



# Lehrplan Naturwissenschaftliche Fächer: Biologie, Chemie, Physik

Schulen für Erwachsene

Abendhauptschulen, Abendrealschulen, Abendgymnasien, Hessenkollegs

Bildungsland<sup>®</sup>  
Hessen



## Impressum

- Herausgeber:** Hessisches Kultusministerium  
Luisenplatz 10  
65185 Wiesbaden  
Tel: 0611-368-0  
Fax: 0611-368-2096  
E-mail: [pressestelle@hkm.hessen.de](mailto:pressestelle@hkm.hessen.de)  
Internet: [www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)
- Verantwortlich:** Ralf Hörnig
- Redaktion:** Hans-Peter Hochstätter, Udo Papendieck,  
Manfred Braun
- Titelgestaltung:** Muhr, Design + Werbung, Wiesbaden
- Herstellung:** BME Media u. Service GmbH, Mainhausen
- 1. Auflage:** Februar 2005
- Vertrieb:** Nur als CD-ROM über das  
**Amt für Lehrerbildung  
Publikationsmanagement  
Stuttgarter Straße 18 - 24  
60329 Frankfurt am Main**
- Bestellung bitte schriftlich  
oder per E-Mail an: [publikationen@afl.hessen.de](mailto:publikationen@afl.hessen.de)
- Hinweis:** Als Online-Fassung finden Sie diese Publikation  
auch auf den Internetseiten des  
Hessischen Kultusministeriums  
[www.kultusministerium.hessen.de](http://www.kultusministerium.hessen.de)

Diese CD-ROM wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Hessischen Landesregierung herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlbewerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung.

Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die CD-ROM nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Die genannten Beschränkungen gelten unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese CD-ROM dem Empfänger zugegangen ist.

Den Parteien ist es jedoch gestattet, die CD-ROM zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden.

**Schulen für Erwachsene**

# **Lehrpläne**

## **Naturwissenschaftliche Fächer**

**Biologie**

**Chemie**

**Physik**

**für**

**Abendhauptschulen**

**Abendrealschulen**

**Abendgymnasien**

**Hessenkollegs**

„Aristipp, ein Sokratischer Philosoph, erzählt man, litt Schiffbruch und ward an die Rhodische Küste ans Land geworfen. Hier fand er geometrische Figuren - schemata - im Sand gezeichnet, und rief seinen Gefährten zu: Getrost meine Freunde, ich sehe Menschenspuren! Sofort ging er in die Stadt Rhodos und begab sich geradewegs ins Gymnasium, wo er mit solchem Beyfalle über Philosophie redete, daß er so reichliche Geschenke erhielt, daß er nicht allein sich selbst mit allem Nöthigen versehen, sondern auch seinen Gefährten Kleidung und Unterhalt schaffen konnte. Als diese endlich nach ihrer Heimat zurückkehren wollten, und ihn fragten, ob er etwas zu Hause zu bestellen habe, so trug er ihnen auf, dort auszurichten: Man möchte doch ja den Kindern kein anderes Reisegeräth und -geld mitgeben, als was selbst im Schiffbruche mit ihnen an Land schwömme; denn nur das seyn die zuverlässigsten Güter des Lebens, über die weder Glückswechsel, noch Staatsveränderungen, noch Kriegsverheerungen das Geringste vermögen.“

(Vitruv ; Vorrede zum 6. Buch der Baukunst)

A	Allgemeiner Teil .....	5
A 1.	Vorbemerkungen .....	5
A 2	Grundlegungen .....	6
A 2.1	Veränderungen in Wirtschaft, Freizeit und Gesellschaft .....	6
A 2.2	Klientel der Schulen für Erwachsene .....	7
A 2.3	Lernen von Erwachsenen .....	9
A 3	Naturwissenschaften an den Schulen für Erwachsene (SfE).....	10
A 3.1	Aufgaben und didaktisch-methodische Ansätze .....	10
A 3.2	Naturwissenschaften und Medien.....	12
A 3.3	Wissen und Wissenschaft.....	13
A 3.4	Biologie .....	16
A 3.5	Chemie .....	18
A 3.6	Physik .....	21
A 3.7	Fachübergreifender und fächerverbindender Unterricht .....	22
B	Fach- und schulformbezogener Teil .....	25
B 1	Abendhauptschule und Abendrealschule .....	25
B 1.1	Rahmenbedingungen .....	25
B 1.2	Didaktisch-methodische Aspekte.....	25
B 1.3	Ziele der Abendhauptschule .....	26
B 1.4	Themen und verbindliche Inhalte der Abendhauptschule .....	28
B 1.5	Ziele der Abendrealschule .....	30
B 1.6	Themen und verbindliche Inhalte der Abendrealschule .....	32
B 1.7	Fachübergreifender/fächerverbindender Unterricht .....	34
B 2	Abendgymnasium und Hessenkolleg.....	35
B 2.1	Rahmenbedingungen .....	35
B 2.2	Ziele und Aufgaben.....	35
B 2.3	Didaktisch-methodische Aspekte der Vorkurs- und Einführungsphase .....	36
B 2.4	Didaktisch-methodische Aspekte der Qualifikationsphase .....	37
B 2.5	Lehrplan Biologie .....	39
B 2.5.1	Biologie in Vorkurs und Einführungsphase .....	39
B 2.5.2	Biologieunterricht in der Qualifikationsphase .....	41
B 2.6	Lehrplan Chemie .....	54
B 2.6.1	Chemie in der Vorkurs- und Einführungsphase .....	54
B 2.6.2	Chemie in der Qualifikationsphase .....	57
B 2.7	Lehrplan Physik .....	73
B 2.7.1	Physik in Vorkurs und Einführungsphase .....	73

## A Allgemeiner Teil

### A 1. Vorbemerkungen

Die neuen Lehrpläne naturwissenschaftliche Fächer für die Schulen für Erwachsene in Hessen beinhalten Pläne für die Abendhauptschule, die Abendrealschule, das Abendgymnasium und das Hessenkolleg für die Fächer Biologie, Chemie und Physik. Sie enthalten außerdem Vorschläge für fachübergreifenden Unterricht in der Abendhaupt- und Abendrealschule.

Die Lehrpläne sind innerhalb des Rahmens entwickelt worden, den das hessische Schulgesetz (HSchG), die Verordnung für die Schulen für Erwachsene (VO SfE) und die fachspezifischen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung für die gymnasiale Oberstufe und das berufliche Gymnasium (FAPA) setzen.

Der Unterricht an Abendhauptschulen und Abendrealschulen ist berufsorientiert ausgerichtet, um den Beginn einer Berufsausbildung vorzubereiten. Vorrangiges Ziel der Abendgymnasien und Hessenkollegs ist die Vorbereitung auf ein Hochschulstudium. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass

- am Abendgymnasium der Grad der Verbindlichkeit, Naturwissenschaften belegen zu müssen, geringer ist als am Hessenkolleg;
- die Belegung einer Naturwissenschaft bis zum Abitur nicht verbindlich ist;
- am Hessenkolleg und am Abendgymnasium eine unterschiedliche Wochenstundenzahl zu belegen ist;
- in der Einführungsphase das Hessenkolleg in der Regel mehr Wochenstunden für naturwissenschaftlichen Unterricht vorsieht;
- die Eingangsvoraussetzungen der Studierenden an Abendgymnasien für die Qualifikationsphase sehr unterschiedlich sein können;
- die sächlichen Voraussetzungen der Schulen sehr verschieden sind und
- zum Erhalt naturwissenschaftlichen Unterrichts an „kleinen Schulen“ zum Teil semesterübergreifende Modelle u.ä. praktiziert werden.

Das alles hat zur Folge, dass die Lehrpläne so gestaltet sind, dass den Schulen für die Erstellung eigener Schulcurricula der Spielraum erhalten bleibt, auf die verschiedenen Gegebenheiten zu reagieren.

Die Pläne legen deshalb verbindliche und unverbindliche Inhalte im Baukastensystem (modularisierter Plan) fest, deren Reihenfolge nach den Möglichkeiten und Bedürfnissen der einzelnen Schulen didaktisch sinnvoll festgelegt werden kann.

## A 2 Grundlegungen

### A 2.1 Veränderungen in Wirtschaft, Freizeit und Gesellschaft

Detaillierte Kenntnisse über die Kennzeichen einer Zielgruppe und ihre Lebenssituation sind für die Formulierung von Lerninteressen von Bedeutung. Dies macht eine nähere Betrachtung der gesellschaftlichen Veränderungsprozesse notwendig.

#### Die berufliche Lebenssituation

Die Studierenden sehen sich heute auf dem Arbeitsmarkt einer Situation gegenüber, die geprägt ist durch hohe Arbeitslosigkeit mit einem erheblichen Anteil junger Erwachsener unter 25 Jahren. Der stärkere Konkurrenzdruck verstärkt das Qualifikationsbestreben. Neben den formalen Abschlüssen werden auch Teilqualifikationen und bestimmte Kompetenzen als Chancenverbesserung erkannt.

Die moderne Organisationsstruktur der Arbeitswelt ist gekennzeichnet durch einen Übergang von traditionellen Organisationsformen hoher Arbeitsteiligkeit mit deutlicher Trennung von Planung, Ausführung und rigider Kontrolle (Taylorismus) zu mehr teamorientierten Organisationskonzepten mit zunehmendem Hierarchieabbau und einem hohen Grad an Autonomie. Damit verbundene Schlüsselqualifikationen wie Selbstständigkeit (insbesondere im Hinblick auf den Erwerb von neuen Kenntnissen), Verantwortung, Zuverlässigkeit, Fähigkeit zur Teamarbeit, Urteilsfähigkeit, Ausdauer, Flexibilität, Kreativität, Lern- und Weiterbildungsbereitschaft, Kommunikationsfähigkeit, Sorgfalt, Eigeninitiative, Kritik- sowie Konfliktfähigkeit gewinnen vermehrt an Bedeutung.

Ständige Weiterbildung und die Ausbildung einer neuen Arbeitskultur sind letztlich auch Forderungen von veränderten Berufs- bzw. Erwerbsbiographien der jungen Erwachsenen. Die Ausbildung für einen Beruf zieht keineswegs mehr ein lebenslanges Arbeitsverhältnis in diesem Beruf nach sich. Das Erwerbsleben zeichnet sich eher durch einen mehrfachen Wechsel aus, wobei durchaus auch Phasen selbstständiger Tätigkeiten zunehmen.

#### Die soziale Lebenssituation

Der gesellschaftliche Wandlungsprozess impliziert eine veränderte soziale Lebenssituation. Bezeichnend für diese Veränderung ist die Individualisierung der Lebensstile mit einer gesteigerten Wertschätzung von Selbstverwirklichung und Selbstentfaltung. Diese Entwicklung führt zur Loslösung aus traditionellen sozialen Bindungen und Zugehörigkeiten, die früher mit ihren Werten und Normen einen Orientierungsrahmen für die aktive Lebensgestaltung gaben, Sicherheit vermittelten und oftmals von Entscheidungszwängen entlasteten.

Der Trend zur Individualisierung äußert sich auch in einer veränderten Familienstruktur, die sich durch eine Tendenz zur Kleinfamilie, zur Familienauflösung oder zu familienunabhängigen Lebensgemeinschaften auszeichnet. Soziale Leistungen werden zunehmend an spezielle Beratungs- und Hilfeinrichtungen delegiert. Der Bereich Freizeit zeichnet sich durch ein vielfältiges Angebot aus, in dem die Medien immer mehr in den Vordergrund rücken. Unkritischer und passiver Konsum medialer Freizeitangebote führt allerdings leicht zu einem Verlust an Authentizität, eigenständiger Aktivität und Kreativität. Diese Angebote werden in raschem Wechsel ausprobiert

(Zapper-Verhalten). Spaß, Zerstreuung und Unterhaltung stehen im Vordergrund. Die Bereitschaft zu politischem und gesellschaftlichem Engagement nimmt ab.

Der Unterricht an den Schulen für Erwachsene muss dieser Lebenswirklichkeit Rechnung tragen und durch ein geeignetes Angebot an Unterrichtsformen und Unterrichtsmethoden diesen Tendenzen entgegenwirken.

### **Die ökologische Lebenssituation**

Jeder Mensch ist ein Teil der Natur, mit der er in Wechselwirkung steht und von der er abhängig ist. Seine Lebenswelt ist gekennzeichnet durch vielerorts zu beobachtende Umweltverschmutzung und Umweltzerstörung, Klimaveränderung und abnehmenden Lebensraum sowie als Reaktion darauf durch zunehmendes Recyclingbestreben, steigende Energie- und Entsorgungskosten.

Die Einbindung des Menschen in seinen Lebensraum wird besonders im medizinischen Bereich deutlich. Gesundheit und Gesunderhaltung ist ein multifaktorielles von Verantwortung getragenes Geschehen. Selbstständiges und selbstbestimmtes Handeln setzen hierbei - und besonders im Zeitalter immer rascher fortschreitender Entwicklung der Medizin - ein gewisses Maß an medizinisch-naturwissenschaftlichem Grundverständnis voraus.

Im naturwissenschaftlichen Unterricht an der Schule für Erwachsene soll dieses Bewusstsein vertieft und ein entsprechendes Grundverständnis entwickelt werden.

### **Künftige Entwicklung**

Die Anforderungen an Schule und Unterricht ergeben sich nicht nur aus der aktuellen Lebenssituation der Lernenden, sondern auch aus unbestimmten zukünftigen Situationen. Die rasante Entwicklung der Welt und die sich beschleunigende Zunahme an Faktenwissen lassen zwar keine befriedigenden Aussagen über zukünftige Anforderungen zu, stellen aber gerade in dieser Unbestimmtheit ein wesentliches Merkmal unseres Lebens dar. Dies unterstützt die bereits erwähnte Forderung nach kontinuierlicher Ergänzung und Erneuerung von Kenntnissen im Sinne einer Anschlussfähigkeit, d.h. Förderung lebenslangen Lernens innerhalb und außerhalb der Schule, ohne dass die direkte, aktuelle Anwendbarkeit immer im Vordergrund steht.

## **A 2.2 Klientel der Schulen für Erwachsene**

### **Allgemeine Vorbemerkungen**

Viele Studierende an den Schulen für Erwachsene unterliegen der Mehrfachbelastung durch Schule, Familie und Beruf. Eine Doppelbelastung ist in vielen Fällen auch gegeben, wenn keine Berufstätigkeit vorliegt, z.B. Doppelbelastung durch Familie und Schule. Die Lerngruppen weisen einen ausgeprägt heterogenen Leistungsstand auf. Der Unterricht soll die Bereitschaft fördern, sich gegenseitig zu helfen und in Gruppen zusammenzuarbeiten. Dies erfordert eine besondere Beachtung der Entwicklung der Teamfähigkeit, da Studierende, die in kleine Teams eingebunden sind, weniger häufig ihre Ausbildung vorzeitig abbrechen.

Aufgrund der besonderen Struktur der Klientel der Schulen für Erwachsene ist die Suchtberatung von besonderer Bedeutung, der Missbrauch von Alkohol, Nikotin, Betäubungsmitteln und Medikamenten ist auch im Unterricht zu thematisieren.

## **Besonderheiten der Klientel der Abendhaupt- und Abendrealschulen**

Bei vielen Studierenden sind Defizite im Arbeitsverhalten zu beobachten, die sich in mangelnder Sorgfalt, geringer Konzentrationsfähigkeit, Unzuverlässigkeit und mangelndem Durchhaltevermögen äußern. Die Studierenden der Abendhauptschulen und Abendrealschulen sind weitgehend extrinsisch motiviert. Erfolgserlebnisse sind ihnen häufig verwehrt geblieben, so dass sich ein angemessenes Selbstvertrauen nicht entwickeln konnte.

Der überwiegende Teil der Studierenden der Abendhauptschulen und Abendrealschulen verfügt nicht über eine abgeschlossene Lehre, die meisten Studierenden der Abendrealschulen weisen aber einen Hauptschulabschluss nach. Die Anzahl derer, die den ersten Bildungsweg nicht erfolgreich abgeschlossen haben, nimmt ständig zu.

Tendenziell ist die Klientel an den Abendhauptschulen und Abendrealschulen zunehmend geprägt von jungen Erwachsenen, die aufgrund unzureichender Qualifikationen wenig Chancen auf dem Arbeitsmarkt haben und kaum einen Ausbildungsplatz finden. Der Schulbesuch bzw. Schulabschluss erhöht die Chance der Eingliederung ins Berufsleben.

Ein großer Teil der Studierenden hat jedoch noch gar keine Berufsperspektive entwickelt und nur wenige beabsichtigen, über den Abschluss der Abendhauptschule und Abendrealschule einen weitergehenden Abschluss oder einen beruflichen Aufstieg zu erlangen. Die prozentualen Anteile der Berufssparten und die Berufsperspektiven der Studierenden variieren regional sehr stark.

Kommunikative Fähigkeiten, also einander zuhören, miteinander reden und sich angemessen auszudrücken, sind bei den Studierenden häufig unzureichend entwickelt. Der Anteil der Studierenden, die Probleme mit der deutschen Sprache in Wort und Schrift haben, nimmt zu.

Die wachsende Zahl Studierender, deren Muttersprache nicht Deutsch ist, lässt Schule und Unterricht zum Integrationsort werden. Ihr regional stark variierender Anteil, der bis zu 70% je Kurs erreichen kann, erfordert eine flexible Handhabung der Unterrichtsplanung und Unterrichtsorganisation der Schule, um gezielt Hilfen anbieten zu können.

## **Besonderheiten der Klientel der Abendgymnasien und Hessenkollegs**

Nach Motivation und Ziel können die Studierenden an den Abendgymnasien und Hessenkollegs folgendermaßen unterschieden werden :

- Studierende, die unmittelbar nach der Lehre oder einer kurzen Zeit des Jobbens möglichst rasch ein Studium aufnehmen möchten. Dazu gehören vermehrt Abbrecher der gymnasialen Oberstufe.
- Studierende, die nach längerer Zeit mit wechselnder Beschäftigung eine neue berufliche Perspektive suchen.
- Studierende, die nach der Zeit der Kindererziehung die Voraussetzungen für den Wiedereinstieg ins Berufsleben verbessern möchten.
- Studierende, die sich im fortgeschrittenen Alter über die Schule auf den dritten Lebensabschnitt vorbereiten.
- Studierende, die die Schulausbildung für Aufstieg oder Weiterbildung im Betrieb nutzen möchten.

Die Quote der Berufstätigen ist an den Abendgymnasien deutlich höher als an Abendhauptschulen und Abendrealschulen. Ab dem 3. Semester besteht die Möglichkeit, Bafög zu beziehen, nur wenige Studierende nutzen sie und geben ihre Berufstätigkeit auf. Andere schränken ihre Berufstätigkeit mehr oder weniger stark ein. Studierende an den Hessenkollegs gehen häufig einer geringfügigen Beschäftigung nach.

Ein zentrales Problem der Schulen für Erwachsene (auch der Hessenkollegs) ist die Vereinbarkeit der Unterrichtszeit und des Aufwandes für Hausaufgaben und Referate mit der Beanspruchung der Studierenden durch Familien- und Berufsleben.

### A 2.3 Lernen von Erwachsenen

Unterricht mit Erwachsenen kann stärker noch als der Unterricht mit Kindern getragen werden von der Verunsicherung, wenn scheinbar Bekanntes, von dem man glaubte, es durchschaut zu haben, hinterfragt wird, von der Spannung bezüglich der Auflösung von Widersprüchen und der Neugier auf Neues: Der Widerspruch zwischen Lebenserfahrung und neu Erlebtem kann also eine Motivation sein, die nur aus der Sache kommt.

Daher ist Ziel des Lernens in den Naturwissenschaften, Vorurteile abzulösen und ursprüngliche Erklärungsmuster für Vorgänge in der Natur zu ergänzen um systematische, mathematisch-logische Erklärungen, die Bestandteil eines fundierteren und umfassenderen Weltverständnisses sind. Die Erschütterung des Vertrauens der Studierenden in die eigenen Vorurteile und Halbwahrheiten, sowie der Aufbau und das Vorleben einer selbstkritischen Grundhaltung beim Lernen von Lehrenden und Lernenden sind weitere wesentliche Elemente eines produktiven Unterrichts. Bildung ist "ein Prozess, der des Widerspruchs bedarf, weil der Mensch nur in der Spannung zum Gegenüber sein Selbstbewusstsein und damit Freiheit erfährt." (Meueler, „Erwachsene lernen“). Dieser Ansatz wird in der Literatur als „subjektorientiert“ bezeichnet und ist insbesondere für Schulen für Erwachsene nahe liegend. Er verbindet selbstorganisiertes Lernen mit sozialem Lernen. Dabei wird die Einzigartigkeit des Lernaktes betont, über den allein der Lerner entscheidet.

An den Schulen für Erwachsene kann zwischen Lehrkräften und Studierenden eine Subjekt-Subjekt-Beziehung hergestellt werden, die Unterschiede nicht verwischt, sondern thematisiert.

Die Möglichkeiten, Inhalte und Methoden zu erschließen, sind nicht nur von den Lernbedingungen, sondern auch und insbesondere von der Selbsteinschätzung der Lernenden abhängig, d.h. davon, wie die Lernenden ihre Fähigkeiten wahrnehmen. Aufgabe der Lehrerinnen und Lehrer ist es, den Studierenden Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten zu vermitteln.

Wenn Lernen gelingt, dann vermehrt dies die Lebensqualität der Lernenden, ihr Zugang zur Welt wird erweitert.

## **A 3 Naturwissenschaften an den Schulen für Erwachsene (SfE)**

„Für junge Menschen, die keinen naturwissenschaftlich-technischen Beruf wählen, ist der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht in der Schule praktisch die einzige Chance zur systematischen Begegnung mit einem zentralen Teil unserer Kultur.“ (Expertise „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“ - verfasst im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie, Nov.1997)

### **A 3.1 Aufgaben und didaktisch-methodische Ansätze**

Der Anfang von Naturwissenschaft ist das Verwunderliche, das unsere Aufmerksamkeit erregt. Es muss ursprünglich und ohne unser Zutun vorhanden und bemerkbar sein. Solch eine Erscheinung - Phänomen - steht am Beginn eines jeden naturwissenschaftlichen Erkenntnisweges. Diese ursprünglichen Zugänge zu den Naturwissenschaften sind oft schon vergessen und daher kaum noch zu finden. Die Aufgabe des Lehrers ist es daher, sie wieder freizulegen, zuerst für sich selbst und dann für die Studierenden. Der Zugang zum jeweiligen Fach soll zum Nachdenken einladen zu einem erreichbaren Ziel führen: der Erkenntnisweg soll von den Studierenden selbst beschritten werden, er darf sie nicht überfordern und er muss ihnen Klarheit bringen. Das Gelernte selbst sollte „kumulativ“ sein, das heißt, es sollte erkennbar nützlich und verwendbar für neue Fragen sein. (vgl. Expertise Steigerung der Effizienz... siehe oben)

Damit ist zunächst der „natürliche“ Anfang des naturwissenschaftlichen Unterrichts bestimmt. Die Schwierigkeit, ihn zu finden, zeigen die genannten Randbedingungen.

Aus Phänomenen entwickelt sich die Wissenschaft, baut auf dem bisher Erkannten ein theoretisches Gebäude auf, das deduktiv die Notwendigkeit des bisher Festgestellten zu begründen vermag und gleichzeitig zu neuen Vermutungen anregt.

Der beschriebene Zugang scheint zunächst nur ein fachlicher zu sein, er ist aber zugleich erziehend und bildend, also pädagogisch: „Als Bildung bezeichnet man sowohl die geistige Gestalt eines Menschen, die er an den sittlichen und geistigen Werten seines Kulturkreises erworben hat, als auch den Prozess der Erziehung, Selbsterziehung, Beeinflussung, Prägung, der zu dieser Gestalt hinführt. Nicht das Maß des Wissens, sondern seine Verschmelzung mit der Persönlichkeit (dem Eigensein des Einzelnen, wie es ein zweites Mal nicht anzutreffen ist), das selbstständige Verfügen können ist dabei entscheidend.“ (H. Schmidt, Philosophisches Wörterbuch)

Bildung ist also das geistige Unterwegssein einer Person zu sich selbst. Die Schule bringt sie dazu auf den Weg und steht zur Seite. Aufgabe des Lehrers ist es, die Studierenden durch die Sache zum „Erkennenwollen“ zu bewegen, sie ihr „Erkennenkönnen“ erleben und die Natur in dem Sinne verstehen zu lassen, dass sie nicht nur wissen, wie sich die Natur verhält, sondern auch einsehen, warum sie sich so verhalten muss.

Zusammenfassend: Um Entmutigung und Enttäuschung zu vermeiden, ist darauf zu achten, dass die gestellten Aufgaben bzw. Fragen, mit denen die Studierenden konfrontiert werden, in deren Horizont von Erfahrungen und Vorkenntnissen eingepasst sind und - mit angemessener Hilfe - zielführend bearbeitet und gelöst werden können.

Ein Unterricht, der diese Prinzipien berücksichtigt, vermittelt - fast nebenbei - die folgenden wichtigen Schlüsselqualifikationen :

- Fähigkeit zuzuhören, zu analysieren, zu urteilen, zu entscheiden
- Fähigkeit zur sprachlichen Darstellung von Sachverhalten (was man verstanden hat, kann man auch darstellen)
- Kritikfähigkeit zur Beurteilung von eigenen Leistungen.

Diese Schlüsselqualifikationen überschneiden sich mit der aus der Diskussion um PISA geforderten Scientific Literacy: der Fähigkeit „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“.

Scientific Literacy umfasst auch Aspekte von Literacy, d.h. die grundlegende Fähigkeit, sich in den unterschiedlichen Zeichen- und Informationssystemen zurecht zu finden. Das sinnentnehmende Lesen von Sachtexten gehört ebenso dazu wie die Informationsentnahme aus Tabellen, Grafiken oder ähnlichen Darstellungen. Gleiches gilt auch für den Umgang mit dem Computer. (vgl. A 3.2)

Darüber hinaus soll an den Schulen für Erwachsene naturwissenschaftliches Arbeiten eingeübt werden. Dieses kann zeitweise geradezu zum Organisationsprinzip des Unterrichts werden. Das Experiment und seine Auswertung und weitere naturwissenschaftliche Verfahren sollten so in den Unterricht eingebettet werden, dass bei allem Experimentiereifer das Ziel des Tuns, die Aufklärung einer Sache, nicht aus den Augen verloren wird.

Kurse in naturwissenschaftlichen Fächern können in der Qualifikationsphase der Schulen für Erwachsene gewählt, aber eben auch nicht gewählt werden. Das hat zur Folge, dass Studierende, die die Naturwissenschaften für „schwer“ halten, ein Abitur fast ohne naturwissenschaftliche Ausbildung ablegen können. Damit kommen sie mit diesem „zentralen Teil unserer Kultur“ nicht mehr in Berührung. So schwindet die Möglichkeit, sich mit naturwissenschaftlichen Fragen kompetent auseinander zu setzen und Einfluss auf gesellschaftliche Entwicklungen zu nehmen: Überblickt man die Entwicklung in Europa seit etwa dem 13. Jahrhundert, so hat die Entfaltung der Technik zusammen mit naturwissenschaftlichen Erkenntnissen die Lebensbedingungen der Menschen auf Dauer nachhaltig verändert. Entscheidende gesellschaftliche Umbrüche sind oft eine Folge des Fortschreitens von Naturwissenschaft und Technik gewesen.

Die Erhaltung unserer Gesellschafts- und Staatsordnung wird auf Dauer nur gelingen, wenn der Einzelne sich in ihr zurechtfindet, die wesentlichen Bedingungen seines Seins kennt und versteht, so dass er sich eine eigene feste Anschauung zu bilden vermag, die er für sich und andere begründen kann und die ihn zu einem Urteil befähigt.

Naturwissenschaftliche Bildung ist also unverzichtbar und somit ist es nahe liegend, sich Gedanken darüber zu machen, wie ein naturwissenschaftliches Fach so „attraktiv“ zu gestalten ist, dass es von den Studierenden in hinreichender Zahl gewählt wird.

## A 3.2 Naturwissenschaften und Medien

Einhergehend mit der rasanten Entwicklung der Informationstechnologie hat sich die Industriegesellschaft zur Informations- und Wissensgesellschaft entwickelt.

Die Informationstechnologien – vor allem Computer und computerunterstützte Systeme – sind unverzichtbar geworden. Weltweit werden sie mittlerweile zur Regelung und Steuerung technischer Abläufe, zur Verarbeitung großer Datenbestände, zur Kommunikation wie auch zur Simulation komplexer Systeme eingesetzt. Entsprechend spielen diese Neuen Medien auch in den Naturwissenschaften eine nicht mehr weg zu denkende Rolle. Viele naturwissenschaftliche Großprojekte wie das „Human Genome Project“, diagnostische Verfahren wie Genanalysen und Gensequenzierungen, Computersimulationen zu weltweiten Klimaveränderungen und viele andere sind ohne dieses Medium nicht denkbar.

Diese „Allgegenwärtigkeit“ des Computers in der Forschung, Produktion und weltweiten Kommunikation unterstreicht die Notwendigkeit eines angemessenen Einsatzes dieses Mediums im modernen naturwissenschaftlichen Unterricht. Eine wichtige Rolle kann er hier sowohl bei der digitalen Erfassung und Verarbeitung von experimentell gewonnenen Messwerten, der Aufarbeitung von Daten wie auch der Darstellung komplexer Modelle und Systeme (z.B. 3-D-Darstellungen von Molekülen oder Orbitalen in verschiedenen Ebenen im Chemieunterricht ) spielen.

Weiterhin erlaubt er die Simulation vielschichtig vernetzter Vorgänge, die einer direkten Beobachtung nicht zugänglich sind (z.B. Ablauf von Eutrophierungsvorgängen in Gewässern).

Darüber hinaus ermöglicht der Computer - via Internet - die schnelle Beschaffung und den Austausch aktueller Informationen im Unterricht, zu denen jeder Studierende schnellen Zugang findet. Hier stellt sich das Problem einer gezielten und kritischen Auswahl. Der moderne naturwissenschaftliche Unterricht soll die Studierenden in die Lage versetzen, sich sachbezogen und kritisch mit naturwissenschaftlichen Publikationen auseinander zu setzen. Die Voraussetzungen hierfür bietet ein fundiertes anschlussfähiges Wissen, auf dessen Basis die Studierenden sich neue Erkenntnisse erarbeiten, die sie in ihr Wissensgebäude einordnen und kritisch auf ihren Wahrheitsgehalt überprüfen können. Anleitung hierfür sollte ein zeitgemäßer naturwissenschaftlicher Unterricht auf jeden Fall geben.

Schließlich kann der Computer auch sog. Animationsfunktionen erfüllen, indem durch die Darstellung von Funktionen und Bewegungseffekten z.B. des Herz-Kreislaufsystems oder Hormonhaushaltes etc. das Interesse und Verständnis der Schüler für ein bestimmtes Thema geweckt wird. Trotz dieser vielfältigen Möglichkeiten stellt der Computer aber keinen Ersatz für die sensorische Auseinandersetzung mit der realen Natur dar. Auch die Erfahrungen, die Studierende bei der Durchführung naturwissenschaftlicher Experimente im Sinne des „Begreifen lernens“ gewinnen können, kann dieses Medium nicht ersetzen. Sein Einsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht bedarf deshalb genauer didaktisch-methodischer Überlegungen.

### A 3.3 Wissen und Wissenschaft

Habe nun, ach! Philosophie, Juristerei und Medizin,  
und leider auch Theologie durchaus studiert mit heißem Bemühn.  
Da steh' ich nun ich armer Tor und bin so klug als wie zuvor....  
Es möchte kein Hund so länger leben!  
Drum habe ich mich der Magie ergeben, ob mir durch Geistes Kraft und Mund  
nicht manch Geheimnis würde kund; daß ich nicht mehr mit saurem Schweiß  
zu sagen brauche, was ich nicht weiß; daß ich erkenne, was die Welt  
im Innersten zusammenhält, Schau' alle Wirkenskraft und Samen  
und tu' nicht mehr in Worten kramen.

(Goethe, Faust 1. Teil)

Dieser Drang nach dem Wissen um das Geheimnis unserer Welt ist im Laufe der Erkenntnisgeschichte der Menschheit immer wieder durch Magie, dann aber auch durch Wissenschaft zu stillen versucht worden, die die Griechen in der sog. „Ionischen Aufklärung“ erstmals in ihrer eigenständigen Kulturfunktion als Wissensvermittler entdeckt hatten. Unter Wissen versteht man danach die Erfahrungen und Einsichten, die subjektiv und objektiv gewiss sind und aus denen Urteile und Schlüsse gebildet werden können, die ebenfalls sicher genug erscheinen, um als Wissen gelten zu können.

Wissenschaft ist dann nach Kant der Inbegriff des menschlichen Wissens, das nach Prinzipien geordnete Ganze der Erkenntnis. Im Unterschied zu ungeordnetem Wissen fragt die Wissenschaft nicht nur nach dem „Was“, sondern auch nach dem „Warum“, dem „Wie“ und in der Biologie nach dem „Wozu“. Die Wissenschaft erkundet also auch Gründe und Ursachen und - wenn möglich - auch Zwecke. Sie schreitet analytisch vom Ganzen zu den Teilen und synthetisch von den Teilen zum Ganzen. Sie bedient sich dabei einer Methode, die das Zustandekommen von Erkenntnissen jederzeit nachprüfbar macht. Solche Erkenntnisse sind objektiv und werden somit zu Wissen.

Die Wissenschaft der griechischen Kultur war eine Einheitswissenschaft, die ein geschlossenes Weltbild anstrebte. Die Notwendigkeit, das Ganze in Teile zu zerlegen, um erkennen zu können, ließ dann die modernen Einzelwissenschaften entstehen. Zum Ausgang des Mittelalters wurde der Begriff „Wissenschaft“ immer mehr durch den Begriff „Naturwissenschaft“ ersetzt. Noch vor etwa 100 Jahren unterschied man an den Schulen wissenschaftliche von philologischen Fächern. Die ersteren waren die Naturwissenschaften.

Von Wilhelm Dilthey stammt die (verhängnisvolle, weil gerne wertend verwendete) Unterscheidung zwischen erklärenden Naturwissenschaften und verstehenden Geisteswissenschaften. Heute wird eher die den Gegenständen angemessene Methode als Unterscheidungsmerkmal benutzt: die naturwissenschaftliche Methode arbeitet mit Beobachtung, Hypothesenbildung, Experiment und Theoriebildung. Die geisteswissenschaftliche Methode bezieht sich auf die niemals gänzlich zu erschöpfende und in der Beobachtung einholbare Deutung individueller Phänomene, auf Bedeutungszuweisung und Sinnverstehen im Rahmen historisch-kultureller Zusammenhänge (Hermeneutik).

#### Was bedeutet das für den Unterricht?

Der Erkenntnisfortschritt der Naturwissenschaften beruht vor allem auf ihrer Methode, der gedanklich-mathematisch-experimentellen Analyse der Mannigfaltigkeit der Welt. Der genaue und eigenständige Nachvollzug ausgewählter Erkenntniswege soll ein Schlüssel sein zum vertieften Verständnis des an Einzelercheinungen gewonnenen

(erfundenen) Begriffs. Dieser ermöglicht es erst, die „Beweggründe“ der Natur zu verstehen und sie zu einem Naturgesetz zusammenzufassen. Die Form dieses Gesetzes wird je nach Fach unterschiedlich ausfallen.

Die moderne Welt ist geprägt von Naturwissenschaften und Technik. Sie ist nur zu verstehen, wenn man die Gedankenmodelle und ihr Zustandekommen kennt, die dem Naturwissenschaftler zur Erklärung der Welt dienen und mit denen auch der Techniker umgeht. Indem die Schulen für Erwachsene diese Modelle vermitteln und ihr Zustandekommen beispielhaft erleben lassen, wirken sie auf eine neue Weise „aufklärend“. Dabei sind im Unterricht die besonderen Bedingungen der Studierenden einzubeziehen, d.h. ihre Lebens-, Berufs- und Sozialerfahrungen. Auf diese kann im Unterricht verschieden eingegangen werden: Zum einen kann der Unterrichtende diese Erfahrungen und Kenntnisse einbringen lassen, zum anderen hat er die Aufgabe, festgefahrene oder ungenaue Vorstellungen der Studierenden, die sie aufgrund unverständlicher Vorkenntnisse mitbringen, durch Hinterfragen abzubauen, um genaues Verstehen zu ermöglichen.

Methoden und Modelle sollen an den ausgewählten Gegenständen so dargestellt werden, dass die Studierenden einerseits grundlegende Einsichten über den Beitrag der jeweiligen Naturwissenschaft an der Entwicklung der menschlichen Gesellschaft gewinnen. Zum anderen sollen sie die am Beispiel erarbeiteten und verstandenen Kenntnisse auf andere Gegenstände übertragen und diese sich somit selbstständig aneignen können.

Damit wird das Besondere des wissenschaftlichen Arbeitens erlebt und verstanden: Der Unterricht ist wissenschaftspropädeutisch und exemplarisch zugleich.



**Die vertiefte Erkenntnis (die Genauigkeit des Begriffs), gewonnen an wenigen Beispielen, ist der Stofffülle vorzuziehen.**

Den „sauren Schweiß“, den Faust beklagt, werden und dürfen wir den Studierenden nicht vorenthalten. Das Ergebnis sollte allerdings nicht sein, dass auch sie sagen, was sie nicht wissen. Nicht das „Kramen in Worten“ ist das Ziel, sondern die **Einsicht** in die Richtigkeit und Notwendigkeit der Begriffe und Gesetze und damit auch die **Fähigkeit**, sie selbstständig auf neue Fragen anwenden und - wenn wir viel Erfolg haben - sie auch angemessen abändern zu können.

Zum Schluss nochmals Goethe. Die zitierte Stelle stammt aus der Einleitung zur Farbenlehre. Mögen auch die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse einen Physiker wenig befriedigen, so erweist sich doch Goethe als ein bemerkenswerter Didaktiker: „Die Lust zum Wissen wird bei dem Menschen zuerst dadurch angeregt, dass er bedeutende Phänomene gewahrt wird, die seine Aufmerksamkeit an sich ziehen. Damit nun diese dauernd bleibe, so muss sich eine innigere Teilnahme finden, die uns nach und nach mit den Gegenständen bekannter macht. Alsdann bemerken wir erst eine große Mannigfaltigkeit, die uns als Menge entgegen dringt. Wir sind genötigt, zu sondern, zu unterscheiden und wieder zusammenzustellen, wodurch letztlich eine Ordnung entsteht, die sich mit mehr oder weniger Zufriedenheit übersehen lässt. Dies in irgendeinem Fache nur einigermaßen zu leisten, macht eine anhaltende strenge Beschäftigung nötig. Deswegen finden wir, dass die Menschen lieber durch eine allgemeine theoretische Ansicht, durch irgendeine Erklärungsart die Phänomene beiseite bringen, anstatt sich die Mühe zu geben, das Einzelne kennen zu lernen und ein Ganzes zu erbauen.“

Das „Ganze“ bei Goethe ist sicher etwas anderes, als die Theorie, die der Naturwissenschaftler anstrebt. Aber es erinnert an kumulatives Lernen, gepaart mit

Genauigkeit, das einen erfahrbaren, weil anwendbaren Wissensfortschritt beabsichtigt. Der **Leitgedanke**, der eine Kursfolge durchzieht, soll diese Aufgabe erfüllen helfen.

## A 3.4 Biologie

Wie jede Wissenschaft ist auch die Biologie charakterisiert durch die **Objekte**, mit denen sie sich auseinandersetzt, und durch die für sie typischen **Methoden**.

Gegenstand der Biologie ist das Lebendige. Die dazu gehörigen Systeme sind von ihrer Struktur und Funktion äußerst kompliziert, komplex und ungemein vielfältig. Dadurch stellt sich die Biologie als eine anspruchsvolle und umfangreiche Wissenschaft dar, die auf Erkenntnisse aus der Chemie, Physik und Mathematik angewiesen ist. Die Fragestellungen der Biologie weisen zudem Verbindungen zu anderen nahe verwandten Wissenschaften (z.B. Geographie, Medizin) und insbesondere zu den Geistes- und Sozialwissenschaften auf. Biologie hat damit von vornherein einen integrativen und fachübergreifenden Charakter.

In der Biologie wird das Lebendige auf mehreren hierarchisch angeordneten Systemebenen erschlossen: von der molekularen über die zelluläre bis hin zur biosphärischen Ebene. Charakteristischer Gegenstand der Biologie ist eine in einem vernetzten Wechselbeziehungsgefüge sich befindende Individualität mit der dazugehörigen Variabilität. Vereinfachende Kausalitätsaussagen sind daher in den seltensten Fällen möglich. Die Biologie ist die „Naturwissenschaft, die sich mit einem Objekt befasst, das außer mit wissenschaftlichen Objektivierungsmethoden auch subjektiv (introspektiv) erfahrbar ist: mit dem Menschen.“

Der Erkenntnisstand der Biologie ist inzwischen auf ein enormes Ausmaß angewachsen. Dies hat u.a. zu einer umfangreichen Auffächerung in ca. 30 Teildisziplinen geführt, die wenig Kohärenz aufweisen. Die Fortschritte der biologischen Forschung werden auch weiterhin zunehmen. Vieles von dem, was bis vor ein paar Jahren für nahezu undenkbar gehalten wurde, ist inzwischen machbar geworden. Damit ist die Biologie über den Charakter der experimentellen Grundlagenwissenschaft schon längst hinausgegangen und zeigt eine rasante Entwicklung als angewandte Naturwissenschaft. Diese Neuerungen sind aber auch oft mit Gefahren, Ohnmacht, Zweifelhafteit und Ängsten verbunden (z.B. Gentechnologie). Sie tangieren dabei mehr oder weniger direkt die Lebenswelt des Menschen.

Die Biologie gewinnt ihre Erkenntnisse im Wesentlichen durch Beobachten, Beschreiben, Vergleichen, Systematisieren, Experimentieren und Denken in Modellen.

Der Biologieunterricht ist auf gegenwärtige und zukünftige Lebenssituationen ausgerichtet, in denen die Studierenden selbstbestimmt und in sozialer Verantwortung urteilen und handeln sollen. Diesen Anspruch realisiert der Unterricht, indem er sich mit dem Lebendigen beschäftigt und den Menschen als Teil der sich verändernden, einander bedingenden Umwelt versteht.

Die Fachinhalte in der Schulbiologie sind sowohl in Bezug auf fachübergreifende als auch auf innerfachliche Aspekte in einen sinnvollen Zusammenhang zu bringen und unter einen **Leitgedanken** zu stellen. Zersplitterung in Teildisziplinen kann so vermieden werden.

Die Inhalte sollen geeignet sein,

- einen Beitrag zu leisten für den Selbst- und Welterkenntnisprozess der Studierenden;
- Grundlagen bereitzustellen, damit die Studierenden komplexe biologische Modelle verstehen können,

- Einsicht zu vermitteln in die folgenreiche Entwicklung der Biologie als angewandte Wissenschaft (z.B. Gesundheit, Umweltschutz, Zusammenleben der Menschen, Freizeitgestaltung)
- die Notwendigkeit fachübergreifenden Forschens in den Blick zu rücken und zu verdeutlichen, dass Erkenntnisse und Arbeitsweisen fachfremder Disziplinen wie Chemie, Physik, Mathematik, Psychologie, Ethik, Sozialwissenschaft usw. dazu erforderlich sind.
- Methodenkenntnis und -kritik zu ermöglichen (Wissenschaftspropädeutik);
- die Struktur der Wissenschaft Biologie erkennen zu lassen;

Die Stofffülle kann mit Hilfe des exemplarischen Prinzips beschränkt werden. Die Studierenden lernen wichtige allgemeine und biologische Einsichten auf unterschiedliche Fälle zu übertragen. Dabei gewinnt das problemorientierte Vorgehen und das entdeckende Lernen an Bedeutung. Solche Unterrichtsphasen können aber durchaus mit Zeiträumen wechseln, in denen ein Orientierungswissen systematisch behandelt wird: Die im Biologieunterricht verwendeten Modelle sind notwendigerweise so komplex, dass einfache Schlussfolgerungen für die Studierenden unmöglich sind. Deshalb müssen in Informationsphasen Grundlagen geschaffen werden, die das Verständnis erst ermöglichen.

## A 3.5 Chemie

Chemie ist diejenige Naturwissenschaft, die sich mit dem stofflichen Aspekt der Materie und damit auch der Welt befasst. Untersuchungen der Struktur der Materie, der Eigenschaften von Stoffen, der Stoffumwandlungen und der diese begleitenden Phänomene (z.B. thermodynamische oder kinetische Effekte) sowie die Deutung dieser Erscheinungen mit Hilfe von Modellen sind das Hauptanliegen der Chemie. Die Erkenntnisse der modernen Wissenschaft Chemie haben zur Entwicklung und Anwendung von Technologien geführt, die dem Menschen durch Aufschluss und Umsetzung von Rohstoffen zahlreiche Gebrauchsmaterialien zur Verfügung stellen oder die Nutzbarkeit von Naturstoffen verbessern. Gleichzeitig sind durch die Herstellung und Anwendung chemischer Produkte eine Vielzahl von Problemen entstanden, die den Lebensraum nachhaltig beeinträchtigen. Eine wichtige Aufgabe ist die Verbesserung der Lebensbedingungen der Menschen, z.B. durch die Herstellung neuer Stoffe wie pharmazeutischer Präparate, verbesserter Düngemittel, Kunststoffe u.a.. Hier kommt der chemischen Industrie eine wichtige Bedeutung in unserer Gesellschaft zu.

Im Chemieunterricht muss deutlich werden, in welchen Bereichen, in welchem Ausmaß und welcher Vielfalt sich chemisches Geschehen abspielt, wie es erklärt werden kann und inwieweit wir selbst chemischen Veränderungen in unserem Organismus, in unserer Umwelt und in unserer materiellen Existenz unterliegen. Der Chemieunterricht trägt so zum Selbstverständnis der Studierenden bei. Sie erkennen, dass alles Leben auf der Erde auf vergleichbaren chemischen Reaktionen basiert und zum Aufrechterhalten der Lebensstrukturen und für den Ablauf vieler Reaktionen Energie nötig ist.

Zusätzlich soll der Chemieunterricht weitere fachbezogene Bildungsziele vermitteln, die in unserer Gesellschaft bedeutsam sind. So erhalten die Studierenden Einsicht in die Bedeutung der Chemie und der chemischen Technik in unserer industrialisierten und technisierten Welt, in der Produkte der Chemie unter dem Aspekt der „Erhöhung der Lebensqualität“ nachgefragt werden, als neue Werkstoffe neue Anwendungsbereiche erschließen, eine Verbesserung des Umweltschutzes ermöglichen und vieles mehr. Zusätzlich versetzt der Chemieunterricht die Studierenden in die Lage, die zunehmenden Informationen in den Medien über chemische, chemisch-technische und biochemische Sachverhalte kritisch einzuschätzen.

Durch die Problematik chemischer Produktionsverfahren und die Verwendung dieser Produkte (Wegwerfmentalität, Bereitschaft zu Recycling, Kauf von Produkten aus nachwachsenden Rohstoffen, Verzicht auf umweltproblematische Produkte, wo es möglich ist, z.B. Weichspüler, WC-Reiniger ...) können die Studierenden zu verantwortungsbewusstem Verbrauch angeregt werden.

Die inhaltliche Konzeption des Chemieunterrichts basiert im Wesentlichen auf zwei Ansätzen:

der Orientierung an der Wissenschaft Chemie und

der Orientierung an der Lebenswelt und dem Alltag der Studierenden.

Da die Orientierung der Unterrichtsinhalte und -methoden an ihrer Relevanz für die Studierenden und für die Gesellschaft ebenso wichtig ist wie die Orientierung an der Fachrelevanz, liegt diesem Plan das Bemühen zu Grunde, beide Ansätze zu integrieren.

Dabei stehen die folgenden Fragestellungen im Vordergrund:

- Welche Sachinformationen, Erkenntnisse, Modellvorstellungen und Methoden tragen zu einer überschaubaren und klaren Struktur des Unterrichts und einem fundierten Verständnis chemischer Zusammenhänge bei?
- Welche Bereiche der Lebenswelt sind für die Gesellschaft von so hoher Bedeutung, dass die Studierenden durch den Chemieunterricht in diesem Bereich ihre Handlungskompetenz erweitern?
- Welche Bereiche des Lebens und Alltags der Studierenden sind so wichtig, dass sie sich durch naturwissenschaftliche Erklärungen besser erschließen lassen und die Studierenden auch damit ihre Handlungskompetenz vergrößern?

Die nahezu unbegrenzte Vielfalt an Stoffen und Reaktionen erfordert es, in strukturierter Form an ausgewählten Beispielen (exemplarisches Prinzip) - ausgehend von den Alltagserfahrungen der Studierenden - in grundlegende Wissensstrukturen, Denk- und Arbeitsweisen der Chemie einzuführen. Da das Lernen im Chemieunterricht in hohem Maße voraussetzungsgebunden ist, sollten die Unterrichtsinhalte so angeordnet sein, dass sie aufbauende Lernprozesse ermöglichen. Die didaktischen Regeln für die Auswahl und Anordnung des Unterrichtsstoffes sollten deshalb folgende sein:

- vom Bekannten zum Neuen
- vom Einfachen zum Komplizierten
- vom Konkreten zum Abstrakten.

Die schwierige Aufgabe besteht darin, die Spanne zwischen der den Studierenden vertrauten phänomenologischen Ebene (Ebene der makroskopisch und mikroskopisch erfahrbaren Substanzen) und der theoretischen Ebene der Modelle (submikroskopische Ebene) so zu wählen, dass zwischen Anschauung und Abstraktion vermittelt wird.

Modelle, Modellvorstellungen und Modellexperimente sind zum besseren Verständnis chemischer Zusammenhänge unentbehrlich. Sie dienen vor allem dazu, in die oben angesprochene submikroskopische Struktur der Materie und die dort herrschenden Wechselwirkungen zwischen Teilchen und Energie Einblicke zu gewinnen. Im Chemieunterricht besitzen sie deshalb Erkenntnis-, Demonstrations- und Erklärungsfunktion. Notwendig ist hierbei die Berücksichtigung der adressatengerechten wie auch fachlich erforderlichen Modellwahl.

Der im Alltag und im Berufsleben immer wichtiger werdende Modelleinsatz und das Denken in Modellen kann gerade im Chemieunterricht gefördert werden.

Die eigentlich fachspezifischen Methoden der Chemie, das Denken in Modellen und das Experimentieren, sind durch eine enge Verzahnung von theoretischem Denken und manueller Tätigkeit („Kopf-Hand-Arbeit“) gekennzeichnet.

Durch eigenes Experimentieren „begreifen“ die Studierenden Chemie im Sinne des Wortes. Diese Eigentätigkeit lässt sie unmittelbar am Prozess der Erkenntnisgewinnung teilnehmen, bietet die Möglichkeit des entdeckenden Lernens und besitzt zudem einen besonders motivierenden Effekt. Chemie ist eines der wenigen Unterrichtsfächer an den Schulen für Erwachsene, in dem auch manuelles Geschick vermittelt wird. Indem die Studierenden zudem den sachgerechten Umgang mit chemiespezifischen Experimentiergeräten und Gefahrstoffen unter Einhaltung von Vorsichtsmaßnahmen erlernen, erhalten sie die Möglichkeit, dies künftig auf den Umgang mit derartigen Stoffen im Alltag und Beruf zu übertragen.

Studierendenexperimente – besonders in arbeitsteiliger Gruppenarbeit - ermöglichen zudem das Erreichen einer Reihe allgemeiner Bildungsziele wie

- Erlernen von Teamarbeit
- Kooperation
- Rücksichtnahme, aber auch Konfliktfähigkeit
- Einhaltung von Vorsichtsmaßnahmen

d.h. soziale Verhaltensweisen, wie sie im Alltag und Beruf wichtig sind.

Bei der Auswertung der Versuchsbeobachtungen können methodische Kompetenzen wie

- Diskutierfähigkeit, d.h. die Fähigkeit zu klarer, überzeugender Argumentation, zum Zuhören,
- offen sein für Argumente anderer und sachliche Diskussion unterschiedlicher, auch unzutreffender Erklärungsansätze,
- die Fähigkeit, sich klar, präzise, sach- und fachgerecht auszudrücken,

besonders gefördert werden.

Darüber hinaus tragen Studierendenexperimente zur formalen Bildung wie etwa der Schulung der Beobachtung und des kausalen und funktionalen Denkens bei.

Im Chemieunterricht kommen dem Experiment vor allem drei verschiedene Rollen zu:

### **1. Das Experiment als „Problemexperiment“**

Durch ein Experiment wird ein Phänomen dargestellt, das in der Regel nicht aus dem Vorwissen der Studierenden erklärt werden kann. Dieses soll Interesse an der Thematik wecken, zum Nachdenken anregen und Anlass für ein Unterrichtsgespräch sein, aus dem sich eine Lösungsstrategie ergibt.

### **2. Das Experiment als Teil der Problemlösestrategie**

Die klassische naturwissenschaftliche Vorgehensweise liegt darin, zunächst auf dem vorhandenen Vorwissen eine Hypothese zu formulieren und diese dann anhand eines Experimentes zu überprüfen. Dabei soll der Studierende in einer „Forscherrolle“ die gestellten Probleme aktiv durch fachlich und logisch begründete aufeinander folgende Schritte lösen. Am Ende jedes logischen Schrittes steht ein Experiment, mit dem die aufgestellten Hypothesen überprüft werden. Die Studierenden sollen nach Möglichkeit in die Versuchsplanung mit einbezogen werden.

### **3. Das Experiment als Übungsversuch und Wiederholungsversuch**

Ziel solcher Versuche ist einmal die Festigung, Einübung, Bestätigung und Vertiefung des Gelernten. Zum anderen dienen solche Experimente auch der Verbesserung bzw. dem Erwerb manueller Fähigkeiten und grundlegender experimenteller Techniken.

Ein Studierender, der den Chemieunterricht besucht hat, sollte die Schule mit einem Bestand an chemischen Kenntnissen verlassen, die für sein Leben relevant und praktisch anwendbar sind und ihn in die Lage versetzen, neben fachgerechten auch wertende Entscheidungen zu treffen.

## A 3.6 Physik

Physik ist, wie jede Wissenschaft, ein Erzeugnis des menschlichen Geistes. Was aber bewegt uns, dass wir uns dieser Sache überhaupt zuwenden? Galilei gibt in seinen „Unterredungen“ gleich auf der ersten Seite eine Antwort: „...ich, der ich (von Natur) wissbegierig bin, komme häufig hierher (gemeint ist das Arsenal von Venedig, die Werftbetriebe), und die Erfahrung derer, die wir wegen ihrer hervorragenden Meisterschaft „die Ersten“ (Proti) nennen, hat meinem Verständnis oft den Kausalzusammenhang wunderbarer Erscheinungen eröffnet, die zuvor für unerklärbar und unglaublich gehalten wurden: und wirklich war ich oft verwirrt und verzweifelt darüber, dass so viele Dinge der Erfahrung nicht erklärt werden konnten,..."

Das Sich-Wundern, die Verzweiflung darüber, eine Sache nicht zu verstehen, und der Drang nach Aufklärung ist der Anfang von Wissenschaft.

Physik bedeutet „die Naturlehre“ (lat.) bzw. „die Naturforschung“ (gr.). Schon dieser Name zeigt, dass der Gegenstand der Physik zunächst zumindest von der Idee her die gesamte Natur war. Die Physik ist die erste Naturwissenschaft im modernen Sinne (vgl. A 3.3). Galilei hat sie „der Mathematik zugänglich“ (Lichtenberg) gemacht. In der Forschungsmethode und in der Ausformung ihrer Forschungsergebnisse ist die Physik beispielhaft geworden für eine Naturwissenschaft schlechthin. Eine Ursache für den großen Erfolg der Physik ist, dass sie nur solche Naturvorgänge untersucht, die der experimentellen Erforschung, der messenden Erfassung und der mathematischen Darstellung zugänglich sind und die allgemeingültigen Gesetzen unterliegen. Die Physik beschreibt also nur einen Teil der wahrnehmbaren Welt (Aspekt-Charakter). Die Gegenstände der Physik sind die Erscheinungs- und Zustandsformen der unbelebten Materie, ihre Struktur, Eigenschaften und Bewegungen (Veränderungen), sowie die diese hervorrufenden Kräfte und Wechselwirkungen. Die von der Physik erkannten Gesetzmäßigkeiten sind auch die Grundlagen für Naturvorgänge, die in anderen Naturwissenschaften beobachtet werden. In diesem Sinne wird die Physik als Grundlagenwissenschaft bezeichnet. Eine weitere Ursache für den Erfolg der Physik ist die treffende Vereinfachung der Mannigfaltigkeit der Naturerscheinungen in den Begriffen, die die Mathematisierung erst ermöglicht. Was die Physik für Studierende scheinbar schwer macht - die mathematische Formulierung der Naturgesetze - ist gerade der Beweis ihrer Einfachheit. Sieben Grundmaßeinheiten genügen, um die gesamte Welt, um die sich die Physik bemüht, zu beschreiben.

Die Erkenntnis, dass sich die Natur an unsere Rechenregeln hält, ist ohnehin überraschend. Dass man mit einer mathematisch gut formulierten Theorie „deduktiv“ neue, unerwartete Einsichten in die „Beweggründe“ der Natur gewinnen kann, ist auch eine Besonderheit der Physik, ebenso die sehr genauen Vorhersagen.

Damit sind die Voraussetzung des Physikunterrichts und seine mögliche Gestaltung erkennbar: Ausgehend von einer erstaunlichen Naturerscheinung oder Beobachtung - wenn möglich von einem Phänomen - suchen wir nach einer Aufklärung, die anschauliche Vorstellungen (Modelle) in Begriffe und in einen vermuteten Zusammenhang zwischen diesen Begriffen überführt. Dieser Zusammenhang ist am Experiment entweder unmittelbar zu überprüfen oder es werden deduktiv Weiterungen erschlossen, die dann experimentell überprüfbar sind. Dazu ist es erforderlich, Versuche zu planen, durchzuführen, Messreihen aufzunehmen und auszuwerten: Nur das zuvor als entscheidend erkannt wird gemessen. In aller Regel ist das Experiment nämlich Bestätigung oder Widerlegung eines **zuvor** als möglich angenommenen Gesetzes. Andernfalls ist ein gezielt durchgeführter Versuch gar nicht denkbar. Bestätigt der Versuch die Vermutung, so waren unsere Begriffe und Bilder (Modelle)

zumindest nicht allzu falsch. Bestätigt das Experiment die Erwartung nicht, so muss man oft wieder von vorne anfangen.

Auf diese Weise können die Studierenden beispielhaft naturwissenschaftliches Denken und Erkennen erleben und zu genauen Begriffen und zu mathematischen Strukturen geführt werden.

Zusammen mit dem in A 3.3 Genannten ergeben sich die folgenden Anforderungen an mögliche Unterrichtsgegenstände:

Sie sollen

- erwachsenen Studierenden so erstaunlich sein, dass sie sie verstehen möchten;
- so einfach erscheinen, dass man sich das Auffinden einer Lösung zutraut;
- sich durch selbstständiges Denken erschließen lassen;
- eine Lösung haben, die zwingt, zuvor physikalische Begriffe zu erfinden;
- eine Lösung haben, die den Blick auf die Natur so weitet, dass diese Lösung als Bereicherung erlebt wird;
- die Möglichkeit eröffnen, über die Art und Weise der physikalischen Weltbetrachtung nachzudenken;
- einen Blick auf das Verhältnis von Wissenschaft (Physik) und Gesellschaft zulassen;
- geeignet sein, das Spannungsfeld zwischen wissenschaftlicher Forschung und technischer Verwertung zu beleuchten;
- grundsätzliche Prinzipien erkennen lassen, die auch in der Technik häufig Anwendung finden.

### **A 3.7 Fachübergreifender und fächerverbindender Unterricht**

Viele Sachverhalte des täglichen Lebens können nicht angemessen verstanden und in einen Zusammenhang gestellt werden, wenn man sie nur unter einem Blickwinkel betrachtet. Der Erfolg der modernen Naturwissenschaften beruht nun aber ganz wesentlich darauf, dass die Einzelgegenstände immer stärker eingegrenzt und demzufolge der Blickwinkel immer kleiner wird. Deshalb ist es notwendig, bei komplexen Problemen Fachleute unterschiedlicher Disziplinen zusammenzuführen, um in Projekten ihre Sichtweisen zu vernetzen. Auch für den Bereich der Schulen ist die „Begrenztheit“ des fachorientierten Unterrichts kritisiert und mehr fachübergreifender Unterricht gefordert worden. Nach § 4 des Hessischen Schulgesetzes müssen Lehrpläne die „... Möglichkeiten des fächerverbindenden und fachübergreifenden Lernens aufzeigen“. Auch an den Schulen für Erwachsene soll „... der Fachunterricht durch fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten ergänzt werden“ (VO SfE § 2(5)).

In der naturwissenschaftlichen fachdidaktischen Literatur wird die Thematik „fachübergreifender Unterricht“ kontrovers diskutiert. Untersuchungen zeigen, dass nicht wissenschaftliche Disziplinen, sondern Probleme vorrangig den Erkenntnisprozess leiten. Die Einübung in mehrperspektivisches Denken muss daher unbedingt zur Wissenschaftspropädeutik gehören. Daraus wächst die Einsicht, dass allein die Fachstruktur schulischen Lernens dem umfassenden Bildungsanspruch, auch soziale Verantwortlichkeit, personale Selbstständigkeit und gesellschaftliche Handlungsfähig-

keit auszubilden, nicht genügt. Die Reflexion der gesellschaftlichen Folgen angewandter hochspezialisierter Forschung ist nämlich für eine wirklich demokratische Gesellschaft unabdingbar.

Nutzt man die horizontalen Verknüpfungen zwischen Inhalten, Fragestellungen und Verfahren der mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächer zur Bearbeitung komplexer Probleme, so können die wechselseitigen Beziehungen dieser Fächer sichtbar gemacht werden.

Fachübergreifender Unterricht kann dann zur Ausformung der folgenden Qualifikationen beitragen :

- Sachkompetenz
- Gesundheitskompetenz
- Lernkompetenz
- Umweltkompetenz
- Denkkompetenz
- Sozialkompetenz
- Wissenschaftstheoretische Kompetenz
- ethische Kompetenz
- Sprachkompetenz
- instrumentelle Kompetenz .

Einerseits geben die Autoren der Expertise „Weiterentwicklung der Prinzipien der GO und des Abiturs; Abschlussbericht der von der KMK eingesetzten Expertenkommission“<sup>1)</sup> zu bedenken, dass

- der Weg zur Lösung der Probleme durch das Fach und durch die Entwicklungsarbeit im Fach führt;
- das Fach, wenn es reflexiv unterrichtet wird, immer schon über sich selbst hinausweist, die überfachliche Perspektive in unseren Schulen - insbesondere im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht - im allgemeinen aber zu kurz kommt;
- die Auflösung fachgebundenen Lernens den Aufbau notwendigen Wissens verhindert und gelegentlich sogar Pseudowissen befördert;
- vorschnelles Urteil statt gesicherter Reflexion, vorschnelle Kritik des fachgebundenen Lernens und Erkenntnis ohne methodische Sicherung nicht selten das Ergebnis eines Unterrichts waren, der ohne professionell gesichertes Fachwissen durchgeführt wurde;
- Interdisziplinarität, Reflexion des Lernens und Kritik der Wissenschaft auch im fachgebundenen Unterricht umzusetzen sind.

Andererseits wird durch verschiedene Präsentationsformen von Ergebnissen wiederum die sprachlich-kommunikative Ebene in den naturwissenschaftlichen Unterricht stärker als bisher einbezogen. Ebenso sind die interdisziplinäre Denkweise und die Bereitschaft zur kritischen Reflexion der eigenen fachlichen Wahrnehmung Merkmale eines wissenschaftspropädeutischen Ansatzes und fördern die Studierfähigkeit. Der fachübergreifende und fächerverbindende Unterricht fördert Problemlösungs- und Informationsstrategien, die nicht an den Fächergrenzen Halt machen. Der

---

1 Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der BRD: „Weiterentwicklung der Prinzipien der GO und des Abiturs; Abschlussbericht der von der KMK eingesetzten Expertenkommission“, Schmidt und Klaunig Verlag 1995

fachübergreifende Unterricht unterstützt durch unmittelbare inhaltliche Abgrenzung die Darstellung der Besonderheiten der einzelnen naturwissenschaftlichen Fächer (exemplarisch). Dies kann nur dann gelingen, wenn die Verbindung der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer nicht zu einer Verminderung der Stundenzahl missbraucht wird.

## **B Fach- und schulformbezogener Teil**

### **B 1 Abendhauptschule und Abendrealschule**

#### **B 1.1 Rahmenbedingungen**

##### **Ziele der Abendhauptschule und Abendrealschule**

„Ziel der Abendhauptschulen und der Abendrealschulen ist es, den Studierenden ... Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten zu vermitteln, die sie für die Aufnahme einer beruflichen Ausbildung, für das berufliche Fortkommen und den Besuch weiterführender Schulen vorbereiten.“ (§2 Verordnung der SfE vom 13.09.2003). Damit erhält der Unterricht zunächst einmal eine berufsorientierende Ausrichtung, in dem Kompetenzen und Qualifikationen vermittelt werden, die dem Studierenden helfen, einen (erweiterten) Zugang zum Arbeitsmarkt zu erlangen. Dabei spielen neben fachlichen gerade soziale und persönliche Kompetenzen eine herausragende Rolle (siehe dazu Kap. A 2.2). Die Berufs- und Sozialerfahrungen der Studierenden sind möglichst zu berücksichtigen, wobei gerade auf Berufserfahrungen regional unterschiedlich stark zurückgegriffen werden kann.

Darüber hinaus vermitteln die Abendhaupt- und Abendrealschulen natürlich die Voraussetzungen zum Besuch von weiterführenden Schulen.

##### **Organisation des naturwissenschaftlichen Unterrichts**

Die Verordnung der Schulen für Erwachsene vom 13.09.2003 lässt unterschiedliche Organisationsformen für die Gestaltung des naturwissenschaftlichen Unterrichts zu.

Die Fächer Biologie, Chemie und Physik sind getrennt zu unterrichten. Aus personellen Gründen können sie auch integrativ als Lernbereich „Naturwissenschaften“ organisiert werden, wobei dann die fachspezifischen Ziele im thematischen Zusammenhang zu erschließen sind. Der Unterricht kann aber auch fachübergreifend bzw. fächerverbindend in seinen vielfältigen Organisationsformen angelegt sein.

Die Naturwissenschaften werden im zweisemestrigen Hauptschul- und im viersemestrigen Realschulgang mit 3 Wochenstunden pro Semester als Pflichtfach unterrichtet, wobei der Unterricht auch epochalisiert werden kann.

Die Lehrpläne legen die Inhalte fest, die unabhängig von den unterschiedlichen Organisationsformen umgesetzt werden müssen. Den jeweiligen Fachkonferenzen obliegt die Festlegung der Reihenfolge und die Verknüpfung der Inhalte. Der enge Zeitrahmen setzt entsprechende Grenzen bei der Realisierung der Inhalte. Darüber hinaus ist aber eine Verstärkung dieses Pflichtunterrichts im Wahlbereich möglich.

#### **B 1.2 Didaktisch-methodische Aspekte**

Neben den Erschließungskategorien Wissenschaftsbezug, Gesellschaftsbezug und Umweltbezug kommt dem didaktischen Leitgedanken **Lebensbezug** in der Abendhaupt- und Abendrealschule die größte Bedeutung bei. Diesen Aspekt ernst nehmen heißt, auf die Situation, Vorkenntnisse, Erfahrungen, Interessen und Ziele der Studierenden der Abendhaupt- und Abendrealschule einzugehen (siehe A 2.2). Wann immer möglich, sollte der Unterricht an den Problemen und Interessen der Studierenden ansetzen. Diese offene, situative Orientierung des Unterrichts sollte

authentische oder realitätsnahe Problemstellungen berücksichtigen und diese für die Studierenden erfahrbar (tätigkeitsorientiert) bearbeiten.

Der didaktische Aspekt Lebensbezug beinhaltet angesichts der Zielsetzung der Abendhaupt- und Abendrealschule (siehe B 1.1) insbesondere **berufsorientiertes Arbeiten**. Inhalte und vor allem Methoden, die für die erfolgreiche Ausübung eines Berufes hilfreich oder notwendig sind, rücken damit in den Vordergrund. Fachübergreifende und fächerverbindende Zusammenhänge sowie Organisationsformen, die ein mehrperspektivisches, vernetztes Lernen ermöglichen, unterstützen diesen Anspruch.

Dieser Ansatz ermöglicht es in besonderem Maße, die für die Studierenden oder die Gesellschaft zentralen Probleme in den Mittelpunkt des Unterrichts zu stellen und Arbeitsweisen und Methoden anzuwenden, die sowohl für die naturwissenschaftliche Bildung wie auch für die Lebensbewältigung der Studierenden relevant sind. Der Unterricht in der Abendhauptschule berücksichtigt das teilweise geringere Abstraktionsvermögen der Studierenden und ist im Vergleich zum Unterricht in der Abendrealschule noch stärker phänomenorientiert.

Der selbstständigen Erarbeitung in Studierendengruppen ist - soweit möglich - der Vorrang zu geben. Damit fördert der Unterricht u.a. die Identifikation mit dem Unterrichtsinhalt, fördert die Motivation, ermöglicht ggf. reales Erleben, greift den Teamgedanken auf und tritt damit den in A 2.2 beschriebenen Defiziten sowohl auf persönlicher als auch auf sozialer Ebene entgegen.

Auch hier kommt dem Studierenden-Experiment eine entscheidende Rolle zu. Es ermöglicht authentische Erfahrungen, bereitet Erfolgserlebnisse und schafft in besonderer Weise Anlässe über die adäquate Be- und Aufarbeitung von Unterrichtsinhalten beruflich nachgefragte Qualifikationen wie z.B. Sorgfalt, Ausdauer, Teamgeist oder Präsentationsvermögen zu fördern.

Exkursionen zu entsprechenden Betrieben tragen nicht nur zur Ausfüllung inhaltlicher Aspekte bei, sondern geben den Studierenden der Abendhaupt- und Abendrealschulen auch einen Einblick in diverse naturwissenschaftlich orientierte Berufsfelder und in die Berufswelt an sich. Darüber hinaus ist stets nach Unterrichtsformen und -methoden zu streben, die den o.a. Aspekten genügen.

### **B 1.3 Ziele der Abendhauptschule**

Aus den Veränderungen in Wirtschaft, Freizeit und Gesellschaft (Kap. A 2.1), den Rahmenbedingungen für die Abendhauptschule und den methodisch-didaktischen Bemerkungen ergeben sich folgende Ziele und verbindliche Inhalte für den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Abendhauptschule. Bei der Umsetzung im Unterricht muss das geringe Abstraktionsvermögen der Studierenden besonders berücksichtigt werden. Die Nummerierung der Ziele und Inhalte stellt keine Hierarchie und keine Reihenfolge dar, sie dient nur der besseren Übersicht.

#### **Allgemeine Ziele**

1. Verständliche und zusammenhängende Ausdrucksweise sowie geeignete Wortwahl
2. Anwendung von Gesprächsregeln
3. Sachgerechte Argumentation
4. Verfassen eigener Aufzeichnungen

5. Entnahme, Bewertung, Zusammenfassung, Wiedergabe und Präsentation von Informationen aus verschiedenen Medien
6. Einsicht in die Verantwortung sich, den Mitmenschen und der Natur gegenüber
7. Förderung von Schlüsselqualifikationen (z.B. Teamfähigkeit)

### Allgemeine naturwissenschaftliche Ziele

1. Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften:  
Anwendung naturwissenschaftlicher Methoden und Verfahren (Beobachten, Beschreiben, Protokollieren, Vergleichen, Klassifizieren, Hypothesenbildung und -überprüfung, Experimentieren, Denken in Modellen)
2. Kenntnis des Zusammenhangs zwischen Struktur und Eigenschaft entsprechender naturwissenschaftlicher Objekte
3. Verständnis einfacher Fachsprache sowie Umgang mit graphischen, tabellarischen und schematischen Abbildungen
4. Beschreibung von Eingriffen des Menschen in die Umwelt und deren Folgen an Beispielen und Benennung von Alternativen
5. Verantwortungsvoller und vorsichtiger Umgang mit Lebewesen, Chemikalien und Geräten/Maschinen
6. Einsicht in die Bedeutung naturwissenschaftlicher Erkenntnis für den Einzelnen, die Gesellschaft und die Natur selbst
7. Kenntnis beruflicher Tätigkeitsfelder im naturwissenschaftlich-technischen Bereich und ihre Bedeutung für die Gesellschaft

### Lern- und Arbeitsmethoden

Im Unterricht ist die Methodenvielfalt zu stärken und die methodische Kompetenz der Studierenden zu fördern. Mittels geeigneter Methodenwerkzeuge sollen Lernszenarien geschaffen werden, die den Studierenden die Möglichkeit zum eigenständigen Handeln und individualisierten Arbeiten als Voraussetzungen für selbstgestaltetes Lernen geben. Hierzu ist in der Abendhauptschule die Förderung folgender grundlegender Methoden notwendig:

- Verständiges Lesen und Verfassen von kurzen, einfachen Sachtexten
- Markieren von Schlüsselbegriffen
- Anfertigung und Auswertung von Mitschriften (Film, weitere Medien)
- Gezielte Recherche von Informationen zu einem begrenzten Thema im Internet
- Auswertung und Anfertigung von einfachen zweidimensionalen Diagrammen
- Erarbeiten und Einüben von Regeln zur konstruktiven Zusammenarbeit in Arbeitsgruppen
- Visualisieren und Präsentieren von Arbeitsergebnissen

## B 1.4 Themen und verbindliche Inhalte der Abendhauptschule

Im Folgenden werden für die Fächer Biologie, Chemie und Physik verschiedene Themen genannt. Anhand dieser Themen können die o.g. Ziele erreicht werden. Es sind mehr Themen angegeben als tatsächlich im Unterricht behandelt werden können. Die Reihenfolge und die Auswahl der Themen obliegt der jeweiligen Fachkonferenz. Dabei ist zu beachten, dass alle verbindlichen Inhalte (siehe S. 29) behandelt werden.

<b>Themen</b>		
<b>Biologie</b>	<b>Chemie</b>	<b>Physik</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Der Mensch</li> <li>2. Vererbung</li> <li>3. Sonne und Leben</li> <li>4. Gesundheit und Krankheit</li> <li>5. Mensch und Umwelt</li> <li>6. Sexualität und Fortpflanzung</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stoffe – Ordnung in der Vielfalt</li> <li>2. Wasser, Feuer und Luft</li> <li>3. Energieträger</li> <li>4. Werkstoffe unserer Zeit</li> <li>5. Haushaltschemikalien</li> <li>6. Chemie und Umwelt</li> <li>7. Nahrungsmittel</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Unser Sonnensystem</li> <li>2. Strom im Haus</li> <li>3. Licht und Sehen</li> <li>4. Aufbau der Materie</li> </ol>

<b>Fachspezifische Ziele</b>		
<b>Biologie</b>	<b>Chemie</b>	<b>Physik</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Funktionszusammenhänge von biologischen Systemen erkennen</li> <li>2. Biologische Arbeitsweisen anwenden</li> <li>3. Bedeutung biologischer Erkenntnisse zur Lösung individueller, gesellschaftlicher und/oder ökologischer Probleme kennen</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stoffgruppen und deren Eigenschaften kennen</li> <li>2. Veränderungen von Stoffen beschreiben und deuten können</li> <li>3. Aufbau von Stoffen</li> <li>4. Einfache chemische Arbeitstechniken anwenden</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Physikalische Fragestellungen anwenden</li> <li>2. Zwischen Erfahrungen des täglichen Lebens und physikalischen Erklärungen Beziehungen herstellen</li> </ol>

<b>Verbindliche fachspezifische Inhalte</b>		
<b>Biologie</b>	<b>Chemie</b>	<b>Physik</b>
<p>1. Kennzeichen des Lebendigen</p> <p>2. Aufbau von Zellen als Baustein von Lebewesen</p> <p>3. Überblick über Bau und Funktion menschlicher Organe</p> <p>4. A Zusammenhang zwischen Lebensweise und Erkrankung oder B Zellteilung als Grundlage für Wachstum und Entwicklung oder C Wechselbeziehungen in einem Ökosystem</p>	<p>1. Wichtige Stoffeigenschaften zur Identifizierung und Klassifizierung</p> <p>2. Teilchenmodell</p> <p>3. Die chemische Reaktion (Stoffumwandlung, Wortgleichung)</p> <p>4. Gefahrstoffkennzeichnung und Sicherheitsmaßnahmen</p> <p>5. Säuren, Basen (Eigenschaften, Nachweis, Vorkommen, Verwendung)</p>	<p>1. Die Wirkungen des elektrischen Stroms, Stromstärke und Spannung</p> <p>2. A Mondphasen, Jahreszeiten, Tag und Nacht oder B Bewegungen und Kräfte oder C Strahlenmodell des Lichts und optisches Bild</p>

## B 1.5 Ziele der Abendrealschule

Aus den Veränderungen in Wirtschaft, Freizeit und Gesellschaft (Kap. A 2.1), den Rahmenbedingungen für die Abendrealschule und den methodisch-didaktischen Bemerkungen ergeben sich folgende Ziele und verbindliche Inhalte für den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Abendrealschule. Die Nummerierung der Ziele und Inhalte stellt keine Hierarchie und keine Reihenfolge dar, sie dient nur der besseren Übersicht.

### Allgemeine Ziele

1. Verständliche und zusammenhängende Ausdrucksweise sowie geeignete Wortwahl
2. Anwendung von Gesprächsregeln
3. Sachgerechte Argumentation
4. Verfassen eigener Aufzeichnungen (Protokolle, Zeichnungen ...)
5. Entnahme, Bewertung, Zusammenfassung, Wiedergabe und Präsentation von Informationen aus verschiedenen Medien
6. Einsicht in die Verantwortung sich, den Mitmenschen und der Natur gegenüber
7. Förderung von Schlüsselqualifikationen (z.B. Teamfähigkeit)

### Allgemeine naturwissenschaftliche Ziele

1. Erkenntnisgewinnung in den Naturwissenschaften: Anwendung naturwissenschaftlicher Methoden und Verfahren (Beobachten, Beschreiben, Protokollieren, Vergleichen, Klassifizieren, Hypothesenbildung und -überprüfung, Experimentieren, Denken in Modellen)
2. Kenntnis des Zusammenhangs zwischen Struktur und Eigenschaft entsprechender naturwissenschaftlicher Objekte
3. Anwendung einfacher Symbol-, Formel- und Fachsprache; Auswertung graphischer, tabellarischer und schematischer Abbildungen
4. Beschreibung von Eingriffen des Menschen in die Umwelt und deren Folgen an Beispielen und Benennung von Alternativen
5. Verantwortungsvoller und vorsichtiger Umgang mit Lebewesen, Chemikalien und Geräten/Maschinen
6. Einsicht in die Bedeutung naturwissenschaftlicher Erkenntnis für den Einzelnen, die Gesellschaft und die Natur selbst
7. Kenntnis beruflicher Tätigkeitsfelder im naturwissenschaftlich-technischen Bereich und ihre Bedeutung für die Gesellschaft

## **Lern- und Arbeitsmethoden**

Im Unterricht ist die Methodenvielfalt zu stärken und die methodische Kompetenz der Studierenden zu fördern. Mittels geeigneter Methodenwerkzeuge sollen Lernszenarien geschaffen werden, die den Studierenden die Möglichkeit zum eigenständigen Handeln und individualisierten Arbeiten als Voraussetzungen für selbstgestaltetes Lernen geben. Hierzu ist in der Abendrealschule die Förderung folgender grundlegender Methoden notwendig:

- Verständiges Lesen und Verfassen von einfachen Sachtexten
- Markieren von Schlüsselbegriffen
- Anfertigung und Auswertung von Mitschriften (Film, weitere Medien)
- Gezielte Recherche von Informationen zu einem begrenzten Thema im Internet
- Auswertung und Anfertigung von einfachen zweidimensionalen Diagrammen
- Erarbeiten und Einüben von Regeln zur konstruktiven Zusammenarbeit in Arbeitsgruppen
- Visualisieren und Präsentieren von Arbeitsergebnissen

## B 1.6 Themen und verbindliche Inhalte der Abendrealschule

Im folgenden werden für die Fächer Biologie, Chemie und Physik verschiedene Themen genannt. Anhand dieser Themen können die o.g. Ziele erreicht werden. Es sind mehr Themen angegeben als tatsächlich im Unterricht behandelt werden können. Die Reihenfolge und die Auswahl der Themen obliegt der jeweiligen Fachkonferenz. Dabei ist zu beachten, dass alle verbindlichen Inhalte (siehe S. 30) behandelt werden.

<b>Themen</b>		
<b>Biologie</b>	<b>Chemie</b>	<b>Physik</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Der Mensch</li> <li>2. Vererbung – Züchtung – Gentechnik</li> <li>3. Sonne und Leben</li> <li>4. Gesundheit und Krankheit</li> <li>5. Mensch und Umwelt</li> <li>6. Sexualität und Fortpflanzung</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stoffe - Ordnung in der Vielfalt</li> <li>2. Wasser, Feuer und Luft</li> <li>3. Energieträger</li> <li>4. Werk- und Wirkstoffe unserer Zeit</li> <li>5. Haushaltschemikalien</li> <li>6. Chemie und Umwelt</li> <li>7. Nahrungsmittel</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Unser Sonnensystem</li> <li>2. Strom im Haus</li> <li>3. Licht und Sehen</li> <li>4. Aufbau der Materie</li> </ol>

<b>Fachspezifische Ziele</b>		
<b>Biologie</b>	<b>Chemie</b>	<b>Physik</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einsicht in die Einbindung des Menschen in die Natur</li> <li>2. Funktionszusammenhänge von biologischen Systemen erkennen</li> <li>3. Biologische Arbeitsweisen anwenden</li> <li>4. Bedeutung biologischer Erkenntnisse zur Lösung individueller, gesellschaftlicher und ökologischer Probleme kennen</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stoffgruppen und deren Eigenschaften kennen</li> <li>2. Veränderungen von Stoffen beschreiben und deuten können</li> <li>3. Aufbau von Stoffen</li> <li>4. Chemische Arbeitstechniken anwenden</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Physikalische Fragestellungen anwenden</li> <li>2. Das Verhalten von Körpern mit problembezogenen Begriffen beschreiben und deuten</li> <li>3. Zwischen Erfahrungen des täglichen Lebens und physikalischen Erklärungen Beziehungen herstellen</li> </ol>

Verbindliche fachspezifische Inhalte		
Biologie	Chemie	Physik
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kennzeichen des Lebendigen</li> <li>2. Aufbau von Zellen als Bausteine von Lebewesen</li> <li>3. Zellteilung als Grundlage für Wachstum und Entwicklung</li> <li>4. Überblick über Bau und Funktion menschlicher Organe</li> <li>5. Zusammenhang zwischen Lebensweise und Erkrankung</li> <li>6. Wechselbeziehungen in einem Ökosystem</li> <li>7. Energiegewinnung : Fotosynthese und Atmung</li> <li>8. Chromosomen als Träger der Erbinformation</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Stoffeigenschaften zur Identifizierung und Klassifizierung</li> <li>2. Teilchenmodell und ein weiteres, einfaches Atommodell</li> <li>3. Stoffgemisch, Verbindung und Element</li> <li>4. Die chemische Reaktion</li> <li>5. Herleitung einfacher Formeln und Reaktionsgleichungen</li> <li>6. Das Periodensystem der Elemente als Ordnungsprinzip und methodisches Hilfsmittel</li> <li>7. Mindestens eine chemische Bindungsart</li> <li>8. A Redoxreaktionen (Sauerstoffübertragung) oder B Säuren, Basen</li> <li>9. Gefahrstoffkennzeichnung und Sicherheitsmaßnahmen</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Strahlenmodell des Lichts und optisches Bild</li> <li>2. A Bewegungen und Kräfte oder B Mondphasen, Jahreszeiten, Tag und Nacht</li> <li>3. Elektrischer Strom als bewegte Ladung</li> <li>4. Die Wirkungen des elektrischen Stroms, Spannung und Stromstärke, Stromkreise</li> </ol>

## **B 1.7 Fachübergreifender/fächerverbindender Unterricht**

Lebensweltliche Sachverhalte, die in der Regel nur mehrperspektivisch zu verstehen sind, erfordern einen über das Einzelfach hinausgehenden Unterricht. Hierbei bietet sich der fachübergreifende/fächerverbindende Unterricht mit seinen Möglichkeiten (siehe A 3.7) genauso an wie die Zusammenführung der Fächer Biologie, Chemie und Physik zum Lernbereich Naturwissenschaften. Die Vernetzung mehrerer Fächer ermöglicht die Einsicht in Zusammenhänge, die die Fachgrenzen überschreiten. Dabei werden die unterschiedlichen Sicht- und Arbeitsweisen der Einzeldisziplinen in einen größeren thematischen Zusammenhang eingebunden. So soll den Studierenden der Abendhauptschule und Abendrealschule die Realität näher gebracht werden.

Die Wirksamkeit einer solchen Unterrichtsorganisation erhöht sich, wenn sie projektartigen Charakter bekommt durch

- die Berücksichtigung vielfältiger Arbeitsmethoden,
- das Einbeziehen naturwissenschaftlicher Medien (Texte, Filme etc.) zu lebensnahen Fragestellungen,
- das Einbeziehen externer Fachleute,
- die bessere Nutzung außerschulischer Lernorte,
- die Produktorientierung und
- die Förderung berufsfeldübergreifender Schlüsselqualifikationen und der Anwendung experimenteller Methoden in einem komplexen Kontext.

Im Folgenden sind Themen für fächerverbindenden/fachübergreifenden Unterricht bzw. für den Lernbereich Naturwissenschaften vorgeschlagen. Die inhaltliche Ausgestaltung der jeweiligen Themen für die Abendhauptschule erfolgt phänomenorientierter als in der Abendrealschule.

- **Kommunikation**
- **Lebensgrundlage Wasser/Luft**
- **Energie und Umwelt**
- **Mobilität**
- **Raumschiff Erde**
- **Bauen und Baustoffe**
- **Treibhauseffekt**

## **B 2 Abendgymnasium und Hessenkolleg**

Abendgymnasien und Hessenkollegs bieten nach den Bestimmungen des Hessischen Schulgesetzes einen eigenständigen Weg zum Erwerb der allgemeinen Hochschulreife, die zum Übergang in den Hochschulbereich berechtigt. Ausdrücklich sollen die Berufs- und Sozialerfahrung der Studierenden bei der Vermittlung einer Grundbildung einbezogen werden.

### **B 2.1 Rahmenbedingungen**

Der Bildungsgang an den Abendgymnasien und Hessenkollegs gliedert sich in eine Vorkursphase, eine zweisemestrige Einführungsphase und eine viersemestrige Qualifikationsphase. Die Vorkursphase dauert ein Semester, sie kann bei Einrichtung eines ein- oder zweisemestrigen Aufbaukurses Deutsch als Zweitsprache bis zu drei Semester umfassen.

Exakte Festlegungen über den Umfang naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Vorkurs- und Einführungsphase macht die Verordnung zur Ausgestaltung der Schulen für Erwachsene vom 13.09.2003 nicht, es werden lediglich Untergrenzen angegeben, die den einzelnen Schulen dann Spielräume zur Ausgestaltung geben. Deshalb sind je nach Schule zwischen 6 und 12 Semesterwochenstunden für naturwissenschaftlichen Unterricht in Vorkurs- und Einführungsphase möglich.

In der Qualifikationsphase ist für Studierende an den Abendgymnasien die Belegung naturwissenschaftlichen Unterrichts nicht obligatorisch, Studierende an den Hessenkollegs müssen in den vier Semestern der Qualifikationsphase im mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld Kurse mit insgesamt mindestens 22 Wochenstunden belegen. Davon werden 16 Wochenstunden durch den 4-stündigen Mathematik-Pflichtkurs abgedeckt, bleiben also 6 Wochenstunden für Informatik und Naturwissenschaften, wobei mindestens zwei Kurse aus zwei Semestern in einer Naturwissenschaft enthalten sein müssen. Daraus ergibt sich eine Belegverpflichtung von mindestens 4 Wochenstunden. In der Qualifikationsphase der Abendgymnasien sind die Naturwissenschaften also im Wahlbereich einzuordnen, bei den Hessenkollegs in geringem Umfang im Wahlpflichtbereich.

Im Sinne einer umfassenderen naturwissenschaftlichen Bildung und in Anbetracht der Ergebnisse der PISA-Studie wäre es notwendig, den Rahmen für den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Einführungsphase der Schulen für Erwachsene so zu gestalten, dass Studierende

- an den Abendgymnasien Unterricht in Biologie, Chemie und Physik mit jeweils mindestens zwei Semesterwochenstunden belegen; dabei sollte eines der Fächer mit vier Semesterwochenstunden belegt werden;
- an den Hessenkollegs Unterricht in Biologie, Chemie und Physik mit jeweils zwei Wochenstunden durchgängig in beiden Semestern belegen.

### **B 2.2 Ziele und Aufgaben**

Ziel der Abendgymnasien und der Hessenkollegs ist es, den Studierenden den Erwerb der Allgemeinen Hochschulreife zu ermöglichen und sie auf ein Hochschulstudium vorzubereiten. Weiterhin sollen Abendgymnasien und Hessenkollegs Kenntnisse und

Fähigkeiten vermitteln, die die Studierenden auch ohne Studium in eine weitere berufliche Tätigkeit einbringen können.

Verbindendes Merkmal des Unterrichts ist das wissenschaftspropädeutische Arbeiten, das exemplarisch in wissenschaftliche Fragestellungen, Kategorien und Methoden einführt.

Der Unterricht an den Schulen für Erwachsene zielt darauf ab, selbstständiges Lernen und Arbeiten sowie die Reflexion des eigenen Lernens, Denkens, Urteilens und Handelns zu fördern. Geistige Beweglichkeit, Phantasie und Kreativität im Unterricht sollen ebenso gestärkt werden wie Konzentrationsfähigkeit, Genauigkeit und Ausdauer. Die Schulen für Erwachsene tragen zur Persönlichkeitsstärkung bei und zur Fähigkeit, das Leben in sozialer Verantwortung zu gestalten sowie in der demokratischen Gesellschaft und im kulturellen Leben aktiv mitzuwirken. Sie fördern die Teilnahme an der Wissensgesellschaft und bereiten auf die entsprechenden Anforderungen der Arbeitswelt vor.

Als Merkmal für Studierfähigkeit sind drei Kompetenzbereiche von herausgehobener Bedeutung:

1. sprachliche Ausdrucksfähigkeit, insbesondere die Fähigkeit, sich strukturiert, zielgerichtet und sprachlich korrekt zu artikulieren;
2. verständiges Lesen komplexer fremdsprachlicher Sachtexte;
3. sicherer Umgang mit mathematischen Symbolen und Modellen.

Hier spielen die naturwissenschaftlichen Fächer insofern eine herausragende Rolle, als dort der verständige Umgang mit der naturwissenschaftlichen Text- und Symbolsprache bei der Auseinandersetzung mit Sachtexten, das präzise Beobachten und Formulieren z.B. bei der Beschreibung und Auswertung von Experimenten, das Bilden von Modellen und das Denken in Modellen intensiv geübt und damit auch auf andere Lernbereiche übertragbar gemacht werden. Da Inhalte und Methoden der drei naturwissenschaftlichen Schulfächer erkennbar verschieden sind, ist eine „naturwissenschaftliche Bildung“ nur durch den Unterricht in allen drei naturwissenschaftlichen Fächern zu vermitteln.

### **B 2.3 Didaktisch-methodische Aspekte der Vorkurs- und Einführungsphase**

Die Einführungsphase der Schulen für Erwachsene hat grundsätzlich die Aufgabe, in die Arbeitsweise der Naturwissenschaften einzuführen und einen Überblick über die Anforderungen naturwissenschaftlicher Arbeit zu geben. Aufgrund ihres Alters, ihrer Berufs- und Lebenserfahrung verfügen die Studierenden über viele Fähigkeiten und Fertigkeiten, auf die der Unterricht zugreifen kann. Je nach Zusammensetzung der Lerngruppen ist die unmittelbare Verwertbarkeit der Vorerfahrungen aber sehr unterschiedlich. Trotzdem sollten bei der Themenfestlegung und der Unterrichtsgestaltung die individuellen Lernerfahrungen sowie die für den Unterricht relevanten Berufs- und Sozialerfahrungen weitestgehend einbezogen werden.

Systematisches Fachwissen, wie es in den Klassen 9 und 10 der Gymnasien vermittelt wird, ist nur bruchstückhaft anzutreffen, hier müssen Strukturen erneuert, Zusammenhänge hergestellt und vergessene Inhalte neu erschlossen werden. Dabei können Vorkurs und Einführungsphase nicht als verkürzte Mittelstufe der Gymnasien angesehen werden. Es kann nicht ihr Ziel sein, alle Lernbereiche im Schnelldurchgang aufzuarbeiten. Vielmehr müssen Unterrichtsformen und Unterrichtsmethoden zum Einsatz kommen, die zum einen der raschen Hinführung der Studierenden an die Anforderungen der Qualifikationsphase dienen, zum anderen müssen exemplarisch

ausgewählte Fachinhalte erwachsenengemäß vermittelt und dabei die Struktur des Faches verdeutlicht und fachübergreifende Zusammenhänge erkennbar gemacht werden. Experimentelles und problemorientiertes, die Selbstständigkeit der Studierenden förderndes Lernen sollte im Mittelpunkt des naturwissenschaftlichen Unterrichts in dieser Phase stehen.

Die Heterogenität der Lerngruppen hat durch die Aufnahme von Studierenden mit Hauptschulabschluss und von Studierenden aus nicht-deutschsprachigen Ländern zugenommen. Durch individuelle Förderung müssen die unterschiedlichen (auch sprachlichen) Fähigkeiten, Fertigkeiten und persönlichen Dispositionen der Studierenden zunächst so verbessert bzw. angeglichen werden, dass ein erfolgreicher Unterricht möglich wird. Das Einüben der Fachsprache bekommt dadurch einen höheren Stellenwert als bisher.

Alte und oft negativ besetzte schulische Erfahrungen mit naturwissenschaftlichem Unterricht dürfen durch den Unterricht nicht weiter verstärkt werden. Es muss ein eigenständiges didaktisches Konzept erstellt werden, das an die bisherigen schulischen und beruflichen Erfahrungen anknüpft und auch mit dem Einüben von Modellbildungen auf die Naturwissenschaften in der Kursphase vorbereitet. Die Studierenden sind in das Unterrichtsgeschehen einzubinden, ein Unterrichtsgespräch, an dem sich möglichst alle Studierenden beteiligen können, ist anzustreben. Dadurch kann das rezeptive Verhalten, an das viele Studierende gewöhnt sind, abgebaut werden.

Teamarbeit ist - auch zur Erlangung der Schlüsselqualifikationen - verstärkt anzubieten. Der Unterricht ist so zu planen, dass in jedem Semester der Einführungsphase ein in sich geschlossenes Thema angeboten wird und ein Sachverhalt behandelt wird, der die Denk- und Arbeitsweise der jeweiligen Naturwissenschaft verdeutlicht und außerdem den interessierten Laien anspricht.

### **B 2.4 Didaktisch-methodische Aspekte der Qualifikationsphase**

Die viersemestrige Qualifikationsphase bildet eine organisatorische Einheit, in der der Unterricht in Pflicht- und Wahlpflichtfächern sowie in weiteren Fächern organisiert wird. Die Pflicht- und Wahlpflichtfächer müssen durchgängig bis zum Abitur belegt werden, deshalb müssen die Kurse in diesen aufeinander aufbauen oder zumindest aufeinander bezogen sein. Dabei kommt dem ersten Semester eine Sonderstellung zu, da hier noch vorhandene unterschiedliche Vorkenntnisse ausgeglichen werden, um ein gemeinsames Fundament zu schaffen.

Abendgymnasium und Hessenkolleg unterscheiden sich in der Belegverpflichtung der naturwissenschaftlichen Fächer in der Qualifikationsphase. Während am Abendgymnasium Studierende die Qualifikationsphase besuchen können, ohne naturwissenschaftlichen Unterricht zu belegen, müssen am Hessenkolleg mindestens zwei Kurse aus zwei Semestern in einer Naturwissenschaft in die Gesamtqualifikation eingebracht werden.

Werden die naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Chemie oder Physik nur als 3. oder 4. Prüfungsfach gewählt, müssen sie ebenfalls in allen vier Semestern der Qualifikationsphase belegt werden.

Der Unterricht in der Qualifikationsphase ist wissenschaftspropädeutisch und führt exemplarisch in wissenschaftliche Fragestellungen, Kategorien und Methoden ein. Der Fachunterricht soll durch fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten ergänzt werden. Problemlösendes und forschend-entwickelndes Lernen, das Zieldiskussionen, Lösungsverfahren, Lösungskritik, Transferleistungen und gelegentliche Irrwege zulässt,

## **Abendgymnasium und Hessenkolleg**

ist in den Unterricht einzubeziehen. Auch in der Qualifikationsphase ist das Experiment das zentrale Element des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Dabei soll den Studierenden stets deutlich werden, dass der Versuch nur dann erkenntnisfördernd ist, wenn er aus einer sinnvollen Vermutung erwächst und der Aufklärung des Sachverhalts dient.

## B 2.5 Lehrplan Biologie

### B 2.5.1 Biologie in Vorkurs und Einführungsphase

Die Themen und Inhalte von Vorkurs und Einführungsphase berücksichtigen, dass

- im Abendgymnasium nicht alle Studierenden durchgängig Biologie belegen (können). Der Unterricht am Abendgymnasium ist deshalb so zu planen, dass in jedem Semester ein in sich geschlossenes Thema angeboten wird. Damit haben die Studierenden die Möglichkeit, Biologie durchgängig während des Vorkurses und der Einführungsphase oder nur während eines Semesters zu besuchen.
- die Studierenden am Ende der Einführungsphase Biologie nicht mehr belegen müssen. Somit sollte der Unterricht so angelegt sein, dass er zum einen Einblick in wesentliche Inhalte und Methoden der Biologie vermittelt, zum anderen fachübergreifende Zusammenhänge erkennbar werden lässt.
- die Studierenden, die Biologie in der Qualifikationsphase belegen möchten, hier fundamentale Kenntnisse erwerben können und ihnen eine qualifizierte Wahl innerhalb des Fächerangebotes der Schule ermöglicht wird.
- an Hessenkollegs das Thema „Zellbiologie“ bereits in der Einführungsphase verpflichtend zu behandeln ist.

Bei der Realisierung des Unterrichts ist die Heterogenität der Kenntnisse der Studierenden und ihre Motivation für das Fach Biologie besonders zu berücksichtigen. Auch die individuellen Lernerfahrungen der Studierenden sowie ihre für den Unterricht relevanten Berufs- und Sozialerfahrungen sind in den Unterricht einzubeziehen.

Im Unterricht an Abendgymnasien und Hessenkollegs sind die im Folgenden aufgeführten Bausteine zu behandeln, soweit sie nicht im Rahmen des Themas „Zellbiologie“ behandelt werden.

#### **Pflichtbausteine:**

- Kriterien des Lebendigen
- Zelle als Bau- und Funktionseinheit des Lebens
- Zellzyklus als Grundlage für Wachstum und Vermehrung
- Wirkung biotischer und abiotischer Faktoren auf lebende Systeme
- Von der Zelle zum Organismus (exemplarisch)

Für die Umsetzung der o.a. Bausteine sind folgende **Themen** besonders geeignet:

- **Allgemeine Humanbiologie**
- **Spezielle Humanbiologie an ausgewählten Beispielen**
- **Fortpflanzung und Entwicklung des Menschen**
- **Ernährung von Mensch, Tier und Pflanze**
- **Ökologie und Ökonomie des Waldes, des Wassers, der Stadt ...**
- **Biotechnologie - Die Zelle als Produzent**
- **Sonne und Leben / Fotosynthese**
- **Struktur und Funktion zellulärer Systeme**

### **Anmerkungen**

- Zur Umsetzung der Pflichtbausteine können an den Hessenkollegs die o. a. Themen auch einer Schwerpunktsetzung dienen.
- Die Fachkonferenz kann den Themenkomplex z.B. um fächerverbindende Angebote erweitern.

## B 2.5.2 Biologieunterricht in der Qualifikationsphase

### Handhabung des Plans

Die inhaltliche Darstellung des Biologieunterrichts in der Qualifikationsphase hat sich an den Kriterien Wissenschafts-, Gesellschafts- und Studierendenrelevanz zu orientieren. Hierbei sollte die Schwerpunktsetzung in Richtung gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Relevanz liegen.

Der allgemeinbildende Ansatz besteht hier im Wesentlichen darin, eine Basis zu schaffen für Urteilen und Handeln und anschlussfähiges Wissen für das Weiterlernen nach der Schule. Die Grundlage für kontinuierliches Lernen soll durch aufeinander aufbauende Inhalte und den fortlaufenden Nachweis von Zusammenhängen gewährleistet werden.

Die rasante Entwicklung der Biologie ist u.a. durch die Integration von Arbeitsweisen und Erkenntnissen anderer Wissenschaften zu erklären. Dieser fachimmanente interdisziplinäre Ansatz bedingt vernetztes und fachübergreifendes Arbeiten im Biologieunterricht der Qualifikationsphase. Die damit verbundene Veränderung und Ausdifferenzierung der Fragestellungen und Methoden der Biologie werden konsequenterweise in den folgenden Ansatz übernommen (siehe Kap. A 3.4).

Der Plan für den Biologieunterricht in der Qualifikationsphase ist wie folgt aufgebaut:

- Die Unterrichtsinhalte sind zehn **Themen** zugeordnet.
- Jedem Thema sind **Erläuterungen** vorangestellt.
- Die Themen werden in **Pflicht-** und **Wahlbausteine** untergliedert.  
Die **Pflichtbausteine** bieten die Grundlagen und das entsprechende Erweiterungswissen gemäß den Anforderungen der fachspezifischen Prüfungsanforderungen für das Abitur (FAPA) an <sup>2)</sup>.

**Hier werden 6 verbindliche Lern- und Prüfungsbereiche genannt:**

1. Zellbiologie
2. Genetik
3. Ökologie
4. Stoffwechselfysiologie
5. Verhaltensbiologie
6. Evolution

Die **Wahlbausteine** schaffen Freiräume für Ergänzungen, Vertiefungen und fachübergreifendes sowie projektartiges Unterrichten im Sinne der Profilierung der einzelnen Schule.

- **Die Pflichtbausteine des am Ende der Q4 gewählten Themas müssen nicht vollständig behandelt werden.**

**Die Wahlbausteine können von der Fachkonferenz erweitert werden.**

---

<sup>2</sup> (siehe: Verordnung über den Bildungsgang und die Abiturprüfung in der Gymnasialen Oberstufe und den beruflichen Gymnasien HKM, 22.05.2003, Amtsblatt 07/2003, S. 338)

## Übersicht über die Themen

1. Zellbiologie
2. Genetik
3. Bio- und Gentechnologie
4. Immunbiologie
5. Evolution
6. Ökologie
7. Stoffwechsel
8. Nerven-/Sinnesphysiologie
9. Verhalten
10. Steuerung und Regulation

### Bei der Umsetzung der Themen ist folgendes zu beachten:

- Die Themen Zellbiologie und Genetik sind am Anfang und in dieser Reihenfolge zu behandeln.
- Außer diesen beiden Themen sind an Abendgymnasien zwei und an Hessenkollegs drei weitere Themen verpflichtend.
- Die unterrichtliche Umsetzung der Themen ist nicht an die Dauer eines Semesters gebunden.

# 1. Zellbiologie

## Erläuterungen

Die Kenntnisse über Bau und Funktion von Zellen schaffen die Grundlage für alle weiteren Themen in der Kursphase. Die Zellbiologie an den Anfang des Biologieunterrichts zu stellen, folgt nicht nur einer wissenschaftssystematischen Strukturierung (vom Einfachen zum Komplexen - vom Grundbaustein zur Biodiversität), sondern eröffnet auch die Möglichkeit, u.a. ökologische, physiologische (siehe „Stoffwechselfvorgänge“) und medizinische Aspekte (Wundheilung, Krebsbildung..., siehe „Zellzyklus“) mit einzubeziehen. Mit dem Baustein „Zellvermehrung und Wachstum: Der Zellzyklus“ kann bereits die Struktur und Funktion von Chromosomen erarbeitet und damit die Grundlagen für die klassische Genetik, die im Anschluss folgt, geschaffen werden.

Die Zellbiologie ist als integratives semesterübergreifendes Thema anzusehen, d.h. es erscheint in allen weiteren Themen der Kursphase, ganz besonders im Rahmen der Genetik (z.B. Bakterienzellen), des Stoffwechsels (z.B. Zellorganelle und Funktionen), der Immunbiologie (z.B. Differenzierung der Immunzellen) und der Nerven- und Sinnesphysiologie (z.B. Nerven- und Sinneszellen). Mit der Frage nach der Entstehung und Entwicklung der ersten Zellen können Aspekte der Evolution bearbeitet werden.

## Pflichtbausteine:

- Kriterien des Lebendigen
- Organisationsstufen des Lebendigen (Von der Zelle zur Biosphäre)
- Das lichtmikroskopische Bild pflanzlicher, tierischer/menschlicher Zellen
- Das elektronenmikroskopische Bild der Zelle – Struktur und Funktion der Zellorganelle
- Procyte und Eucyte
- Stofftransportvorgänge auf zellulärer Ebene
- Zellvermehrung und Wachstum: Der Zellzyklus
- Spezialisierte Zellen
- Einblick in elementare Stoffwechselfvorgänge: Zellatmung und Fotosynthese

## Wahlbausteine:

- Biochemie der Zelle
- Evolution der Zelle
- Cytologische Grundlagen der sexuellen Fortpflanzung
- Biotechnologie – Die Zelle als Produzent
- Enzyme – Biokatalysatoren der Zelle
- Vertiefte Betrachtung von Stoffwechselfvorgängen
- Humanmedizinische Aspekte
- Viren
- Die Entwicklung vom Einzeller zum Vielzeller

## 2. Genetik

### Erläuterungen

Im Rahmen der Zellbiologie haben die Studierenden die Grundprinzipien des Lebenden an verschiedenen Zellen kennen gelernt. Von den Einzelbeobachtungen an verschiedenen Zellen sollten die Grundstrukturen und Funktionen abgeleitet werden.

Gerade bei der Bearbeitung des Zellzyklus und dem Beobachten verschiedener Zellkernstadien bei der Mitose ist deutlich geworden, dass zelluläre Systeme sich nicht in einem statischen Zustand befinden, sondern in einem dynamischen Prozess.

Es besteht ein Fließgleichgewicht von Materie, Energie und Information.

Bei der Erarbeitung der Mitose erfahren die Studierenden von der genetischen Kontinuität der Zellen. Erst die identische Weitergabe der genetischen Information auf die folgenden Zellen ermöglicht eine exakte Ontogenese.

An der Meiose erkennen die Studierenden die genetische Diskontinuität bei Zellen und Organismen und deren Bedeutung für die Phylogenese.

Innerhalb dieses Themas werden die o.g. Aspekte aufgegriffen und intensiviert. Dies lässt sich im Pflichtteil über Chromosomen verwirklichen.

Es soll verdeutlicht werden, dass biologische Systeme im Gegensatz zu anderen komplexen Systemen der unbelebten Natur ein genetisches Programm besitzen und dass dies ein weiteres Grundprinzip des Lebenden darstellt.

Die DNA als Träger der genetischen Information und die Umsetzung dieser Information in letztlich Proteinstrukturen bildet den Schwerpunkt in der molekularen Genetik. Hier ist die Universalität der Nukleinsäuren, des genetischen Codes herauszustellen. Nur durch diese Universalität ist die Gentechnologie möglich, d. h. es können Menschengene auf Bakterien übertragen und akzeptiert werden. Die Wirkungsweise der Enzyme, die Regulation von Genen, die Bakterien- und Virengenetik dienen auch der Vorbereitung der Bio- und Gentechnologie (siehe Wahlbausteine und 3. Thema). Aber auch für die Immunbiologie (Infektionen durch Bakterien und Viren, Proteinstruktur der Antigene und Antikörper, Antikörpervielfalt siehe 4. Thema) übernimmt die Molekulargenetik fundamentale Aufgaben. In der Bakteriengenetik (Resistenz gegen Antibiotika, Fluktuationstest) können die Grundprinzipien der Evolution erarbeitet werden: Mutation und Selektion. Es wird deutlich, dass die Genetik mit dem Thema Evolution (siehe 5. Thema) eng verknüpft ist. Sie liefert natürlich auch Grundkenntnisse für alle weiteren Themen, da die Steuerung lebender Systeme durch ein genetisches Programm (s.o.) ein Grundprinzip darstellt

### Pflichtbausteine:

- Chromosom und Gen
- Vom Gen zum Merkmal
- Keimzellbildung (Meiose)
- Struktur und Funktion von Nukleinsäuren und Proteinen (unter bes. Berücksichtigung der Enzyme)
- Vererbung von Merkmalen – Bedeutung Mendels und Mendelsche Regeln
- Stammbaum- und Karyogrammanalysen
- Mutationen und ihre Folgen

### **Wahlbausteine:**

- Modifikationen
- Viren- und Bakteriengenetik
- Reproduktionsbiologie (Klonen, IVF ...)
- Entwicklungssteuerung beim Menschen
- Populationsgenetik
- Genregulation
- Aspekte genetischer Beratung (Pränatale Diagnostik, Risikoabschätzung)
- Drosophila-Genetik

## **3. Bio- und Gentechnologie**

### **Erläuterungen**

Die Bio- und Gentechnologie wird als „Schlüsseltechnologie“ dieses Jahrhunderts angesehen. Sie werden neben den modernen Informations- und Kommunikationstechniken die Geschicke der Menschheit erheblich mitbestimmen.

Die Medien informieren permanent über nicht einschätzbare Gefahrenpotentiale der Gentechnik, über die Chancen in der Bekämpfung von Krankheiten und über wirtschaftliche Aspekte wie „Standortsicherung“ und „Schaffen von Arbeitsplätzen“.

Die öffentlich ausgetragene Auseinandersetzung über die Gentechnologie sollte in diesem Thema aufgegriffen und es sollte eine differenzierte naturwissenschaftliche Basis geschaffen werden, um die philosophischen, wirtschaftlichen, ökologischen und ethischen Fragen zu dieser Technologie fachgerecht beurteilen und bewerten zu können.

Die fachlichen Grundvoraussetzungen für dieses Thema bilden die Kenntnisse aus der molekularen Genetik. Die Gentechnologie sollte in die Biotechnologie (Herstellen von Produkten mit Hilfe von Mikroorganismen) eingeordnet werden; es sollte eine klare Abtrennung von der Reproduktionstechnik („Klonen von Tieren“) stattfinden.

Das klassische gentechnische Experiment (Restriktion, Ligation, Transformation und Selektion) sollte an mindestens einem Beispiel durchgespielt werden, wobei die „Werkzeuge“ der Gentechnik, wie z.B. die Restriktionsenzyme und die Rolle der Vektoren erarbeitet sein müssen.

Für die Erkennung und Isolation von Genen ist die Methode der DNA-Analyse wichtig.

Bei der Selektion von transgenen Bakterien kann man auf die Antibiotika-Resistenz und z.T. auf bekannte Genregulationsmodelle aus der Molekulargenetik zurückgreifen.

Fragen an die Bioethik, wie die Verantwortung der Naturwissenschaftler und der Techniker gegenüber der Menschheit und der Biosphäre, sind zu diskutieren.

Dieses Thema zeichnet sich durch eine hohe Gesellschaftsrelevanz aus und bietet sich für fachübergreifenden und projektorientierten Unterricht bestens an.

### **Pflichtbausteine:**

- Bakteriengenetik
- Virengenetik

- Funktion von Viren, Bakterien und Pilzen in der Biotechnologie (exemplarisch)
- Überblick über verschiedene Anwendungsbereiche bio- und gentechnologischer Verfahren
- Bio- und gentechnologische Verfahren an einem Beispiel – Vom Organismus zum Produkt
- Genregulation
- Nutzen und Gefahren der Gentechnologie

### **Wahlbausteine:**

- Geschichte der Bio- und Gentechnologie
- Gesetzliche Bestimmungen in der Bio- und Gentechnologie (Sicherheit, Keimbahntherapie ...)
- Ökonomische Aspekte der Bio- und Gentechnologie
- Ökologische Aspekte der Bio- und Gentechnologie
- Bioethik
- Bezüge zur Informations- und Kommunikationstechnik
- Spezielle Verfahren der Bio- und Gentechnik

## **4. Immunbiologie**

### **Erläuterungen**

In den letzten Jahren sind verstärkt Kenntnisse und Methoden aus dem medizinischen Bereich in die Bezugswissenschaft Biologie integriert worden und umgekehrt. Diese zunehmende Vernetzung der beiden Wissenschaften muss sich konsequenterweise im Biologieunterricht niederschlagen. Neben der Bio- und Gentechnologie bietet das Thema Immunbiologie eine gute Gelegenheit Problemstellungen zu bearbeiten, die sich mit der Entstehung und Abwehr von Krankheiten bzw. der Gesundheit des Menschen beschäftigen. Krankheit/Gesundheit wird als Kriterium von Leben erfahren, als dynamischer Prozess, in dem die Krankheitserreger und die Immunzellen in einem Fließgleichgewicht stehen. Die Studierenden lernen, warum die Medizin in der Bekämpfung bestimmter Infektionskrankheiten (z.B. HIV oder BSE), von Krebs, von Allergien und Autoimmunkrankheiten an Grenzen stößt.

Die Immunbiologie baut direkt auf die Zellbiologie und die Genetik auf. Die Differenzierung und die Interaktion von Zellen lässt sich am Beispiel der Blutzellen besonders gut veranschaulichen. Gleichzeitig wird deutlich, dass hierbei das genetische Programm der Zelle neu gestaltet werden muss. Kenntnisse aus der Genetik sind notwendig, um die genetisch bedingte Vielfalt der Antikörper zu verstehen. Es besteht die Gelegenheit, neben der Rekombination in der Meiose die „Somatische Rekombination“ in den Lymphozyten zu erarbeiten.

Die Inhalte der Immunbiologie sind in hohem Maße gesellschafts- und studierendenrelevant. Das Auftreten von Krankheiten kann mit sozialen Bedingungen des Menschen in Zusammenhang gebracht werden; die psychische Konstellation beeinflusst ebenfalls die Stärke der Immunabwehr. Hieraus ergibt sich, dass dieses Thema besonders für fachübergreifenden Unterricht geeignet ist.

### **Pflichtbausteine:**

- Viren, Bakterien und Parasiten als Krankheitserreger
- Das Immunsystem des Menschen
- Die unspezifische Abwehr
- Die Immunreaktion – humorale und zelluläre Immunantwort
- Impfungen – aktive und passive Immunisierung

### **Wahlbausteine:**

- Die Entwicklung des Immunsystems
- Allergien
- Transplantationsimmunologie
- Immungenetik – Vielfalt der Antikörper
- Tumormmunologie
- AIDS
- Autoimmunkrankheiten
- Evolution der Abwehrmechanismen
- Diagnostische Verfahren (z.B. Anwendung monoklonaler Antikörper...)
- Bedrohung durch alte und neue Seuchen
- Psychoneuroimmunologie
- Allgemeine Krankheitsprophylaxe

## **5. Evolution**

### **Erläuterungen**

Die Evolutionsvorgänge nehmen eine übergeordnete Position in der Biologie ein. Sie liefern ein tiefgreifendes Verständnis für alles, was Leben ist. Die Evolution zeigt die stammesgeschichtliche Entwicklung der Vielfalt und Variabilität aller Lebewesen, die im Rahmen der vorangegangenen Themen vorgestellt wurden. Am Beispiel der Evolution kann exemplarisch eine Wissenschaftshistorie dargestellt werden: Die Hypothesen- und Theoriebildung, die Entwicklung von Modellen und das Problem der Anerkennung dieses Fachgebietes in den Naturwissenschaften.

Um die Entwicklung des Lebens verstehen zu können, müssen Inhalte der verschiedenen biologischen Teildisziplinen aufgegriffen und zu einer neuen übergeordneten Sichtweise zusammengeführt werden. Auch wenn der Unterricht integrativ angelegt ist, sollte in einem Kompaktunterricht die Evolution des Menschen dargestellt werden. Die biologischen, sozial- und kulturwissenschaftlichen Konzepte sollten zu einem ganzheitlichen Bild des Menschen beitragen. Die Fragen: Woher kommt der Mensch? Wer oder was ist der Mensch? Wohin geht der Mensch? sollen im o.g. Kontext zum Nachdenken anregen. Hieraus soll ein Selbstverständnis resultieren, welches die Sonderstellung des Menschen im biologischen System deutlich macht. Diese Erkenntnis sollte zu einem bewussten Einsatz für die Erhaltung der Gesundheit,

des ökologischen und gesellschaftlichen Gleichgewichts, des Friedens und der Gerechtigkeit führen.

Die interdisziplinäre Sichtweise evolutionärer Vorgänge – ganz besonders bei der Evolution des Menschen – kann gerade in einem fachübergreifenden/fächerverbindenden Unterricht gut verdeutlicht werden.

### **Pflichtbausteine:**

- Evolutionstheorien
- Belege für Evolution
- Evolutionsmechanismen
- Methoden der Evolutionsforschung

### **Wahlbausteine:**

- Chemische und biologische Evolution
- Die Zukunft des Menschen und der Erde
- Paläontologie
- Schöpfungstheorien im Vergleich
- Kausale Evolutionsforschungen
- Exemplarische Betrachtung von Eingriffen des Menschen in die Evolution
- Humanevolution
- Phylogenese
- Kausale Evolutionsforschung

## **6. Ökologie**

### **Erläuterungen**

Berichte über regionale und globale ökologische Krisen sind längst Bestandteile unseres Alltags. Die wirtschaftliche Entwicklung und ihre ökologischen Auswirkungen bewegen sich im Spannungsfeld Ökonomie – Ökologie. Der Eingriff des Menschen in Ökosysteme führt dabei in der Regel zu einer negativen Beeinflussung der selbstregulierenden Stabilität dieser Systeme.

Das Thema Ökologie besitzt ähnlich wie das Thema Evolution einen übergeordneten Charakter mit entsprechenden Zusammenhängen zu anderen Themen. So zeigt z.B. die Entstehung der Vielfalt von Lebensformen durch ökologische Einnischung die Verbindung zwischen Evolution und Ökologie. Da die Einnischung von Lebewesen letztlich auf die Veränderung genetischer Programme zurückzuführen ist, müssen auch Kenntnisse aus der Genetik zu Grunde liegen.

Energetische und materielle Grundlage aller Ökosysteme bilden die Sonnenenergie und die Fotosynthese. Hier wird deutlich, dass dieser Stoffwechselfvorgang, aber auch die Chemosynthese der Bakterien und die Zellatmung als physiologische Grundlagen (siehe 7. Thema) in das Thema Ökologie einfließen. Die Lebewesen treten in einem offenen, sich selbst organisierenden System mit der Umwelt in Wechselwirkung. Die intra- und interspezifischen Beziehungen der Lebewesen werden im Zusammenhang

mit den abiotischen Faktoren der Umwelt gesehen. Der Austausch von Energie, Materie und Information in einem vernetzten System stellt ein weiteres Kriterium für lebende Systeme dar. Für den Unterricht hat dies zur Folge, dass die Studierenden die Komplexität und Sensibilität der vernetzten ökologischen Systeme erkennen sollen.

Die Beschäftigung mit realen Ökosystemen (Gewässer, Wald/Forst, Boden, Luft etc.) ist dabei der ausschließlich theoretischen Erarbeitung vorzuziehen. Neben der qualitativen Betrachtung der Natur sollen quantitative Untersuchungsmethoden vorgestellt werden, die der Bewertung von Ökosystemen dienen. Eine direkte Beschäftigung mit der Natur trägt u.a. dazu bei, eine gewisse Artenkenntnis zu erhalten und andererseits durch die unmittelbare Erfahrung das Bewusstsein für die Erhaltung der eigenen Lebensgrundlage zu schärfen.

Gerade im Rahmen dieses Themas bieten sich Exkursionen an. Ein fachübergreifendes Arbeiten unter wirtschafts- und gesellschaftswissenschaftlichen Aspekten liegt auf der Hand.

### **Pflichtbausteine:**

- Struktur von Ökosystemen
- Stoffkreislauf und Energiefluss in Ökosystemen
- Wechselbeziehungen zwischen Umwelt und Lebewesen
- Eingriffe des Menschen in Ökosysteme

### **Wahlbausteine:**

- Ökosysteme im Spannungsfeld zwischen Ökologie und Ökonomie
- Nachwachsende Rohstoffe
- Energieverbrauch und Umweltbelastung – Alternative Energien
- Globale Umweltprobleme
- Umweltpolitik und Umweltrecht
- Ökobilanzen
- Zukunftsszenarien
- Ökologisches Bauen

## **7. Stoffwechsel**

### **Erläuterungen**

Stoffwechselforgänge kennzeichnen lebende Strukturen und ermöglichen die Unterscheidung von Unbelebtem (Bsp. Viren).

Das Thema liefert auch Grundlagen für das Verständnis der Notwendigkeit einer gesundheitserhaltenden Lebensweise. Es ermöglicht zugleich Einblicke in die Ursachen verschiedenster krankhafter Störungen beim Menschen (z.B. Mangelerscheinungen, Enzymdefekte, Alkoholismus, Drogenkonsum...).

Stoffwechselforgänge stehen in engem Zusammenhang mit der Zellbiologie (siehe Thema 1). Hier werden bei der Funktionsdarstellung der Zellorganelle die damit verbundenen Stoffwechselforgänge bereits fundamental dargestellt.

Die Stoffwechselfvorgänge sind auch eng mit ökologischen Vorgängen verbunden. Die Vernetzung der Produzenten, Konsumenten und Destruenten im Ökosystem lässt sich erst durch die Darstellung der entsprechenden Stoffwechselprozesse im Detail erkennen. Die Fotosynthese als Sonnenenergie fixierender und Biomasse produzierender Vorgang (siehe Thema Ökologie) sollte im Unterricht eine zentrale Position einnehmen. Es bietet sich somit an, das Thema Stoffwechsel mit dem Thema Ökologie zu verknüpfen.

Die Fragen nach der Entstehung und Entwicklung der Stoffwechselabläufe verbinden wiederum mit dem Thema Evolution. Das Thema Stoffwechsel ist auch verbunden mit Inhalten aus der Molekulargenetik und der klassischen Biotechnologie.

Diese horizontale Verknüpfung innerhalb der Biologie trägt zur Kontinuität der Lernprozesse bei und soll exemplarisch deutlich werden. Gerade die Bezüge zu den Bereichen Gesundheit, Ernährung und Sport bieten genügend Anlässe für einen fachübergreifenden Unterricht.

### **Pflichtbausteine:**

- Fotosynthese
- Zellatmung
- Gärungen
- Enzymologie
- Bedeutung der Stoffwechselfvorgänge für den Menschen (Atmung, Ernährung ...)

### **Wahlbausteine:**

- Ernährung des Menschen
- Stoffwechselveränderungen, Lebensalter und Krankheit
- Fotosynthese-Spezialisten
- Chemosynthese
- Hormone
- Regelkreise: Zusammenspiel der Stoffwechselfvorgänge
- Zusammenhang von Stoffwechsel und Lebensraum
- Nutzen und Missbrauch stoffwechselphysiologischer Kenntnisse (Fitness, Doping...)
- Inhaltsstoffe von Lebensmitteln (Baustoffe, Betriebsstoffe und Wirkstoffe)

## **8. Nerven-/Sinnesphysiologie**

### **Erläuterungen**

Die Fragen nach Wahrnehmen, Denken, Lernen, Erinnern, Vergessen, Bewusstsein und Intelligenz haben die Menschen stets beschäftigt. Die Fortschritte im Bereich der Gehirnforschung sind zusammen mit der bereits erwähnten theoretischen Molekulargenetik als die besonderen wissenschaftlichen Leistungen des 20. Jahrhunderts anzusehen. Gerade im Zeitalter der modernen Informations- und Kommunikationsmedien gewinnt dieses Thema zunehmend an Relevanz.

Die Informationsverarbeitung im Organismus und die entsprechenden Reaktionen auf bestimmte Reize schließen Aspekte der Verhaltensbiologie mit ein. Damit wird in besonderem Maße die Komplexität des (Zusammen-) Lebens deutlich. Die Thematik kann zusätzlich einen wichtigen Beitrag zur Gesundheitsförderung (Stressbewältigung und Drogenprävention) liefern.

Die Erarbeitung der komplexen elektrischen und chemischen Vorgänge an der Zellmembran, die Vernetzung und die Kommunikation der Zellen führt zu einer Weiterführung und Intensivierung der Zellbiologie. Im Rahmen des Themas Ökologie haben die Studierenden die Vernetzung und Kommunikation mit der Umwelt kennen gelernt. Die Interaktion mit der Umwelt wird im Rahmen dieses Themas anhand der Neuronenleistungen spezifiziert.

Der Vergleich von Sinnesorganen und Nervensystemen zeigt den Studierenden, dass eine Differenzierung und Leistungssteigerung eine Höherentwicklung von Lebewesen bedeutet. Als weiteres Evolutionsprinzip ist die zunehmende Zentralisierung des Nervensystems zu sehen. Die Entwicklung des Gehirns ist mit der Evolution des Menschen in Zusammenhang zu bringen.

Im Unterricht sollte die Lehrkraft versuchen, neben dem Basiswissen über zelluläre und physiologische Vorgänge während der Reizaufnahme und der Informationsverarbeitung den aktuellen Forschungsstand über die o.g. Phänomene zu vermitteln.

### **Pflichtbausteine:**

- Nervensystem des Menschen
- Bau und Funktion eines Neurons
- Erregungsbildung, -weiterleitung und -übertragung
- Beeinflussung durch chemische Substanzen (exemplarisch)
- Ein Sinnesorgan (exemplarisch)

### **Wahlbausteine:**

- Evolution der Nervensysteme
- Gehirnforschung
- Lernen und Gedächtnis
- Sozialverhalten des Menschen
- Phänomen Stress: Hormone, Immunsystem und Nervensystem
- Phänomen Schmerz
- Vernetzung neuronaler und digitaler Systeme
- Zusammenspiel zwischen Nerven- und Hormonsystem
- Sucht

## **9. Verhalten**

### **Erläuterungen**

Die Ergebnisse der Verhaltensbiologie liefern einen wesentlichen Beitrag zum Selbstverständnis des Menschen und zur Beurteilung zwischenmenschlicher

Beziehungen. Aus wissenschaftlicher Sicht liegt bisher noch keine einheitliche Verhaltenstheorie vor.

Kenntnisse dieses Themas spielen eine wichtige Rolle bei der Analyse von (Gruppen-) Konflikten und der Entwicklung von Hypothesen zur Entstehung und Bewältigung von Süchten.

Da durch das Zusammenspiel von Sinnes-, Nerven- und Hormonsystem deutlich wird, wie ein Organismus durch angeborene und erworbene Verhaltensanteile auf wechselnde Umweltsituationen reagiert, ist es unerlässlich, auf die entsprechenden Grundlagen einzugehen. Dabei sollen auch Einblicke in neue Erkenntnisse zu den Themen Lernen, Gedächtnis und Bewusstsein gegeben werden. Außerdem sollen praktische Übungen den Studierenden Möglichkeiten verdeutlichen, wie sie ihr eigenes Lernverhalten intensivieren können.

In die unterschiedlichen Betrachtungsweisen gehen Denkweisen und Ergebnisse der Ethologie, Physiologie, experimentellen Psychologie, Anthropologie und der Erziehungswissenschaften ein. Damit wird deutlich, dass komplexe Strukturen wie das menschliche Verhalten nicht aus der Dimension nur einer Fachdisziplin zu interpretieren sind. Die Studierenden sollen u.a. die Schwierigkeiten und Bedingungen bei Änderungen gewohnter Verhaltensweisen erkennen und erfahren.

Die neuen komplexen Forschungsergebnisse in den Bereichen der Soziobiologie, Verhaltensökologie und der Neuroethologie zeigen, dass sich gerade im Bereich der Humanethologie ein fachübergreifendes Arbeiten anbietet. Das Verhalten des Menschen in Analogie zum Verhalten der Tiere kann auch aus Sicht der Soziologie und Psychologie betrachtet werden.

### **Pflichtbausteine:**

- Angeborenes und erworbenes Verhalten
- Reizaufnahme und -beantwortung
- Sozialverhalten
- Methoden der Verhaltensforschung
- Endogene und exogene Bedingungsfaktoren von Verhalten
- Lernen, Gedächtnis und Intelligenz

### **Wahlbausteine:**

- Evolution der Informationsverarbeitung
- Künstliche Intelligenz
- Biorhythmik
- Historische Entwicklung der Verhaltensforschung
- Tierhaltung, Tierschutz
- Vergleich zwischen Verhalten der Tiere und des Menschen
- Stress und Stressbewältigung
- Sucht
- Aggressionsverhalten

## 10. Steuerung und Regulation

### Erläuterungen

Prinzipien der Steuerung und Regulation spiegeln sich nicht nur in den modernen Technologien wieder, sondern sind Grundlage für alle Lebensvorgänge. So muss ein Organismus als ein offenes System seine Zusammensetzung und seinen Zustand innerhalb gewisser Grenzen und damit gegen Störungen von außen oder innen stabil halten (Homöostase). Dies erfolgt im Organismus mit Hilfe von mehr oder weniger komplexen Regulationssystemen, die sich auf verschiedenen Ebenen realisieren, z.B. Gene, Hormone, Enzyme, Zellen, Nervenzellen oder Immunzellen und Gewebe.

Dieses Thema bietet sich als Ergänzung der Themen Nerven-/Sinnesphysiologie und Verhalten, Ökologie, Bio- und Gentechnologie und/oder Immunbiologie an. Im Mittelpunkt des Unterrichts steht die Vernetzung und Steuerung von Zellen bzw. Organen im Gesamtorganismus oder von Ökosystemen in der Biosphäre. Vorher behandelte Teildisziplinen der Biologie können so unter einem übergeordneten Aspekt zusammengefasst und Einzelphänomene einer gemeinsamen Betrachtung zugeführt werden.

Aufgrund der Komplexität der Thematik setzt sie sinnvollerweise die Behandlung der Zellbiologie, der Genetik sowie mindestens eines weiteren der oben genannten Themen voraus. Auch hier führt die horizontale Verknüpfung der Teildisziplinen zu einer komplexeren Gesamtschau der Zusammenhänge.

Wie auch das Thema Nerven-/Sinnesphysiologie und Verhalten ermöglicht das Thema Steuerung und Regulation eine Verknüpfung mit Bereichen der Physik, der Chemie und der Technik. Der enge Zusammenhang aller Naturwissenschaften lässt sich so besonders verdeutlichen.

### Pflichtbausteine:

- Exemplarische Behandlung von Aufbau, Funktion und Leistungen von Nervensystem/Hormonsystem/Immunsystem
- Strukturelle Grundlagen der Informationsaufnahme, -verarbeitung und -weitergabe
- Steuerung und Regulation durch Nervenzellen/Immunzellen
- Steuerung und Regulation durch Hormone (exemplarisch)
- Regulation der Enzymaktivität
- Regulation der Genaktivität

### Wahlbausteine:

- Lebende Systeme als Systeme im Fließgleichgewicht
- Anwendbarkeit von Ergebnissen der Informationstheorie und Regelungstechnik auf biologische Zusammenhänge
- Steuerung und Regulation der Anpassung an verschiedene Lebensbedingungen
- Steuerung und Regulation auf verschiedenen biologischen Ebenen (Gene, Zelle, Organismus, Ökosystem ...)
- Vergleich: Biologische und technische Steuerungs- und Regulationssysteme
- Vernetzung von Regelkreisen im Organismus

## B 2.6 Lehrplan Chemie

### B 2.6.1 Chemie in der Vorkurs- und Einführungsphase

Die Themen und Inhalte der Vorkurs- und Einführungsphase berücksichtigen, dass

- Studierende nach der Einführungsphase Chemie nicht mehr belegen müssen. Somit muss der Unterricht so angelegt sein, dass er wesentliche Inhalte und Methoden der Chemie vermittelt.
- Studierende, die Chemie in der Q-Phase belegen möchten, hier Grundkenntnisse erwerben und ihnen eine qualifizierte Wahl innerhalb des Fächerangebotes der Schule ermöglicht wird.
- viele Studierende mit geringen Vorkenntnissen und einer Abneigung gegen Chemie an die Schule kommen.

Bei der Realisierung des Unterrichts ist die Heterogenität der Kenntnisse der Studierenden und ihre Motivation für das Fach Chemie besonders zu berücksichtigen. Auch die individuellen Lernerfahrungen der Studierenden sowie ihre Berufs- und Sozialerfahrungen sind in den Unterricht einzubeziehen.

Durchgehender Leitgedanke des Chemieunterrichts in der E-Phase ist der Transfer von der phänomenologischen Ebene zur Modellebene der kleinsten Teilchen. Damit bekommt das Entwickeln und Arbeiten mit Modellen einen großen Stellenwert.

Für den Chemieunterricht in Vorkurs- und Einführungsphase sind zwei Themen vorgesehen:

- **Grundlegungen I „Stoff und Stoffumwandlung“ und**
- **Grundlegungen II „Atombau, Periodensystem und chemische Bindung“.**

In Abhängigkeit von den unterschiedlichen organisatorischen Voraussetzungen an Abendgymnasien und Hessenkollegs werden die Grundlegungen I und II in der Vorkurs- und Einführungsphase oder bis zum Ende des ersten Semesters der Q-Phase umgesetzt. Die Reihenfolge Grundlegungen I und darauf aufbauend Grundlegungen II sollte eingehalten werden.

Die Themen sind in Pflicht- und Wahlbausteine eingeteilt. Die Reihenfolge, in der die Pflichtbausteine im Unterricht realisiert werden, ist nicht vorgeschrieben.

Die unterrichtliche Umsetzung der Themen ist nicht an die Dauer eines Semesters gebunden. Einzelheiten regeln die Fachkonferenzen.

Thema	
<b>Stoff und Stoffumwandlung</b>	
<b>Allgemeine Chemie</b>	<b>Grundlegungen I</b>

### **Pflichtbausteine**

- Stoffe und Stoffeigenschaften
- Kennzeichen chemischer Reaktionen (Stoffumwandlung, Energieumsatz, Massenerhaltung)
- Umgang mit Gefahrstoffen
- Symbol, Formel und Reaktionsschema
- Reinstoff und Stoffgemisch/Element und Verbindung
- Redoxreaktionen als Sauerstoffübergänge
- Teilchenmodell
- Säuren und Basen (Nachweis, Herstellung, Eigenschaften auf phänomenologischer Ebene)

### **Wahlbausteine**

- Trennverfahren
- Mol und Stöchiometrie
- Historische Entwicklung des Atombegriffs
- Metallgewinnung

Thema	
<b>Atombau, PSE und Chemische Bindung</b>	
<b>Allgemeine Chemie</b>	<b>Grundlegungen II</b>

**Pflichtbausteine**

- Aufbau der Atome
- Elektronenpaarbindung
- Das Periodensystem der Elemente/PSE
- Ionenbindung
- Mol und Stöchiometrie

**Wahlbausteine**

- Radioaktivität
- Alkane: Struktur, Nomenklatur und Isomere
- Metallbindung
- Sonderstellung des Kohlenstoffs
- Säuren, Basen, Salze
- Oxidation und Reduktion als Elektronenübergänge
- Elektrolyse
- Intermolekulare Kräfte

## B 2.6.2 Chemie in der Qualifikationsphase

### Hinweise zur Handhabung des Plans

Die für die Qualifikationsphase vorgesehenen Themen sind drei Themenbereichen zugeordnet. Die Abfolge der Themen ist insoweit vorgegeben, als zunächst die beiden Themen der Grundlegungen I und II (siehe Vorkurs- und Einführungsphase) zu unterrichten sind und anschließend der Unterrichtsgang mit einem beliebigen Thema der Themenbereiche I oder II fortgesetzt wird.

Während der gesamten Qualifikationsphase sind aus Themenbereich I und Themenbereich II je ein Thema und mindestens ein weiteres aus Themenbereich II verpflichtend zu behandeln. Für die Hessenkollegs ist darüber hinaus ein weiteres Thema aus Themenbereich I, II oder III verpflichtend.

Die Themen sind nicht als Semesterthemen zu verstehen. Weitere Einzelheiten regeln die Fachkonferenzen. Bei der unterrichtlichen Umsetzung aller Themen sind das Denken in Modellen und das Experiment unverzichtbarer Bestandteil.

Die Pflichtbausteine des Ende der Q4 gewählten Themas müssen nicht vollständig behandelt werden.

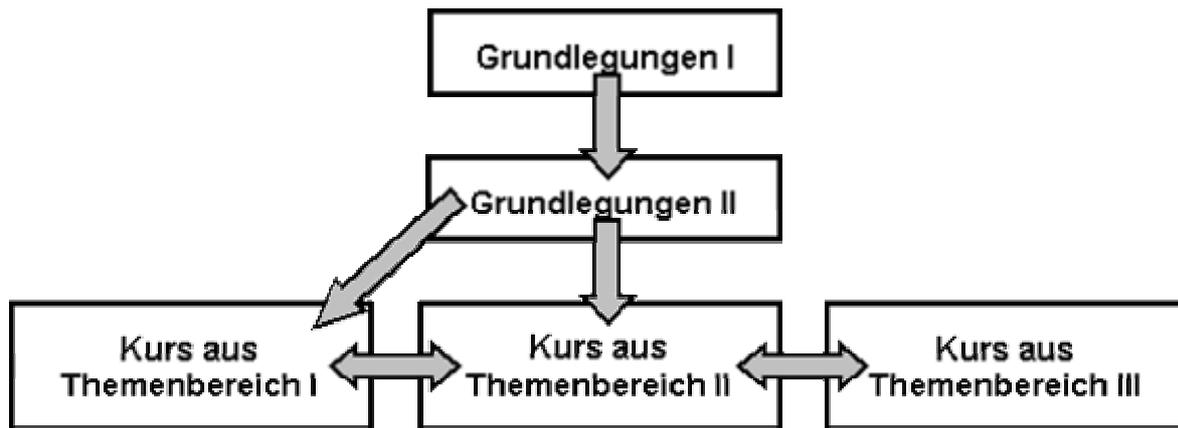
Lern- und Prüfungsbereiche gemäß den fachspezifischen Prüfungsanforderungen für das Fach Chemie:

1. Struktur der Materie
2. Reaktionstypen und Reaktionsmechanismen
3. Antrieb und Steuerung chemischer Reaktionen
4. Reaktionsverhalten von Kohlenstoff-Wasserstoff-Verbindungen und deren Derivaten
5. Naturstoffe und Kunststoffe
6. Methoden der analytischen Chemie
7. Ausgewählte Themen der angewandten Chemie

Die zu jedem Thema angegebenen Lern- und Prüfungsbereiche (Zahlenfolge im Feld „FAPA“) werden im Rahmen dieses Themas abgedeckt.

Die Themen sind in Pflicht- und Wahlbausteine untergliedert, wobei die Pflichtbausteine die jeweils angeführten Lern- und Prüfungsbereiche der FAPA abdecken. Neben den Pflichtbausteinen sind die Wahlbausteine angemessen zu berücksichtigen. Weitere Wahlbausteine können auf Beschluss der Fachkonferenz Chemie einbezogen werden.

In den vierstündigen Kursen sollte die quantitative Erfassung und Mathematisierung der Vorgänge stärker berücksichtigt werden.



### Übersicht über die Themenbereiche

Themenbereich	Themen
<b>I</b> Anorganische Chemie	Metalle Redoxreaktionen, Redoxsysteme Säuren, Basen und Salze
<b>II</b> Organische Chemie	Kohlenwasserstoffe und Halogenderivate Alkohole und ihre Oxidationsprodukte Organische Naturstoffe Seifen und Waschmittel Aromaten Arzneistoffe Farbstoffe Kunststoffe
<b>III</b> Spezielle Themen	Kernchemie Komplexchemie Chemie und Umwelt

Thema		
<b>Metalle</b>		
Themenbereich		FAPAs
<b>I Anorganische Chemie</b>		<b>1,2,3,7</b>

Der kulturelle, technische und industrielle Aufschwung in der Geschichte der Menschheit steht in engem Zusammenhang mit der Verwendung der Metalle und deren Legierungen. Dies zeigt sich beispielsweise bei ihrer Verwendung als Werkzeuge, Waffen, Schmuck, Baustoff von Fahrzeugen sowie in der Halbleitertechnik und Elektrotechnik.

Die Verwendungsmöglichkeiten von Metallen ergeben sich aus ihren Eigenschaften: Ausgehend von den Kristallstrukturen verschiedener Metalle werden Struktur und Eigenschaften in Beziehung gesetzt. Diese Einführung in das Eigenschaften-Struktur-Denken bildet die Grundlage für die Themen der Organischen Chemie, bei denen dieses Prinzip verstärkt in Betracht gezogen wird. Bei der Behandlung der Herstellung von Metallen sollten historische Aspekte und Probleme der Umweltbelastung thematisiert werden. Wirtschaftliche Gesichtspunkte lassen sich bei der Wahl der Reduktionsmittel oder am Beispiel Korrosionsschutz ansprechen. Wesentliche Unterschiede in der Gewinnung von Metallen sollten nur an wenigen, technisch besonders wichtigen Beispielen (z.B. Eisen, Aluminium, Kupfer) erarbeitet werden. Durch die hier herausragenden Wechselwirkungen zwischen der kulturellen und wirtschaftlichen Entwicklung und den chemisch-technischen Möglichkeiten der Metallerstellung sowie -verwendung lassen sich fachbereichsübergreifende Bezüge in den Unterricht integrieren. Eine Zusammenarbeit bis hin zu projektartigen Unterrichtsphasen mit z.B. dem Fach historisch-politische Bildung bietet sich an. Dabei ergänzen mögliche Betriebsbesichtigungen die im Unterricht erarbeiteten Inhalte.

### **Pflichtbausteine**

- Gewinnung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung von Metallen
- Energetik chemischer Reaktionen, z.B. großtechnische Herstellung von Aluminium
- Elektronen- und Protonenübergänge
- Metallbindung
- Redoxreaktionen, Elektrolyse und Ionen
- Metalloxide reagieren mit Wasser zu Laugen
- Nichtmetalloxide reagieren mit Wasser zu Säuren

### **Wahlbausteine**

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Kulturhistorische Bedeutung der Metalle</li> <li>○ Recycling</li> <li>○ Gesundheitliche Aspekte von Metallen</li> <li>○ Nanotechnik (strukturamorphe Metalle)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Legierungen</li> <li>○ Korrosion und Korrosionsschutz</li> <li>○ Halbleitertechnik</li> <li>○ Katalysatoren und Katalyse</li> </ul> |
|---|--|

Thema		
<b>Redoxreaktionen, Redoxsysteme</b>		
Themenbereich		FAPA
<b>I Anorganische Chemie</b>		<b>2,3,7</b>

Der Austausch von Elektronen zwischen geeigneten Reaktionspartnern ist die Ursache für die elektrische Spannung in Batterien und Akkumulatoren, die wir täglich als ortsunabhängige Energiequellen in Uhren, Mobiltelefonen oder Fahrzeugen nutzen. Darüber hinaus spielt dieser Aspekt bei der Metallgewinnung und -verarbeitung eine entscheidende Rolle.

Analog zum Thema "Säuren-Basen-Salze" kann im Rahmen dieses Themas die historische Entwicklung der Elektrochemie und des Oxidationsbegriffs aufgegriffen werden. Ausgehend vom einfachen Redoxbegriff wie er in dem Kurs Grundlegungen I eingeführt wurde, lässt sich nun anhand des erweiterten Redoxbegriffs eine vertiefte Betrachtung von Redoxvorgängen anstellen. Die Behandlung des "Donator-Akzeptor-Prinzips" (hier mit Elektronen) ist durchgängig zu betonen und an geeigneten Beispielen möglichst experimentell aufzuzeigen. Dabei sind die Elektronenübergänge den Protonenübergängen gegenüberzustellen. So lassen sich dann eine Vielzahl von chemischen Reaktionen unter diesem übergeordneten Gesichtspunkt einordnen.

Über die Entsorgung von Batterieabfällen oder die Probleme von großtechnischen Elektrolyseverfahren lassen sich fachübergreifende Betrachtungsweisen in den Unterricht mit aufnehmen. Dabei lässt sich die gesellschaftliche Bedeutung elektrochemischer Energieerzeugung und -speicherung exemplarisch aufzeigen.

Eine Abstimmung bzw. Kooperation mit den Physik-Lehrkräften der eigenen Schule bzw. dem Schulcurriculum Physik ist sinnvoll und geboten.

### **Pflichtbausteine**

- Elektronenübergänge
- Energetik chemischer Reaktionen
- Elektrochemische Reaktionen: Elektrolyse, galvanische Elemente
- Spannungsreihe der Metalle
- pH-abhängige Redoxreaktionen (Protonenübergänge)
- Metallgewinnung

### **Wahlbausteine**

- Korrosion und Korrosionsschutz
- Elektrochemische Nutzenergiegewinnung und -speicherung
- Großtechnische Elektrolyse
- Redoxreihe der Nichtmetalle
- Brennstoffzelle
- Redoxreaktionen in biologischen Systemen (z.B. Photosynthese)

Thema		
<b>Säuren, Basen und Salze</b>		
Themenbereich		FAPA
<b>I Anorganische Chemie</b>		<b>1,2,3,5,6,7</b>

Säuren und Basen haben zweifellos eine herausragende Bedeutung im Alltag, in der Medizin, der Umwelt und der Industrie. Salze bilden eine nicht minder wichtige Stoffklasse. Sie finden ebenfalls in der Medizin oder auch als Düngemittel und Baustoffe Verwendung. Alle drei Stoffklassen werden wegen des hohen Bedarfs großtechnisch hergestellt.

Das Thema „Säuren, Basen und Salze“ schließt an den Baustein „Säuren und Basen“ der Grundlegungen I an, vertieft und behandelt ihn quantitativ. Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird hauptsächlich über den Protonenübergang dargestellt, dieser Ansatz eignet sich besonders zum Vergleich mit den Elektronenübergängen im Rahmen anderer Themen.

Da sich die Bedeutung der Begriffe „Säure“ und „Base“ im Laufe der Geschichte der Chemie weitgehend verändert hat, bietet sich ein historisch orientierter Zugang an, der zum Brönstedtschen oder Lewisschen Säure-Base-Begriff führt. Die Behandlung quantitativer Aspekte ist an vielen Stellen möglich, sollte aber nicht im Vordergrund stehen.

Das Beispiel „Salzgewinnung“ verdeutlicht die Bedeutung der chemischen Technologie für die gesellschaftliche Entwicklung. Die Problematiken „Eutrophierung“ und „Saurer Regen“ greifen die ökologische Dimension des Themas auf. So lassen sich immer wieder fächerverbindende Elemente in das Unterrichtsgeschehen integrieren.

### **Pflichtbausteine**

- Darstellung von Säuren, Basen und Salzen
- Neutralisation und Salzbildung
- Protonen- und Elektronenübergänge
- Titration (Säure-Base-Titration)
- Stärke von Säuren und Basen
- pH-Wert und Massenwirkungsgesetz (MWG)
- Säure-Base-Paare nach Brönsted
- Bau und Eigenschaften von Säuren, Basen und Salzen

### **Wahlbausteine**

- Säuren, Basen, Salze in Haushalt, Landwirtschaft und Industrie
- Technische Herstellung von Säuren und Basen
- Abgasreinigung
- Puffer
- $pK_S$ - und  $pK_B$ -Wert
- Gitterenergien und Enthalpiebetrachtungen

- Säure-Base-Paare nach Lewis

Thema		
<b>Kohlenwasserstoffe und Halogenderivate</b>		
Themenbereich		FAPA
<b>II Organische Chemie</b>		<b>1,2,4,5,6,7</b>

Erdöl und Erdgas sind immer noch die wichtigsten industriellen Energieträger. Erdöl ist zudem Rohstoff für eine nahezu unübersehbare Vielfalt von Produkten des Alltags. So begegnen uns die Kohlenwasserstoffe im Alltag nicht nur als Treibstoffe, sondern auch als Lösungs- und Reinigungsmittel, die Halogenkohlenwasserstoffe als Kühl- und Lösungsmittel sowie Insektizide.

Anknüpfend an Alltagserfahrungen der Studierenden bieten sich zahlreiche Möglichkeiten zum Einstieg in die Thematik an (Tankerkatastrophen, Knappheit des Erdöls, Brennstoffe usw.). Der Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften ist sorgfältig zu erarbeiten und kontinuierlich im Unterricht zu berücksichtigen. Dieser stellt – wie auch die Kenntnis grundlegender Reaktionsarten und funktioneller Gruppen – eine wesentliche Grundlage für das Verständnis nachfolgender Themenkomplexe dar. Die Arbeit mit Molekülbaukästen unterstützt dabei den Transfer von der Drei- zur Zweidimensionalität von Strukturdarstellungen.

Die Strukturformeln sollten fundiert hergeleitet und ständig angewendet werden. Die Grundlagen der Nomenklatur bei der Benennung der isomeren Strukturen sind angemessen zu beachten. Ein Vergleich großtechnischer Verfahren mit Labormethoden lässt sich im Rahmen dieses Themas gut anstellen.

Beim Thema "Kohlenwasserstoffe und Halogenderivate" treffen chemische, technologische, wirtschaftliche, politische, soziale und ökologische Probleme zusammen, so dass sich gut Querverbindungen zwischen verschiedenen Fächern herstellen lassen. Eine Abstimmung und Kooperation mit den entsprechenden Lehrkräften ist sinnvoll.

## Pflichtbausteine

- Petrochemie
- Reaktionstypen und Reaktionsmechanismen:  $S_R$  und  $A_E$
- Sonderstellung des Kohlenstoffs
- Exemplarische Behandlung qualitativer Nachweise
- Homologe Reihen der Alkane, Alkene, Alkine
- Struktur, Isomerie, Eigenschaften

## Wahlbausteine

- Energieumwandlung und Treibhauseffekt
- Problematik halogener Kohlenwasserstoffe
- Ozonproblematik
- Historische Entwicklung der Organischen Chemie
- Polymerisation
- Stereoisomerie
- Aromaten
- Chemie rund ums Auto

○ Optische Aktivität

○ Oxidationszahlen

Thema		
<b>Alkohole und ihre Oxidationsprodukte</b>		
Themenbereich		FAPA
<b>II Organische Chemie</b>		<b>1,2,4,5,6,7</b>

Alkohol ist seit dem Altertum als charakteristischer Bestandteil alkoholischer Getränke bekannt. Er ist aber auch ein wertvoller, regenerativer Energieträger für die Industrie. Alkohole stellen darüber hinaus Ausgangsprodukte für bedeutende Stoffe des Alltags wie Frostschutzmittel, Kleb- und Aromastoffe sowie Heilmittel, Essig u.a. dar.

Der Unterricht kann an die Bausteine „Elektronenpaarbindung“ und „Intermolekulare Kräfte“ der Grundlegungen II bzw. an den Kurs aus **Themenbereich II** „Kohlenwasserstoffe und Halogenderivate“ anknüpfen. Er vertieft insbesondere den Aspekt der Nomenklatur organischer Verbindungen (einschließlich der Betrachtung von Isomeren). Der Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften wird zum einen an der Veränderung der Eigenschaften der Alkohole mit zunehmender Molekülgröße, zum anderen anhand der funktionellen Gruppen ihrer Oxidationsprodukte deutlich.

Gerade beim Thema „Alkohol“ treffen Aspekte individueller und gesellschaftlicher Probleme zusammen, die sich durchaus in den Chemieunterricht einbringen lassen. Dies ermöglicht dann auch Kooperationen mit außerschulischen Institutionen oder den Lehrkräften der gesellschaftswissenschaftlichen Fächer. Ökologische Gesichtspunkte wie der Bedarf landwirtschaftlicher Nutzflächen zur Rohstoffherzeugung und die Umweltfreundlichkeit des Alkohols als Energieträger können Ansätze für eine Zusammenarbeit mit den Biologie-Lehrkräften bieten.

### **Pflichtbausteine**

- Alkohole, Aldehyde, Ketone und Carbonsäuren
- Homologe Reihe, Isomerie, Bedeutung und Eigenschaften
- Ester (Veresterung und Massenwirkungsgesetz)
- Typische Reaktionen und Nachweise
- Oxidationszahlen

### **Wahlbausteine**

- Alkoholmissbrauch
- Verfahren zur Alkoholherstellung
- Konservierungsstoffe
- Aromastoffe
- Elementaranalyse
- Ether
- Mesomerie

Thema		
<b>Organische Naturstoffe</b>		
Themenbereich		FAPA
<b>II Organische Chemie</b>		<b>1,2,4,5,6,7</b>

Die Gruppe der organischen Naturstoffe umfasst eine Fülle verschiedener Stoffe, die von den Eiweißen, Fetten und Kohlenhydraten als Bau- und Betriebsstoffe aller Lebewesen bis zu natürlich vorkommenden Farb-, Aroma- und Konservierungsstoffen reicht. Darüber hinaus spielen die Fette als Ausgangsstoffe für Lebensmittel, Seifen, Cremes und Lacke, die Kohlenhydrate als nachwachsende Rohstoffe und die Proteine als Katalysatoren für Stoffwechselreaktionen eine Rolle.

Organische Naturstoffe gehören zum unmittelbaren Erfahrungsbereich der Studierenden. An ihnen lässt sich der Zusammenhang zwischen den erfahrbaren chemischen Eigenschaften und der Struktur aufzeigen. Das Thema ermöglicht es zudem, die Strukturen, die in vorangegangenen Unterrichtseinheiten erarbeitet wurden, zu wiederholen und zu festigen.

Kenntnisse der Energetik von Stoffwechselfvorgängen können fachübergreifend oder fächerverbindend eingearbeitet werden. Eine Zusammenarbeit mit den Biologie-Fachkollegen/innen ist ratsam. Über den Bereich „Biotechnologie“ bietet sich eine Kooperation mit den WiSo-Lehrkräften an. Die Gewinnung und Nutzung der Naturstoffe bis hin zur modernen Biotechnologie kann als Unterrichtsthema „Geschichte der Technik“ angeboten werden.

Exkursionen zu einschlägigen Betrieben und Museen sind sinnvoll.

### **Pflichtbausteine**

- Bau- und Eigenschaften von Carbonsäuren und -estern
- Funktionelle Gruppen in Naturstoffen
- Bau, Eigenschaften und Nachweis von Fetten, Kohlenhydraten und Proteinen
- Reaktionstypen (Hydrolyse, Kondensation, Veresterung)

### **Wahlbausteine**

- Nachwachsende Rohstoffe
- Stoff- und Energieumsatz in lebenden Systemen
- Welt-Ernährungsproblem
- Optische Aktivität
- Konservierung von Lebensmitteln und Lebensmittelzusatzstoffe
- Biotechnologische Erzeugung von naturidentischen Stoffen
- Enzyme
- Abbaubare Kunststoffe auf Cellulosebasis
- Fehlernährung

Thema		
<b>Seifen und Waschmittel</b>		
Themenbereich		FAPA
<b>II Organische Chemie</b>		<b>1,2,4,7</b>

Seifen und Waschmittel werden als Reinigungsmittel im Haushalt und in der Industrie eingesetzt.

Das Thema bietet die Gelegenheit, Bezüge zu Alltagserfahrungen der Studierenden und zu Umweltfragen herzustellen. Dabei lassen sich die Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften von Stoffen sehr gut aufzeigen. Des Weiteren können Aspekte aus Themenbereich I (z.B. pH-Wert) wiederholt und mit anderen Inhalten verknüpft werden.

Die guten Möglichkeiten für Studierendenversuche sowohl für die Herstellung als auch für die Wirkungsweise von Seifen und Waschmitteln sollten genutzt werden. Vergleiche zwischen industriellem Herstellungsprozess und Laborversuch ermöglichen einen Einblick in die chemische Verfahrenstechnik. Zudem lässt sich verdeutlichen, wie die Chemie einerseits zur Entstehung von Umweltproblemen beiträgt und andererseits an ihrer Beseitigung mitwirkt.

Fachübergreifende Bezüge ergeben sich zur Physik (z.B. Oberflächenspannung), zur Biologie (z.B. Hygienemaßnahmen) oder zu wirtschaftlich orientierten Fächern (z.B. Waschmittelindustrie als bedeutender Wirtschaftszweig).

### **Pflichtbausteine**

- Struktur, Eigenschaften und Wirkungen von Tensiden
- Herstellung von Seife und einem weiteren Tensid
- Zusammensetzung eines modernen Waschmittels
- Der Waschvorgang

### **Wahlbausteine**

- Umweltbelastung durch waschaktive Substanzen
- Geschichte der waschaktiven Substanzen
- Waschmittelwerbung
- Gesundheitliche Aspekte von Waschmitteln
- Kosmetika

Thema		
<b>Aromaten</b>		
Themenbereich		FAPA
<b>II Organische Chemie</b>		<b>1,2, 4, 5, 7</b>

Die Aromaten spielen in der Natur, als Ausgangsstoffe und Zwischenprodukte der chemischen Industrie eine große Rolle. Die Stoffpalette reicht von Benzol und Toluol als Antiklopfmittel im Benzin über Farb- und Aromastoffe sowie Pestizide (DDT) bis hin zu Arzneimitteln (Aspirin).

Am Beispiel der Aromaten können ggf. die bisher erworbenen Kenntnisse über  $\pi$ -Bindungen und die damit verbundene Delokalisierung von Elektronen erweitert bzw. vertieft werden. Kriterien für die Stabilität chemischer Bindungen lassen sich so plausibel nachvollziehen und der Begriff der Mesomerie behandeln. Außerdem sind die Aromaten geeignet, die räumliche Orientierung von Reaktionen zu erarbeiten.

Das lange Ringen um die formelmäßige Darstellung der Aromatenstruktur ist ein schönes Beispiel für die wissenschaftliche Diskussion um die Beschreibung von Strukturen chemischer Verbindungen.

Fachübergreifende Bezüge zur Biologie ergeben sich bei der Behandlung der Anreicherung und Wirkung aromatischer Kohlenwasserstoffe im menschlichen Körper wie auch in der Umwelt. Am Beispiel des DDT oder der PCPs können neben chemischen, biologischen und medizinischen auch gesellschaftspolitische Bezüge hergestellt werden.

### **Pflichtbausteine**

- Aromatischer Zustand – delokalisierte  $\pi$ -Elektronen
- Vorkommen, Eigenschaften und Bedeutung
- Substituierte Aromaten
- $S_E$  an Aromaten

### **Wahlbausteine**

- Zweitsubstitution
- Chemische Kampfstoffe, Sprengstoffe und Pestizide
- Aromastoffe
- Toxikologische Aspekte von Aromaten
- Medizinische und ökologische Wirkungen von Aromaten

Thema		
<b>Arzneistoffe</b>		
Themenbereich		FAPAs
<b>II Organische Chemie</b>		<b>1,2, 4, 5, 7</b>

Arzneistoffe stehen sowohl unter medizinischen wie auch ökonomischen Aspekten immer wieder im Mittelpunkt des öffentlichen Interesses. Neben einem hohen Maß an individueller Bedeutung (Gesunderhaltung) besitzt das Thema über die Medikamentenabhängigkeit und die öffentliche Diskussion über die Arzneimittelkosten auch eine gesellschaftliche Dimension.

Für die Studierenden ist nicht nur die pharmakologische Wirksamkeit eines Arzneistoffes von Interesse, sondern auch dessen stoffliche Zusammensetzung, wobei eine einführende Klassifizierung dieser Stoffklasse einen Überblick verschafft. Eine ausführliche Behandlung der pharmakologischen Wirksamkeit von Arzneistoffen ist nur begrenzt möglich, aber sinnvoll. Dagegen erscheinen Experimente zur Herstellung und Analyse auch von Hilfsstoffen geradezu geboten.

Da sich dieser Kurs nicht in einer reinen Warenkunde erschöpfen darf, sind Querverbindungen über Arzneimittelwirkungen (z.B. Physiologie, Krankheitserreger), Arzneimittelherstellung (Biotechnologie), Arzneimittelmissbrauch und Umwelttoxikologie zu den Fächern Biologie und historisch-politische Bildung zu berücksichtigen. In Zusammenarbeit mit den Informatik-Lehrkräften kann ein Einblick in die moderne Technologie des "molecular modelling" ermöglicht werden.

### **Pflichtbausteine**

- Synthese von Arzneistoffen (exemplarisch)
- Einfache qualitative Analyse von Arzneimitteln
- Betrachtung verschiedener Arzneimittelgruppen und ihrer Wirkungen (exemplarisch)

### **Wahlbausteine**

- Galenik
- Historisches zur Arzneimittelkunde
- Arzneimittelmissbrauch und Arzneimittelgesetz
- Kinetik der Arzneimittelwirkung
- Arzneimittelähnliche Stoffe (Nahrungsergänzungstoffe, Anti-Ageingmittel)

Thema		
<b>Farbstoffe</b>		
Themenbereich		FAPAs
<b>II Organische Chemie</b>		<b>1,2, 5, 7</b>

Die Nutzung von Farbstoffen und die damit verbundene Faszination ist älter als 10.000 Jahre. Über die tierischen und pflanzlichen Farbstoffe des 19. Jahrhunderts hat sich heute eine nahezu unübersehbare Vielfalt von auch synthetischen Farbstoffen entwickelt. So hat sich eine großtechnische Farbenindustrie entwickelt, die einen bedeutenden Wirtschaftsfaktor darstellt. Dabei ist natürlich die kulturelle Bedeutung der Farbstoffe unbestritten.

Beim Thema "Farbstoffe" lassen sich die in den vergangenen Semestern kennen gelernten Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften am Beispiel Farbe und Färben von Textilien festigen. Die Variation der Farbigkeit durch das Einbringen von unterschiedlichen Molekülgruppen sollte den Studierenden an geeigneten Stellen verdeutlicht werden. Die experimentelle Behandlung dieses Themas gerade bezüglich der Synthese von Farbstoffen und Färbeverfahren bietet sich an.

In diesem Zusammenhang bieten sich besondere Möglichkeiten für fachübergreifenden Unterricht an. So ist die Behandlung der physikalischen Grundlagen der Farbigkeit in Kooperation mit dem Fach Physik sinnvoll. Auch lassen sich zahlreiche Bezüge zur Kunst herstellen sowie historische Aspekte in Zusammenarbeit mit dem Fach historisch-politische Bildung behandeln.

### **Pflichtbausteine**

- Synthese von Farbstoffen (exemplarisch)
- Chemische und physikalische Grundlagen der Farbigkeit
- Klassifizierung natürlicher und synthetischer Farbstoffe
- Färbemethoden (exemplarisch)

### **Wahlbausteine**

- Farbfotografie
- Geschichte der Farbstoffe
- Optische Aufheller
- Sehvorgang
- Bedeutung der Farbigkeit von Stoffen
- Indikatoren
- Farbstoffe als Wirtschaftsfaktor
- Lebensmittelfarbstoffe
- Farbstoffe in der Druckerei und Malerei

Thema		
<b>Kunststoffe</b>		
Themenbereich		FAPAs
<b>II Organische Chemie</b>		<b>1, 2, 4, 5, 6, 7</b>

Kunststoffe sind als „Werkstoffe nach Maß“ aus unserem Leben nicht mehr wegzudenken. Sie stellen hochwertige Werkstoffe, Baustoffe, Hilfsmittel und Grundstoffe in der Industrie und Technik dar. Durch ihre mannigfach gestaltbaren Eigenschaften lassen sie sich hervorragend den verschiedensten Verwendungszwecken anpassen.

Alltagserfahrungen und Vorkenntnisse der Studierenden können gut in den Unterricht mit eingebracht werden. Hieraus ergeben sich Fragestellungen, worauf die bekannten Eigenschaften zurückzuführen sind und wie diese gezielt durch Herstellungsverfahren/Verarbeitungsmethoden erreicht werden können. So gibt der Kurs Gelegenheit, den Einfluss der Reaktionsbedingungen und der Struktur der Monomeren auf den Bau und die Eigenschaften von Kunststoffen zu verdeutlichen. Die Herstellung und Eigenschaften einiger Kunststoffklassen sollten die Studierenden exemplarisch kennen lernen.

Historische Bezüge, die wirtschaftliche Bedeutung, kulturelle Einflüsse und die ökologischen Probleme der Kunststoffe bieten Ansatzpunkte, das Thema fachübergreifend oder – wenn auch nur phasenweise – fächerverbindend zu bearbeiten.

### **Pflichtbausteine**

- Klassifizierung von Kunststoffen an Hand von Struktur und Eigenschaften
- Ausgewählte Reaktionstypen und -mechanismen der Kunststoffsynthese
- Herstellung und Verarbeitung von Kunststoffen
- Verwendung und Bedeutung von Kunststoffen
- Einfache qualitative Analyse von Kunststoffen

### **Wahlbausteine**

- Kunststoffrecycling und Kunststoffersatzprodukte
- Geschichte der Kunststoffe
- Spezielle Aspekte der Kunststoffchemie: Textilien, Silikon, Ionenaustauscher, Klebstoffe ...
- Ökonomische und ökologische Aspekte
- Anwendungen von Kunststoffen in der Medizin

Thema		
<b>Kernchemie</b>		
Themenbereich		FAPA
<b>III Spezielle Themen</b>		<b>1, 2, 7</b>

Die abnehmende Bedeutung der Kernenergie als Energiequelle hängt unmittelbar mit dem deutlichen Risiko für die Menschheit zusammen. Die Problematik verschärft sich noch durch die Verwendung spaltbaren Materials für atomare Waffen. Dabei darf aber nicht übersehen werden, dass die Anwendung radioaktiver Isotope die Diagnostik und Therapie in der Medizin entscheidend verbessert und wichtige Erkenntnisse in der Forschung und Technik mit sich bringt.

Im Rahmen dieses Themas werden die Kenntnisse über den Aufbau der Atome aufgegriffen, erweitert und gefestigt. Bei der Besprechung der Zerfallsreihen sollte die Entstehung anderer/neuer Elemente und die damit verbundene Strahlung im Mittelpunkt stehen. Im Vergleich mit herkömmlichen Energiequellen sollte die Energiefreisetzung durch Kernspaltung und/oder Kernfusion betrachtet werden.

Da geeignete Versuche in der Regel nicht zur Verfügung stehen, sollte vermehrt auf entsprechende Medien zurückgegriffen werden, wobei sich die Studierenden zunehmend eigene Informationen zur Vertiefung und Erarbeitung selbst beschaffen und auswerten sollten.

Fachübergreifende Bezüge zu den Fächern Physik, Biologie und Historisch politische Bildung liegen auf der Hand. Der Besuch eines Kernkraftwerkes trägt zur Veranschaulichung und Problematisierung (Sicherheitsaspekt, Entsorgung) dieser Thematik bei.

### **Pflichtbausteine**

- Zerfallsreihe, Zerfallsgesetze und Halbwertszeit
- Strahlungsarten
- Aufbau des Atomkerns
- Funktionsweise eines Kernkraftwerkes
- Energiefreisetzung durch Kernspaltung und/oder Kernfusion

### **Wahlbausteine**

- Strahlenwirkung auf Organismen
- Strahlenmessung und -schutz
- Alternative Formen der Energiegewinnung
- Energetische Betrachtungen zur Kernenergienutzung
- Anwendungsbereiche radioaktiver Nuklide
- Kernwaffen
- Geschichtliche Entwicklung der Kernforschung
- Entsorgung radioaktiver Abfälle
- Kernreakortypen
- Künstliche Elemente

Thema		
<b>Komplexchemie</b>		
Themenbereich		FAPA
<b>III Spezielle Themen</b>		<b>1, 2, 6, 7</b>

Komplexreaktionen sind an vielen Vorgängen in der Technik, in Lebewesen und in der Umwelt beteiligt. So sind Platinkomplexe fester Bestandteil in der Krebstherapie, Komplexbildner unentbehrlich für Waschmittel und komplexometrische Verfahren obligatorisch in der chemischen Analytik. Hämoglobin und Chlorophyll sind bedeutsame Komplexe in der belebten Natur. Schließlich beruht auch die Metallgewinnung (z.B. Gold) auf der Bildung von Komplexen, die das Metall durch das Auflösen schwerlöslicher Metallverbindungen zugänglich machen.

Die Komplexreaktionen ergänzen das Donator-Akzeptor-Prinzip in der Chemie über die Säure-Base- und Redoxreaktionen hinaus und lassen sich deshalb in dieser Folge einbringen. Das Thema stellt hohe Ansprüche an das räumliche Vorstellungsvermögen der Studierenden, da hier die Geometrie der Teilchen für das Verstehen eine große Rolle spielt. Sichere Kenntnisse der Bindungslehre und des Ablaufs chemischer Reaktionen sind Voraussetzung, um die Komplexchemie mit ihrem erweiterten Bindungsbegriff zu verstehen. Die vielfältigen Möglichkeiten für Studierendenversuche sollten genutzt werden.

Die Thematik bietet Möglichkeiten für fächerverbindendes Arbeiten primär mit der Biologie. Darüber hinaus lässt sich das Spannungsfeld zwischen Ökologie und Ökonomie am Beispiel der Cyanidlaugerei bei der Goldgewinnung in Kooperation mit den gesellschaftswissenschaftlichen Fächern aufarbeiten

### **Pflichtbausteine**

- Bedeutung und Untersuchung von Komplexverbindungen
- Chelatkomplexe
- Ligandenaustauschreaktionen
- Aufbau von Komplexverbindungen und zugehörige Bindungsmodelle

### **Wahlbausteine**

- Stabilität von Komplexverbindungen
- Komplexverbindungen und ihre Funktionen in Organismen
- Ökologische Folgen der technischen Nutzung von Komplexverbindungen

Thema		
<b>Chemie und Umwelt</b>		
Themenbereich		FAPA
<b>III Spezielle Themen</b>		<b>2, 6, 7</b>

Die angewandte Chemie trägt einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung unseres Lebensstandards bei, ist aber auch mit schwerwiegenden Gefahren für die Menschheit und die Natur verbunden. Andererseits ist es wiederum die Chemie, die zur Erkennung und zum Teil zur Beseitigung von Umweltproblemen beiträgt.

Bei diesem Thema ist angesichts der Komplexität eine Schwerpunktsetzung unerlässlich. Dabei orientiert sich die Auswahl der qualitativen und quantitativen Analysemethoden an diesem Schwerpunkt. Da die praktischen Anwendungen in Form von Studierendenversuchen im Vordergrund stehen, bietet es sich an, die angewendeten Methoden zum Ausgangspunkt einer vertiefenden Betrachtung der ihnen zugrunde liegenden Chemie zu nehmen.

Das Thema "Chemie und Umwelt" ist geradezu prädestiniert für ein projektartiges Vorgehen, das ggf. durch Hinzuziehen anderer Lehrkräfte aus den Fächern Biologie oder Historisch-politische Bildung und durch außerschulische Fachberater bereichert werden kann.

Kontakte zu Chemie-Instituten nahe gelegener Universitäten oder anderer Schulen können ggf. ein Defizit in der Ausstattung mit teuren Analysegeräten ausgleichen.

### **Pflichtbausteine**

- Klassische und moderne Verfahren der qualitativen und quantitativen Analytik
- Exemplarische Betrachtung von Stoffkreisläufen
- Verschmutzung von Wasser/Boden/Luft
- Maßnahmen zur Schadstoffreduzierung

### **Wahlbausteine**

- Aktuelle Umweltprobleme
- Schadstoffanreicherung in der Nahrungskette
- Abfallentsorgung
- Agrochemikalien und Umweltbelastungen
- Umweltkatastrophen in den Medien
- Grenzwertproblematik
- Städte- und landschaftsplanerische Aspekte

## **B 2.7 Lehrplan Physik**

### **B 2.7.1 Physik in Vorkurs und Einführungsphase**

Die Themen und Inhalte von Vorkurs und Einführungsphase sollten berücksichtigen, dass

- im Abendgymnasium nicht alle Studierenden durchgängig Physik wählen (können) ,
- ein Teil der Studierenden am Ende der Einführungsphase Physik abwählen wird;
- den Studierenden, die sich über das Fach und die Anforderungen informieren wollen, interessante und spannende Inhalte geboten werden, die vielleicht zu einer Entscheidung für Physik als Wahlpflichtkurs führen.

Folglich kann der Unterricht in den beiden ersten Semestern nicht aufbauend in dem Sinne sein, dass jemand dem zweiten Semester nicht folgen kann, wenn er das erste nicht besucht hat. Jedes Semester sollte in sich abgeschlossen sein.

Um nicht von vornherein abzuschrecken, ist mit der Mathematik angemessen sparsam umzugehen. Schwerpunkt des Unterrichts sollte das Verstehen aus unmittelbarer Anschauung sein und der gemeinsame Weg dahin. Der Unterricht sollte möglichst von erstaunlichen Beobachtungen ausgehen, die eine überraschende und überzeugende Erklärung zulassen.

Physikalische Gesetze sollten zunächst sprachlich gefasst werden. Um dies zu erreichen, wird es oft zweckmäßig sein, den induktiven Pfad des Lehrbuches zu verlassen, und die Sache dort zu beginnen, wo sie zum Nachdenken einlädt und auffordert.

Die Themen von Vorkurs und Einführungsphase sind allesamt nicht verbindlich, da aus oben genannten Gründen eine zwingende Themenfolge mit aufeinander aufbauenden Inhalten nicht sinnvoll ist. Die Auswahl der Themen und ihre inhaltliche Gestaltung obliegt der Fachkonferenz.

In einem der Themen soll auch eine Einführung in die Grundlagen der Physik erfolgen. Hier sollen u.a. die grundlegenden Größen und Einheiten vorgestellt werden, die Rolle des Messens und Messtechniken erörtert und die Auswertung von Messreihen geübt werden.

### **Überblick über die Themen in Vorkurs und Einführungsphase**

- 1. Energie**
- 2. Elektrizität**
- 3. Optik**
- 4. Mechanik der Flüssigkeiten und Gase**
- 5. Astronomie**

# 1. Energie

Als Begründung für den Themenbereich Energie seien folgende Punkte angesprochen :

- Die Energie ist zweifelsohne die wichtigste Erhaltungsgröße in der Physik und kann zur Beschreibung unterschiedlichster Vorgänge in den verschiedenen Teilgebieten der Physik herangezogen werden.
- Energetische Betrachtungen spielen auch in den anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen eine große Rolle. Der Energiebegriff kann deshalb eine Verbindung zwischen der Physik und ihren Nachbardisziplinen schaffen .
- Die historische Dimension des Energiebegriffs ermöglicht es, den engen Zusammenhang zwischen der Veränderung der menschlichen Gesellschaft und der Entwicklung der Technik herauszuarbeiten.
- Die praktische Verwertbarkeit physikalischer oder naturwissenschaftlicher Erkenntnisse ist kein Nebenprodukt der naturwissenschaftlichen Forschung, Fortschritt der Technik ist wesentliche Vorbedingung für den Fortschritt der Wissenschaft.
- Die Bedeutung der Energie für die moderne Industriegesellschaft ist allgemein bekannt und bewusst, auch wirtschaftspolitische Fragen der Energieversorgung und des Energieverbrauchs sowie des Zusammenhangs zwischen Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch sollten angesprochen werden. (Materialien zum Thema Energieversorgung in Kurt Kreß : Energieversorgung als Thema eines problemorientierten Physikunterrichts in : Praxis der Physik 1/ 47 , Jg. 1998 S. 21 f)
- Physikalische Begriffsbildung und Arbeitsweise lassen sich aus anschaulichen Problemen gewinnen.

## Mögliche Inhalte:

- Einführung des Energiebegriffs
- Energieträger (fossile und regenerative Energien)
- Energieumwandlung an Beispielen (Windrad, Wasserrad, Dampfmaschine, Motor, Generator), Wirkungsgrad bei der Energieumwandlung
- Die Sonne, unsere wichtigste Energiequelle; „Energieerzeugung“ in der Sonne
- Die Entwicklung des Energiebedarfs und der Energiegewinnung, Umweltbelastungen durch Energietechnik
- Möglichkeiten alternativer Energieträger
- Mechanische Arbeit und Energie
- Arbeitsformen (Hub- , Beschleunigungs- , Spann- , Reibungsarbeit), Berechnungen
- Energieerhaltung in mechanischen Systemen, Ursachen der Nichterhaltung der mechanischen Energie in realen Systemen
- Einfache Atommodelle (Atommodell in Absprache mit Biologie und Chemie)
- Energiegewinnung durch Kernspaltung und Kernfusion
- Kernreaktoren, prinzipielle Wirkungsweise, Reaktortypen

## 2. Elektrizität

Grundlegende Erscheinungen/Begriffe zum elektrischen Stromkreis werden an Versuchen erklärt, Messverfahren erläutert, technische Anwendungen erklärt. Berechnungen sollten nur an wenigen Beispielen durchgeführt werden.

### Mögliche Inhalte:

- Wirkungen des elektrischen Stroms
  - Wärmewirkung (Heizdraht, Glühbirne, Kochgeräte, Schmelzsicherung)
  - Lichtwirkung (Leuchtröhre, Leuchtstoffröhre, Blitz)
  - Chemische Wirkung (Elektrolyse, Batterie, Akkumulator, Galvanisieren)
  - Magnetische Wirkung (Elektromagnet, Klingel, Elektromotor)
- Stromstärke- und Spannungsmessung
- Die Gesetze des Stromkreises (Ohmsches Gesetz)
- Schaltung von Widerständen in unverzweigten und verzweigten Stromkreisen
- Elektrische Leistung und Energie
- Stromerzeugung

## 3. Optik

Die Studierenden sollen die elementaren optischen Erscheinungen kennen lernen und erfahren, dass viele Beobachtungen/Phänomene mit Hilfe des Strahlenmodells des Lichts beschrieben werden können.

Lupe, Fernrohr, Mikroskop und Kamera sind bekannte Anwendungen der Strahlenoptik, ihre Erklärung vertieft das Verständnis.

### Mögliche Inhalte:

- Strahlenmodell des Lichts
- Reflexion, Spiegelbilder, Anwendungen
- Brechung, Linsen, Anwendung
- Optische Geräte

### Hinweis für den Unterricht am Abendgymnasium

Aufgrund der Stundentafel der Abendgymnasien, die in der Regel einen Physikunterricht in beiden Semestern der Einführungsphase nicht zulässt, ist - wie beschrieben - eine inhaltlich Vorbereitung auf die Kursphase nicht sinnvoll, wohl aber eine Einführung in wissenschaftliches Denken und Vorgehen. Der Lehrgang Optik könnte dann z.B. unter das Leitthema „optische Bilder“ gestellt werden und sich folgendermaßen entfalten:

### Mögliche Inhalte:

- Das unsichtbare Licht - die Bedingungen seiner Wahrnehmbarkeit
- Sein und Nichtsein - die Schattengrenze als Lichtstrahl

- Die Lochkamera - der Nachweis der Brauchbarkeit der Vorstellung vom Lichtstrahl
- Was ist ein optisches Bild ? Was müsste man können, um es zu erzeugen ?
- Der ebene Spiegel - die Verdoppelung des Nichts: auch Schatten werden gespiegelt
- Das Spiegelbild - Fermatsches Prinzip
- Das Licht kommt vom Weg ab - die Brechung.

#### **4. Mechanik der Flüssigkeiten und Gase**

Viele Beobachtungen/Anwendungen lassen sich in dieser Lerneinheit erklären. Die Magdeburger Halbkugeln, die Volumenvergrößerung eines verschlossenen Luftballons im evakuierten Raum, Sinken, Schweben oder Schwimmen in Flüssigkeiten, Schichtung von Flüssigkeiten, Funktion eines Geruchsverschlusses beim Waschbecken, eines Wasserturms/Hochbehälters, einer Hydraulikanlage. Auch der Erklärung von Wetterphänomenen soll ausreichend Raum bereitgestellt werden.

Berechnungen zu Masse und Volumen, Auftrieb in Flüssigkeiten und Gasen sowie zu hydraulischen Problemen können zum besseren Verständnis beitragen.

##### **Mögliche Inhalte:**

- Druck
- Phänomene des Luftdrucks (Luftdruck und Wetter, Vakuum)
- Schweredruck in Flüssigkeiten
- Auftrieb in Flüssigkeiten und Gasen

##### **Hinweis für den Unterricht am Abendgymnasium**

Aufgrund der Stundentafel der Abendgymnasien, die in der Regel einen Physikunterricht in E1 und E2 nicht zulässt, ist - wie beschrieben - eine inhaltlich Vorbereitung auf die Kursphase nicht sinnvoll, wohl aber eine Einführung in wissenschaftliches Denken und Vorgehen. Der Lehrgang „Mechanik der Flüssigkeiten und Gase“ könnte dann z.B. unter den Leitthemen „Der Druck - die richtungslose Kraftentfaltung“ und „Warum schwimmt ein schweres Schiff ?“ gestellt werden und sich folgendermaßen entfalten:

- Der Schweredruck der Luft - Wie kann man ihn wahrnehmen ?
- Der Druck ist richtungslos
- Die Kraftvermehrung durch den Druck
- Die Luft ist elastisch
- Das Teilchenmodell des Drucks
- Die Brownsche Molekularbewegung - die Luft ist ein Chaos
- Die Maße des Chaos: Druck, Volumen, Temperatur
- Der Schweredruck nach oben - statischer Auftrieb
- Schwimmen - schweben - sinken; warum geht Wasser in Wasser nicht unter ?
- Die Trägheit der Luft - dynamischer Auftrieb

## 5. Unser Sonnensystem - Astronomie

Angeregt durch die Erfolge der Raumfahrt und der modernen Astronomie, sind die Studierenden i.a. sehr begierig, ein Bild von der Welt zu haben, das sie auch verstehen. Die Orientierungslosigkeit im Hinblick auf den Kosmos, wie er sich uns auf der Erde zeigt, wird durchaus als Mangel empfunden. Die Beschäftigung mit dem Weltraum als Raum übt, sich Dinge vorzustellen, die sich in drei Dimensionen begegnen, wobei wir, die Beobachter, mit diesen Dingen körperlich untrennbar verbunden, aber uns kraft unseres Verstandes gleichwohl von ihnen zu lösen imstande sind. Der Schluss von dem, was wir sehen, auf das, was wir sehen könnten, vermöchten wir uns über unser Bezugssystem zu stellen, ist die denkerisch notwendige Leistung, die gefordert wird, um die Bewegungen am Himmel einordnen und verstehen zu können (kopernikanische Wende; Kant). Nebenbei: Wie in keiner anderen Schule hat man am Abendgymnasium die Möglichkeit, mit den Studierenden diesen besonderen Gegenstand des Unterrichts über eine längere Zeit immer wieder zu betrachten.

### Mögliche Inhalte:

- Die Kugelgestalt der Erde - welche Hinweise gibt es?
- Die Himmelskuppel - Polarstern, Fixsterne (Sternbilder), Wandelsterne (Planeten)
- Tag und Nacht - der tägliche Umschwung des Himmels
- Die Mondphasen - von der Himmelskuppel in die Tiefe des Raumes
- Die scheinbare jährliche Bahn der Sonne um die Erde - Polarkreis, Wendekreis, Äquator, Sommer- und Wintersternbilder
- Die Ekliptik
- Die Schiefe der Ekliptik
- Die Jahreszeiten
- Die Entfernungen im Sonnensystem
- Die Schleifenbahn der Planeten
- Keplersche Gesetze

## B 2.7.2 Physik in der Qualifikationsphase

Das, was man selbst gefunden hat, wird im Allgemeinen mehr überzeugen als das, was in den Köpfen anderer entstanden ist.

B. Pascal

### Hinweise zur Handhabung des Plans

Die Inhalte der Qualifikationsphase orientieren sich an den von der KMK festgelegten Inhalten und berücksichtigen die Bestimmungen der fachspezifischen Prüfungsanforderungen (FAPA). Unabhängig von der Abfolge und der Schwerpunktsetzung müssen die von der KMK vereinbarten vier Lern- und Prüfungsbereiche verfügbar sein :

- **Mechanik;**
- **elektrisches und magnetisches Feld;**
- **mechanische und elektromagnetische Schwingungen und Wellen;**
- **Quanten- und Atomphysik.**

Da nicht alle Studierenden am Abendgymnasium in der Einführungsphase Physik belegen (müssen), einige Inhalte der Mechanik aber für die Qualifikationsphase unverzichtbar sind, werden auch Themen aus der Mechanik in den Stoffplan der Qualifikationsphase aufgenommen.

Im Vordergrund steht ein geordnetes Wissen an physikalischen Sachverhalten. Die Kurse müssen aufeinander bezogen sein und bilden einen abgeschlossenen viersemestrigen Lehrgang (Kursfolge). Dennoch bleibt auch hier, wie in der Einführungsphase, der Weg ein wichtiges Ziel. Die Studierenden sollen die Gelegenheit und damit auch die Zeit haben, durch einen Diskurs eine Naturerscheinungen selbst aufzuklären und dabei immer wieder zur eigenen selbst verantworteten Erklärung angehalten werden. Wie in fast keinem anderen naturwissenschaftlichen Fach können Vermutungen über den Grund eines beobachteten Verhaltens der Natur dieser selbst durch das Experiment zur Begutachtung vorgelegt werden. Dadurch ist oft eindeutig Richtiges von Falschem zu trennen. Das Erlebnis, selbst etwas gefunden zu haben, stärkt das Selbstvertrauen in die eigene Urteilsfähigkeit. Irrwege sind hierbei nicht nur möglich sondern notwendig. Es kann oft angezeigt sein, dass der Lehrer selbst die Studierenden auf einen Irrweg weist, falls dieser im weiteren Verlauf des Gesprächs leicht aufzuklären ist.

Der Mathematik kommt der ihr gebührende Raum innerhalb der Physik zu. Große Bedeutung hat der Weg zum angemessenen Begriff. Seiner vollen anschaulichen und sprachlichen Erfassung ist der Vorrang vor der rechnerischen Verwertung zu geben. Die mathematische Beschreibung soll vielmehr nur die zweckmäßige symbolische Umsetzung der Naturerkenntnis sein, die dann allerdings auch Eigenständigkeit zur Gewinnung vertiefterer Einsichten bekommen kann. Die frühzeitige und anschauliche Verwendung der Integral- und Differentialrechnung sollte nicht gescheut werden. Die Studierenden sollen verstehen, dass diese Operationen der Notwendigkeit entspringen, Summationen von sich stetig verändernden Größen durchzuführen bzw. solche Veränderungen selbst einer mathematischen Behandlung zugänglich zu machen.

Der Plan ist als Baukastensystem erstellt und gliedert sich in verpflichtende und wahlfreie Themen. Die letzteren sind nochmals in Pflicht- und Wahlbausteine gegliedert.

Die Fachkonferenzen sollen die verpflichtenden Themen so durch wahlfreie Themen ergänzen, dass eine möglichst geschlossene Kursfolge entsteht und die Vorgaben der FAPA abgedeckt werden. Eine Beschränkung nur auf die verpflichtenden Themen ist auch für dreistündige Wahlkurse nicht ausreichend. Die Abfolge der Gegenstände ordnet sich dabei einem Leitgedanken (I – V) unter. Auch die Anpassung an das Niveau der 4-stündigen Wahlpflicht- bzw. der 3-stündigen Wahlkurse obliegt den Fachkonferenzen.

<b>Überblick über die verpflichtenden und wahlfreien Themen</b>		
Lernbereiche	Verpflichtende Themen	Wahlfreie Themen
<b>Mechanik</b>	1 Bewegungen – Kinematik 2 Kräfte – Dynamik 3 Arbeit – Energie – Energieerhaltung	2 A Trägheitskraft bei der Kreisbewegung 3 A Impuls, Stoßgesetze 3 B Drehimpuls 3 C Himmelsmechanik 3 D Gasgesetze
<b>Mechanische Schwingungen und Wellen</b>	4 Mechanische Schwingungen	4 A Mechanische Wellen
<b>Felder ruhender und bewegter Ladungen</b>	5 Felder ruhender Ladungen 6 Felder bewegter Ladungen	6 A Grundlagen der Elektronik 6 B Wechselstromkreise 6 C Elektromagnetische Wechselfelder 7 Licht; Dualismus von Welle und Teilchen
<b>Atom- und Kernphysik</b>		8 Atommodelle – Kernphysik
<b>Relativitätstheorie</b>		9 Spezielle Relativitätstheorie

Im Folgenden werden fünf mögliche Kursfolgen vorgestellt. Sie enthalten sämtlich die verpflichtenden Themen und genügen somit den Anforderungen der FAPA (Lernbereiche). Bei Veränderung der Kursfolgen durch die Fachkonferenzen ist darauf zu achten, dass diese Vorgaben eingehalten werden.

## Mögliche Anordnungen der Themen

### I Klassischer fachsystematischer Aufbau

1. Bewegungen - Kinematik
2. Kräfte - Dynamik
3. Arbeit - Energie - Energieerhaltung
4. Mechanische Schwingungen
5. Felder ruhender Ladungen
6. Felder bewegter Ladungen – Induktion
7. Licht; Dualismus von Welle und Teilchen
8. Atommodelle - Kernphysik  
oder  
Relativitätstheorie

### II Aufbau der Materie – Atomphysik

1. „Es gibt nur Atome und den leeren Raum !“  
(Demokrit)
2. Bewegungen – Kinematik
3. Kräfte – Dynamik
4. Trägheitskraft bei der Kreisbewegung
5. Arbeit – Energie – Energieerhaltung
6. Impuls, Stoßgesetze
7. Gasgesetze
8. Felder ruhender Ladungen
9. Felder bewegter Ladungen – Induktion
10. Mechanische Schwingungen
11. Elektromagnetische Wechselfelder
12. Licht; Dualismus von Welle und Teilchen
13. Atommodelle – Kernphysik

### III Schwingungen und Wellen

1. Mechanische Schwingungen
2. Bewegungen – Kinematik
3. Kräfte - Dynamik
4. Arbeit – Energie – Energieerhaltung
5. Mechanische Wellen
6. Felder ruhender Ladungen
7. Felder bewegter Ladungen – Induktion
8. Elektromagnetische Wechselfelder
9. Licht - Dualismus von Welle und Teilchen

### IV Felder und Ladungen

1. Felder ruhender Ladungen
2. Bewegungen – Kinematik
3. Kräfte – Dynamik
4. Arbeit – Energie – Energieerhaltung
5. Impuls, Stoßgesetze
6. Himmelsmechanik
7. Felder bewegter Ladungen – Induktion
8. Elektromagnetische Wechselfelder
9. Mechanische Schwingungen
10. Licht - Dualismus von Welle und Teilchen
11. Atommodelle – Kernphysik

### V Die Entstehung des physikalischen Weltbildes

- |   |  |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bewegungen – Kinematik</li> <li>2. Kräfte – Dynamik</li> <li>3. Impuls</li> <li>4. Arbeit – Energie – Energieerhaltung</li> <li>5. Himmelsmechanik</li> <li>6. Relativitätstheorie</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Mechanische Schwingungen</li> <li>8. Licht; Dualismus von Welle und Teilchen</li> <li>9. Felder ruhender Ladungen</li> <li>10. Felder bewegter Ladungen – Induktion</li> <li>11. Atommodelle – Kernphysik</li> </ol> |
|---|--|

## Mechanik

Wesentliches Kennzeichen der Physik ist es, wenige grundlegende Prinzipie zur Erklärung der vielfältigen Erscheinungen der unbelebten Natur heranzuziehen. Diese Prinzipie werden in der Mechanik deutlicher sichtbar als in anderen Bereichen der Physik und lassen sich hier beispielhaft erarbeiten.

Die mathematische Beschreibung physikalischer Zusammenhänge gewinnt zunehmend an Bedeutung und wird in mechanischen Sachverhalten genutzt, um erkannte Zusammenhänge einfach und präzise darzustellen. Die Studierenden erfahren, dass mathematische Methoden für die Beschreibung der Naturgesetze notwendig sind und dass damit unter Umständen tiefes Verstehen möglich wird und dass Gemeinsamkeiten unterschiedlicher Phänomene mit Hilfe der Mathematik herausgearbeitet werden können.

### 1. Bewegungen – Kinematik (Verpflichtendes Thema)

Im Mittelpunkt der Einheit stehen die Gesetze der mechanischen Bewegungen. Der alltägliche Geschwindigkeitsbegriff wird präzisiert und erweitert, vielfältige Bewegungen werden mit wenigen Gesetzen hinreichend genau beschrieben. Dabei muss deutlich werden, dass bei physikalischen Untersuchungen komplexe Situationen idealisiert werden müssen, um zu Modellbildungen und zu grundsätzlichen Erkenntnissen zu gelangen und physikalische Begriffe zu bilden.

#### Pflichtbausteine

- Klassisches Relativitätsprinzip, Bezugssystem
- Gleichförmige Bewegungen
- Gleichmäßig-beschleunigte Bewegungen
- Der freie Fall
- Unabhängigkeitsprinzip
- Der waagrechte Wurf
- Kreisbewegung :
  - Umlaufzeit
  - Frequenz
  - Winkel- und Bahngeschwindigkeit

#### Wahlbausteine

- Weg-Zeit- und Geschwindigkeits-Zeit-Diagramme
- Der senkrechte Wurf nach oben/unten
- Der schiefe Wurf

## 2. Kräfte – Dynamik (Verpflichtendes Thema)

Änderungen von Bewegungszuständen oder Formveränderungen von Körpern werden auf Kräfte zurückgeführt. Die Untersuchung von Kräften führt zu den Newtonschen Gesetzen. Eine systematische Behandlung des Impulses als charakteristische Größe von Bewegungen ist im 3-stündigen Kurs nicht notwendig.

Energieverluste durch Reibung (Luftwiderstand, Reibung in Drehlagern ...) sorgen bei allen realen Bewegungen für eine Änderung des Bewegungszustandes und sollten unbedingt zur Erklärung dieser Änderungen angesprochen werden (siehe auch 3.). Eine rechnerische Behandlung von Reibungskräften ist nicht erforderlich.

### Pflichtbausteine

- Kraft, Kraftmessung, Vektorcharakter der Kraft
- Hookesches Gesetz (Lineares Kraftgesetz)
- Die Newtonsche Grundgleichung und die Definition der Kraft
- Das Trägheitsprinzip; der Begriff der Masse
- Das Wechselwirkungsprinzip
- Beispiele für Kräfte :
  - Gewichtskraft
  - Kräfte an der schiefen Ebene

### Wahlbausteine

- Impuls
- Impulserhaltung
- Reibungskräfte

## 2.A Trägheitskraft bei der Kreisbewegung (Wahlfreies Thema)

Kräfte bei der Kreisbewegung sind aus Alltagserfahrungen bekannt und werden auf die Trägheit der Masse zurückgeführt. Dadurch wird das Verständnis des Trägheitsprinzips erweitert. Eine klare Abgrenzung der benutzten Bezugssysteme ist unabdingbar. Eine Behandlung der Corioliskraft ist nicht vorgesehen.

### Pflichtbaustein

- Zentrifugal- und Zentripetalkraft

### Wahlbaustein

- Das radiale Kraftfeld

### **3. Arbeit – Energie – Energieerhaltung (Verpflichtendes Thema)**

Die große Bedeutung des Energiebegriffs wurde bereits in V/E 1 S. 70 angesprochen. Hier wird die Energie als wichtigste Erhaltungsgröße in der Mechanik behandelt. Dabei sollte deutlich werden, dass der Energieerhaltungssatz ein Erfahrungssatz ist, der nicht aus der Kinematik bzw. Dynamik abzuleiten ist. Auf den Unterschied zwischen idealisierten und realen Systemen ist deutlich hinzuweisen.

#### **Pflichtbausteine**

- Einführung des Arbeitsbegriffs bei konstanter Kraft
- Die Definition der Arbeit, Verallgemeinerung bei veränderlicher Kraft
- Arbeitsformen: Hubarbeit, Beschleunigungsarbeit, Federarbeit (Spannarbeit)
- Einführung des Leistungsbegriffs
- Energieerhaltung in mechanischen Systemen
- Ursachen der Nichterhaltung der mechanischen Energie in realen Systemen
- Energie als übergreifendes Prinzip

#### **Wahlbausteine**

- Reibungsarbeit, Wärmeenergie

### **3.A Impuls , Stoßgesetze (Wahlfreies Thema)**

Der allgemeine Begriff der Kraft als zeitliche Änderung des Impulses kann erst in dieser Einheit entwickelt werden.

Neben das Prinzip der Energieerhaltung wird das Prinzip der Impulserhaltung gestellt.

#### **Pflichtbausteine**

- Begriff
- Impulserhaltungssatz
- Elastischer Stoß

#### **Wahlbaustein**

- Unelastischer Stoß

### 3.B Drehimpuls (Wahlfreies Thema)

Bei der Drehbewegung eines realen Körpers spielt die Massenverteilung eine entscheidende Rolle. Die Untersuchung wird sich auf homogene Körper beschränken müssen. Als weiterer Erhaltungssatz wird die Erhaltung des Drehimpulses thematisiert.

#### Pflichtbausteine

- Rotationsenergie und Trägheitsmoment
- Drehimpuls, Drehimpulserhaltungssatz

### 3.C Himmelsmechanik (Wahlfreies Thema)

Die Himmelsmechanik als Teilgebiet der Astronomie soll einen Beitrag dazu leisten, die Entwicklung der Naturwissenschaften und des naturwissenschaftlichen Weltbildes durch die systematische Beobachtung und Erklärung der Bewegungen der Himmelskörper zu verstehen. Die Vorbereitung eines allgemeinen Feldbegriffs sollte hier geleistet werden.

#### Pflichtbausteine

- Vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild
- Die Keplerschen Gesetze
- Die Newtonsche Mondrechnung und das Gravitationsgesetz

#### Wahlbausteine

- Die Gravitationskonstante
- Potential und Energie im Radialfeld
- Anwendungen aus der Astronomie
- Anwendungen aus der Raumfahrt
- Das Universum

### 3.D Gasgesetze (Wahlfreies Thema)

Im Mittelpunkt der Lerneinheit steht die kinetische Theorie der idealen Gase. Die wechselseitige Abhängigkeit der Größen Volumen, Temperatur und Druck wird herausgearbeitet, entsprechende Diagramme erstellt.

Die Gasgesetze sind der erfolgreiche Versuch, klassisch unter Anwendung mechanischer Vorstellungen das Verhalten der Gase zu verstehen. Die kinetische Gastheorie ist die Grenze klassischer physikalischer Erkenntnis; die Grenzüberschreitung führt zur Quantenmechanik. Die historische Entwicklung der „Gasgesetze“ kann exemplarisch die Erkenntnisgewinnung in der Physik beschreiben.

#### Pflichtbausteine

- Kinetische Gastheorie
- Allgemeine Gasgleichung
- Absoluter Nullpunkt
- Gesetz von Gay-Lussac
- Gesetz von Boyle und Mariotte
- Gesetz von Amontons

### Mechanische Schwingungen und Wellen

Schwingungen und Wellen kommen in ganz unterschiedlichen Bereichen der Physik vor. Anwendungsbereiche sind u.a. die Bewegung einer Saite, die Schwingung eines Quarzes, bestimmte Vorgänge in einem Festkörper oder im Innern eines Atoms, die Ausbreitung von Wasserwellen oder die Übertragung von Informationen durch elektromagnetische Wellen. Eine zentrale Bedeutung kommt auch in diesem Kurs dem Energiebegriff zu. Er tritt bei der Energiekonstanz ungedämpfter Schwingungen, bei der Energieaufnahme und Energieabgabe schwingungsfähiger Systeme und beim Transport von Energie durch Wellen auf.

### 4. Mechanische Schwingungen (Verpflichtendes Thema)

#### Pflichtbausteine

- Beispiele für harmonische und nichtharmonische Schwingungen
- Energieerhaltung und Energiespeicherung
- Theorie der harmonischen Schwingung, Weg-Zeit-Gesetz, Geschwindigkeits-Zeit-Gesetz
- Die Schwingungsdauer von Fadenpendel und Federpendel

## **Wahlbausteine**

- Gedämpfte Schwingungen
- Erzwungene Schwingungen, Resonanz

## **4.A Mechanische Wellen (Wahlfreies Thema)**

### **Pflichtbausteine**

- Entstehung von Wellen, der Zusammenhang zwischen Schwingungen und Wellen
- Wellenlänge, Phasengeschwindigkeit
- Querwellen und Längswellen
- Überlagerung von Wellen

### **Wahlbausteine**

- Doppler-Effekt
- Stehende Wellen
- Interferenz
- Das Huygens-Fresnelsche Prinzip
- Reflexion und Brechung
- Beugung am Einfach- und Doppelspalt und am Gitter
- Energietransport durch Wellen

## **Felder ruhender und bewegter Ladungen**

„Das Feld ist der Raum, in dem physikalisch etwas los ist.“  
Es übt Kräfte aus und kann Arbeit verrichten.

Der zentrale Begriff des Feldes steht im Mittelpunkt der folgenden Unterrichtseinheiten. Durch Analogiebetrachtungen zwischen Gravitationsfeld, elektrischem und magnetischem Feld wird ein vertieftes Verständnis des Feldbegriffes erreicht. Die praktische Anwendbarkeit physikalischer Gesetze wird an Beispielen wie Fernsehöhre, Elektronenmikroskop, Zyklotron, Massenspektroskop... gezeigt. So wird auch ein Einblick in die Rolle der Physik bei der technischen, wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung vermittelt.

## 5. Felder ruhender Ladungen (Verpflichtendes Thema)

Die Begriffe Ladung und Feld stehen im Mittelpunkt dieser Einheit. Quantitative Feldbetrachtungen können sich auf homogene Felder beschränken.

### Pflichtbausteine

- Erzeugung, Beschreibung und Veranschaulichung elektrostatischer Felder
- Influenz
- Maßgröße des elektrischen Feldes: Feldstärke
- Gesetze des homogenen Feldes
- Elementarladung
- Arbeit und Energie im elektrischen Feld
- Definition der Begriffe Spannung und Potential
- Elektronen im homogenen elektrischen Feld
- Elektronenstrahlröhren

### Wahlbausteine

- Das Radialfeld, Coulombsches Gesetz
- Kapazität eines Kondensators
- Auf- und Entladen eines Kondensators
- Dielektrika im Kondensator
- Elektronenröhre, Braunsche Röhre, Oszilloskop

## 6. Felder bewegter Ladungen ; Induktion (Verpflichtendes Thema)

Die beim elektrischen Feld gewonnenen Erkenntnisse werden auf das magnetische Feld übertragen und erweitert. Die Bindung des Magnetfeldes an bewegte Ladungen und die Vorstellung, dass Strom durch den Transport von Teilchen gleicher Ladung beschrieben werden kann, führt zur Lorentzkraft.

Die frühzeitige Behandlung des Hall-Effektes macht den Einsatz von Hall-Sonden zur Messung des Magnetfeldes möglich.

### Pflichtbausteine

- Grunderscheinungen des Ferromagnetismus
- Das Magnetfeld gleichstromdurchflossener Leiter
- Maßgröße des magnetischen Feldes: Flussdichte
- Die Lorentzkraft
- $e/m$  – Bestimmung (z.B. mit Fadenstrahlrohr)
- Das Induktionsgesetz

## Wahlbausteine

- Der Hall-Effekt, Messungen mit und an der Hallsonde
- Magnetische Flussdichte von langem Leiter und langer Spule
- Selbstinduktion, die Lenzsche Regel
- Erzeugung einer Wechselfeldspannung, Scheitel- und Effektivspannung, Phasenbeziehung, Leistung
- Energie im Magnetfeld einer Spule

## 6.A Einführung in die Elektronik (Wahlfreies Thema)

Die Elektronik befasst sich mit der gezielten Steuerung der Bewegung von Elektronen in elektrischen und magnetischen Feldern und möglichen Anwendungen. Elektronische Bauelemente können einen elektrischen Energie- oder Informationsfluss ermöglichen, beeinflussen oder steuern. Je nach Größenordnung der auftretenden Ströme und Energien spricht man von Leistungselektronik oder Informationselektronik.

Anknüpfend an die in Kap. 7 erworbenen Kenntnisse über die Bewegung von Elektronen in Vakuumröhren werden hier speziell Diode und Triode als spezielle Elektronenröhren vorgestellt und Anwendungen erläutert. Dann werden Leitungsvorgänge in Festkörpern und insbesondere in Halbleitern untersucht. Als spezielle Anwendungen werden vor allem Dioden und Transistoren und ihre Aufgabe in elektronischen Schaltungen behandelt.

## Pflichtbausteine

- Elektrizitätsleitung im Vakuum: Diodenröhre, Triodenröhre
- Elektrizitätsleitung in Festkörpern: Bändermodell und spezifischer Widerstand
- Dotierung von Halbleitern
- Der pn-Übergang (Diode)
- Der pnp-Übergang (Transistor)
- Anwendung von Diode und Transistor: Astabiler Multivibrator

## Wahlbausteine

- Der pnpn-Übergang (Thyristor)
- Herstellung von Transistoren (Film)
- Und-Glied
- Binäre Funktionen und Logik-Schaltungen
- Elemente der Aussagenlogik
- Schaltelemente des Simulog
- Ein Logikproblem

## 6.B Wechselstromkreise (Wahlfreies Thema)

Technische Anwendungen der Induktion zeigen den Zusammenhang zwischen der Entwicklung moderner Technik und der gesellschaftlichen Entwicklung ; Probleme der Energieversorgung – auch aus der Sicht eines Energieversorgungsunternehmens – können thematisiert werden.

### Pflichtbausteine

- Wechselstromwiderstände
- Übertragung elektrischer Energie, der Transformator

### Wahlbausteine

- Drehstrom
- Historische und wirtschaftliche Aspekte der Elektrotechnik

## 6.C Elektromagnetische Wechselfelder (Wahlfreies Thema)

Aufbauend auf die Kenntnisse über das Verhalten von Kondensator und Spule im Gleichstromkreis wird experimentell gezeigt, wie sich bei geeigneter Frequenz der Wechselspannung ein elektromagnetisches Wechselfeld aufbaut und Energie zwischen zwei Zuständen schwingt. Analogiebetrachtungen zu mechanischen Schwingungen und Wellen führen zum Begriff der elektromagnetischen Schwingung bzw. Welle.

Die historische Entwicklung von der theoretischen Vorhersage solcher Wellen durch Maxwell bis zur experimentellen Bestätigung durch Hertz und zur Anwendung in der heutigen Mediengesellschaft zeigt exemplarisch, wie naturwissenschaftliche Erkenntnis auch gesellschaftliche Veränderungen nach sich zieht.

### Pflichtbausteine

- Kondensator und Spule im Gleich- und Wechselstromkreis
- Der Schwingkreis als harmonischer Oszillator
- Die Thomsonsche Schwingkreisformel

### Wahlbausteine

- Geschlossener und offener Schwingkreis
- Gedämpfte elektrische Schwingungen, Dämpfungskonstante
- Entstehung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen
- Grundgedanken der Maxwellschen Theorie
- Messungen an Dezimeter- und Zentimeterwellen
- Nachrichtenübertragung mit elektromagnetischen Wellen

## 7. Licht; Dualismus von Welle und Teilchen (Wahlfreies Thema)

Der Dualismus von Welle und Teilchen, also die Beschreibung des Lichts als Wellenausbreitung zur Erklärung der Beugung und Interferenz und die Beschreibung des Lichts als Bewegung von masselosen Teilchen zur Erklärung des lichtelektrischen Effekts, zeigt, dass es in der Natur Phänomene gibt, die sich nicht einheitlich mit einem Konzept beschreiben lassen. Dieses prinzipielle Nebeneinander sich vermeintlich ausschließender Konzepte sollte im Mittelpunkt dieses Themas stehen.

### Pflichtbausteine

- Das Strahlenmodell des Lichts
- Das Wellenmodell des Lichts
- Reflexion und Brechung
- Lichtgeschwindigkeit; Methoden (historisch/klassisch - modern) zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit
- Beugung und Interferenz
- Photoeffekt; Teilcheneigenschaft des Lichts

### Wahlbausteine

- Dispersion
- Polarisierung
- Compton-Effekt
- Elektromagnetisches Spektrum
- Röntgenstrahlung, Gammastrahlung
- Erklärung der Lichtentstehung mit Hilfe des Bohrschen Atommodells

## 8. Atommodelle – Kernphysik (Wahlfreies Thema)

In diesem Kurs sollen die Studierenden das Wechselspiel von Theorie und Experiment erkennen. Wesentliche Inhalte dieses Kurses sind die im Verlauf der historischen Entwicklung entstandenen unterschiedlichen methodischen Konzepte der Atom- und Kernphysik. (Im Mittelpunkt der Untersuchung soll das Bohrsche Atommodell stehen.)

### Pflichtbausteine

- Atommodelle der klassischen Physik (Thomson, Lenard, Rutherford, Bohr)

## Wahlbausteine

- Atommodelle der Antike
- Atomvorstellung der Chemie (Dalton, Faraday)
- Die Brownsche Molekularbewegung
- Der Millikan-Versuch, Elementarladung
- Aufbau und Zerfall von Kernen
- Vom Quark-Gluon-Plasma zum Atomkern
- De-Broglie-Wellen
- Kristallgitter- und Molekülstruktur (Feldelektronenmikroskopie)
- Eine kurze Einführung in die Kristallographie
- Elektronenbeugung, Braggsche Interferenz-Reflexion
- Der Compton-Effekt
- Die Heisenbergsche Unschärferelation
- Die Wellenfunktion, die Schrödinger-Gleichung
- Philosophische Aspekte der Quantentheorie

## 9 Spezielle Relativitätstheorie (Wahlfreies Thema)

Das Relativitätsprinzip, das bereits aus der klassischen Mechanik bekannt ist, und das Prinzip von der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit im Vakuum werden als universelle Prinzipien betrachtet. Daraus werden die Zeitdilatation und die Äquivalenz von Masse und Energie hergeleitet.

Die Behandlung von Minkowski-Diagrammen ist zwar zeitaufwendig, ermöglicht aber dann ein selbstständiges Lösen relativistischer Probleme.

### Pflichtbausteine

- Relativitätsprinzip, Inertialsysteme
- Konstanz der Lichtgeschwindigkeit
- Zeitdilatation und Längenkontraktion

### Wahlbausteine

- Der relativistische Massenbegriff
- Einsteinsche Energie-Masse-Äquivalenzformel
- Relativistischer Impuls, Massenzunahme
- Additionstheorem der Geschwindigkeit
- Lorentz-Transformationen