildet werden, ist darauf zu achten, dass der Begriff *durch* verwendet wird. Demgegenüber sind bei der Verwendung von Einheiten abgeleiteter Größen die Begriffe *pro* und *je* sinnvoll und zulässig.

Das Arbeiten mit Modellen ist für den Prozess der Erkenntnisgewinnung und den Prozess des Lernens in den Naturwissenschaften von großer Bedeutung. Zusammen mit dem Experiment stellt es eine zentrale Säule der naturwissenschaftlichen Erkenntnis dar.

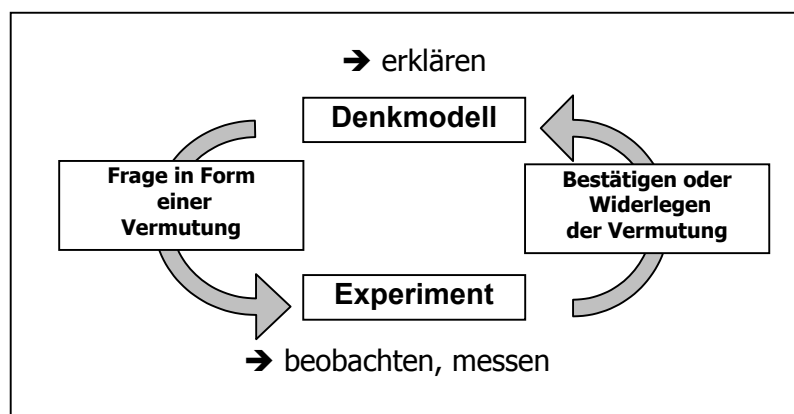
## Arbeiten mit Modellen

Der Begriff des Modells ist in seiner Komplexität und Vielschichtigkeit in den Jahrgangsstufen 5 und 6 erst in Ansätzen vermittelbar. Es muss jedoch das Ziel des Unterrichts sein, einfache Vorstellungen vom Modellbegriff zu schaffen, die in den nachfolgenden Jahrgangsstufen aufgegriffen, vertieft und erweitert werden. Dabei ist es entscheidend, von Anfang an einerseits auf eine bewusste Trennung von Modellwelt und Erfahrungswelt zu achten und andererseits den hypothetischen Charakter der konstruierten Modelle zu verdeutlichen.

Bei der Arbeit mit Modellen im Unterricht ist es wichtig, eine Sprache zu finden, die dem Wissens- und Könnensstand der Schülerinnen und Schüler entspricht.

Modelle sind idealisierte, abstrahierte, generalisierte Darstellungen. Sie dienen der gedanklichen Vereinfachung, Erforschung und Veranschaulichung der realen Welt und bilden bestimmte Teilbereiche dieser realen Welt unter zielgerichtet ausgewählten Gesichtspunkten ab. Modelle können nach sehr unterschiedlichen Kriterien klassifiziert werden. Eine mögliche, grundlegende Klassifizierung kann die Einteilung in *gegenständliche Modelle (materielle Modelle)* und *Gedankenmodelle (ideelle Modelle, Denkmodelle)* sein.

Die Bedeutung von Denkmodellen im physikalischen Erkenntnisprozess und den Zusammenhang zwischen Denkmodell und Experiment zeigt in vereinfachter Form die nebenstehende Abbildung. Zur Erfahrungswelt gehören alle Wahrnehmungen, die wir durch Beobachtungen



und Messungen erfassen können. Denkmodelle werden geschaffen, um physikalische Phänomene erklären zu können. Diese Erklärungen erfolgen auf der Grundlage von physikalischen Theorien. Neue physikalische Erkenntnisse entstehen im Wechselspiel zwischen Theorie und Experiment. Hierbei werden auf der Grundlage von geeigneten Denkmodellen Vermutungen aufgestellt, die man durch zielgerichtete Experimente bestätigt oder widerlegt.

Beim Denken in Modellen bzw. bei der Konstruktion von gegenständlichen Modellen ist die Frage der Reduktion von Merkmalen oder Eigenschaften des betrachteten realen Objekts oder Prozesses von Bedeutung. Es kommen zwei Aspekte zum Tragen: Welche Merkmale oder Eigenschaften werden in den Vordergrund gestellt? Welche Merkmale oder Eigenschaften werden vernachlässigt? Diese Diskussion ist so weit es möglich ist mit grafischen Mitteln zu unterstützen. Analogien sind in der gleichen Art und Weise zu diskutieren: An welchen Stellen greift die Analogie? An welchen Stellen greift sie nicht?

Mit Denkmodellen arbeiten die Schülerinnen und Schüler der Grundschule beispielsweise bereits dann, wenn sie selbst Phänomene erklären wollen. Sie nutzen ihre Modellvorstellungen jedoch zumeist unbewusst als Werkzeuge im naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess. Die Konstruktion und Anwendung von Modellen erfolgt anhand konkreter physikalischer Fragestellungen und an für die Schülerinnen und Schüler überschaubaren Ausschnitten der Wirklichkeit.

Aus der Gruppe der gegenständlichen Modelle sind den Schülerinnen und Schülern aus ihrer Erfahrungswelt vielfältige Beispiele bekannt, z. B. Schiffs- oder Automodelle, Globus, Modelleisenbahn, Puppenhäuser. Auch eine symbolische Darstellung eines Teils der Wirklichkeit (z. B. Landkarten) ordnet man dieser Modellart zu. Anhand gegenständlicher Modelle lassen sich bereits in der Grundschule wesentliche Eigenschaften eines Modells behandeln. Beispielsweise sind hierfür Modelle zur Veranschaulichung einer Sonnenfinsternis geeignet.

### **Experimente**

Experimente nehmen eine zentrale Stellung im Physikunterricht ein. Sie sind häufig mit Alltagsgegenständen durchzuführen. Den Schülerinnen und Schülern soll auch hier Zeit gegeben werden, die mit dem Experiment verbundenen Erfahrungen sinnlich und selbst handelnd zu erleben. Das hat für den Unterricht zur Folge, dass so weit wie möglich Schülerexperimenten der Vorzug gegenüber Lehrerexperimenten zu geben ist. Der Unterricht hat Freiräume zu ermöglichen, um Fragen mit offenem Ausgang durch Ausprobieren nachzugehen. Das Durchführen von Experimenten ist stets in einen Erkenntnisprozess einzubetten. Das bedeutet, dass Experimente zielorientiert durchgeführt und ausgewertet werden. In der Auswertung wird in der Regel eine eingangs gestellte Frage beantwortet bzw. eine Hypothese (Vermutung) bestätigt oder widerlegt.

Das Experimentieren in kleineren Schülergruppen unterstützt zudem die Entwicklung der Bereitschaft und der Fähigkeit, sich im Team miteinander verständigen und zusammenarbeiten zu können. Um traditionellen Sozialsituationen der Geschlechter entgegenzuwirken, wird besonders beim praktischen Arbeiten und bei Experimenten der Lernenden bei der Vergabe von Arbeitsaufträgen auf eine Gleichbehandlung von Mädchen und Jungen geachtet.

### **Inhalte des Unterrichts**

Die Inhalte sollen für die Schülerinnen und Schüler subjektiv bedeutsam sein. Untersuchungen zu den Interessen an naturwissenschaftlichen Themen zeigen, dass die Interessen von Mädchen und Jungen unterschiedlich sind. Für den Unterricht sind daher Themen zu wählen, die für Mädchen und Jungen gleichermaßen interessant sind. Die Anbindung an alltägliche Erfahrungen ist generell interesselördernd, dabei sind Freiräume für das eigene Erleben zu schaffen. Das Interesse für den Physikunterricht ist für beide Geschlechter vorhanden, wenn die Themenbereiche Medizin und Umwelt berührt werden oder wenn ein Bezug zum eigenen Körper hergestellt wird.

### **Computereinsatz im Physikunterricht**

Die digitalen Medien stellen eine Komponente der für den Unterricht verfügbaren Medien dar. Bei der Planung des Unterrichts werden diejenigen Medien ausgewählt, mit denen in bestimmten Unterrichtssituationen die jeweiligen Lernziele am besten erreicht werden können. Der Computer wird vorzugsweise dann eingesetzt, wenn ein Mehrwert gegenüber dem Einsatz anderer Medien offensichtlich zu erwarten ist.

Die Schülerinnen und Schüler erfahren die Vorteile des Hilfsmittels Computer für die Bearbeitung physikalischer Fragestellungen. Bei den Schülerinnen und Schülern sind allgemeine Kompetenzen, die auch in anderen Fächern eine Rolle spielen, aufzugreifen und weiter zu entwickeln. Hierzu zählen Fähigkeiten, physikalisches Wissen mithilfe geeigneter Softwarewerkzeuge zu präsentieren sowie zielgerichtet Informationen mithilfe von Internetdiensten zu beschaffen. Daneben bietet der Physikunterricht die Möglichkeit der Entwicklung weiterer, spezieller Fähigkeiten und Fertigkeiten, die folgende Bereiche umfassen:

<b>Arbeiten mit einer Tabellenkalkulation</b>	<p>Hierzu zählen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– das Eingeben von Messwerten in eine Tabelle,</li> <li>– einfache Berechnungen in einer Tabelle sowie</li> <li>– das grafische Darstellen von Messwerten.</li> </ul> <p>Der Einsatz einer Tabellenkalkulation ist mindestens einmal im Unterricht verbindlich zu thematisieren. Hierfür bieten sich zum Beispiel die Zusammenhänge zwischen Masse und Volumen sowie zwischen Weg und Zeit an.</p>
<b>Arbeiten mit Simulationen unter Verwendung eines Computers</b>	<p>Dieser Bereich umfasst vorrangig das Erforschen physikalischer Erscheinungen mithilfe von Simulationen. Voraussetzung dafür ist das Vorhandensein einer geeigneten Simulationssoftware, die das jeweilige Modell in geeigneter Weise repräsentiert. Auf die Konstruktion von Modellen am Computer (nicht auf die Veränderung von Parametern) sollte in den Jahrgangsstufen 5 und 6 verzichtet werden.</p>
<b>Erfassen von Messwerten mithilfe eines Messinterfaces</b>	<p>Dieser Bereich sollte, sofern die technischen Voraussetzungen an der Schule vorhanden sind, im Unterricht thematisiert werden. Das Messinterface ist, ebenso wie der Computer selbst, als Blackbox einzuführen, wobei jedoch Klarheit darüber bestehen muss, welche Größe jeweils gemessen wird.</p>

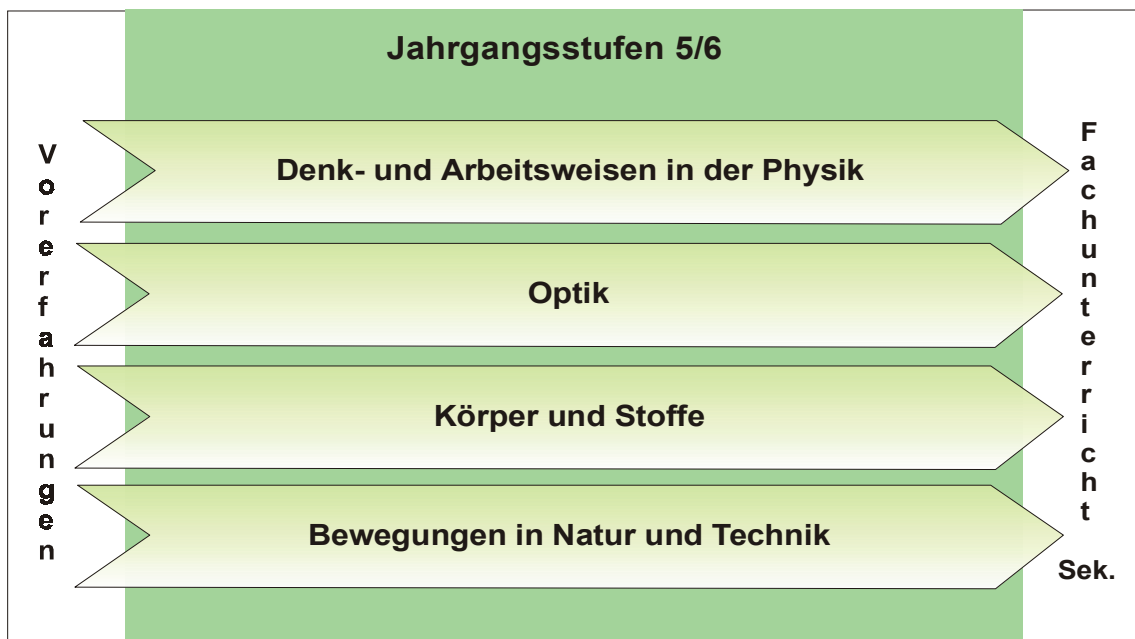
## 5 Inhalte

### 5.1 Übersicht über die Themenfelder

In den folgenden Texten zu den Themenfeldern sind jeweils Beschreibungen zu möglichen Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler sowie Kontexte für den Unterricht enthalten. Mit Kontext ist eine Zugangsweise zu den zu entwickelnden Kompetenzen gemeint, die in möglichst hohem Maße die Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler aufgreift und ihnen die Notwendigkeit der Erarbeitung einer neuen physikalischen Sichtweise nahe bringt. Der Kontext ist ein entscheidendes Element der Unterrichtsplanung und soll der lebensweltlichen Anbindung der Inhalte dienen. Der jeweilige Kontext muss Möglichkeiten bieten, geeignete Fragestellungen zu entwickeln, anhand derer die Inhalte für die Schülerinnen und Schüler bedeutsam werden. Die Kontexte zu den verbindlichen Themenfeldern wurden offen gelassen. Die bei der Beschreibung der Themenfelder aufgeführten Zugangsweisen sind Anregungen.

Da das Experimentieren ein wesentlicher Inhalt des Physikunterrichts ist, sind Schülerexperimente (SE) und Demonstrationsexperimente (DE) verbindlich festgelegt. Die Versuche werden so allgemein beschrieben, dass sie unabhängig von einer bestimmten Physiksammlung realisierbar sind. Sofern es gerätetechnisch möglich ist, können die hier als Demonstrationsexperimente ausgewiesenen Versuche auch als Schülerexperimente durchgeführt werden. Entscheidend ist, dass jedes Experiment in den jeweiligen Erkenntnisprozess eingebettet ist.

In der nachfolgenden Übersicht sind die verbindlichen Themenfelder dargestellt. Die Reihenfolge ihrer Behandlung ist verbindlich.





## Denk- und Arbeitsweisen in der Physik

Zu Beginn des Physikunterrichts der Jahrgangsstufen 5 und 6 erhalten die Schülerinnen und Schüler einen ersten Einblick in vielfältige Phänomene der Physik. Sie setzen sich dabei mit grundlegenden Denk- und Arbeitsweisen der Physik auseinander. Hierbei liegt ein Schwerpunkt auf dem Beobachten, dem Messen, dem Beschreiben und dem Erklären.

Unter Beobachten wird das Wahrnehmen von naturwissenschaftlichen Phänomenen mithilfe der Sinnesorgane verstanden. Beobachten ist nicht auf das Sehen beschränkt, sondern umfasst alle Wahrnehmungen, für die der Mensch eine durch seine Sinnesorgane gegebene Rezeptivität besitzt, beispielsweise das Hören von Schallereignissen, das Empfinden von warm und kalt, das Spüren einer Kraft, das Ertasten einer Oberflächenbeschaffenheit.

Messungen sind immer dann erforderlich, wenn Beobachtungsergebnisse durch die Begrenztheit der Wahrnehmung oder durch subjektive Verfälschung bei der Beobachterin bzw. beim Beobachter zu ungenau sind oder wenn physikalische Phänomene quantitativ beschrieben werden sollen. Unter dem Messen wird in der Physik das Erfassen physikalischer Eigenschaften eines Vorganges oder eines Gegenstandes unter Verwendung spezieller Geräte und Instrumente (der Messgeräte) verstanden. Die gemessenen Eigenschaften werden mithilfe von physikalischen Größen ausgedrückt.

Diese Vorstellungen zum Begriff Messen knüpfen an die Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler an. Sie kennen bereits eine Reihe von Messgeräten, z. B. Lineal, Tachometer, Thermometer. Eine Vertiefung zum Begriff Messen sowie zum Begriff physikalische Größe erfolgt im Themenfeld *Körper und Stoffe*.

Beim Beschreiben werden die wesentlichen Merkmale und Eigenschaften eines physikalischen Phänomens oder auch Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen, die beobachtet bzw. gemessen worden sind, mit sprachlichen Mitteln angegeben. Beschreibungen können mündlich oder schriftlich erfolgen. Für die Verständlichkeit kann es sinnvoll sein, Beschreibungen durch Zeichnungen, Skizzen oder Diagramme zu ergänzen. In Beschreibungen werden keine Begründungen oder Erklärungen gegeben.

Einen wichtigen Schwerpunkt in diesem Themenfeld bildet das Arbeiten mit Modellen. Die Schülerinnen und Schüler kennen zu Beginn des Physikunterrichts bereits eine Reihe von Modellen, ohne dass sie diese stets mit dem Begriff Modell verknüpfen. Größtenteils handelt es sich um gegenständliche Modelle (z. B. Globus als ein Modell der Erde, Modellautos, Modellflugzeuge, Modelle von Häusern, wie sie ein Architekt anfertigt).

Für eine Einführung in das Arbeiten mit Modellen werden diese Erfahrungen aufgegriffen, indem für einfache, gegenständliche Modelle Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen dem Modell und dem betrachteten Objekt sowie der Zweck des Modells herausgearbeitet werden. Das heißt, es wird thematisiert, welche Erklärungen mit diesem Modell möglich sind und was es veranschaulichen soll.

Ein nächster Schritt besteht darin, dass für Objekte beziehungsweise Vorgänge einfache, gegenständliche Modelle konstruiert werden. Mit deren Hilfe soll eine Veranschaulichung eines Phänomens erfolgen. Beispielsweise kann ein einfaches Funktionsmodell der menschlichen Lunge hergestellt werden, mit dem das Ein- und Ausatmen veranschaulicht werden kann.

Einen weiteren Schwerpunkt stellt der Prozess dar, Vorstellungen (Denkmodelle) zu entwickeln, mit denen physikalische Phänomene erklärt werden können. Hierzu werden zielgerichtet Vermutungen aufgestellt, die in geeigneten Experimenten bestätigt oder widerlegt werden.

Diese Funktion eines Experiments im physikalischen Erkenntnisprozess ist als grundlegend herauszustellen.

Die Beispiele für das Arbeiten mit Modellen sollten so ausgewählt werden, dass die Schülerinnen und Schüler die Einsicht in die prinzipielle Begrenztheit von Modellen erfahren können. Beispielsweise kann mit dem Modell Globus nicht gedeutet werden, weshalb sich eine Kompassnadel an der Erdoberfläche stets in Nord-Süd-Richtung ausrichtet. Bei den Schülerinnen und Schülern soll der Eindruck verhindert werden, dass ein Modell ein Universalwerkzeug für die Beschreibung verschiedenster Phänomene ist. Entscheidend ist die Erkenntnis, dass Modelle keine Beweiskraft besitzen, sondern mehr oder weniger brauchbar für die Erklärung von physikalischen Phänomenen sind.

Beim Arbeiten mit Modellen spielen Blackbox-Experimente eine wesentliche Rolle. Sie sollen klären helfen, mit welchen Methoden Vorstellungen von einer der Anschauung nicht zugänglichen Wirklichkeit gewonnen werden. Wenn Grenzen der direkten Wahrnehmung erreicht sind, müssen Annahmen und Vermutungen aufgestellt und muss im Experiment die Tragfähigkeit geprüft werden, um Erklärungen geben zu können. Ein Beispiel für ein Blackbox-Experiment ist eine geschwärzte Schachtel mit eingeklebten Zwischenwänden, in der sich eine Kugel befindet. Aufgabe ist es, durch Schütteln ein Modell der Struktur des Labyrinths aufzustellen.

Die Einführung in das Denken in Modellen muss zunächst nicht innerphysikalisch angelegt werden. Vielmehr gilt das Denken in Modellen als wichtige Voraussetzung für das Verständnis der Naturwissenschaften. Insofern sollten auch die Kontexte für den Unterricht, d. h. die Beispiele für die verwendeten Modelle bzw. die zu erklärenden Phänomene nicht durchgängig physikalischer Natur sein. Entscheidend für die Auswahl sind die Vorerfahrungen und Interessen der Schülerinnen und Schüler.

## Optik

Eine Vielzahl von optischen Phänomenen sind den Schülerinnen und Schülern bereits bekannt, wie z. B. optische Täuschungen, Sonnenuntergang, Regenbogen, Schattenspiele usw. Sie kennen verschiedene Lichtquellen und wissen, dass Körper Schatten werfen. Vielen Schülerinnen und Schülern ist klar, dass Lichtquellen Licht aussenden. Jedoch ist es Schülerinnen und Schülern häufig nicht verständlich, dass unbeleuchtete Körper Licht reflektieren und dadurch auch sichtbar sind. Die Tatsache, dass wir ohne Licht nicht sehen können, sollen die Schülerinnen und Schüler selbst erfahren, z. B. in einer Dunkelkammer.

Ausgehend von oben genannten Phänomenen und Beobachtungen setzen sich die Schülerinnen und Schüler mit wesentlichen Eigenschaften des Lichts und der Lichtausbreitung auseinander.

Am Beispiel des Modells Lichtstrahl erkennen die Schülerinnen und Schüler, dass in der Physik mit Idealisierungen und Vereinfachungen gearbeitet wird, um beobachtete Phänomene erklären zu können. Die Schülerinnen und Schüler greifen hierzu ihre Erkenntnisse aus dem vorangegangenen Themenfeld *Denk- und Arbeitsweisen in der Physik* auf und wenden sie zielgerichtet an.

Folgende, als Fragen formulierte Kontexte für den Unterricht kommen in Betracht: *Wie muss ich mich kleiden, um im Straßenverkehr gut gesehen zu werden? Warum hat die Fahrradlampe einen Spiegel? Was ist eine Mondfinsternis? Was haben die Jahreszeiten mit der Sonne zu tun?*

## Körper und Stoffe

Das Themenfeld hat in Anknüpfung an das Themenfeld *Denk- und Arbeitsweisen in der Physik* das Ziel, die Vorstellungen der Schülerinnen und Schülern zum Experimentieren und zu den damit verbundenen Tätigkeiten zu vertiefen und ihre Kenntnisse zum Messen sowie zum Umgang mit physikalischen Größen zu erweitern.

Messungen sind immer dann erforderlich, wenn Beobachtungsergebnisse durch die Unzulänglichkeiten der Wahrnehmung, durch subjektive Verfälschung bei der Beobachterin bzw. beim Beobachter zu ungenau sind oder wenn physikalische Phänomene quantitativ beschrieben werden sollen.

Die Schülerinnen und Schüler werden dafür sensibilisiert, dass Messwerte aufgrund der Begrenztheit der jeweiligen Messgeräte und durch subjektive Fehler des Messenden stets mehr oder weniger ungenau sind.

Das Arbeiten mit Größen ist den Schülerinnen und Schülern aus dem Mathematikunterricht bereits bekannt und wird im Fach Physik vertieft. Dem Darstellen einer Größenangabe als Produkt aus einer Maßzahl und der Einheit dieser Größe sollte im Physikunterricht stets eine anschauliche Interpretation der Größenangabe vorausgehen. Zum Beispiel kann die Massenangabe  $m = 4 \text{ kg}$  für einen Stein sehr anschaulich an einer Balkenwaage veranschaulicht werden, indem auf die eine Seite der Waage der Stein, auf die andere Seite vier Massestücke der Einheitsmasse  $1 \text{ kg}$  gelegt werden. Folglich entspricht die Masse des Steins dem Vierfachen der Einheit  $1 \text{ kg}$ .

Werden Zusammenhänge zwischen Größen betrachtet, so sind diese zunächst qualitativ zu formulieren. Beispielsweise bedeutet die Realisierung der Anforderung, „den Zusammenhang zwischen Dichte, Masse und Volumen eines Stoffes qualitativ zu beschreiben“, (siehe Themenfeld *Körper und Stoffe*), dass die Schülerinnen und Schüler in der Lage sind, mit eigenen Worten sinngemäß folgende Sätze zu formulieren:

- Für verschiedene Körper ein- und desselben Stoffs gilt: Je größer die Masse ist, desto größer ist sein Volumen.
- Für verschiedene Körper gleicher Masse gilt: Je größer die Dichte des Stoffs ist, desto kleiner ist das Volumen.
- Für verschiedene Körper gleichen Volumens gilt: Je größer die Dichte des Stoffs ist, desto größer ist die Masse.

Bei den Größen Geschwindigkeit, Weg und Zeit ist analog zu verfahren.

Es gibt eine Reihe weiterer spezifischer Arbeitsweisen in der Physik, wie das Argumentieren, das Begründen, das Werten u. a. Diese können nicht alle im Unterricht der Grundschule ausführlich thematisiert werden. Die Verwendung dieser Begriffe sollte so erfolgen, dass keine Fehlvorstellungen bei den Schülerinnen und Schülern gefördert werden.

Hinsichtlich der Eigenschaften von Körpern und Stoffen besitzen die Schülerinnen und Schüler ebenfalls zahlreiche Erfahrungen. Sie haben aus dem täglichen Leben Vorstellungen über die Größen Masse und Volumen, z. B. Mengenangaben bei Lebensmitteln und Kochrezepten, eigene Körpermasse, Höchstmasse bei Fahrstühlen. Sie kennen die drei Aggregatzustände des Wassers. Sie wissen aus ihrer Erfahrung, dass Körper einen Raum einnehmen.

Als mögliche Unterrichtskontexte können folgende Fragen dienen: *Um welchen Stoff handelt es sich (Bestimmung von Stoffen mit Hilfe der Dichte)? Warum geht ein Schiff nicht unter? Warum kann ein Heißluftballon aufsteigen?*

## Bewegungen in Natur und Technik

Die Schülerinnen und Schüler kennen Bewegungen aus verschiedenen Erfahrungsbereichen, z. B. dem Sport (Themenfeld *Laufen, Springen, Werfen*), dem Verkehr und der Freizeitgestaltung (Schaukel, Karussell, Seilbahn). Sie besitzen ein Empfinden für die Schnelligkeit beim Laufen und Fahren, kennen unterschiedliche Geschwindigkeiten aus der Natur und Technik und wissen, dass man die Geschwindigkeit am Tachometer ablesen kann.

An diese Erfahrungen lässt sich anknüpfen, um im Themenfeld *Bewegungen in Natur und Technik* die Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zu erweitern und zu vertiefen. So kann der Vergleich von Geschwindigkeiten aus der Natur, z. B. die von Tieren oder aber auch von Regentropfen und Hagelkörnern, mit der eigenen Geschwindigkeit beim Sprinten oder Radfahren die Schülerinnen und Schüler anregen, sich mit den naturwissenschaftlichen Grundlagen der Bewegung zu befassen. Auch der Aspekt der Geschwindigkeitskontrolle bei Fahrzeugen oder das Phänomen der Zeitspanne zwischen Blitz und Donner können den Schülerinnen und Schülern die Notwendigkeit der Erarbeitung einer neuen physikalischen Sichtweise näher bringen.

Bei der Erarbeitung des Begriffes Bewegung kann auf vielfältige Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler zurückgegriffen werden. Bei einem fahrenden Auto sind vielfältige Bewegungsformen beobachtbar: das Schwingen der Karosserie, die Bewegungen der Räder oder des Lenkrades, Vibrationen des Motors und vieles mehr. Soll aber die Fortbewegung des Fahrzeuges beschrieben werden, müssen die vielen Einzelbewegungen vernachlässigt werden. Nur die Vorwärtsbewegung des Autos ist hier von Bedeutung. Beim Reduzieren auf ein wesentliches Merkmal der Bewegung werden die Erkenntnisse aus dem Themenfeld *Denk- und Arbeitsweisen in der Physik*, speziell zum Denken in Modellen, aufgegriffen.

Beim Vergleichen und Schätzen von Schnelligkeiten erkennen die Schüler die Notwendigkeit, geeignete Messverfahren zu nutzen, um Geschwindigkeiten genau zu erfassen. Sie wenden damit ihre Kenntnisse zum Beobachten, Beschreiben und Messen an. Die Schülerinnen und Schüler diskutieren die Zusammenhänge zwischen dem zurückgelegten Weg und der dafür benötigten Zeit. Dabei entwickeln sie die Idee des proportionalen Verhaltens und erfassen die Geschwindigkeit qualitativ.

Bevor im Unterricht Geschwindigkeitsberechnungen zur geradlinig gleichförmigen Bewegung mit der Formel  $v = \frac{s}{t}$  erfolgen, sollten die Schülerinnen und Schüler den Zusammenhang zwischen den Größen Geschwindigkeit, Wegstrecke und Zeitintervall qualitativ erfasst haben. Von Bedeutung ist das Aufzeigen der Gültigkeitsbedingung dieser Gleichung. Es muss verdeutlicht werden, dass diese Gleichung lediglich für eine ausgewählte Klasse von Bewegungen, bei denen die Geschwindigkeit konstant ist, gilt. Ebenso wichtig ist es, das Augenmerk darauf zu richten, dass die im Unterricht betrachteten realen Bewegungen häufig keine gleichförmigen Bewegungen darstellen, sondern dass sie als solche näherungsweise aufgefasst werden, um sie einfach beschreiben zu können.

Die Aufgaben zu Geschwindigkeitsberechnungen werden so ausgewählt, dass die Schülerinnen und Schüler die Division bewältigen.

## Hinweise zum Abschnitt 5.2

Die in den jeweiligen Themenfeldern beschriebenen verbindlichen Anforderungen konkretisieren die Ziele zur Kompetenzentwicklung. Ihnen sind verbindliche und *fakultative* Inhalte zugeordnet. Innerhalb der frei zur Verfügung stehenden Zeit können zusätzliche Inhalte aufgegriffen oder die verbindlichen vertiefend und weiterführend bearbeitet werden. Bezüge zu den anderen Fächern (↗) werden im Kapitel 5.2 aus Gründen der Übersichtlichkeit nur an den Stellen ausgewiesen, bei denen der Zusammenhang nicht sofort ersichtlich ist.

## 5.2 Themenfelder

### Denk- und Arbeitsweisen in der Physik

5/6

Anforderungen	Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>– einfache physikalische Phänomene beobachten und beschreiben</li> <li>– mithilfe von Messinstrumenten Eigenschaften von Körpern erfassen (messen)</li> <li>– Vorgänge und Gegenstände klassifizieren</li> <li>– Beispiele angeben, womit sich die Physik beschäftigt</li> <li>– die Merkmale eines vorgegebenen gegenständlichen Modells benennen</li> <li>– bei einfachen, vorgegebenen, gegenständlichen Modellen zwischen den Merkmalen und Eigenschaften eines Phänomens und denen des betrachteten Modells unterscheiden</li> <li>– ein gegenständliches Modell für die Veranschaulichung eines physikalischen Phänomens entwickeln</li> <li>– Denkmodelle für die Erklärung einfacher Phänomene entwickeln</li> <li>– einfache Phänomene erklären</li> <li>– den Unterschied erkennen, ob über ein Denkmodell gesprochen wird oder über das Phänomen</li> <li>– die innere Struktur einer Blackbox untersuchen</li> </ul>	<p>vielfältige Phänomene aus verschiedenen Arbeitsbereichen der Physik, z. B. thermisches Verhalten von Körpern, Kraftwirkung zwischen Magneten sowie zwischen elektrischen Ladungen, Phänomene des Luftdrucks, Bewegungen Durchführung von SE und DE</p> <p>Gegenstand der Physik an Beispielen</p> <p>einfache, gegenständliche Modelle, die den Lernenden aus ihrer Erfahrungswelt vertraut sind, z. B. Spielzeugauto, Globus</p> <p>Anfertigen eines gegenständlichen Modells</p> <p>Denkmodelle</p> <p>Blackbox</p>

### Optik

5/6

Anforderungen	Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>– zwischen Lichtquellen und beleuchteten Körpern unterscheiden</li> <li>– die Sichtbarkeit von Körpern mit Hilfe geeigneter Experimente untersuchen</li> <li>– erkennen, dass sich Licht geradlinig ausbreitet</li> <li>– die Lichtgeschwindigkeit mit anderen Geschwindigkeiten aus der Erfahrungswelt vergleichen</li> </ul>	<p>Licht, Lichtquellen und beleuchtete Körper</p> <p>Sichtbarkeit von Körpern ➔ Biologie</p> <p>Eigenschaften der Lichtausbreitung: DE geradlinige Lichtausbreitung Lichtgeschwindigkeit</p>

Anforderungen	Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>– zwischen einem Lichtbündel und einem Lichtstrahl unterscheiden</li> <li>– die Ausbreitungsrichtung des Lichts mit Hilfe eines Lichtstrahls zeichnerisch darstellen</li> <li>– eine Lochkamera nach Anleitung bauen</li> <li>– die Helligkeit und Schärfe des Bildes in Abhängigkeit von der Lochblende untersuchen</li> <li>– mit Hilfe der Randstrahlen erklären, dass hinter der Lochblende einer Lochkamera ein umgekehrtes, seitenverkehrtes Bild entsteht</li> <li>– zwischen lichtdurchlässigen und lichtundurchlässigen Körpern unterscheiden</li> <li>– untersuchen, wovon Größe und Gestalt eines Schattens abhängen</li> <li>– Schattenbildungen mit Hilfe von Randstrahlen zeichnerisch darstellen</li> <li>– Finsternisse mit Hilfe der Kenntnisse über die Ausbreitung des Lichtes erklären</li> <li>– gegenständliche Modelle zur Veranschaulichung nutzen</li> <li>– erklären, warum es vorteilhaft ist, als Fußgängerin/Fußgänger nachts helle Kleidung zu tragen</li> <li>– Reflexion von Licht in Abhängigkeit von der Beschaffenheit der Grenzfläche untersuchen, indem Vermutungen aufgestellt werden und durch selbst geplante Experimente bestätigt bzw. widerlegt werden</li> <li>– die Reflexion am ebenen Spiegel untersuchen</li> <li>– das Reflexionsgesetz an verschiedenen Beispielen anwenden</li> <li>– die Ausbreitung des Lichtes beim Übergang zweier lichtdurchlässiger Körper untersuchen</li> <li>– einfache Phänomene, bei denen die Brechung des Lichtes eine Rolle spielt, erklären</li> </ul>	<p>Modell Lichtstrahl</p> <p>Lochkamera</p> <p>lichtundurchlässige Körper im Licht: Entstehung von Schatten, <i>Bau einer Sonnenuhr, farbige Schatten, Kern- und Halbschatten</i></p> <p>Mond- und Sonnenfinsternis  ➤ Geografie  DE Modelle zu Finsternissen  <i>Entstehung von Tag und Nacht, Mondphasen</i></p> <p>Reflexion und Absorption von Licht  SE Reflexion an unterschiedlichen Flächen (glatt – rau, hell – dunkel)</p> <p>Reflexionsgesetz  SE Reflexionsgesetz  <i>Spiegelbilder</i>  <i>Bau eines Periskops</i>  <i>Bau eines Kaleidoskops</i></p> <p>Brechung von Licht  DE Lichtbrechung  Beispiel Lupe</p>

Anforderungen	Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sammell- und Zerstreuungslinsen hinsichtlich ihrer Form voneinander unterscheiden</li> <li>– Sammellinsen mit einfachen Hilfsmitteln (z. B. Kugelvase mit Wasser gefüllt, mit Wasser gefülltes Reagenzglas, Wassertropfen auf Glasplättchen usw.) bauen und mit diesen verschiedene Bilder (vergrößert, verkleinert, aufrecht, auf dem Kopf stehend) erzeugen</li> <li>– Teile des menschlichen Auges und deren Funktion benennen</li> <li>– Teile eines Mikroskops und deren Funktionsweise benennen</li> <li>– mit einem Mikroskop umgehen</li> <li>– Aufbau weiterer optischer Geräte beschreiben und deren Wirkungsweise erklären</li> </ul>	<p>Sammellinse und Zerstreuungslinse DE Bildentstehung an einer Sammellinse</p> <p>Auge bestehend aus Pupille, Linse, Ringmuskel, Glaskörper, Netzhaut, Sehnerv <i>Augenfehler und deren Korrektur (Brille)</i></p> <p>Mikroskop ➔ Biologie</p> <p><i>weitere optische Geräte: z. B. Fernrohr, Fotoapparat</i></p> <p><i>Simulationsprogramme zur Veranschaulichung von Strahlengängen</i></p>

## Körper und Stoffe

5/6

Anforderungen	Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Begriffe Körper und Stoff verwenden</li> <li>– an konkreten Beispielen die Aggregatzustände zuordnen</li> <li>– Formelzeichen <math>m</math> und Einheiten <math>mg</math>, <math>g</math>, <math>kg</math> und <math>t</math> der physikalischen Größe Masse verwenden</li> <li>– die Masse eines Körpers mithilfe einer Waage bestimmen</li> <li>– Formelzeichen <math>V</math> und Einheiten <math>cm^3</math>, <math>ml</math>, <math>dm^3</math>, <math>l</math> und <math>m^3</math> der physikalischen Größe Volumen anwenden</li> <li>– das Volumen von Flüssigkeiten mithilfe von Messzylindern bestimmen</li> <li>– Volumen unregelmäßiger, fester Körper bestimmen</li> </ul>	<p>Körper und Stoffe</p> <p>feste, flüssige und gasförmige Körper (Aggregatzustände)</p> <p>Masse eines Körpers als physikalische Größe SE Massenbestimmung</p> <p>Volumen als physikalische Größe SE Volumenbestimmung von Flüssigkeiten SE Volumenbestimmung fester unregelmäßiger Körper nach der Differenzmethode <i>SE Volumenbestimmungen von festen Körpern nach der Überlaufmethode</i></p>

Anforderungen	Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>– von festen und flüssigen Körpern Messwerte für die Masse und das Volumen bestimmen</li> <li>– Masse-Volumen-Diagramm erstellen*</li> <li>– das Formelzeichen <math>\rho</math> und die Einheit <math>\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}</math> der physikalischen Größe Dichte anwenden</li> <li>– den Zusammenhang zwischen Dichte, Masse und Volumen qualitativ beschreiben</li> <li>– aus einer Tabelle für einen gegebenen Stoff die zugehörige Dichte ermitteln und aus einer gegebenen Dichteangabe einen möglichen Stoff benennen</li> <li>– bei gegebenen Masse- und Volumenangaben die Dichte nach der Formel <math>\rho = \frac{m}{V}</math> berechnen</li> <li>– mithilfe der Dichte entscheiden, ob ein Körper schwimmt oder nicht</li> <li>– Dichten von Flüssigkeiten mit einem Aräometer bestimmen (z. B. Salzwasser, Frostschutzzusatz bei Kühlsystemen)</li> </ul>	<p>Dichte von Stoffen als physikalische Größe</p> <p>SE Dichtebestimmung eines festen unregelmäßigen Körpers</p> <p>DE Dichtebestimmungen von Flüssigkeiten</p> <p><i>SE Nachweis der Dichte von gasförmigen Körpern</i></p> <p>Anwendungen der physikalischen Größe Dichte</p> <p>SE Vergleich der Dichten von Wasser und einem schwimmenden Körper</p> <p><i>DE Vergleich der Dichten von kalter und heißer Luft</i></p> <p><i>Heißluftballon</i></p> <p><i>Bau eines Aräometers</i></p>

\* Das Erstellen einer Messtabelle mit zwei Größen und das grafische Darstellen des Zusammenhanges dieser Größen ist mindestens einmal im Unterricht mithilfe einer Tabellenkalkulationssoftware zu thematisieren. Sofern dies im Themenfeld *Bewegungen in Natur und Technik* geschieht, ist die hier beschriebene Anforderung fakultativ. Der Einsatz der Tabellenkalkulationssoftware sollte erst dann erfolgen, wenn die Schülerinnen und Schüler das grafische Darstellen von Messwerten auf Millimeterpapier geübt haben.

**Bewegungen in Natur und Technik**

**5/6**

Anforderungen	Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beispiele für Bewegungsformen nennen</li> <li>– vorgegebene Beispiele einer Bewegungsform zuordnen</li> <li>– erkennen, ob sich Körper in Ruhe oder in Bewegung befinden</li>   <li>– bei einem sich bewegendem Körper die zurückgelegten Wegstrecken und die dafür benötigten Zeiten messen</li> <li>– Messwerte in einer vorgegebenen Messwertetabelle erfassen</li> </ul>	<p>Begriffe Bewegung und Ruhe</p> <p>Formen von Bewegungen: geradlinige Bewegungen, Kreisbewegungen, Schwingungen</p> <p>➤ Biologie</p> <p>DE Demonstration verschiedener Bewegungsformen und -arten</p> <p>geradlinig gleichförmige Bewegung</p> <p>SE Weg- und Zeitmessungen bei einer gleichförmigen Bewegung</p>



Anforderungen	Inhalte
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Messwerte in ein vorgegebenes Diagramm eintragen (die Zuordnung der Größen zu den Achsen sowie die Achseneinteilung werden von der Lehrerin bzw. dem Lehrer vorgegeben)</li> <li>– aus einem Weg-Zeit-Diagramm zu einer vorgegebenen Zeit den zugehörigen Weg und umgekehrt ablesen</li> <li>– geradlinig gleichförmige Bewegungen qualitativ beschreiben</li> <li>– proportionale Zusammenhänge zwischen zurückgelegten Wegen und dafür benötigten Zeiten erkennen und nachweisen</li> <li>– Weg-Zeit-Diagramm mithilfe einer Tabellenkalkulationssoftware erstellen*</li> <li>– bei gegebenen Weg- und Zeitangaben die Geschwindigkeit nach der Formel <math>v = \frac{s}{t}</math> berechnen</li> </ul>	<p>Weg-Zeit-Diagramm der geradlinig gleichförmigen Bewegung</p> <p>Zusammenhang zwischen Weg und Zeit bei der geradlinig gleichförmigen Bewegung</p> <p>Geschwindigkeit als physikalische Größe</p>

\* Die Anwendung einer Tabellenkalkulationssoftware zum Erstellen einer Messtabelle mit zwei Größen und zum grafischen Darstellen des Zusammenhanges dieser Größen ist mindestens einmal im Unterricht zu thematisieren. Sofern dies im Themenfeld Körper und Stoffe geschieht, ist die hier beschriebene Anforderung fakultativ.

## 6

## Leistungsermittlung, Leistungsbewertung und Dokumentation

Lehrerinnen und Lehrer legen Aufgaben so an, dass sie das Lern- und Arbeitsverhalten der Schülerinnen und Schüler gezielt beobachten und bewerten können.

### Mündliche Leistungen

Zur Ermittlung und Bewertung mündlicher Leistungen gehören z. B. mündliche Leistungskontrollen, Kurzreferate, Projektbeiträge und deren Präsentation, Beiträge in Gruppen- und Unterrichtsgesprächen sowie das Lesen, Verstehen und die Diskussion kurzer Sachtexte.

### Schriftliche Leistungen

Schriftliche Leistungen werden ermittelt durch z. B. schriftliche Kurzkontrollen, Klassenarbeiten, Portfolios, Jahresarbeiten, Plakate oder Protokolle. Während schriftliche Hausaufgaben nicht bewertet werden, kann es sinnvoll sein, im Unterrichtsprozess die Beantwortung von Fragen, die sich auf Hausaufgaben beziehen, zu bewerten.

### Praktische Leistungen

Ermittelt und bewertet werden im Physikunterricht vorzugsweise der Aufbau und die Durchführung von Schülerexperimenten in Gruppen- oder Einzelarbeit, die Mitwirkung bei Demonstrationsexperimenten sowie der Selbstbau von Geräten und Modellen.

Schülerexperimente, die nach einer Arbeitsanleitung durchgeführt werden, stellen generell Bewertungssituationen dar. Wenn sie für die Bewertung von Schülerleistungen genutzt werden, ist dies bekannt zu geben. Dazu gehören z. B. das Messen nach geübten Verfahren mit bekannten Geräten, die Durchführung eines bekannten Experiments aus der Erinnerung oder das Experimentieren nach vorgegebenen Arbeitsschritten.

Bei der Planung von Experimenten setzen sich die Schülerinnen und Schüler auch mit Fragen auseinander, deren Antworten offen sind. Sie gehen diesen Fragen durch zielgerichtetes Ausprobieren nach. Fehler sind für den Erkenntnisgewinn dann förderlich, wenn sie mit dem Wissensstand logisch richtig abgeglichen werden. Gelangen die Schülerinnen und Schüler durch sachgemäßes Anwenden ihrer Kenntnisse zu falschen Aussagen, kann im Einzelfall auch eine in einer solchen Lernphase erbrachte Leistung bewertet werden.

Bei der Erstellung von Protokollen können folgende Teilaspekte bewertet werden:

- Übersichtlichkeit der Aufzeichnungen,
- Versuchsskizzen,
- Eintragen von Messergebnissen in Tabellen,
- Eintragen der Messergebnisse in ein Diagramm, wobei die Bezeichnung der Achsen vorgegeben sein kann,
- Beantwortung von Fragestellungen, die auf die Ergebnisse des Experiments zielen.

Allerdings erfordert nicht jedes Experiment eine ausführliche Protokollierung.