

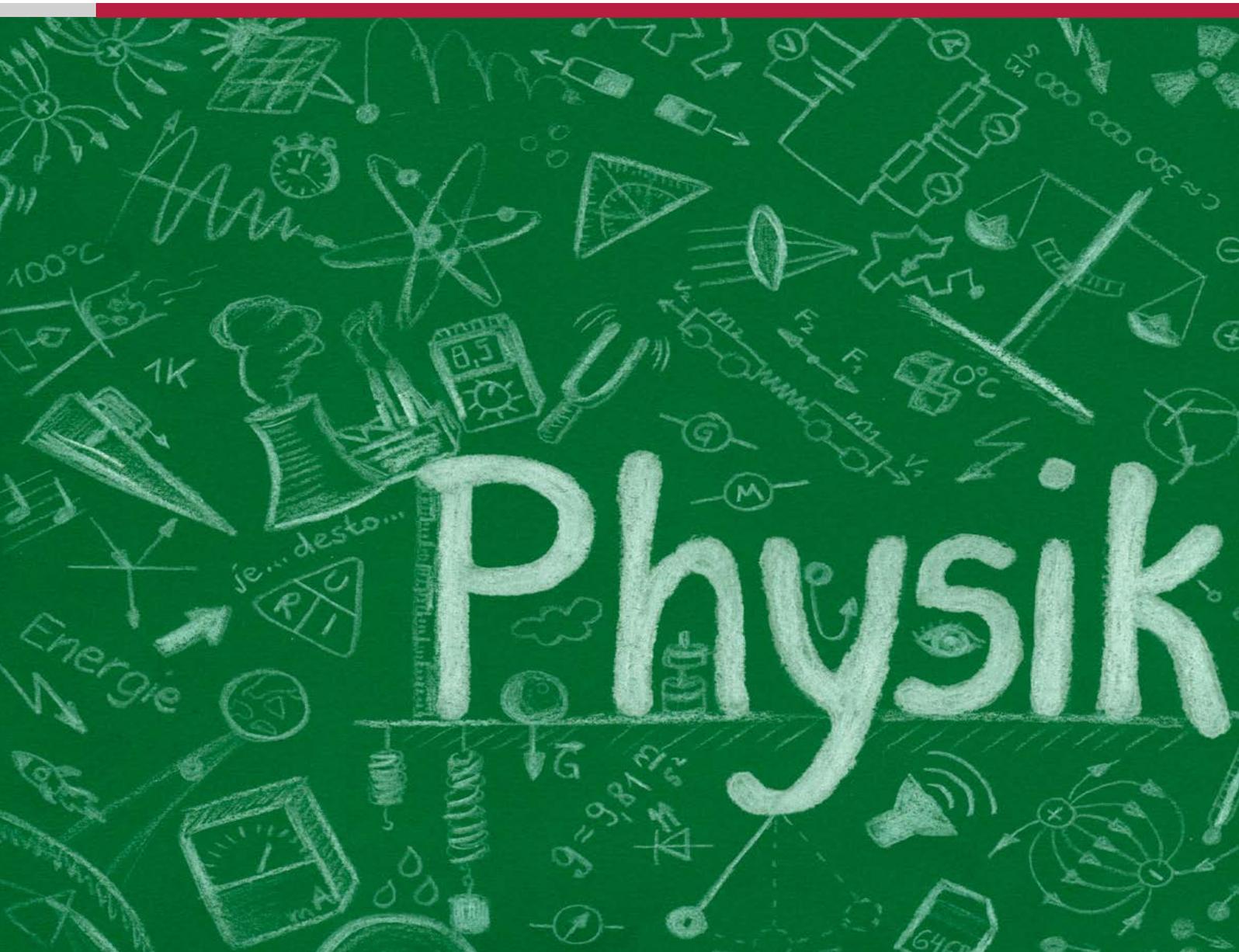


Rheinland-Pfalz

PÄDAGOGISCHES
LANDESINSTITUT

PRAXIS UND FORSCHUNG – SELBSTSTÄNDIG UND FRAGENGELEITET EXPERIMENTIEREN

Handreichung zur Umsetzung des Lehrplans Physik – Themenfeld 12



In den PL-Informationen werden Ergebnisse veröffentlicht, die von Lehrerinnen und Lehrern aller Schularten unter Einbeziehung weiterer Experten erarbeitet und auf der Grundlage der aktuellen pädagogischen oder fachdidaktischen Diskussion für den Unterricht oder die Schulentwicklung aufbereitet wurden. Mit ihnen werden Anregungen gegeben, wie Schulen bildungspolitische Vorgaben und aktuelle Entwicklungen umsetzen können.

Die PL-Informationen erscheinen unregelmäßig. Unser Materialangebot finden Sie im Internet auf dem Landesbildungsserver unter folgender Adresse:

<https://pl.bildung-rp.de/publikationen>

Die vorliegende Veröffentlichung wird gegen eine Schutzgebühr von 6,00 Euro zzgl. Versandkosten abgegeben. Bestellungen richten Sie bitte an das Pädagogische Landesinstitut:

bestellung@pl.rlp.de

IMPRESSUM

Herausgeber:

Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz
Standort Bad Kreuznach
Röntgenstraße 32
55543 Bad Kreuznach
pl@pl.rlp.de

Redaktion:

Benjamin Hinkeldey, Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Skriptbearbeitung:

Corina Blumenröder-Zimmer, Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Titelbild:

Andrea Bürgin, Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Erscheinungstermin: September 2019

ISSN 2190-9148



Soweit nicht anders gekennzeichnet, ist die Weiternutzung als OER ausdrücklich erlaubt:
Dieses Werk und dessen Inhalte sind - sofern nicht anders angegeben – lizenziert unter CC BY 4.0. „Praxis und Forschung – Selbstständig und fragengeleitet experimentieren“ von Pädagogisches Landesinstitut, Lizenz: CC BY 4.0.

Der Lizenzvertrag ist hier abrufbar: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Die Abb. 3 auf S. 14 steht hingegen unter einer CC-BY-SA (vgl. dort).

INHALT

1	Themenfeld 12: Praxis und Forschung – Selbstständig und fragengeleitet experimentieren	3
1.1	Überblick über das zwölfte Themenfeld	3
1.2	Die Themenfeld-Doppelseite	4
1.3	Vom Themenfeld zur Unterrichtsplanung	6
1.3.1	Intention	6
1.3.2	Kompetenzen	6
1.3.3	Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte sowie Fachbegriffe	7
1.3.4	Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung	8
1.3.5	Differenzierungsmöglichkeiten	8
1.3.6	Bezüge	9
1.4	Der rote Faden: Themenfeld 12 und seine Bezüge zu anderen Themenfeldern	10
1.5	Didaktische Schwerpunktsetzung des Themenfeldes	11
2	Beispiele aus dem Unterricht	15
	Autorinnen und Autoren	17

1 THEMENFELD 12: PRAXIS UND FORSCHUNG – SELBSTSTÄNDIG UND FRAGENGELEITET EXPERIMENTIEREN

1.1 Überblick über das zwölfte Themenfeld

Der neue Lehrplan im Fach Physik für die Klassen 7 bis 9/10 der weiterführenden Schulen des Landes Rheinland-Pfalz trat zum Schuljahr 2014/15 in Kraft und schließt konzeptionell an den Lehrplan des Faches Naturwissenschaften in der Orientierungsstufe an.

Die drei Säulen des NaWi-Unterrichts Kompetenzen, Basiskonzepte und Kontexte bilden auch die Stützpfeiler des Physik-Lehrplans und erfordern eine darauf aufbauende unterrichtliche Umsetzung.

Das zwölfte Themenfeld bildet den Abschluss des spiralig angelegten Curriculums. Im Unterricht zu diesem Themenfeld sollen die Lernenden experimentierend und forschend tätig werden und möglichst selbst gewählten Fragestellungen experimentell nachgehen. Dabei können Inhalte aus vorangegangenen Themenfeldern aufgegriffen und die erworbenen Kenntnisse und Kompetenzen genutzt und erweitert werden.

Die vorliegende Handreichung stellt die Themenfeld-Doppelseite des Lehrplans vor und zeigt beispielhaft, wie dieses Themenfeld entsprechend den Lehrplananforderungen konkret im Unterricht umgesetzt werden kann.

Aus ökologischen und ökonomischen Gründen werden die in der Handreichung vorgestellten Materialien (z. B. Arbeitsblätter) nicht 1:1 abgedruckt. Einen ersten Eindruck bieten die Vorlagen in stark verkleinerter Form. Alle vorgestellten Materialien stehen in editierbarer Form zum kostenlosen Download auf dem Bildungsserver Rheinland-Pfalz bereit unter:
<https://naturwissenschaften.bildung-rp.de/index.php?id=20456>.

1.2 Die Themenfeld-Doppelseite

TF 12: Praxis und Forschung Selbstständig und fragengeleitet experimentieren

Die Schülerinnen und Schüler haben in den vorangegangenen Themenfeldern Wissen erworben, das in Konzepten (Energie, Materie, Wechselwirkung und System) strukturiert ist. Außerdem haben sie die Methode der Erkenntnisgewinnung (Hypothese, Experiment, Beobachtung, Auswertung) eingeübt.

Ziel dieses letzten Themenfeldes ist die Nutzung des Wissens und der Methoden zur Problemlösung. Die Inhalte können aus verschiedenen Themenfeldern stammen, aber auch völlig neu sein. Der Schwerpunkt kann sowohl auf der Erweiterung als auch auf der Vertiefung des bisher Erlernten liegen. Individuelle Aufgabenstellungen sind genauso möglich wie projektartiges und damit arbeitsteiliges Vorgehen der gesamten Lerngruppe. Ebenso ist ein „physikalisches Praktikum“ unter Beachtung der Zielstellung des Themenfeldes denkbar.

Das selbstständige und fragengeleitete Experimentieren steht im Vordergrund. Die Schülerinnen und Schüler formulieren Fragen bzw. Hypothesen, planen Untersuchungen und führen sie durch. Sie beobachten Vorgänge, werten Daten aus und interpretieren sie. Schließlich beantworten sie die Ausgangsfrage, überprüfen ihre Hypothese oder optimieren ihren Ansatz bzw. ihre Versuchsanordnung, um weitergehende oder genauere Ergebnisse zu erzielen.

Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler

- stellen anhand von Fragestellungen oder Phänomenen Hypothesen auf und überprüfen sie,
- planen Experimente, führen sie durch und dokumentieren die Ergebnisse,
- nutzen physikalische Kenntnisse zur Lösung von Aufgaben und Problemen,
- tauschen sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus.

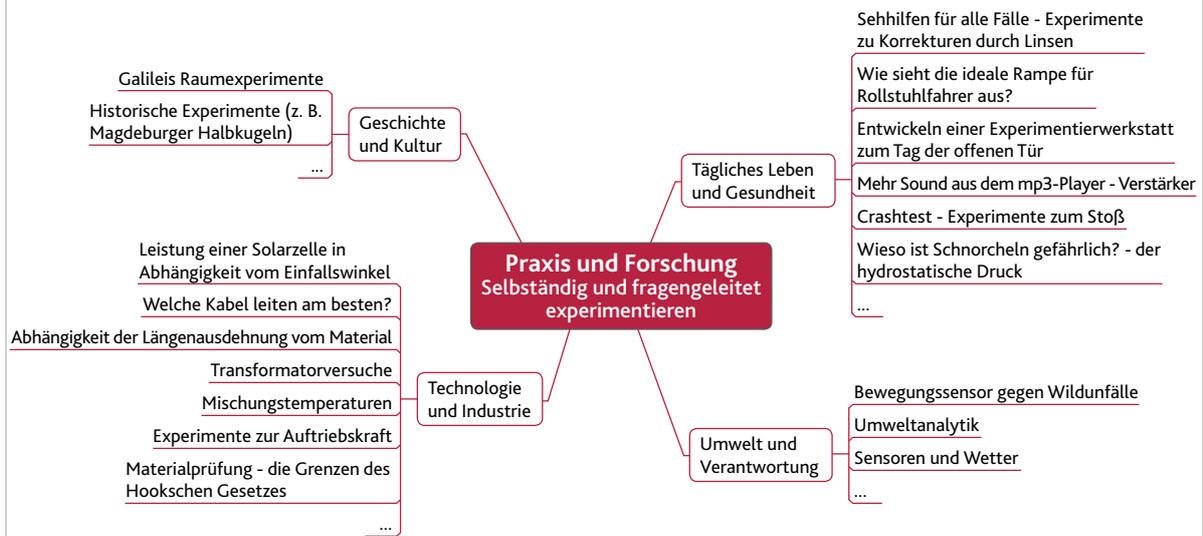
Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:

- Die im Themenfeld 12 auszuschärfenden Konzepte sind abhängig von den ausgewählten Experimenten.

Fachbegriffe:

Abhängig vom gewählten Thema entscheidet die Lehrkraft, welche inhaltsbezogenen Fachbegriffe verwendet werden.

Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:



Differenzierungsmöglichkeiten:

Auf grundlegendem Niveau können einfache Versuche – wenn nötig auch mit Hilfestellungen – zur Wiederholung, Ergänzung und Vertiefung von Inhalten bisheriger Themenfelder durchgeführt werden.

Auf höherem Niveau erfolgt die experimentelle Bearbeitung komplexerer Fragestellungen.

Bezüge:

Die Bezüge sind abhängig von den gewählten Experimenten.

Abb. 1: Auszug aus „Lehrpläne für die naturwissenschaftlichen Fächer – Physik“ S. 122/123

1.3 Vom Themenfeld zur Unterrichtsplanung

Die einzelnen Rubriken der Themenfeld-Doppelseite geben den Rahmen für die Unterrichtsplanung vor. Die Inhalte der Rubriken der linken Seite sind verbindlich umzusetzen, in denen der rechten werden Anregungen für die Unterrichtsgestaltung gegeben.

Themenfeld-Titel		Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung
Intention		
Kompetenzen		Differenzierungsmöglichkeit
Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte	Fachbegriffe	Bezüge

Der zweigeteilte Themenfeld-Titel „Praxis und Forschung – Selbstständig und fragengeleitet experimentieren“ macht deutlich, welcher Schwerpunkt bei der unterrichtlichen Arbeit gesetzt werden soll.

Die Lernenden sollen experimentierend und forschend tätig werden und möglichst selbst gewählten Fragestellungen experimentell nachgehen.

1.3.1 Intention

Die Intention, die im Unterricht verbindlich umzusetzen ist, gibt Aufschluss über die Bildungsabsicht.

Dieses Themenfeld steht am Ende des Physikunterrichts der Mittelstufe und soll den Schülerinnen und Schülern Möglichkeiten zur Anwendung ihres Wissens und der erworbenen Kompetenzen geben. Dabei steht das eigenständige, fragengeleitete Experimentieren im Vordergrund. Dies bedeutet, dass die Lernenden eigene Fragen oder Hypothesen aufstellen und Experimente zur Untersuchung ihrer Fragestellungen planen und durchführen. Bei der Durchführung und Auswertung der Experimente sowie der Formulierung von Antworten auf die gestellten Fragen nutzen sie bisher erworbenes Wissen und Kompetenzen.

Dieses Themenfeld kann sowohl zur Vertiefung bisher behandelter Inhalte als auch zur Erweiterung und zur Behandlung weiterer inhaltlicher Bereiche genutzt werden.

1.3.2 Kompetenzen

Die hier aufgeführten konkreten Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler sind im Rahmen des Themenfeldes verbindlich zu ermöglichen und tragen zur Kompetenzentwicklung bei. In Themenfeld 12 werden Beiträge insbesondere zur Weiterentwicklung der Kompetenzbereiche „Erkenntnisgewinnung“, „Umgang mit Fachwissen“ und „Kommunikation“ geleistet.

Im Mittelpunkt stehen das eigene Experimentieren und die Nutzung naturwissenschaftlicher Konzepte zur Problemlösung. Bei der Präsentation ihrer Ergebnisse argumentieren und diskutieren die Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftlich, und es sollte dabei die Möglichkeit genutzt werden, von der Metaebene auf das Handeln zurückzuschauen und dabei den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess zu reflektieren.

Bei der Arbeit an diesem Themenfeld sollen die Lernenden fragengeleitet experimentieren. Das bedeutet, dass sie ausgehend von einer Situation oder einem Phänomen zunächst Fragen formulieren bzw. Hypothesen aufstellen, die experimentell überprüfbar sind.

Um Antworten auf die von ihnen gewählten Fragestellungen zu erhalten, planen sie entsprechende Experimente, führen diese durch und werten sie aus.

Sowohl bei der Planung der Experimente als auch bei der Durchführung und Auswertung sowie der daraus folgenden Beantwortung ihrer Fragestellung greifen sie auf Kenntnisse zurück, die sie bei der Arbeit an den vorangegangenen Themenfeldern erworben haben. Dabei kann der Mathematisierungsgrad unterschiedlich sein.

Bei der Präsentation ihrer Ergebnisse verwenden sie in angemessener Weise die Fachsprache. Dabei nutzen sie auch fachtypische Darstellungsformen.

1.3.3 Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte sowie Fachbegriffe

Die vermittelten Fachinhalte sollen über die Jahre hinweg Schülerinnen und Schülern helfen, eigene physikalische Konzepte aufzubauen. Deshalb wird das Fachwissen immer an Basiskonzepte angebunden.

Die beiden Rubriken „Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte“ und „Fachbegriffe“ geben verbindliche Hinweise darauf, mit welcher Schwerpunktsetzung die Fachinhalte aufbereitet werden sollen, um das angestrebte Konzeptverständnis zu erreichen und welche Fachbegriffe von den Schülerinnen und Schülern im Unterricht verbindlich benutzt werden sollen.

Bei der Arbeit an Themenfeld 12 werden die im vorangegangenen Unterricht entwickelten Basiskonzepte aufgegriffen. Je nach gewählter Fragestellung und experimentellem Schwerpunkt werden allerdings unterschiedliche Aspekte genutzt bzw. auch weiterentwickelt.

Die im Unterricht zu diesem Themenfeld zu nutzenden Fachbegriffe hängen stark von der gewählten Schwerpunktsetzung ab. Eine verbindliche Vorgabe entfällt daher.

Eine Überfrachtung des Unterrichts mit Begriffen, die der reinen Beschreibung von Phänomenen dienen und weder zur pädagogischen Absicht noch zum Aufbau von Konzepten gebraucht werden, ist dringend zu vermeiden.

1.3.4 Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung

Diese Rubrik zeigt bildungsrelevante Kontexte und konkrete Fragestellungen aus vier lebensweltlichen Bereichen, die zentralen Bedürfnisfeldern der Menschen entsprechen. Es sind Vorschläge, wie das zwölfte Themenfeld kontextuell angebunden werden kann. Weder die Abdeckung der vier Äste der Mindmap noch die Umsetzung dort aufgeführter Kontexte sind verbindlich. Sie sollen lediglich die Vielfalt der Möglichkeiten aufzeigen und entsprechende Anregungen geben. Bei der Wahl geeigneter Kontexte für die eigene Unterrichtsplanung sollten neben individuellen Interessen der Lernenden auch schulische Besonderheiten beachtet werden:

- fächerverbindende oder integrierte Lernangebote (z. B. Biologie, Chemie),
- Möglichkeit für Projekte, z. B. im Ganztagsunterricht,
- Zusammenarbeit mit nicht-naturwissenschaftlichen Fächern oder dem Wahlpflichtfach,
- schulische Ausstattung,
- aktuelle Themen/Anlässe,
- Angebote außerschulischer Kooperationspartner.

1.3.5 Differenzierungsmöglichkeiten

Die dargestellten Möglichkeiten beziehen sich sowohl auf äußere Differenzierung, wie z. B. für unterschiedliche Schulformen, als auch auf binnendifferenzierte Arbeitsweisen innerhalb einzelner Lerngruppen. Sie schlagen Ansatzpunkte für die Differenzierung nach oben wie nach unten vor, um die Lerninhalte individuell an die Bedürfnisse und Fähigkeiten der Lerngruppen anzupassen.

Der erste Absatz macht deutlich, dass das Ziel des Themenfeldes bei leistungsschwächeren Lerngruppen dadurch angestrebt werden kann, dass einfache Versuche ausgewählt und durchgeführt werden. Eventuell können von den Lehrkräften auch Hilfestellungen gegeben werden. Inhaltlich werden die Experimente eher bekannte und in vorangegangenen Themenfeldern behandelte Aspekte aufgreifen.

Eine Differenzierung nach oben kann durch die Wahl komplexerer Fragestellungen und/oder die Ausweitung auf bislang nicht oder kaum behandelte Inhalte erfolgen.

1.3.6 Bezüge

Um Synergien nutzen zu können, empfiehlt es sich, zumindest die Arbeitspläne und Unterrichtsverteilungen der naturwissenschaftlichen Fächer NaWi, Biologie, Chemie und Physik aufeinander abzustimmen. Welche Voraussetzungen genau in NaWi geschaffen wurden bzw. wie die optimale Anbindung an die späteren Themenfelder in Chemie und Biologie aussehen kann, ist u. a. wegen der Kontingenzstundentafel und der darauf aufbauenden schulinternen Arbeitspläne sehr schulspezifisch. Auch deswegen empfehlen sich Absprachen innerhalb der Fachkonferenz bzw. fächerübergreifend. Je besser die Vernetzung zwischen den Fächern erfolgt, desto kontinuierlicher werden Kompetenzen entwickelt und desto besser gelingt ein kumulativer Aufbau der Basiskonzepte.

Da zu diesem Themenfeld keine inhaltlichen Vorgaben gemacht werden, ist eine Angabe der Bezüge in allgemeiner Form nicht möglich. Je nach gewähltem Schwerpunkt werden sich unterschiedliche Bezüge zu Lehrplanthemen der anderen naturwissenschaftlichen Fächer sowie zu Themenfeldern des Physik-Lehrplans ergeben. Hier ist die Lehrkraft gefordert, den Lernenden passende Bezüge zu vorangegangenen Themenfeldern aufzuzeigen. Alternativ dazu kann es auch ein Auftrag an die Lernenden sein aufzuzeigen, in welchem Fach bzw. bei welchem Themenfeld sie bereits Kenntnisse erworben haben, die ihnen bei der Bearbeitung der gewählten Aufgabenstellung hilfreich sind.

1.4 Der rote Faden: Themenfeld 12 und seine Bezüge zu anderen Themenfeldern

Der Physiklehrplan zielt auf die Entwicklung von Basiskonzepten, mit deren Hilfe sich die Schülerinnen und Schüler ein Bild von der Physik machen können, die Ihnen aber auch in den anderen Naturwissenschaften bei der Erklärung ihrer lebensweltlichen Fragen helfen können. In der unten stehenden Grafik ist erkennbar, dass die Basiskonzepte kontinuierlich weiter entwickelt werden und einzelne Themenfelder jeweils auf unterschiedliche Weise Beiträge zur Entwicklung dieser Basiskonzepte leisten.

Basiskonzept	TF 1	TF 2	TF 3	TF 4	TF 5	TF 6	TF 7	TF 8	TF 9	TF 10	TF 11	TF 12
Energie												
System												
Teilchen-Materie/Stoff												
Struktur-Eigenschaft-Funktion												
Chemische Reaktion												
Wechselwirkung												
Entwicklung												

Basiskonzept verpflichtend ■ Basiskonzept fakultativ |||||

Abb. 2: Entwicklung von Basiskonzepten

Die Darstellung macht deutlich, dass in diesem Themenfeld keine gezielte Weiterentwicklung eines bestimmten Basiskonzeptes vorgesehen ist, sondern dass vielmehr die im vorangegangenen Unterricht bereits entwickelten Basiskonzepte zur Erklärung der Phänomene bzw. Funktionsweisen herangezogen werden sollen. Je nach gewählter Fragestellung und experimenteller Schwerpunktsetzung werden dabei bekannte Aspekte aufgegriffen und vertieft oder es werden neue Aspekte erarbeitet und damit das Wissen zu dem bzw. den betreffenden Basiskonzepten erweitert.

1.5 Didaktische Schwerpunktsetzung dieses Themenfeldes

Das Themenfeld 12 soll den Lernenden die Möglichkeit bieten, eigenständig zu experimentieren und dabei möglichst selbstgewählte Fragestellungen zu bearbeiten. Dabei können sie das bisher erworbene, an Basiskonzepte angebundene Wissen nutzen, um Experimente passend zu ihren Fragestellungen zu konzipieren, durchzuführen und die Ergebnisse entsprechend zu interpretieren.

Der Unterricht zu Themenfeld 12 sollte also nicht das Ziel verfolgen, im Sinne eines physikalischen Praktikums an einer Vielzahl von Stationen experimentelle Versuchsanordnungen abzuarbeiten, sondern es ist vielmehr angestrebt, dass die Lernenden sich bewusst mit der experimentellen Methode auseinandersetzen und das Zusammenspiel von Hypothesenbildung, Konzeption des Experiments, Datenerfassung und -auswertung, Interpretation und Rückkopplung zur Hypothese am eigenen Beispiel durchlaufen und reflektieren.

Bei der Auswahl der Fragestellungen bzw. Experimente ist es keineswegs zwingend erforderlich, dass die Auswertung des Experiments auf die Formulierung eines mathematischen Zusammenhangs (bzw. einer quantitativ beschreibbaren physikalischen Gesetzmäßigkeit) hinausläuft. Je nach gewählter Fragestellung kann der Schwerpunkt der Arbeit z. B. auch darin liegen, eine Alltagssituation passend zu modellieren oder die Funktionsweise komplexer Geräte oder Anordnungen zu verstehen. Wesentlich ist der Aspekt der bewussten Auseinandersetzung mit der experimentellen Methode, bezogen auf die jeweilige konkrete Problemstellung. Aufgabe der Lehrkraft ist es, den Lernenden diesen Fokus bewusst zu machen und sowohl bei der Planung des Unterrichts zu diesem Themenfeld als auch bei der konkreten Umsetzung passende Situationen vorzusehen, in denen die experimentelle Vorgehensweise der Lernenden von der Metaebene her reflektiert werden kann.

Verschiedene Möglichkeiten der experimentellen Schwerpunktsetzung

Wenn die gewählte Fragestellung auf eine quantitativ formulierbare Hypothese hinausläuft, so kommt dem Ermitteln von Messwerten sowie der Auswertung dieser Daten eine größere Bedeutung zu. In diesem Fall sollte darauf geachtet werden, dass sich Daten gut ermitteln und untersuchen lassen. Ein Schwerpunkt liegt dabei auch auf dem reflektierten Umgang mit Daten und Ergebnissen. Dazu gehören z. B. der Umgang mit Messungenauigkeiten, die graphische Darstellung und basierend darauf die Formulierung möglicher mathematischer Zusammenhänge.

Wenn die gewählte Fragestellung darauf abzielt, einen Sachverhalt passend zu modellieren, so wird zunächst zu klären sein, welche Aspekte des Sachverhalts für eine Modellierung relevant sind. In einem folgenden Schritt wird geklärt, welche Materialien bzw. Geräte sich für eine Modellierung eignen und welche Zuordnung zwischen Aspekten des Modells und der Realität vorgenommen wird. In einem solchen Fall kann der Schwerpunkt der Arbeit in der Auseinandersetzung mit der Frage liegen, inwieweit die gewählte Modellierung die Realsituation geeignet abbildet.

Wie komme ich zu entsprechenden Ideen?

Es gibt vielfältige Möglichkeiten, physikalische Fragestellungen zu entwickeln, die Schülerinnen und Schüler interessieren. Auch die Gestaltungsmöglichkeiten der Bearbeitungen sind zahlreich. Aus dieser Vielfalt ergeben sich jedoch auch Schwierigkeiten.

Ein **gänzlich offener Einstieg** in das Thema kann leicht zu einer **Überforderung** führen. Eine Frage à la „Was wolltet ihr denn schon immer einmal wissen?“ ist nicht zielführend. Für die Lehrkraft stellt sich also die Frage: „Wie gelange ich möglichst ohne konkrete Vorgaben zu einer Fragestellung, die physikalische Inhalte abdeckt, durch wissenschaftliche Methoden betrachtet werden kann und zudem noch Gelegenheiten bietet, auf einer Metaebene das Vorgehen der Schülerinnen und Schüler zu thematisieren?“

Zeitgleich muss man als Lehrkraft auch auf **die an sich selbst gestellten Anforderungen** achten: Selbst wenn sich die Schülerinnen und Schüler einer Klasse letztlich in 8 Gruppen zusammenfinden, die gemeinsam arbeiten wollen, so wird es kaum zu leisten sein, 8 Gruppen gleichzeitig und in angemessenem Umfang mit Hilfestellungen, Anregungen, Material und Feedback zu versorgen, wobei alle Gruppen gänzlich unterschiedliche Fragestellungen, vielleicht gar unter physikalischen Gesichtspunkten unterschiedliche Themenbereiche bearbeiten.

Eine Möglichkeit, weder die Lerngruppe noch sich selbst zu überfordern, besteht darin, das Themengebiet einzugrenzen. Man könnte zum Beispiel dadurch steuern, dass man einen **bestimmten Themenbereich vorgibt, z. B. „Regenerative Energien“**, und die Lernenden etwa fragen, was sie aus diesem Bereich besonders interessiert. Andere mögliche Bereiche könnten z. B. Kommunikationstechnologie, Optik, Akustik oder Umwelttechnologie sein. Man könnte aber auch mit einem **konkreten Kontext** einsteigen und darüber an den Interessen der Lernenden anknüpfen – etwa am Interesse für Kriminalserien mit der Untersuchung eines Tatorts (Spurensicherung, Analyse von Fußabdrücken, Gewebeproben oder sonstigen Stoffen, Ballistik usw.). Auch auf diese Weise erreicht man, dass die Schülerinnen und Schüler in einem engeren Feld Fragen entwickeln.

Zwei Punkte sind in jedem Falle ausschlaggebend:

Erstens: Die Schülerinnen und Schüler sollen **selbstständig ihre Fragen formulieren**, damit ihre Auseinandersetzung damit für sie sinnvoll und zweckhaft ist – der Unterricht zu diesem Themenfeld soll also nicht auf das praktikumsartige Abarbeiten von vorgefertigten Versuchen hinauslaufen. Zweitens: Das Finden der Fragen sollte so unterstützt werden, dass eine **Schwerpunktsetzung im Hinblick auf die wissenschaftliche Methode** (Modellierung, Messwerterfassung, Datenauswertung, Betrachten von Messungenauigkeiten, Aufstellen einer Gesetzmäßigkeit usw.) **und deren Metakognition** möglich ist. Hierin besteht die vorrangige Aufgabe der Lehrkraft.

Neben den Anregungen auf der Themenfeld-Doppelseite oder anderen, entsprechend den obigen Überlegungen vorgegebenen Kontexten können auch Fragestellungen aufgegriffen werden, die bei der Behandlung vorangegangener Themenfelder aufkamen, zu diesem Zeitpunkt aber die (mathematischen oder methodischen) Fertigkeiten der Schülerinnen und Schüler überschritten hätten, oder für die schlichtweg keine Zeit zur Verfügung stand. Beispielsweise könnte in Themenfeld 1 die Frage nach effektiver Schalldämmung aufgekommen sein. Entsprechende Einflussmöglichkeiten könnten nun qualitativ oder sogar quantitativ untersucht werden (Pegelmessung, Logarithmen, subjektive Lautstärkewahrnehmung etc.). Alternativ könnten bei anderen Themenfeldern auch Fragestellungen aufgetreten sein, die z. B. den mechanischen Druck thematisieren, Fragen zur Schwimmfähigkeit/zum Auftrieb, zur Höhenkrankheit, vielleicht zu mechanischen Grenzen bei Tiefseerkundungen oder bei der Raumfahrt etc.

Auch **fächerübergreifende Ansätze** können sinnvolle Fragestellungen hervorbringen. Wird im Sportunterricht Akrobatik unterrichtet, so könnte z. B. das Schleuderbrett aus dem Zirkus als Themengeber für den Physikunterricht herangezogen werden.

Stellt sich zu Beginn der Unterrichtsreihe im Gespräch mit den Lernenden ein Themenschwerpunkt heraus, oder wird ein Interessenschwerpunkt innerhalb eines vorgegebenen Kontextes ersichtlich, ist die Lehrkraft gefordert. Gegebenenfalls kann die Fragestellung der Schülerinnen und Schüler präzisiert (oder verallgemeinert) werden, sodass eine Modellierung mit verfügbarem (Sammlungs-)Material möglich wird. Hier sind unterschiedlichste Grade der Öffnung (oder Lenkung) möglich.

Ist man z. B. im Zusammenhang mit der Spurensicherung auf Fußabdrücke gekommen, so könnte eine Untersuchung von Spuren im Schnee angeregt werden – eine entsprechende Modellierung wird in dieser Handreichung vorgestellt. Bleibt man im weitesten Sinne bei der Kriminalität, so könnte die Geschichte eines Gefängnisausbruchs motivieren, die Belastbarkeit von Textilien zu untersuchen (siehe: Untersuchung der Elastizität von Damenstrümpfen).

Es ist durchaus gewinnbringend – und im Sinne der Effizienz und Ressourcenschonung wünschenswert – wenn mehrere Gruppen das Gleiche oder ähnliche Themen bearbeiten. Die Unterschiede in deren Methode, Auswertung, Darstellung, Fehlerbetrachtung usw. können dann in einem späteren Schritt thematisiert werden.

2 BEISPIELE AUS DEM UNTERRICHT

Modellexperimente

Immer dann, wenn sich eine reale Situation oder ein realer Sachverhalt der direkten Beobachtung entzieht, lässt sich eine Untersuchung nur anhand eines Modellexperiments durchführen. In einem solchen Fall lassen sich quantitative Ergebnisse lediglich sehr begrenzt auf die Realsituation übertragen. Der Schwerpunkt der Bearbeitung kann hier vielmehr auf der Frage liegen, inwieweit die gewählte Modellierung die Realsituation geeignet abbildet.

Im konkreten Fall ging es um die Untersuchung der von Schülerinnen und Schülern formulierten Fragestellung „Wovon hängt es eigentlich ab, wie tief man bei einer Schneewanderung im Neuschnee einsinkt?“

Da diese Frage jedoch im Frühsommer gestellt wurde und daher Neuschnee nicht zur Verfügung stand, war zunächst einmal zu klären, welches Material sich für die Modellierung von Schnee eignet. In weiteren Schritten wurden dann Hypothesen bezüglich physikalischer Größen formuliert, die einen Einfluss auf die Einsinktiefe haben könnten. Im Experiment wurden schließlich diese Einflüsse qualitativ untersucht und mit der Erfahrung und den Hypothesen abgeglichen. Die nebenstehende Abbildung (Abb. 4) zeigt dies am Beispiel der Modellierung von Schnee durch Rasierschaum.



Abb. 3: Spuren im Schnee *



Abb. 4: Spuren im Schnee – Modellierung

* Abb. 3: (https://cdn.pixabay.com/photo/2013/02/23/16/43/traces-85412_960_720.jpg, <https://pixabay.com/de/service/license/>)

Quantitative Untersuchungen und das Überprüfen von Gesetzmäßigkeiten

In vielen Fällen werden von den Lernenden Fragen formuliert, die sich im Realexperiment untersuchen und quantitativ beantworten lassen. Bei einer derartigen Zielsetzung wird vielfach die Gewinnung von ausreichend vielen Daten sowie auf deren Basis das Formulieren oder Überprüfen einer Gesetzmäßigkeit angestrebt.

In einem konkreten Fall ging es um die Untersuchung der Elastizität bzw. Reißfestigkeit von Nylonstrümpfen (Abb. 5). Die Schülergruppe formulierte folgende Untersuchungsfragen: Was ist die Belastungsgrenze eines neuen Strumpfes? Was ist die Belastungsgrenze eines getragenen Strumpfes? Macht es einen Unterschied ob der Strumpf 20 oder 40 DEN hat? Ermüdet das Material nach einiger Zeit schneller? Macht es einen Unterschied ob die Strümpfe farbig sind? Sowohl die Formulierungen der Fragen als auch die Ergebnisse der Untersuchungen boten Anlass, sich mit der Sinnhaftigkeit bzw. Notwendigkeit der Formulierung einer mathematischen Gesetzmäßigkeit auseinanderzusetzen.



Abb. 5: Damenstrumpf

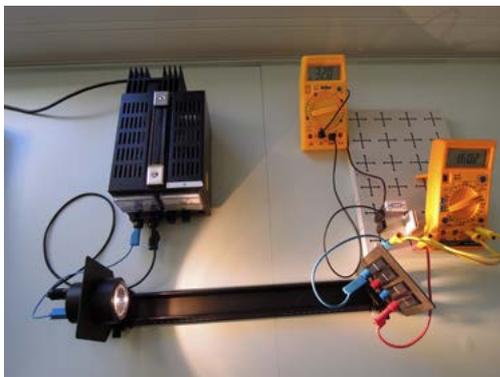


Abb. 6: Untersuchung der Solarzelle

In einem anderen Fall wurde im Zusammenhang mit dem von der Lehrkraft vorgegebenen Schwerpunkt „Nachhaltigkeit“ die Untersuchungsfrage formuliert: Wovon hängt die von einer Solarzelle abgegebene Leistung ab? Im weiteren Verlauf wurden Vermutungen hinsichtlich möglicher Einflussgrößen aufgestellt und unter anderem der Einfluss des Einstrahlungswinkels quantitativ untersucht (Abb. 6). In diesem Fall konnte eine Vermutung sowohl mathematisch formuliert als auch experimentell überprüft werden.

Materialien

Da der Schwerpunkt des Themenfeldes auf der eigenständigen Planung, Durchführung und Reflexion von Untersuchungen zu selbstgewählten Schwerpunkten liegt, werden im Rahmen dieser Handreichung – im Gegensatz zu den bisherigen Themenfeldern – ganz bewusst keine Planungen und Arbeitsblätter für konkrete Experimente vorgestellt.

Vorgestellt werden jedoch Anregungen und Beispiele, die unter diesem übergeordneten Gesichtspunkt unabhängig von der gewählten Fragestellung eingesetzt werden können. Dies betrifft die Aspekte „Umgang mit Messungenauigkeiten“ sowie „Wissenschaftliches Arbeiten“.

AUTORINNEN UND AUTOREN

Norbert Ames

Staatliches Eifel-Gymnasium, Neuerburg

Birgit Becher

Realschule plus Kirchheimbolanden, Kirchheimbolanden

Esther Braun

Integrierte Gesamtschule Nieder-Olm, Nieder-Olm

Martin Buchhold

Kurfürst-Balduin-Gymnasium, Münstermaifeld

Andrea Bürgin

Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Silvia Casado-Schneider

Realschule plus Mainz-Lerchenberg, Mainz

Katharina Franke

Gymnasium Nackenheim, Nackenheim

Wolfgang Heuper

Staatliches Studienseminar für das Lehramt an Gymnasien, Koblenz

Benjamin Hinkeldey

Gymnasium Mainz-Oberstadt, Mainz

Tobias Jung

Gymnasium Nieder-Olm, Nieder-Olm

Cordula Mauch

Peter-Joerres-Gymnasium, Ahrweiler

Dr. Alexander Molz

Gymnasium am Römerkastell, Bad Kreuznach

Markus Monnerjahn

Gutenberg-Gymnasium, Mainz

Christa Müller

Integrierte Gesamtschule Ludwigshafen-Gartenstadt, Ludwigshafen

Monika Nikolaus

Sickingen-Gymnasium, Landstuhl

Lutz Rosenhagen

Integrierte Gesamtschule Ernst Bloch, Ludwigshafen

Nicole Seyler

Realschule plus Lauterecken-Wolfstein, Lauterecken

Christoph Steinke

St. Matthias-Gymnasium, Gerolstein

Beate Tölle

Bischöfliches Angela-Merici-Gymnasium, Trier

Dr. Anke Winkler-Virnau

Emanuel-Felke-Gymnasium, Bad Sobernheim

Sofern in der Bildunterschrift nicht anders deklariert, liegen die Urheberrechte beim Pädagogischen Landesinstitut Rheinland-Pfalz oder bei den mitwirkenden Autorinnen und Autoren selbst.

BITTE UM EVALUATION

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

wir freuen uns sehr, dass Sie uns dabei helfen, unsere Reihe der PL-Informationen – Handreichungen für Lehrkräfte zu evaluieren. Sie geben uns damit wertvolle Hinweise für die weitere qualitätsorientierte Weiterentwicklung.

Die Befragung wird anonym durchgeführt. Bis Sie die digitale Befragung abschließen, können Sie im Fragebogen vor- und zurückblättern. Die Beantwortung der Fragen wird voraussichtlich zwischen 5 und 10 Minuten dauern.

Vielen Dank für Ihre Mitwirkung!

Mit freundlichen Grüßen
Im Auftrag

Claudia Nittl
Öffentlichkeitsarbeit und Mediendesign, Stabsstelle Steuerung
Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Link zur Onlinebefragung:
<https://evaluation.bildung-rp.de/befragung.aspx?Code=znkh>

Beziehungsweise:
<https://evaluation.bildung-rp.de/> aufrufen und den Zugangscode eingeben: znkh





Rheinland-Pfalz

PÄDAGOGISCHES
LANDESINSTITUT

Pädagogisches Landesinstitut
Butenschönstr. 2
67346 Speyer

pl@pl.rlp.de
www.pl.rlp.de