

# **Kernlehrplan für das Fach**

## **Physik**

für die Jahrgangsstufen 5 – 9  
in Gymnasien

des Landes Nordrhein-Westfalen



## Vorwort

Schulen brauchen Gestaltungsspielräume. Nur dann können der Unterricht und die Erziehungsangebote den jeweiligen Voraussetzungen der Schülerinnen und Schülern gerecht werden. Im Mittelpunkt der Erneuerung der Schulen steht daher die eigenverantwortliche Schule. Sie legt selbst die Ziele der innerschulischen Qualitätsentwicklung fest und entscheidet, wie die grundlegenden Vorgaben des Schulgesetzes erfüllt und umgesetzt werden.

Dennoch bleibt auch die eigenverantwortliche Schule in staatlicher Verantwortung. Notwendig sind allgemein verbindliche Orientierungen über die erwarteten Lernergebnisse und regelmäßige Überprüfungen, inwieweit diese erreicht werden.

In Nordrhein-Westfalen wurde deshalb in den letzten Jahren ein umfassendes System der Qualitätsentwicklung und Qualitätssicherung aufgebaut. Ein wichtiges Element dieses Systems sind an länderübergreifenden Bildungsstandards orientierte Kernlehrpläne. Sie stehen in einem engen Zusammenhang mit den zentralen Abschlussprüfungen, den Lernstandserhebungen und der Qualitätsanalyse.

Zukünftig wird in den Gymnasien das Abitur nunmehr statt nach neun nach acht Jahren erreicht. Diese Verkürzung der Schulzeit ist ein wichtiger Schritt, um die Chancen unserer Schülerinnen und Schüler im nationalen und internationalen Vergleich zu sichern. Ein verantwortlicher Umgang mit der Lern- und Lebenszeit junger Menschen erforderte eine Anpassung der schulischen Ausbildungszeiten an die entsprechenden Regelungen in den meisten europäischen Staaten.

Im Hinblick auf den verkürzten Bildungsgang kommt es zu einer Konzentration und Straffung der Kompetenzvorgaben und obligatorischen Unterrichtsinhalte.

Der vorliegende Kernlehrplan stellt eine tragfähige und innovative Grundlage dar, um die Qualität des gymnasialen Bildungsgangs auch in Zukunft sichern und weiter entwickeln zu können.

Allen, die an der Erarbeitung des Kernlehrplans mitgearbeitet haben, danke ich für ihre engagierten Beiträge.



Barbara Sommer

Ministerin für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen



**Sekundarstufe I – Gymnasium;**  
Kernlehrplan Physik  
RdErl. d. Ministeriums  
für Schule und Weiterbildung  
v. 20.05.2008 - 523- 6.08.01.13-66709 Physik

Für die Sekundarstufe I der Gymnasien wird hiermit der Kernlehrplan für das Fach Physik gemäß § 29 SchulG (BASS 1-1) festgesetzt.

Er tritt mit Wirkung zum 1. August 2008 für die Klassen 5 bis 8 und für alle Klassen des verkürzten Bildungsgangs am Gymnasium in Kraft. Zum 1.8.2010 wird er für alle Klassen verbindlich.

Die Veröffentlichung des Kernlehrplans erfolgt in der Schriftenreihe "Schule in NRW".

Heft 3412 (G8) Physik

Die vom Verlag übersandten Hefte sind in die Schulbibliothek einzustellen und dort auch für die Mitwirkungsberechtigten zur Einsichtnahme bzw. zur Ausleihe verfügbar zu halten.

Zum 31. Juli 2010 tritt der folgende Lehrplan außer Kraft:

- Gymnasium bis Klasse 10, Fach Physik  
RdErl. v. 8.2.1993 (BASS 15-25 Nr. 15)



# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorbemerkung</b>	<b>8</b>
<b>1. Aufgaben und Ziele des Unterrichts in den naturwissenschaftlichen Fächern Physik, Chemie und Biologie in der Sekundarstufe I des Gymnasiums</b>	<b>9</b>
<b>2. Der Unterricht im Fach Physik in der Sekundarstufe I des Gymnasiums</b>	<b>11</b>
<b>3. Kompetenzerwartungen im Fach Physik in der Sekundarstufe I</b>	<b>16</b>
3.1 Prozessbezogene Kompetenzen im Fach Physik	18
3.2 Basiskonzepte im Fach Physik	21
3.3 Konzeptbezogene Kompetenzen im Fach Physik	28
<b>4. Inhaltsfelder und fachliche Kontexte für das Fach Physik</b>	<b>33</b>
Jahrgangsstufen 5/6	35
Jahrgangsstufen 7/9	36
<b>5. Leistungsbewertung</b>	<b>38</b>

## Vorbemerkung

### Kompetenzorientierte Kernlehrpläne als neue Form der Unterrichtsvorgaben

Kernlehrpläne sind ein wichtiges Element für die Entwicklung und Sicherung der Qualität schulischer Arbeit. Sie beschreiben das Abschlussprofil am Ende der Sekundarstufe I und legen Kompetenzerwartungen fest, die als Zwischenstufen am Ende bestimmter Jahrgangsstufen erreicht sein müssen.

#### Kompetenzorientierte Kernlehrpläne

- formulieren erwartete Lernergebnisse als verbindliche Standards,
- beschreiben fachbezogene Kompetenzen, die fachdidaktisch begründeten Kompetenzbereichen zugeordnet sind,
- bezeichnen die erwarteten Kompetenzen am Ende eines bestimmten Abschnittes und beschreiben so auch deren Progression,
- beschränken sich dabei auf wesentliche Inhalte und Themen und darauf bezogene Kenntnisse und Fähigkeiten, die für den weiteren Bildungsweg unverzichtbar sind,
- geben verbindliche Bezugspunkte für die Überprüfung der Lernergebnisse und der erreichten Leistungsstände in der schulischen Leistungsbewertung

Damit schaffen Kernlehrpläne die Voraussetzung für die Sicherung definierter Anspruchsniveaus an der Einzelschule und im Land. Indem Kernlehrpläne sich auf die zentralen Kompetenzen beschränken, geben sie den Schulen die Möglichkeit, sich auf diese zu konzentrieren und ihren Erwerb zu sichern. Die Schulen können darüber hinaus entstehende Freiräume zur Vertiefung und Erweiterung der behandelten Unterrichtsinhalte und damit zu einer inhaltlichen und thematischen Profilbildung nutzen.

Im Dezember 2004 wurden für die Fächer Biologie, Chemie und Physik durch Beschluss der Kultusministerkonferenz verbindliche Bildungsstandards festgelegt. Sie sind auf den mittleren Schulabschluss bezogen und schulformübergreifend angelegt, um für den gleichen Abschluss ein einheitliches Anspruchsniveau zu sichern ([http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/Physik\\_MSA\\_16-12-04.pdf](http://www.kmk.org/schul/Bildungsstandards/Physik_MSA_16-12-04.pdf)). Der vorliegende Kernlehrplan greift die in den KMK-Standards enthaltenen schulformübergreifenden Ansprüche auf, berücksichtigt aber die Besonderheiten des Gymnasiums.

Durch die Verkürzung der Sekundarstufe I wurde eine Anpassung der Stundentafel in der Ausbildungs- und Prüfungsordnung notwendig (APO SI, Anlage 3). Bei der Gestaltung der Lehrpläne mussten deshalb zum Teil veränderte Stundenvolumina berücksichtigt werden. Die vorliegenden Curricula gehen nunmehr einheitlich von mindestens sechs Jahreswochenstunden je Fach in der gesamten Sekundarstufe I sowie einer Berücksichtigung aller drei naturwissenschaftlichen Fächer in Klasse 9 aus. Schulen, die hiervon – z. B. über eine Schwerpunktsetzung im naturwissenschaftlichen Bereich unter Einbringung von Ergänzungsstunden oder wegen der Kontingenzstundentafel – abweichen, haben dafür Sorge zu tragen, dass mindestens die ausgewiesenen Kompetenzen und Inhalte des Lehrplans beherrscht sowie ggf. zusätzliche Fähigkeiten und Fertigkeiten erworben werden können.

## 1. Aufgaben und Ziele des Unterrichts in den naturwissenschaftlichen Fächern Physik, Chemie und Biologie in der Sekundarstufe I des Gymnasiums

**Naturwissenschaft und Technik** prägen unsere Gesellschaft in allen Bereichen. Sie bilden heute einen bedeutenden Teil unserer kulturellen Identität, und das Wechselspiel zwischen den Erkenntnissen der Physik, Chemie und Biologie und deren technischer Anwendung bewirkt Fortschritte auf vielen Gebieten. Die Weiterentwicklung der Forschung in den Naturwissenschaften und in der Technik stellt die Grundlage für neue Verfahren dar, z. B. in der Medizin, der Bio- und Gentechnologie, den Umweltwissenschaften und der Informationstechnologie. Werkstoffe und Produktionsverfahren werden ständig verbessert oder neu konzipiert und erfunden. Andererseits birgt die naturwissenschaftlich-technische Entwicklung auch Risiken, die erkannt, bewertet und beherrscht werden müssen. Hierzu ist nicht nur Wissen aus den naturwissenschaftlichen Fächern nötig, sondern auch die Verbindung mit den Gesellschaftswissenschaften.

Unter **naturwissenschaftlicher Grundbildung (*Scientific Literacy*)** wird die Fähigkeit verstanden, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, welche die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen.

Gemäß den Bildungsstandards ist es Ziel dieser naturwissenschaftlichen Grundbildung, wichtige Phänomene in Natur und Technik zu kennen, Prozesse und Zusammenhänge zu durchschauen, die Sprache und Geschichte der naturwissenschaftlichen Fächer zu verstehen, ihre Erkenntnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinanderzusetzen. Dazu gehört das theorie- und hypothesengeleitete Arbeiten, das eine analytische und rationale Betrachtung der Welt ermöglicht. Naturwissenschaftliche Theorien sind deshalb eine große kulturelle Errungenschaft einer modernen Gesellschaft, und das Verstehen naturwissenschaftlich-aufklärerischer Ideen ist ein wichtiger Bestandteil der individuellen Entwicklung hin zu einem rationalen und aufgeklärten Lebensstil. Grundlegendes naturwissenschaftlich-technisches Wissen ermöglicht Individuen, selbstbestimmt und effektiv entscheiden und handeln zu können, aktiv an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung teilzuhaben und an der Mitgestaltung unserer Lebensbedingungen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung mitzuwirken. Naturwissenschaftliche Grundbildung bietet damit im Sinne eines lebenslangen Lernens auch die Grundlage für eine Auseinandersetzung mit der sich verändernden Welt und für die Aneignung neuer Wissensbestände – sowohl für individuelle Entscheidungen im Alltag als auch im Rahmen naturwissenschaftlich-technischer Berufsfelder.

Grundbildung in den Fächern Physik, Chemie und Biologie hat auch für unsere Gesellschaft besondere Bedeutung. So benötigen moderne Industriegesellschaften entsprechend gebildete Arbeitskräfte, um in einem globalen Markt konkurrieren zu können. Eine solide Grundbildung in diesem Bereich ist deshalb Voraussetzung für die Entwicklung der gesellschaftlichen Potenziale in naturwissenschaftlicher Forschung und technischer Weiterentwicklung.

Eine Grundbildung in Physik, Chemie und Biologie ist deshalb ein wesentlicher Teil von Allgemeinbildung, da sie eine für die Gesellschaft wichtige Sicht auf die Welt ermöglicht und damit hilft, sowohl die Gesellschaft als auch das Individuum weiterzuentwickeln.

### **Der Beitrag des Faches Physik zur naturwissenschaftlichen Grundbildung**

Die **Physik** stellt eine wesentliche Grundlage für das Verstehen natürlicher Phänomene und für die Erklärung und Beurteilung technischer Systeme und Entwicklungen dar. Durch seine Inhalte und Methoden fördert der Physikunterricht für die Naturwissenschaften typische Herangehensweisen an Aufgaben und Probleme sowie die Entwicklung einer spezifischen Weltsicht.

Physikunterricht ermöglicht Weltbegegnung durch die Modellierung natürlicher und technischer Phänomene und die Vorhersage der Ergebnisse von Wirkungszusammenhängen. Dabei spielen sowohl die strukturierte und formalisierte Beschreibung von Phänomenen als auch die Erarbeitung ihrer wesentlichen physikalischen Eigenschaften und Parameter eine Rolle. Im Physikunterricht können die Schülerinnen und Schüler vielfältige Anlässe finden, die physikalische Modellierung zur Erklärung natürlicher Phänomene zu nutzen. Darüber hinaus ist die historische Entwicklung der Physik sehr gut aufgearbeitet und vielfach beschrieben. Sie bietet eine wissenschaftliche Grundlage für Unterricht über die Entwicklung von Naturwissenschaft und Technik zum Verständnis wissenschaftlicher Forschung und Erkenntnisgewinnung.

Das **Experiment** hat eine zentrale Bedeutung für die naturwissenschaftliche Erkenntnismethode und somit auch eine zentrale Stellung im Physikunterricht. Im Hinblick auf die anzustrebenden prozessbezogenen Kompetenzen kommt den **Schülerexperimenten** eine herausgehobene Bedeutung zu.

Somit wird im Physikunterricht eine Grundlage für die Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Themen und ihren gesellschaftlichen Zusammenhängen gelegt. Zudem leistet er einen Beitrag zur Vorbereitung auf die gymnasiale Oberstufe sowie auf technische Berufe und ermöglicht damit anschlussfähiges Wissen.

Für das Verständnis physikalischer Zusammenhänge ziehen Schülerinnen und Schüler Kompetenzen und Erkenntnisse aus dem Biologie- und Chemieunterricht heran. Auf diese Weise werden eigene Sichtweisen und Bezüge der Fächer aufeinander, aber auch deren Abgrenzungen erfahrbar.

## 2. Der Unterricht im Fach Physik in der Sekundarstufe I des Gymnasiums

Der Physikunterricht setzt in der Regel in der Erprobungsstufe ein und ist nach der Stundentafel in der Sekundarstufe I insgesamt mit mindestens 6 Wochenstunden zu erteilen. Mit Blick auf die angestrebte Kompetenzentwicklung bis zum Ende der Sekundarstufe I ist sicher zu stellen, dass die Schülerinnen und Schüler über die jeweils ausgewiesenen Kompetenzen verfügen.

Die Jahrgangsstufen 5 und 6 knüpfen an die Arbeit der Grundschulen an, bemühen sich um eine Angleichung der Voraussetzungen und stellen somit eine einheitliche Ausgangsbasis her. Im Physikunterricht kann dabei auf diejenigen Kompetenzen zurückgegriffen werden, die bereits im Sachkundeunterricht erworben wurden. Die Jahrgangsstufen 5 – 9 des Gymnasiums bereiten auf die Anforderungen der gymnasialen Oberstufe vor.

Zunehmend werden im Laufe des Unterrichts der Erwerb der exakten Fachsprache, die Fähigkeit zur differenzierten Modellbildung und zur Abstraktion sowie die Einbeziehung quantitativer Aspekte und die Mathematisierung bedeutsam.

Am Ende der Sekundarstufe I ist damit eine Grundlage für den Übergang in die gymnasiale Oberstufe sichergestellt, so dass Problemstellungen mit hohem Komplexitäts- und Vernetzungsgrad fachlich sachgerecht bearbeitet werden können.

Die in Kapitel I beschriebenen Aufgaben und Ziele des Unterrichts in naturwissenschaftlichen Fächern in der Sekundarstufe I erfordern eine Unterrichtsgestaltung, die in allen Altersstufen einen starken Akzent auf Verstehen und Anwenden legt. Der kumulative Aufbau komplexen Fachwissens erfolgt - den KMK-Bildungsstandards folgend – in strukturierten Basiskonzepten.

In allen drei Fächern wird darüber hinaus die Bedeutung einer nachhaltigen Entwicklung vermittelt. Gesundheits- und Verkehrserziehung, Medienbildung sowie die Förderung der deutschen Sprache werden ebenfalls einbezogen<sup>1</sup>.

Im Rahmen des bilingualen Angebots wird in den Fächern der Naturwissenschaften zusätzlich schrittweise auf fachsprachliches und fachmethodisches Arbeiten in der Fremdsprache hingeführt.

Der Fachlehrplan Physik soll auch einen Beitrag zur Berufsorientierung<sup>2</sup> leisten. Schülerinnen und Schüler sollen Berufsfelder kennen und darstellen lernen, in denen physikalische Kenntnisse bedeutsam sind. An geeigneten Stellen werden auch technische Sachverhalte einbezogen.

### Systematischer Wissensaufbau mit Hilfe von Basiskonzepten

**Basiskonzepte** sind grundlegende, für den Unterricht eingegrenzte und für Schülerinnen und Schüler nachvollziehbare Ausschnitte fachlicher Konzepte und Leitideen. Sie stellen elementare Prozesse, Gesetzmäßigkeiten und Theorien der naturwissenschaftlichen Fächer strukturiert und vernetzt dar. Sie beinhalten zentrale, aufeinander

<sup>1</sup> APO-SI § 6 (6) „Förderung in der deutschen Sprache als Aufgabe des Unterrichts in allen Fächern“

<sup>2</sup> Richtlinien zur Berufsorientierung BASS 12-21 Nr. 1.3.1

bezogene Begriffe, erklärende Modellvorstellungen und Theorien, die sich in dem jeweiligen Fach zur Beschreibung elementarer Phänomene und Prozesse als relevant herausgebildet haben. Dabei erheben sie nicht den Anspruch, jeweils das gesamte Fach vollständig abzubilden. Die vier für den Physikunterricht der Sekundarstufe I bedeutsamen Basiskonzepte „System“, „Struktur der Materie“, „Energie“ und „Wechselwirkung“ werden in Kapitel 3.2. näher erläutert.

Die besondere **Bedeutung der Basiskonzepte für das Lernen** besteht darin, dass mit ihrer Hilfe **schulische Inhalte der einzelnen naturwissenschaftlichen Fächer und damit auch im Fach Physik sinnvoll strukturiert werden und die fachlichen Beziehungen durch den Konzeptgedanken über die gesamte Lernzeit miteinander verbunden werden können**. Basiskonzepte bilden als strukturierte Wissensbestände den Rahmen, in dem neue Erfahrungen mit schon erworbenen Kenntnissen verbunden werden. Sie erleichtern so den kontinuierlichen Aufbau von fachlichen Kompetenzen im Sinne kumulativen Lernens und den Erwerb eines grundlegenden, vernetzten Wissens. Sie helfen, Vorgänge in der Natur und Technik zu verstehen, bei neuen Phänomenen und Fragestellungen bekannte Zusammenhänge sowie Strukturen zu erkennen und zur Erklärung heranzuziehen. Sie werden Schritt für Schritt durch alle Jahrgangsstufen hindurch in unterschiedlichen Zusammenhängen erkenntniswirksam immer wieder aufgegriffen, thematisiert und weiter ausdifferenziert. Sie bilden die übergeordneten Strukturen im Entstehungsprozess eines vielseitig verknüpften Wissensnetzes. Fachinhalte können dabei aus unterschiedlichen Konzeptperspektiven betrachtet und aus der Sicht des jeweiligen Basiskonzepts strukturiert vernetzt werden.

### **Lernprozessorientiertes Lehren und handlungsorientiertes Lernen**

Eine grundlegende Erkenntnis der Lernforschung ist, dass Wissen am besten in geeigneten Zusammenhängen, also in fachlichen Kontexten, erworben wird. Darunter sind fachbezogene Anwendungsbereiche zu verstehen. Derartig erworbenes Wissen ist leichter und nachhaltiger aktivierbar und lässt sich erfolgreicher in neuen Zusammenhängen anwenden. Dies wird durch Bezüge zwischen Lern- und Anwendungsbereichen begünstigt. Der Unterricht in den Fächern Physik, Chemie und Biologie wird daher in solchen Kontexten gestaltet.

Auf diese Weise gelingt es, fachliches Wissen in für Schülerinnen und Schüler Sinn gebenden Zusammenhängen zu entwickeln. **Dieses Wissen muss allerdings immer wieder aus den Erwerbskontexten herausgelöst und in die fachsystematischen Strukturen der Basiskonzepte integriert werden, um es anschlussfähig und verfügbar zu machen**. So wird zum einen sichergestellt, dass die KMK-Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss erreicht werden, zum anderen wird aber auch ein tragfähiges Fundament für die gymnasiale Oberstufe gelegt.

Ausgehend von **Alltagserfahrungen und Vorstellungen** der Schülerinnen und Schüler sowie von den im Sachunterricht der Grundschule erworbenen Kompetenzen führt der Unterricht in den Fächern Physik, Chemie und Biologie in der Sekundarstufe I weiter an naturwissenschaftliche Konzepte, Sicht- und Arbeitsweisen heran. Ausgangspunkt eines ersten Verständnisses von Zusammenhängen sind bestehende Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler, die behutsam in Richtung trag-

fähiger fachlicher Konzepte erweitert, umgeformt oder durch diese ersetzt werden müssen.

Dabei soll die bei Schülerinnen und Schülern anzutreffende Freude am Entdecken und Lernen genutzt und weiter gefördert werden. Wird eigenes Erleben und Handeln durch systematisches, durch Modelle und Theorien gestütztes Fragen, Beobachten und Beschreiben geleitet, werden für Schülerinnen und Schüler in der Sekundarstufe I altersgemäß naturwissenschaftliche Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten sichtbar sowie anschlussfähige und vernetzbare Konzepte entwickelt.

In diesen Zusammenhängen spielt die **Nutzung neuer Medien** eine wichtige Rolle. Sie werden bei der Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten und der Darstellung und der Simulation fachlicher Sachverhalte ebenso eingesetzt wie bei der Suche nach Informationen, der Präsentation und der Kommunikation von Überlegungen und Ergebnissen.

Darüber hinaus werden in fachlichen Zusammenhängen auch Kompetenzen entwickelt, die über das Fachliche hinaus von Bedeutung sind. Zu ihnen gehören z. B. die Lesekompetenz, die Fähigkeit zur Informationsbeschaffung, Kommunikations- und Teamfähigkeit sowie Fähigkeiten zu selbst bestimmtem Lernen und zur Reflexion der eigenen Tätigkeit.

### **Vernetzung der naturwissenschaftlichen Fächer und Öffnung für die Technik**

Der vorliegende Lehrplan bietet viele Möglichkeiten zur Einbindung technischer Sachverhalte.

Im Fach Physik können im Unterricht durchgeführte Experimente Abläufe verdeutlichen, die in Industrieanlagen meist vollautomatisch gesteuert ablaufen. Dabei werden Produktions-, Verarbeitungs- und Veredelungsprozesse in den Blick genommen, die mit Hilfe von Maschinen und Computern in Gang gesetzt und kontrolliert werden. Die Steuerung und Regelung wird in der Regel durch Anwendung physikalischer Gesetzmäßigkeiten durchgeführt und kann auch im Unterricht simuliert werden. Zunehmend bedeutsam werden energieumwandelnde Abläufe und ihre technischen Steuerungsmöglichkeiten.

Als konkrete Beispiele seien genannt:

- Steuerung von Kraftwerksanlagen
- Medizintechnik , z. B. Sehhilfen oder Hörgeräte
- Verwendung von Werkzeugen
- Technische und medizinische Anwendungen der Radioaktivität
- Energieumwandlung und deren Effizienz in technischen Großanlagen, auch unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit

Überdies bieten sich Möglichkeiten, über Vorteile und Risiken der technischen Nutzung naturwissenschaftlicher Kenntnisse zu reflektieren.

Darüber hinaus sollte an ausgewählten Beispielen aufgezeigt werden, dass fachliche Kompetenzen aus mehreren Fächern und eine interdisziplinäre Herangehensweise

notwendig sind, um komplexere Fragestellungen zu lösen. Fachübergreifende Aspekte sollen überall, wo es sinnvoll ist, aufgegriffen und Vernetzungsmöglichkeiten aufgezeigt werden. Dabei muss darauf geachtet werden, dass Konzepte und Begriffe mit dem Anspruch auf Anschlussfähigkeit eingeführt werden und in ihren Definitionen und Tragweiten zwischen den Fächern abgestimmt werden.

### **Vernetzung mit Mathematik**

Das Fach Physik hat vielfältige Berührungspunkte zum Fach Mathematik. Physikalische Gesetzmäßigkeiten werden zunehmend mathematisiert. Umgekehrt ist es möglich, durch die Anwendung mathematischer Methoden zu Vorhersagen zu kommen, die sich dann experimentell überprüfen lassen. Daher ist es notwendig, wo irgend möglich, den Fachunterricht aufeinander abzustimmen und die Kompetenzen, die im Mathematikunterricht erworben werden, auch im Physikunterricht zu nutzen.

Die im Kernlehrplan Mathematik genannten prozessbezogenen Kompetenzen zum Umgang mit Werkzeugen sind dafür wichtige Beispiele. Dazu gehören u. a. auch die Nutzung von Tabellenkalkulation sowie das Anfertigen von Diagrammen.

### **Kompetenzerwerb im Physikunterricht**

#### ***Kompetenzen***

Der naturwissenschaftliche Unterricht der Grundschule und der Unterricht in den Fächern Physik, Biologie und Chemie in der Sekundarstufe I ermöglichen den Erwerb von Kompetenzen, die insgesamt naturwissenschaftliche Grundbildung ausmachen. In den Bildungsstandards werden diese unterschieden in

- **konzeptbezogene Kompetenzen**, die die **Inhaltsdimension** beschreiben, somit das Fachwissen festlegen und sich auf naturwissenschaftliche Basiskonzepte und mit ihnen verbundene Vorstellungen und Begriffe beziehen,
- **prozessbezogene Kompetenzen**, die die **Handlungsdimension** beschreiben und sich auf naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen beziehen.

**Konzeptbezogene Kompetenzen** umfassen das Verständnis und die Anwendung begründeter Prinzipien, Theorien, Begriffe und Erkenntnis leitender Ideen, mit denen Phänomene und Vorstellungen in dem jeweiligen Fach beschrieben, geordnet sowie Ergebnisse vorhergesagt und eingeschätzt werden können. Auf dieser Wissensbasis können die Schülerinnen und Schüler die natürliche bzw. die von Menschen veränderte Welt verstehen und Zusammenhänge erklären. Diese inhaltliche Dimension, in den Bildungsstandards als **Fachwissen** bezeichnet, wird durch fachliche Basiskonzepte als übergeordnete Strukturen systematisierten und strukturierten Fachwissens abgebildet. Erworbene fachliche Kompetenzen werden in Basiskonzepte eingebunden und so vernetzt gesichert.

**Prozessbezogene Kompetenzen** beschreiben die Handlungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler in Situationen, in denen die Nutzung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen erforderlich ist. Den Bildungsstandards entsprechend sind sie durch die **drei Bereiche Erkenntnisgewinnung, Bewertung und Kommunikation** geordnet. Da sie zum großen Teil für die Fächer Physik, Chemie und Biologie

gleich bedeutsam und ähnlich formuliert sind, sind hinsichtlich ihrer Vermittlung zwischen den Fachkonferenzen Absprachen zu treffen. Durch systematisches und reflektiertes Experimentieren, durch Nutzen physikalischer Untersuchungsmethoden und Theorien, durch Auswerten und Bewerten und nicht zuletzt durch Präsentieren und Kommunizieren der Ergebnisse entwickeln Schülerinnen und Schüler prozessbezogene Kompetenzen. Konkrete, sich entwickelnde und zu beobachtende Kompetenzen verbinden Schüleraktivitäten mit fachlichen Inhalten, sie besitzen also stets eine Handlungs- und eine Inhaltsdimension.

**Im Kapitel 3 werden die Kompetenzerwartungen für das Fach Physik in der Sekundarstufe I benannt und beschrieben.**

Der Unterricht in den Fächern Physik, Chemie und Biologie unterstützt gleichzeitig auch die **Entwicklung personaler und sozialer Kompetenzen**, die lebenslanges Lernen und gesellschaftliche Mitgestaltung ermöglichen. Schülerinnen und Schüler sollen deshalb im Unterricht insbesondere Verantwortung für das eigene Lernen übernehmen, bewusst Lernstrategien einsetzen und gemeinsam mit anderen physikalische, biologische und chemische Phänomene erkunden und Konzepte erarbeiten.

**Inhaltsfelder** bilden den obligatorischen thematischen Zusammenhang, in dem Schülerinnen und Schüler in problem- und handlungsorientiert gestaltetem Unterricht Kompetenzen entwickeln. In den Inhaltsfeldern werden relevante und damit obligatorisch zu behandelnde Schwerpunkte, Begriffe und Theorien des Faches Physik aufgeführt. In welchem Ausprägungsgrad dies jeweils erfolgen soll, beschreiben die ihnen zuzuordnenden konzeptbezogenen Kompetenzen. Dabei kann ein und dieselbe konzeptbezogene Kompetenz durchaus verschiedenen Inhaltsfeldern zugeordnet werden, um durch Wiederholung und Vertiefung besser verankert und damit nutzbar zu werden.

Den Inhaltsfeldern sind **fachliche Kontexte** zugeordnet, die ebenfalls in einem größeren Zusammenhang stehen. Sie strukturieren und akzentuieren die Inhalte unter verschiedenen, sich ergänzenden Perspektiven auf Anwendungsbereiche und knüpfen an Erfahrungen und an das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler an. Damit lenken sie in einer altersgemäßen Form den Blick auf bedeutsame Situationen und Fragestellungen, in denen physikalische Sicht- und Arbeitsweisen zum Verständnis der Welt beitragen können. Sie schließen an geeigneten Stellen auch übergeordnete Aspekte wie Gesundheit, Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung, Umweltschutz und ethische Fragen ein.

Auf diese Weise werden für Schülerinnen und Schüler relevante Perspektiven auf Sachverhalte und Anwendungsbereiche eröffnet, die auch über das Fach Physik hinaus weisen können. Die Verankerung des Gelernten in den fachsystematischen Strukturen der Basiskonzepte hilft dabei, bereits erworbene Kompetenzen aus anderen Fächern zu nutzen und thematisch an andere Fächer anzuschließen.

**Im Kapitel 4 werden hierzu weitere Erläuterungen gegeben.**

### 3. Kompetenzerwartungen im Fach Physik in der Sekundarstufe I

Die im Folgenden beschriebenen Kompetenzen stellen verbindliche Standards für das Fach Physik dar. Sie beschreiben die Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, die sich im Unterricht bis zum Ende der Sekundarstufe I kumulativ entwickeln sollen. Sie dienen den Lehrerinnen und Lehrern als Zielorientierung. **Gleichzeitig definieren sie, welche Voraussetzungen im nachfolgenden Physikunterricht in der gymnasialen Oberstufe erwartet werden können.**

Die formulierten Kompetenzen beschreiben erwartete Ergebnisse des Lernens und nicht Themen für den Unterricht. Der Unterricht ist thematisch und methodisch so anzulegen, dass alle Schülerinnen und Schüler im Laufe der Jahrgangsstufen 5 bis 9 geeignete Lerngelegenheiten erhalten, die genannten Kompetenzen nachhaltig zu erwerben. Daher ist es notwendig, in den einzelnen Inhaltsfeldern und Anwendungsbereichen Schwerpunkte auf den Erwerb bestimmter Kompetenzen zu setzen. Hierzu legen die Fachkonferenzen Grundsätze fest. In der Summe müssen alle Kompetenzen am Ende der Jahrgangsstufe 9 erreicht sein.

Die Kompetenzen sind nach den in Kapitel 2 dargestellten Kompetenzbereichen geordnet und eng miteinander vernetzt.

Die **prozessbezogenen Kompetenzen** (Kapitel 3.1) sind nach den in Kapitel 2 dargestellten Bereichen beschrieben. Wegen ihrer Bedeutsamkeit für die drei naturwissenschaftlichen Fächer und großer Überschneidungen ist eine Abstimmung zwischen den Fächern notwendig, um Synergieeffekte zu nutzen.

Die **Basiskonzepte des Faches Physik** sind in Kapitel 3.2 dargestellt. Sie werden jeweils im Zusammenhang skizziert, bevor die zugehörigen konzeptbezogenen Kompetenzen dargestellt werden. Der Übersicht halber werden hier die Basiskonzepte aller drei Fächer aufgeführt.

	Basiskonzepte			
Physik	System	Struktur der Materie	Energie	Wechselwirkung
Biologie	System	Struktur und Funktion	Entwicklung	
Chemie	Chemische Reaktion	Struktur der Materie	Energie	

Die Fächer Physik und Chemie beschreiben wegen der Notwendigkeit der Verwendung einheitlicher Begriffe die Basiskonzepte „Struktur der Materie“ und „Energie“ gemeinsam. Die fachspezifisch konkretisierten Kompetenzerwartungen zu diesen Basiskonzepten werden allerdings in beiden Lehrplänen getrennt ausgewiesen. Das Basiskonzept System wird jeweils aus der Perspektive der Fächer Biologie und Physik beschrieben.

Die **konzeptbezogenen Kompetenzen** für das Fach Physik sind in Kapitel 3.3 dargestellt. Sie sind in **drei Progressionsstufen** formuliert, um die Kompetenzentwicklung im Laufe der Sekundarstufe I zu verdeutlichen und Eckpunkte für die Entwicklung schulinterner Lehrpläne zu liefern. Sie werden für das Ende der Jahrgangsstufe 6, das Ende der Jahrgangsstufe 9 (Stufe II) und eine mittlere Stufe zwischen dem Ende der Jahrgangsstufen 6 und 9 (Stufe I) ausgewiesen.

### 3.1 Prozessbezogene Kompetenzen im Fach Physik

Die prozessbezogenen Kompetenzen beschreiben die Handlungsfähigkeit von Schülerinnen und Schülern in Situationen, in denen naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen erforderlich sind. Sie werden auf dem für einen Kernlehrplan angemessenen Abstraktionsniveau formuliert. Auf die Darstellung einer Progression im Laufe der Sekundarstufe I wird verzichtet. Die Ausprägung der beschriebenen Schüleraktivitäten, die Komplexität der Anwendungssituationen und der Grad der Selbstständigkeit werden in den verschiedenen Altersstufen in einer Form erwartet, die dem jeweiligen altersgemäßen Entwicklungsstand entspricht der Schülerinnen und Schüler entspricht und geschlechtsspezifischen Unterschieden in der Lernausgangslage und Umgangsweise Rechnung trägt. Dabei werden Kooperation und Kommunikation auch als Elemente fachmethodischen Arbeitens verstanden.

#### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

##### *Experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen*

<b>Bis Ende von Jahrgangsstufe 9</b>
<b><i>Schülerinnen und Schüler ...</i></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beobachten und beschreiben physikalische Phänomene und Vorgänge und unterscheiden dabei Beobachtung und Erklärung.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mit Hilfe physikalischer und anderer Kenntnisse und Untersuchungen zu beantworten sind.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren Ähnlichkeiten und Unterschiede durch kriteriengeleitetes Vergleichen und systematisieren diese Vergleiche.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen qualitative und einfache quantitative Experimente und Untersuchungen durch, protokollieren diese, verallgemeinern und abstrahieren Ergebnisse ihrer Tätigkeit und idealisieren gefundene Messdaten.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• dokumentieren die Ergebnisse ihrer Tätigkeit in Form von Texten, Skizzen, Zeichnungen, Tabellen oder Diagrammen auch computergestützt.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• recherchieren in unterschiedlichen Quellen (Print- und elektronische Medien) und werten die Daten, Untersuchungsmethoden und Informationen kritisch aus.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• wählen Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen, prüfen sie auf Relevanz und Plausibilität, ordnen sie ein und verarbeiten diese adressaten- und situationsgerecht.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Hypothesen auf, planen geeignete Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung, führen sie unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durch und werten sie unter Rückbezug auf die Hypothesen aus.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretieren Daten, Trends, Strukturen und Beziehungen, wenden einfache Formen der Mathematisierung auf sie an, erklären diese, ziehen geeignete Schlussfolgerungen und stellen einfache Theorien auf.</li> </ul>

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>stellen Zusammenhänge zwischen physikalischen Sachverhalten und Alltagsercheinungen her, grenzen Alltagsbegriffe von Fachbegriffen ab und transferieren dabei ihr erworbenes Wissen.</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben, veranschaulichen oder erklären physikalische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und mit Hilfe von geeigneten Modellen, Analogien und Darstellungen.</li> </ul>          |

## Kompetenzbereich Kommunikation

### *Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen*

<b>Bis Ende von Jahrgangsstufe 9</b>
<b>Schülerinnen und Schüler ...</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>tauschen sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>kommunizieren ihre Standpunkte physikalisch korrekt und vertreten sie begründet sowie adressatengerecht.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>planen, strukturieren, kommunizieren und reflektieren ihre Arbeit, auch als Team.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben, veranschaulichen und erklären physikalische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und Medien , ggfs. mit Hilfe von Modellen und Darstellungen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit sachgerecht, situationsgerecht und adressatenbezogen auch unter Nutzung elektronischer Medien.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>veranschaulichen Daten angemessen mit sprachlichen, mathematischen oder (und) bildlichen Gestaltungsmitteln wie Graphiken und Tabellen auch mit Hilfe elektronischer Werkzeuge.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben und erklären in strukturierter sprachlicher Darstellung den Bedeutungsgehalt von fachsprachlichen bzw. alltagssprachlichen Texten und von anderen Medien.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Wirkungsweise.</li> </ul>

**Kompetenzbereich Bewertung*****Physikalische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen, beurteilen und bewerten***

<b>Bis Ende von Jahrgangsstufe 9</b>
<b><i>Schülerinnen und Schüler ...</i></b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen und bewerten an ausgewählten Beispielen empirische Ergebnisse und Modelle kritisch auch hinsichtlich ihrer Grenzen und Tragweiten.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden auf der Grundlage normativer und ethischer Maßstäbe zwischen beschreibenden Aussagen und Bewertungen.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Anwendungsbereiche und Berufsfelder dar, in denen physikalische Kenntnisse bedeutsam sind.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen physikalisches Wissen zum Bewerten von Chancen und Risiken bei ausgewählten Beispielen moderner Technologien und zum Bewerten und Anwenden von Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten im Alltag</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen an Beispielen Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit und zur sozialen Verantwortung.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• benennen und beurteilen Aspekte der Auswirkungen der Anwendung physikalischer Erkenntnisse und Methoden in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen an ausgewählten Beispielen.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• binden physikalische Sachverhalte in Problemzusammenhänge ein, entwickeln Lösungsstrategien und wenden diese nach Möglichkeit an.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen physikalische Modelle und Modellvorstellungen zur Beurteilung und Bewertung naturwissenschaftlicher Fragestellungen und Zusammenhänge.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen die Anwendbarkeit eines Modells</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und beurteilen an ausgewählten Beispielen die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in die Umwelt</li> </ul>

## 3.2 Basiskonzepte im Fach Physik

### Basiskonzept Energie

**Ausführungen zum Basiskonzept Energie werden in allen Fachlehrplänen Physik, Biologie und Chemie aufgenommen, weil eine gemeinsame Verständnisbasis der Fachlehrerinnen und Fachlehrer dieser Fächer unerlässlich ist, um eine kongruente Entwicklung des Energiekonzepts bei Schülerinnen und Schülern zu ermöglichen.**

Energie ist eine der wichtigsten universellen Größen für die naturwissenschaftliche Beschreibung unserer Welt. Sie ist so etwas wie der „Treibstoff“ allen Lebens und jeder Veränderung, die sich naturwissenschaftlich beschreiben lässt. Energieumwandlungen treten bei allen Vorgängen in Natur und Technik auf und sie bestimmen entscheidend deren Ablauf. Ihre Nutzung verändert den Lebensraum Erde, ist Motor für technischen Fortschritt, erleichtert unser Leben und macht Mobilität erst möglich, um nur einige Aspekte zu nennen. Allerdings hat ihre extensive Verwendung auch nachteilige Folgen für unseren Lebensraum, wenn man etwa die globale Erwärmung betrachtet oder die begrenzten Ressourcen und das Problem der Umwandlungsprodukte in den Blick nimmt. Bedeutung und Auswirkungen der Energienutzung spielen in ökonomischen, gesellschaftlichen und damit auch in politischen Zusammenhängen eine besondere Rolle. Daher ist das konzeptuelle Verständnis von Energie wesentlicher Bestandteil naturwissenschaftlicher Grundbildung.

Energie kommt in unterschiedlichen Formen vor und kann auf unterschiedliche Weise in Körpern gespeichert sein. Sie ist z. B. verbunden mit der Bewegung, der Masse und der Verformung von Körpern, ist gespeichert in Atomkernen, in Atomen, in den chemischen Bindungen, in Feldern und als innere Energie in der thermischen Bewegung von Teilchen. Sie kann transportiert bzw. übertragen werden. Strahlung, Wärmeleitung, Kraftwirkung und elektrischer Strom sind typische Mechanismen des Energietransports bzw. der Übertragung.

Alle Energieformen lassen sich durch Wechselwirkung in andere umwandeln. Dabei bleiben Energiemengen erhalten und können bilanziert werden (1. Hauptsatz der Thermodynamik). Somit können quantitative Vorhersagen über die Ergebnisse von Prozessen getroffen werden, ohne diese im Detail zu betrachten. Es reicht aus, die Energien von Anfangs- und Endzuständen zu bilanzieren. Bei allen energetischen Vorgängen, an denen thermische Prozesse beteiligt sind, findet Entwertung statt. Hier wird ein Teil der aufgenommenen Energie als Wärme in die Umgebung abgegeben. Dieser Teil ist dann nicht mehr vollständig weiter verwendbar.

Mit dem Entropiebegriff, der allerdings wegen seiner Komplexität in der Sekundarstufe I nicht thematisiert wird, lässt sich u. a. der Entwertungsaspekt bei Energiewandlungen beschreiben (2. Hauptsatz der Thermodynamik).

Das Energiekonzept ist trotz einiger didaktischer Reduktionen (z. B. Entwertung statt Entropiezunahme) trag-, aussage- und entwicklungsfähig. Es muss sich bei Schülerinnen und Schülern allerdings Schritt für Schritt entwickeln. Dies ist ein kontinuierlicher Prozess, der schon in vorschulischen Erfahrungszusammenhängen beginnt, sich im Sachunterricht der Grundschule und in der Sekundarstufe I fortsetzt und ständig von außerschulischen Erfahrungen begleitet wird.

Kinder und Jugendliche erfahren Energie schon in ihrem alltäglichen Leben als eine Größe, die einen besonderen Wert besitzt. Energiekosten im Haushalt und bei Transportmitteln, aber auch Fragen der Ressourcenverknappung, z. B. beim Erdöl, und der globalen Erwärmung, begegnen ihnen in den Medien und auch in Gesprächen zu Hause. Dabei entstehen häufig Vorstellungen, die mit den fachlichen Sichtweisen nicht oder nur teilweise übereinstimmen und deshalb durch physikalische und chemische Konzepte behutsam erweitert oder ersetzt werden müssen.

Schülerinnen und Schüler erkennen schon im Anfangsunterricht an Beispielen wie der Nahrungsaufnahme und -umsetzung, der Nutzung von Geräten im Alltag und bei chemischen Reaktionen, dass gespeicherte oder bereit gestellte Energie transportiert und in ihren Erscheinungsformen umgewandelt werden kann. Und sie sehen, dass die Energie dabei nicht verloren geht, allerdings nach ihrer Nutzung teilweise bzw. sogar vollständig unbrauchbar ist, wenn sie als Wärme an die Umgebung abgegeben wurde. Energetische Betrachtungen ermöglichen es schon früh, komplexere Vorgänge zu beschreiben, ohne auf Wechselwirkungsprozesse im Detail eingehen zu müssen.

Auf unnötige begriffliche Differenzierungen und Spezialisierungen kann und soll dabei verzichtet werden. Zum ersten Verständnis reicht es völlig aus, wenn Schülerinnen und Schüler an Beispielen beschreiben, dass z. B. Energie durch Strahlung transportiert oder durch Kraftwirkung übertragen wird, dass thermische Energie durch Kontakt, elektrische Energie durch elektrischen Strom übertragen wird.

Benennungen von Energieformen können zunächst unterbleiben. Aussagen wie *„die Aufnahme (Abgabe) von Energie äußert sich in der Erwärmung (Abkühlung) des Körpers“*, *„die Aufnahme (Abgabe) von Energie äußert sich in Bewegungsänderungen“*, *„die Aufnahme (Abgabe) von Energie äußert sich in der Veränderung von Substanzen“* sind in einem ersten Zugriff durchaus tragfähig.

Auch Energieerhaltung und Energieentwertung begegnen Schülerinnen und Schülern schon im Anfangsunterricht. Dass z. B. mehr Einstrahlung zu einer größeren Temperaturerhöhung führt, dass das Abbremsen aus höherer Geschwindigkeit die Bremsen heißer macht, dass man durch zu viel Essen an Gewicht zunimmt, bietet naheliegende Zugänge zum Konzept der Erhaltung und Bilanzierung der Energie.

Im weiteren Verlauf der Sekundarstufe I nutzen Schülerinnen und Schüler die energetische Betrachtungsweise in verschiedenen Zusammenhängen. Sie erkennen z. B., dass der Ablauf chemischer Reaktionen mit Energieumsätzen verbunden ist. Sie beobachten und beschreiben Energieumwandlungen in der Natur, z. B. bei der Photosynthese oder bei der Zellatmung, und in der Technik. Sie beschäftigen sich später detaillierter mit Umwandlungsmechanismen, die mit Kraftwirkungen verbunden sind (Arbeit) wie z. B. der Generierung elektrischer Spannung, und nutzen zunehmend auch formale Beschreibungen, um Energie zu bilanzieren.

Sie betrachten komplexere Vorgänge in Natur und Technik, bei denen Energie mit der Umgebung ausgetauscht wird, unter systemischen Aspekten.

Schließlich erkennen sie, dass Energie auch beim Aufbau der Materie als Bindungsenergie eine wichtige Rolle spielt. Sie beobachten, beschreiben und analysieren Prozesse, bei denen die in Materie enthaltene Energie in chemischen und nuklearen Prozessen teilweise z. B. in elektrische Energie oder Wärme gewandelt und so der

weiteren Nutzung zugeführt wird. Dabei nehmen sie auch großtechnische Energieumsetzungen in Kraftwerken in den Blick. Sie erkennen, dass bei thermischer Energie der nutzbare Anteil durch die Temperaturdifferenz zur Umgebung bestimmt wird. Ein so weit entwickeltes konzeptuelles Verständnis versetzt Schülerinnen und Schüler auch in die Lage, Bedeutung und Nutzen ebenso wie Gefahren der extensiven Energienutzung durch den Menschen einzuschätzen und verschiedene Möglichkeiten der Energiegewinnung, -aufbereitung und -nutzung unter naturwissenschaftlich-technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten zu vergleichen und zu bewerten sowie deren gesellschaftliche Relevanz und Akzeptanz zu diskutieren.

### **Basiskonzept Struktur der Materie**

**Modelle von der Struktur der Materie sind Grundlage für das Verständnis der modernen Physik und Chemie. Atomvorstellungen haben dabei eine wichtige Funktion. Da es hier zu Überschneidungen kommt, ist dieses Basiskonzept in beiden Lehrplänen Physik und Chemie aufgenommen worden, um die notwendigen Absprachen zwischen den Fachkonferenzen zu ermöglichen.**

Die Eigenschaften, die Zusammensetzung, die Veränderungen und der Ursprung von Materie gehören zu den grundlegenden Fragestellungen der Physik und Chemie. Dabei führt die makroskopische Sicht auf Materie zur Charakterisierung und Klassifizierung von Stoffen und ihren Eigenschaften, die submikroskopische Sicht nutzt je nach darzustellendem Zusammenhang Modelle zur Beschreibung des Aufbaus der Materie. Die Untersuchung stofflicher Phänomene (Zustände und Prozesse) und deren Deutung mit Hilfe von Modellen der submikroskopischen Ebene sind grundlegendes Anliegen des Unterrichts in den Fächern Chemie und Physik. Das Basiskonzept Materie fasst die wesentlichen Phänomene, experimentellen Befunde, logischen Überlegungen und Modelle zusammen, die die Naturwissenschaften zu den heutigen Vorstellungen vom Aufbau der Materie sowie von den Wechselwirkungen zwischen den die Materie aufbauenden kleinen Teilchen geführt haben.

Materie begegnet Schülerinnen und Schülern zunächst in Objekten aus ihrem täglichen Erfahrungsbereich (die Physik nennt sie Körper) und den Stoffen, aus denen sie bestehen und die ihre Eigenschaften bestimmen. Sie lernen, Körper und Stoffe nach ihrem Aussehen, ihren Eigenschaften und ihren Nutzungsmöglichkeiten zu unterscheiden, zu charakterisieren und zu klassifizieren. Körper besitzen z. B. Oberfläche, Masse und Volumen. Körper und Stoffe können gasförmig, flüssig oder fest sein. Stoffe haben charakteristische physikalische Eigenschaften wie z. B. Dichte, Schmelz- und Siedetemperatur und spezifische Leitfähigkeit und chemische Eigenschaften. Sie reagieren auf Erwärmung oder Abkühlung durch Änderung ihrer Dichte und können dabei gegebenenfalls auch ihren Aggregatzustand und damit ihre Erscheinungsform ändern. Einige Stoffe sind von Natur aus magnetisch bzw. magnetisierbar.

Stoffe können als reine Stoffe oder als Stoffgemenge vorliegen. Ein Gemenge entsteht durch physikalische Vorgänge (Mischen), wobei die Eigenschaften der reinen Stoffe (Elementsubstanzen, Verbindungen) erhalten bleiben. Ein Gemenge kann mit physikalischen Trennverfahren in seine Bestandteile (reine Stoffe) zerlegt werden.

Aus Elementsubstanzen (Stoffe aus einer Atomart) entstehen durch chemische Reaktionen chemische Verbindungen. Ihre Eigenschaften lassen sich nicht aus den Eigenschaften der Elementsubstanzen ableiten. Chemische Reaktionen bewirken also mehr als nur die Neuordnung der beteiligten Teilchen. Chemische Verbindungen lassen sich nur durch chemische Reaktionen wieder in Elementsubstanzen zerlegen.

Neben einer Beschreibung stofflicher Phänomene sollen Schülerinnen und Schüler schon sehr früh einfache Modelle zum Aufbau der Materie kennen lernen. Viele makroskopisch zu beobachtende Eigenschaften und Veränderungen von Stoffen lassen sich durch den Aufbau der Stoffe aus Atomen erklären, die unterschiedlich stark aneinander gebunden sein können. Aber schon einige elementare elektrische Erscheinungen wie elektrostatische Aufladungen sprechen dafür, dass die Atome wiederum aus positiven und negativen Bestandteilen bestehen müssen. Ein einfaches Kern-Hülle-Modell lässt also ein differenziertes Bild der „kleinen Teilchen“ entstehen und erklärt entsprechende Beobachtungen.

Atomkerne sind aus elektrisch positiv geladenen Protonen und elektrisch neutralen Neutronen aufgebaut. Chemische Elemente unterscheiden sich in der Anzahl ihrer Protonen. Ionen unterscheiden sich von den Atomen durch Überschuss oder Mangel an Elektronen. Radioaktive Isotope lassen sich später durch Elemente mit verschiedener Neutronenzahl charakterisieren, die den Atomkern instabil werden lassen. Während der Kern fast die gesamte Masse eines Atoms ausmacht, wird die räumliche Ausdehnung durch die Hülle aus Elektronen bestimmt.

Auf der Basis dieser Kenntnisse lernen Schülerinnen und Schüler im Chemieunterricht die Aufbauprinzipien des Periodensystems kennen. Sie nutzen es zunehmend für Vorhersagen der Eigenschaften und des Reaktionsverhaltens von Elementsubstanzen. Sie lernen, dass für die Eigenschaften eines Stoffes nicht nur die Atomsorten und das Atomanzahlverhältnis verantwortlich sind. Neben der atomaren Zusammensetzung sind vor allem die Art und Weise der Verknüpfung, der Wechselwirkung und des Zusammenhalts zwischen den Teilchen, d. h. die Struktur eines Stoffes, für seine Eigenschaften entscheidend. Das gilt sogar für Stoffe, die nur aus einer einzigen Atomsorte bestehen (z. B. Diamant und Graphit).

Eine besondere Rolle spielen in der Physik die festen Körper. Mit Hilfe des Schalenmodells lassen sich schon Bindungstypen in diesen Körpern und damit Leiter, Halbleiter und Isolatoren unterscheiden.

Im Physikunterricht erfolgt eine vertiefte Behandlung der Radioaktivität und der Kernenergie. Die relativ einfachen Teilchenmodelle der Sekundarstufe I werden im Physikunterricht der gymnasialen Oberstufe mit Hilfe von quantenphysikalischen Vorstellungen weiter differenziert.

## **Basiskonzept System**

Physikalische Systeme sind strukturierte Einheiten. Sie umfassen mehrere Komponenten, die so in Beziehung zueinander stehen und miteinander wechselwirken, dass sie aus übergeordneter Sicht als eine Einheit angesehen werden können. Man unterscheidet zwei Sichtweisen auf Systeme. Auf der Makroebene betrachtet man ein System und seine Eigenschaften als Ganzes von außen. Auf der Mikroebene betrachtet man die Komponenten eines Systems und ihr Zusammenwirken. Die Eigen-

schaften eines Systems (auf der Makroebene) werden durch seine Komponenten und deren Wechselwirkungen (auf der Mikroebene) bestimmt. Sie gehen in der Regel über die Summe der Eigenschaften der einzelnen Komponenten hinaus.

Physikalische Systeme sind in der Regel offen, lassen sich aber nach außen klar abgrenzen, um modellhaft das Geschehen in ihnen und ihre Wechselwirkung mit der Umgebung beschreiben zu können. Die Grenzen werden willkürlich so gezogen, dass sich Prozesse innerhalb des Systems und der Austausch (z. B. von Energie, Stoffen oder Informationen) mit der Umgebung bzw. mit anderen Systemen klar unterscheiden lassen. Systeme, deren Wechselwirkung mit der Umgebung für die Betrachtungen modellhaft vernachlässigt werden kann oder soll, werden als abgeschlossene Systeme bezeichnet. Welche Betrachtungsweise man wählt, hängt u. a. davon ab, ob man Prozesse innerhalb des Systems (auf der Mikroebene) oder, im Gegensatz dazu, gerade die Austauschprozesse mit der Umgebung bzw. mit anderen Systemen (Makroebene) in den Blick nehmen will.

Physikalische Systeme können stationäre Zustände (Gleichgewichtszustände) besitzen. Offene Systeme können sich mit ihrer Umgebung in einem durch Austauschprozesse bestimmten dynamischen Gleichgewicht befinden (z. B. ein Treibhaus oder die Erde im Weltraum). Störungen des Gleichgewichts führen typischerweise zu Veränderungen innerhalb des Systems und der in ihm ablaufenden Prozesse (z. B. in Form von Strömungen, Kreisläufen oder periodischen Abläufen bzw. Änderungen von Zustandsgrößen). Auf der Makroebene lassen sich bereits ohne Kenntnis der Mikroebene Gesetzmäßigkeiten zwischen äußeren Einflüssen und den Reaktionen des Systems erkennen und beschreiben. Erklärt werden können diese Gesetzmäßigkeiten aber nur durch die Struktur und die Wechselwirkungen innerhalb des Systems. Diese Aussagen treffen im Grundsatz auf alle Systeme zu, auch solche, die in den anderen Naturwissenschaften und in der Technik betrachtet werden. Vergleicht man sie mit denen zum Basiskonzept System für den Biologieunterricht, so wird deutlich, dass in beiden Fächern ein vergleichbares Begriffsverständnis besteht.

Viele Phänomene und Funktionsweisen von Gegenständen des Alltags lassen sich mit Blick auf das System besser beschreiben und verstehen. Schon recht einfach aufgebaute Geräte, wie z. B. Fahrräder, bestehen aus mehreren Komponenten, die miteinander wechselwirken und die Gesamtfunktion des Systems Fahrrad bestimmen. Die Funktionen der verschiedenen Komponenten können in Form von Wirkungs- und Energieübertragungsketten in einen Zusammenhang gebracht werden. Dabei ist es nicht zwingend notwendig die Funktionsweise aller Subsysteme (z. B. des Dynamos) erklären zu können. Umgekehrt können Komponenten technischer Geräte (mechanische, elektrische, optische) identifiziert und ihre Funktionsweisen unter Verwendung physikalischer Prinzipien näher untersucht werden.

Andererseits erschließt eine systemische Sicht die Möglichkeit, Systeme (z. B. komplexe Bauelemente in Alltagsgeräten oder elektronische Bauelemente) durch Darstellung der Zusammenhänge von Input und Output in ihrer Wirkung auf der Makroebene zu beschreiben, ohne das Zusammenwirken der Komponenten auf der Mikroebene betrachten zu müssen.

Energiebetrachtungen erfordern von Anfang an eine systemische Sicht. Viele der bei Speicherung, Transport, Wandlung und Entwertung von Energie auf der Mikroebene

ablaufenden Prozesse können in der Sekundarstufe I zunächst nicht oder nicht in allen Details geklärt werden. Dennoch ist es möglich, das energetische Verhalten von Systemen (z. B. von Energiewandlern oder temporären Energiespeichern), also den Zusammenhang zwischen dem Energiezufluss in das System hinein und dem Energieabfluss aus dem System heraus, auf der Makroebene zu erkennen und zu beschreiben. Gerade darin liegt eine der wesentlichen Stärken energetischer Betrachtungen.

Recht früh können auch schon Systeme mit thermischen Kreisläufen behandelt werden, wie sie sich etwa in Wetterphänomenen zeigen. Die Wirkungen der Sonneneinstrahlung, die Entstehung von Hoch- und Tiefdruckzonen, von Winden, Wolken und Niederschlägen kann zum Anlass genommen werden, die beteiligten Komponenten und ihre Wechselwirkungen zu untersuchen und Zusammenhänge zwischen ihnen herzustellen.

Im Laufe des Physikunterrichts können zunehmend komplexere Systeme betrachtet werden. Im Anfangsunterricht lernen Kinder zum Beispiel, Komponenten zu identifizieren, die für einen einfachen elektrischen Stromkreis unerlässlich sind. Mit zunehmender Kenntnis des Zusammenwirkens dieser Komponenten ist es möglich, die Funktionsweise von komplexeren Schaltungen und später von Stromnetzen zu beschreiben und zu erklären.

Mit zunehmender Erfahrung lernen Schülerinnen und Schüler, zwischen offenen und geschlossenen Systemen zu unterscheiden und den Austausch bzw. die Wechselwirkung innerhalb und zwischen Systemen zu beschreiben. Auf diese Weise werden sie in die Lage versetzt, z. B. Maschinen, Antriebe, elektronische und medizinische Geräte und Energieversorgungseinrichtungen in ihren Funktionsweisen und Wirkungen zu analysieren und zu verstehen. Auf dieser Ebene der Erkenntnis erkennen sie dann auch die Parallelen zwischen dem Systemverständnis der Biologie und der Physik.

Der besondere Wert einer systemischen Sichtweise für das Lernen von Physik besteht darin, dass sie problemorientierte Fragestellungen herausfordert. Außerdem ermöglicht sie die Betrachtung komplexerer Zusammenhänge und damit ein tieferes naturwissenschaftliches Verständnis. Sie wirkt damit einer Fragmentierung des Wissens in unverbundene Teilaspekte entgegen.

### **Basiskonzept Wechselwirkung**

Es ist ständiges Bestreben der Physik, kausale oder in einigen Fällen auch statistische Beziehungen für natürliche Abläufe zu finden, Vorgänge aus bestehenden Bedingungen vorherzusagen und sie für Forschung oder technische Anwendungen kontrolliert reproduzieren zu können. Veränderungen, also Zusammenhänge zwischen Ursachen und Wirkungen, werden über Wechselwirkungen vermittelt. In der Physik sollen diese eindeutig erfasst, insbesondere auch messbar gemacht werden.

Fragen nach kausalen Zusammenhängen werden von Kindern schon sehr früh gestellt. Das hängt auch damit zusammen, dass sich viele Zusammenhänge in der Regel nicht direkt durch Beobachtungen ergeben, sondern durch Deutungen hergestellt werden müssen.

Wirkungen werden für Kinder in vielen alltäglichen Zusammenhängen sichtbar. Sie beobachten z. B. Veränderungen der Form oder der Bewegungen im Raum, wenn Dinge im direkten Kontakt über Kräfte aufeinander einwirken. Vorgänge dieser Art werden zunächst oft spielerisch ausprobiert, körperliche Erfahrungen sind dabei von besonderer Bedeutung. Auf dieser Basis lässt sich schon früh ein physikalisches Kraftkonzept entwickeln, wobei deutlich werden muss, dass Kräfte nur über ihre Wirkungen sichtbar und damit auch vergleichbar und letztlich messbar werden. In vielen Zusammenhängen (Mechanik, Magnetismus, Elektrizität, Verhalten von Flüssigkeiten und Gasen, Hydrostatik) lässt sich ein solches Kraftkonzept schon früh nutzen, um über Änderungen der Form eines Körpers oder seines Bewegungszustands auf das Vorhandensein von Kräften zu schließen und die Ursachen für diese Kräfte näher zu untersuchen.

Im Laufe des Unterrichts lernen Schülerinnen und Schüler verschiedene Kräfte und Verfahren zur quantitativen Erfassung kennen. Sie kommen auch zu funktionalen Zusammenhängen zwischen Kräften und ihren Wirkungen. Dabei sind schließlich die drei Newtonschen Gesetze von besonderer Bedeutung, da diese allgemein gültige Vorhersagen zu Kraftwirkungen in allen möglichen Situationen machen und, je nach Lage, nur die jeweils auftretenden Kräfte eingesetzt werden müssen.

In bestimmten Fällen wechselwirken Körper nicht durch direkten Kontakt miteinander, sondern es besteht eine Fernwirkung. Schülerinnen und Schüler können derartige Fernwirkungen über Magnete und über elektrische Aufladungen erfahren. Später lernen sie zusätzlich das Konzept der Gravitation kennen. Fernwirkungen lassen sich durch Felder beschreiben, die den Raum zwischen zwei Körpern ausfüllen und die Wirkung übertragen. Formal lassen sich diese Felder durch Kraftwirkungen auf einen Probekörper beschreiben, bei magnetischen Feldern ist dieser ein stromdurchflossenes Leiterstück, bei elektrischen Feldern eine Probeladung und bei Gravitationsfeldern eine Probenmasse.

Wechselwirkungen spielen schließlich auch bei Strahlung eine Rolle. Schülerinnen und Schüler erfahren körperlich die Wirkung von Wärmestrahlung und Licht, etwas indirekter auch von UV-Strahlung. Im Physikunterricht untersuchen sie weitere Wechselwirkungen mit besonderen Körpern. Licht etwa kann unter bestimmten Bedingungen reflektiert, absorbiert, gebrochen oder auch in Farbbestandteile zerlegt werden. Strahlung kann aber auch den Körper verändern, mit dem sie wechselwirkt. Dies gilt in besonderem Maße für hochenergetische ionisierende elektromagnetische Strahlung und für Strahlung von Teilchen aus radioaktiven Zerfällen.

Die Betrachtung physikalischer Wechselwirkungen schlägt eine Brücke von der klassischen zu modernen Physik. Sie ist eine Hilfe zur Erklärung vieler Phänomene, die im Physikunterricht eine große Rolle spielen und zu deren konzeptioneller Verbindung. Außerdem bietet sie die Voraussetzung zum Verständnis eines abstrakten Feldbegriffs in der gymnasialen Oberstufe.

Bei der Betrachtung von Vorgängen unter der Perspektive Wechselwirkung erkennen Schülerinnen und Schüler die Notwendigkeit, Zusammenhänge zwischen Ursachen und Wirkungen herstellen und erklären zu können. Die Suche nach kausalen Erklärungen natürlicher Vorgänge befördert dabei die rationale Auseinandersetzung mit den Phänomenen.

### 3.3 Konzeptbezogene Kompetenzen im Fach Physik

#### Kompetenzen zum Basiskonzept „Energie“

Bis Ende von Jahrgang 6	Bis Ende von Jahrgang 9	
	Stufe I	Stufe II
<p><b>Die Schülerinnen und Schüler haben das Energiekonzept auf der Grundlage einfacher Beispiele so weit entwickelt, dass sie ...</b></p>	<p><b>Die Schülerinnen und Schüler haben das Energiekonzept erweitert und soweit auch formal entwickelt, dass sie ...</b></p>	<p><b>Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Energiekonzepts Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge teilweise formal beschreiben und Ergebnisse vorhersagen, sodass sie ...</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• an Vorgängen aus ihrem Erfahrungsbereich Speicherung, Transport und Umwandlung von Energie aufzeigen.</li> <li>• in Transportketten Energie halbquantitativ bilanzieren und dabei die Idee der Energieerhaltung zugrunde legen.</li> <li>• an Beispielen zeigen, dass Energie, die als Wärme in die Umgebung abgegeben wird, in der Regel nicht weiter genutzt werden kann.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in relevanten Anwendungszusammenhängen komplexere Vorgänge energetisch beschreiben und dabei Speicherungs-, Transport-, Umwandlungsprozesse erkennen und darstellen.</li> <li>• die Energieerhaltung als ein Grundprinzip des Energiekonzepts erläutern und sie zur quantitativen energetischen Beschreibung von Prozessen nutzen.</li> <li>• die Verknüpfung von Energieerhaltung und Energieentwertung in Prozessen aus Natur und Technik (z. B. in Fahrzeugen, Wärmekraftmaschinen, Kraftwerken usw.) erkennen und beschreiben.</li> <li>• an Beispielen Energiefluss und Energieentwertung quantitativ darstellen.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• an Beispielen energetische Veränderungen an Körpern und die mit ihnen verbundenen Energieübertragungsmechanismen einander zuordnen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• den quantitativen Zusammenhang von umgesetzter Energiemenge (bei Energieumsetzung durch Kraftwirkung: Arbeit), Leistung und Zeitdauer des Prozesses kennen und in Beispielen aus Natur und Technik nutzen.</li> <li>• Temperaturdifferenzen, Höhenunterschiede, Druckdifferenzen und Spannungen als Voraussetzungen für und als Folge von Energieübertragung an Beispielen aufzeigen.</li> <li>• Lage-, kinetische und durch den elektrischen Strom transportierte sowie thermisch übertragene Energie (Wärmemenge) unterscheiden, formal beschreiben und für Berechnungen nutzen.</li> <li>• beschreiben, dass die Energie, die wir nutzen, aus erschöpfbaren oder regenerativen Quellen gewonnen werden kann.</li> <li>• die Notwendigkeit zum „Energiesparen“ begründen sowie Möglichkeiten dazu in ihrem persönlichen Umfeld erläutern.</li> <li>• verschiedene Möglichkeiten der Energiegewinnung, -aufbereitung und -nutzung unter physikalisch-technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten vergleichen und bewerten sowie deren gesellschaftliche Relevanz und Akzeptanz diskutieren.</li> </ul>	

**Kompetenzen zum Basiskonzept „Struktur der Materie“**

Bis Ende von Jahrgang 6	Bis Ende von Jahrgang 9	
	Stufe I	Stufe II
<p><i>Die Schülerinnen und Schüler haben das Materiekonzept an Hand von Phänomenen hinsichtlich einer einfachen Teilchenvorstellung soweit entwickelt, dass sie ...</i></p>	<p><i>Die Schülerinnen und Schüler haben das Materiekonzept durch die Erweiterung der Teilchenvorstellung soweit formal entwickelt, dass sie ...</i></p>	<p><i>Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Materiekonzepts Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge teilweise formal beschreiben und Ergebnisse vorhersagen, sodass sie ...</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• an Beispielen beschreiben, dass sich bei Stoffen die Aggregatzustände durch Aufnahme bzw. Abgabe von thermischer Energie (Wärme) verändern.</li> <li>• Aggregatzustände, Aggregatzustandsübergänge auf der Ebene einer einfachen Teilchenvorstellung beschreiben.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verschiedene Stoffe bzgl. ihrer thermischen, mechanischen oder elektrischen Stoffeigenschaften vergleichen.</li> <li>• die elektrischen Eigenschaften von Stoffen (Ladung und Leitfähigkeit) mit Hilfe eines einfachen Kern-Hülle-Modells erklären.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften von Materie mit einem angemessenen Atommodell beschreiben.</li> <li>• die Entstehung von ionisierender Teilchenstrahlung beschreiben.</li> <li>• Eigenschaften und Wirkungen verschiedener Arten radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung nennen.</li> <li>• Prinzipien von Kernspaltung und Kernfusion auf atomarer Ebene beschreiben.</li> <li>• Zerfallsreihen mithilfe der Nuklidkarte identifizieren.</li> <li>• Nutzen und Risiken radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung bewerten.</li> </ul>

**Kompetenzen zum Basiskonzept „System“**

Bis Ende von Jahrgang 6	Bis Ende von Jahrgang 9	
	Stufe I	Stufe II
<p><b>Die Schülerinnen und Schüler haben das Systemkonzept auf der Grundlage ausgewählter Phänomene aus Natur und Technik so weit entwickelt, dass sie ...</b></p>	<p><b>Die Schülerinnen und Schüler haben das Systemkonzept soweit erweitert, dass sie ...</b></p>	<p><b>Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Systemkonzepts auch auf formalem Niveau Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge beschreiben, sodass sie ...</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• den Sonnenstand als eine Bestimmungsgröße für die Temperaturen auf der Erdoberfläche erkennen.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• den Aufbau von Systemen beschreiben und die Funktionsweise ihrer Komponenten erklären (z. B. Kraftwerke, medizinische Geräte, Energieversorgung).</li> <li>• Energieflüsse in den oben genannten offenen Systemen beschreiben.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundgrößen der Akustik nennen.</li> <li>• Auswirkungen von Schall auf Menschen im Alltag erläutern.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• an Beispielen erklären, dass das Funktionieren von Elektrogeräten einen geschlossenen Stromkreis voraussetzt.</li> <li>• einfache elektrische Schaltungen planen und aufbauen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Spannung als Indikator für durch Ladungstrennung gespeicherte Energie beschreiben.</li> <li>• den quantitativen Zusammenhang von Spannung, Ladung und gespeicherter bzw. umgesetzter Energie zur Beschreibung energetischer Vorgänge in Stromkreisen nutzen.</li> <li>• die Beziehung von Spannung, Stromstärke und Widerstand in elektrischen Schaltungen beschreiben und anwenden.</li> <li>• umgesetzte Energie und Leistung in elektrischen Stromkreisen aus Spannung und Stromstärke bestimmen.</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technische Geräte hinsichtlich ihres Nutzens für Mensch und Gesellschaft und ihrer Auswirkungen auf die Umwelt beurteilen.</li> <li>• die Funktion von Linsen für die Bilderzeugung und den Aufbau einfacher optischer Systeme beschreiben.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• technische Geräte und Anlagen unter Berücksichtigung von Nutzen, Gefahren und Belastung der Umwelt vergleichen und bewerten und Alternativen erläutern.</li> <li>• die Funktionsweise einer Wärmekraftmaschine erklären.</li> </ul>

**Kompetenzen zum Basiskonzept „Wechselwirkung“**

Bis Ende von Jahrgang 6	Bis Ende Jahrgangsstufe 9	
	Stufe I	Stufe II
<i>Die Schülerinnen und Schüler haben das Wechselwirkungskonzept an einfachen Beispielen so weit entwickelt, dass sie ...</i>	<i>Die Schülerinnen und Schüler haben das Wechselwirkungskonzept erweitert und soweit formal entwickelt, dass sie ...</i>	<i>Die Schülerinnen und Schüler können mithilfe des Wechselwirkungskonzepts auch auf formalem Niveau Beobachtungen und Phänomene erklären sowie Vorgänge beschreiben und Ergebnisse vorhersagen, sodass sie ...</i>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungsänderungen oder Verformungen von Körpern auf das Wirken von Kräften zurückführen.</li> <li>• Kraft und Geschwindigkeit als vektorielle Größen beschreiben.</li> <li>• die Wirkungsweisen und die Gesetzmäßigkeiten von Kraftwandlern an Beispielen beschreiben.</li> <li>• Druck als physikalische Größe quantitativ beschreiben und in Beispielen anwenden.</li> <li>• Schweredruck und Auftrieb formal beschreiben und in Beispielen anwenden.</li> <li>• die Beziehung und den Unterschied zwischen Masse und Gewichtskraft beschreiben.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildentstehung und Schattenbildung sowie Reflexion mit der geradlinigen Ausbreitung des Lichts erklären.</li> <li>• Schwingungen als Ursache von Schall und Hören als Aufnahme von Schwingungen durch das Ohr identifizieren.</li> <li>• geeignete Schutzmaßnahmen gegen die Gefährdungen durch Schall und Strahlung nennen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absorption, und Brechung von Licht beschreiben.</li> <li>• Infrarot-, Licht- und Ultraviolettstrahlung unterscheiden und mit Beispielen ihre Wirkung beschreiben.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• experimentelle Nachweismöglichkeiten für radioaktive Strahlung beschreiben.</li> <li>• die Wechselwirkung zwischen Strahlung, insbesondere ionisierender Strahlung, und Materie sowie die daraus resultierenden Veränderungen der Materie beschreiben und damit mögliche medizinische Anwendungen und Schutzmaßnahmen erklären.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beim Magnetismus erläutern, dass Körper ohne direkten Kontakt eine anziehende oder abstoßende Wirkung aufeinander ausüben können</li> </ul>		

<b>Bis Ende von Jahrgang 6</b>	<b>Bis Ende Jahrgangsstufe 9</b>	
	<b>Stufe I</b>	<b>Stufe II</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• an Beispielen aus ihrem Alltag verschiedene Wirkungen des elektrischen Stromes aufzeigen und unterscheiden.</li> <li>• geeignete Maßnahmen für den sicheren Umgang mit elektrischem Strom beschreiben.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Stärke des elektrischen Stroms zu seinen Wirkungen in Beziehung setzen und die Funktionsweise einfacher elektrischer Geräte darauf zurückführen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• den Aufbau eines Elektromotors beschreiben und seine Funktion mit Hilfe der magnetischen Wirkung des elektrischen Stromes erklären.</li> <li>• den Aufbau von Generator und Transformator beschreiben und ihre Funktionsweisen mit der elektromagnetischen Induktion erklären.</li> </ul>

## 4. Inhaltsfelder und fachliche Kontexte für das Fach Physik

Der Unterricht in den Fächern Physik, Chemie und Biologie in den Jahrgangsstufen 5 bis 9 wird durch Inhaltsfelder strukturiert, die in einem thematischen Zusammenhang stehen und denen geeignete zusammenhängende fachliche Kontexte zugeordnet werden.

Letztere ermöglichen eine schülerorientierte Erarbeitung physikalischer Sachverhalte, die Entwicklung und Nutzung fachlicher Kompetenzen und die Kommunikation und Reflexion naturwissenschaftlicher Aussagen. Sie knüpfen an Erfahrungen und an Vorwissen der Schülerinnen und Schüler an und greifen diese unter relevanten Fragestellungen auf, die mit naturwissenschaftlichen Verfahren bearbeitet werden können. Damit ermöglichen sie Zugänge zu einer naturwissenschaftlichen Betrachtungsweise der Welt. Sie schaffen die Möglichkeit, prozessbezogene und konzeptbezogene Kompetenzen zu erwerben und Basiskonzepte weiter zu entwickeln.

Geeignete fachliche Kontexte genügen in der Regel folgenden Kriterien:

- Sie bieten Schülerinnen und Schülern Gelegenheiten, Kompetenzen zu entwickeln und erworbene Kompetenzen in unterschiedlichen Bereichen sinnvoll und erfolgreich anzuwenden.
- Sie tragen zur Entwicklung der fachsystematischen Strukturen der Basiskonzepte bei.
- Sie erhalten durch ihren Bezug zu Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler besondere Bedeutung.
- Sie bieten Schülerinnen und Schülern vielfältige Handlungsmöglichkeiten für einen aktiven Lernprozess.
- Sie verbinden Konzepte, Sichtweisen und Verfahren der Fächer Physik, Biologie und Chemie

In diesem Zusammenhang ist Folgendes zu beachten:

**Alle Inhaltsfelder mit ihren Schwerpunkten sind verbindlich, ebenso das Arbeiten in fachlichen, zusammenhängenden Kontexten.** Werden andere als die vorgeschlagenen Kontexte gewählt, müssen diese gleichwertig sein und im schulinternen Lehrplan als verbindlich festgelegt werden. Die Fachkonferenz muss hierüber einheitlich verbindlich entscheiden. **Dabei ist zu beachten, dass die Kompetenzen in ihrer Gesamtheit bis Klasse 9 erreicht werden können.**

Die in der Übersicht angegebene **Abfolge der Inhaltsfelder** folgt einer an den Kompetenzen orientierten Entwicklung. Sie ist allerdings nicht starr, sondern kann durch die Fachkonferenzen didaktisch begründet verändert werden. Die Studentafeln der Fächer Physik, Biologie und Chemie sowie organisatorische Entscheidungen der einzelnen Schule müssen ebenfalls aufeinander abgestimmt werden. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass ein aufbauender Kompetenzerwerb in Konzepten und Prozessen weiterhin gesichert ist. Ebenso sind die Möglichkeiten zur Zusammenarbeit der Fächer zu nutzen.

Die Kontexte „Effiziente Energienutzung: eine wichtige Aufgabe der Physik“ und „Zukunftssichere Energieversorgung“ eignen sich sehr gut zu fächerübergreifenden Absprachen mit dem Fach Chemie, da diese Kontexte im Chemieunterricht im Zusam-

menhang mit dem Inhaltsfeld „Energie aus chemischen Reaktionen“ angesprochen werden.

Ansonsten sollte das Inhaltsfeld Energie, Leistung, Wirkungsgrad am Ende der Jahrgangsstufe 9 behandelt werden, da es die Klammer für die Physik der Sekundarstufe I darstellen kann.

Inhaltsfelder mit zugeordneten Kontexten sollten möglichst in einem zusammenhängenden Abschnitt unterrichtet werden. Eine Aufteilung kann jedoch sinnvoll sein, wenn der Unterricht z. B. an aktuelle Ereignisse angepasst wird. Der zeitliche Umfang für die Behandlung kann zwar durch Tiefe und Breite der Ausgestaltung variiert werden, ein ausgewogenes Verhältnis bezogen auf den zeitlichen Umfang ist aber anzustreben.

Zur Nutzung von Synergieeffekten ist eine **Zusammenarbeit der Fachkonferenzen** Physik, Chemie und Biologie erforderlich. Dabei geht es um Absprachen im inhaltlichen, methodischen und organisatorischen Bereich ebenso wie um das gemeinsame Verständnis von Konzepten. Es ist Aufgabe der Fachkonferenzen, diese Zusammenarbeit und die Bezüge zu planen und festzulegen.

Gleiches gilt für eine Reihe **übergeordneter Fragestellungen** (Gesundheit, Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung, Umweltschutz, Nutzung der Kernenergie, Gentechnologie, ethische Fragen, Verantwortung der Naturwissenschaften...), die im Unterricht nicht isoliert betrachtet werden sollten. Absprachen innerhalb und zwischen den Fachkonferenzen sind notwendig, um Redundanzen zu vermeiden.

In diesen und anderen geeigneten Zusammenhängen sind auch Kooperationen mit anderen Fächern wie Mathematik, Erdkunde, Deutsch, Englisch, Kunst, Technik oder Religionslehre möglich.

**Inhaltsfelder und fachliche Kontexte für das Fach Physik in der Sekundarstufe I**

<b>Jahrgangsstufen 5/6</b>	
<b>Inhaltsfelder</b>	<b>Fachliche Kontexte</b>
<b>Die obligatorisch zu erwerbenden zugehörigen Kompetenzen finden sich im Kapitel 3.1 und 3.3.</b>	<b>Die nachfolgend vorgeschlagenen Kontexte können durch gleichwertige ersetzt werden, wenn die Fachkonferenz dies beschließt.</b>
<b>Elektrizität</b>	<b>Elektrizität im Alltag</b>
Sicherer Umgang mit Elektrizität, Stromkreise, Leiter und Isolatoren, UND-, ODER- und Wechselschaltung, Dauermagnete und Elektromagnete, Magnetfelder, Nennspannungen von elektrischen Quellen und Verbrauchern, Wärmewirkung des elektrischen Stroms, Sicherung Einführung der Energie über Energiewandler und Energietransportketten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schülerinnen und Schüler experimentieren mit einfachen Stromkreisen</li> <li>• Was der Strom alles kann (Geräte im Alltag)</li> <li>• Schülerinnen und Schüler untersuchen ihre eigene Fahrradbeleuchtung</li> <li>• Messgeräte erweitern die Wahrnehmung</li> </ul>
<b>Temperatur und Energie</b>	<b>Sonne – Temperatur – Jahreszeiten</b>
Thermometer, Temperaturmessung, Volumen- und Längenänderung bei Erwärmung und Abkühlung, Aggregatzustände (Teilchenmodell) Energieübergang zwischen Körpern verschiedener Temperatur Sonnenstand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Was sich mit der Temperatur alles ändert</li> <li>• Leben bei verschiedenen Temperaturen</li> <li>• Die Sonne – unsere wichtigste Energiequelle</li> </ul>
<b>Das Licht und der Schall</b>	<b>Sehen und Hören</b>
Licht und Sehen, Lichtquellen und Lichtempfänger, geradlinige Ausbreitung des Lichts, Schatten, Mondphasen Schallquellen und Schallempfänger, Reflexion, Spiegel Schallausbreitung, Tonhöhe und Lautstärke	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicher im Straßenverkehr – Augen und Ohren auf!</li> <li>• Sonnen- und Mondfinsternis</li> <li>• Physik und Musik</li> </ul>

<b>Jahrgangsstufen 7/9</b>	
<b>Inhaltsfelder</b>	<b>Fachliche Kontexte</b>
<b>Die obligatorisch zu erwerbenden zugehörigen Kompetenzen finden sich im Kapitel 3.1 und 3.3.</b>	<b>Die nachfolgend vorgeschlagenen Kontexte können durch gleichwertige ersetzt werden, wenn die Fachkonferenz dies beschließt.</b>
<b>Optische Instrumente, Farbzerlegung des Lichts</b>	<b>Optik hilft dem Auge auf die Sprünge</b>
Aufbau und Bildentstehung beim Auge – Funktion der Augenlinse Lupe als Sehhilfe, Fernrohr Brechung, Reflexion, Totalreflexion und Lichtleiter Zusammensetzung des weißen Lichts	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit optischen Instrumenten „Unsichtbares“ sichtbar gemacht</li> <li>• Lichtleiter in Medizin und Technik</li> <li>• Die Welt der Farben</li> <li>• Die ganz großen Sehhilfen: Teleskope und Spektrometer</li> </ul>
<b>Elektrizität</b>	<b>Elektrizität – messen, verstehen, anwenden</b>
Einführung von Stromstärke und Ladung, Eigenschaften von Ladung, elektrische Quelle und elektrischer Verbraucher Unterscheidung und Messung von Spannungen und Stromstärken, Spannungen und Stromstärken bei Reihen- und Parallelschaltungen elektrischer Widerstand , Ohm'sches Gesetz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektroinstallationen und Sicherheit im Haus</li> <li>• Autoelektrik</li> <li>• Hybridantrieb</li> </ul>
<b>Kraft, Druck, mechanische und innere Energie</b>	<b>Werkzeuge und Maschinen erleichtern die Arbeit</b>
Geschwindigkeit, Kraft als vektorielle Größe, Zusammenwirken von Kräften, Gewichtskraft und Masse, Hebel und Flaschenzug, mechanische Arbeit und Energie, Energieerhaltung Druck , Auftrieb in Flüssigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfache Maschinen: Kleine Kräfte, lange Wege</li> <li>• 100 m in 10 Sekunden (Physik und Sport)</li> <li>• Anwendungen der Hydraulik</li> <li>• Tauchen in Natur und Technik</li> </ul>
<b>Radioaktivität und Kernenergie</b>	<b>Radioaktivität und Kernenergie – Grundlagen, Anwendungen und Verantwortung</b>
Aufbau der Atome, ionisierende Strahlung (Arten, Reichweiten, Zerfallsreihen, Halbwertszeit) Strahlennutzen, Strahlenschäden und Strahlenschutz Kernspaltung Nutzen und Risiken der Kernenergie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radioaktivität und Kernenergie – Nutzen und Gefahren</li> <li>• Strahlendiagnostik und Strahlentherapie</li> <li>• Kernkraftwerke und Fusionsreaktoren</li> </ul>

<b>Jahrgangsstufen 7/9</b>	
<b>Inhaltsfelder</b>	<b>Fachliche Kontexte</b>
<b>Die obligatorisch zu erwerbenden zugehörigen Kompetenzen finden sich im Kapitel 3.1 und 3.3.</b>	<b>Die nachfolgend vorgeschlagenen Kontexte können durch gleichwertige ersetzt werden, wenn die Fachkonferenz dies beschließt.</b>
<b>Energie, Leistung, Wirkungsgrad</b>	<b>Effiziente Energienutzung: eine wichtige Zukunftsaufgabe der Physik</b>
Energie und Leistung in Mechanik, Elektrik und Wärmelehre Aufbau und Funktionsweise eines Kraftwerkes regenerative Energieanlagen Energieumwandlungsprozesse, Elektromotor und Generator , Wirkungsgrad Erhaltung und Umwandlung von Energie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strom für zu Hause</li> <li>• Das Blockheizkraftwerk</li> <li>• Energiesparhaus</li> <li>• Verkehrssysteme und Energieeinsatz</li> </ul>

## 5. Leistungsbewertung

Die rechtlich verbindlichen Hinweise zur Leistungsbewertung sowie die Verfahrensvorschriften sind im Schulgesetz § 48 (1)(2) sowie in der APOSI § 6 (1)(2) dargestellt.

Die Fachkonferenz legt nach § 70 (4) SchG Grundsätze zu Verfahren und Kriterien der Leistungsfeststellung fest. Sie orientiert sich dabei an den im Lehrplan ausgewiesenen Kompetenzen.

Kompetenzerwartungen und Kriterien der Leistungsbewertung müssen den Schülerinnen und Schülern sowie deren Erziehungsberechtigten im Voraus transparent gemacht werden.

Die Leistungsbewertung bezieht sich auf die im Zusammenhang mit dem Unterricht zu erwerbenden Kompetenzen (Kapitel 3.1 und 3.3). Den Schülerinnen und Schülern muss im Unterricht hinreichend Gelegenheit gegeben werden, diese Kompetenzen in den bis zur Leistungsüberprüfung angestrebten Ausprägungsgraden zu erwerben

Erfolgreiches Lernen ist kumulativ. Dies bedingt, dass Unterricht und Lernerfolgsüberprüfungen darauf ausgerichtet sein müssen, Schülerinnen und Schülern Gelegenheit zu geben, grundlegende Kompetenzen, die sie in den vorangegangenen Jahren erworben haben, wiederholt anzuwenden.

Für Lehrerinnen und Lehrer sind die Ergebnisse von Lernerfolgsüberprüfungen Anlass, die Zielsetzungen und die Methoden ihres Unterrichts zu überprüfen und ggf. zu modifizieren. Für die Schülerinnen und Schüler sollen sie eine Rückmeldung über den aktuellen Lernstand sowie eine Hilfe für weiteres Lernen darstellen.

Der Unterricht und die Lernerfolgsüberprüfungen sind daher so anzulegen, dass sie den Lernenden auch Erkenntnisse über die individuelle Lernentwicklung ermöglichen. Die Beurteilung von Leistungen soll demnach mit der Diagnose des erreichten Lernstandes und individuellen Hinweisen für das Weiterlernen verbunden werden. Wichtig für den weiteren Lernfortschritt ist es, bereits erreichte Kompetenzen herauszustellen und die Lernenden zum Weiterlernen zu ermutigen. Dazu gehören auch Hinweise zu Erfolg versprechenden individuellen Lernstrategien. Den Eltern sollen Wege aufgezeigt werden, wie sie das Lernen ihrer Kinder unterstützen können.

Im Sinne der Orientierung an Standards sind grundsätzlich alle in Kapitel 3 des Lehrplans ausgewiesenen Bereiche der prozessbezogenen und konzeptbezogenen Kompetenzen bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Dabei kommt dem Bereich der prozessbezogenen Kompetenzen der gleiche Stellenwert zu wie den konzeptbezogenen Kompetenzen.

Die Entwicklung von prozess- und konzeptbezogenen Kompetenzen lässt sich durch genaue Beobachtung von Schülerhandlungen feststellen. Dabei ist zu beachten, dass Ansätze und Aussagen, die auf nicht ausgereiften Konzepten beruhen, durchaus konstruktive Elemente in Lernprozessen sein können. Die Beobachtungen erfassen die Qualität, Häufigkeit und Kontinuität der Beiträge, die die Schülerinnen und Schüler im Unterricht einbringen. Diese Beiträge sollen unterschiedliche mündliche, schriftliche und praktische Formen in enger Bindung an die Aufgabenstellung und das Anspruchsniveau der jeweiligen Unterrichtseinheit umfassen. Gemeinsam ist

diesen Formen, dass sie in der Regel einen längeren, abgegrenzten, zusammenhängenden Unterrichtsbeitrag einer einzelnen Schülerin, eines einzelnen Schülers bzw. einer Gruppe von Schülerinnen und Schülern darstellen.

Zu solchen Unterrichtsbeiträgen zählen:

- **mündliche Beiträge wie Hypothesenbildung, Lösungsvorschläge, Darstellen von Zusammenhängen und Bewerten von Ergebnissen,**
- **qualitatives und quantitatives Beschreiben von Sachverhalten, auch in mathematisch-symbolischer Form,**
- **Analyse und Interpretation von Texten, Graphiken und Diagrammen,**
- **selbstständige Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten,**
- **Erstellen von Produkten wie Dokumentationen zu Aufgaben, Untersuchungen und Experimenten, Protokolle, Präsentationen, Lernplakate, Modelle,**
- **Erstellung und Präsentation von Referaten,**
- **Führung eines Heftes, Lerntagebuchs oder Portfolios,**
- **Beiträge zur gemeinsamen Gruppenarbeit,**
- **kurze schriftliche Überprüfungen.**

Das Anfertigen von Hausaufgaben gehört nach § 42 (3) SchG zu den Pflichten der Schülerinnen und Schüler. Unterrichtsbeiträge auf der Basis der Hausaufgaben können zur Leistungsbewertung herangezogen werden.

Am Ende eines jeden Schulhalbjahres erhalten die Schülerinnen und Schüler eine Zeugnisnote gemäß § 48 SchG, die Auskunft darüber gibt, inwieweit ihre Leistungen den im Unterricht gestellten Anforderungen entsprochen haben. In die Note gehen alle im Zusammenhang mit dem Unterricht festgestellten Leistungen ein. Die Ergebnisse schriftlichen Überprüfungen dürfen keine bevorzugte Stellung innerhalb der Notengebung haben.