

Mitglieder der Fachdidaktischen Kommission:

Dr. Harald Heim, Hindenburg-Gymnasium, Trier

Monika Kallfelz, Bertha-von-Suttner-Gymnasium, Andernach

Udo Klinger, Gymnasium Nieder-Olm

Dr. Hans Wolf, Friedrich-Magnus-Schwerd-Gymnasium, Speyer (Leiter)

Vertreterin des Landeselternbeirats: Dr. Irmtraud Heim

Vertreter des Pädagogischen Zentrums:

Thomas Jung, Stefan-George-Gymnasium, Bingen

Vorwort

Die Lehrplanrevision für die gymnasiale Oberstufe orientierte sich an der Frage, welche Bedeutung die Begriffe allgemeine Hochschulreife und allgemeine Studierfähigkeit mit Blick auf die aktuellen und künftigen gesellschaftlichen Anforderungen heute haben und wie sie inhaltlich gefüllt werden können. Dabei sind beispielsweise veränderte außerschulische Rahmenbedingungen und Anforderungen ebenso zu berücksichtigen wie fachwissenschaftliche und fachdidaktische Weiterentwicklungen und der Einfluß der neuen Informations- und Kommunikationstechnologien. Darüber hinaus soll der Bedeutung von wissenschaftspropädeutischem Arbeiten, selbständigem Lernen und vernetztem Denken für die allgemeine Studierfähigkeit Rechnung getragen werden.

Zur allgemeinen Hochschulreife und Studierfähigkeit gehört heute einerseits der Aufbau eines breiten, gut organisierten und in Anwendungssituationen erprobten Fundaments an Wissen und Fähigkeiten und andererseits der Erwerb von Lernstrategien und Kompetenzen, die ein selbständiges Weiterlernen ermöglichen. Eine solide, gut organisierte Wissensbasis in unterschiedlichen Fachbereichen ist Voraussetzung sowohl für den systematischen, kumulativen Kompetenzerwerb innerhalb der Fächer als auch für vernetztes Denken und Problemlösen über die Fächergrenzen hinaus.

Die vorliegenden Lehrpläne versuchen, diesen Anforderungen Rechnung zu tragen, indem sie Bewährtes fortführen und gleichzeitig deutliche neue Akzente setzen. Den Fachlehrerinnen und -lehrern werden mehr Entscheidungsspielräume als bisher eingeräumt, sowohl bezüglich der Stoffabfolge als auch bezüglich des Stoffumfangs und der Auswahl der Inhalte. Die Themen sind in der Regel nicht Halbjahresabschnitten zugeordnet, sondern die gymnasiale Oberstufe wird als inhaltliche Einheit gesehen. Wahlpflichtthemen regen schulinterne oder lerngruppenbezogene Schwerpunktbildungen an.

Fachübergreifendes Arbeiten gehört grundsätzlich zum Unterricht in der gymnasialen Oberstufe. Daher enthält jeder Fachlehrplan ein gesondertes Kapitel zum fachübergreifenden und fächerverbindenden Lernen, das auch Organisationsmodelle und konkrete Themenvorschläge umfaßt.

Die jetzt vorliegenden Lehrpläne bauen auf den Lehrplanentwürfen auf und berücksichtigen die Ergebnisse der breit angelegten Anhörung sowie die Anregungen aus vielen Veranstaltungen mit Fachlehrerinnen und -lehrern.

Ich danke den Fachdidaktischen Kommissionen für ihr außergewöhnliches Engagement und ihre qualifizierte Arbeit und hoffe, daß sie die Umsetzung der Lehrpläne mit ihren Überlegungen und Erfahrungen noch ein Stück weit begleiten können.

(Prof. Dr. E. Jürgen Zöllner)

Lehrplan Chemie - Sekundarstufe II

IMPRESSUM	2
VORWORT	3
INHALTSVERZEICHNIS	5
1 FACHDIDAKTISCHE KONZEPTION	7
1.1 Die Bedeutung des Faches Chemie in der gymnasialen Oberstufe	7
1.2 Das Fach Chemie im fachübergreifenden und fächerverbindenden Kontext.....	11
1.3 Fachspezifisch allgemeine Ziele	12
1.4 Kriterien für die Auswahl der Ziele und Inhalte	15
1.5 Hinweise zu Unterrichtsmethoden und zur Unterrichtsorganisation	16
1.6 Zur Konzeption der Jahrgangsstufe 11	17
2 HINWEISE ZUR HANDHABUNG DES LEHRPLANS	19
2.1 Bausteinprinzip	19
2.2 Strukturierungen.....	19
2.3 Pflicht- und Wahlbereich.....	20
2.4 Integrationsphase	20
2.5 Zeitansatz	21
3 LEHRPLANTEIL GRUNDFACH	23
3.1 Vorbemerkungen.....	23
3.2 Übersicht über die Bausteine im Grundfach.....	24
3.3 Strukturierungsvorschläge Grundfach.....	28
Strukturierung A.....	28
Strukturierung B.....	32
Strukturierung C.....	34
Strukturierung D.....	38
Strukturierung E.....	42
3.4 Bausteine des Grundfaches in alphabetischer Reihenfolge.....	50

4 LEHRPLANTEIL LEISTUNGSFACH.....	69
4.1 Vorbemerkungen	69
4.2 Übersicht über die Bausteine im Leistungsfach.....	70
4.3 Strukturierungsvorschläge Leistungsfach.....	74
Strukturierung A.....	74
Strukturierung B	78
Strukturierung C	82
Strukturierung D.....	86
4.4 Bausteine des Leistungsfaches in alphabetischer Reihenfolge	92
5 FACHÜBERGREIFENDES UND FÄCHERVERBINDENDES LERNEN.....	122
5.1 Didaktische Begründung	122
5.2 Beiträge zur Methoden- und Sozialkompetenz.....	123
5.3 Lehrplanbezug.....	123
5.4 Verbindlichkeit.....	124
5.5 Organisationsformen	124
5.6 Anhang	
Themenvorschläge und Anregungen für	
fachübergreifende und fächerverbindende Unterrichtseinheiten	126
5.6.1 Energieversorgung: gestern - heute - morgen.....	127
5.6.2 Umweltanalytik: Wasser - Boden - Luft	128
5.6.3 Strukturbildung in der Natur	129
5.6.4 Naturwissenschaften und Weltbild.....	130
5.6.5 Ernährung und Ernährungssicherung	131
5.6.6 Werkstoffe und Bauen	132

1 Fachdidaktische Konzeption

Die folgenden allgemeinen Ausführungen umreißen die Stellung des Chemieunterrichts im Fächerkanon des Gymnasiums und seine Bedeutung für Gesellschaft und Individuum. Sie sollen Kristallisationspunkte bieten, um die eigene unterrichtliche Praxis zu reflektieren. Sie streben insbesondere keine Vollständigkeit an, versuchen aber Chemieunterricht in einen allgemeinen Bildungskanon einzubinden. Sie richten sich in diesem Anliegen letztlich auch an Nichtchemiker, Allgemeinpädagogen, Bildungspolitiker und an alle in den Schulbetrieb Involvierten.

1.1 Die Bedeutung des Faches Chemie in der gymnasialen Oberstufe

Der Chemieunterricht in der Schule hat durch die weit reichenden Erfolge der Chemie, aber auch angesichts der wachsenden Gefährdung unseres Lebensraums enorm an Bedeutung gewonnen. Er steht im Spannungsfeld der natürlichen und technischen Umwelt und ihrer Beziehungen zum Menschen. Sein Ziel ist die Schülerinnen und Schüler für eine verantwortungsbewusste Gestaltung ihres Lebens und der Gesellschaft zu qualifizieren. Sie müssen die Bedeutung der Chemie für ihr eigenes Leben und die Tragweite chemischer Erkenntnisse für die Menschheit einschätzen lernen.

So kann und muss der Chemieunterricht - heute mehr denn je - einen unverzichtbaren Beitrag zur Allgemeinbildung leisten. Allgemeinbildung wird dabei als eine Forderung der Gesellschaft nach kultureller und gesellschaftlicher Permanenz und Kontinuität verstanden. Die Schülerinnen und Schüler erfahren den Prozess der Allgemeinbildung als Teil ihrer Persönlichkeitsentwicklung und Sozialisation. Dem Gymnasium, einer Schnittstelle zwischen Gesellschaft und Lernenden, kommt im Bildungsprozess eine zentrale Aufgabe zu. Lehrerinnen und Lehrer müssen nach gesellschaftlichen Vorgaben, auf der Grundlage ihrer eigenen Sozialisation, ihrer Erfahrungen und ihrer Fähigkeiten Vermittler in einem Lernprozess sein, der auch im Chemieunterricht allgemein bildende Aufgaben übernimmt.

Die didaktische Konzeption des Unterrichts orientiert sich u.a. an einem konstruktivistischen Lehr- und Lernbegriff. Lernen wird als ein aktiver Prozess verstanden, in dem Schülerinnen und Schüler Neues in vorhandene kognitive Strukturen integrieren. Konkret heißt das, dass nicht nur der Unterricht determiniert, was die Schülerinnen und Schüler lernen; es sind vielmehr die bereits vorhandenen kognitiven Strukturen der Schülerinnen und Schüler und ihre Persönlichkeitsmerkmale, die bestimmen, wie erfolgreich der Unterricht ist. Wenn Lernen als „Selbstenwicklung eines kognitiven Systems“ aufgefasst wird, kann die Rolle der Lehrkraft nicht darin bestehen feststehende Wissensstrukturen und -inhalte zu übertragen. Seine Aufgabe ist vielmehr die Unterstützung und Lenkung eines Schülers bei der begrifflichen Organisation bestimmter Erfahrungsbereiche. Lehren stellt also Erfahrungsmöglichkeiten bereit, in denen Lernen möglich wird. Wissen konstituiert sich erst im Verlaufe des Unterrichts. Es kann also nicht genügen die Bedeutung des Chemieunterrichts allein aus dem zu lernenden Fachwissen ableiten zu wollen. Wichtig ist, dass auch Allgemeinbildung ihren Ausgang in einer speziellen, fachlichen Sicht nimmt. Erst daraus entwickelt sich Allgemeinbildung durch Reflexion und Transzendierung der Fachperspektive. Damit erwächst dem Chemieunterricht in der gymnasialen Oberstufe die Aufgabe die Schülerinnen und Schüler zu befähigen, ihre natürliche und technische Umwelt in einer naturwissenschaftlichen Perspektive zu erschließen. Um dies leisten zu können muss das Fach Chemie in die wissenschaftstheoretischen und erkenntnistheoretischen Grundkategorien naturwissenschaftlichen Denkens einführen. Diese Aufgabe ist auch deshalb wichtig, weil naturwissenschaftliches Denken nicht nur in den Fachwissenschaften bedeutsam ist, sondern unverzichtbar zu den konstitutiven Bestandteilen unserer Kultur gehört.

So ist die Erkenntnismethode des geplanten, hypothesengeleiteten Beobachtens, Untersuchens und Experimentierens ein wesentliches Merkmal der Chemie und zeigt das Charakteristische der Naturwissenschaften im Vergleich zu anderen Fächergruppen. Die naturwissenschaftlichen Erkenntnismethoden und Deutungsmuster ermöglichen eine rationale Weltsicht, die zu den großen Menschheitsleistungen zählt. Auch angehende Geistes- oder Sozialwissenschaftler sollen diese Denkweise ansatzweise erfahren, um in ihrem späteren Berufsleben eine reflektierte, mündige Position einnehmen zu können.

Der Chemieunterricht ermöglicht den Aufbau eines soliden, fachlichen, chemisch-naturwissenschaftlichen Fundaments, auf dem natürliche und technische Stoffkreisläufe und Umweltprobleme verstanden werden können. Dabei muss sich der Chemieunterricht neben den rein fachlichen Fragestellungen mehr als bisher, intensiver und übergreifender, den komplexen Zusammenhängen in unserem Lebensraum widmen. Er zeigt auf, dass zur Bearbeitung der vielschichtigen Sachverhalte in Alltag, Lebenswelt und Technik u.a. rationale wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen erforderlich sind. Da diese, trotz vieler Gemeinsamkeiten innerhalb der naturwissenschaftlichen Fächer, in der Chemie ihre eigene Prägung und Ausgestaltung finden, ergibt sich zwingend, dass die Chemie zum unabdingbaren Kanon schulischer Fächer in der Oberstufe des Gymnasiums gehört.

Darüberhinaus ermöglicht es der Chemieunterricht, dass Schülerinnen und Schülern die naturwissenschaftliche Perspektive als einen Teil ihres Selbst- und Weltverständnisses annehmen. Sie lernen, in der Gesellschaft - als Experten und Laien - an Auseinandersetzungen über naturwissenschaftliche, speziell über chemische Sachverhalte, teilzunehmen. Der Chemieunterricht befähigt die Schülerinnen und Schüler, sich auf der Basis der erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten selbst weiterzubilden.

Es ist ein vordringliches Ziel Einsichten in diese Bedingungsgefüge zu schaffen und Schülerinnen und Schüler zum Erwerb von mehr Handlungskompetenz anzuleiten, etwa in ökologischen und ökonomischen Fragen. Dazu sind die Beiträge der Fachwissenschaft ebenso unverzichtbar wie die Notwendigkeit der Kooperation von Fachleuten und die Entwicklung von interdisziplinären Lösungsstrategien. Diese gesellschaftliche Relevanz der Chemie zeigt sich insbesondere bei der Analyse vernetzter Problemstellungen, weshalb Schülerinnen und Schüler nie losgelöst von sinnstiftenden Kontexten lernen und arbeiten sollten.

Die so veränderte Situation, die neuen Verflechtungen zwischen allen Lebensbereichen und das damit geforderte ganzheitliche Denken haben mittlerweile längst Eingang in die Fachwissenschaft Chemie gefunden. Auch für einen zeitgemäßen Chemieunterricht in der Oberstufe des Gymnasiums lassen sich auf der Grundlage des bisher beschriebenen die folgenden, über das rein fachliche hinausgehende Forderungen aufstellen:

- Chemieunterricht muss Freude, Ehrfurcht und Bescheidenheit vermitteln und die Augen öffnen für die Ordnung der Natur.
- Er muss Stoffkenntnisse vermitteln und dabei Stoffeigenschaften und Stoffumwandlungen genauso thematisieren wie strukturelle und energetische Aspekte.
- Er muss zu Kooperation und Kommunikation, auch über die Fachgrenzen hinaus, erziehen.
- Teamfähigkeit ist mittlerweile eine Notwendigkeit bei der Arbeit an interdisziplinären Fragestellungen und muss deshalb auch im Chemieunterricht der Oberstufe gefördert werden.
- Durch didaktisch reflektierte Formen experimenteller Eigentätigkeiten der Schülerinnen und Schüler in offenen Lernumgebungen trägt der Chemieunterricht auch zur Entwicklung von weiteren Schlüsselqualifikationen wie Selbständigkeit, Organisationskompetenz und Selbstreflexion bei.
- Chemieunterricht muss chemische Denk- und Arbeitsweisen vorstellen und zur sachgemäßen Benutzung der Fachsprache anleiten.
- Im Chemieunterricht müssen spezifische Aspekte des sprachlichen Ausdrucksvermögens sowie Bildung und Gebrauch fachlicher Begriffe gefördert werden. Durch die Bewusstmachung von

Differenzen zwischen Alltagssprache und naturwissenschaftlicher Sprache wird das Verständnis beider Sprachkulturen weiterentwickelt.

- Die Schülerinnen und Schüler sollen in freier Rede vortragen und sich in einer sachlich geführten Diskussion argumentativ auseinander setzen können.
- Die Schülerinnen und Schüler müssen auch durch die Beschäftigung mit geeigneter Fachliteratur an wissenschaftliches Arbeiten und Fragestellungen herangeführt werden.
- Der Umgang mit Texten und auch das Verfassen von Texten sind von ausschlaggebender Bedeutung für alle anschließenden Ausbildungsgänge. Facharbeit und Referat sind ein gutes Mittel Schülerinnen und Schüler an das Verfassen wissenschaftlicher Texte heranzuführen.
- Die Präsentation von Projekten, Unterrichts- oder Wettbewerbsergebnissen kann an geeigneter Stelle zum Gegenstand des Unterrichts werden.
- Zum unverzichtbaren Methodenrepertoire der Chemie gehören auch die Bildung und Anwendung mathematischer Modelle. Dabei müssen grundlegende mathematische Fähigkeiten aufgegriffen und an Anwendungsbeispielen vertieft werden.
- Der Einsatz des Computers für Messwerterfassung, Auswertung, Informationsbeschaffung und Simulation bereichert den Unterricht und stellt die Verbindung zu einer informationstechnischen Grundbildung her.
- Gesellschaftliche Aspekte wie der Stand der Wissenschaften, Fragen des verantwortlichen Umgangs mit Erkenntnissen, Handlungsmöglichkeiten und Grenzen der Wissenschaft müssen thematisiert werden.
- Die Behandlung ethischer Fragen ermöglicht auf die Ausbildung eines Gefühls sozialer Verantwortung Einfluss zu nehmen.
- Die Einbeziehung der historischen Dimension naturwissenschaftlichen Denkens stärkt das historische Bewusstsein und macht deutlich, wie die Chemie an der Entwicklung von Kultur und Gesellschaft beteiligt ist.
- Besuche wissenschaftlicher Einrichtungen geben Einblicke in Vielfalt, Probleme und Größenordnung moderner chemischer Forschung.
- Erkundungen regionaler Betriebe geben den Schülerinnen und Schülern einen Eindruck von verschiedenen Produktionsverfahren und bieten ihnen die Möglichkeit eine Auswahl naturwissenschaftlich-technischer Berufsbilder kennen zu lernen und mit Menschen verschiedener Berufsgruppen ins Gespräch zu kommen.
- Der Chemieunterricht muss stets offen sein für regionale und situative Gegebenheiten.

Insgesamt betrachtet erscheint es notwendig traditionelle Problemfelder zu erweitern bzw. neu zu verknüpfen, da sich technische Prozesse, ökologische und ökonomische Probleme sowie Alltag und Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler durch ein hohes Maß an Komplexität auszeichnen. Deshalb sollen stärker als bisher themenbezogene Aspekte und das Lernen in Kontexten den Unterricht bestimmen. Also mehr

- ◆ Bezüge zu Alltag, Umwelt und Lebenswelt
- ◆ Bezüge zu Anwendung, Technik und Industrie
- ◆ historische und gesellschaftliche Bezüge
- ◆ integrierendes, fachübergreifendes, ganzheitliches und vernetztes Denken
- ◆ Erwerb von Haltungen und von Handlungskompetenz mit der Bereitschaft, Alltag, Umwelt und Lebenswelt selbst aktiv mitzugestalten

Eine dementsprechend vertiefte Allgemeinbildung hat einerseits einen unbestreitbaren Wert an sich, ist andererseits jedoch auch wichtige Voraussetzung allgemeiner Studierfähigkeit. Um sie zu erreichen muss im Chemieunterricht die Bedeutung herausgestellt werden, die Selbstverantwortung, Arbeitsintensität und Arbeitsqualität für ein Studium und für die Arbeit in der gymnasialen Oberstufe haben.

Studierfähigkeit setzt eine Reihe von fachlichen Kenntnissen und Fähigkeiten voraus, verlangt aber insbesondere auch fachübergreifende, methodische Fertigkeiten wie Selbstmotivation, Konzentration, Zeiteinteilung, Beschaffung von Materialien und Informationen, Umgang mit angemessenen Hilfsmitteln, Klausur- und Arbeitsvorbereitung.

Die gemeinsame Arbeit muss gemeinsam geplant werden, sie ist aufzuteilen, kooperativ zusammenzufassen und nach außen zu vertreten. In der gymnasialen Oberstufe müssen deshalb nicht nur die Inhalte der Teamarbeit, sondern auch die Planung und die sozialen Prozesse thematisiert werden.

Wissenschaftspropädeutisches Arbeiten ist in allen Fächern bedeutsam. Es erfordert eine Qualität des Denkens und Arbeitens, die die Schülerinnen und Schüler erst erwerben müssen. Sie können jedoch erproben, in welchem Fach diese Form des Arbeitens ihren Neigungen besonders entspricht.

Wissenschaftspropädeutik ist die Einsicht in die Ziele, Verfahren und Ergebnisse wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung einschließlich deren Grenzen. Sie ist nicht mit der Vorbereitung auf das Studium der Chemie zu verwechseln.

Welche Themen in welchen Kontexten in diesem Sinne bildend wirken, welche Realitätsausschnitte letztlich zum direkten Gegenstand des Chemieunterrichts werden, hängt also durchaus von rein fachlichen Erwägungen ab, darf aber nur unter Berücksichtigung allgemein bildender, gesellschaftlicher Gesichtspunkte entschieden werden.

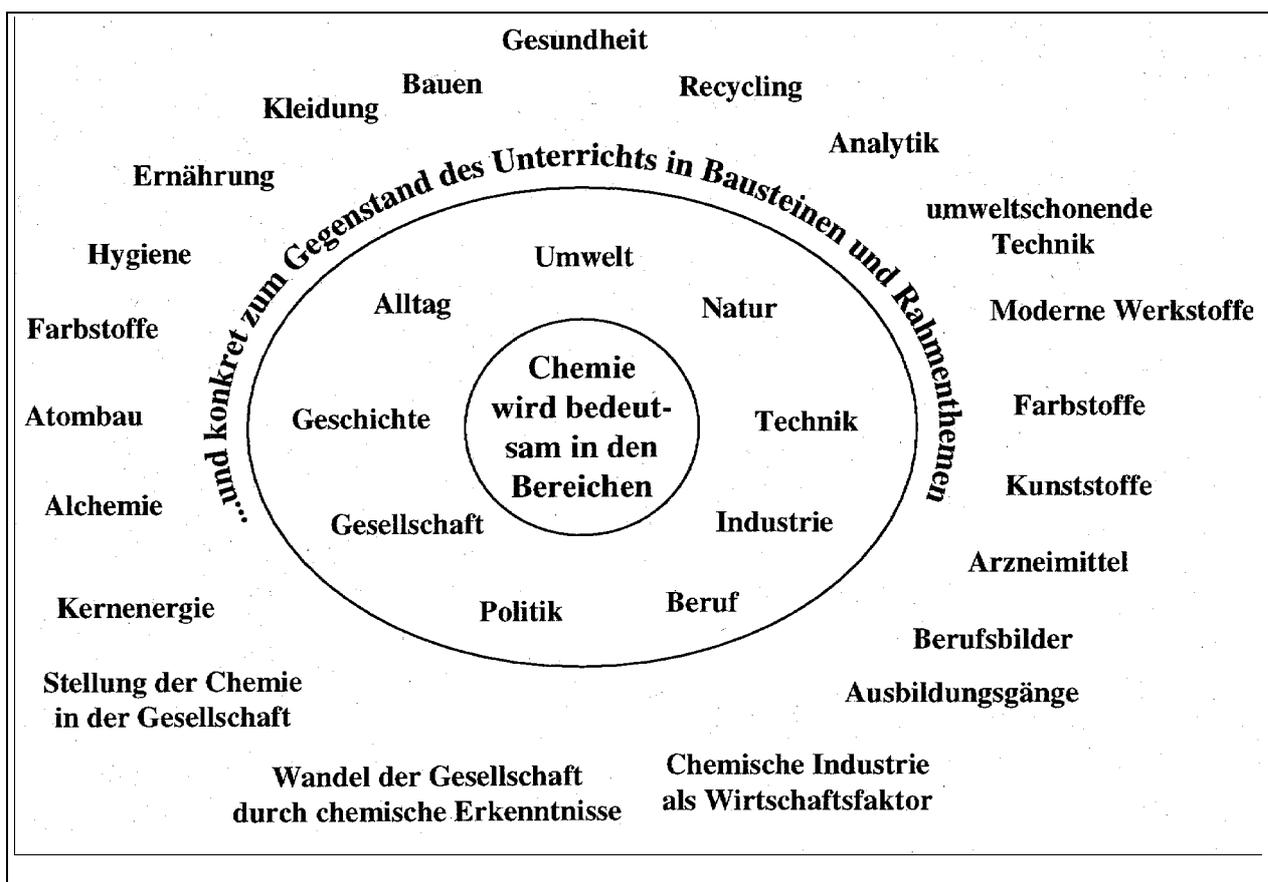
Der vorliegende Lehrplan versucht diesem Anliegen gerecht zu werden.

1.2 Das Fach Chemie im fachübergreifenden und fächerverbindenden Kontext

Wie alle Schulfächer kann auch das Fach Chemie seine Legitimation nicht allein aus dem Fachlichen, etwa gar aus der korrespondierenden Universitätsdisziplin beziehen. Vielmehr ist sein Beitrag zu einer allgemeinen Bildung und Studierfähigkeit herauszustellen. Dem Erwerb von Schlüsselqualifikationen kommt in diesem Zusammenhang eine wachsende Bedeutung zu.

Daraus ergibt sich zwangsläufig, dass der Chemieunterricht nicht nur, aber auch im fachübergreifenden und fächerverbindenden Kontext zu betrachten ist.

Wenn Lernen die Konstruktion von Erkenntnissen bedeutet, wenn also die Einbindung von Neuem in bestehende, individuelle Strukturen erst einen dauerhaften Lernerfolg bewirkt, dann ist evident, dass jeder Lernstoff an den Erlebnishorizont der Schülerinnen und Schüler anzubinden ist. Lernen in Kontexten ist also mehr als eine reine Ausschmückung des Unterrichts, als eine bloße Anreicherung durch interessante Bezüge. Kontexte schaffen die Grundlage für jeden erfolgreichen Lernprozess. Eine solche, umfassendere Sicht führt zwangsläufig dazu auch realitätsnahe, komplexere Probleme anzugehen. Dabei müssen fachspezifisches Wissen und fachspezifische Methoden in anderen Fächern angewandt werden, es muss mehr vernetzt und ganzheitlich gedacht und außerschulisches Wissen eingebracht werden.



Dimensionen der Chemie

Seine Grenzen findet fachübergreifender und fächerverbindender Unterricht immer dann, wenn Probleme zu komplex oder zu kompliziert sind, wenn Lernende überfordert werden würden oder wenn Erfordernisse aus der inneren Logik der Fachdisziplin entgegenstehen.

Es ist selbstverständlich, dass fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten in der Schule stets auf den fachlichen Kompetenzen der Lehrenden aufbaut. Ohne die Einbindung in bestehende Fächer besteht leicht die Gefahr eines Dilletantismus. Es ist jedoch genauso offensichtlich, dass Lehrende und Lernende ihren Blick über die engen Grenzen des Faches richten müssen, sich öffnen müssen für die Erfordernisse einer umfassenden Bildung der Persönlichkeit.

In der heutigen Zeit ist es nicht mehr möglich, Chemie zweckfrei und losgelöst von gesellschaftlichen oder allgemein-wissenschaftlichen Implikationen zu unterrichten. Schülerinnen und Schüler erwarten ebenso wie die Gesellschaft mit Recht die Einbindung von Fachstrukturen in sinnstiftende Kontexte.

Aufgabe von Schule ist es, den pädagogischen, fachdidaktischen, methodischen und organisatorischen Rahmen zu schaffen, in dem solches Lernen sich vollzieht.

1.3 Fachspezifisch allgemeine Ziele

Die fachspezifisch allgemeinen Lernziele stecken einen Rahmen ab, in dem Inhalte ausgewählt und strukturiert werden. Sie bieten Anhaltspunkte zur Gestaltung von Unterrichtsthemen, zur Orientierung an Kontexten und zur Berücksichtigung allgemeiner, gesellschaftlicher Fragestellungen. Sie zeigen in ihrer bewusst dargestellten Fülle, wie vielgestaltig und anregend Chemieunterricht sein kann.

- Erwerben und Anwenden eines fundierten chemischen Grundwissens
- Erkennen des Zusammenhangs zwischen chemischer Struktur und Stoffeigenschaften
- Einsichten gewinnen in Eigenschaften und mögliche Reaktionen von Stoffen
- Verstehen grundlegender stofflicher Zusammenhänge und Eigenschaften auf der Ebene der Phänomene und deren modellhafte Deutung
- Einblick gewinnen in die Entstehung und die Grenzen der Aussagefähigkeit von Modellen
- Einblick gewinnen in die energetische Betrachtungsweise chemischer Reaktionen
- Bewusstmachen und Einüben wichtiger Arbeitsmethoden wie Beobachten, Beschreiben, Vermuten, Experimentieren, Darstellen und Formulieren von Ergebnissen
- Erarbeiten und angemessenes Verwenden der Fachsprache
- Erkennen der zentralen Bedeutung des Experiments in der Chemie
- Anwenden physikalischer und mathematischer Grundlagen auf chemische Probleme
- Aufstellen, Verifizieren, Falsifizieren und Revidieren von naturwissenschaftlichen Hypothesen
- Anwenden chemischer Gesetzmäßigkeiten auf fachliche und fachübergreifende Probleme
- Anwenden der induktiven und deduktiven Methode und Nachvollziehen von Erkenntniswegen
- Einsicht gewinnen in die Sicherung und die mögliche Gefährdung der Lebensqualität durch die Erkenntnisse und Leistungen der Chemie
- Einblick gewinnen in Anwendungen chemischer Erkenntnisse auf Umweltprobleme
- Entwickeln eines Bewusstseins der eigenen Verantwortung gegenüber der Umwelt
- Ermutigen zu aktivem Eintreten und tätiger Bereitschaft für die Erhaltung unserer Umwelt
- Fähig sein eine sachliche Diskussion von Problemen in unserer Umwelt zu führen
- Erkennen und deuten chemischer Phänomene aus Alltag und Lebenswelt
- Einblick gewinnen in das Zusammenwirken von Chemie, Technologie und Wirtschaft
- Verdeutlichen der großen Erfolge, aber auch der Grenzen naturwissenschaftlichen Arbeitens

- Entwickeln einer durchdachten, sachlich begründeten Grundeinstellung gegenüber Naturwissenschaft und Technik, die auch ökonomische und ökologische Gesichtspunkte einschließt
- Einblick gewinnen in die wechselseitige Beziehung zwischen Physik, Chemie und Biologie
- Vermitteln der Grundlagen für ein naturwissenschaftliches oder ingenieurwissenschaftliches Studium
- Einblick gewinnen in einige historische Entwicklungen innerhalb der Chemie
- Begreifen der Auswirkungen bedeutender Forschungsergebnisse vor dem geschichtlichen Hintergrund und ihre Würdigung
- Kritisches Auseinandersetzen mit Informationen der Medien zur Chemie
- Kritisches Vergleichen, Überprüfen und verantwortungsvolles Beurteilen wissenschaftlicher Ergebnisse und Prognosen
- Fähig sein selbstständig praktisch und theoretisch zu arbeiten
- Entwickeln von Strategien zur Problemlösung
- Übertragen von Erkenntnissen und Gesetzen auf vergleichbare Sachverhalte
- Selbständig und kreativ Experimente planen und durchführen

Schlüsselqualifikationen - in der Schule lernen um das Leben zu bewältigen -

Arbeitstechniken und Methoden
auswählen und einsetzen

Hypothesen aufstellen
und überprüfen

Fehler selbst erkennen

Bereit sein zum Weiterlernen

Fähig sein zum Weiterlernen

Eigene Lernprozesse organisieren

Medien auswerten

Bereit sein Fachwissen
zu erwerben

Informationen beschaffen

Selbstständigkeit

**Projekt- und
Produktbezogenheit**

Verständlichkeit eines Textes, einer Graphik,
einer Tabelle gewährleisten

Auswertbarkeit einer Beobachtungsreihe
sicherstellen

Verfahren der Präsentation und der mündlichen
und schriftlichen Darstellung beherrschen

Freude und Zufriedenheit am Zustandekommen
eines Produktes zeigen

Intellektuelle mit praktischen
und emotionalen Dimensionen verbinden

Die „Passung“ eines Produktes bewerten

Ganzheitliches Denken entwickeln

Realitätsnahen, komplexen Sachbezug herstellen

Planvoll hypothetisch vorgehen

Aufmerksam werden
für Konfliktfelder

Bereit sein sich
eigenverantwortlich eines
Problems anzunehmen

Aufmerksam werden
für Störungen

An der eigenen
Persönlichkeitsentwicklung
arbeiten

Sich selbst beobachten
und kontrollieren

Selbstreflexion

Schlüsselqualifikationen

**Organisations-
kompetenz**

Kommunikationsbereitschaft
entwickeln

Stärkere und Schwächere
in ihrer individuellen
Leistungsfähigkeit akzeptieren

Leistungsbereitschaft
entwickeln

Arbeitsteilig arbeiten

Lernfortschritte beurteilen

Arbeitsergebnisse bewerten

Abweichende Meinungen
tolerieren

Hilfsbereitschaft zeigen

Teamfähigkeit

Rücksicht nehmen

Zuverlässig sein

Zeit einteilen

Einzelergebnisse zu einem
Gesamtergebnis vereinigen

Komplexe Arbeitsprozesse in
Teilschritte zerlegen

Mit Grenzen umgehen

Verfahren der Beratung kennen

Lernprozesse in der Gruppe organisieren

Entscheidungswege kennen

Sich auf verschiedenen Ebenen, in verschiedenen
Bereichen einer Organisation zurechtfinden

Fasst man zusammen, dann soll Chemieunterricht in der Oberstufe u.a. Folgendes bewirken:

- ◆ Mehr Fachkompetenz durch eine bessere Kenntnis unserer Welt, die in erheblichem Maße von Stoff- und Energieumwandlungen in Natur, Technik und Alltag geprägt ist
- ◆ Verstehen wichtiger Stoffkreisläufe und Energieflüsse in Natur und Technik und Verständnis dafür, dass Stoffkreisläufe sehr empfindliche Gleichgewichte darstellen
- ◆ Begreifen wissenschaftlicher, ökonomischer, ökologischer, sozialer und politischer Entwicklungen, indem die Schülerinnen und Schüler wichtige chemische Entdeckungen und die Lebenswerke bedeutender Forscherpersönlichkeiten kennen lernen
- ◆ Mehr Handlungskompetenz in gesellschaftlich relevanten Fragen durch reflektierte Anwendung erworbener Fähigkeiten, Kenntnisse und Fertigkeiten auf alltägliche Probleme
- ◆ Mehr Sozialkompetenz durch die Einbindung fachlicher Inhalte und Methoden in verschiedene Sozialformen des Unterrichts, wie Partner- oder Gruppenarbeit, und die Thematisierung von Organisation und Reflexion von Lernprozessen

1.4. Kriterien für die Auswahl der Ziele und Inhalte

Die Auswahl von Zielen und Inhalten orientiert sich an der in 1.1 beschriebenen Funktion des Chemieunterrichts in der Oberstufe des Gymnasiums. So können bestimmte Inhalte, bestimmte fachwissenschaftliche Sequenzen, nur dann zum Thema des Unterrichts werden, wenn sie in den dort aufgeführten Zusammenhängen Bedeutung erlangen.

Eine Reihe von Themen haben aus diesem Grunde exemplarischen Charakter. Aus ihnen ist eine Auswahl zu treffen. Inhalte und Themen, die für den Aufbau eines geschlossenen chemischen Weltbildes unverzichtbar erscheinen, sind verpflichtend zu bearbeiten. Sie werden jedoch nur dann ihrer vollen Bedeutung gerecht, wenn sie mit sinnvollen Bezügen verbunden werden. Dies müssen nicht immer alltags- oder technikrelevante Themen sein. So ist es z.B. sehr bedeutsam den Weg zu einem leistungsfähigen Atommodell aufzuzeigen. Hier hat die fachimmanente Struktur einen Wert an sich und muss nicht etwa durch Alltagsbezüge zusätzlich motiviert werden. Die Betrachtung von Reaktionsmechanismen der organischen Chemie trägt wesentlich zum Verständnis des inneren Aufbaus der Chemie bei, fördert „chemisches“ Denken und schärft den Blick für Zusammenhänge. Allerdings dürfen dazu nicht alle Mechanismen, die vermeintlich unverzichtbar erscheinen, diskutiert und damit zum Selbstzweck werden. Vielmehr finden sie ihre Berechtigung nur im Zusammenhang mit der Vermittlung grundlegender Konzepte der Chemie und ihrer Anwendungen auf ausgewählte Probleme.

Eine Reihe von Themen hat Eingang gefunden, die die Chemie und ihre spezifische Sicht der Natur in größere Bedeutungsgefüge einbinden. Beispielhaft seien hier „Chemie im Betrieb“ und „Chemie und Gesellschaft“ genannt. Auch historische Entwicklungen sollen explizit thematisiert werden, etwa in der „Alchemie“ oder bei der Entwicklung von Modellvorstellungen.

Inhalte haben eine wichtige Funktion bei der Entwicklung methodischer Fähigkeiten und Fertigkeiten, wie sie etwa eine allgemeine Studierfähigkeit voraussetzt. So sind nicht alle Inhalte gleichermaßen geeignet Teamfähigkeit, Kooperationsbereitschaft, Kommunikationsfähigkeit und eine angemessene Arbeitshaltung zu fördern. Inhalte, die zu Schülerexperimenten oder projektartigem Arbeiten anregen, werden der Entwicklung von Schlüsselqualifikationen in besonderem Maße gerecht. Die „Analytik“ kann hier exemplarisch genannt werden.

Die Schülerinnen und Schüler erfahren den ambivalenten Charakter des Chemieunterrichts, d.h. sie erleben die Chemie als Fachdisziplin und als allgemein bildendes Fach. Dazu bekommen sie einen Überblick über die Grundlagen der Chemie, im Leistungsfach vertieft, nicht nur im Hinblick auf ein späteres Fachstudium. Sie lernen

auch die Bedeutung der Chemie mit ihren Beiträgen zu gesellschaftlichen, technischen, ökologischen und alltagsbezogenen Problemstellungen einzuschätzen.

1.5 Hinweise zu Unterrichtsmethoden und zur Unterrichtsorganisation

Unterrichtsmethoden und Unterrichtsorganisation schlagen eine Brücke zwischen dem didaktisch aufbereiteten Lernstoff und den Schülerinnen und Schülern. Ihre Funktion im Lernprozess ist nicht zu überschätzen. Alle Ergebnisse der modernen Lernforschung zeigen die Bedeutung der vorbereiteten Umgebung, des Lernarrangements, für erfolgreiches Lernen auf. Deshalb sind die Methoden sorgfältig zu wählen, den Problemen anzupassen und auf ihre Eignung für die intendierten Prozesse der Persönlichkeitsentwicklung zu überprüfen. Methodenvielfalt wird insbesondere auch den unterschiedlichen Lerntypen gerecht.

Eine wesentliche Rolle im Unterricht kommt dem Experiment zu. Von besonderer Bedeutung für die Erkenntnisgewinnung und den Bildungsprozess ist das Schülerexperiment. Nicht nur wegen seiner Relevanz für das Erarbeiten von fachlichen Kenntnissen und Fertigkeiten, sondern auch wegen seiner vielfältigen Implikationen im Bereich des sozialen Lernens. Teamfähigkeit, Kooperation und Kommunikation werden ebenso geschult wie organisatorische Fähigkeiten und die Darstellung und Interpretation von Ergebnissen.

Daneben ist die forschend-entwickelnde Methode immer wieder angebracht, damit Schülerinnen und Schüler den Weg naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung nachvollziehen können. Ein historisch-genetisches Vorgehen an anderer Stelle ist dazu angetan, den Blick für geschichtliche und gesellschaftliche Zusammenhänge zu schärfen. Im Bereich von Umwelt, Alltag und Lebenswelt bieten sich projektartige Methoden an, die wegen der Komplexität der betrachteten Realitätsausschnitte zumindest an einigen Stellen über die Grenzen des Faches hinausgehen sollen.

Für die Schülerinnen und Schüler hat sich mit dem Eintritt in die Oberstufe des Gymnasiums einiges geändert, was nicht ohne Einfluss auf die gewählten Unterrichtsmethoden und die Organisation von Unterricht bleiben kann. Statt einer Lerngemeinschaft finden sie ein Lernsystem vor, das unverbindlicher und unpersönlicher ist und dadurch höhere Anforderungen an die eigene Verantwortung stellt. Zwar bietet die Auflösung des Klassenverbandes Gelegenheit, das soziale Erfahrungsfeld zu erweitern, auf der anderen Seite besteht jedoch die Gefahr der Vereinzelung, der durch verstärkte Arbeit in kleinen Gruppen oder durch Einbeziehung eines Partners, etwa bei der Erstellung eines Referats, begegnet werden kann.

In der Oberstufe kommt auf die Schülerinnen und Schüler insgesamt eine große Stoffmenge zu. Sie werden durch die Schule, durch Kursarbeiten, häusliche Vor- und Nachbereitung des Unterrichts und einen längeren Arbeitstag stärker gefordert. Übungs- und Konsolidierungsphasen, eine sinnvolle und mäßige Belastung durch Hausaufgaben und ein Unterricht, der die Nöte und Schwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler ernst nimmt, können hier unterstützend wirken. Schülerinnen und Schüler müssen auch lernen, ihre Lernprozesse selbst zu organisieren. Dazu gehören Zeitmanagement, Arbeitsauf- und -verteilung, sowie die Entwicklung eines Gefühls für das Wesentliche. Ausschlaggebend im Sinne einer Begrenzung des Unterrichtsstoffes ist jedoch das exemplarische Vorgehen. Vollständigkeit, auch bei der Behandlung der Inhalte der Bausteine, kann nicht das Ziel des Chemieunterrichtes sein.

Die kognitive Entwicklung der Schülerinnen und Schüler sollte jetzt so weit fortgeschritten sein, dass sie auch komplexe Erscheinungen auf Allgemeinbegriffe bringen können. Sie sollten in der Lage sein differenzierte Strukturen, systemspezifische und systembildende Elemente zu erfassen und mit ihnen umzugehen. Deshalb haben die Schülerinnen und Schüler immer wieder die Möglichkeit, das Gelernte gedanklich zu integrieren, zu strukturieren und die gewonnenen Erkenntnisse und Fähigkeiten auf interessante, neue Probleme anzuwenden.

In ihrem Bildungsprozess müssen sie immer öfter Gelegenheit finden, durch angemessene Arbeitsformen ihre Vorstellungen von Selbständigkeit zu realisieren. Dazu gehören u.a. Gruppenarbeit - nicht nur in Form von Schülerexperimenten - Referate und die Mitwirkung bei der Unterrichtsplanung.

Trotz eines immer stärker sich ausbildenden Selbstverständnisses fällt es den Schülerinnen und Schülern noch schwer, konkrete Werturteile oder normative Entscheidungen aus der Perspektive allgemeiner Prinzipien oder ethischer Systematik zu reflektieren. Umso wichtiger erscheint es, dass im Chemieunterricht Inhalte thematisiert und Methoden und Sozialformen gefunden werden, die die Lernenden in dieser für sie so bedeutsamen Frage unterstützen. Einige Themen nehmen sich explizit dieser Problematik an.

1.6 Zur Konzeption der Jahrgangsstufe 11

Neben der Bedeutung als Einführungsphase in der MSS erfüllt die Jahrgangsstufe 11 - und dies vor allem im ersten Halbjahr - eine wichtige Aufgabe bei der Bildung homogener Lerngruppen.

Die Erfahrungen in den vorausgegangenen Jahren haben gezeigt, dass die Schülerinnen und Schüler mit weit auseinander liegenden Vorkenntnissen, Einstellungen und Erwartungen in die Chemiekurse der Oberstufe eintreten. Diesen Gegebenheiten muss ein Lehrplan Rechnung tragen. Deshalb ist es nur konsequent, die ersten Wochen im Halbjahr 11/1 als Integrationsphase mit vorwiegend wiederholendem und vertiefendem Charakter auszuweisen.

Es werden auch für diese Phase einige strukturierende Themen vorgeschlagen, die sich an lebensweltlichen Kontexten orientieren. In der Integrationsphase - aber nicht nur hier - haben Übungsphasen ihren Platz und die Schülerinnen und Schüler Gelegenheit Lücken aufzufüllen.

Die im Folgenden näher beschriebenen Funktionen hat die Jahrgangsstufe 11 - und insbesondere die Integrationsphase - zu erfüllen.

- **Brückenfunktion**

Die Einführungsphase in der Jahrgangsstufe 11 hat die Aufgabe, eine Verbindung von der Sekundarstufe I zur Hauptphase der Sekundarstufe II bei gleichzeitiger Differenzierung in Grund- und Leistungskurse zu schaffen. Von besonderer Bedeutung ist die Zusammensetzung der Kurse. Die Chemiekurse der Oberstufe werden in der Regel von Schülerinnen und Schülern besucht werden, die fast alle ein weitergehendes Interesse an der Chemie zeigen, deren Fähigkeiten und Ziele jedoch sehr stark differieren. Um den Übergang zu erleichtern müssen Schülerinnen und Schüler Bekanntes wieder finden und Gelegenheit haben, strukturiert ihr Wissen, ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten weiter auszubauen. Dies gelingt nur, wenn die Anknüpfung an Vorhandenes möglich ist. Deshalb müssen Grundlagen aus der Sekundarstufe I wiederholt und in neuen Kontexten aufgefrischt werden.

- **Einführungsfunktion**

Der Unterricht soll auf Oberstufenniveau in typische Arbeitsweisen und Methoden der Chemie einführen. Dies ist wegen der heterogenen Lerngruppen stets eine Herausforderung an die unterrichtenden Lehrerinnen und Lehrer.

Einführung bezieht sich aber auch auf die selbständigere, selbstverantwortete Planung und Organisation von Lernprozessen in wechselnden Lerngruppen und alle damit zusammenhängenden Schwierigkeiten. Dies ist deshalb von besonderer Bedeutung, weil häufig Orientierungsprobleme im Kurssystem fachliche Probleme überlagern.

- **Eingliederungsfunktion**

In der Jahrgangsstufe 11 werden Schülerinnen und Schüler aus verschiedenen 10.Klassen, hinzukommende Realschulabgänger sowie Schülerinnen und Schüler, die die Schule gewechselt haben, in neuen Lerngruppen zusammengeführt. Eine originäre Aufgabe besteht darin, diese inhomogenen Gruppen auf einen ausgeglicheneren Stand zu bringen. Ausreichende Übungen und Wiederholungen von grundlegenden Inhalten und Methoden aus der Sekundarstufe I sind aller Erfahrung nach zur Erreichung dieses Ziels unerlässlich. Außerdem müssen die Schülerinnen und Schüler innerhalb des Kurses ein neues, funktionierendes Sozialgefüge ausbilden. Sie müssen lernen, ihre unterschiedlichen Kompetenzen im Hinblick auf eine kooperative Arbeit in der Lerngruppe einzubringen und sich in einem neuen Kurs einzugliedern. Dieser Prozess ist neben den rein fachlichen Problemen stark durch soziale Komponenten bestimmt und zielt auf eine Förderung von Teamfähigkeit, Kooperation und Kommunikation.

- **Orientierungsfunktion**

Gleichzeitig sollte es gelingen, den Schülerinnen und Schülern Orientierungshilfen zu geben, ob sie hinsichtlich ihrer Fähigkeiten und Neigungen die richtige Fächerwahl getroffen haben. Auch wenn die Umwahl die Ausnahme ist, bedarf es einer sorgfältigen Betreuung derjenigen Schülerinnen und Schüler, die in ihrer Entscheidung noch unsicher sind. Dazu ist es erforderlich, dass die Schwerpunkte der Arbeit in den Chemiekursen der Oberstufe klar herausgearbeitet werden. Während der Integrationsphase muss nach sorgfältiger Abwägung der Fähigkeiten und des Lernverhaltens eine Beratung erfolgen, ob die Schülerinnen und Schüler nach ihren Leistungen Chemie als Grund- oder Leistungsfach weiterführen können.

2 Hinweise zur Handhabung des Lehrplans

2.1 Bausteinprinzip

Der Lehrplan verfolgt die Absicht einen zeitgemäßen Chemieunterricht unterschiedlicher Ausprägung zu ermöglichen. Dabei wird Raum gegeben für eine individuelle Gestaltung und Realisierung persönlicher und schulinterner Schwerpunkte. Die Freiheiten des Einzelnen finden ihre Beschränkung durch die Wahrung eines fachlichen Kernbestandes und der Prinzipien eines schülernahen, an Alltag, Technik und Lebenswelt orientierten Unterrichts.

Um eine ausreichende Flexibilität bei der Planung und Organisation des Unterrichts zu gewährleisten, sind die Inhalte in Bausteinen organisiert. Zur Vermeidung von unbewussten Hierarchien werden die Bausteine alphabetisch angeordnet und in dieser Reihenfolge nummeriert.

Jeder Baustein ist in drei Bereiche unterteilt:

- In einem übergeordneten Abschnitt wird kurz in das Thema eingeführt und auf den Stellenwert innerhalb des gesamten Chemielehrgangs hingewiesen. Manche Inhalte eignen sich im Besonderen für die Vermittlung entweder fachlicher, methodischer oder sozialer Kompetenzen, die dann im Text ausdrücklich betont werden.

Manche Bausteine würden bei vollständiger Bearbeitung den vorgegebenen Zeitrahmen überschreiten. Daher ist die Bildung von Schwerpunkten unerlässlich. Mehr Zeit als vorgesehen kann auch bei einer besonders in die Tiefe gehenden Bearbeitung einzelner Bausteine notwendig werden. In vielen Fällen werden deshalb Hinweise genereller Art zur Bearbeitungstiefe gegeben.

- Die linke Spalte enthält stichwortartig die fachlichen Inhalte. Sie gibt einen guten Überblick, welche fachlichen Kenntnisse, Fähigkeiten und Methoden vermittelt werden sollen.
- Die rechte Spalte dient der Präzisierung der Inhalte. Sie enthält Hinweise z.B. zu Experimenten, fachübergreifenden Aspekten und inhaltlichen Vertiefungen.

2.2 Strukturierungen

Die Unterteilung des Lehrstoffes in kleinere, themenbezogene Einheiten, wie sie die Bausteine mit einem Zeitansatz zwischen 6 und 12 Unterrichtsstunden darstellen, bietet eine größere Freiheit bei der Planung des Unterrichtsganges. Das Bausteinkonzept erlaubt eine flexible Gestaltung je nach Schüler- und Lehrerinteressen und gesellschaftlichen Notwendigkeiten. Daraus ergeben sich unterschiedliche Strukturierungen bei gleichzeitiger Wahrung eines fachlichen Kernbestandes. Andererseits wird eine längerfristige Planung, an der Lehrende und Lernende beteiligt sind, eine originäre Aufgabe der Lehrkraft bleiben. Sie muss die Planung des Unterrichts an sinnstiftenden Bezügen ausrichten und eine Struktur finden, in der Inhalte und Methoden in einem logischen, sowohl fachlich als auch allgemein zu begründenden Zusammenhang stehen. In diesem Bemühen sollen Bausteine und Strukturierungsvorschläge unterstützen.

Je nach Intention und Schwerpunktbildung können dabei verschiedene Aspekte in den Vordergrund treten. Die Bausteine sind so angelegt, dass sie in unterschiedlichen Abfolgen und Unterrichtsreihen eingesetzt werden können. Einige mögliche Strukturierungen werden vorgestellt und

zeigen, wie eine Verknüpfung der Bausteine zu zusammenhängenden Themen in unterschiedlichen Kontexten aussehen könnte.

2.3 Pflicht- und Wahlbereich

Im Sinne einer flexiblen Unterrichtsgestaltung und einer individuellen Schwerpunktsetzung werden Pflichtbausteine und auch Wahlbausteine angeboten. Die Pflichtbausteine decken einen fachlichen Kernbestand und damit auch die in den "Einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung" (EPAs) geforderten Inhalte ab. Wahlbausteine ermöglichen in Kombination mit den Pflichtbausteinen wegen ihrer Vielfalt und thematischen Differenziertheit eine Ausrichtung des Unterrichts an verschiedenen Leitlinien.

- Pflichtbausteine werden durch eine graue Unterlegung der Titelzeile und durch den Buchstaben „P“ besonders kenntlich gemacht. Sie müssen alle in den Unterrichtsgang der Oberstufe eingebaut werden. Die in der linken Spalte aufgeführten Inhalte sind verbindlich.
- Einige Bausteine aus dem Pflichtbereich werden zu Gruppen zusammengefasst, da sie die Vermittlung chemischer Grundlagen an verschiedenen Stoffbeispielen ermöglichen. Diese Gruppen sind durch Sternchen (*) in der Titelzeile gekennzeichnet. Aus jeder Gruppe muss ein Baustein verpflichtend ausgewählt werden.
- Wahlbausteine werden durch den Buchstaben „W“ gekennzeichnet. Eine Auswahl daraus muss je nach Strukturierung zusätzlich zu den Pflichtbausteinen behandelt werden.
- Ein Teil der Pflichtbausteine wird als Integrationsbausteine „Int“ ausgewiesen. Ein Stundenansatz erfolgt hier nicht. Auch die Inhalte werden nicht im Detail aufgeführt. Die Behandlung orientiert sich vornehmlich an den Notwendigkeiten des jeweiligen Kurses.

Da sich die meisten der vorangestellten Ziele nur verwirklichen lassen, wenn der Unterricht themenorientiert, unter Einbeziehung der Wahlbausteine, strukturiert wird, verbietet es sich von alleine, nur die Pflichtbausteine und diese dafür ausführlicher zu behandeln. Vielmehr müssen im gesamten Unterrichtszeitraum 6 bis 7 Wahlbausteine im Grundfach und 10 bis 11 Wahlbausteine im Leistungsfach in den Unterrichtsgang integriert werden. Der Zeitansatz ist so gewählt, dass bei ausgewogener Bearbeitung der Bausteine genügend Zeit für Vertiefungen und individuelle Schwerpunktsetzungen verbleibt.

2.4 Integrationsphase

Die Überlegungen aus Kapitel 1.6. „Zur Konzeption der Jahrgangsstufe 11“ führen zur Ausweisung einer Integrationsphase im Lehrplan, in der grundlegende Inhalte und Stoffe aus der Sekundarstufe I wiederholt und mit neuen Inhalten aus dem Bereich der Organischen Chemie kombiniert werden. Als Zeitrahmen werden für Grund- und Leistungsfach gleichermaßen 20 Stunden vorgegeben. Danach finden in der Regel Umwahlen statt.

Dieser Teil des Lehrplans ist gesondert ausgewiesen und zu Beginn der Klassenstufe 11 für alle verbindlich. Über diese Zeitvorgabe hinaus können bei Bedarf Inhalte aus den Wiederholungsbausteinen auch an anderer Stelle integriert werden.

Wenn die geplante Strukturierung es erfordert und die Lerngruppe dazu in der Lage ist, können die Integrationsbausteine auch schwerpunktmäßig zusammen mit neuen Bausteinen behandelt

werden. In diesem Fall ist ein größerer Zeitraum bis zum Abschluss der Integrationsphase vorzusehen (ca. 32 Stunden).

2.5 Zeitansatz

Der Zeitansatz für die einzelnen Bausteine ist unterschiedlich und hängt nicht vornehmlich von der Bedeutung der einzelnen Inhalte ab. Er ergibt sich u.a. aus der mehr oder weniger eng geschnittenen Thematik und der Abgrenzung gegenüber verwandten Bausteinen. Zum Teil fließen in die Festlegung eines Stundenansatzes auch die Kombinierbarkeit mit anderen Bausteinen und die Aufteilung in Pflicht- und Wahlbausteine ein.

Zeitansätze sind in erster Linie Orientierungshilfen für die eigene Unterrichtsplanung. Sie sollen jedoch auch verhindern, dass die Bearbeitung einzelner Bausteine zu sehr ausgeweitet wird, was nur auf Kosten einer thematischen Vielfalt möglich wäre. Außerdem ermahnen sie die Lehrenden, die fachlichen Ansprüche nicht zu überziehen und den Unterricht nicht mit einer übergroßen Stofffülle zu überfrachten.

Die Berechnungen der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit umfassen die gesamte Oberstufe, d.h. die Jahrgänge 11 bis 13 (Einführungs- und Qualifikationsphase) mit einer mittleren Dauer von 94 bis 100 Wochen.

Davon stehen bei realistischer Einschätzung 60% bis 65% für die Erfüllung der Lehrplanvorgaben zur Verfügung. Von der restlichen Zeit entfällt etwa die Hälfte auf schulbedingte Unterrichtsausfälle, Kursarbeiten, Klassenfahrten u.Ä., die andere Hälfte ist für einen individuellen pädagogischen Freiraum vorgesehen.

Aus diesen Vorgaben ergeben sich für die Stundenverteilung im Grund- und Leistungsfach in der Oberstufe folgende Richtwerte:

	Grundfach 11-13	Leistungsfach 11-13
Unterrichtswochen in der Oberstufe	94 bis 100	94 bis 100
Im Lehrplan verplante Wochen	62	62
Im Lehrplan verplante Stunden	186	310
Für Pflichtbausteine verplante Stunden	144	220
Für Wahlbausteine verplante Stunden	42	90
Zusätzlicher pädagogischer Freiraum in Stunden	60	100

3 Lehrplanteil Grundfach

3.1 Vorbemerkungen

Besonders im Grundfach kommt es darauf an die allgemein bildende Funktion des Faches Chemie herauszustellen. Auch die Schülerinnen und Schüler des Grundfaches sollen in die Lage versetzt werden an gesellschaftlichen Entscheidungsprozessen verantwortungsvoll und kompetent teilzunehmen. Sie sollen Schlüsselqualifikationen und fachliche Kompetenzen erwerben, die sie befähigen komplexe Problemfelder zu erschließen und zu bearbeiten.

Hieraus ergibt sich folgendes Profil des Grundfaches:

- Durchgehende Orientierung an Alltag, Umwelt und Lebenswelt
- Einbeziehung gesellschaftlich relevanter Anwendungen aus Industrie und Technik
- Förderung sozialer Kompetenzen durch verstärkte Eigentätigkeit der Schülerinnen und Schüler
- Verstärkte Einbindung von fachlichen Inhalten in sinnstiftende Kontexte
- Exemplarisches Arbeiten unter Betonung des Aspektcharakters der Chemie im Hinblick auf die Vielfalt von Stoffen und Reaktionen
- Vermittlung von Fachwissen im Überblick unter weitgehendem Verzicht auf Spezialwissen

Für das Grundfach in den Jahrgangsstufen 11-13 werden fünf Strukturierungsbeispiele (A bis E auf den Seiten 28 bis 49) angeboten. Jeder Vorschlag wird graphisch dargestellt und durch einen Text näher erläutert. Es handelt sich um unverbindliche Vorschläge.

Die Anordnung der Pflichtbausteine und die Verknüpfung mit weiteren Bausteinen aus dem Wahlbereich erfolgt nach unterschiedlichen Leitgedanken.

Die angeführten Beispiele verstehen sich als Anregung zur Entwicklung eigener Strukturierungen.

3.2 Übersicht über die Bausteine im Grundfach

GF		Pflicht- und Wahlbausteine		Pflichtbereich
		in alphabetischer Übersicht		
Nr		Std	Thema	Seite
		20	<i>Integrationsphase</i>	50-51
1	Int		Oxidationsprodukte von Alkoholen	50
2	Int		Wdh - Alkohole	50
3	Int		Wdh - Formeln und Reaktionsgleichungen	50
4	Int		Wdh - Kohlenwasserstoffe	51
5	Int		Wdh - Quantitative Aspekte und Stöchiometrie	51
6	Int		Wdh - Bindungsvorstellungen	51
10	P	10	Analytik in Anwendungen	52
11	P	8	Aromatischer Zustand - Benzol und Substitution	52
12	W	6	Arzneimittel - Wirkstoffe und Medikamente	53
13	P	8	Atombau - Historische Betrachtungen und Modellvorstellungen	53
14	W	8	Chemie im Betrieb	54
15	P	8	Chemische Bindung - Atomverbände-Moleküle-Ionenverbindungen	54
16	P	8	Chemisches Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz	55
17	W	6	Elektrochemie I - Elektrolyse	55
18	W	6	Elektrochemie II - Korrosion	55
19	W	6	Elektrochemie III - Elektrochemische Stromerzeugung	56
20	P	10	Energetik - Enthalpien	56
21	W	6	Erdöl - Rohstoff und Energieträger	56
22	W	6	Ester - Herstellung und Spaltung	57
23	P	12	Farbstoffe - Grundlagen, Synthesen und Färbeverfahren	58

Anmerkung:

Die Wiederholungsbausteine aus der Integrationsphase sollen nicht nur der reinen Wiederholung von Kenntnissen aus der Sekundarstufe I oder einer anschließenden Vertiefung dienen. Vielmehr bieten sie eine Möglichkeit unterschiedliche Lernvoraussetzungen in den aus verschiedenen Klassen oder Lerngruppen zusammengesetzten Kursen zu Beginn der Jahrgangsstufe 11 auszugleichen.

GF		Pflicht- und Wahlbausteine in alphabetischer Übersicht			Pflichtbereich 144 Stunden
Nr		Std	Thema	Seite	
24	W	6	Fette	59	
25	W	6	Halogenkohlenwasserstoffe und Ozon	59	
26	W	8	Komplexverbindungen in unserer Lebenswelt	59	
27	**	10	Kunststoffe I - Textilfasern	60	
28	**	10	Kunststoffe II - Plexiglas und Schaumstoffe	60	
29	W	6	Kunststoffe III - Spezialkunststoffe	60	
30	W	6	Kunststoffe IV - Umweltbelastung und Recycling	61	
31	W	6	Lebensmittel - Inhaltsstoffe und ihre Bedeutung	61	
32	W	6	Metalle - Vom Erz zum Metall	62	
33	W	6	Moderne Werkstoffe - Vom Rohstoff zum Spezialwerkstoff	62	
34	*	10	Natürliche Makromoleküle I - Kohlenhydrate	63	
35	*	10	Natürliche Makromoleküle II - Proteine	63	
36	W	10	Natürliche Makromoleküle III - Nucleinsäuren	64	
37	P	10	Organische Synthesen I - Einfache Produkte	64	
38	W	10	Organische Synthesen II - Mehrstufige Synthesen	65	
39	W	6	Radioaktivität I - Grundlagen	65	
40	W	8	Radioaktivität II - Anwendungen von Kernumwandlungen	66	
41	P	10	Redoxchemie I - Grundlagen	66	
42	P	8	Redoxchemie II - Galvanische Zellen	67	
43	P	12	Säuren und Basen	67	
44	W	10	Seifen - Waschmittel - Tenside	68	

Anmerkung:

- * Ein Thema der genannten zwei Themen ist Pflichtthema.
- ** Ein Thema der genannten zwei Themen ist Pflichtthema.

GF		Pflicht- und Wahlbausteine geordnet nach Pflicht- und Wahlbausteinen		Pflichtbereich
		- Pflichtbausteine -		144 Stunden
Nr		Std	Thema	Seite
		20	<i>Integrationsphase</i>	50-51
1	Int		Oxidationsprodukte von Alkoholen	50
2	Int		Wdh - Alkohole	50
3	Int		Wdh - Formeln und Reaktionsgleichungen	50
4	Int		Wdh - Kohlenwasserstoffe	51
5	Int		Wdh - Quantitative Aspekte und Stöchiometrie	51
6	Int		Wdh - Bindungsvorstellungen	51
10	P	10	Analytik in Anwendungen	52
11	P	8	Aromatischer Zustand - Benzol und Substitution	52
13	P	8	Atombau - Historische Betrachtungen und Modellvorstellungen	53
15	P	8	Chemische Bindung - Atomverbände-Moleküle-Ionenverbindungen	54
16	P	8	Chemisches Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz	55
20	P	10	Energetik - Enthalpien	56
23	P	12	Farbstoffe - Grundlagen, Synthesen und Färbeverfahren	58
37	P	10	Organische Synthesen I - Einfache Produkte	64
41	P	10	Redoxchemie I - Grundlagen	66
42	P	8	Redoxchemie II - Galvanische Zellen	67
43	P	12	Säuren und Basen	67
34	*	10	Natürliche Makromoleküle I - Kohlenhydrate	63
35	*	10	Natürliche Makromoleküle II - Proteine	63
27	**	10	Kunststoffe I - Textilfasern	60
28	**	10	Kunststoffe II - Plexiglas und Schaumstoffe	60

Anmerkungen:

Die Wiederholungsbausteine aus der Integrationsphase sollen nicht nur der reinen Wiederholung von Kenntnissen aus der Sekundarstufe I oder einer anschließenden Vertiefung dienen. Vielmehr bieten sie eine Möglichkeit unterschiedliche Lernvoraussetzungen in den aus verschiedenen Klassen oder Lerngruppen zusammengesetzten Kursen zu Beginn der Jahrgangsstufe 11 auszugleichen.

* Ein Thema der genannten zwei Themen ist Pflichtthema.

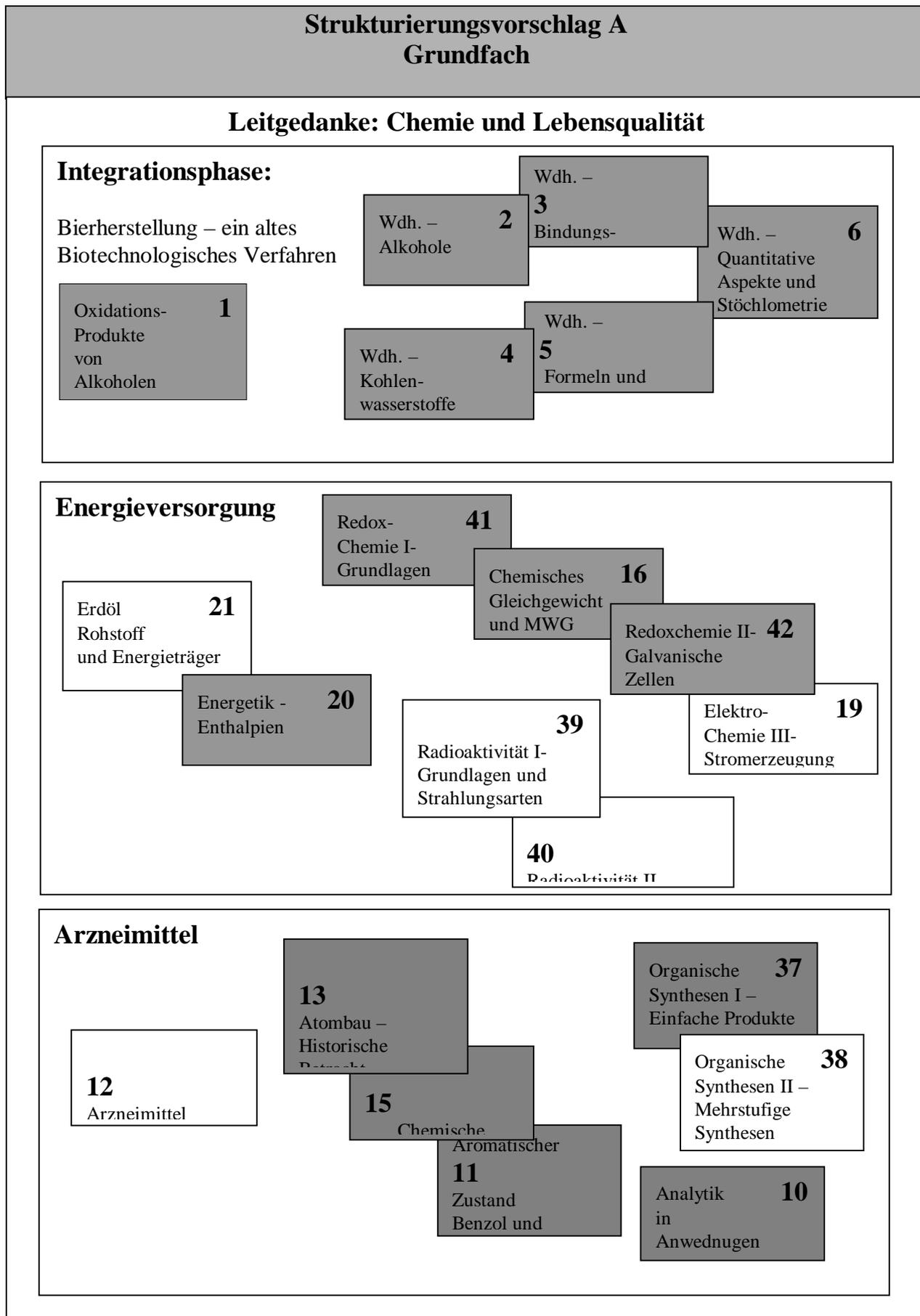
** Ein Thema der genannten zwei Themen ist Pflichtthema.

GF		Pflicht- und Wahlbausteine geordnet nach Pflicht- und Wahlbausteinen - Wahlbausteine -			Wahlbereich mind. 42 Stunden
Nr		Std	Thema	Seite	
12	W	6	Arzneimittel - Wirkstoffe und Medikamente	53	
14	W	8	Chemie im Betrieb	54	
17	W	6	Elektrochemie I - Elektrolyse	55	
18	W	6	Elektrochemie II - Korrosion	55	
19	W	6	Elektrochemie III - Elektrochemische Stromerzeugung	56	
21	W	6	Erdöl - Rohstoff und Energieträger	56	
22	W	6	Ester - Herstellung und Spaltung	57	
24	W	6	Fette	59	
25	W	6	Halogenkohlenwasserstoffe und Ozon	59	
26	W	8	Komplexverbindungen in unserer Lebenswelt	59	
29	W	6	Kunststoffe III - Spezialkunststoffe	60	
30	W	6	Kunststoffe IV - Umweltbelastung und Recycling	61	
31	W	6	Lebensmittel - Inhaltsstoffe und ihre Bedeutung	61	
32	W	6	Metalle - Vom Erz zum Metall	62	
33	W	6	Moderne Werkstoffe - Vom Rohstoff zum Spezialwerkstoff	62	
36	W	10	Natürliche Makromoleküle III - Nucleinsäuren	64	
38	W	10	Organische Synthesen II - Mehrstufige Synthesen	65	
39	W	6	Radioaktivität I - Grundlagen	65	
40	W	8	Radioaktivität II - Anwendungen von Kernumwandlungen	66	
44	W	10	Seifen - Waschmittel - Tenside	68	

Anmerkung:

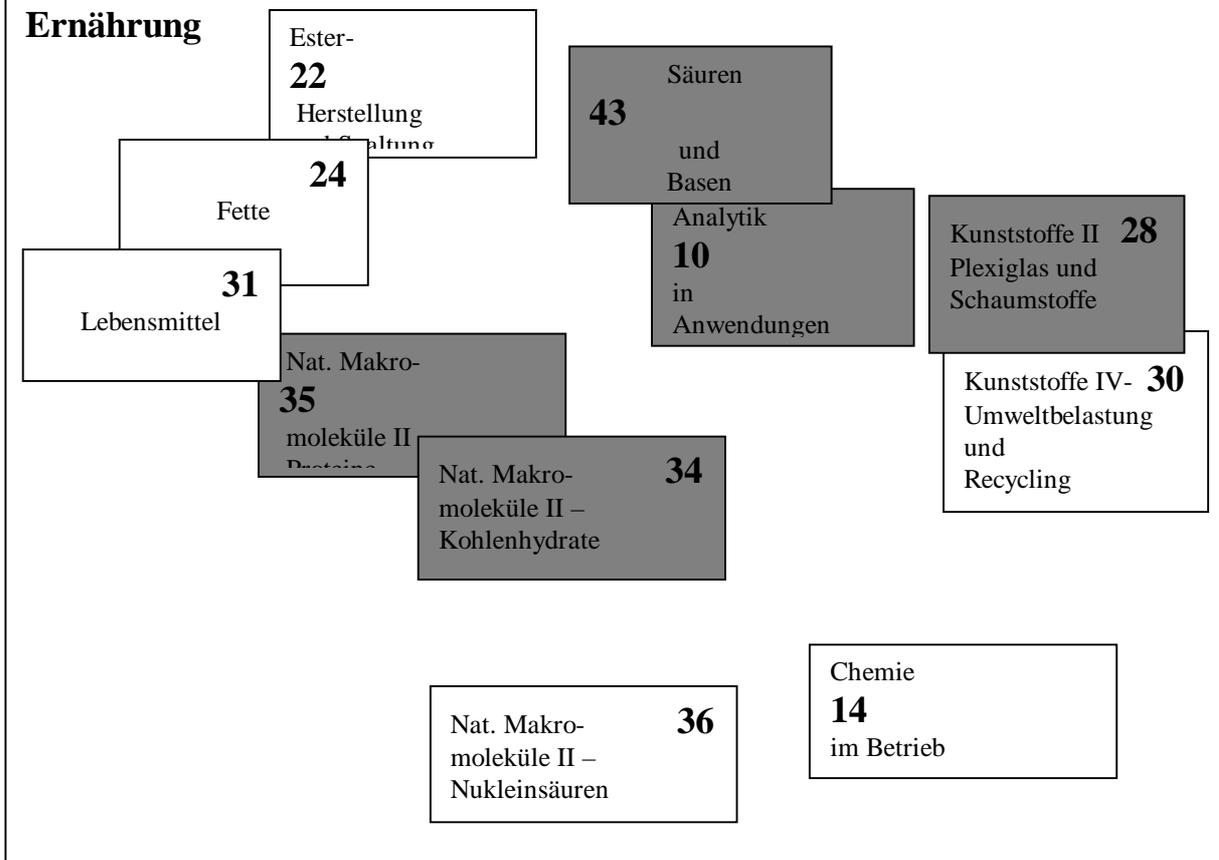
Aus dem Bereich der Wahlbausteine ist eine Auswahl nach der jeweiligen Strukturierung zu treffen, so dass eine Mindeststundenzahl von 42 Stunden erreicht wird.

3.3 Strukturierungsvorschläge Grundfach

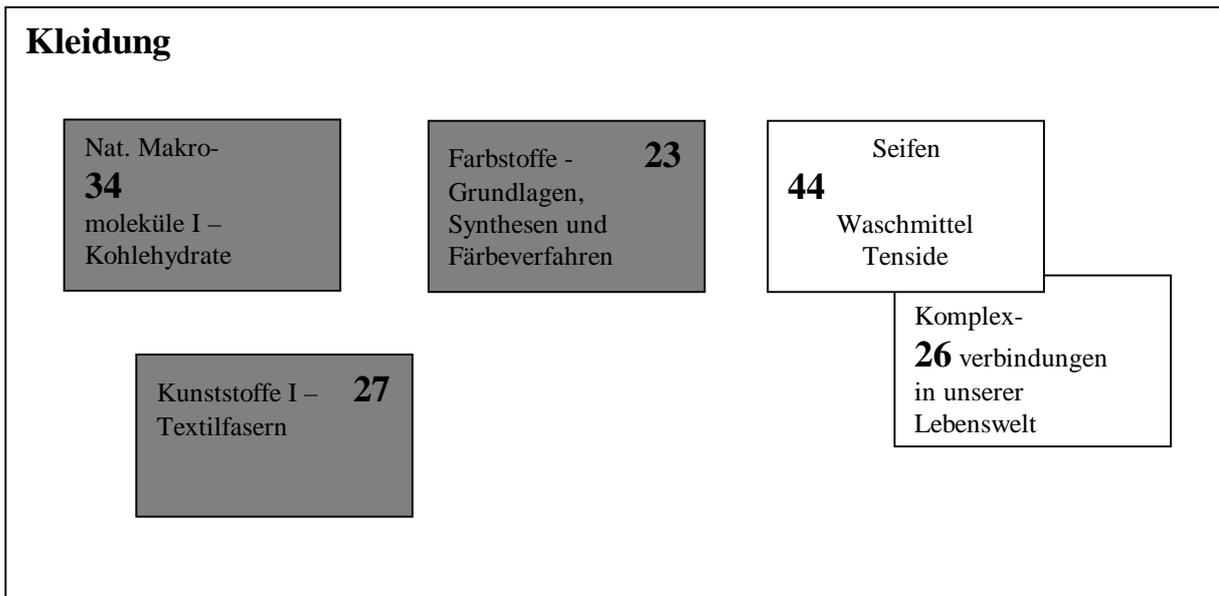


Strukturierungsvorschlag A Grundfach

Ernährung



Kleidung



Strukturierungsvorschlag A

Grundfach

Leitgedanke: Chemie und Lebensqualität

Die Anwendung chemischen Wissens hat in der Vergangenheit immer wieder zur Verbesserung der Lebensqualität beigetragen und andererseits auch zu erheblichen Problemen geführt. Diese beiden Aspekte der Zunahme von Wissen werden an ganz unterschiedlichen Themenbereichen herausgearbeitet und ermöglichen so den Schülerinnen und Schülern die sachliche Auseinandersetzung mit aktuellen Produkten und Verfahren und die Entwicklung der Bereitschaft, Alltag, Umwelt und Lebenswelt aktiv mitzugestalten.

Alle vorgeschlagenen Themen eignen sich für fachübergreifendes Arbeiten und moderne Unterrichtsmethoden. Selbständiges praktisches und theoretisches Arbeiten, die kritische Auseinandersetzung mit Informationen der Medien und die sachliche Diskussion von Umweltproblemen können geübt werden. Die Schülerinnen und Schüler erwerben fundierte fachliche Grundkenntnisse in einem für sie und die Gesellschaft relevanten und daher motivierenden Kontext.

◆ Integrationsphase: Bierherstellung - ein altes biotechnologisches Verfahren

Die Beschäftigung mit diesem sehr alten biotechnologischen Verfahren fördert die Motivation besonders, da sie Bezüge herstellt zu Lebenswelt, Technik und Industrie, zu Geschichte und Gesellschaft und vernetztes Denken fördert. Nach regionalen Gegebenheiten kann der Vorschlag leicht auf das Beispiel Wein übertragen werden.

Das Schuljahr beginnt mit einem „Brainstorming“ und einer sensorischen Prüfung verschiedener Biersorten. Ausgehend von einer Liste der Inhaltsstoffe eines Bieres können die Schüler selbstständig, mit Hilfe von Literatur, Stoffe nach Stoffklassen der Oxidationsprodukte der Kohlenwasserstoffe ordnen, homologe Reihen aufstellen und die Stoffe charakterisieren (Nomenklatur, Formeln, Struktur, Bindungsverhältnisse, Isomerie...).

Die Bearbeitung der Eigenschaften und Reaktionen der einzelnen Stoffklassen (Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren) führt zum Verständnis der funktionellen Gruppen und der Oxidationsreihe. All diese Stoffklassen sind im Bier durch wichtige Vertreter repräsentiert, die teils durch den Stoffwechsel der Hefen, teils durch chemische Reaktionen in das Bier gelangen. Entsprechende Reaktionen laufen bei der Metabolisierung von Alkohol im Menschen ab.

Das Rahmenthema „Bier“ bietet also viele Gelegenheiten, die vorgesehenen Wiederholungsbausteine zu integrieren.

Die Herstellung von Bier oder Wein im Laufe der Unterrichtsreihe lässt sich gut in Schülerübungen durchführen. Dazu gehört die Verfolgung des Stärkeabbaus, der Zuckerbildung, des Alkoholgehaltes, des pH-Wertes und der Prüfung auf Methanol.

◆ Energieversorgung der Erde

Eine Weltenergiebilanz kann den Rahmen darstellen für die Bearbeitungen vielfältiger Energieumwandlungen. Die Photosynthese als energetische Grundlage der Ökosysteme ermöglicht die Energiefixierung durch den Aufbau organischer Stoffe. Quantitative Betrachtungen zeigen die besondere Bedeutung und Problematik der Verbrennung fossiler Energieträger.

Strukturierungsvorschlag A

Grundfach

Dieser Zugang zur Energetik kann sehr eindrucksvoll mit der Ermittlung des eigenen Energiebedarfs kombiniert werden (Messgerät beim Energieversorger ausleihen!).

Die Suche nach Alternativen zu fossilen Energieträgern leitet über zu den Möglichkeiten der Nutzung von Energie aus nachwachsenden Rohstoffen, Biogas, Wasser-, Gezeiten-, Solar- und Kernenergie. Schwerpunkt ist hier die quantitative energetische Betrachtung. Die Diskussion der Vor- und Nachteile der verschiedenen Alternativen zeigt den traditionellen Konflikt zwischen Ökonomie und Ökologie und die Notwendigkeit der Zusammenarbeit beider Disziplinen. Die Verantwortung des Einzelnen, der Naturwissenschaften und der Medien wird besonders deutlich.

Als wichtige „Energiequellen“ in der Technik dienen Batterien und Brennstoffzellen. Ihre Behandlung setzt Grundlagen der Redoxreaktionen voraus, die auch als Gleichgewichtsreaktionen interpretiert werden können.

◆ Arzneimittel

Das Interesse der Schülerinnen und Schüler am Kontext Arzneimittel ist besonders groß. Die Erweiterung der Kenntnisse über den Atombau und Chemische Bindungen erklären den aromatischen Zustand und lassen das Verständnis organischer Synthesewege wie z. B. zum Aspirin zu. Die Anwendung analytischer Verfahren ist in diesem Zusammenhang unerlässlich für die Überwachung der Entwicklung, der Wirkung und des Metabolismus von Medikamenten.

Historische Betrachtungen machen die Bedeutung des medizinischen Fortschritts für die Lebensqualität besonders deutlich.

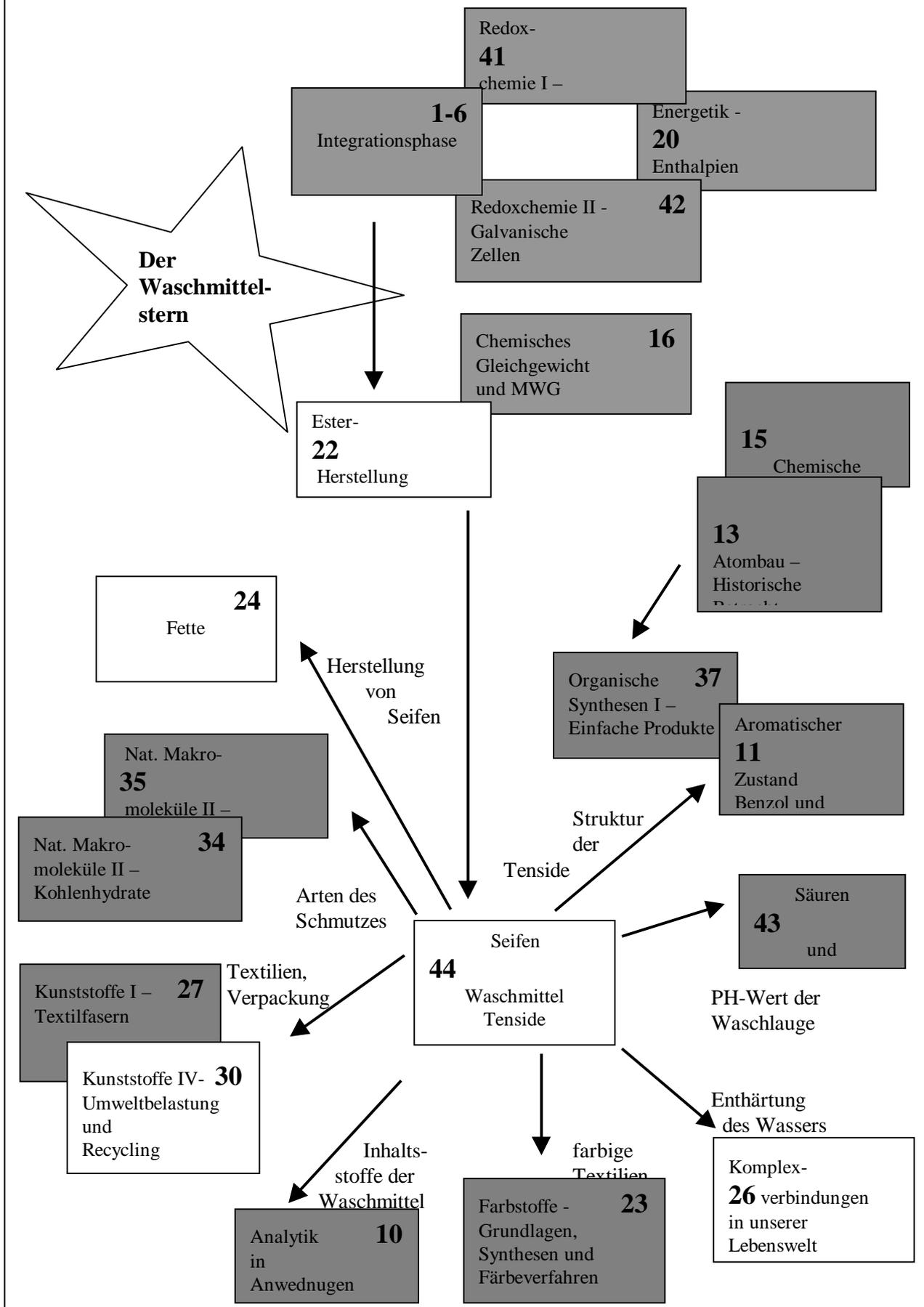
◆ Ernährung

Informationen auf Lebensmittelverpackungen und anderes Informationsmaterial führen zu der Beschäftigung mit Fetten, Kohlenhydraten und Eiweißen und deren ernährungsphysiologischer Bedeutung. Auch weitere Inhaltsstoffe und die Zusatzstoffe, z.B. Säuren als Konservierungsstoffe, oder Farbstoffe werfen die Frage nach analytischen Möglichkeiten auf. Die landwirtschaftliche Produktion von Lebensmitteln führt über die Themen Düngung und Düngemittelherstellung z.B. zum Problem der Überdüngung und zu Alternativen wie gentechnisch veränderten Lebensmitteln. Am Beispiel der Lebensmittelverpackungen können Teile der Kunststoffchemie exemplarisch behandelt werden. Lebensmittelverarbeitende Betriebe eignen sich auch für Betriebserkundungen.

◆ Kleidung

Ausgehend von der Baumwollpflanze lassen sich die verschiedenen technisch-industriellen Verarbeitungsschritte der Cellulose erarbeiten. Als Alternative werden synthetische Fasern vorgestellt. Die Auswahl geeigneter Farbstoffe und Färbeverfahren schließen sich an. Die Frage nach schonender Reinigung von Textilien führt zur Entwicklung moderner Waschmittel und deren Umweltrelevanz.

Strukturierungsvorschlag B Grundfach



Strukturierungsvorschlag B Grundfach

◆ Die Grundlagen

Unverzichtbare Grundlagen für die komplexen Themenstellungen des Sterns sind

- der weitere Ausbau der organischen Chemie (Alkohole und ihre Oxidationsprodukte, Ester)
- Redoxreaktionen
- Energetik und Massenwirkungsgesetz.

In der linearen Abfolge beginnt man bei den Alkoholen. Im Rahmen ihrer Oxidationsprodukte werden die Redoxbausteine und der kurze Energetikbaustein behandelt. Jetzt sind die Komponenten eines Esters bekannt und der Esterbaustein kann unter Einbeziehung des Massenwirkungsgesetzes angegangen werden.

◆ Der "Waschmittelstern"

Ausgehend vom Baustein „Seifen – Waschmittel – Tenside“ werden die restlichen Pflichtbausteine und einige Wahlbausteine des Grundkurses erarbeitet. Jeweils an einem Aspekt des Themenbereichs „Seifen – Waschmittel – Tenside“ wird im Unterrichtsgang deutlich gemacht, dass Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten aus anderen Gebieten der Chemie erarbeitet werden müssen.

Die Bemerkungen an den Strahlen des Sterns stellen die möglichen inhaltlichen Verbindungen der Bausteine her.

Im Laufe des Unterrichts kehrt man immer wieder zum Mittelpunkt zurück und startet dann auf einem neuen Strahl.

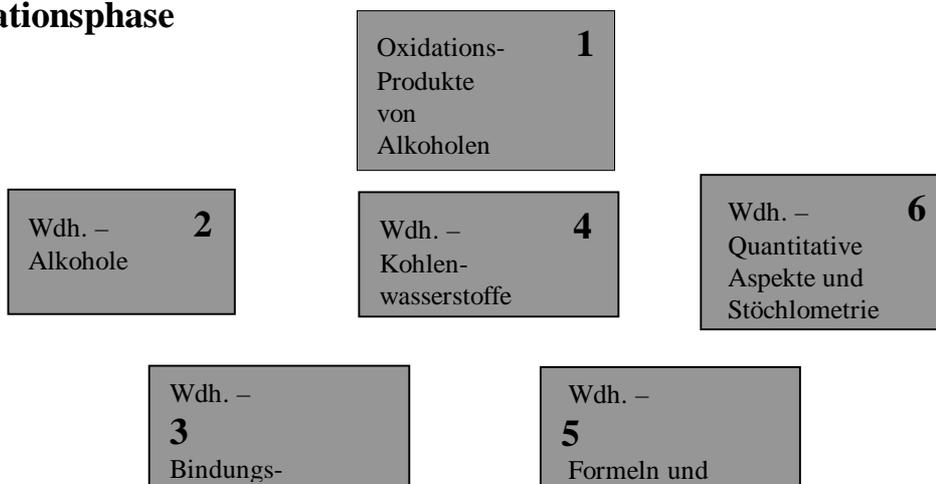
Es ist empfehlenswert, den Stern in der Diskussion mit den Schülerinnen und Schülern nach Art einer thematischen Landkarte zu entwickeln. Dabei sollen weniger die "Waschmittel" in den Mittelpunkt des Unterrichtsinteresses gerückt werden, vielmehr soll die Verzahnung und Vernetzung verschiedener Teilgebiete der Chemie aufgezeigt werden. Die Schüler bekommen so die Möglichkeit differenziert ihre eigenen Interessen zu artikulieren. Das wirkt sich sicherlich positiv auf die Motivation zur Durcharbeitung des Unterrichtsgang aus.

◆ "Andere Sterne"

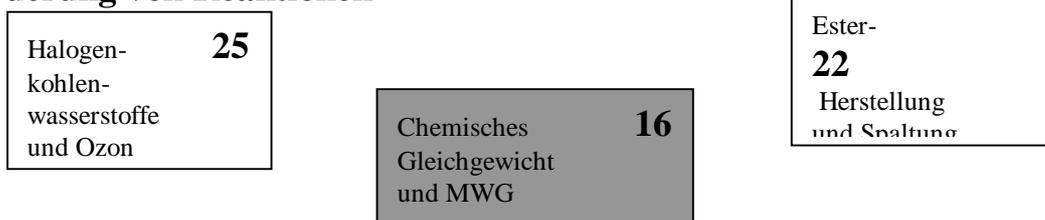
Der skizzierte Vorschlag baut auf dem Baustein „Seifen – Waschmittel – Tenside“ auf. In analoger Weise können auch andere "Sterne" wie zum Beispiel ein "Werkstoffstern", ein "Lebensmittelstern" oder ein "Arzneimittelstern" konstruiert werden. Damit ist es einerseits möglich, den gesamten Unterricht des Grundfaches an einem "Stern" zu orientieren, andererseits können verschiedene, sinnvoll gewählte Themen als Ausgangspunkte von "Sternen" den Unterricht in getrennte Blöcke gliedern.

Strukturierungsvorschlag C Grundfach

Integrationsphase



Eingriffe in Stoff- und Energiegleichgewichte - Steuerung von Reaktionen

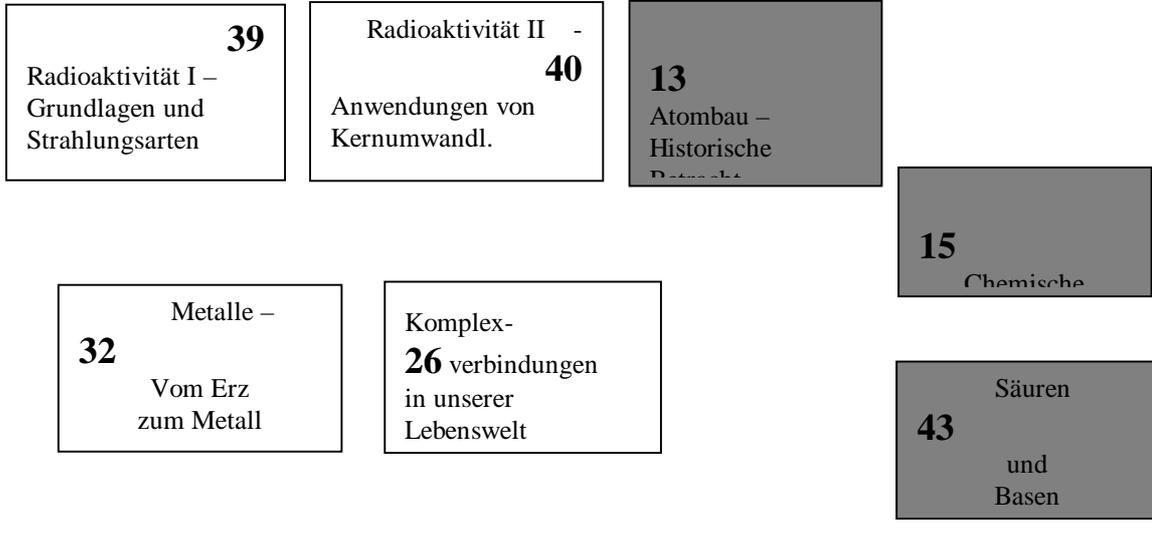


Elektrische Energie und Wärmeenergie aus chemischen Reaktionen

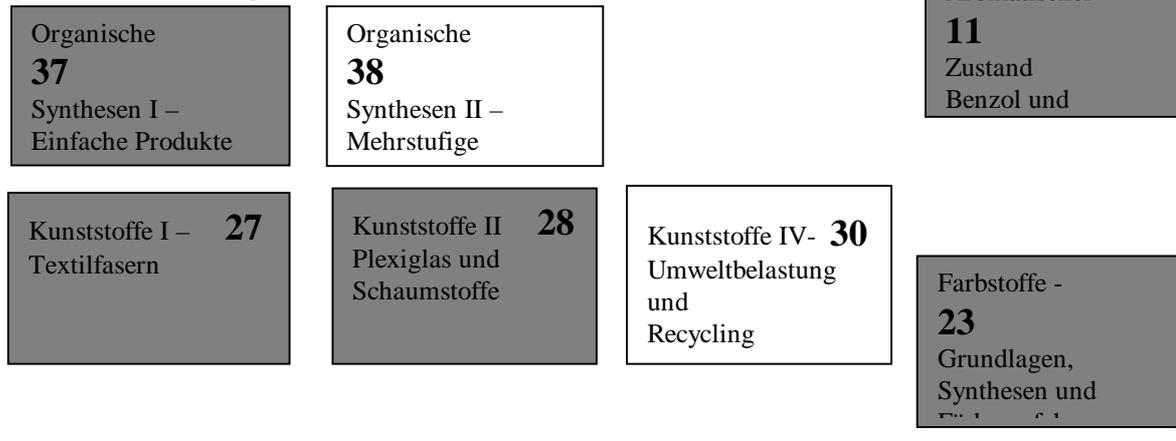


Strukturierungsvorschlag C Grundfach

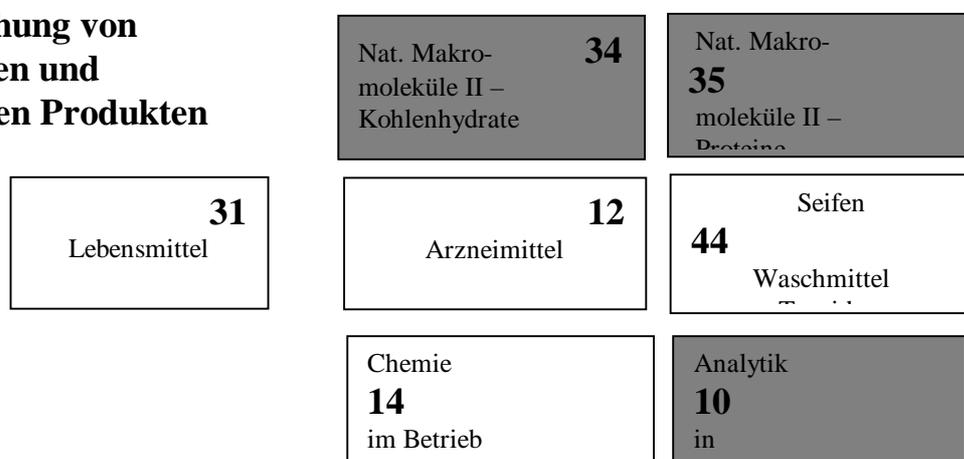
Von Teilchen und Teilchenverbänden



Synthese von organischen Produkten



Untersuchung von natürlichen und chemischen Produkten



Strukturierungsvorschlag C Grundfach

Die Auswahl der Themen ist bestimmt von der Leitlinie, die Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler stärker in den Unterricht einzubinden und aktuelle Probleme auf der Basis von fundiertem chemischen Wissen zu diskutieren. Bei vielen Themen wird immer wieder folgende Frage gestellt: „Wie kann die Herstellung ökonomisch und ökologisch optimiert und die Anwendung chemischer Produkte hinsichtlich ihrer Wirkung auf Mensch und Umwelt untersucht und kontrolliert werden?“ Schülerinnen und Schüler erwerben durch die Beschäftigung mit diesen Themen mehr Kompetenz in der Beurteilung gegenwärtiger und zukünftiger Probleme der Industriegesellschaft.

◆ Integrationsphase

◆ Eingriffe in Stoff- und Energiegleichgewichte - Steuerung von Reaktionen

Schwerpunkt dieses Abschnitts ist die Beschäftigung mit dem chemischen Gleichgewicht und dessen mathematischer Beschreibung durch das Massenwirkungsgesetz. Die Kenntnis der Beeinflussung von Gleichgewichten zeigt Wege auf, wie chemische Reaktionen gesteuert werden können. Dadurch lassen sich erwünschte Produkte in optimaler Ausbeute herstellen und Nebenreaktionen minimieren. Ungünstige Gleichgewichtslagen durch Stoff- oder Energieeinträge können auch weit reichende negative Auswirkungen haben, wie das Beispiel Atmosphäre zeigt.

Die Hinführung zum Gleichgewicht könnte auf zwei unterschiedlichen Wegen erfolgen:

Die Untersuchung von anthropogenen und natürlichen Emissionen in die Atmosphäre führt zu Änderungen in der Zusammensetzung der Luft und zu Störungen einer Kette von Gleichgewichtsreaktionen. Beispielfhaft lässt sich dies am Ozon der Stratosphäre und der Troposphäre erarbeiten. Besondere Aufmerksamkeit kann in diesem Zusammenhang den Eigenschaften und der Herstellung von Halogenkohlenwasserstoffverbindungen gewidmet werden.

Die Herstellung von Estern erlaubt einen Zugang mit vielen Möglichkeiten zu praktischer Tätigkeit. Untersuchungen bei Bildung und Spaltung von Estern zeigen, dass die Produkte nie vollständig erhalten werden, und sie münden in die Frage, wie die Ausbeute optimiert werden kann, d.h. wie das Gleichgewicht in der gewünschten Richtung beeinflusst werden kann.

◆ Elektrische Energie und Wärmeenergie aus chemischen Reaktionen

Die anthropogene Emission von Kohlenstoffdioxid aus Verbrennungsprozessen beeinflusst die verschiedenen Kohlenstoffdioxid-Gleichgewichte der Erde. Ein Vergleich zwischen fossilen Brennstoffen und solchen aus nachwachsenden Rohstoffen bietet sich an. Quantitative Energiebestimmungen von verschiedenen Reaktionen und klare Definitionen bilden ein geeignetes Fundament für die globale Energiediskussion.

Ein anderer fachlicher Schwerpunkt ist die Erweiterung der Redox-Definition in Anlehnung an das Donator-Akzeptor-Prinzip. Ausgehend von Verbrennungsreaktionen kann die Gewinnung von elektrischer Energie durch Primär- und Sekundärelemente besprochen werden. Das zugrundeliegende elektrochemische Gleichgewicht eröffnet eine Möglichkeit mit dem ungewohnten Begriff des chemischen Gleichgewichts vertraut zu werden. Die fachlichen Ziele lassen sich vor

Strukturierungsvorschlag C

Grundfach

dem Hintergrund anwendungsbezogener Beispiele wie Batterien, Akkumulatoren und der zukunftssträchtigen Brennstoffzellen vermitteln.

◆ Von Teilchen und Teilchenverbänden

Die Anordnung der Themen ergibt eine Reihenfolge, die vom Atomkern über die Atomhülle und die Bindungstypen bis zu komplexen Teilchen führt. Nutzung, Anwendung und Entsorgung radioaktiven Materials sind Paradebeispiele, an denen sich die gesellschaftliche Relevanz von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen zeigen lässt. Das Entstehen von Modellvorstellungen und ihre historische Entwicklung gibt den Schülerinnen und Schülern einen Einblick in die naturwissenschaftliche Theorienbildung. Gleichzeitig werden wichtige Grundlagen zum Verständnis der Reaktionen auf der Teilchenebene geschaffen. Die Vielfalt der möglichen Teilchenanordnungen muss auf wenige grundlegende Reaktionstypen eingeschränkt werden, so dass Gemeinsamkeiten und Unterschiede chemischer Reaktionen für die Schülerinnen und Schüler deutlicher hervortreten. Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird am Beispiel der Säure-Base-Reaktionen wieder aufgegriffen um zu zeigen wie Protonen umgeordnet werden. Quantitative Betrachtungen machen deutlich, dass chemische Reaktionen Gesetzmäßigkeiten gehorchen und mathematisch beschrieben werden können.

◆ Synthesen von Organischen Produkten

Organische Synthesen sollten unter dem Gesichtspunkt betrachtet werden wie Bindungsumordnungen Wege zu neuen Produkten eröffnen. An aromatischen Verbindungen lassen sich alle wichtigen Reaktionsmöglichkeiten erörtern. Die Auswahl erstreckt sich auf Reaktionen am Aromaten, an den Seitenketten und an funktionellen Gruppen.

Die Farbstoffe und die Kunststoffe bieten die Chance herauszuarbeiten, wie Anforderungen aus der Anwendungspraxis durch Variation der Synthesen, hinsichtlich der Ausgangsstoffe und Reaktionsbedingungen, zu Produkten mit bestimmten Eigenschaften führen. An industriell produzierten Stoffen können die Reaktionstypen eingeübt und um den Verfahrensaspekt erweitert werden. Die Bedeutung der beiden Stoffklassen für die Lebensqualität des Einzelnen, aber auch für die Entwicklung der chemischen Industrie in Deutschland soll angesprochen werden.

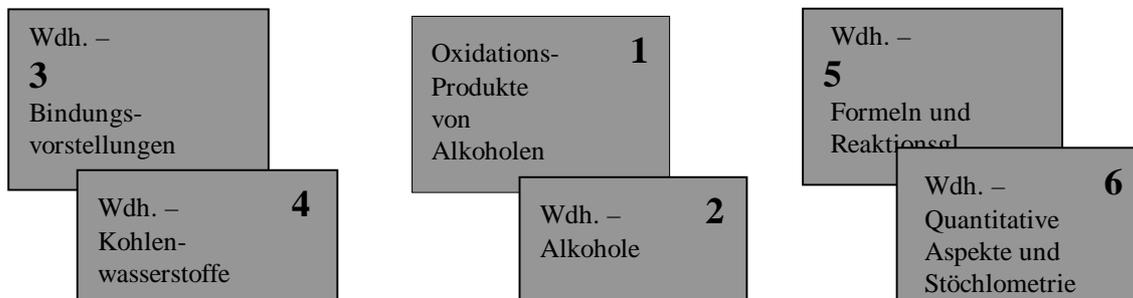
Die Synthese von Naturstoffen wie Proteine, Kohlenhydrate oder Nucleinsäuren lässt die Unterschiede zwischen biologischen und rein chemischen Verfahren deutlich werden.

◆ Untersuchung von natürlichen und chemischen Produkten

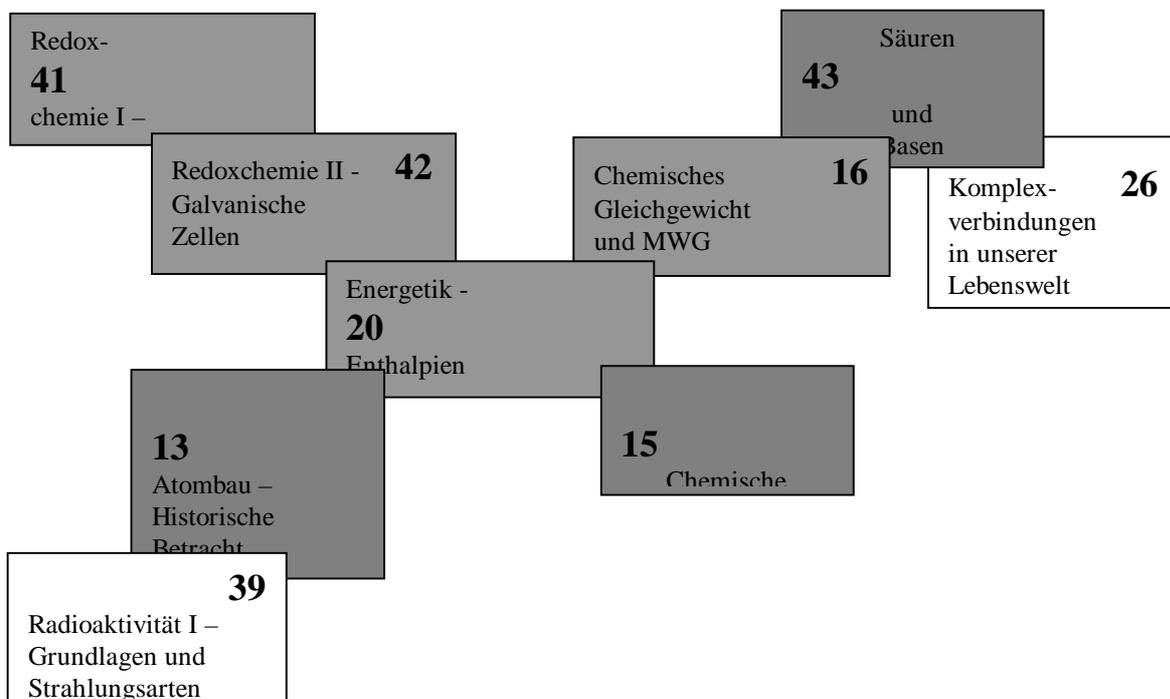
Die Analytik ist ein zentraler Arbeitsbereich der Chemie. Das Zusammenspiel zwischen Herstellung und Analytik lässt sich bei der Herstellung und Kontrolle von Lebensmitteln zeigen. Der Baustein „Arzneimittel“ eignet sich zur Erarbeitung der wechselseitigen Beeinflussungen bei der Produktentwicklung. Der Baustein „Seifen-Tenside-Waschmittel“ dagegen erlaubt Untersuchungen mit einfacher Analytik, die von Schülerinnen und Schülern in praktischer Eigenständigkeit durchzuführen ist. Eine Betriebserkundung rundet diesen Themenbereich ab.

Strukturierungsvorschlag D Grundfach

Integrationsphase

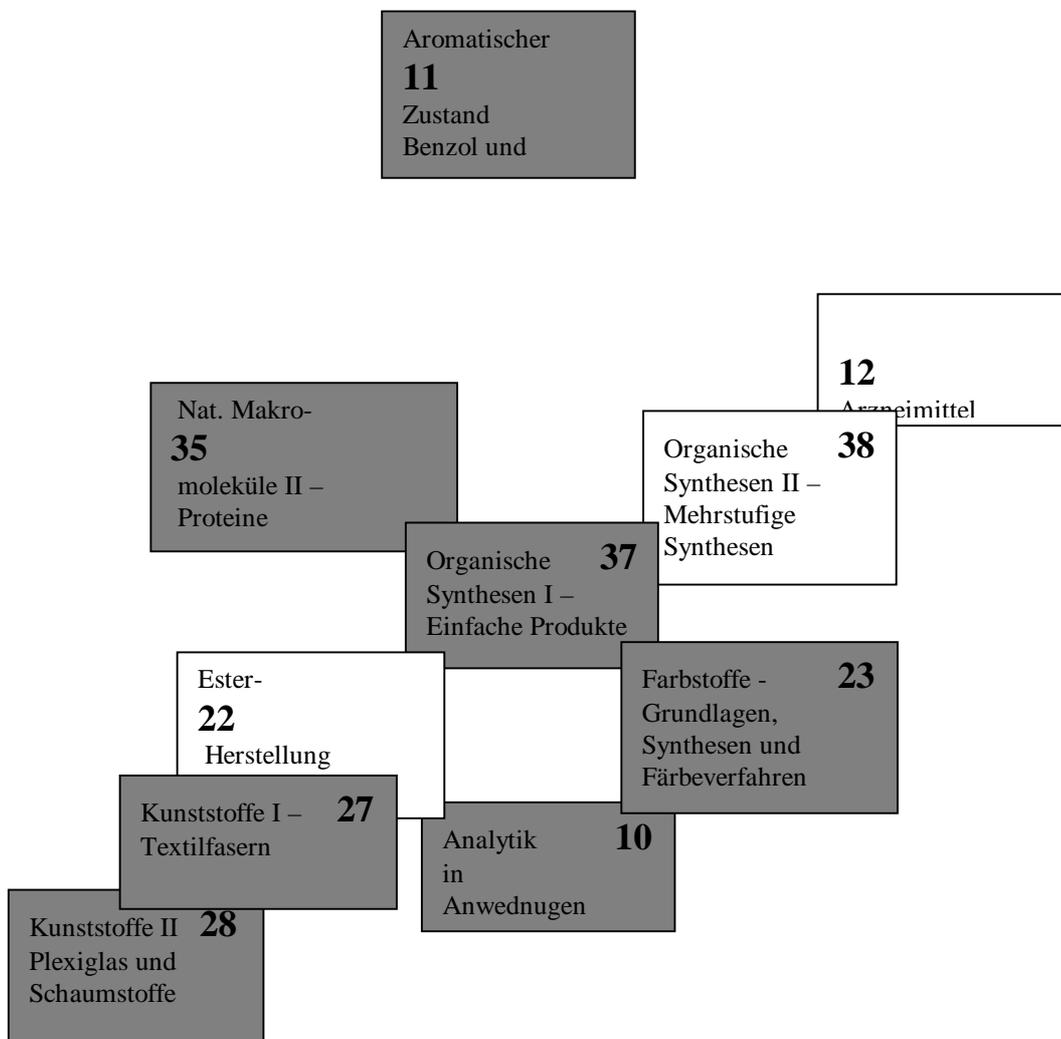


Prinzipien der allgemeinen Chemie



Strukturierungsvorschlag D Grundfach

Vom Rohstoff zum Produkt



Strukturierungsvorschlag D Grundfach

◆ Integrationsphase

Die Integrationsphase bietet durch die Anbindung neuer Inhalte aus dem Bereich organischer Oxidationsprodukte die Möglichkeit, die unterschiedlichen Interessenslagen der Schülerinnen und Schüler aus verschiedenen Lerngruppen auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen. Grundlegende Inhalte aus der Sekundarstufe I können nochmals aufgegriffen, wiederholt und vertieft werden, so dass am Ende dieser Phase die Schülerinnen und Schüler unter gleichen Voraussetzungen „starten“ können.

◆ Prinzipien der allgemeinen Chemie

Die Themenbereiche Atombau, Chemische Bindung sowie Säuren und Basen knüpfen an bereits in der Sekundarstufe I eingeführte Prinzipien an. Erweitert werden sie durch die in der Integrationsphase aufgeworfenen Fragen nach einer weiteren Systematisierung von zunächst parallel verlaufenden Reaktionen aus dem Gebiet organischer Oxidationsprodukte. Hier kann das bekannte Donator-Akzeptor-Prinzip aufgegriffen und auf die Redoxreaktionen übertragen werden. Energetische Betrachtungen können zwischen den bisher behandelten Themenbereichen verbinden oder als eigenständiger Themenbereich behandelt werden.

Quantitative Untersuchungen an ausgewählten Reaktionen, wie es durchaus die Esterbildung und Esterhydrolyse sein kann, ermöglichen den Einstieg in das Gebiet der Chemischen Dynamik. Einfache Experimente zur Beeinflussung der Lage des Gleichgewichtes leiten über zu anwendungsbezogenen Beispielen aus der chemischen Industrie. Stellvertretend seien die Ammoniaksynthese oder die Schwefelsäureherstellung genannt.

Gleichgewichtsreaktionen aus dem Gebiet der Redoxgleichgewichte wie z.B. die Umsetzung von Silbernitratlösung mit Eisen(II)-sulfatlösung oder die Umsetzung von Silber mit Eisen(III)-sulfatlösung ermöglichen nicht nur eine Abrundung der Gleichgewichtslehre, sondern greifen Prinzipien der Redoxchemie wieder auf und ermöglichen eine Erweiterung der bisher behandelten Prinzipien der Allgemeinen Chemie um das Gebiet der Chemie ausgewählter Komplexverbindungen.

Das Wiederaufgreifen von Bindungsphänomenen sowie von weiterführenden Betrachtungen zum Atombau führt letzten Endes zur Besonderheit der Bindungsvorstellung im Benzolmolekül. Ausgehend von den zum Verständnis notwendigen theoretischen Betrachtungen kann einerseits eine mehr historisch gewichtete Betrachtung in den Vordergrund rücken, bei der die Schülerinnen und Schüler das Wechselspiel zwischen Weltbild der Naturwissenschaften, Gesellschaft und Wissenschaft im Allgemeinen kennen lernen.

Andererseits kann auch die Entwicklung von Modellvorstellungen, deren Aussagekraft und Anwendung auf bekannte stoffliche Phänomene einen weiteren Akzent setzen.

Ausgehend von den bislang geschaffenen Grundlagen zum Verständnis von Reaktionen auf Teilchenebene können die im weiteren Verlauf des Unterrichtsgangs zusammengestellten Themen umfassender behandelt werden.

Strukturierungsvorschlag D Grundfach

◆ Vom Rohstoff zum Produkt

Bei der Anordnung der einzelnen thematisch enger gefassten Blöcke steht der Leitgedanke „Vom Rohstoff zum Produkt“ im Vordergrund.

Eine direkte Anknüpfung an den Themenbereich „Prinzipien der allgemeinen Chemie“ ist durch die Betrachtung der Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül gegeben. Es schließen sich die Betrachtung substituierter Aromaten an, womit der Baustein „Organische Synthesen I“ eine zentrale Bedeutung erhält.

Somit lassen sich vom Benzol ausgehend mehrere Linien entwickeln, bei denen die verschiedenen Bereiche der Kunststoffchemie, Farbstoffchemie und Waschmittelchemie direkt erschlossen werden können.

Hierbei sollte allerdings eine unterschiedliche Gewichtung auf dem jeweiligen Weg vom Rohstoff zum Produkt gewählt werden. Zur Auswahl stehen u.a. mechanistische, anwendungsbezogene, ökonomische, ökologische und industrielle Gesichtspunkte. Somit lernen die Schülerinnen und Schüler an verschiedenen Beispielen für ihre Lebenswelt bedeutende Produkte kennen.

◆ Vertiefung oder Ergänzung

Der noch verbleibende Teil des Gesamtstundenansatzes kann

- durch Ankopplung verschiedener Wahlbausteine im Sinne einer vertiefenden Betrachtung der vorgeschlagenen Leitgedanken erweitert werden;
- durch einen weiteren Block aus dem Bereich der Anorganischen Chemie gestaltet werden, bei dem im Zentrum der Baustein „Metalle (32 W)“ steht, von dem aus sich in Kombination mit dem Baustein „Kunststoffe III (29 W)“ dann „Moderne Werkstoffe (33 W)“ entwickeln lassen.
- Empfehlenswert ist auch ein Wiederaufgreifen des Kapitels „Atombau“, wobei dieses Mal der Atomkern im Vordergrund steht und damit das Thema „Radioaktivität“ in das Blickfeld des Geschehens rückt (39 W und 40 W).

Strukturierungsvorschlag E Grundfach

Episoden der Chemie

Die Strukturierung der Inhalte in einem dreijährigen Grundkurs kann auch durch kleinere zusammenhängende Episoden aus Alltag und Lebenswelt geschehen.

Der folgende Vorschlag geht auf den Salters Advanced Chemistry Course zurück, einen an der Universität York in England entwickelten dreijährigen Lehrgang. Für diesen liegen zwei Lehrbücher, die „Storylines“ und die „Chemical Ideas“, sowie ausgearbeitete „Activities“ vor, die zunächst vereinzelt erprobt, später eventuell übersetzt und für rheinland-pfälzische Belange adaptiert werden.

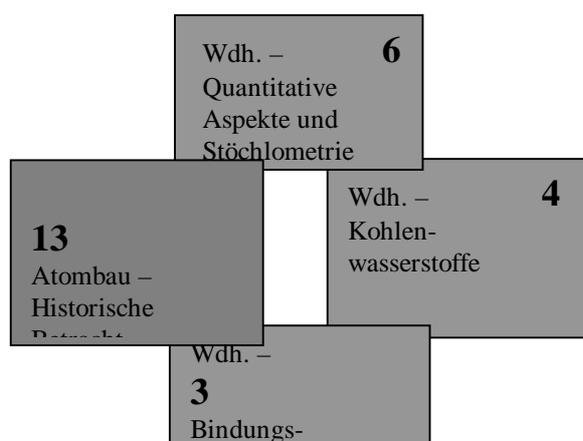
Chemieunterricht und Chemielernen orientiert sich dann an einem alltäglichen Phänomen, einem Problem, einer Geschichte oder einer Anwendung. Die fachlichen Grundlagen werden nach und nach eingeführt, wenn es die Notwendigkeit der Sache erfordert und nur insoweit vertieft, wie es an dieser Stelle notwendig ist. Dadurch, dass sie immer wieder aufgegriffen werden, jeweils unter anderen Aspekten und Schwerpunkten, tritt ein gewollter Wiederholungseffekt ein. Die Chemie erschließt sich nach und nach als unverzichtbares Hilfsmittel zur Lösung aktueller Probleme und als Schlüssel zum Verständnis der stofflichen Welt. Die Eigentätigkeit der Schülerinnen und Schüler wird betont, methodenorientiertes Lernen gefördert. Die Systematik der Chemie entsteht erst allmählich im Kopf der Schülerinnen und Schüler und wird nicht als das den Unterricht strukturierende Prinzip verwendet.

Die ersten beiden Rahmenthemen gestalten inhaltlich und organisatorisch die Integrationsphase der Jahrgangsstufe 11, wie sie in Kapitel 1.6 und 2.4 näher beschrieben wird. Dabei werden neben den Integrationsbausteinen auch Teile anderer Bausteine eingebaut um die Integrationsphase interessant und lebensnah anzulegen.

Die Elemente des Lebens

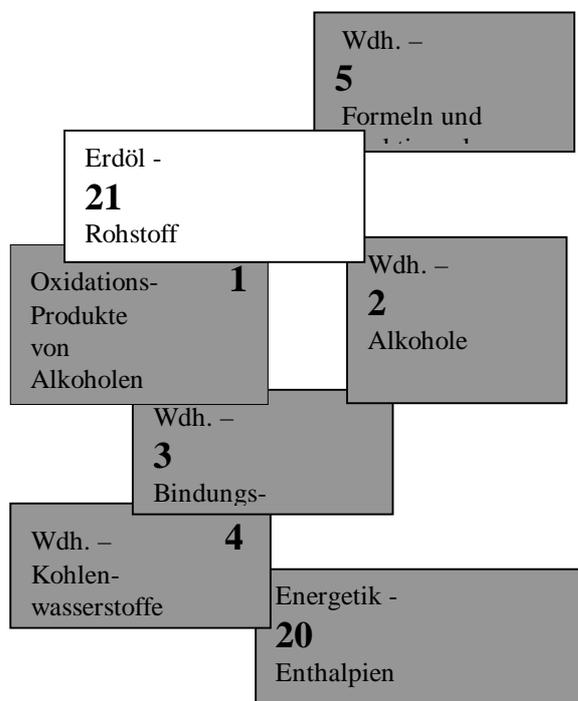
In dieser Einheit geht es um die chemischen Elemente des Lebens, ihre Entstehung, Bestimmung und Messung. Daneben werden Atomvorstellungen und Bindungslehre thematisiert. Stöchiometrie und Formelschreibweisen lassen sich wieder aufgreifen und vertiefen.

Exemplarisch werden die Elemente Eisen und Calcium - u.a. in ihrer Bedeutung für Blut und Knochenbau - näher betrachtet und dabei die Kenntnisse des Periodensystems der Elemente in einer historisch-genetischen Betrachtungsweise aufgefrischt.



Strukturierungsvorschlag E Grundfach

Entwicklung von Kraftstoffen

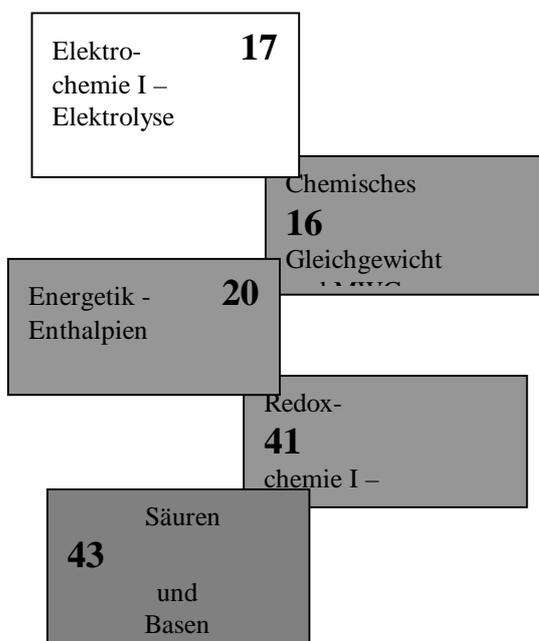


Diese Einheit hat mehr als nur die Petrochemie zum Thema. Die Suche der Chemiker nach Verbesserungen der Kraftstoffe und nach Alternativen für die Zukunft wird thematisiert. Dazu ist die Einführung einiger fundamentaler chemischer Inhalte notwendig.

Die Frage, woher die Energie bei der Verbrennung von Kraftstoffen kommt, führt zu Enthalpiebetrachtungen und Fragen der Bindungslösung und -knüpfung.

Daneben werden die Grundlagen der Organischen Chemie aufgearbeitet, vor allem Alkane, Alkohole und Ether. Klopfestigkeit und Oktanzahl leiten zur Betrachtung von Isomeren über. Abgaskatalysator und Cracken führen zur einführenden Behandlung der Katalyse.

Von Mineralien zu Elementen



Aufbauend auf der ersten Einheit wird behandelt wie der Mensch gelernt hat Elemente aus Mineralien zurückzugewinnen und aus ihnen nutzbare Verbindungen zu machen.

Ein Nichtmetall, Brom, und zwei Metalle, Kupfer und Zink, werden stellvertretend behandelt. Vorkommen, Bergbau und Raffination bilden den Rahmen, in dem drei wichtige anorganische Reaktionstypen wieder aufgegriffen und vertieft werden: Säure-Base-, Redox- und Fällungsreaktionen.

Einblicke in die Chemie der Nebengruppenmetalle schließen sich an. Der Stoffmengenbegriff wird um den Aspekt der Konzentration von Lösungen erweitert.

Strukturierungsvorschlag E Grundfach

Die Atmosphäre

Die chemischen und physikalischen Reaktionen in der Atmosphäre haben einen immensen Einfluss auf das Leben auf der Erde. Wesentliche Aspekte im Unterricht müssen die Veränderungen sein, die der Mensch bewirkt hat, z.B. die Wirkung der Halogenkohlenwasserstoffe, ihre Produktion, ihre Verwendung und die Suche nach Ersatzstoffen. Im Einzelnen werden das Ozonproblem - stratosphärisches Ozon und Ozonloch ebenso wie bodennahes Ozon und Smog - und der Treibhauseffekt angesprochen. Die Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, das dynamische Gleichgewicht und Radikalreaktionen werden behandelt und die Stoffchemie von Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid und Methan werden im Kontext der Atmosphäre thematisiert. Von besonderem Interesse ist hier der Kohlenstoffkreislauf und die Herkunft der Treibhausgase.

Halogen-
kohlen-
wasserstoffe
und Ozon

25

Chemisches

16

Gleichgewicht

MWG

Redoxchemie II -
Galvanische
Zellen

42

Kunststoffe I –
Textilfasern

27

Kunststoffe II
Plexiglas und
Schaumstoffe

28

Kunststoffe III-
Spezialkunststoffe

29

Kunststoffe IV-
Umweltbelastung
und
Recycling

30

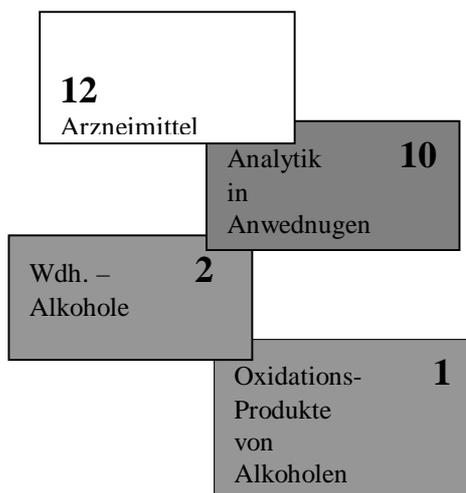
Die Kunststoff-Revolution

Hier geht es einmal um Kunststoffe und ihre Eigenschaften, um die Stoffklasse der Alkene und Polymerisationsreaktionen und zum anderen um die Rolle der Kunststoffe und ihre Verwendung in der heutigen Welt und den Nutzen oder die Probleme, die sie in der Zukunft bringen könnten.

Als roter Faden wirkt dabei stets der Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften der Kunststoffe und die Möglichkeit Kunststoffe zielgerichtet für diverse Anwendungen zu entwerfen.

Die Katalyse wird wieder aufgegriffen (Ziegler) und einige Kunststoffe mit besonderen Eigenschaften - Kevlar, elektrisch leitende und biologisch abbaubare Kunststoffe - werden exemplarisch behandelt.

Strukturierungsvorschlag E Grundfach

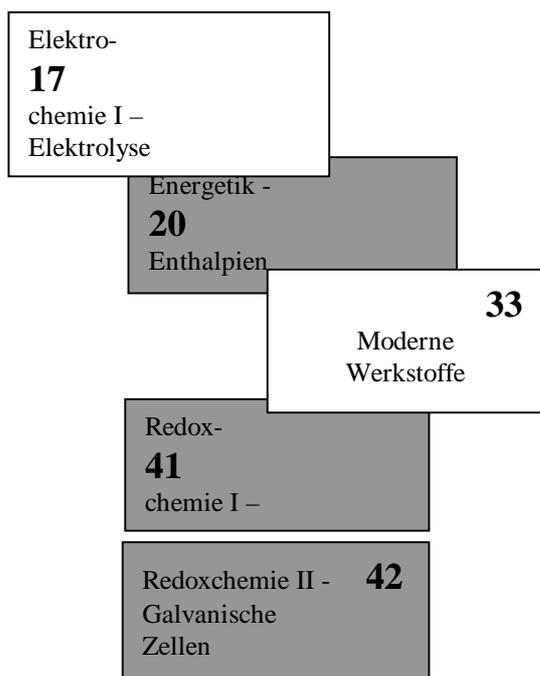


Was ist in einem Medikament?

Die Bedeutung der pharmazeutischen Industrie steht im Mittelpunkt dieser Einheit. Dabei wird von natürlich vorkommenden pharmakologisch wirksamen Substanzen ausgegangen. Eine Studie des Aspirins beleuchtet eine Reihe von Aspekten, die bei der Entwicklung von Medikamenten eine Rolle spielen. Am Beispiel der Analyse und Synthese von Salicylsäure und Acetylsalicylsäure werden Prinzipien deutlich, die sich auf eine Vielzahl anderer Medikamente übertragen lassen. Dabei wird auch auf Sicherheitsfragen und die Prüfung von Medikamenten eingegangen. Methoden der Strukturaufklärung, Extraktion und Synthese werden genauso behandelt wie nasschemische Versuche zur Identifikation von Verbindungen. Die Chemie der Alkohole, Phenole und Carbonsäuren ist ebenso Thema wie die Veresterung.

Die Verwendung von Sonnenlicht

Diese Einheit geht dem Problem nach, wie Sonnenenergie für den Menschen nutzbar gemacht werden kann. Die Umwandlung von Sonnenenergie in chemische Energie durch die Photosynthese leitet zu Fragen der Verwendung von Sonnenenergie für die Erzeugung von elektrischer Energie oder Kraftstoffen für die Zukunft. Photochemische Reaktionen, Wasserstofftechnologie und Solarzellen stehen stellvertretend für eine Reihe von praktischen Anwendungen der Sonnenenergie in Technik und Industrie. Grundlegend werden dabei vor allem die Interaktion von Atomen und Molekülen mit sichtbarer und ultravioletter Strahlung angesprochen und Fragen der Redoxchemie vertieft.



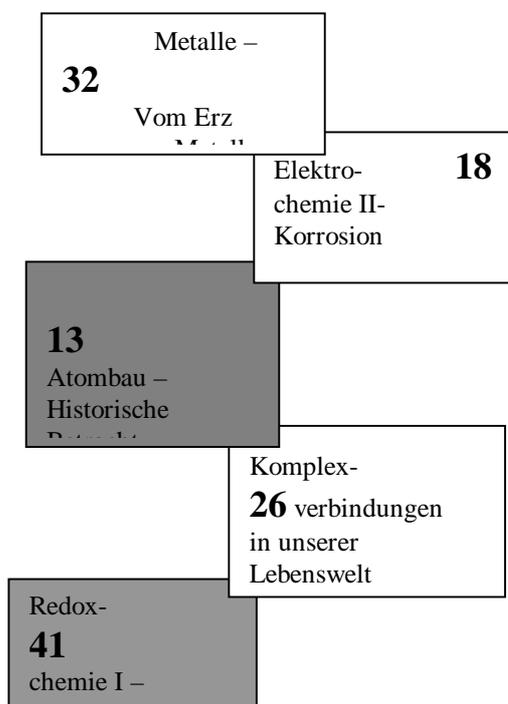
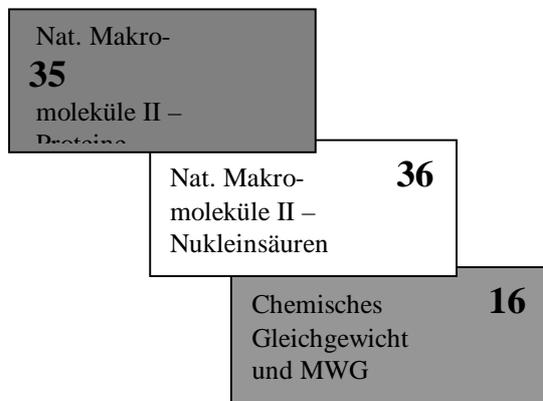
Strukturierungsvorschlag E Grundfach

Die Insulin-Geschichte

Anhand des Insulins, seiner Wirkung im Organismus und seiner lebensrettenden Funktion für Diabetiker geht es um die Struktur der Proteine, ihre Produktion in Zellen und die Möglichkeiten der Chemiker sie zu verändern und gezielt aufzubauen. Dabei werden Aminosäuren, Peptidbindung und Biosynthese thematisiert. Die Struktur und das Verhalten der Proteine werden auf physikalisch-chemischer Basis gedeutet. Im Zusammenhang mit der Behandlung der Enzyme und ihrer Funktion als biologische Katalysatoren wird auch die Reaktionskinetik angesprochen. Fragen der Gentechnik und der Suche nach monomerem Insulin führen zu ganz aktuellen Forschungsbereichen.

Die Stahl-Geschichte

Es geht um die Produktion von Stahl mit besonderer Betonung der Redox-Chemie und der großen industriellen Maßstäbe. Die verschiedensten Stahllarten und ihre Verwendung führen zu detaillierterer Betrachtung der d-Elemente. Die Untersuchung verschiedener Stähle bedient sich modernster Verfahren wie z.B. der Atom-emissions-Spektroskopie. Grundlagen hierfür sind ein vertieftes Verständnis der Elektronenstrukturen und des PSE. Korrosion als elektrochemischer Prozess, Strategien seiner Vermeidung und wirtschaftliche Betrachtungen runden die Einheit ab. Die Auseinandersetzung mit dem Thema „Lebensmittel in Konservendosen“ gibt einen ersten Einblick in Metallkomplexe. Das auch daraus sich ergebende Problem des Recyclings von Stahl und Eisenprodukten führt zu interessanten chemischen Problemen, z.B. „Wie entfernt man Zink aus Weißblech?“, und ökologischen und ökonomischen Lösungen.



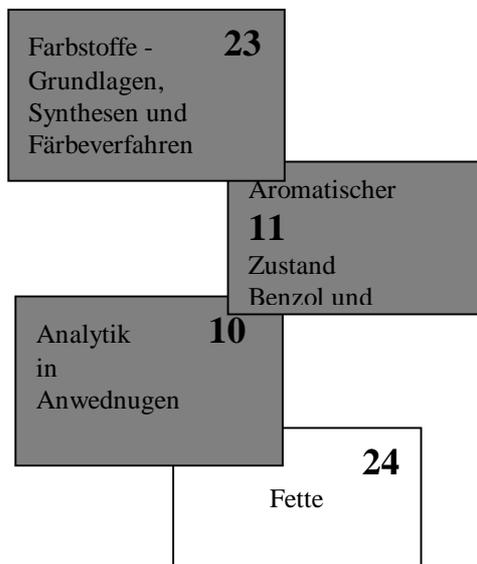
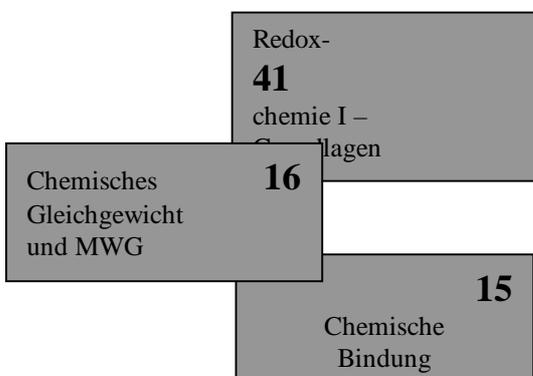
Strukturierungsvorschlag E Grundfach

Aspekte des Ackerbaus

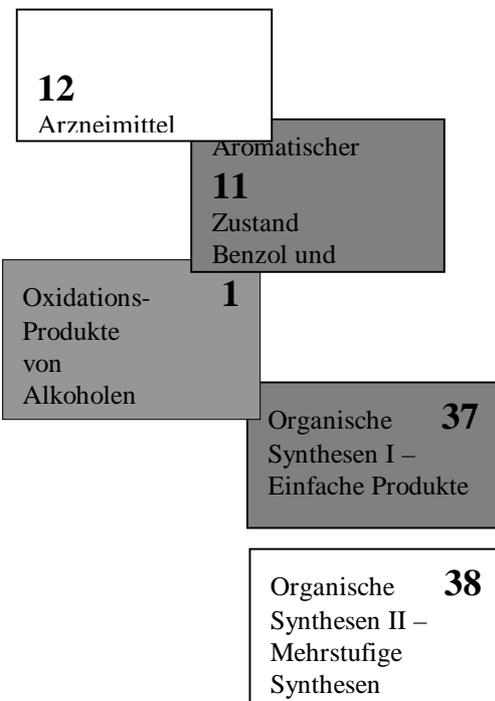
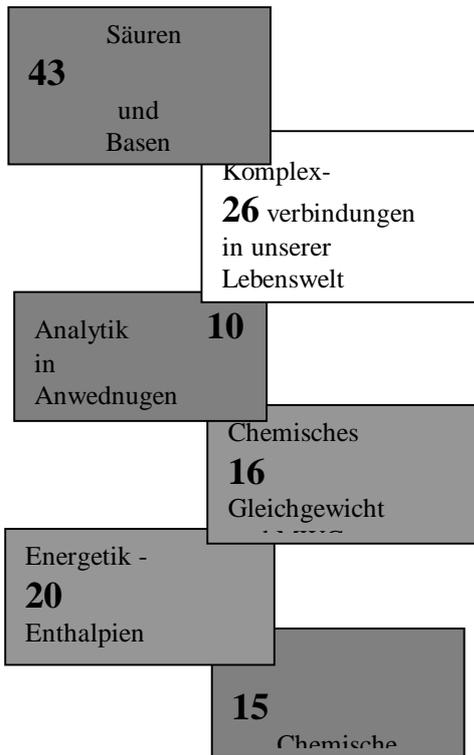
Ackerbau zur Produktion von Nahrung für eine immer größer werdende Weltbevölkerung ist eine der größten Herausforderungen für die Zukunft. Die chemischen Prozesse die sich im Boden abspielen sind hochkomplex. In dieser Einheit werden diese Vorgänge zum Teil untersucht und ein Blick darauf geworfen, wie sich der Ernteertrag verbessern lässt. Zunächst wird der Aufbau von Böden, Silikaten und Tonmineralien behandelt. Fragen der Düngung, der Pestizide und Herbizide, ihr Einsatz und ihre Umweltverträglichkeit schließen sich an. Einige Aspekte der allgemeinen Chemie werden wieder aufgegriffen und vertieft, dazu kommen Ionenaustauschprozesse und einige Spezifika der Elemente der 4. und 5. Hauptgruppe, etwa die Ammoniaksynthese und der Stickstoffkreislauf.

Farbe nach Maß

Farben sind überall. Eine Unterscheidung in Farbstoff und Pigment leitet über zu einem Blick in die Kunstgalerien und die Restauration von Gemälden. Dazu bedarf es zunächst einer genauen Analyse der verwendeten Pigmente und Öle. UV- und VIS-Spektroskopie, Atomemissions-Spektroskopie und Gaschromatografie sind einige der verwendeten Techniken. Die Analyse der Öle führt zu einem vertieften Verständnis der Fette. Die Auseinandersetzung mit diesen Fragen wird stets auch vor dem historischen Hintergrund der Entwicklungen geführt. Im zweiten Teil geht es um die Färbung von Textilien. Dazu bedarf es der Chemie der Aromaten und einem gewissen Verständnis der Farbigekeit. Auch hier wird der Bogen von den ersten synthetischen Farbstoffen bis zu Hightech-Farben, wie sie etwa im Tintenstrahl-drucker Verwendung finden, gespannt.



Strukturierungsvorschlag E Grundfach



Die Meere

Die Ozeane spielen eine enorme Rolle für eine Reihe von wichtigen Stoffkreisläufen. Landläufig sind eher die biologischen Aspekte der Meere im Blickpunkt, hier soll es stärker etwa um die Bedeutung für das Klima gehen, wobei der Aspekt „Leben aus dem Meer“ ebenfalls thematisiert wird. Der Kohlenstoffdioxid-Kreislauf und die Absorption von Sonnenenergie sind zwei Beispiele für Stoff- und Energieströme von globaler Bedeutung. Dabei spielen auch chemische Prozesse eine wichtige Rolle. Entropie, Löslichkeitsprodukt, Säurestärke, pH-Wert und Puffer sind einige der wesentlichen Begriffe der allgemeinen Chemie, die in dieser Einheit vertieft werden.

Medikamente nach Maß

Auf der Basis des Verständnisses, wie pharmakologisch aktive Verbindungen im Körper wirken, können Medikamente nach Maß produziert werden. Dabei geht es um eine höhere Spezifität, größere Effektivität und geringere Nebenwirkungen. Am Anfang steht der Alkohol, eine der am meisten aufgenommenen pharmakologisch wirksamen Verbindungen, und seine Wirkung auf das zentrale Nervensystem. Dann werden Medikamente für Herzerkrankungen und Asthma betrachtet, z.B. Salbutamol als Abkömmling von Noradrenalin. Penicillin als Inhibitor für bakterielle Enzyme gibt ein Beispiel für eine andere Art von Wirkstoff. Die Notwendigkeit einer ständigen Weiterentwicklung durch das Auftreten von penicillinresistenten Bakterienstämmen führt zu geeigneten Strategien für die weitere pharmakologische Forschung. Es bietet sich hier eine gute Gelegenheit, das erworbene Wissen aus der organischen und allgemeinen Chemie unter einem neuen Gesichtspunkt noch einmal aufzugreifen.

Strukturierungsvorschlag E Grundfach

Chemie 14 im Betrieb

Ein Besuch in der chemischen Industrie

Die chemische Industrie spielt eine wichtige ökonomische Rolle in unserer Gesellschaft. Alle in einem Chemiegrundkurs angesprochenen Grundlagen der Chemie finden hier Anwendung. Ein Besuch zeigt anschaulich und eindrücklich die Bedeutung dieser chemischen Prinzipien auf. Daneben ergibt sich der Aspekt der großtechnischen Umsetzung von bisher nur im Labormaßstab gekannten Reaktionen. Eindrücke aus der Arbeitswelt und ein erster Blick auf den Zusammenhang zwischen Chemie und Gesellschaft sind weitere Gesichtspunkte eines solchen Besuchs. Vielleicht ergeben sich auch Ideen oder Kontakte für die Anfertigung einer „Jugend-forscht-Arbeit“ oder einer Facharbeit. Die folgenden Gesichtspunkte sollten auf jeden Fall bearbeitet werden:

- Optimierung der Effizienz von Produktionsprozessen
- Gewährleistung eines hohen Sicherheitsstandards
- Minimalisierung von Umweltbelastung
- Minimalisierung der Kosten
- Schonender Umgang mit natürlichen Ressourcen (Rohstoffe und Energie)

Hinweise zur Organisation

Die Reihenfolge der einzelnen Themen ist außer den ersten beiden, die in der Integrationsphase behandelt werden, in Grenzen austauschbar. Es muss auf jeden Fall beachtet werden, dass ein logischer Ablauf im Sinne einer spiraligen Anordnung und Behandlung wichtiger Grundlagen gewährleistet ist. Stoffklassen der organischen Chemie, Gleichgewichtsbetrachtungen und Reaktionstypen z.B. werden jeweils in einer bestimmten Einheit eingeführt, später wieder aufgegriffen und vertieft und schließlich in wieder neuem Kontext angewandt. Diese Weise, in der Begriffe eingeführt, vertieft und angewandt werden, ist ein strukturierendes Prinzip dieses Kurses. Bei insgesamt ca. 100 Unterrichtswochen entfallen auf jedes Thema etwa 7 bis 8 Wochen. Es besteht jedoch keine Notwendigkeit, alle Themen gleichermaßen ausführlich oder mit demselben Zeiteinsatz zu behandeln. Vielmehr kann auch hier je nach den Belangen des Kurses schwerpunktmäßig vertieft und erweitert werden. Es ist jedoch zu beachten, dass die in den Pflichtbausteinen ausgewiesenen Inhalte behandelt werden müssen.

3.4 Bausteine des Grundfachs in alphabetischer Reihenfolge

1 Int	Oxidationsprodukte von Alkoholen
Neben der Kenntnis der funktionellen Gruppen und der Stoffeigenschaften liegt der Schwerpunkt auf den Umwandlungen zwischen den Oxidationsprodukten. Die Schülerinnen und Schüler sollen Stoffkenntnisse selbständig durch Literaturarbeit erarbeiten.	
<ul style="list-style-type: none"> – Oxidation von primären und sekundären Alkoholen – Aldehyde; Ketone – Carbonsäuren 	<ul style="list-style-type: none"> – Unterscheidung zwischen vollständiger und unvollständiger Oxidation – Kenntnis der wichtigsten Vertreter – Trivialnamen, Vorstellung biologisch relevanter Carbonsäuren – Literaturarbeit über Methanal, Aceton und organische Säuren in Alltag und Lebenswelt – FÜ Biologie: Energieliefernde Prozesse; Biotechnologie: Essig, Wein und Bier

2 Int	Wdh – Alkohole
Alkohol als ein den Schülerinnen und Schülern geläufiger Begriff ist eher geprägt durch die Konnotation wie Alkoholgenuss, Alkoholiker oder gesellschaftlich tolerierte Droge. Der so bekannte Alkohol ist jedoch zunächst nur ein Vertreter einer ganzen Verbindungsklasse. Desweiteren lernen die Schülerinnen und Schüler eine Fülle verschiedenster Anwendungen der Alkohole kennen.	
<ul style="list-style-type: none"> – Vorkommen und Herstellung von Alkoholen – Alkohole als Verbindungsklasse – Struktur und Eigenschaften ausgewählter Alkohole – Verwendung – Alkoholkonsum 	<ul style="list-style-type: none"> – Ethanol durch alkoholische Gärung, Methanol durch technische Verfahren – funktionelle Gruppe, Hydroxylgruppe – Nomenklatur – mehrwertige Alkohole – homologe Reihe, Polarität, Siede- und Schmelztemperatur, Löslichkeit, Viskosität – Genussmittel, Rohstoff, Energieträger, Frostschutzmittel, Lösungsmittel – physiologische Wirkung, gesellschaftlicher Aspekt

3 Int	Wdh – Formeln und Reaktionsgleichungen
Schülerinnen und Schüler sollen im Verlauf der Integrationsphase Sicherheit im Umgang mit Formeln und Reaktionsgleichungen erwerben.	
<ul style="list-style-type: none"> – Formeln – Reaktionsgleichungen – Unterscheidung zwischen Index und Koeffizient 	<ul style="list-style-type: none"> – Zum Einüben bieten sich Schülerübungen mit einigen einfachen Nachweisreaktionen an, die jedoch in einem alltags- und lebensweltlichen Kontext stehen sollten.

4 Int	Wdh – Kohlenwasserstoffe	
Anhand der für die Organische Chemie grundlegenden Stoffklassen soll ein sicherer Umgang mit Strukturformeln erreicht werden. Zur Vermeidung reiner Wiederholung soll der Baustein in einen motivierenden Kontext eingebunden werden.		
<ul style="list-style-type: none"> – Kohlenwasserstoffe – Schreibweisen – Strukturformeln – Nomenklatur – Isomerie 	von	<ul style="list-style-type: none"> – Der Umgang mit Molekülmodellen und Molekülbausätzen soll allen Schülerinnen und Schülern vertraut sein.

5 Int	Wdh – Quantitative Aspekte und Stöchiometrie	
Neben der rein qualitativen Betrachtung chemischer Vorgänge kommt den quantitativen Methoden in der Chemie eine große Bedeutung zu. Dies soll im Rahmen der Integrationsphase gezeigt werden.		
<ul style="list-style-type: none"> – Stöchiometrie – molare Größen – Konzentrationen 		<ul style="list-style-type: none"> – Zum Einüben bieten sich Schülerübungen zur Formelermittlung oder Nachweisreaktionen an. – Zur Festigung soll ausreichend Zeit eingeplant werden.

6 Int	Wdh – Bindungsvorstellungen	
Die Wiederholung ausgewählter Elemente der Bindungslehre, an passender Stelle in den Unterrichtsgang eingefügt, erscheint im Verlauf der Integrationsphase unerlässlich.		
<ul style="list-style-type: none"> – Atombindung – Lewisformeln – polare Atombindung – Elektronegativität – Dipole – Ionenbindung 		<ul style="list-style-type: none"> – Die Intensität der Bearbeitung ist abhängig vom Kenntnisstand der Schülerinnen und Schüler.

10 P	Analytik in Anwendungen	10 Std
<p>Die klassischen Verfahren der qualitativen und quantitativen Analytik haben im Zeitalter der instrumentellen Analytik an Bedeutung verloren, bieten jedoch in vielen Bereichen, vor allem in der Umweltanalytik, einen direkten, für Schülerinnen und Schüler leicht nachvollziehbaren Zugang. Chromatographie und Photometrie haben eine große Relevanz für den Laboralltag und weisen vielfältige Möglichkeiten zu einem projektorientierten Einsatz auf. Stets stehen die praktischen Anwendungen im Vordergrund. Dabei können bevorzugt Schülerpraktika eingesetzt werden. Die Auswahl der Verfahren soll sich am Rahmenthema orientieren. Eine Schwerpunktsetzung ist unerlässlich.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Trennungsgang – Gravimetrie/ Maßanalyse – Chromatographische Verfahren – Photometrie – Nachweisgrenzen 	<ul style="list-style-type: none"> – qualitativer Nachweis einiger ausgewählter Ionen – ein anwendungsorientiertes Beispiel genügt, z.B. Sulfat als Bariumsulfat, Komplexometrie oder Redoxtitration – FÜ Biologie: Gewässeruntersuchung – Dünnschichtchromatographie – Gaschromatographie – Aufbau und Funktion eines Photometers – Photometrische Verfahren werden stark vereinfacht, aber mit ausreichender Genauigkeit in Schnelltests verwendet (instrumentelle Alternative). – gut geeignet für Arbeitsgruppen und eigenständige Schülerarbeiten – Problematik von Grenzwerten – Beim Vergleich verschiedener Schnelltests zeigen sich die unterschiedlichen Nachweisgrenzen. 	

11 P	Aromatischer Zustand – Benzol und Substitution	8 Std
<p>Aromatische Verbindungen haben in der Natur und bei der Synthese organischer Verbindungen eine herausragende Bedeutung. Die Vielfalt der Produkte reicht von Farbstoffen bis zu Arzneimitteln. Die Benzolformel bietet sowohl Gelegenheit zu einer genetisch historischen Betrachtungsweise als auch zum Vergleich verschiedener Modellvorstellungen.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Benzolformel – aromatischer Zustand – Delokalisierung und Mesomerie – Substituierte Aromaten, Heteroaromaten, annelierte Aromaten – elektrophile Substitution am <p>Aromaten</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Alternative Strukturformeln für C₆H₆ – Kekulé und die Entwicklung von Valenzstrichformeln – Gegenüberstellung Oszillation und Mesomerie – Hückel-Regel – Mesomerieenergie – ausgewählte Beispiele mit Hinweisen zu Vorkommen, Verwendung und Toxizität, – Nutzung einer Datenbank zu Gefahrstoffen – ein Beispiel mit Mechanismus betrachten 	

12 W	Arzneimittel – Wirkstoffe und Medikamente	6 Std
<p>An einem ausgewählten Beispiel soll der Weg vom Wirkstoff zum Medikament gezeigt werden. Neben rein chemischen Betrachtungen sollen auch historische und volkswirtschaftliche Bezüge aufgezeigt werden. Die Einbeziehung in fächerverbindende Projektarbeit ist möglich. Die Besichtigung eines pharmazeutischen Betriebes ist zu empfehlen.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Gegenüberstellung der Begriffe Wirkstoff und Arzneimittel – Entwicklungsschritte eines Arzneimittels – Chemische Syntheseverfahren – Analytische Untersuchungen – Gegenüberstellung verschiedener Arzneimittelgruppen, Indikationen und Wirkstoffabgaben – Arzneimittelkunde aus historischer Sicht 	<ul style="list-style-type: none"> – Einbeziehung des Arzneimittelgesetzes möglich – Übersicht an einem ausgewählten Beispiel – exemplarische Behandlung, z.B. Aspirinsynthese; Schülerübungen möglich – exemplarische Behandlung ausgewählter Beispiele – Schülerübungen möglich bei der Verwendung von Antidots wie z.B. Sulfactin^R – FÜ Geschichte, Sozialkunde, Religion, Ethik 	

13 P	Atombau – Historische Betrachtungen und Modellvorstellungen	8 Std
<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen die Entwicklung von Modellvorstellungen aus der jeweiligen Zeit heraus kennen lernen. Sie sollen ferner die Bedeutung experimenteller Ergebnisse für die Theorienbildung und das damit verbundene Wechselspiel zwischen Weltbild - Gesellschaft - Wissenschaft erkennen und kritisch einordnen. Die Entwicklung der verschiedenen Atommodelle, ihre Aussagekraft und ihre Grenzen gewähren den Schülerinnen und Schülern einen umfassenden Einblick in die Denk- und Arbeitsweise der Naturwissenschaften. Die Tragfähigkeit der einzelnen Modelle soll besonders herausgearbeitet werden, wobei Schwerpunkte gesetzt werden müssen.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Gegenüberstellung von Naturphilosophie und Naturwissenschaft – Rutherford-Modell – Energiestufenmodell – Elektronenkonfiguration und Aufbau des PSE – Entwicklung der einzelnen Betrachtungen zum Atom am Anfang des 20. Jahrhunderts – Orbitalmodell 	<ul style="list-style-type: none"> – Demokritos, Leukippos, Aristoteles, Dalton – Übergang von der Atomhypothese zum experimentell überprüfbares Modell – Energetischer Aufbau der Elektronenhülle, Erstellen einzelner Energieniveauschemata – Bohr, Sommerfeld, Heisenberg, Schrödinger – Einführung in Grundzügen im Hinblick auf die Anwendung bei konjugierten Doppelbindungssystemen; bildhafte Darstellung 	

14 W	Chemie im Betrieb	8 Std
<p>Die Bedeutung vielfältiger chemischer Kenntnisse für ein Wirtschaftsunternehmen soll herausgearbeitet werden. Die Abwägung ökologischer und gesellschaftlicher Folgen und wirtschaftlicher Interessen führt zu einer differenzierten Betrachtung von Wirtschaftsunternehmen.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Anwendung chemischen Wissens im technischen Maßstab - Produktionsgrundlagen und Produktionsfolgen - Umweltbelastungen und betriebliche Maßnahmen zum Umweltschutz - Betrieb als Wirtschaftsunternehmen und Arbeitsplatz 	<ul style="list-style-type: none"> - Eine Betriebserkundung ist unverzichtbar. Geeigneten Betrieb nach regionalen Gegebenheiten auswählen. - Chemische Vorgänge in einem speziellen Betrieb aufarbeiten - Diskussion über Betrieb und Umwelt anregen, evtl. Einhaltung rechtlicher Vorschriften und Überwachung - Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Disziplinen aufzeigen - Berufsbilder - FÜ Sozialkunde, Wirtschaft 	

15 P	Chemische Bindung – Atomverbände - Moleküle - Ionenverbindungen	8 Std
<p>Auf der Grundlage der im Baustein „Atombau“ (13 P) erworbenen Kenntnisse sollen die Schülerinnen und Schüler das Zustandekommen von Atomverbänden erklären und nach bestimmten Kriterien ordnen können. Beziehungen zwischen Struktur und Eigenschaften sollen ebenso herausgearbeitet werden wie auch Vorstellungen über die Geometrie der Atomverbände. Außerdem sollen die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass aus Experimenten Modellvorstellungen entwickelt werden können, die dann auf andere und neue Beispiele übertragbar sind.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Atombindungen - delokalisierte Elektronensysteme - Ionenbindung - Zwischenmolekulare Kräfte 	<ul style="list-style-type: none"> - Auswahl eines Modells zur Beschreibung der kovalenten Bindungen (Gillespie-Nyholm, Valence-Bond-Theorie); Polaritäten, Elektronegativität - Mesomerie, Grenzstruktur, π-Systeme; z.B. Verbindungen mit konjugierten Doppelbindungen, Ozon - Ionengitter, Born-Haber-Kreisprozess 	

16 P	Chemisches Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz	8 Std
<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen das chemische Gleichgewicht als dynamischen Prozess erfahren und das Massenwirkungsgesetz als quantitative Beschreibung von Gleichgewichtsreaktionen anwenden können. Sie sollen verstehen, dass Modellversuche bzw. Computersimulationen geeignete Methoden zur Vertiefung des Verständnisses von chemischen Phänomen darstellen. Die Bedeutung für natürliche Phänomene und die gezielte Steuerung von Reaktionen soll in einem konkreten Kontext erarbeitet werden.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Chemisches Gleichgewicht – Massenwirkungsgesetz – Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch Druck, Temperatur und Konzentration; Prinzip von Le Chatelier 	<ul style="list-style-type: none"> – Weg vom Experiment über die Messdatenerfassung und Mathematisierung zum Gesetz zeigen – Berechnungen zum Gleichgewicht – Kontexte: z.B. Ammoniaksynthese und Düngemittel, Schwefelsäureherstellung, Esterherstellung und Esterspaltung, Bildung von Tropfsteinen, Löslichkeitsprodukt – FÜ Erdkunde: Gleichgewichtsvorgänge in der Atmosphäre; – FÜ Informatik: Erstellen eines Simulationsprogramms 	

17 W	Elektrochemie I – Elektrolyse	6 Std
<p>Einige wichtige großtechnische Verfahren basieren auf elektrolytischen Vorgängen. Das Thema eignet sich, um die Schwierigkeiten bei der Übertragbarkeit vom Labormaßstab auf technische Größenordnungen zu zeigen.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Elektrolyse als erzwungene Redoxreaktion – Elektrolyse als technisches Verfahren 	<ul style="list-style-type: none"> – Gegenüberstellung galvanisches Element - Elektrolyse – Wasserstofftechnologie – FÜ Physik: Faraday-Gesetze – z.B. Chloralkalielektrolyse, Aluminiumherstellung, Galvanotechnik, Kupferraffination 	

18 W	Elektrochemie II – Korrosion	6 Std
<p>Den Schülerinnen und Schülern sollen die volkswirtschaftliche Bedeutung der Korrosion und die Notwendigkeit geeigneter Maßnahmen zum Korrosionsschutz bewusst werden.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Korrosionsvorgänge – Korrosionsschutz 	<ul style="list-style-type: none"> – Lokalelement, Säure- und Sauerstoffkorrosion beim Eisen – Grundvorgänge der Korrosion bei anorganischen und organischen Werkstoffen – metallische Überzüge, Beschichtungen, Opferanoden, Kathoden mit Fremdstrom, Rostumwandler 	

19 W	Elektrochemie III – Elektrochemische Stromerzeugung	6 Std
Die Behandlung ausgewählter Methoden zur elektrochemischen Stromerzeugung ermöglicht den Schülerinnen und Schülern Vorgänge und Gegenstände ihrer Lebenswelt handlungsorientiert zu erfassen und in ihrer Bedeutung zu würdigen.		
<ul style="list-style-type: none"> – Primärelemente – Sekundärelemente – Brennstoffzellen – Vor- und Nachteile der verschiedenen elektrochemischen Stromquellen 	<ul style="list-style-type: none"> – Leclanché-Element, Alkali-Mangan-Zellen, Knopfzellen – Bleiakkumulator, Ni-Cd-Akku – Wasserstofftechnologie – wirtschaftliche Faktoren, Recycling, Entsorgung 	

20 P	Energetik – Enthalpien	10 Std
Viele chemische Reaktionen werden aufgrund ihrer energetischen Effekte vom Menschen durchgeführt. Die experimentelle Bestimmung von Reaktionswärmen und die rechnerische Umsetzung auf anwendungsbezogene Dimensionen stellen einen erkenntnisgeleiteten Weg zur Einschätzung und zum Verständnis energetischer Problemstellungen dar.		
<ul style="list-style-type: none"> – Innere Energie und Enthalpie – Bestimmung von Reaktionsenthalpien – Übersicht verschiedener <p>Enthalpiearten</p> <ul style="list-style-type: none"> – Standardbildungsenthalpien – Satz von Hess 	<ul style="list-style-type: none"> – Reaktionswärmen bei konstantem Druck und konstantem Volumen – Schülerübungen mit „Joghurtbecherkalorimetern“; – Umrechnung auf molare Größen; Umgang mit Tabellenwerten – z.B. Verbrennungs-, Umwandlungs- Lösungs-, <p>Neutralisations- und Bindungsenthalpien</p> <ul style="list-style-type: none"> – Berechnung von Reaktionsenthalpien mit Hilfe von Standardbildungsenthalpien – FÜ Physik: Energieerhaltungssatz 	

21 W	Erdöl – Rohstoff und Energieträger	6 Std
Erdöl spielt eine große Rolle als Rohstoff und als Energieträger. Daneben sollen ökologische und ökonomische Aspekte berücksichtigt werden. Die Schülerinnen und Schüler sollen auch Informationen der Massenmedien kritisch einbeziehen.		
<ul style="list-style-type: none"> – Entstehung, Zusammensetzung, <p>Vorkommen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Verarbeitung – Probleme bei Verarbeitung und Nutzung – Umweltschutz – Erdöl als Wirtschaftsfaktor im Rohstoff- und Energiesektor 	<ul style="list-style-type: none"> – FÜ Erdkunde: Prospektion, Förderung, Transport – Raffinerie, Produktpalette, z.B. Kraftstoffe und Heizöl – Waldsterben, Treibhauseffekt, Unfälle beim Transport – TA-Luft, Rauchgasentschwefelung – FÜ Sozialkunde: volkswirtschaftliche Bedeutung 	

22 W	Ester – Herstellung und Spaltung	6 Std
<p>Die Ester stellen ein Beispiel für eine Stoffklasse dar, die durch Reaktion zwischen zwei funktionellen Gruppen entsteht. Die Herstellung und Spaltung von Estern eignen sich zur Entwicklung von experimentellen Fertigkeiten. Die Schülerinnen und Schüler sollen selbständig Informationen über Vorkommen und Verwendung beschaffen und auswerten.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Veresterung – Säurekatalysierte und baseninduzierte Spaltung – umkehrbare und unvollständig ablaufende Reaktionen – Vorkommen und Verwendung 	<ul style="list-style-type: none"> – Identifizierung der Ester durch Geruch, Destillation, Abtrennung oder Kristallisation – Estergleichgewicht – z.B. Aromastoffe, Fette, Ester anorganischer Säuren FÜ Biologie: ATP, DNA, Phospholipide, Biomembranen – Für einen projektartigen Unterricht bietet sich die Veresterung von Salicylsäure zu einem medizinischen Wirkstoff oder einem Duftstoff an. 	

23 P	Farbstoffe – Grundlagen, Synthesen und Färbeverfahren	12 Std
-------------	--	--------

Farbige Substanzen faszinieren die Menschen von alters her. Das Färben von Bekleidung war eine frühe Anwendung, wobei die Farbstoffe aus pflanzlichem oder tierischem Material gewonnen wurden. Nach der Industrialisierung wurde nach Möglichkeiten gesucht, synthetisch neue und bekannte Farbstoffe großtechnisch herzustellen. Anhand des Indigofarbstoffs lässt sich diese Entwicklung dokumentieren. Als Beispiel für das Vorgehen bei einer industriellen Herstellung sollte die Synthese von Azofarbstoffen nachvollzogen werden. Die Variation der Farbigkeit durch den Einfluss unterschiedlicher Gruppen soll aufgezeigt werden.

Im Alltag wird nicht unterschieden zwischen farbigem Stoff und Farbstoff. Die Kriterien für Farbstoffe sollen für begriffliche Klarheit sorgen und gleichzeitig auf die umfangreichen Untersuchungen bis zur Produktreife hinweisen.

Der grundlegende Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften lässt sich in Schülerübungen beim Färben von Textilien leicht vermitteln, wobei die Schülerinnen und Schüler erfahren, dass verschiedene Fasern nur mit bestimmten Farbstoffen eine dauerhafte Bindung eingehen.

<ul style="list-style-type: none"> – Farbstoffe als Wirtschaftsfaktor – physikalische Grundlagen der Farbigkeit – Erklärung der Farbigkeit anhand eines einfachen Atommodells – Synthese eines Farbstoffs – Übersicht von Strukturformeln weiterer Farbstoffklassen – Eignungskriterien für Farbstoffe – Chemische Wechselwirkungen zwischen Faser und Farbstoff – Färbemethoden für Fasern 	<ul style="list-style-type: none"> – Dokumentationen verschiedener Firmen als Informationsquelle einbeziehen – Emission und Absorption – FÜ Physik: Wellenlänge, Frequenz, Energie, Komplementärfarben – z.B. Absorption von Energie zwischen Energiestufen – Aufstellen einfacher Regeln am Beispiel der Polyene bathochromer und hypsochromer Effekt von Substituenten – z.B. Azofarbstoff – z.B. Indigoide Farbstoffe, Triphenylmethan- Farbstoffe – FÜ Biologie: natürliche Farbstoffe – Tabellarische Übersicht von Kriterien zum Einsatz von Farbstoffen für Textilien oder Lacke – Färbeversuche mit Textilien – Haut- und Umweltverträglichkeit der Verfahren berücksichtigen
--	---

24 W	Fette	6 Std
-------------	--------------	-------

Die Stoffklasse der Fette gehört zum Erfahrungsbereich der Schülerinnen und Schüler. Der Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften soll deutlich werden. Fette sind Ausgangsstoffe für verschiedene alltagsrelevante Produkte wie Lebensmittel, Seifen, Cremes und Lacke. Das Thema eignet sich für Schülerübungen und fächerverbindende Projekte.

<ul style="list-style-type: none"> – Fette als Ester – Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften – Gewinnung und Verarbeitung – Bedeutung für die Ernährung – fettähnliche Substanzen 	<ul style="list-style-type: none"> – Vergleich verschiedener Speisefette – gesättigt, ungesättigt, Kettenlänge, Löslichkeit, <p>Schmelzbereich, Zersetzungstemperatur</p> <ul style="list-style-type: none"> – Pressen, Extraktion nach Soxhlet, Härten, <p>Margarineherstellung</p> <ul style="list-style-type: none"> – essentielle Fettsäuren, Verdauung – Emulgatoren, Lebensmittelzusätze – FÜ Biologie: Bau von Biomembranen, Nahrungsmittel, Brennwert, RQ-Wert; Nickelallergie, Lightprodukte
---	---

25 W	Halogenkohlenwasserstoffe und Ozon	6 Std
-------------	---	-------

Die Schülerinnen und Schüler sollen neben Herstellung, Eigenschaften und Verwendung von Halogenkohlenwasserstoffen einen Einblick in die Reaktionen der Chlorfluorkohlenwasserstoffe in der Atmosphäre erhalten. Dadurch können sie Gefahren bei der Anwendung besser einschätzen und die Notwendigkeit nach der Suche von Ersatzstoffen einsehen.

<ul style="list-style-type: none"> – Radikalische Substitution – Eigenschaften – Verwendung – Ozonproblematik 	<ul style="list-style-type: none"> – einfache mechanistische Betrachtungen – Siedetemperatur, Löslichkeit, Reaktionsfähigkeit, Toxizität – Lösemittel, Kältemittel, Narkosemittel, Reinigungsmittel, Extraktionsmittel für Fette, Feuerlöschmittel, Schäumungsmittel, Treibgas – Ozon in bodennahen Schichten, Smog; Ozon in der Stratosphäre, UV-Schild, Ozonloch
---	--

26 W	Komplexverbindungen in unserer Lebenswelt	8 Std
-------------	--	-------

Komplexverbindungen und Komplexreaktionen sind an vielen Vorgängen in Technik, Organismen und Umwelt beteiligt. Ihre Bedeutung soll an einigen lebensweltlich orientierten Themengebieten exemplarisch aufgezeigt werden. Die Chemie der Komplexe soll nur so weit vermittelt werden, dass das Verständnis der Anwendungen gewährleistet ist.

<ul style="list-style-type: none"> – Aufbau komplexer Teilchen und Bindung in Komplexen – Reaktionen von Komplexverbindungen in lebensweltlich orientiertem Zusammenhang 	<ul style="list-style-type: none"> – Zentralteilchen, Liganden, Koordinationszahl, dative (koordinative) Bindung, VSEPR-Theorie, Nomenklatur an wenigen einfachen Beispielen – Komplexreaktionen als Ligandenaustauschreaktionen in Themengebieten wie z.B. Wasserhärtebestimmung, Photographie, Metallgewinnung – FÜ Biologie: Blut, Chlorophyll, Krebstherapie
--	---

27 **	Kunststoffe I – Textilfasern	10 Std
<p>Fasern, die zu Textilien verarbeitet werden, sind zumindest vom Namen und den wichtigsten Eigenschaften her den Schülerinnen und Schülern bekannt. Ausgehend von dieser Alltagserfahrung können die Vorkenntnisse tabellarisch zusammengefasst und erweitert werden. Daraus ergibt sich die Fragestellung, wie die bekannten Eigenschaften gezielt durch Herstellungsverfahren und weitere Verarbeitungsmethoden erreicht werden.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Modifizierte Cellulose – Nylon, Perlon – Polyester – Verstrecken von Nylon 	<ul style="list-style-type: none"> – modifizierte Fasern als Bindeglied zwischen natürlichen Fasern und Kunstfasern – Beispiele so wählen, dass die Reaktionstypen Polykondensation und Polymerisation behandelt werden können – Unterschiede zwischen Labor- und Produktionsverfahren verdeutlichen – Diese Eigenschaftsänderung belegt den Einfluss der Raumstruktur der Makromoleküle. 	

28 **	Kunststoffe II – Plexiglas und Schaumstoffe	10 Std
<p>Beide Stoffklassen sind im Alltag weit verbreitet und dadurch den Schülerinnen und Schülern wohl bekannt. Anhand dieser ausgewählten Produkte sollen die Schülerinnen und Schüler exemplarisch die Herstellung und die Eigenschaften einiger umfangreicher Stoffklassen kennen lernen. Eine Vertiefung kann in Form von Referaten über weitere Kunststoffe dieser Kategorie erfolgen.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Polymerisation zu Plexiglas – Verarbeitung von Thermomeren – Polyaddition zu Polyurethan – Thermische Behandlung von Plexiglas und Urethanen – Verarbeitung von Duromeren – Struktur von Duromeren 	<ul style="list-style-type: none"> – Herstellungsverfahren der Polymerisation verallgemeinern und ausweiten – Styrol, Copolymere – Durch Vergleich des thermischen Verhaltens die Grenzen der Wiederaufarbeitung von Kunststoffen deutlich machen – Schäume; Umweltproblematik der CFKWs ansprechen – Vernetzungsgrad 	

29 W	Kunststoffe III – Spezialkunststoffe	6 Std
<p>Kunststoffe können entsprechend ihrer Anwendung gezielt hergestellt werden. Dieser Aspekt kann an den angeführten Beispielen weiter vertieft werden. Zusammenhänge zwischen der Wahl der Monomeren und der Reaktionsbedingungen einerseits und den daraus resultierenden Raumstrukturen der Makromoleküle mit den typischen Eigenschaften andererseits sollen herausgearbeitet werden. Schülerinnen und Schüler können somit zu einem sachgerechten Umgang mit diesen Stoffen angeleitet werden.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Klebstoffe – Ionenaustauscher – Kautschukartige Produkte 	<ul style="list-style-type: none"> – Alleskleber, Komponentenkleber, Schnellkleber – Anionen- und Kationenaustauscher – Kautschuk, Gummi, Vulkanisation 	

30 W	Kunststoffe IV – Umweltbelastung und Recycling	6 Std
-------------	---	-------

Der Einsatz von großen Mengen an Kunststoffen in allen Gebieten der Wirtschaft verursacht auch Probleme bei der Entsorgung und stellt die Frage nach Wiederaufbereitungsverfahren. Aus dem chemischen Aufbau der Kunststoffe und ihrer Anwendung lässt sich die Abbaubarkeit und die Wiederaufarbeitung ableiten. Der Gesichtspunkt der Ressourcenschonung sollte aufgegriffen werden. Schülerinnen und Schüler sollen befähigt werden, sich eine begründete Meinung zu bilden.

<ul style="list-style-type: none"> – Umweltbelastung durch Herstellung und Anwendung von Kunststoffen – Kunststoffmüll – wirtschaftliche Aspekte der Müllverwertung 	<ul style="list-style-type: none"> – Übersichten zum Kunststoffmüllaufkommen; Vor- und Nachteile der verschiedenen Ansätze zum Kunststoffrecycling gegenüberstellen – Deponieverhalten, Energierecycling, pyrolytischer Abbau – FÜ Geographie
--	--

31 W	Lebensmittel – Inhaltsstoffe und ihre Bedeutung	6 Std
<p>Wichtige Grundlagen zum Aufbau von Handlungskompetenzen als Verbraucher sind Hintergrundinformationen über Produktklassen von Lebensmitteln sowie über ihre Inhaltsstoffe und deren Wirkungen und Nebenwirkungen. Eine vertiefte Behandlung eines der genannten Gebiete soll angestrebt werden.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Grundstoffe der Lebensmittel – Würzstoffe in der Küche – Konservierung von Lebensmitteln – Lebensmittelfarbstoffe 	<ul style="list-style-type: none"> – Eiweißstoffe, Lipide, Kohlenhydrate, anorganische Bestandteile, Vitamine, Enzyme – Produkte zum Säuern, Salzen, Süßen, Geschmacksverstärker, Aromastoffe – chemische Verfahren, z.B. Salzen, Säuern, Zuckern, Räuchern; chemische Zusatzstoffe und E-Nummern – Kennzeichnung (E-Nummern); allergene Wirkung 	

32 W	Metalle – Vom Erz zum Metall	6 Std
-------------	-------------------------------------	-------

<p>Eigenschaften und Verwendung von Metallen stehen von alters her im Zentrum technologischer Entwicklungen. Die Schülerinnen und Schüler sollen die Herstellung und Verwendung von Metallen und die technologische Entwicklung einzelner Herstellungsprozesse im historischen und gesellschaftlichen Kontext schwerpunktartig kennen lernen.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> – Strukturen und Eigenschaften einiger Metalle – Vorkommen der Metalle – Gewinnung und Raffination von Metallen – Rückgewinnungsverfahren – Verwendung von Metallen – Umweltproblematik bei Herstellung und Wiederaufarbeitung von Metallen und Metallprodukten – Geschichte der Metalle 	<ul style="list-style-type: none"> – Beschränkung auf dichteste Packungen (hexagonal und kubisch dichteste Packung) – z.B. Leitfähigkeit, Glanz, Verformbarkeit – Lagerstätten, Vorräte, Ressourcen; FÜ Geographie – z.B. Kupfer, Aluminium, Eisen – Einsatz verwertbarer Abfall- und Altstoffe, z.B. Silberrückgewinnung aus Fixierbädern – z.B. Edelstähle, Werkmetalle, Überzugsmetalle, Katalysatoren, Halbleiter, Legierungen – z.B. Cyanideinsatz in der Galvanik, Fluoremission bei der Aluminiumherstellung – Metallherstellung und Bearbeitung im Altertum, Mittelalter und der Neuzeit – FÜ Geschichte, Sozialkunde, Geographie, Physik, Technik

33 W	Moderne Werkstoffe – Vom Rohstoff zum Spezialwerkstoff	6 Std
<p>Spezialwerkstoffe spielen heute eine zunehmend wichtigere Rolle. Ihre Herstellung und Verwendung haben nicht nur zum neuen Gebiet der Materialwissenschaften geführt, sondern auch zur Entstehung völlig neuer Industriezweige. Die Schülerinnen und Schüler sollen Werkstoffe, ihre technische Entwicklung und wirtschaftliche Bedeutung auch im Zusammenhang mit kulturellen Entwicklungen kennen lernen. Begriffe wie Bronzezeit, Eisenzeit oder Kunststoffzeitalter sollen im jeweiligen Kontext gesehen werden.</p> <p>Nicht alle Gebiete können intensiv behandelt werden, so dass eine Schwerpunktsetzung erfolgen muss. Eine Verknüpfung mit dem Baustein „Metalle“ (32 W) ist sinnvoll.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Metallische Werkstoffe – Polymere Werkstoffe – Keramische Werkstoffe – Verbundwerkstoffe 	<ul style="list-style-type: none"> – z.B. Edelstähle und Speziallegierungen – z.B. Polymermischungen, optische Datenspeicher, Verpackungsmaterialien, Implantate – z.B. Schneidwerkstoffe, Gleitmittel, Isolatoren, Wärmetauscher, Reaktionsgefäße, Katalysatoren – z.B. Kohlenstofffasern, Epoxidharze, Filamentgarne; Einsatz im Fahrzeug- und Flugzeugbau 	

34 *	Natürliche Makromoleküle I – Kohlenhydrate	10 Std
-------------	---	--------

Kohlenhydrate gehören als Nähr- und Gerüststoffe zur unmittelbaren Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler. Sie sollen mit einfachen chemischen Grundlagen der Saccharide bekannt gemacht werden, so dass sie in der Lage sind mit Strukturformeln umzugehen.

Die Kohlenhydrate gewinnen zunehmend an Bedeutung als nachwachsende Rohstoffe, sowohl unter energetischen als auch unter stofflichen Aspekten.

<ul style="list-style-type: none"> – Monosaccharide – Nachweisreaktionen der funktionellen Gruppen – Glucosenachweis – optische Aktivität – Erstellen von Strukturformeln – Disaccharide – glycosidische Bindung – Polysaccharide – Spaltung von Disacchariden – Glucose als Nährstoff – Ersatzstoffe für Zucker – Bedeutung der Kohlenhydrate als nachwachsende Rohstoffe 	<ul style="list-style-type: none"> – Glucose, Fructose – Aldehydnachweise; Veresterung der alkoholischen Gruppe – Glucotest, chromatographische Nachweise möglich – Messung und Berechnung von Drehwinkeln – Fischer- und Haworth-Schreibweise; Molekülmodelle und/oder Foliensätze einsetzen – Saccharose, Maltose – reduzierende und nichtreduzierende Zucker – Stärke, Cellulose – Invertzucker, Honig – summarische energetische Betrachtung – Zuckerersatzstoff, Süßstoff – Süßkraft und Nährwert, gesunde Ernährung, Diabetes, Karies – FÜ Biologie
--	--

35 *	Natürliche Makromoleküle II – Proteine	10 Std
-------------	---	--------

Natürliche und synthetische Makromoleküle sind in Struktur und Bindungstypen vergleichbar. Durch die unterschiedlichen Aminosäuren ergeben sich besonders vielfältige Möglichkeiten der Struktur, die die speziellen Eigenschaften von Proteinen ausmacht. Proteine sind von Bedeutung z.B. als Strukturproteine, für die Ernährung und als Katalysatoren für Stoffwechselfvorgänge. Je nach gewähltem Kontext sollen einzelne Aspekte vertieft werden. Das Thema kann gut in einem fächerverbindenden Projekt behandelt werden.

<ul style="list-style-type: none"> – Aminogruppe – Struktur und Eigenschaften von Aminosäuren – Peptidbindung – Struktur von Proteinen – Proteine in der Ernährung – Bedeutung in der Medizin – industrielle Herstellung von Aminosäuren und Proteinen – Aufbau und Funktion von Enzymen 	<ul style="list-style-type: none"> – Basizität – Zwitterion, Einteilung nach Resten – Kondensationsreaktion – Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur – Helix, β-Faltblattstruktur – essentielle Aminosäuren, gesunde Ernährung – Aminosäurestoffwechsel – z.B. Hämoglobin, Sequenzanalyse – z.B. Insulin, Proteasen für Waschmittel; chemische und biotechnologische Herstellung – räumlicher Bau von Enzymen, Wirkungsspezifität, Substratspezifität, katalytische Wirkung – FÜ Biologie: Proteine, Enzymatik, Ernährung
--	---

36 W	Natürliche Makromoleküle III – Nucleinsäuren	10 Std
-------------	---	--------

Nucleinsäuren sind als Träger der genetischen Information von fundamentaler Bedeutung für alle Organismen. Die Biosynthese von Proteinen ist die Grundlage zum Verständnis der Molekulargenetik und ermöglicht den Zugang zur Gentechnik. Schülerinnen und Schülern soll ermöglicht werden eine eigene, sachlich begründete Meinung zu entwickeln.

- | | |
|-----------------------------|--|
| – Struktur der DNA | – Desoxiribose, Phosphorsäure, Nucleobasen, |
| – Proteinsynthese | – Basenpaarung, Doppelhelix |
| – Grundlagen der Gentechnik | – Transkription, Translation, genetischer Code |
| | – Folgen von Translationsfehlern |
| | – Chancen und Risiken diskutieren |

37 P	Organische Synthesen I – Einfache Produkte	10 Std
-------------	---	--------

Die Synthese organischer Verbindungen führt zu einer Vielzahl von Produkten, die für Menschen in allen Lebensbereichen eine große Bedeutung haben. In der heutigen Zeit sind synthetische Stoffe, also Stoffe, die in der Natur so nicht vorkommen, wesentlich an der Verbesserung der Lebensqualität beteiligt. Daneben ergeben sich allerdings auch neue Gefahrenpotentiale und Belastungen der Umwelt.

Den Schülerinnen und Schülern soll ein Einblick in dieses Bedingungsgefüge vermittelt werden. Sie sollen einige synthetisch bedeutsame Reaktionen und alltagsrelevante Produkte kennen lernen und einen Einblick in die dazugehörigen chemischen Grundlagen bekommen, wobei mechanistische Betrachtungen nicht in den Vordergrund rücken dürfen. Vielmehr sind einige Reaktionen und Produkte exemplarisch zu behandeln. Dabei können unterschiedliche Schwerpunkte wie z.B. ökonomische, ökologische, mechanistische oder anwendungsbezogene Aspekte gesetzt werden. Da in der Praxis Verbindungen mit aromatischem Charakter eine besondere Bedeutung haben und an substituierten Aromaten die vielfältigsten Reaktionsmöglichkeiten bestehen, bieten sich solche Reaktionen besonders an. Außerdem sollen die Schülerinnen und Schüler die mit der Synthese neuer Stoffe verbundenen Möglichkeiten und Risiken einschätzen lernen. Die folgenden Vorschläge sollen in diesem Sinne zu einer vom Rahmenthema abhängigen Auswahl anregen.

- | | |
|--|---|
| – substituierte Aromaten als wichtige Zwischenprodukte | – z.B. Toluol, Chlorbenzol, Styrol, Benzoesäure, Benzolsulfonsäure, Anilin, Phenol |
| – p-Dichlorbenzol - ein Mottengift | – Vergleich von radikalischer Substitution in der Seitenkette mit elektrophiler Substitution am aromatischen Kern |
| – Benzylchlorid - ein Tränengas | |
| – Benzoesäure - ein Konservierungsmittel | – Friedel-Crafts-Acylierung oder Oxidation von Benzylalkohol |

38 W	Organische Synthesen II – mehrstufige Synthesen	10 Std
-------------	--	--------

Nach der Betrachtung einfacher Produkte im Baustein „Organische Synthesen I“ (37 P) erfahren die Schülerinnen und Schüler hier, dass organische Synthesen oft über Zwischenprodukte - auf z.T. sehr ausgeklügelten Synthesewegen - zu komplexen bzw. auf direktem Weg nicht einfach darstellbaren Verbindungen führen. Die beiden Schlagworte „molecular modelling“ und „Produkt-Design“ beschreiben zu einem guten Teil die Entwicklung der modernen Chemie. Auch hier gilt, ähnlich wie in Baustein 37, dass die angegebenen Beispiele lediglich anregen sollen selbst eine Auswahl geeigneter Synthesen, ganz in Abhängigkeit vom Rahmenthema zu treffen.

<ul style="list-style-type: none"> - TNT - ein Sprengstoff - Paracetamol - ein Schmerzmittel - Darstellung eines bekannten Produktes in einer mehrstufigen Reaktion 	<ul style="list-style-type: none"> - elektrophile Zweitsubstitution - Acetylierung von p-Hydroxianilin, eine nucleophile Substitution an der Carbonylgruppe - z.B. Aspirin, Veronal, Sulfonamide - Kopplung mit den Bausteinen „Farbstoffe“ (23 P), „Arzneimittel“ (12 W), „Kunststoffe II“ (28 **) und „Seifen - Waschmittel - Tenside“ (44 W) möglich
--	---

39 W	Radioaktivität I – Grundlagen und Strahlungsarten	6 Std
-------------	--	-------

Die Entdeckung der Radioaktivität und die folgenden Anwendungen stellen ein Paradebeispiel dar wie wissenschaftliche Entdeckungen die Welt verändern. Alle Schülerinnen und Schüler sollen mit den Grundlagen so weit vertraut sein, dass sie sachgerecht die Auswirkungen abschätzen können. Die Entdeckungsgeschichte der Radioaktivität kann als Kontext dienen, um die wichtigsten Begriffe zu erarbeiten. Fachübergreifende Aspekte zu den Fächern Philosophie, Sozialkunde und Geschichte können hergestellt werden.

<ul style="list-style-type: none"> - Kernumwandlungen - Strahlungsarten - künstliche Elemente - Halbwertszeit - Nachweis radioaktiver Strahlung - natürliche Strahlenquellen 	<ul style="list-style-type: none"> - Isotope - α-, β-, γ-, n-Strahlen - z.B. Plutonium - Messungen mit einem Zählrohr an verschiedenen radioaktiven Materialien - kosmische Strahlung, terrestrische Strahlung; natürliche Strahlenbelastung als Basis zur Abschätzung der Gefährdung durch zivilisatorisch bedingte Strahlung
--	--

40 W	Radioaktivität II – Anwendungen von Kernumwandlungen	8 Std
-------------	---	-------

<p>Die Nutzung der Kernspaltung hat dazu beigetragen die Energieprobleme vieler Länder zu vermindern. Allerdings ist der Einsatz dieser Technologie mit deutlichen Risiken für die Menschheit verbunden. Die militärische Nutzung verschärft die Problematik. Deshalb sollen die gesellschaftlichen Auswirkungen angesprochen werden. Die Bearbeitung der Kerntechnologie kann sich nur auf wenige ausgewählte Grundlagen erstrecken. Die Schülerinnen und Schüler sollen befähigt werden sich zur Vertiefung und Weiterbildung weitere Informationen zu beschaffen und zu nutzen.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> – Energiebetrachtungen zur Kernspaltung – kontrollierte Uranspaltung – Verlauf und Wirkung unkontrollierter Kernumwandlungen – Anwendung radioaktiver Nuklide – Einblick in die Wirkung verschiedener Strahlungen auf Organismen 	<ul style="list-style-type: none"> – Massendefekt, Vergleich mit Reaktionsenthalpien – Technische Lösungen zur kontrollierten Kernspaltung sind sehr komplex. An geeigneten Beispielen sollen Maßnahmen zur Kontrolle und zur Verringerung der Gefahren beim Betrieb und bei Reaktorunfällen besprochen werden. – Uran-, Plutonium-, Wasserstoffbombe – z.B. Diagnosemöglichkeiten – externe Strahlenexposition, Inkorporation von Radionukliden, Dosis - Wirkungsbeziehungen; FÜ-Biologie

41 P	Redoxchemie I – Grundlagen	10 Std
<p>Die Redoxchemie bietet die Möglichkeit eine Vielzahl von chemischen Reaktionen unter dem übergeordneten Gesichtspunkt des Donator-Akzeptor-Prinzips einzuordnen. Ausgehend vom klassischen Redoxbegriff lassen Beobachtungen an ausgewählten Reaktionen eine Erweiterung der Modellvorstellung sinnvoll erscheinen.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – klassischer und erweiterter Redoxbegriff – Elektronenübertragungsreaktionen – Donator-Akzeptor-Prinzip – Oxidationszahlen – Einrichten von Redoxgleichungen; Elektronen-, Ladungs- und Stoffbilanzen – Redoxreihe der Metalle – Lösungstension 	<ul style="list-style-type: none"> – Notwendigkeit zur Erweiterung an geeigneten Beispielen zeigen – Exemplarische Betrachtung an ausgewählten Beispielen – Ermittlung und Änderung – Alltagsbezug: Chemie im Haushalt, z.B. Sanitär- und WC-Reiniger – Syn- und Disproportionierung – edle und unedle Metalle 	

42 P	Redoxchemie II – Galvanische Zellen	8 Std
-------------	--	-------

Die Vermittlung grundlegender elektrochemischer Vorgänge sowie die anschließende Anwendung der elektrochemischen Reihe führt zum Verständnis des Zusammenhangs zwischen Elektrodenpotential und Konzentration. Der Einsatz von Schülerübungen bietet sich an.

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> – Elektrochem. Gleichgewicht – Galvanische Zellen – Kathode, Anode, Polung – Potentiale, Potentialdifferenzen – Spannungsreihe – Standardwasserstoffhalbzelle als Bezugshalbzellen | <ul style="list-style-type: none"> – Anwendung auf eine ausgewählte Halbzellen-Kombination – FÜ Physik: einheitliche Terminologie – Vorhersagbarkeit von Redoxreaktionen |
|---|---|

43 P	Säuren und Basen	12 Std
-------------	-------------------------	---------------

Bei der Einführung des Brönstedschen Säure-Base-Begriffs werden Kenntnisse der Schülerinnen und Schüler aus der Sekundarstufe I wieder aktiviert. Stoffkenntnisse zu wichtigen Säuren und Salzen sind das Fundament, auf dem weitergehende Erkenntnisse fußen. Vergleichende Betrachtungen verschiedener Säuren und Basen zeigen die Notwendigkeit zur Quantifizierung des Säure-Base-Begriffs. Auf der Grundlage quantitativer Betrachtungen können die Schülerinnen und Schüler die Bedeutung von Säuren, Basen und Salzen in ihrer Lebenswelt würdigen.

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> – Brönsted-Konzeption – Autoprotolyse des Wassers, pH-Wert – saure Lösung, alkalische Lösung, Neutralisation – Säurekonstanten einprotoniger Säuren, Basenkonstanten, pK-Werte – Anwendung der Brönsted-Theorie – Titration, Titrationskurve – Salzbildung – Verwendung von Salzen | <ul style="list-style-type: none"> – Protonenübertragung, Donator-Akzeptor-Prinzip – Anwendung des Massenwirkungsgesetzes – z.B. Haushaltschemikalien, Säuren in Lebensmitteln – einfache pH-Wert-Berechnungen (starke und schwache einprotonige Säuren) – Indikatoren – Hydrolyse – Puffer, FÜ Biologie: z.B. Puffersysteme im Blut – Durchführung einer Titration und Auswertung in Schülerübungen möglich – vertiefende Wiederholung von Stoffkenntnissen der Sekundarstufe I: Schwefelsäure, Salzsäure, Kohlenstoffsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure sowie Salze der genannten Säuren – Bildung schwer löslicher Salze als Analyse- sowie als Produktionsprinzip – Viele einfache Handversuche in Schülerübungen möglich – z.B. Düngemittel, Baumaterialien – Salze und Gesundheit: Kochsalz, Iodsalze, Abführmittel, Nitrat-Nitrit-Problematik – FÜ Biologie: Düngung, Eutrophierung |
|---|---|

44 W	Seifen - Waschmittel - Tenside	10 Std
-------------	---------------------------------------	---------------

Das Thema Waschmittel zeigt in besonderem Maße wie die Lösung eines Alltagsproblems durch die kombinierte Anwendung vielseitiger chemischer Erkenntnisse und durch Fortschritte in anderen Disziplinen (Technik, Biotechnologie) weiterentwickelt wird. Gleichzeitig wird deutlich wie die Chemie zur Entstehung und zur Bekämpfung von Umweltproblemen beiträgt.

<ul style="list-style-type: none"> - Herstellung von Seifen - physikalische und chemische Eigenschaften von Seifen - Waschvorgang, Nachteile von Seifen - Aufbau und Einteilung von Tensiden - Zusammensetzung eines modernen Waschmittels - Umweltbelastung durch moderne Waschmittel - kritische Auseinandersetzung mit Aussagen der Waschmittelwerbung 	<ul style="list-style-type: none"> - historischer Aspekt - Esterspaltung - hydrophil, hydrophob, lipophil, lipophob; Grenzflächenaktivität; monomolekulare Schichten; dispergierende, emulgierende und benetzende Wirkung - Abhängigkeit der Waschwirkung vom pH-Wert und Härtegrad; Wirkung auf Haut und Textilfasern - Aniontenside, Kationtenside, nichtionische Tenside, natürliche Tenside - Tenside, Enthärter, Bleichmittel, Enzyme, optische Aufheller, Parfümöle, Stellmittel - auch historische Entwicklung thematisieren - Wasserhärte und Enthärtung - Abbaubarkeit von Tensiden, Eutrophierung, Remobilisierung von Schwermetallen, Fällungsstufen in Kläranlagen, Detergentengesetz, OECD-Tensidtest, wirtschaftliche Aspekte
--	--

4 Lehrplanteil Leistungsfach

4.1 Vorbemerkungen

Neben der allgemein bildenden Funktion des Faches Chemie kommt es im Leistungsfach verstärkt darauf an eine allgemeine Studierfähigkeit, auch im Hinblick auf ein naturwissenschaftliches Studium, zu sichern. Die Schülerinnen und Schüler sollen im Leistungsfach Schlüsselqualifikationen erwerben, die sie befähigen komplexere Problemfelder zu erschließen und zu bearbeiten. Im Vergleich zum Grundfach müssen dazu vertiefte fachliche Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten erworben werden.

Hieraus ergibt sich folgendes Profil des Leistungsfaches:

- Bezüge zu Alltag, Umwelt und Lebenswelt durch Einbindung fachlicher Inhalte in sinnstiftende Kontexte
- Vermittlung von vertieftem Fachwissen ohne Anspruch auf Vollständigkeit
- Einführung in die Methoden der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung und Theoriebildung
- Verstärkte Einbeziehung quantitativer Aspekte und mathematischer Modelle
- Betonung mechanistischer Betrachtungen
- Durchgängiges Arbeiten mit Modellvorstellungen auf einem höheren Abstraktionsniveau
- Thematisierung gesellschaftlich relevanter Anwendungen aus Industrie und Technik
- Förderung sozialer Kompetenzen durch verstärkte Eigentätigkeit der Schülerinnen und Schüler, besonders im Bereich experimentellen Arbeitens
- Exemplarisches Arbeiten, auch im Sinne punktueller Vertiefungen

Für das Leistungsfach Chemie in den Jahrgangsstufen 11-13 werden vier Strukturierungsbeispiele (A bis D auf den Seiten 74 bis 91) angeboten.

An die graphische Darstellung der einzelnen Strukturierungsvorschläge schließt sich jeweils ein erläuternder Text an. Bei einer ähnlichen Auswahl und Anordnung der einzelnen Bausteine sind jedoch die inhaltlichen Schwerpunkte sowie die Kontexte durchaus verschieden. Dies wird durch die jeweiligen Texte deutlich.

Die Anordnung der Pflichtbausteine und die Verknüpfung mit weiteren Bausteinen aus dem Wahlbereich erfolgt nach unterschiedlichen Leitgedanken. Die angeführten Beispiele verstehen sich als Anregung zur Entwicklung eigener Strukturierungen.

Die höhere Zahl an Wahlbausteinen erlaubt eine individuelle Ausrichtung des Unterrichts an den Interessenlagen der Lehrenden und Lernenden sowie an lokalen und regionalen Gegebenheiten.

4.2 Übersicht über die Bausteine im Leistungsfach

LF		Pflicht- und Wahlbausteine		Pflichtbereich
		in alphabetischer Übersicht		220 Stunden
Nr		Std	Thema	Seite
		20	<i>Integrationsphase</i>	
51	Int		Oxidationsprodukte von Alkoholen	92
52	Int		Wdh - Alkohole	92
53	Int		Wdh - Bindungsvorstellungen	93
54	Int		Wdh - Formeln und Reaktionsgleichungen	93
55	Int		Wdh - Kohlenwasserstoffe	93
56	Int		Wdh - Quantitative Aspekte und Stöchiometrie	93
60	W	8	Alchemie	94
61	*	6	Aminosäuren und Peptide	94
62	***	10	Analytik I – Klassische Verfahren	95
63	***	10	Analytik II – Chromatographie und Photometrie	95
64	***	10	Analytik III – Strukturaufklärungsmethoden	96
65	P	8	Aromaten – Benzol und elektrophile Substitutionen	96
66	W	8	Arzneimittel	97
67	W	8	Atmosphärenchemie	97
68	P	8	Atombau I – Energiestufenmodell	98
69	W	6	Atombau II – Entwicklung von Atommodellen	98
70	W	8	Atombau III – Quantenmechanische Betrachtungen	99
71	P	10	Chemie im Betrieb	99
72	W	6	Chemie und Gesellschaft	100
73	P	8	Chemische Bindung I	100
74	**	7	Chemische Bindung II – Orbitalmodell	101
75	**	7	Chemische Bindung III – Gillespie-Nyholm-Modell	101
76	P	10	Chemisches Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz	102
77	****	5	Elektrochemie I – Elektrolyse	102
78	****	5	Elektrochemie II – Korrosion	102
79	****	5	Elektrochemie III – Elektrochemische Stromerzeugung	103
80	P	10	Energetik I – Enthalpien	103
81	W	6	Energetik II – Entropie und freie Enthalpie	103
82	W	5	Erdöl – Rohstoff und Energieträger	104
83	P	10	Farbstoffe I – Grundlagen und Synthesen	104
84	W	6	Farbstoffe II – Anwendungen und Färbeverfahren	104
85	W	6	Fette	105

Anmerkung:

Die Wiederholungsbausteine aus der Integrationsphase sollen nicht nur der reinen Wiederholung von Kenntnissen aus der Sekundarstufe I oder einer anschließenden Vertiefung dienen. Vielmehr bieten sie eine Möglichkeit unterschiedliche Lernvoraussetzungen in den aus verschiedenen Klassen oder Lerngruppen zusammengesetzten Kursen zu Beginn der Jahrgangsstufe 11 auszugleichen.

LF		Pflicht- und Wahlbausteine			Pflichtbereich
		in alphabetischer Übersicht			220 Stunden
Nr		Std	Thema		Seite
86	P	6	Gefahrstoffe		105
87	*	6	Kohlenhydrate I – Monosaccharide		106
88	W	6	Kohlenhydrate II – Oligo- und Polysaccharide		106
89	W	6	Kohlenhydrate III – Biotechnologie und Ernährungsphysiologie		107
90	P	10	Komplexchemie I – Grundlagen		107
91	W	6	Komplexchemie II – Strukturen und Anwendungen		108
92	P	8	Kunststoffe I – Stoffklassen und Syntheseverfahren		108
93	P	6	Kunststoffe II – Struktur und Eigenschaften		108
94	W	6	Kunststoffe III – Spezialkunststoffe		109
95	P	6	Kunststoffe IV – Umweltaspekte und Recycling		109
96	W	7	Lebensmittelchemie		110
97	W	7	Metalle I – Metallgewinnung		110
98	W	6	Metalle II – Strukturen und Legierungsbildung		110
99	W	6	Moderne Werkstoffe		111
100	W	7	Oszillationsreaktionen		111
101	W	8	Proteine I		112
102	W	7	Proteine II – Proteinbiosynthesen		112
103	W	7	Radioaktivität I – Grundlagen		113
104	W	6	Radioaktivität II – Anwendungen von Kernumwandlungen		114
105	P	6	Reaktionskinetik		114
106	P	8	Redoxchemie I – Grundlagen		115
107	P	8	Redoxchemie II – Elektrochemische Reaktionen-Redoxgleichgewichte		115
108	W	7	Redoxchemie III – Nernst-Gleichung und Anwendungen		116
109	P	10	Säuren und Basen I – pH- und pK-Werte		116
110	P	10	Säuren und Basen II – Anwendungen		117
111	W	8	Seifen - Waschmittel - Tenside		117
112	W	8	Silicium und Siliciumverbindungen		118
113	W	7	Strukturprinzipien und Kristallstrukturen		118
114	P	10	Synthesen I – Substitutionen		119
115	P	8	Synthesen II – Eliminierungen und Additionen		119
116	W	7	Synthesen III – Anwendungstechnische Substitutionen		120
117	P	6	Synthesen IV – Ester-Herstellung und Spaltung		120
118	P	6	Synthesen V – Reaktionen an der Carbonylgruppe		121

Anmerkung:

- * Ein Thema der genannten zwei Themen ist Pflichtthema.
- ** Ein Thema der genannten zwei Themen ist Pflichtthema.
- *** Ein Thema der genannten drei Themen ist Pflichtthema.
- **** Ein Thema der genannten drei Themen ist Pflichtthema.

LF		Pflicht- und Wahlbausteine geordnet nach Pflicht- und Wahlbausteinen - Pflichtbausteine -		Pflichtbereich 220 Stunden
Nr		Std	Thema	Seite
		20	<i>Integrationsphase</i>	
51	Int		Oxidationsprodukte von Alkoholen	92
52	Int		Wdh - Alkohole	92
53	Int		Wdh - Bindungsvorstellungen	93
54	Int		Wdh - Formeln und Reaktionsgleichungen	93
55	Int		Wdh - Kohlenwasserstoffe	93
56	Int		Wdh - Quantitative Aspekte und Stöchiometrie	93
65	P	8	Aromaten – Benzol und elektrophile Substitutionen	96
68	P	8	Atombau I – Energiestufenmodell	98
71	P	10	Chemie im Betrieb	99
73	P	8	Chemische Bindung I	100
76	P	10	Chemisches Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz	102
80	P	10	Energetik I – Enthalpien	103
83	P	10	Farbstoffe I – Grundlagen und Synthesen	104
86	P	6	Gefahrstoffe	105
90	P	10	Komplexchemie I – – Grundlagen	107
92	P	8	Kunststoffe I – Stoffklassen und Syntheseverfahren	108
93	P	6	Kunststoffe II – Struktur und Eigenschaften	108
95	P	6	Kunststoffe IV – Umweltaspekte und Recycling	109
105	P	6	Reaktionskinetik	114
106	P	8	Redoxchemie I – Grundlagen	115
107	P	8	Redoxchemie II – Elektrochemische Reaktionen-Redoxgleichgewichte	115
109	P	10	Säuren und Basen I – pH- und pK-Werte	116
110	P	10	Säuren und Basen II – Anwendungen	117
114	P	10	Synthesen I – Substitutionen	119
115	P	8	Synthesen II – Eliminierungen und Additionen	119
117	P	6	Synthesen IV – Ester-Herstellung und Spaltung	120
118	P	6	Synthesen V – Reaktionen an der Carbonylgruppe	121
61	*	6	Aminosäuren und Peptide	94
87	*	6	Kohlenhydrate I – Monosaccharide	106
74	**	7	Chemische Bindung II – Orbitalmodell	101
75	**	7	Chemische Bindung III – Gillespie-Nyholm-Modell	101
62	***	10	Analytik I – Klassische Verfahren	95
63	***	10	Analytik II – Chromatographie und Photometrie	95
64	***	10	Analytik III – Strukturaufklärungsmethoden	96
77	****	5	Elektrochemie I – Elektrolyse	102
78	****	5	Elektrochemie II – Korrosion	102
79	****	5	Elektrochemie III – Elektrochemische Stromerzeugung	103

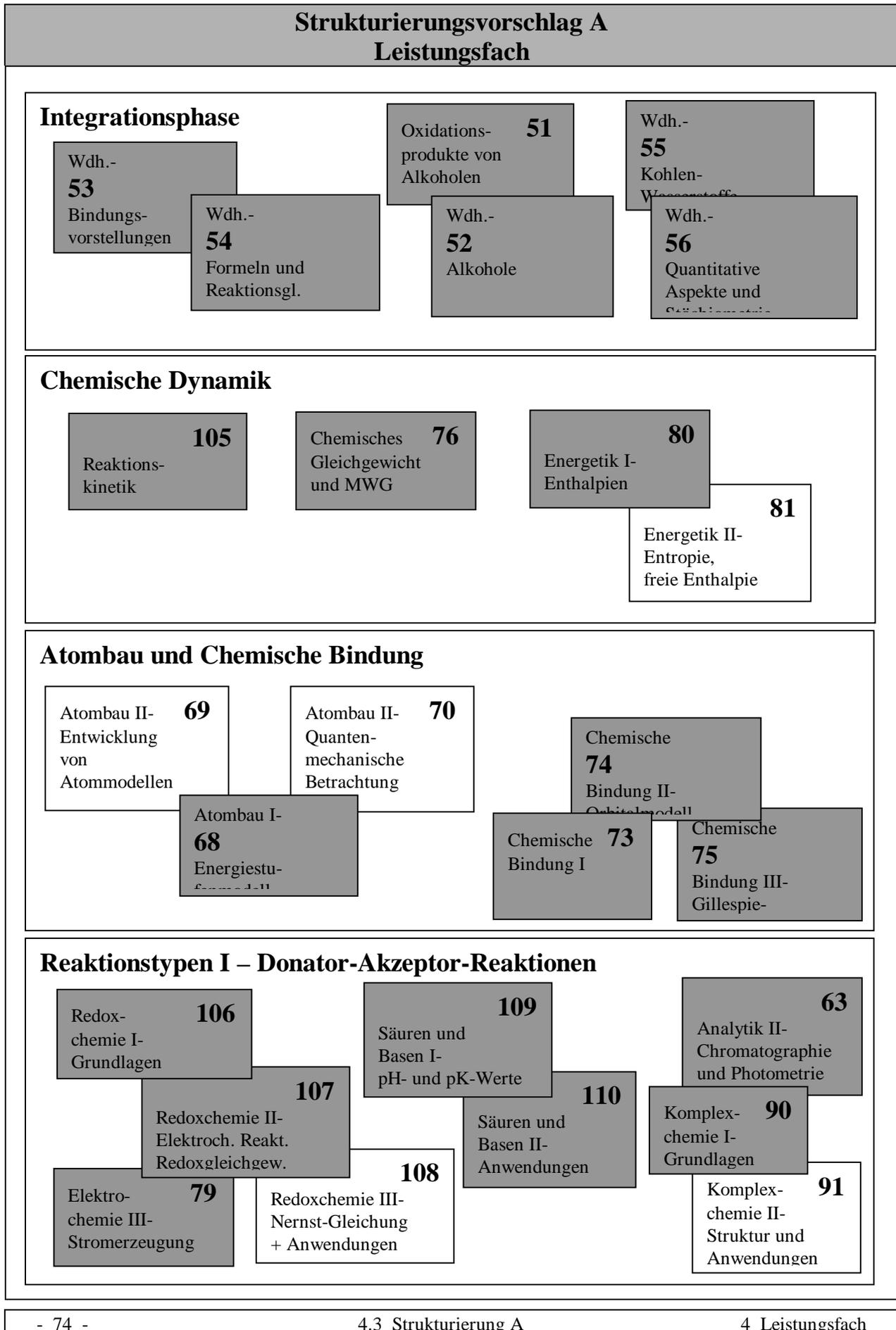
LF		Pflicht- und Wahlbausteine geordnet nach Pflicht- und Wahlbausteinen - Wahlbausteine -			Wahlbereich mind. 90 Stunden
		Nr	Std	Thema	
60	W	8	Alchemie	94	
66	W	8	Arzneimittel	97	
67	W	8	Atmosphärenchemie	97	
69	W	6	Atombau II – Entwicklung von Atommodellen	98	
70	W	8	Atombau III – Quantenmechanische Betrachtungen	99	
72	W	6	Chemie und Gesellschaft	100	
81	W	6	Energetik II – Entropie und freie Enthalpie	103	
82	W	5	Erdöl – Rohstoff und Energieträger	104	
84	W	6	Farbstoffe II – Anwendungen und Färbeverfahren	104	
85	W	6	Fette	105	
88	W	6	Kohlenhydrate II – Oligo- und Polysaccharide	106	
89	W	6	Kohlenhydrate III – Biotechnologie und Ernährungsphysiologie	107	
91	W	6	Komplexchemie II – Strukturen und Anwendungen	108	
94	W	6	Kunststoffe III – Spezialkunststoffe	109	
96	W	7	Lebensmittelchemie	110	
97	W	7	Metalle I – Metallgewinnung	110	
98	W	6	Metalle II – Strukturen und Legierungsbildung	110	
99	W	6	Moderne Werkstoffe	111	
100	W	7	Oszillationsreaktionen	111	
101	W	8	Proteine I	112	
102	W	7	Proteine II – Proteinbiosynthesen	112	
103	W	7	Radioaktivität I – Grundlagen	113	
104	W	6	Radioaktivität II – Anwendungen von Kernumwandlungen	114	
108	W	7	Redoxchemie III – Nernst-Gleichung und Anwendungen	116	
111	W	8	Seifen - Waschmittel - Tenside	117	
112	W	8	Silicium und Siliciumverbindungen	118	
113	W	7	Strukturprinzipien und Kristallstrukturen	118	
116	W	7	Synthesen III – Anwendungstechnische Substitutionen	120	

Anmerkungen:

- * Ein Thema der genannten zwei Themen ist Pflichtthema.
- ** Ein Thema der genannten zwei Themen ist Pflichtthema.
- *** Ein Thema der genannten drei Themen ist Pflichtthema.
- **** Ein Thema der genannten drei Themen ist Pflichtthema.

Aus dem Bereich der Wahlbausteine ist eine Auswahl nach der jeweiligen Strukturierung zu treffen, so dass eine Mindeststundenzahl von 90 Stunden erreicht wird.

4.3 Strukturierungsvorschläge Leistungsfach



Strukturierungsvorschlag A Leistungsfach

Reaktionstypen II- Reaktionen und Mechanismen in der Organischen Chemie

114 Synthesen I- Substitution	115 Synthesen II- Eliminierungen + Additionen	118 Synthesen V- Reakt. an der Carbonvleruppe	65 Aromaten: Benzol und SE-Reaktion
		117 Synthesen IV- Ester	116 Synthesen III- Anwendungstechn. Substitutionen

Makromoleküle – Hochpolymere, Biopolymere, Naturstoffe

92 Kunststoffe I- Stoffklassen und Synthefeverfahren	61 Amino- säuren und	87 Kohlen- hydrate I- Monosaccharide
93 Kunststoffe II- Struktur + Eigenschaften	101 Proteine I	88 Kohlen- hydrate II- Oligo- und Polysaccharide

Chemie in Industrie, Umwelt und Alltag

86 Kunststoffe I- Stoffklassen und Synthefeverfahren	71 Chemie im Betrieb	84 Farbstoffe II- Anwendungen und Färbe- verfahren	103 Radioaktivität I – Grundlagen
95 Kunststoffe II- Struktur + Eigenschaften	83 Farbstoffe I- Grundlagen und Synthesen		104 Radioaktivität II – Anwendg. von Kernumwandl.

Strukturanalytische Fragen in der Chemie

113 Struktur prizipien und Kristall-	64 Analytik III – Strukturauf- klärungs- methoden	97 Metalle I- Metallge- winnung	98 Metalle II Strukturen und Legierungs- bildung
			99 Moderne Werkstoffe

Strukturierungsvorschlag A

Leistungsfach

Die Abfolge der Themenbereiche orientiert sich im Wesentlichen an der klassischen Fachsystematik. Ausgehend von Phänomenen auf stofflicher Basis erfolgt die systematische Erfassung auf struktureller Ebene, die gewissermaßen sich wiederholende Leitlinien der Chemie erkennen lässt. Um dieses Gerüst herum rankt sich die Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler, so dass die oft ungeordnete Vielfalt des Vorwissens der Schülerinnen und Schüler mit Hilfe der Fachsystematik geordnet und strukturiert werden kann. Hierbei ist es ohne weiteres möglich fachübergreifende und fächerverbindende Themen unter den o.g. Aspekten zu behandeln.

Der im Folgenden aufgeführte Vorschlag stellt nur eine von mehreren Varianten dar, wobei innerhalb der einzelnen Themenbereiche Umgruppierungen durchaus möglich sind. Die beiden Themenbereiche „Strukturanalytische Fragen in der Chemie“ und „Chemie in Industrie, Umwelt und Alltag“ lassen sich entweder an geeigneten Themen integrativ einbinden oder als eigenständige Themen behandeln.

◆ **Chemische Dynamik**

Im Mittelpunkt stehen Fragen nach dem stofflichen und energetischen Umsatz von Edukten zu Produkten sowie nach der Spontaneität und dem Ausmaß von Reaktionen. Auf diese Fragen geben die Gebiete der Energetik und des Chemischen Gleichgewichtes Antwort. Die Frage nach dem zeitlichen Verlauf von Reaktionen, also nach der Reaktionsrate und deren Beeinflussung, wird von der Kinetik beantwortet. Hierbei ermöglicht die Betrachtung der Kinetik einen mehr theoretischen Zugang zur Bestimmung von Gleichgewichtskonstanten, die quantitative Untersuchung des Stoffumsatzes ausgewählter Reaktionen wie z.B. die klassische Esterbildung oder Esterhydrolyse einen experimentellen Einstieg in die Gleichgewichtslehre. Letztere Betrachtung bietet einen direkten Anschluss an die Integrationsphase.

◆ **Atombau und Chemische Bindung**

Fragen zum Aufbau und zum Zusammenhalt der Materie führen zwangsläufig zur Behandlung des Atombaus und der Chemischen Bindung. Bei der Behandlung der Geometrie der Elektronenhülle können Grundlagen des Orbitalmodells erarbeitet werden. Die Schülerinnen und Schüler erfahren außerdem die für die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung typische Wechselbeziehung zwischen Experiment und Theorienbildung. Sie lernen auch Paradigmen und Paradigmenwechsel kennen. Zudem werden sie mit dem auch für die Naturwissenschaften typischen Wechselspiel zwischen Weltbild - Gesellschaft - Wissenschaft vertraut gemacht.

◆ **Reaktionstypen I - Donator-Akzeptor-Reaktionen**

Den Schülerinnen und Schülern ist aus der Sekundarstufe I (Klasse 10) bereits das Donator-Akzeptor-Prinzip aus der Säure-Base-Chemie in Grundzügen bekannt. Sie erfahren, dass dieses Prinzip auch als Ordnungskriterium für Redoxreaktionen dienen kann. Als Einstieg in die Redoxchemie können bekannte Gleichgewichtsreaktionen wieder aufgegriffen und einer vertiefenden Betrachtung zugeführt werden. Ausgewählte elektrochemische Prozesse im Anschluss an die

Strukturierungsvorschlag A

Leistungsfach

Redoxchemie nehmen unmittelbaren Bezug zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler. Eine Erweiterung des Donator-Akzeptor-Prinzips auf Elektronenpaare führt zur Komplexchemie. Kenntnisse aus dem Bereich der Chemischen Bindung werden erweitert und vertieft. So kann z.B. die Anwendung der Edelgasregel nach Sidgwick und Powell, kombiniert mit der Anwendung von Molekülgeometrien, zum Verständnis des Aufbaus von Komplexverbindungen und Komplexreaktionen eingesetzt werden.

◆ **Reaktionstypen II - Reaktionen und Mechanismen in der Organischen Chemie**

Im Sinne des zuvor entwickelten Leitfadens kann die Vielfalt der Reaktionen in der Organik leichter erfasst und systematisiert werden. Neben den mehr klassischen, von der Stoffchemie kommenden Ordnungskriterien wie z.B. Substitutionen, Additionen oder Reaktionen zwischen verschiedenen funktionellen Gruppen u.Ä. lassen sich unter dem Gesichtspunkt „Struktur-Reaktivitäts-Reaktionswege“ die genannten Reaktionstypen nach Reaktionsmechanismen stärker differenzieren und ordnen.

◆ **Makromoleküle - Hochpolymere, Biopolymere und Naturstoffe**

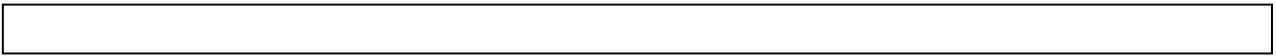
Aus der Kenntnis der bisher erarbeiteten Ordnungskriterien ergeben sich die Strukturen von Makromolekülen als Weiterführung der Reaktionen in dem Sinne, dass bi- oder polyfunktionelle Verbindungen miteinander reagieren. Ein typisches Beispiel hierfür ist der Weg vom Ester zum Polyester oder vom Urethan zum Polyurethanschaum. Vergleichende Betrachtungen bei Poly-amiden führen recht schnell zu den Biopolymeren.

◆ **Chemie in Industrie, Umwelt und Alltag**

Die in der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler unmittelbar erfahrbare Chemie kann auf wenige Felder zurückgeführt werden, die sich im weitesten Sinne um „Chemie im Betrieb“ gruppieren lassen. Alltagsbezüge lassen sich problemlos herstellen wie z.B. bei der Frage nach der Herstellung eines zum Färben von Kleidung benötigten Farbstoffes, der auch noch den Kriterien der Lichtechtheit, Waschbeständigkeit oder der gerade aktuellen Farbgebung genügen muss. Auch die in der Öffentlichkeit immer wieder auftauchenden Fragen nach der Gefährlichkeit von Chemikalien und Chemieprodukten sowie Fragen zum sicherheitsrelevanten Umgang mit Chemikalien können ohne weiteres eingebunden werden.

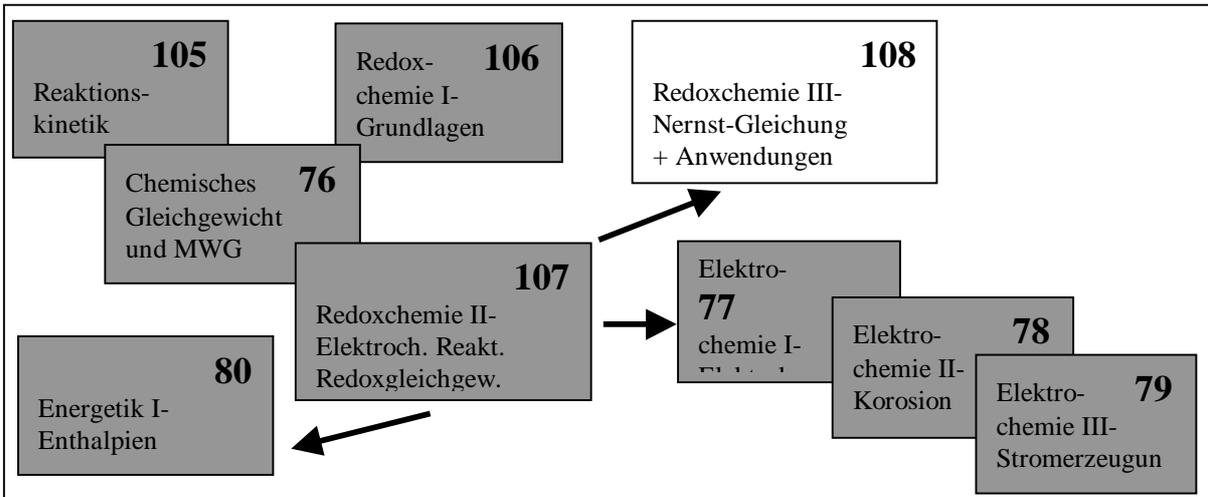
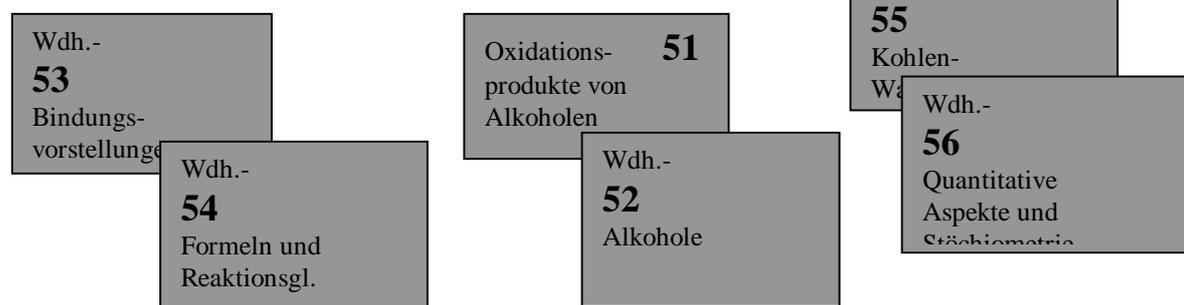
◆ **Strukturanalytische Fragen in der Chemie**

Eigenschaften klassischer Werkstoffe wie Metalle und Legierungen sind erst verständlich bei Kenntnis der zugrundeliegenden Strukturen. Somit können hier im Anschluss an strukturchemische Betrachtungen Grundlagen zum tieferen Verständnis der Wechselbeziehungen zwischen Struktur und vorhersagbaren Eigenschaften ausgewählter Reaktionen und Stoffe an Beispielen aus dem Gebiet der Werkstoffkunde gelegt werden.

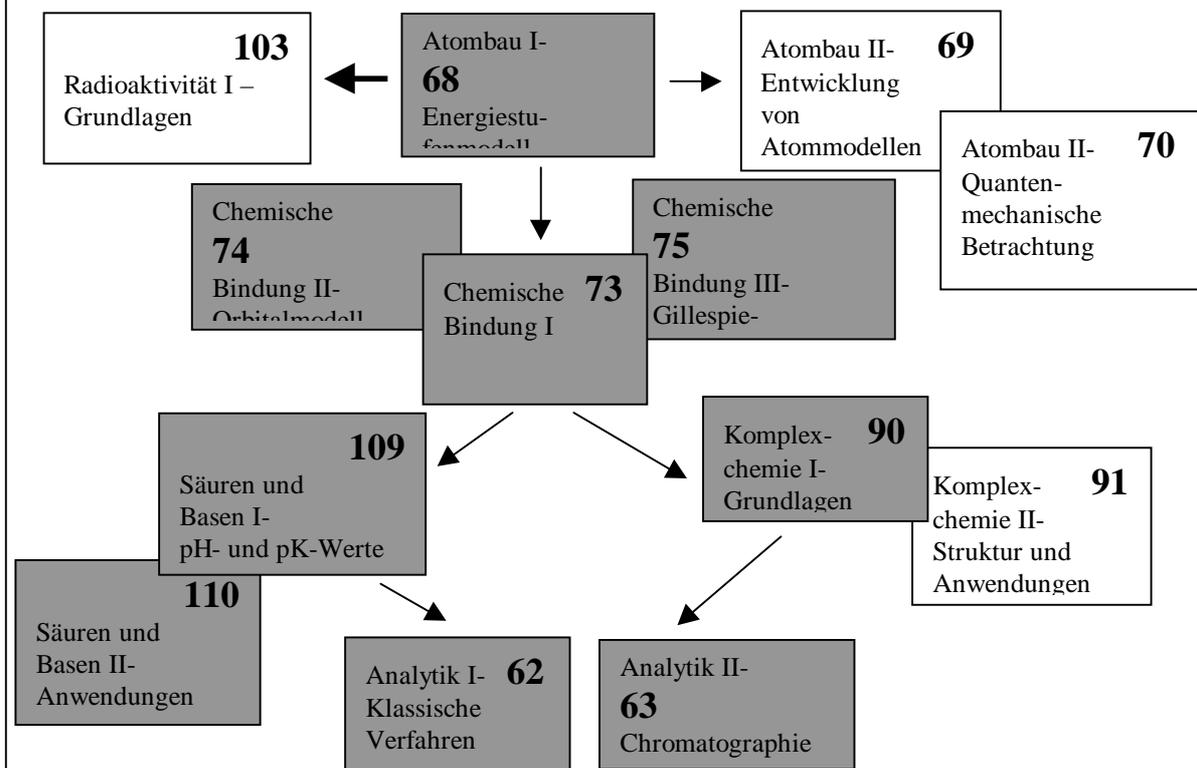


Strukturierungsvorschlag B Leistungsfach

Integrationsphase

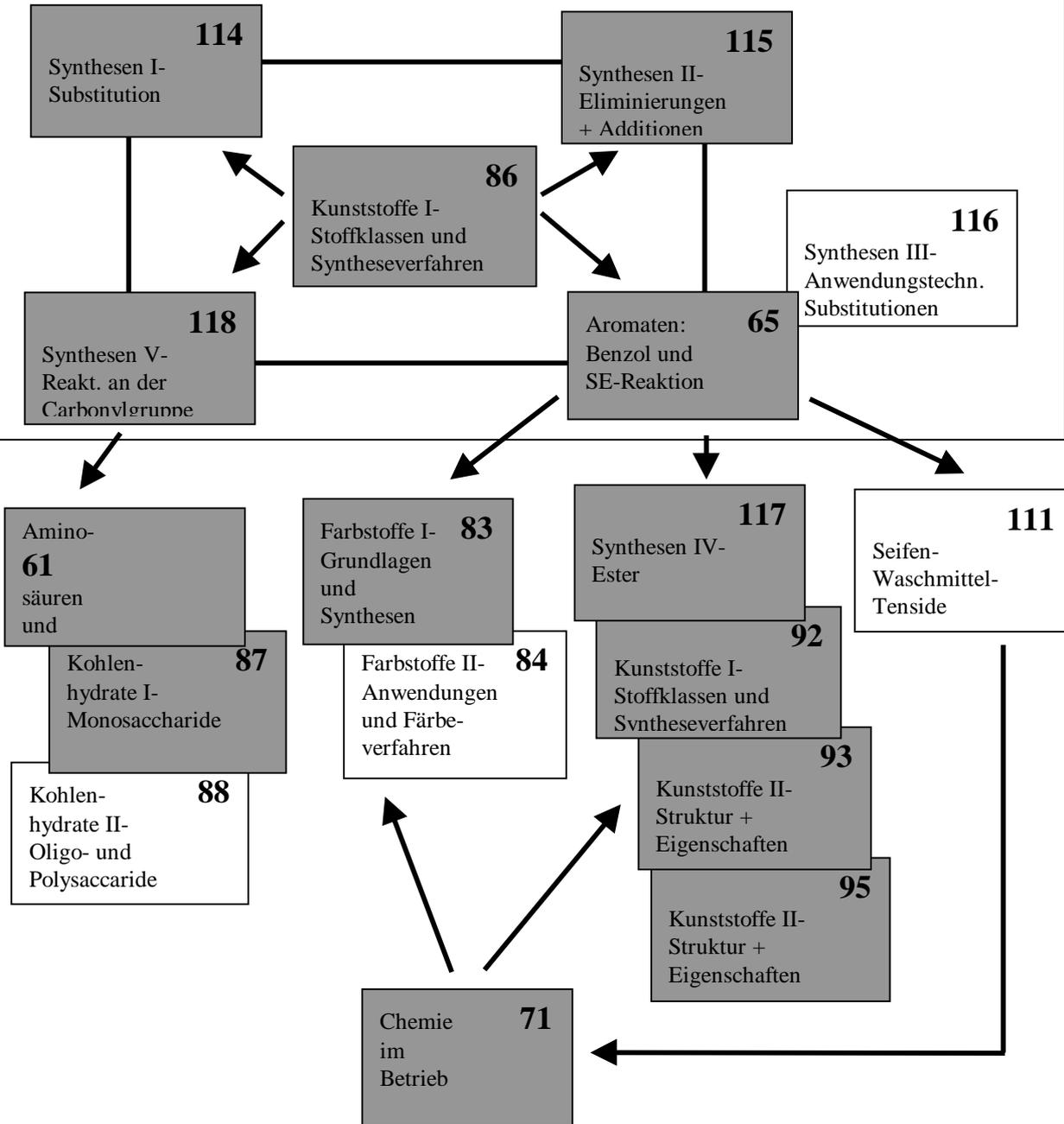


Vom Atom zum Teilchenaggregat

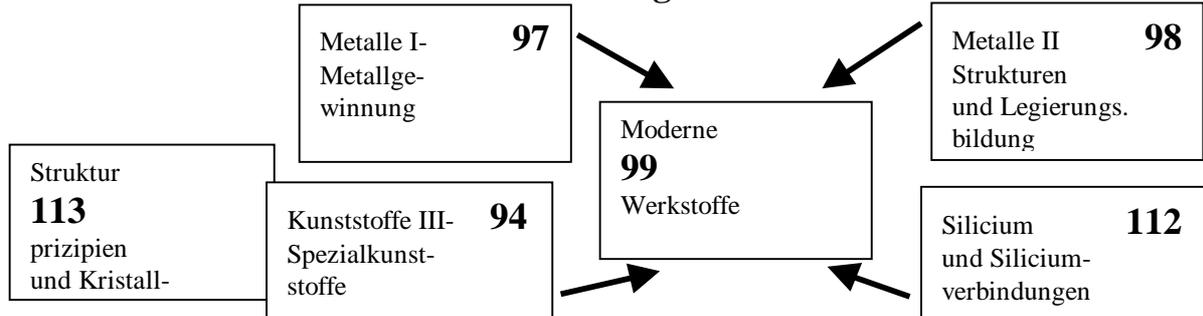


Strukturierungsvorschlag B Leistungsfach

Synthesen und Mechanismne in der Organischen Chemie



Werkstoffe – Strukturen und Anwendungen



Strukturierungsvorschlag B

Leistungsfach

◆ Integrationsphase

◆ Redoxreaktionen und Gleichgewichtsreaktionen

Die Redoxchemie erlaubt den unmittelbaren Anschluss an die Integrationsphase, indem eine Systematisierung der Oxidationsprodukte von Alkoholen auf der Basis des erweiterten Oxidationsbegriffes möglich ist. Weitere einfache und zum Teil bereits aus der Sekundarstufe I bekannte Redoxreaktionen lassen sich ohne weiteres einordnen und führen u.a. zur Redoxreihe der Metalle. Somit ist ein direkter Weg zu elektrochemischen Reaktionen mit gleichzeitiger Betrachtung der damit verbundenen energetischen Umsetzungen gegeben. Alternativ kann aber auch zuerst der Weg von Redoxgleichgewichtsreaktionen zur Behandlung des Chemischen Gleichgewichts eingeschlagen werden, wobei die Betrachtung einfacher kinetischer Grundlagen eine ergänzende Hinführung bedeutet.

Bei einer weiter gehenden Betrachtung von Redoxreaktionen taucht immer wieder die Frage nach der Bildung von Ionen und Ionenverbänden auf. Somit ist eine Betrachtung der damit einhergehenden Phänomene unabdingbar und führt letztlich zur Thematik des Atombaus und der Chemischen Bindung. Dies führt dann zu einem größeren thematischen Abschnitt im Sinne der nachstehend skizzierten Leitgedanken.

Im weiteren Verlauf des Unterrichtsganges stehen die drei Themenbereiche und somit auch Leitgedanken „Vom Atom zum Teilchenaggregat“, „Synthesewege in der Organischen Chemie“ sowie „Werkstoffe - Strukturen und Anwendungen“ im Vordergrund. Umwelt- und Alltagsbezüge, in allen Themenbereichen an entsprechenden Stellen integriert, bilden den unmittelbaren Bezug zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler.

◆ Vom Atom zum Teilchenaggregat

Ausgehend von ersten Vorstellungen über den Aufbau der Materie können die Schülerinnen und Schüler in einem historischen Rückblick die Entwicklung von Modellvorstellungen nachvollziehen. Sie erfahren die für die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung typische Wechselbeziehung zwischen Experiment und Theorienbildung. Sie lernen hierbei nicht nur Paradigmen und Paradigmenwechsel in den Naturwissenschaften kennen, sondern auch den Stellenwert der Naturwissenschaften innerhalb der Gesellschaft sowie die hiervon nicht zu lösende Wissenschaftshistorie des Faches Chemie.

Auf dem weiteren Weg vom Atom zu größeren Verbänden erfahren die Schülerinnen und Schüler, dass die Wechselwirkungen zwischen Struktur, Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten auf der Grundlage von Kenntnissen aus dem Gebiet der Chemischen Bindung besser verstanden werden können.

Die sowohl aus der Sekundarstufe I als auch aus der Redoxchemie bekannten Prinzipien der Donator-Akzeptor-Reaktionen werden im Themengebiet „Säuren und Basen“ wieder aufgegriffen, vertieft und auf die Chemie von Komplexverbindungen übertragen. Kenntnisse ausgewählter Regeln aus dem Bereich der Bindungslehre erleichtern zudem das Verständnis vom Aufbau von Komplexverbindungen. Anwendungen der Komplexchemie aus dem Bereich „Natur und Tech-

Strukturierungsvorschlag B

Leistungsfach

nik“ ermöglichen die Einbeziehung der Lebens- und Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler. Der Einsatz photometrischer Verfahren sowohl bei der Strukturaufklärung von Komplexverbindungen als auch beim Einsatz von Schnelltests im Rahmen von Gewässeruntersuchungen zeigt die zunehmende Bedeutung moderner analytischer Verfahren. Dieser Aspekt wird im weiteren Verlauf des Unterrichtsganges im Rahmen der organischen Synthesemethoden wieder aufgegriffen.

◆ **Synthesen und Mechanismen in der Organischen Chemie**

Die systematische Betrachtung einzelner Reaktionsmechanismen eröffnet dem Chemiker neue Wege für Syntheseverfahren, wobei Kenntnisse aus dem Bereich des Atombaus und der Chemischen Bindung auch zunächst ungewöhnlich erscheinende Wege erschließen können. Parallel durchgeführte Untersuchungen mit Hilfe moderner Analysemethoden erlauben sowohl die Überprüfung der gewählten Reaktionswege als auch die Effizienz neuer Reaktionen und lassen ein weiteres Mal die Bedeutung der analytischen Chemie erkennen. Die ausführlichere Beschäftigung mit mechanistischen Betrachtungen wird auch dadurch unterstrichen, dass deutlich gemacht werden kann, wie einerseits Hypothesen und Theorien entwickelt werden, andererseits aber immer der Unterstützung durch geeignete Experimente zu ihrer Verifikation bedürfen.

Ausgewählte Synthesen, die in erster Linie aus dem Bereich der Aromatenchemie starten, führen zur gesamten Palette der Kunststoff- und Farbstoffchemie, wobei die Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler mühelos eingebunden werden kann.

An geeigneten Beispielen nicht nur aus dem Bereich der industriellen Chemie kann die Wechselbeziehung zwischen ökologischen und ökonomischen Interessen bei der Umsetzung von Reaktionen aus dem Labormaßstab in die industrielle Produktion erarbeitet werden. Hierzu ist eine Betriebserkundung unverzichtbarer Bestandteil des Unterrichtsganges.

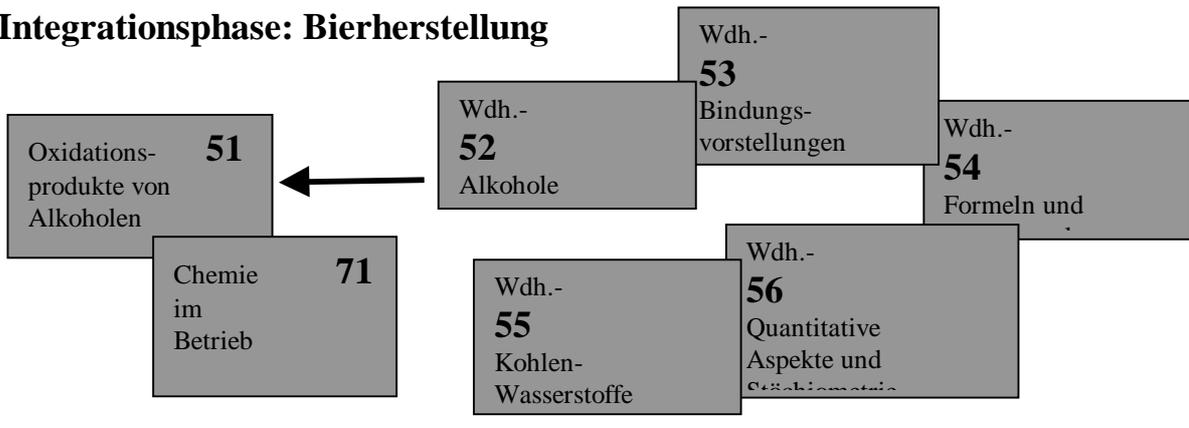
◆ **Werkstoffe - Strukturen und Anwendungen**

Die zunehmende Bedeutung moderner Werkstoffe wie z.B. Leiterpolymere, Plutonfasern oder im Motorenbau verwendete Keramiken sowie Mikrochips und Halbleitermaterialien lässt die Schülerinnen und Schüler nicht nur die Frage nach der Herstellung und Verwendung, sondern auch nach der Struktur dieser neuen Verbindungen stellen. Antworten hierzu finden sie in dem dritten Themenkomplex.

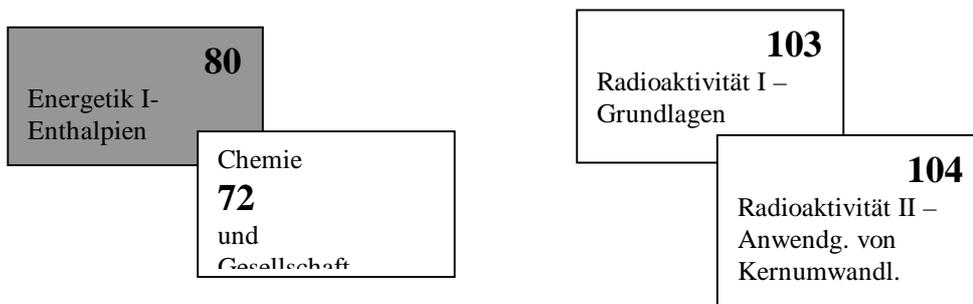
Ausgehend von Strukturen und Eigenschaften klassischer Werkstoffe aus dem Bereich der Metalle und Legierungen werden nicht nur die Eigenschaften moderner Werkstoffe erschlossen, sondern auch die mit der Herstellung und Verwendung verbundenen Probleme der Wiederverwertbarkeit und des stofflichen Recyclings angesprochen. Ergänzend lassen sich umweltrelevante Themen wie die Belastung von Abwässern, Böden oder der Atmosphäre an ausgewählten Beispielen aus den Gebieten der Aufbereitung von Erzen oder der Reinstherstellung von Metallen wie Aluminium oder Silicium leicht einarbeiten.

Strukturierungsvorschlag C Leistungsfach

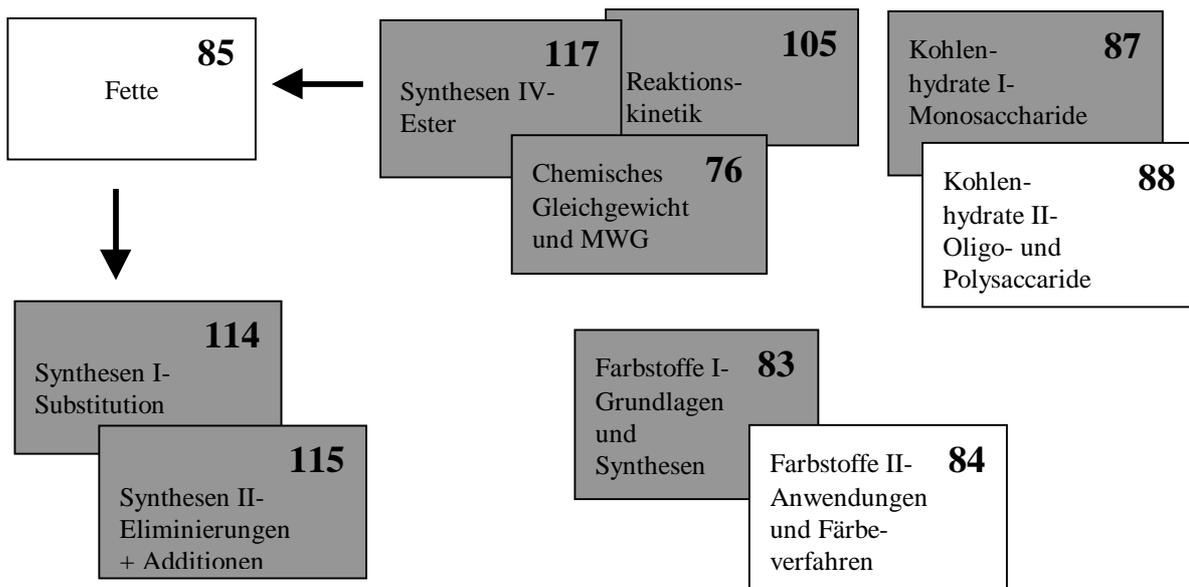
Integrationsphase: Bierherstellung



Herausforderung Energieversorgung

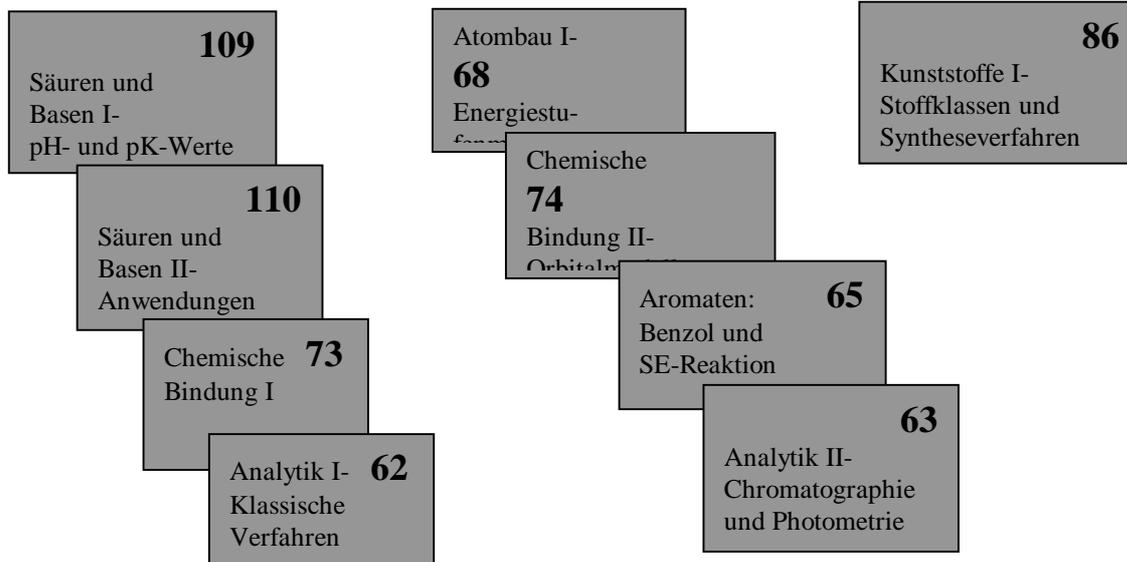


Herausforderung Nachwachsende Rohstoffe

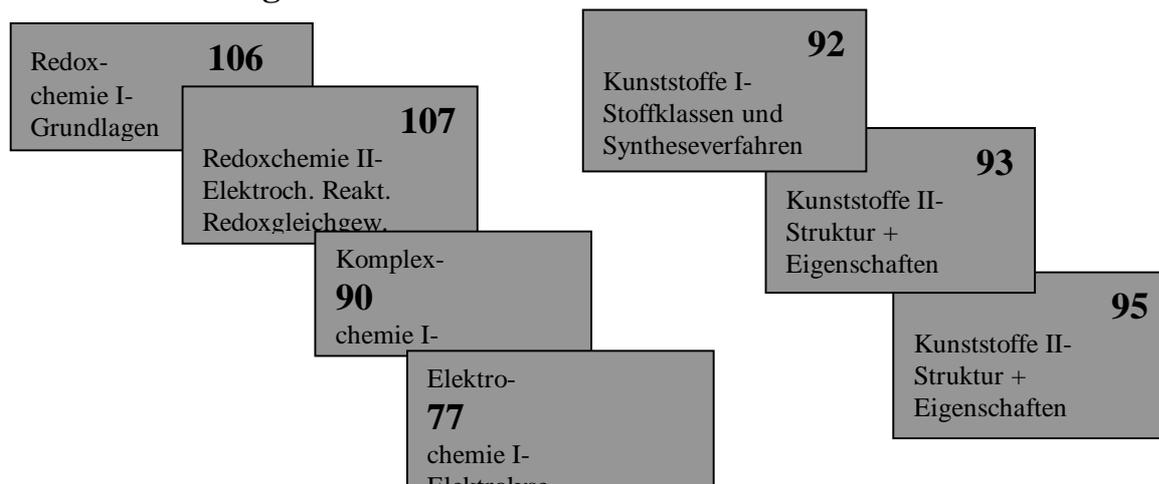


Strukturierungsvorschlag C Leistungsfach

Herausforderung Umweltverschmutzung und Umweltschutz



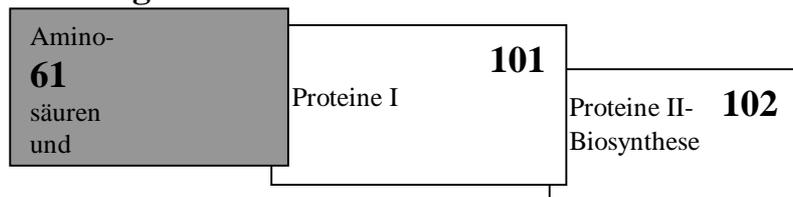
Herausforderung Stoffströme



Herausforderung Moderne Werkstoffe



Herausforderung Gentechnik



Strukturierungsvorschlag C

Leistungsfach

Integrationsphase: Bierherstellung

Im Sinne einer horizontalen Durchlässigkeit zwischen Grund- und Leistungsfach beginnt dieser Kurs wie der Strukturierungsvorschlag A im Grundkurs (vgl. S.28-31) mit dem Kontext „Bier“. Die Abgrenzung zum Grundkurs ergibt sich aus den Inhalten der Bausteine. Die Erkundung einer Brauerei rundet die Unterrichtsreihe ab.

Leitgedanke: Herausforderungen der Chemie

Dieser Vorschlag zeigt, wie Probleme in der Vergangenheit angegangen und mit Hilfe naturwissenschaftlicher Erkenntnisse gelöst wurden und welche Perspektiven es für die aktuellen Probleme gibt. Gleichzeitig bietet er zahlreiche Gelegenheiten auf das Beziehungsgeflecht der Chemie zu anderen Naturwissenschaften, zu Politik, Technik usw. einzugehen. Er leistet so einen Beitrag um einer „no-future“-Haltung mit Zuversicht, Einsicht und Weitsicht zu begegnen.

Methodisch bietet es sich an projektorientiert zu arbeiten, Informationsbeschaffung und Informationsauswertung zu üben und außerschulische Lernorte einzubeziehen. Wirtschaftsunternehmen, Behörden (chem. Untersuchungsamt, Gesundheitsamt, Gewerbeaufsichtsamt) und Forschungsabteilungen von Betrieben und Ausbildungseinrichtungen können wertvolle Unterstützung leisten.

Zu Beginn des Kurses erstellen die Schülerinnen und Schüler eine „mind map“ und arbeiten so an der Strukturierung ihres Unterrichts mit. Ein möglicher Ablauf ist hier dargestellt. Er lässt sich leicht und vielfältig abwandeln und den Bedürfnissen der konkreten Unterrichtssituation anpassen.

Als übergeordnete Ursache der vielfältigen Herausforderungen erweist sich die rasant wachsende Weltbevölkerung, die auch in Zukunft eine möglichst hohe Lebensqualität anstrebt. Lösungsansätze für die Versorgung mit Nahrungsmitteln, Energie und Rohstoffen bei gleichzeitiger Schonung der Umwelt werden thematisiert.

Herausforderung Energieversorgung

Die Betrachtung der historischen Entwicklung der Energieversorgung von Holz über Torf, Kohle und Erdöl zur Kernenergie steht am Beginn der Reihe.

Quantitative Betrachtungen u.a. zur CO₂-Bilanz zeigen die besondere Bedeutung und Problematik der Verbrennung fossiler Energieträger. Die Suche nach Alternativen zu fossilen Energieträgern leitet über zu den Möglichkeiten der Nutzung von Energie aus nachwachsenden Rohstoffen, Wasserstofftechnologie, Biogas, Gezeiten-, Solar- und Kernenergie. Die Diskussion der Vor- und Nachteile der verschiedenen Alternativen zeigt den traditionellen Konflikt zwischen ökologischen, ökonomischen und sozialen Aspekten und die Bedeutung dieser Bereiche für die Tragfähigkeit von Entscheidungen. Die Verantwortung des Einzelnen, der Naturwissenschaftler und der Medien wird deutlich.

Strukturierungsvorschlag C

Leistungsfach

Herausforderung Nachwachsende Rohstoffe

Ausgangspunkt für den Unterricht sind aktuelle Informationen der Medien und Vorinformationen der Schülerinnen und Schüler zu stofflichen und energetischen Aspekten. Als Unterrichtsbeispiel zum Bereich der Fette eignet sich die Rapspflanze und die technische Weiterverarbeitung des gewonnenen Öls, um Synthesewege zu erarbeiten, die zu einer großen Produktpalette führen. Die Kohlenhydrate spielen in der Praxis eine wichtige Rolle als nachwachsende Rohstoffe. Die Schülerinnen und Schüler lernen chemische, biotechnologische und enzymatische Verfahren kennen um gewünschte Produkte herzustellen. Die Farbgebung der entsprechenden Produkte ist der Anlass für die Bearbeitung der Farbstoffchemie.

Herausforderung Umweltverschmutzung und Umweltschutz

Aus dem Bereich der Anorganik werden Säuren, Laugen und Salze, aus dem Bereich der Organik Aromaten herausgegriffen. An ihrem Gefahrenpotential wird die Rolle moderner analytischer Verfahren herausgearbeitet. Vorkommen, Herstellung und Verwendung relevanter Stoffe bilden die Grundlage zur Diskussion von Einsparmöglichkeiten, Ersatzstoffen und Reinigungsverfahren.

Herausforderung Stoffströme

Als Kontext eignet sich der Bereich des Verpackungsmaterials. Gewinnungs- und Recyclingverfahren für Metalle sind angesichts begrenzter Ressourcen von großer Bedeutung. Die technischen Verfahren basieren häufig auf Redoxreaktionen und Komplexreaktionen. Kunststoffabfall ist ein sehr aktuelles Problem. Kenntnisse über Aufbau und Eigenschaften der Kunststoffe sind eine notwendige Voraussetzung um eine sinnvolle Abfallbehandlung durchzuführen.

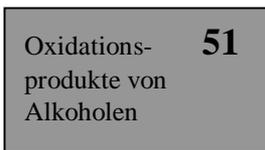
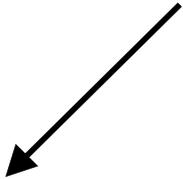
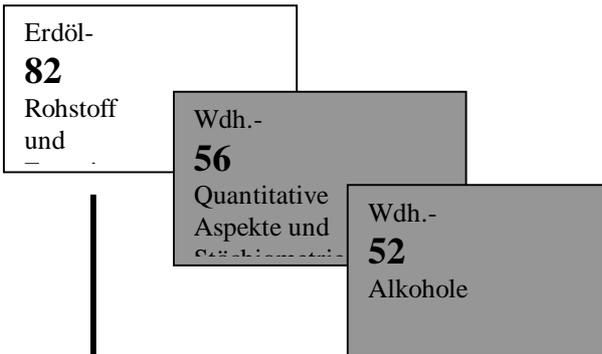
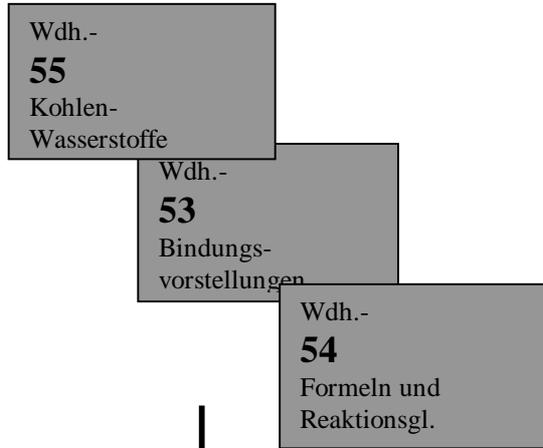
Herausforderung Moderne Werkstoffe

Auf vielen Gebieten können die Eigenschaften von Metallen und Kunststoffen den Anforderungen der Technik nicht mehr genügen. So erweist sich z.B. die Technische Keramik als zukunftssträchtiger Forschungs- und Industriezweig. Am Beispiel „Keramik im Auto“ lassen sich grundlegende Materialien und Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften erarbeiten.

Herausforderung Gentechnologie

Ausgehend von den heute schon sehr vielfältigen Anwendungen in den Bereichen Medizin, Lebensmittel, Pflanzenschutz und Umweltschutz werden Grundlagen der Proteinbiosynthese und der Gentechnik erarbeitet. Die Bedeutung der Gentechnik in Kombination mit anderen biotechnischen Verfahren für weitere „Herausforderungen“ wird beleuchtet und in Zusammenarbeit mit anderen Unterrichtsfächern auch in ihren nichtnaturwissenschaftlichen Dimensionen erörtert.

Strukturierungsvorschlag D Leistungsfach



Integrationsphase

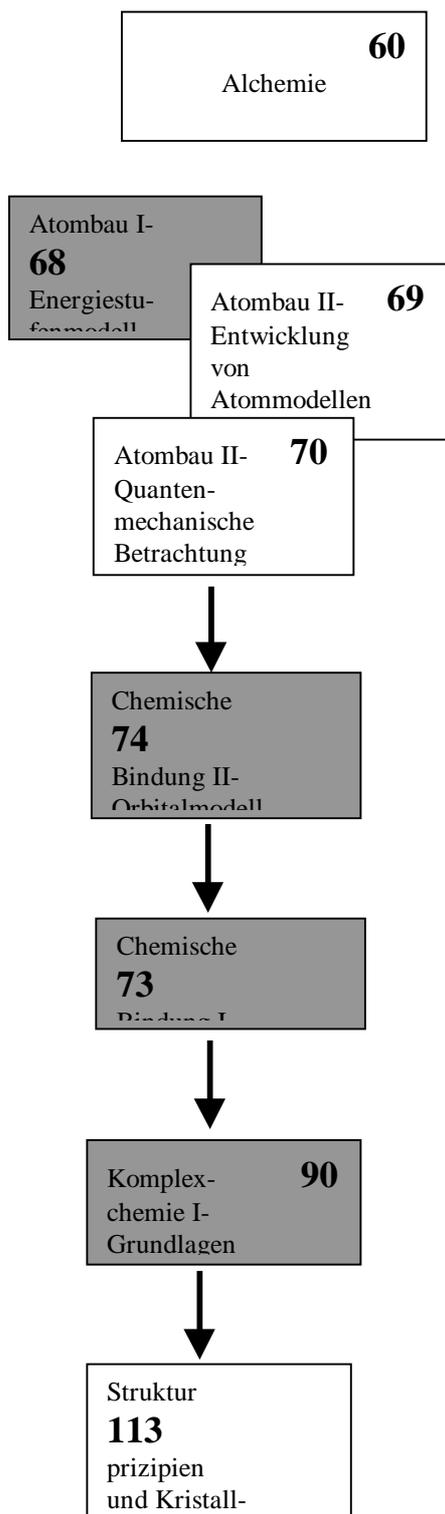
- Organische Grundstoffe -

Die Integrationsphase steht ganz im Zeichen des Übergangs von der Sekundarstufe I zur Sekundarstufe II. Sie ist wesentlicher Bestandteil der Einführungsphase.

Das Thema Organische Grundstoffe bietet einen Rahmen für vielfältige Wiederholungs- und Vertiefungsmöglichkeiten.

Stoffeigenschaften und einfache Reaktionen aus dem Bereich organischer Verbindungen führen zu Bindungsvorstellungen und Deutungen des Reaktionsgeschehens auf molekularer Ebene. So ergibt z.B. ein Vergleich der Lösemittleigenschaften von Alkanen und Alkoholen die Gelegenheit kovalente Bindungen und Polarität zu diskutieren. Ihre Verwendung als Kraftstoffe leitet über zu Verbrennung und Oxidation. Sanftere Oxidation ergibt letztlich Aldehyde, Ketone und Carbonsäuren. Die Säureeigenschaften der Carbonsäuren werden mit bekannten Mineralsäuren verglichen. Ionenbindung und Salzbildung, hier vielleicht am Beispiel der Nierensteine, des Weinsteins oder des Glutamats, lassen sich mit Beispielen aus der anorganischen Chemie vergleichen. Stöchiometrische Betrachtungen und das Rechnen mit Konzentrationsangaben und molaren Größen runden die Wiederholungssequenz ab. Damit wurden ein gewisser Überblick über die wichtigsten Stoffklassen der organischen Chemie gegeben, grundlegende Formalismen aufgefrischt und Gelegenheit eingeräumt Wissenslücken zu schließen. Auf dieser Basis sollte im Weiteren aufgebaut werden können.

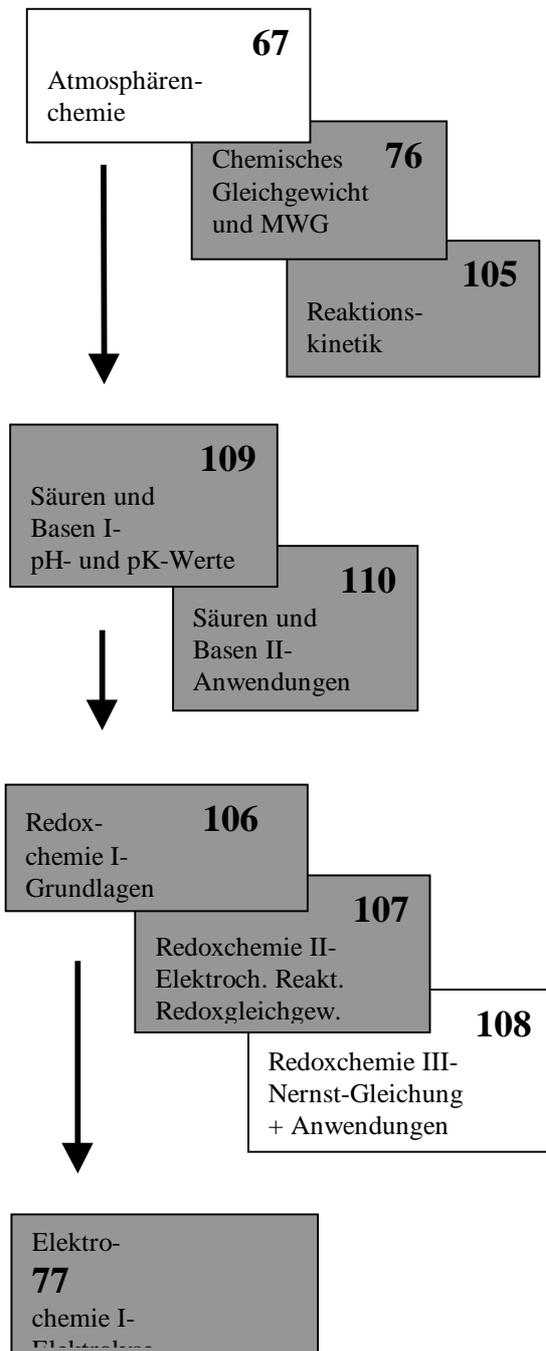
Strukturierungsvorschlag D Leistungsfach



Das Werden der Wissenschaft Chemie - ein historisch-genetischer Lehrgang -

In einem historisch-genetischen Gang wird die Entwicklung der Chemie von den Anfängen bis zur Gegenwart skizziert. Diese Betrachtungsweise eröffnet den Schülerinnen und Schülern einen ganz eigenen Zugang zur Chemie. Sie ist darüber hinaus fachübergreifend orientiert und erfordert die Arbeit mit historischen Quellenmaterialien. Während des gesamten Blocks ist stets das Wechselspiel Experimentelle Befunde - Hypothese und Modellbildung - Anwendung präsent. Es interessiert vor allem der Prozess der Modellbildung, der Weg naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung sowie die Herausbildung der Wissenschaft Chemie mit ihren Implikationen in Industrie und Gesellschaft. Eine intensive Auseinandersetzung mit Forscherschicksalen - arbeitsteilig und mit persönlicher Schwerpunktbildung - lenkt den Blick auf die Personen hinter der Entwicklung sowie auf die Bedeutung und Verantwortung jedes Einzelnen. Die Arbeit mit biographischem Material zwingt dazu sich auf die Gegebenheiten einer bestimmten Epoche einzulassen und Leistungen aus einem Zeitverständnis heraus zu würdigen. Letztlich bleibt zu hoffen, dass daraus auch mehr Verantwortungsbewusstsein für unser heutiges Tun resultiert. Auf der fachlichen Ebene sollten nach diesem Block Atom- und Bindungsvorstellungen auf einem für den weiteren Unterricht in der Oberstufe ausreichenden Niveau bereitgestellt worden sein. Es ist wichtig hier aufzuzeigen wie die Entwicklung einer Fachwissenschaft in gesellschaftliche Bereiche hineingreift. Gebildete Laien müssen mit Experten in einen Dialog treten können und befähigt sein ihre natürliche und technische Umwelt aus einer naturwissenschaftlichen Perspektive zu erschließen.

Strukturierungsvorschlag D Leistungsfach



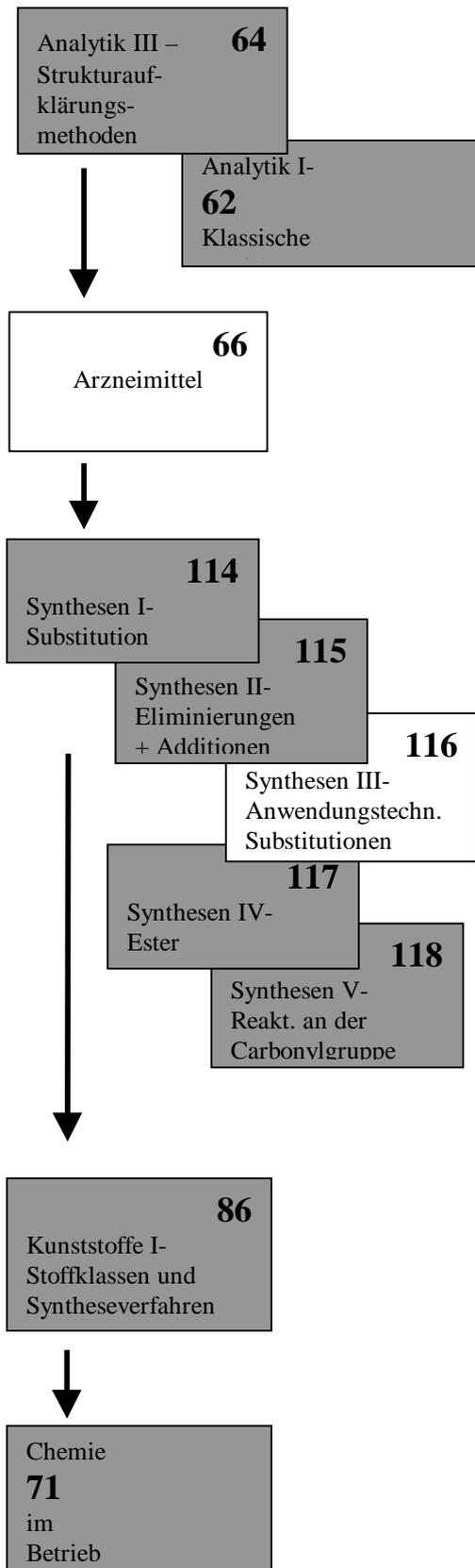
Reaktionen in globalen natürlichen Systemen - Ozeane und Atmosphäre -

In diesem Block werden natürliche Systeme untersucht, die von globaler Bedeutung sind.

Ausgangspunkt sind die aktuellen Probleme, die vor allem Klimaveränderungen und damit zusammenhängende Katastrophen betreffen.

Damit kommt man unmittelbar zur Zusammen-setzung der Atmosphäre. Bei näherem Hinsehen erkennt man, dass viele Stoffe über Gleichgewichte und ein Netz von Reaktionen miteinander in Beziehung stehen. Allgemeine Betrachtungen zum chemischen Gleichgewicht und zur Reaktionskinetik sind dann notwendig um ein gewisses Verständnis dieser Prozesse zu erreichen. Das Kohlenstoffdioxid-Gleichgewicht erscheint hier besonders geeignet. Halogenkohlenwasserstoffe, ihre Produktion, ihre Verwendung und die Suche nach Ersatzstoffen sowie ihr Wirkung auf die Ozonschicht zeigen den Einfluss des Menschen auf diese empfindlichen Gleichgewichte. Die Frage, wo das ganze vom Menschen produzierte Kohlenstoffdioxid verbleibt, führt zu den Ozeanen. Ozeane sind in diesem Kontext in erster Linie wegen der riesigen Energie- und Stoffströme interessant. Für chemische Betrachtungen spielen vor allem Gleichgewichtsfragen und Säure-Base-Reaktionen, bis hin zu Löslichkeitsprodukt und Kohlenstoffsäurepuffer, eine wichtige Rolle. Meersalzgewinnung und die Chloralkalielektrolyse erschließen technische Verfahren von enormer wirtschaftlicher Bedeutung und gestatten es vertieft auf Aspekte der Redox- und Elektrochemie einzugehen.

Strukturierungsvorschlag D Leistungsfach



Reaktionen in Labor und Betrieb

- Analyse und Synthese von Arzneimitteln -

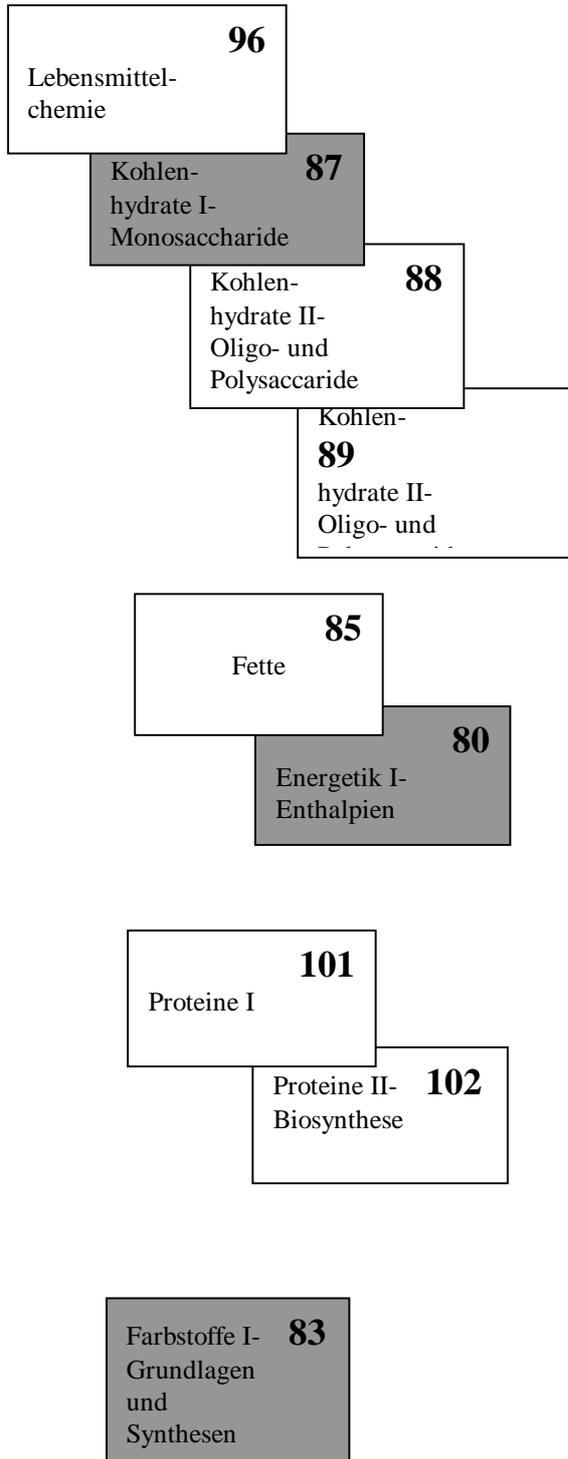
Der Übergang von den Reaktionen in natürlichen Systemen zum Laborbetrieb fällt leicht, da zum einen die ersten Arzneimittel reine Naturprodukte waren und zum anderen die Wirkung der Medikamente im menschlichen Organismus letztlich auf einem natürlichen System beruht. In diesem Block soll deutlich werden wie der Mensch schöpferisch tätig werden kann. Er erzeugt neue Stoffe, z.T. ohne Vorbild in der Natur, z.T. abgewandelt und verbessert, weil Wirkungsmechanismen aufgeklärt und verstanden wurden und weil die Synthese-, Reinigungs- und pharmakologischen Prüfungsverfahren immer weiter verbessert wurden. Prototypisch für viele Produktbereiche werden bei diesem Thema organische Synthesen und angewandte Analytik zur Strukturaufklärung bei Arzneimitteln thematisiert.

Arzneimittel und damit auch die pharmazeutische Industrie genießen hohes Ansehen und einen großen Stellenwert in unserer Gesellschaft. Grundlegende Arbeitsweisen der Chemie werden in einem alltagsrelevanten Kontext erfahren, theoretisch aufgearbeitet und durch praktische Übungen vertieft. Die Behandlung des Bausteins „Chemie im Betrieb“ kann bei dieser Thematik eingebaut werden und ermöglicht es auch andere Aspekte in diesem Rahmen zu bearbeiten:

- Optimierung der Effizienz von Produktionsprozessen
- Gewährleistung eines hohen Sicherheitsstandards
- Minimierung von Umweltbelastung
- Minimierung der Kosten
- Schonender Umgang mit natürlichen Ressourcen (Rohstoffe und Energie)

Strukturierungsvorschlag D

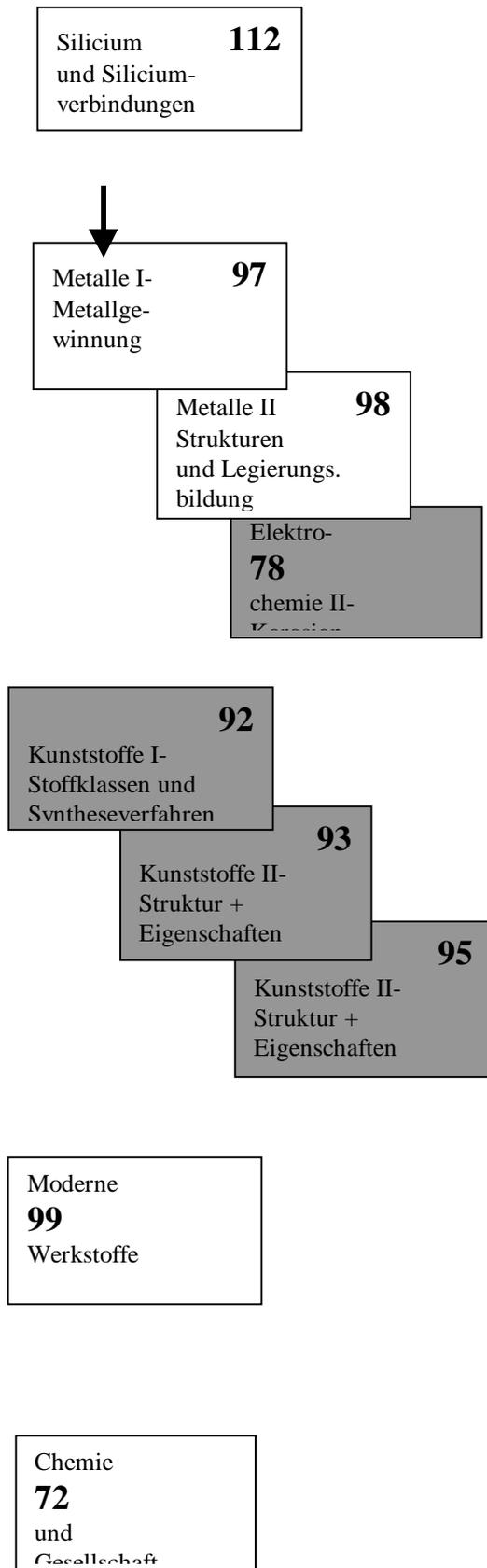
Leistungsfach



Chemie im Kontext des Lebendigen - von Lebensmitteln zur Gentechnik -

Die Chemie spielt in biologischen Systemen eine herausragende Rolle. Die Stoffklassen der Kohlenhydrate, Fette und Proteine erfüllen wichtige Funktionen als Gerüststoffe, Energie-träger und im Ablauf unterschiedlichster Pro-zesse in lebenden Organismen. Sie werden als Hauptbestandteile von Lebensmitteln vom Men-schen aufgenommen und sind unverzichtbarer Bestandteil einer ausgewogenen Ernährung. Ihre Produktion in ausreichendem Maße und in gesicherter Qualität ist für die Menschheit eine der größten Herausforderungen der Zukunft. Von Bedeutung ist auch die Tatsache, dass diverse synthetische Lebensmittelzusatzstoffe wie Farbstoffe, Konservierungsstoffe, Geschmacksverstärker, Emulgatoren etc. die ursprünglich naturbelassenen Nahrungsmittel belasten können. Für einen kritischen Verbraucher sind deshalb grundlegende Kenntnisse der Zusammensetzung von Lebensmitteln wichtig. In der letzten Zeit ist darüber hinaus der Menschheit ein neues Problem erwachsen. Die Gentechnik erlaubt es zum ersten Mal Eingriffe in den natürlichen Bauplan von Organismen zu nehmen. Welche Chancen und Risiken sich daraus ergeben ist noch nicht abzusehen. Da die Diskussion jedoch öffentlich geführt wird und die Ergebnisse alle Menschen betreffen, ist ein grundlegendes Verständnis der Biosynthese von Proteinen und Fragen der Gentechnik anzustreben.

Strukturierungsvorschlag D Leistungsfach



Chemie im Kontext des Unbelebten - von Rohstoffen zu Werkstoffen -

Neben dem Lebendigen begegnet die Chemie dem Menschen im Bereich der unbelebten Na-tur in den vielfältigsten Erscheinungen. Wasser und Luft in Gestalt der Ozeane und der Atmo-sphäre waren bereits Gegenstand der Betrach-tung. Auch das Feuer ist den Schülerinnen und Schülern durch die Behandlung der Aspekte Energie und Oxidation bereits gegenwärtig. In dieser Einheit wird das vierte klassische Ele-ment, der Boden und was der Mensch daraus gemacht hat, zum Thema des Unterrichts.

„Vom Erdöl zu den Kunststoffen“, „Vom Sand zum Chip“ oder „Von der Steinaxt zum Verbundwerkstoff“ könnten Teilüberschriften lau-ten. „Chemische“ und „natürliche“ Produkte prägen den Alltag. Die Eignung dieser Produk-te als Werkstoffe, z.B. der Vergleich zwischen natürlichen Fasern und Kunstfasern und ihre Verwendung durch den Menschen, bietet Raum, Kunststoffe, Metalle, moderne Werk-stoffe und Naturprodukte wie Holz, Gesteine oder Baumwolle zu behandeln. Waschen und Färben, Korrosion und Korrosionsschutz, Me-thoden der Be- und Verarbeitung runden das Thema ab und zeigen beispielhaft auf, wie Ei-genschaften und Reaktionen den Einsatz von Stoffen bestimmen.

Daneben sollten Aspekte wie die Schonung der Ressourcen und die Umweltbelastung, aber auch Fragen der Wirtschaftlichkeit und der naturwissenschaftlichen Forschung allgemein angesprochen werden. Bietet sich doch dadurch Gelegenheit zum Abschluss noch einmal etwas umfassender die Grundfrage nach der Funktion der Chemie in der heutigen Gesellschaft zu thematisieren.

4.4 Bausteine des Leistungsfachs in alphabetischer Reihenfolge

51 Int	Oxidationsprodukte von Alkoholen	
<p>Oxidationsprodukte von Alkoholen erschließen eine Reihe von Stoffe mit neuen funktionellen Gruppen. Kenntnisse über Oxidationsvorgänge bei anorganischen Stoffen werden auf organische übertragen. Im Vorgriff auf die Einführung und Anwendung des erweiterten Oxidationsbegriffs und der Oxidationszahlen wird das Verständnis der Umwandlungen zwischen den Oxidationsprodukten erleichtert. Das selbständige Lernen unter Einbeziehung weiterführender Literatur kann geübt und vertieft werden</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Oxidation von primären und sekundären Alkoholen - Aldehyde; Ketone - Carbonsäuren 	<ul style="list-style-type: none"> - Unterscheidung zwischen vollständiger und unvollständiger Oxidation; Einsatz von Modellen zur Funktionsisomerie; Einsatz unterschiedlicher Oxidationsmittel - Kenntnis der wichtigsten Vertreter, z.B. Methanal und Dimethylketon - Trivialnamen, Vorstellung biologisch relevanter Carbonsäuren, org. Säuren in Lebensmitteln 	

52 Int	Wdh - Alkohole	
<p>Schülerinnen und Schülern ist Alkohol aus ihrer Lebenswelt ein gängiger Begriff, der jedoch mehr geprägt ist durch die Konnotation wie Alkoholgenuss, Alkoholiker oder gesellschaftlich tolerierte Droge als durch chemisch relevante Zusammenhänge. Sie lernen den ihnen so bekannten Alkohol als einen Vertreter einer ganzen Verbindungsklasse kennen, ergänzt um die Fülle verschiedenster Anwendungen der Alkohole. Zudem lernen die Schülerinnen und Schüler am Beispiel der Alkohole einfache Nachweisreaktionen in der Organik kennen. Über die Kombination mit unterschiedlichen quantitativen Untersuchungen erhalten sie die Summen- und Strukturformel von Alkoholen. Die Ermittlung einer Summenformel bietet zudem die Möglichkeit des propädeutischen Aufzeigens moderner Analysemethoden. Stoffkenntnisse über Alkohole ergänzen das Kapitel.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Qualitative und quantitative Zusammensetzung eines Alkohols - Strukturformel - Alkohole als Verbindungsklasse - Struktur und Eigenschaften ausgewählter Alkohole - Vorkommen und Herstellung - Verwendung - Alkoholkonsum 	<ul style="list-style-type: none"> - Nachweisreaktionen auf C, H, O; Bestimmung der molaren Masse (z.B. nach V. Meyer und Malewski); Summen- und Verhältnisformel; Gasgesetze - Unterscheidung Ether-Ethanol - funktionelle Gruppe, Hydroxylgruppe - Nomenklatur - mehrwertige Alkohole - homologe Reihe, Polarität, Siede- und Schmelztemperatur, Löslichkeit, Viskosität - Isomeriearten - Ethanol durch alkoholische Gärung, Methanol durch technische Verfahren - Genussmittel, Rohstoff, Energieträger, Frostschutzmittel, Lösungsmittel - physiologische Wirkung, gesellschaftlicher Aspekt 	

53 Int	Wdh - Bindungsvorstellungen	
Die Wiederholung ausgewählter Elemente der Bindungslehre, an passender Stelle in den Unterrichtsgang eingefügt, erscheint im Verlauf der Integrationsphase unerlässlich.		
<ul style="list-style-type: none"> - Atombindung - Lewisformeln - polare Atombindung - Elektronegativität - Dipole - Ionenbindung 	<ul style="list-style-type: none"> - Die Intensität der Bearbeitung ist abhängig vom Kenntnisstand der Schülerinnen und Schüler. 	

54 Int	Wdh - Formeln und Reaktionsgleichungen	
Schülerinnen und Schüler sollten im Verlauf der Integrationsphase Sicherheit im Umgang mit Formeln und Reaktionsgleichungen erwerben.		
<ul style="list-style-type: none"> - Formeln - Reaktionsgleichungen - Unterscheidung zwischen Index und Koeffizient 	<ul style="list-style-type: none"> - Zum Einüben bieten sich Schülerübungen mit einigen einfachen Nachweisreaktionen an, die jedoch in einem alltags- und lebensweltlichen Kontext stehen sollten. 	

55 Int	Wdh - Kohlenwasserstoffe	
Anhand der für die Organische Chemie grundlegenden Stoffklassen soll ein sicherer Umgang mit Strukturformeln erreicht werden. Zur Vermeidung reiner Wiederholung soll der Baustein in einen motivierenden Kontext eingebunden werden.		
<ul style="list-style-type: none"> - Kohlenwasserstoffe - Schreibweisen von Strukturformeln - Nomenklatur - Isomerie 	<ul style="list-style-type: none"> - Der Umgang mit Molekülmodellen und Molekülbausätzen soll allen Schülerinnen und Schülern vertraut sein. 	

56 Int	Wdh - Quantitative Aspekte und Stöchiometrie	
Neben der rein qualitativen Betrachtung chemischer Vorgänge kommt den quantitativen Methoden in der Chemie eine große Bedeutung zu. Dies soll im Rahmen verschiedener Themen gezeigt werden		
<ul style="list-style-type: none"> - Stöchiometrie - molare Größen - Konzentrationen 	<ul style="list-style-type: none"> - Zum Einüben bieten sich Schülerübungen zur Formelermittlung oder Nachweisreaktionen an. - Zur Festigung soll ausreichend Zeit eingeplant werden. 	

60 W	Alchemie	8 Std
<p>Ein Einblick in die historischen Wurzeln der Chemie ist in der heutigen Zeit, in der die Chemie sehr kritisch betrachtet wird, hilfreich für ein ausgewogenes Bild. So war ein Grundgedanke der Alchemie „Nicht gegen, sondern durch die Natur leben! Denn Mensch und Natur sind eins!“. Die Zerstörung der Natur wurde als Zerstörung des Menschen angesehen. Das Bestreben der Alchemie bestand darin, mit der Natur zu arbeiten, um sie zu vervollkommen. Gerade dieser Aspekt ist heute sehr aktuell.</p> <p>Die Alchemie war als ganzheitliche Wissenschaft, in der hermetische Philosophie und Laborarbeit sich gegenseitig bedingten, anerkannt. Seit dem 17. Jahrhundert wandten sich die wissenschaftlich Interessierten als Reaktion auf die Überbetonung der spirituellen Seite zunehmend der materiellen Seite zu und schufen so die naturwissenschaftliche Chemie. Die Betrachtung dieser Entwicklung, auch unter fachübergreifenden Gesichtspunkten, macht den historischen Werdegang der Chemie für die Schülerinnen und Schüler nachvollziehbar.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – philosophische Grundlagen – Ziele der Alchemisten – Geschichte des Stoffbegriffs – Entwicklung der Labortechnik – Emanzipation der Chemie als Naturwissenschaft seit dem 17. Jahrhundert – Chemie und gesellschaftlicher Fortschritt 	<ul style="list-style-type: none"> – die hermetischen Prinzipien – das „Große Werk“, der „Stein der Weisen“, das Lebenselixier „Aurum potabile“ – die „Materia Prima“ – Öfen, Glasgeräte, etc. – Glauber, Becher, Stahl, Boyle, Lavoisier u.a. – Liebig; Ernährung, Warenproduktion – FÜ Deutsch, Geschichte, Latein, Kunst, Philosophie, Sozialkunde 	

61 *	Aminosäuren und Peptide	6 Std
<p>Die größte Bedeutung haben die Aminosäuren für die Ernährung. Zunehmend spielen sie aber auch eine ernst zu nehmende Rolle in den Bereichen Medizin und Wirtschaft. Kenntnisse über Aminosäuren, die Bausteine der Eiweiße, sind ein wichtiger Beitrag zum Verständnis natürlicher Makromoleküle.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Struktur und Eigenschaften von Aminosäuren – Nachweis von Aminosäuren – Peptidbindung – Sequenzanalyse – Synthese von Aminosäuren und Derivaten 	<ul style="list-style-type: none"> – Aminogruppe, Zwitterion, isoelektrischer Punkt, Pufferwirkung – Übersicht über die Aminosäuren der Lebewesen – Einteilung nach Resten – Dünnschichtchromatographische Trennung (vgl. Baustein 63 „Analytik II“) – Kondensationsreaktionen (vgl. Baustein 118 „Synthesen V“) – Bedeutung für Ernährung, Medizin und Wirtschaft, z.B. Aminosäurestoffwechsel, Insulin, Penicillin, Süßstoffe, Sulfonamide 	

62 ***	Analytik I - Klassische Verfahren	10 Std
<p>Die klassischen Verfahren der qualitativen und quantitativen Analytik haben zwar im Zeitalter der</p>		

instrumentellen Analytik an Bedeutung verloren, bieten jedoch in vielen Bereichen, vor allem in der Umweltanalytik, einen direkteren, für Schülerinnen und Schüler leichter nachvollziehbaren Zugang. Bei den nasschemischen Verfahren stehen der Zusammenhang zwischen Methode und theoretischer Durchdringung sowie praktische Anwendungen im Vordergrund.

<ul style="list-style-type: none"> – Trennungsgang – Gravimetrie – Maßanalyse – Nachweisgrenzen 	<ul style="list-style-type: none"> – Beschränkung auf ausgewählte Ionen – ein anwendungsorientiertes Beispiel auswählen, z.B. Sulfat als Bariumsulfat – ein anwendungsorientiertes Beispiel auswählen, z.B. Komplexometrie oder Redox titration; FÜ Gewässeruntersuchung – Problematik von Grenzwerten (vgl. Baustein 86 „Gefahrstoffe“)
---	--

63 ***	Analytik II - Chromatographie und Photometrie	10 Std
---------------	--	--------

Diese Gruppe analytischer Verfahren hat auch heute noch eine große Relevanz für den Labor-alltag und bietet vielfältige Möglichkeiten zu einem projektorientierten Unterricht. Dabei können vor allem im Leistungskurs binnendifferenzierende Schülerübungen eingesetzt werden.

<ul style="list-style-type: none"> – Vergleich chromatographischer Verfahren – Photometrie – Nachweisgrenzen 	<ul style="list-style-type: none"> – Dünnschichtchromatographie, Gaschromatographie – quantitative Trennung von Stoffgemischen (prä-parative Chromatographie) möglich – Aufbau und Funktion eines Photometers – Lambert-Beersches-Gesetz, Extinktion – vereinfachter Einsatz photometrischer Verfahren in Schnelltests – Problematik von Grenzwerten (vgl. Baustein 86 „Gefahrstoffe“) – unterschiedliche Nachweisgrenzen beim Vergleich verschiedener Schnelltests aufzeigen
---	--

64 ***	Analytik III - Strukturaufklärungsmethoden	10 Std
<p>In der modernen Chemie werden zur Strukturaufklärung organischer Verbindungen überwiegend spektroskopische Verfahren eingesetzt. Wegen ihrer Leistungsfähigkeit und ihren vielseitigen Einsatzmöglichkeiten sollten sie im Unterricht vorgestellt werden. Da in der Jahrgangsstufe 11 bereits ein Überblick über die funktionellen Gruppen gegeben wurde, bietet es sich an, die Methoden zur Strukturaufklärung zu Beginn der organischen Synthesen einzuführen. Damit steht im weiteren Verlauf des Unterrichts ein leistungsfähiges Instrumentarium zur Verfügung, das es gestattet, den Verlauf von Reaktionen und die Aufklärung der Struktur der Produkte durch die Auswertung von Spektrogrammen transparenter zu machen.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Massenspektroskopie (MS) – Infrarot- und Ultraviolettspektroskopie (IR/UV) – Kernmagnetische Resonanzspektroskopie (NMR) – Kombination spektroskopischer Methoden 	<ul style="list-style-type: none"> – Prinzip und Aufbau eines Massenspektrometers – Auswertung eines Massenspektrogramms – Molekülmasse, Fragmentierung, Isotope – Kopplung mit Gaschromatographie – Prinzipien: Anregung von Molekülschwingungen bzw. von Elektronen – Aufbau und Funktion eines Spektrometers – Auswertung von Spektren – Prinzip und Aufbau eines Spektrometers – Beschränkung auf $^1\text{H-NMR}$ und $^{13}\text{C-NMR}$ – Auswertung von Spektren – Anwendung in der Medizin (Kernspintomographie) – größte Aussagekraft für die Bestimmung der Strukturen organischer Moleküle – Übungen zur Auswertung zusammengehöriger Sätze von Spektren – Umgang mit Tabellen der Absorptionsbanden (IR) und der chemischen Verschiebungen und Kopplungskonstanten (NMR) 	

65 P	Aromaten - Benzol und Elektrophile Substitution	8 Std
<p>Aromatische Verbindungen haben in der Natur und bei der Synthese organischer Verbindungen eine herausragende Bedeutung. Die Vielfalt der Produkte reicht von Farbstoffen bis zu Arzneimitteln. Der Weg zur Benzolformel bietet sowohl Gelegenheit zu einer genetisch historischen Betrachtungsweise als auch zum Vergleich verschiedener Modellvorstellungen.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Benzolformel – aromatischer Zustand – Delokalisierung und Mesomerie – Substituierte Aromaten, Heteroaromaten, Annelierte Aromaten – elektrophile Substitution am Aromaten – S_{E}-Mechanismus 	<ul style="list-style-type: none"> – Kekulé; Gegenüberstellung Oszillation - Mesomerie – Hückel-Regel – Mesomerieenergie – einige Beispiele mit Hinweisen zu Vorkommen, Verwendung und Toxizität (vgl. Baustein „Gefahrstoffe“) – ein Beispiel mit ausführlichem Mechanismus betrachten – Weitere Beispiele und Übungen im Baustein „Synthesen III“ – π- und σ-Komplex, Polarisierung, Grenzformeln, Vergleich von Substitution und Addition 	

66 W	Arzneimittel	8 Std		
<p>Die exemplarische Behandlung eines ausgewählten Beispiels soll den Weg vom Wirkstoff zum Medikament zeigen. Hierbei sollen auch historische und gesellschaftliche Entwicklungen erfasst werden. Die Bedeutung der Arzneimittel sowohl im pharmazeutischen als auch im volkswirtschaftlichen Bereich kann durch den Besuch eines pharmazeutischen Betriebs unterstrichen werden. Eine Einbeziehung des Bausteins „Chemie im Betrieb“ ist empfehlenswert. Außerdem lernen die Schülerinnen und Schüler zukunftssträchtige Technologien wie z.B. „Molecular modelling“ oder „Genetic engineering“ kennen.</p>				
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> – Gegenüberstellung der Begriffe Wirkstoff - Arzneimittel – Entwicklung, klinische Prüfung, Zulassung und volkswirtschaftliche Bedeutung – Chemische Syntheseverfahren – Analytische Untersuchungen – Gegenüberstellung verschiedener Arzneimittelgruppen, Indikationen und Wirkstoffabgaben – Arzneimittelkunde aus historischer Sicht </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> – Einbeziehung des Arzneimittelgesetzes – Screening, Pharmakokinetik, Toxikologie, Galenik, Nutzen-Risiko-Abwägung – exemplarische Behandlung, z.B. Aspirin – z.B. Analgetika, Antipyretika; Antidots – Schülerübungen möglich, z.B. Bestimmung der Wirkstoffkonzentrationen in Antidots wie Sulfactin^R und Calcium vitis^R oder in Retard-Tabletten – FÜ Biologie: Resorption, Wirkung, Metabolismus, Exkretion – FÜ Geschichte, Sozialkunde, Religion, Ethik </td> </tr> </table>			<ul style="list-style-type: none"> – Gegenüberstellung der Begriffe Wirkstoff - Arzneimittel – Entwicklung, klinische Prüfung, Zulassung und volkswirtschaftliche Bedeutung – Chemische Syntheseverfahren – Analytische Untersuchungen – Gegenüberstellung verschiedener Arzneimittelgruppen, Indikationen und Wirkstoffabgaben – Arzneimittelkunde aus historischer Sicht 	<ul style="list-style-type: none"> – Einbeziehung des Arzneimittelgesetzes – Screening, Pharmakokinetik, Toxikologie, Galenik, Nutzen-Risiko-Abwägung – exemplarische Behandlung, z.B. Aspirin – z.B. Analgetika, Antipyretika; Antidots – Schülerübungen möglich, z.B. Bestimmung der Wirkstoffkonzentrationen in Antidots wie Sulfactin^R und Calcium vitis^R oder in Retard-Tabletten – FÜ Biologie: Resorption, Wirkung, Metabolismus, Exkretion – FÜ Geschichte, Sozialkunde, Religion, Ethik
<ul style="list-style-type: none"> – Gegenüberstellung der Begriffe Wirkstoff - Arzneimittel – Entwicklung, klinische Prüfung, Zulassung und volkswirtschaftliche Bedeutung – Chemische Syntheseverfahren – Analytische Untersuchungen – Gegenüberstellung verschiedener Arzneimittelgruppen, Indikationen und Wirkstoffabgaben – Arzneimittelkunde aus historischer Sicht 	<ul style="list-style-type: none"> – Einbeziehung des Arzneimittelgesetzes – Screening, Pharmakokinetik, Toxikologie, Galenik, Nutzen-Risiko-Abwägung – exemplarische Behandlung, z.B. Aspirin – z.B. Analgetika, Antipyretika; Antidots – Schülerübungen möglich, z.B. Bestimmung der Wirkstoffkonzentrationen in Antidots wie Sulfactin^R und Calcium vitis^R oder in Retard-Tabletten – FÜ Biologie: Resorption, Wirkung, Metabolismus, Exkretion – FÜ Geschichte, Sozialkunde, Religion, Ethik 			

67 W	Atmosphärenchemie	8 Std		
<p>Die Lufthülle der Erde ist für das Leben auf unserem Planeten von entscheidender Bedeutung. Ozonloch und Treibhauseffekt, Klimaschwankungen und daraus resultierende Katastrophen beeinflussen die Zukunft der Menschheit ganz direkt. Ein Verständnis des Aufbaus der Atmosphäre und der globalen klimatischen Zusammenhänge erscheint unerlässlich. Der Schwerpunkt sollte jedoch auf den Stoffen und den Reaktionen liegen.</p> <p>Ein Einblick in die Reaktionen der Chlorfluorkohlenwasserstoffe in der Atmosphäre ermöglicht Gefahren bei der Anwendung besser einschätzen und die Notwendigkeit der Suche nach Ersatzstoffen einsehen zu können.</p>				
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> – Aufbau der Atmosphäre – Klima – Treibhauseffekt – Ozonproblem </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> – Zusammensetzung, Temperaturen und Drücke – Sonneneinstrahlung, Hoch und Tiefdruckgebiete, Luftströme – Kohlenstoffdioxid und Methan als wichtigste Treibhausgase, Wechselwirkung Licht-Materie – Ozon in bodennahen Schichten, Smog – Ozon in der Stratosphäre, UV-Schild, Ozonloch – Eigenschaften und Verwendung von Halogenkohlenwasserstoffen – Kopplung mit Baustein 114 „Synthesen I“ möglich </td> </tr> </table>			<ul style="list-style-type: none"> – Aufbau der Atmosphäre – Klima – Treibhauseffekt – Ozonproblem 	<ul style="list-style-type: none"> – Zusammensetzung, Temperaturen und Drücke – Sonneneinstrahlung, Hoch und Tiefdruckgebiete, Luftströme – Kohlenstoffdioxid und Methan als wichtigste Treibhausgase, Wechselwirkung Licht-Materie – Ozon in bodennahen Schichten, Smog – Ozon in der Stratosphäre, UV-Schild, Ozonloch – Eigenschaften und Verwendung von Halogenkohlenwasserstoffen – Kopplung mit Baustein 114 „Synthesen I“ möglich
<ul style="list-style-type: none"> – Aufbau der Atmosphäre – Klima – Treibhauseffekt – Ozonproblem 	<ul style="list-style-type: none"> – Zusammensetzung, Temperaturen und Drücke – Sonneneinstrahlung, Hoch und Tiefdruckgebiete, Luftströme – Kohlenstoffdioxid und Methan als wichtigste Treibhausgase, Wechselwirkung Licht-Materie – Ozon in bodennahen Schichten, Smog – Ozon in der Stratosphäre, UV-Schild, Ozonloch – Eigenschaften und Verwendung von Halogenkohlenwasserstoffen – Kopplung mit Baustein 114 „Synthesen I“ möglich 			

68 P	Atombau I - Energiestufenmodell	8 Std
<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen anhand von Ergebnissen physikalischer Messungen unter Einbeziehung verschiedener Quellen dazu befähigt werden den energetischen Aufbau der Elektronenhülle abzuleiten und in entsprechende Energieniveauschemata umzusetzen. Sie sollen außerdem den Zusammenhang zwischen Energieniveauschema und Periodensystem als originäres Aufbauprinzip erkennen. Die Einbeziehung der „d- und f-Elemente“ in die Betrachtungen bereitet u.a. die Behandlung der Komplexchemie vor.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Ionisierungsenergien - Energiestufenmodell, Energieniveauschema - Quantenzahlen - Zusammenhang zwischen Energieniveauschema und Periodensystem - Regeln zur Erstellung eines Energieniveauschemas - Elektronenkonfiguration, Valenzelektronenzahl, Edelgaskonfiguration 	<ul style="list-style-type: none"> - Experimenteller Zugang über die Ionisierung von Helium möglich (Einsatz des Thyratrons) - Einsatz von Tabellenmaterial (Absolut- und/oder Differenzenergien) - als Ordnungskriterium zur Beschreibung von Energiezuständen - Prinzip des Energieminimums, Pauli-Prinzip, Hundsche Regel 	

69 W	Atombau II - Entwicklung von Atommodellen	6 Std
<p>Die Schülerinnen und Schüler gewinnen einen Einblick in die Entwicklung verschiedener Atommodelle. Sie können in einem historisch genetischen Abriss nachvollziehen, wie aus den ersten Vorstellungen vom Aufbau der Materie über die Veränderungen im Laufe der Jahrhunderte ein modernes Atommodell entstanden ist. Dabei lernen sie die für die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung typische Wechselbeziehung zwischen Experiment und Theorienbildung kennen. Sie erfahren den Weg von der ersten Modellbildung bis zur notwendigen Modellerweiterung aufgrund experimenteller Erkenntnisse und lernen gleichzeitig die Grenzen der Aussagekraft eines Modells kennen.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Atomvorstellungen in der Antike - Atomvorstellungen bis zum Ende des 19.Jahrhunderts - Atomvorstellungen am Anfang des 20.Jahrhunderts - Moderne Atomvorstellungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Demokritos und Leukippos - Descartes, Newton, Dalton, Thomson - Rutherford, Bohr, Sommerfeld - Heisenberg, Schrödinger, Pauli, Hund - FÜ Physik, Geschichte, Sozialkunde, Philosophie 	

70 W	Atombau III - Quantenmechanische Betrachtung	8 Std
<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen den Erkenntnisweg in Grundzügen nachvollziehen können. Die Vernetzung physikalischer Messmethoden, Theorienbildung und Anwendungen in der Chemie können exemplarisch herausgearbeitet werden. Die Notwendigkeit einer Erweiterung bisher bekannter Modelle bzw. die Einführung neuer Modelle ergibt sich u.a. aus der späteren Behandlung der Komplexchemie, der Aromatenchemie und der Farbstoffchemie.</p> <p>Außerdem erhalten die Schülerinnen und Schüler einen Einblick in die Denkweise der modernen Naturwissenschaften.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Verhalten von Elektronen – Elektronenbeugung – de Broglie-Wellenlänge; Heisenbergsche Unschärferelation – Grundzüge des wellenmechanischen Atommodells – Orbitalbegriff 	<ul style="list-style-type: none"> – z.B. Millikan-Versuch, Doppelspalt-Experimente, Analogiebetrachtung zum Taylor-Experiment – z.B. Davisson-Germer-Experiment – Herausarbeiten der zentralen Bedeutung des Elektronenbeugungsexperiments für die Atomlehre; Durchführung in Kooperation mit Physik möglich – Vergleichende Betrachtung Mikro- und Makrokosmos – Aufenthaltswahrscheinlichkeiten, Elektronendichten, Wellenfunktionen – Beschränkung auf das Wasserstoffatom – bildhafte Darstellung von Orbitalen 	

71 P	Chemie im Betrieb	10 Std
<p>Die Bedeutung vielfältigen chemischen Fachwissens für ein Wirtschaftsunternehmen soll herausgearbeitet werden. Die Abwägung ökologischer und gesellschaftlicher Fragen und wirtschaftlicher Interessen gehören zu einer differenzierten Betrachtung von Wirtschaftsunternehmen. Eine Betriebserkundung ist zum Gelingen der Unterrichtseinheit erforderlich. Die Auswahl eines geeigneten Betriebes kann nach regionalen Gesichtspunkten erfolgen.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Anwendung chemischen Wissens im technischen Maßstab – Produktionsgrundlagen und Produktionsfolgen – Umweltbelastungen und betriebliche Maßnahmen zum Umweltschutz – Betrieb als Wirtschaftsunternehmen und Arbeitsplatz 	<ul style="list-style-type: none"> – Die Intensität der Bearbeitung einzelner Aspekte richtet sich nach den Vorkenntnissen. – Chemische Vorgänge in dem ausgewählten Betrieb aufarbeiten – Diskussion über Betrieb und Umwelt anregen, – evtl. Einhaltung rechtlicher Vorschriften und Überwachung – Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Disziplinen aufzeigen; Berufsbilder – FÜ Sozialkunde, Wirtschaft 	

72 W	Chemie und Gesellschaft	6 Std
<p>Die Verflechtungen zwischen Chemie und Gesellschaft erstrecken sich über alle Bereiche gesellschaftlichen Lebens. Neben den vordergründigen Berührungspunkten in Alltag und Lebenswelt gehören dazu auch so weit reichende Aspekte wie die Sicherung der Lebensqualität, die Erhaltung der Gesundheit und die Entwicklung von Wertvorstellungen.</p> <p>Das Herausbilden einer naturwissenschaftlichen Weltansicht ist eine gemeinsame Aufgabe von Wissenschaft, Schule und Gesellschaft. Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, dass Kommunikation über chemische Sachverhalte ein wesentlicher Bestandteil gesellschaftlichen Lebens ist. Sie sollen befähigt werden, an diesen Kommunikationsprozessen teilzunehmen. Sie erfahren, dass die Kooperation zwischen verschiedenen Interessenvertretern unabdingbar ist.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Chemie als Wissenschaft der stofflichen Grundlagen - Chemische Industrie - Chemie und die Analyse von Systemen - Chemie und die Produktion von Waren - Chemie und Gesundheit - Chemie und Verantwortung - Chemie und Gesellschaft 	<ul style="list-style-type: none"> - Erkenntnisprozesse, Modellbildung, Arbeitsweisen, Entwicklung eines naturwissenschaftlichen Weltbildes - Überblick über die Bedeutung für unsere Gesellschaft - Analyse als typische Methode in der Chemie, Übertragbarkeit und Einsatz in anderen Bereichen - Synthese als typische Methode in der Chemie, Bedeutung der Chemie für Lebensqualität, „chemische Produkte“ versus „Naturprodukte“ - Bedeutung der Chemie für unsere Gesundheit, von Paracelsus zur pharmazeutischen Chemie - Verantwortung des Wissenschaftlers, der Industrie - wechselseitige Bedingung der Entwicklung von Chemie und Gesellschaft, Einfluss des Einzelnen, Konsumverhalten, Ansprüche an die Lebensqualität, Wandel von Werten und Einstellungen - Experten und Laien, Bürgerbewegungen und Politik - FÜ Ethik, Geschichte, Sozialkunde, Religion 	

73 P	Chemische Bindung I	8 Std
<p>Auf der Grundlage bekannter Prinzipien aus dem Atombau lassen sich Grundzüge der Bindungslehre entwickeln. Dabei wird neben Art und Stärke der chemischen Bindung auch die sterische Anordnung der Bindungspartner thematisiert. Zusammenhänge zwischen Bindungsverhalten und Stoffeigenschaften sollen aufgezeigt werden. Die Einbeziehung des Bausteins „Chemische Bindung III“ kann eine Vertiefung darstellen.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Ionenbildung und Ionenbindung - Ionenverbindungen - Elektronenaffinität, Ionengitter - Kovalenzbindungen - Zwischenmolekulare Kräfte 	<ul style="list-style-type: none"> - Anwendung des Born-Haber-Kreisprozesses - Ionenradien, Gittertypen - Lewiskonzept, Arbeiten mit dem Elektronegativitätsbegriff; Bindungswinkel - Wasserstoffbrücken, van-der-Waals-Kräfte, induzierte Dipole 	

74 **	Chemische Bindung II - Orbitalmodell	7 Std
<p>Die aus dem Baustein „Atombau III“ für das Atom gewonnenen Erkenntnisse werden auf Moleküle angewandt. Aufbauend auf dem Orbitalmodell und der Anwendung zugeordneter Energieniveauschemata wird ein Modell der Chemischen Bindung erarbeitet, das auf der Überlappung von Orbitalen und den zugehörigen MO-Schemata beruht. Je nach Schwerpunktsetzung kann die Notwendigkeit der Verwendung des jeweiligen Modells gezeigt werden.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Graphische Darstellung von Orbitalüberlappungen – Erstellen von MO-Schemata; – Regeln zur Besetzung der einzelnen Energiestufen im MO-Schema – Elektronenkonfiguration und Bindungsordnung – Erklärung und Vorhersagen von Moleküleigenschaften 	<ul style="list-style-type: none"> – Einsatz von Modellen und Computeranimation möglich – Betrachtung zunächst nur bei homonuklearen biatomaren Molekülen, Erweiterung auf heteronukleare Moleküle möglich – Anwendung auf Moleküle der Elemente der 1. und 2. Periode des PSE, – z.B. Paramagnetismus des Sauerstoffs, Bindungslängen und Dissoziationsenthalpien – Erweiterung auf Disauerstoffionen möglich 	

75 **	Chemische Bindung III - Gillespie-Nyholm-Modell	7 Std
<p>Eine Erweiterung und Vertiefung des in Grundzügen bereits aus der Sekundarstufe I bekannten Gillespie-Nyholm-Modells auf Molekülstrukturen von Verbindungen, in denen das Zentral-atom mehr als vier Liganden besitzt, bietet u.a. eine Vorbereitung zur Behandlung der Geometrie einfacher Übergangsmetallverbindungen oder Clusterverbindungen. Bei der Betrachtung von Mehrfachbindungen lässt sich die Tragfähigkeit des Modells zeigen.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Grundlagen – Molekülgestalt – Mehrfachbindungen 	<ul style="list-style-type: none"> – Wiederholung der Kenntnisse aus der Sekundarstufe I – Einfluss bindender und freier Elektronenpaare auf die Bindungswinkel und Bindungslängen – Vergleichende Betrachtung einfacher Moleküle wie z.B. CO₂, C₂H₄, HCN, C₂H₂ 	

76 P	Chemisches Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz	10 Std
<p>Die Schülerinnen und Schüler sollen das chemische Gleichgewicht als dynamischen Prozess erfahren und das Massenwirkungsgesetz als quantitative Beschreibung von Gleichgewichtsreaktionen anwenden können. Sie sollen verstehen, dass Modellversuche bzw. Computersimulationen geeignete Methoden zur Vertiefung des Verständnisses von chemischen Phänomen darstellen. Die Bedeutung für natürliche Phänomene und die gezielte Steuerung von Reaktionen soll in einem konkreten Kontext erarbeitet werden.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Chemisches Gleichgewicht - Massenwirkungsgesetz - Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch Druck, Temperatur und Konzentration; Prinzip von Le Chatelier - Löslichkeitsprodukt 	<ul style="list-style-type: none"> - Weg vom Experiment über die Messdatenerfassung und Mathematisierung zum Gesetz zeigen - kinetische Herleitung des Massenwirkungsgesetzes am Beispiel einer Elementarreaktion möglich; Berechnungen zum Gleichgewicht - Kontexte: z.B. Ammoniaksynthese und Düngemittel, Schwefelsäureherstellung, Esterherstellung und Esterspaltung, Bildung von Tropfsteinen - FÜ Erdkunde: Gleichgewichtsvorgänge in der Atmosphäre; - FÜ Informatik: Erstellen eines Simulationsprogramms 	

77 ****	Elektrochemie I - Elektrolyse	5 Std
<p>Einige wichtige großtechnische Verfahren basieren auf elektrolytischen Vorgängen. Das Thema eignet sich um die Schwierigkeiten bei der Übertragbarkeit vom Labormaßstab auf technische Größenordnungen zu zeigen.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Elektrolyse als erzwungene Redoxreaktion - Elektrolyse als technisches Verfahren 	<ul style="list-style-type: none"> - Gegenüberstellung galvanisches Element - Elektrolyse - Zersetzungsspannung, Überspannung, Polarisations-spannung, Strom-Spannungs-Kurve - FÜ Physik: Faraday-Gesetze - Wasserstofftechnologie - z.B. Chloralkalielektrolyse, Aluminiumherstellung, Galvanotechnik, Kupferraffination 	

78 ****	Elektrochemie II - Korrosion	5 Std
<p>Den Schülerinnen und Schülern sollen die volkswirtschaftliche Bedeutung der Korrosion und die Notwendigkeit geeigneter Maßnahmen zum Korrosionsschutz bewusst werden.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Korrosionsvorgänge - Korrosionsschutz 	<ul style="list-style-type: none"> - Lokalelement, Säure- und Sauerstoffkorrosion beim Eisen - Grundvorgänge der Korrosion bei anorganischen und organischen Werkstoffen - metallische Überzüge, Beschichtungen, Opferanoden, Kathoden mit Fremdstrom, Rostumwandler 	

79 ****	Elektrochemie III - Elektrochemische Stromerzeugung	5 Std
Die Behandlung ausgewählter Methoden zur elektrochemischen Stromerzeugung ermöglicht den Schülerinnen und Schülern Vorgänge und Gegenstände ihrer Lebenswelt handlungsorientiert zu erfassen und in ihrer Bedeutung zu würdigen.		
<ul style="list-style-type: none"> – Primärelemente – Sekundärelemente – Brennstoffzellen – Vor- und Nachteile der verschiedenen elektrochemischen Stromquellen 	<ul style="list-style-type: none"> – Leclanché-Element, Alkali-Mangan-Zellen, Knopfzellen – Bleiakkumulator, Ni-Cd-Akku – Wasserstofftechnologie – wirtschaftliche Faktoren, Recycling, Entsorgung 	

80 P	Energetik I - Enthalpien	10 Std
Viele chemische Reaktionen werden aufgrund ihrer energetischen Effekte vom Menschen durchgeführt. Die experimentelle Bestimmung von Reaktionswärmern und die rechnerische Umsetzung auf anwendungsbezogene Dimensionen stellen einen erkenntnisgeleiteten Weg zur Einschätzung und zum Verständnis energetischer Problemstellungen dar.		
<ul style="list-style-type: none"> – Innere Energie und Enthalpie – Bestimmung von Reaktionsenthalpien – Übersicht verschiedener Enthalpiearten – Standardbildungsenthalpien – Satz von Hess 	<ul style="list-style-type: none"> – Reaktionswärmern bei konstantem Druck und konstantem Volumen – Schülerübungen mit „Joghurtbecherkalorimetern“; Umrechnung auf molare Größen; Umgang mit Tabellenwerten – Verbrennungs-, Umwandlungs-, Lösungs-, Neutralisations- und Bindungsenthalpien – Berechnung von Reaktionsenthalpien mit Hilfe von Standardbildungsenthalpien – FÜ Physik: Energieerhaltungssatz 	

81 W	Energetik II - Entropie und freie Enthalpie	6 Std
Die Fähigkeit vorauszusagen, in welcher Richtung eine chemische Reaktion abläuft und mit welchen energetischen Effekten man zu rechnen hat, konstituiert erst die Möglichkeit für den zielgerichteten Einsatz chemischer Reaktionen.		
<ul style="list-style-type: none"> – Triebkräfte chemischer Reaktionen – Entropie als Maß für die Wahrscheinlichkeit der Realisierung eines Systemzustandes – Freie Enthalpie – Zusammenhang zwischen freier Reaktionsenthalpie und Gleichgewichtskonstante 	<ul style="list-style-type: none"> – Enthalpieminimum, Entropiemaximum – Mikrozustände pro Makrozustand, – FÜ Mathematik: Modellrechnungen zur Entropie können mit den Stochastikkenntnissen der Schülerinnen und Schüler gut realisiert werden. – Gibbs-Helmholtz-Gleichung, Voraussage von Reaktionsrichtungen, Berechnung von Energieumsätzen – Verständnis des logarithmischen Zusammenhangs der beiden Größen anstreben; Einfluss der Temperatur auf den Reaktionsablauf; thermodynamische und kinetische Stabilität 	

82 W	Erdöl - Rohstoff und Energieträger	5 Std
<p>Erdöl spielt eine große Rolle als Rohstoff und als Energielieferant. Daneben sollen ökologische und ökonomische Aspekte berücksichtigt werden. Die Schülerinnen und Schüler sollen auch Informationen der Massenmedien kritisch einbeziehen.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Entstehung, Zusammensetzung, Vorkommen - Verarbeitung - Probleme bei Verarbeitung und Nutzung - Umweltschutz - Erdöl als Wirtschaftsfaktor im Rohstoff- und Energiesektor 		<ul style="list-style-type: none"> - FÜ Erdkunde: Prospektion, Förderung, Transport - Raffinerie, Produktpalette - Waldsterben, Treibhauseffekt, Unfälle beim Transport - TA-Luft, Rauchgasentschwefelung - z.B. Kraftstoffe und Heizöl FÜ Sozialkunde: volkswirtschaftliche Bedeutung

83 P	Farbstoffe I - Grundlagen und Synthesen	10 Std
<p>Farbige Verbindungen üben in unserer Lebenswelt eine besondere Faszination aus. Die physikalischen und chemischen Grundlagen der Farbigkeit sollen auf der Basis des eingeführten Atommodells erklärt werden. So ergibt sich die Möglichkeit, die Leistungsfähigkeit und die Grenzen von Modellvorstellungen aufzuzeigen. Die Vielzahl der farbigen Verbindungen kann nach dem Kriterium der Stoffklasse geordnet werden. Eine Reduktion auf wenige Grundprinzipien ist anzustreben. Ergänzend können danach Variationsmöglichkeiten innerhalb der Stoffklasse aufgezeigt werden.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Geschichte der Farbmittel - Farbstoffe als Wirtschaftsfaktor - physikalische Grundlagen der Farbigkeit - Erklärung der Farbigkeit von Farbstoffen auf der Basis des eingeführten Atommodells - Farbstoffklassen 		<ul style="list-style-type: none"> - Vorindustrielle Nutzung von Farbmitteln - Farbstoffe und Pigmente - Entwicklung der Farbstoffindustrie in Deutschland - Emission, Absorption, Reflexion; FÜ Physik, Biologie - Energiestufen, delokalisiertes π-System, Aufstellung von Grenzformeln - Am Beispiel der Polyene können einfache Regeln aufgestellt werden. Diese können je nach Modellvorstellung vertieft werden. - z.B. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe, Phthalocyanine, Indigoide Farbstoffe, Anthrachinonfarbstoffe

84 W	Farbstoffe II - Anwendungen und Färbeverfahren	6 Std
<p>Die Anwendungsgebiete der Farbstoffe bieten eine weitere Möglichkeit zur Systematisierung. Gleichzeitig können die Schülerinnen und Schüler Einblicke in die verschiedenen Färbeverfahren gewinnen. Schwerpunkte sind die Zusammenhänge zwischen Eigenschaften des Farbstoffs und seiner Haftung auf der Faser.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Färbemethoden von Textilien - Echtheitsprüfung - Indikatorfarbstoffe 		<ul style="list-style-type: none"> - Schülerübungen anstreben - Naturfarben einbeziehen - z.B. Lichtechtheit, Waschechtheit - Quantitative Betrachtung als Gleichgewichtsreaktion

85 W	Fette	6 Std						
<p>Die Stoffklasse der Fette gehört zum Erfahrungsbereich der Schülerinnen und Schüler. Der Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften soll diskutiert werden. Fette sind Ausgangsstoffe für sehr verschiedene alltagsrelevante Substanzen wie Lebensmittel, Seifen, Cremes und Lacke, die sich in Schülerübungen untersuchen lassen.</p>								
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> – Fette als Ester – Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften – Bedeutung für die Ernährung – Charakterisierung von Fetten – Gewinnung und Verarbeitung – Fette als nachwachsende Rohstoffe – fettähnliche Substanzen </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> – Fettsäuren, Glycerin, Estergruppe – Vergleich verschiedener Speisefette – gesättigt, ungesättigt, Kettenlänge – Löslichkeit, Schmelzbereich, Zersetzungstemperatur – essentielle Fettsäuren, Verdauung – Iodzahl, Verseifungszahl, Säurezahl – Pressen, Extraktion nach Soxhlet, Härten; Margarineherstellung, Nickelallergie, Lightprodukte – z.B. Leinöle, Lacke – Emulgatoren, Lebensmittelzusätze </td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">(vgl. Baustein 96 „Lebensmittelchemie“)</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">– FÜ Biologie: Biomembranen, Brennwert, RQ-Wert,</td> </tr> </table>			<ul style="list-style-type: none"> – Fette als Ester – Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften – Bedeutung für die Ernährung – Charakterisierung von Fetten – Gewinnung und Verarbeitung – Fette als nachwachsende Rohstoffe – fettähnliche Substanzen 	<ul style="list-style-type: none"> – Fettsäuren, Glycerin, Estergruppe – Vergleich verschiedener Speisefette – gesättigt, ungesättigt, Kettenlänge – Löslichkeit, Schmelzbereich, Zersetzungstemperatur – essentielle Fettsäuren, Verdauung – Iodzahl, Verseifungszahl, Säurezahl – Pressen, Extraktion nach Soxhlet, Härten; Margarineherstellung, Nickelallergie, Lightprodukte – z.B. Leinöle, Lacke – Emulgatoren, Lebensmittelzusätze 	(vgl. Baustein 96 „Lebensmittelchemie“)		– FÜ Biologie: Biomembranen, Brennwert, RQ-Wert,	
<ul style="list-style-type: none"> – Fette als Ester – Zusammenhang zwischen Struktur und Eigenschaften – Bedeutung für die Ernährung – Charakterisierung von Fetten – Gewinnung und Verarbeitung – Fette als nachwachsende Rohstoffe – fettähnliche Substanzen 	<ul style="list-style-type: none"> – Fettsäuren, Glycerin, Estergruppe – Vergleich verschiedener Speisefette – gesättigt, ungesättigt, Kettenlänge – Löslichkeit, Schmelzbereich, Zersetzungstemperatur – essentielle Fettsäuren, Verdauung – Iodzahl, Verseifungszahl, Säurezahl – Pressen, Extraktion nach Soxhlet, Härten; Margarineherstellung, Nickelallergie, Lightprodukte – z.B. Leinöle, Lacke – Emulgatoren, Lebensmittelzusätze 							
(vgl. Baustein 96 „Lebensmittelchemie“)								
– FÜ Biologie: Biomembranen, Brennwert, RQ-Wert,								

86 P	Gefahrstoffe	6 Std		
<p>Die Dosis und sehr viele andere Faktoren beeinflussen die Wirkung eines Stoffes in der Umwelt und auf den Menschen. Darin sind die Schwierigkeiten begründet im Umgang mit Gefahrstoffen und der Festlegung rechtlich verbindlicher Grenzwerte. Schülerinnen und Schüler sollen erfahren, dass Grenzwerte einer veränderlichen Wertung unterliegen, auch in dem Maße wie neue Erkenntnisse gewonnen werden.</p>				
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> – Gift — Gefahrstoff – Grenzwerte, MAK-Werte, Einheiten (ppm, ppb) – Toxizitätsprüfung – Kennzeichnung von Gefahrstoffen und Umgang mit Gefahrstoffen – Datenbanken </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> – Definition anhand natürlicher und synthetischer Gifte wie z.B. Alkohol, Nikotin, Phosgen – Korrespondenz zwischen Grenzwerten und Nachweisgrenzen der analytischen Verfahren aufzeigen – Kombination mit den Bausteinen „Analytik I-III“ – FÜ Biologie: Tierversuche – Gefahrstoffklassen, Gefahrstoffsymbole (z.B. giftig, minder giftig, ätzend etc.), R- und S-Sätze, Entsorgung – Gefahrstoffverordnung – Informationsbeschaffung mit Hilfe des Computers </td> </tr> </table>			<ul style="list-style-type: none"> – Gift — Gefahrstoff – Grenzwerte, MAK-Werte, Einheiten (ppm, ppb) – Toxizitätsprüfung – Kennzeichnung von Gefahrstoffen und Umgang mit Gefahrstoffen – Datenbanken 	<ul style="list-style-type: none"> – Definition anhand natürlicher und synthetischer Gifte wie z.B. Alkohol, Nikotin, Phosgen – Korrespondenz zwischen Grenzwerten und Nachweisgrenzen der analytischen Verfahren aufzeigen – Kombination mit den Bausteinen „Analytik I-III“ – FÜ Biologie: Tierversuche – Gefahrstoffklassen, Gefahrstoffsymbole (z.B. giftig, minder giftig, ätzend etc.), R- und S-Sätze, Entsorgung – Gefahrstoffverordnung – Informationsbeschaffung mit Hilfe des Computers
<ul style="list-style-type: none"> – Gift — Gefahrstoff – Grenzwerte, MAK-Werte, Einheiten (ppm, ppb) – Toxizitätsprüfung – Kennzeichnung von Gefahrstoffen und Umgang mit Gefahrstoffen – Datenbanken 	<ul style="list-style-type: none"> – Definition anhand natürlicher und synthetischer Gifte wie z.B. Alkohol, Nikotin, Phosgen – Korrespondenz zwischen Grenzwerten und Nachweisgrenzen der analytischen Verfahren aufzeigen – Kombination mit den Bausteinen „Analytik I-III“ – FÜ Biologie: Tierversuche – Gefahrstoffklassen, Gefahrstoffsymbole (z.B. giftig, minder giftig, ätzend etc.), R- und S-Sätze, Entsorgung – Gefahrstoffverordnung – Informationsbeschaffung mit Hilfe des Computers 			

87 *	Kohlenhydrate I - Monosaccharide	6 Std
<p>Die Kohlenhydrate haben in der Natur wichtige Funktionen als Energieträger und Gerüstsubstanzen. Sie gehören zum unmittelbaren Erfahrungsbereich von Schülerinnen und Schülern.</p> <p>Der Weg von den erfahrbaren chemischen Eigenschaften hin zu einer Strukturformel soll am Beispiel eines Monosaccharids aufgezeigt werden.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Kohlenhydrate - Monosaccharide - optische Aktivität 	<ul style="list-style-type: none"> - Definition und Übersicht - Glucose, Fructose, Galactose - experimentelle Bestimmung der Aldehydfunktion und Alkoholfunktion - Entwicklung der Strukturformel nach der Fischer-Formelschreibweise - experimentelle Bestimmung des spezifischen Drehwinkels - Einsatz von Molekülmodellen bei den Festlegungen zur D-L- oder R-S-Nomenklatur nach Cahn, Ingold und Prelog 	

88 W	Kohlenhydrate II - Oligo- und Polysaccharide	6 Std
<p>Disaccharide und Polysaccharide sind als wichtigste Stoffklassen in der belebten Natur allgegenwärtig. Die Strukturformeln sollen unter Einsatz von Molekülmodellen und bildhaften Darstellungen erarbeitet werden. Schwerpunkt ist die Verknüpfung von Monosacchariden über Oligo- zu Polysacchariden</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Disaccharide - Mutarotation, glycosidische Bindung, Halbacetale - Polysaccharide - wirtschaftliche Bedeutung von Kohlenhydraten 	<ul style="list-style-type: none"> - Rohrzucker, Rübenzucker, Maltose - Ringbildung und sterische Folgen an Modellen aufzeigen und in die Haworth-Formelschreibweise umsetzen - Stärke, Glycogen, Cellulose FÜ Biologie - Kohlenhydrate als nachwachsende Rohstoffe 	

89 W	Kohlenhydrate III - Biotechnologie und Ernährungsphysiologie	6 Std		
<p>Kohlenhydrate sind Energielieferanten in biologischen Systemen. Kenntnisse der Energetik und Stoffwechselvorgänge können fachübergreifend oder fächerverbindend eingearbeitet werden. Die Schülerinnen und Schüler erwerben Kenntnisse über Energiebilanzen in Lebewesen. Die Biotechnologie der Vergärung kann aus historischer und moderner Sicht behandelt werden.</p> <p>Viele Menschen leiden unter den „Zivilisationskrankheiten“ Übergewicht oder Diabetes. Vertiefte Kenntnisse der chemischen Zusammenhänge befähigen Schülerinnen und Schüler zu einer differenzierten Beurteilung von Problemen der Ernährung</p>				
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> – Gärung – Photosynthese – Dissimilation – Ernährung – Diabetes – Zuckerersatzstoffe – Süßstoffe – Biotechnologische Nutzung </td> <td style="vertical-align: top; padding-left: 20px;"> <ul style="list-style-type: none"> – alkoholische Gärung und Milchsäuregärung – nur als Übersicht – nur als Übersicht – z.B. Übergewicht, einseitige Ernährung – Gluco-Test – Vergleich mit Kohlenhydraten – z.B. Bier, Wein, Joghurt, Sauerkraut, Industriesprit – Schülerübungen und Referate möglich </td> </tr> </table>			<ul style="list-style-type: none"> – Gärung – Photosynthese – Dissimilation – Ernährung – Diabetes – Zuckerersatzstoffe – Süßstoffe – Biotechnologische Nutzung 	<ul style="list-style-type: none"> – alkoholische Gärung und Milchsäuregärung – nur als Übersicht – nur als Übersicht – z.B. Übergewicht, einseitige Ernährung – Gluco-Test – Vergleich mit Kohlenhydraten – z.B. Bier, Wein, Joghurt, Sauerkraut, Industriesprit – Schülerübungen und Referate möglich
<ul style="list-style-type: none"> – Gärung – Photosynthese – Dissimilation – Ernährung – Diabetes – Zuckerersatzstoffe – Süßstoffe – Biotechnologische Nutzung 	<ul style="list-style-type: none"> – alkoholische Gärung und Milchsäuregärung – nur als Übersicht – nur als Übersicht – z.B. Übergewicht, einseitige Ernährung – Gluco-Test – Vergleich mit Kohlenhydraten – z.B. Bier, Wein, Joghurt, Sauerkraut, Industriesprit – Schülerübungen und Referate möglich 			

90 P	Komplexchemie I - Grundlagen	10 Std		
<p>Neben den Säure-Base-Reaktionen und den Redoxreaktionen sind Komplexreaktionen weitere Donator-Akzeptor-Reaktionen, die an vielen Vorgängen in Technik, Organismen und Umwelt beteiligt sind. Zum Verständnis ist eine Erweiterung des Bindungsbegriffs nötig.</p>				
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> – Reaktionen von Komplexverbindungen – Komplexbildungsreaktionen – Aufbau komplexer Teilchen – Bindung in Komplexen – Bedeutung von Komplexen </td> <td style="vertical-align: top; padding-left: 20px;"> <ul style="list-style-type: none"> – Ligandenaustauschreaktionen: z.B. Fällung, Farbumschläge – Einfache Freihandversuche zu Ligandenaustauschreaktionen sind auch im Rahmen der Sicherheitsbestimmungen für Schülerübungen gut durchführbar. – z.B. Aluminatbildung – Zentralteilchen, Liganden, Koordinationszahl, dative (koordinative) Bindung, Nomenklatur – VSEPR-Theorie, VB-Theorie, Komplexreaktionen als Elektronenpaar-Donator-Akzeptor-Reaktionen – z.B. Metallgewinnung </td> </tr> </table>			<ul style="list-style-type: none"> – Reaktionen von Komplexverbindungen – Komplexbildungsreaktionen – Aufbau komplexer Teilchen – Bindung in Komplexen – Bedeutung von Komplexen 	<ul style="list-style-type: none"> – Ligandenaustauschreaktionen: z.B. Fällung, Farbumschläge – Einfache Freihandversuche zu Ligandenaustauschreaktionen sind auch im Rahmen der Sicherheitsbestimmungen für Schülerübungen gut durchführbar. – z.B. Aluminatbildung – Zentralteilchen, Liganden, Koordinationszahl, dative (koordinative) Bindung, Nomenklatur – VSEPR-Theorie, VB-Theorie, Komplexreaktionen als Elektronenpaar-Donator-Akzeptor-Reaktionen – z.B. Metallgewinnung
<ul style="list-style-type: none"> – Reaktionen von Komplexverbindungen – Komplexbildungsreaktionen – Aufbau komplexer Teilchen – Bindung in Komplexen – Bedeutung von Komplexen 	<ul style="list-style-type: none"> – Ligandenaustauschreaktionen: z.B. Fällung, Farbumschläge – Einfache Freihandversuche zu Ligandenaustauschreaktionen sind auch im Rahmen der Sicherheitsbestimmungen für Schülerübungen gut durchführbar. – z.B. Aluminatbildung – Zentralteilchen, Liganden, Koordinationszahl, dative (koordinative) Bindung, Nomenklatur – VSEPR-Theorie, VB-Theorie, Komplexreaktionen als Elektronenpaar-Donator-Akzeptor-Reaktionen – z.B. Metallgewinnung 			

91 W	Komplexchemie II - Strukturen und Anwendungen	6 Std
Die Anwendungsgebiete der Komplexchemie bieten vielfältige Möglichkeiten für Schüler-übungen sowie für fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten.		
<ul style="list-style-type: none"> - Stabilität von Komplexen - Isomerie - Chelate - Anwendungen der Komplex-chemie 	<ul style="list-style-type: none"> - Ligandenaustauschgleichgewichte, Stabilitätskonstanten - Bedeutung in Anwendungen, z.B. Platinkomplexe in der Krebstherapie, Metallocen-Katalysatoren in der Polymerchemie - Biologisch wichtige Chelate wie z.B. Hämoglobin und Chlorophyll; Komplex-Bildner in Waschmitteln - z.B. Wasserhärte, Enthärtung, Photographie, Analytik (komplexometrische Titration), FÜ Biologie 	

92 P	Kunststoffe I - Stoffklassen und Syntheseverfahren	8 Std
Kunststoffe sind aus unserem Leben und unserer Umwelt nicht mehr wegzudenken. Fortwährend werden Produkte mit neuen Eigenschaften entwickelt und auf den Markt gebracht. Schülerinnen und Schülern sollen Kriterien an die Hand gegeben werden, die es ihnen erlauben, die Vielfalt zu ordnen und die zugrundeliegenden Prinzipien des Aufbaus von Kunststoffen zu verstehen. Die Abgrenzung gegenüber den Naturstoffen soll nicht dazu führen diese Stoffklasse zu bearbeiten. Die wirtschaftlichen Aspekte der Herstellungsverfahren sollen auch unter Berücksichtigung nachwachsender Rohstoffe besprochen werden.		
<ul style="list-style-type: none"> - makromolekularer Stoff - Klassifizierung: Naturstoff, modifizierter Naturstoff, Kunststoff - Monomer, Polymer - Syntheseverfahren: Polymerisation, Polykondensation und Poly-addition 	<ul style="list-style-type: none"> - Begriffsbestimmung - Vergleiche mit den Inhalten der Bausteine „Kohlenhydrate II“ und „Proteine I“ anstreben - Begriffsbestimmung - Variationsmöglichkeiten durch verschiedene Monomere bei gleichem Mechanismus 	

93 P	Kunststoffe II - Struktur und Eigenschaften	6 Std
Kunststoffe können in ihren Eigenschaften gezielt beeinflusst werden, indem die Makromoleküle in bestimmten Strukturen angeordnet werden. Entsprechend ändert sich das thermische und mechanische Verhalten. Letztlich können alle Kunststoffe in drei Gruppen eingeordnet werden. Der Zusammenhang zwischen Struktur und den äußeren Eigenschaften soll herausgearbeitet werden		
<ul style="list-style-type: none"> - Thermomere - Duromere - Elastomere 	<ul style="list-style-type: none"> - Kettenlängen, zwischenmolekulare Kräfte, Vernetzungsgrad, Ordnungszustand der Makromoleküle - Kautschuk, synthetischer Kautschuk, Vulkanisation 	

94 W	Kunststoffe III - Spezialkunststoffe	6 Std
<p>Die Vielfalt der Eigenschaften von Kunststoffen eröffnet unzählige Anwendungsbereiche. An ausgewählten Beispielen können die Herstellungsverfahren, die makroskopischen Eigenschaften, die Anwendungen sowie die wirtschaftlichen und ökologischen Folgen aufgezeigt werden. Die Kenntnis des Aufbaus von Fasern sowie ihrer Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse macht die Schülerinnen und Schüler urteilsfähiger im Umgang mit Textilien.</p> <p>Kunststoffe sind auch im Bauwesen häufig eingesetzte Produkte. Sie konkurrieren dort mit natürlichen Materialien. Fundierte Kenntnisse ermöglichen eine sachliche Diskussion um ihren Einsatz. Ökonomische und ökologische Aspekte sollen berücksichtigt werden.</p> <p>Die Vielfalt der einzelnen Verwendungsmöglichkeiten erfordert eine Schwerpunktsetzung der angeführten Inhalte.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Fasern – Baustoffe – Ionenaustauscher – Klebstoffe – Siloxane – Spezielle Anwendungen in der Medizin 	<ul style="list-style-type: none"> – Herstellung durch Kondensation, Anordnung der Makromoleküle, Eigenschaften, zwischenmolekulare Kräfte, Spinnverfahren – Herstellung, Räumliche Vernetzung, Schäumungsverfahren, Dämmstoffe – Kationen- und Anionenaustauscher, Wasserenthärtung – physikalisch abbindende Kleber, z.B. Haftkleber, Kontaktkleber, Schmelzkleber – Chemisch reagierende Kleber, z.B. Polymerisate, Polyaddukte, Polykondensate – Siliconfette, Siliconharze, Siliconkautschuke – Implantate 	

95 P	Kunststoffe IV - Umweltaspekte und Recycling	6 Std
<p>Der umfangreiche Einsatz von Kunststoffen in allen Gebieten der Wirtschaft verursacht auch Probleme bei der Entsorgung und stellt die Frage nach Wiederaufbereitungsverfahren. Aus dem chemischen Aufbau der Kunststoffe und ihrer Anwendung ergibt sich auch die Abbaubarkeit und die Wiederaufarbeitung. Die Schülerinnen und Schüler sollen Kompetenzen erwerben um sich durch Abwägen der Vor- und Nachteile eine begründete Meinung zu aktuellen Problemen bilden zu können.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Umweltbelastung durch Herstellung und Anwendung von Kunststoffen – Kunststoffmüll: Deponieverhalten, Energierecycling, pyrolytischer Abbau – Ökobilanzen – Ersatzstoffe 	<ul style="list-style-type: none"> – Übersichten zum Kunststoffmüllaufkommen – verschiedene Verfahren zum Kunststoffrecycling gegenüberstellen; wirtschaftliche Aspekt der Müllverwertung berücksichtigen. – Interpretation von statistischem Material unterschiedlicher Quellen, Wichtungsfaktoren beachten FÜ Geographie – z.B. Verpackungen auf Stärkebasis, Dämmstoffe aus Kork oder natürlichen Fasern 	

96 W	Lebensmittelchemie	7 Std
<p>Naturwissenschaftliche Hintergrundinformationen zu Produktklassen von Lebensmitteln, zu Inhaltsstoffen sowie deren Wirkungen und Nebenwirkungen sind wichtige Grundlagen zum Aufbau von Handlungskompetenzen als Verbraucher. Vernetzungen mit den Bausteinen „Fette“, „ Kohlenhydrate I-III“ und „Analytik III“ bieten sich an.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Inhaltsstoffe der Lebensmittel - Würzstoffe in der Küche - Konservierung von Lebensmitteln - Zusatzstoffe, Ersatzstoffe 	<ul style="list-style-type: none"> - Eiweißstoffe, Lipide, Kohlenhydrate, Vitamine, Enzyme, anorganische Bestandteile - Produkte zum Säuern, Salzen, Süßen, Geschmacksverstärker, Aromastoffe - physikalische Verfahren, z.B. Kühlen und Gefrieren, Sterilisieren, Bestrahlen - chemische Verfahren, z.B. Salzen, Säuern, Zuckern, Räuchern - Hinweise auf E-Nummern 	

97 W	Metalle I - Metallgewinnung	7 Std
<p>Neben den chemischen Eigenschaften von Metallen und Erzen sollen die wirtschaftlichen und historischen Aspekte der Metallgewinnung angesprochen werden. Eine Zusammenarbeit mit den Fächern Geschichte, Geographie und Sozialkunde bietet sich an.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Vorkommen, Lagerstätten, Prospektion - Anreicherung und Aufbereitung verschiedener Erze - Gewinnung von Metallen - Darstellung von Metallen im Labor - Metallische Bindung und charakteristische Eigenschaften - Rohstoff- und Recyclingproblem - Metallindustrie als Wirtschaftsfaktor 	<ul style="list-style-type: none"> - Exemplarische Behandlung ausgewählter Beispiele - Kupfererze, Eisenerze, Bauxit - z.B. Hochofenprozess, historische Eisenverhüttung, Entwicklung der Stahlindustrie - z.B. Eisen, Kupfer, Silber - Leitfähigkeit, Glanz - z.B. „Kupfer-Recycling“ - z.B. „Aluminium - Erze, Aufbereitung, Herstellung“ - Energie- und Umweltaspekte berücksichtigen 	

98 W	Metalle II - Strukturen und Legierungsbildung	6 Std
<p>Ausgehend von den Strukturen verschiedener Metalle und Legierungen werden die zugehörigen Stoffeigenschaften entwickelt. Eine Verknüpfung mit dem Baustein „Strukturprinzipien und Kristallstrukturen“ ist möglich.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Strukturen der Metalle - Legierungsbildung, Eigenschaften von Legierungen - Mischkristalle - Substitutionslegierungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Beschränkung auf hexagonal und kubisch dichtest gepackte Strukturen - einfache Legierungen, z.B. Rotgold, Bronzen - Behandlung einfacher Phasendiagramme, intermetallische Phasen 	

– Korrosion	– Wirtschaftliche Bedeutung
-------------	-----------------------------

99 W	Moderne Werkstoffe	6 Std
-------------	---------------------------	-------

Die Schülerinnen und Schüler sollen einen Einblick in den strukturellen Aufbau, die Eigenschaften und Anwendungen der so genannten „neuen Werkstoffe“ erhalten, die ihnen in vielfältiger Form in ihrer Lebenswelt begegnen. Die Kenntnis der inneren Strukturen von Werkstoffen führt zu vorherberechenbaren Eigenschaften, die nach den Wünschen der Anwender „maßgeschneidert“ werden können.

– Keramische Werkstoffe Aufbau und Anwendungen	– Struktur, Gefüge, Korngrenzen; Motorenbauteile (Portliner), Chipcarrier, Wärme-tauscher
– Polymerwerkstoffe Spezialpolymere Aufbau und Anwendungen	– Leiterpolymere, Klebstoffe, Pluton- und Barbon- fasern; Medizin, Verpackung, Polymerlegierungen (Blends)
– Faserverbundwerkstoffe Aufbau und Anwendungen	– Fasern, Matrixelemente; Flugzeug- und Fahrzeugbau, Raumfahrt; Sportgeräte
– Gegenüberstellung einzelner Eigenschaften	– exemplarische Betrachtung ausgewählter Eigenschaften aus dem Bereich der Elektrik, Elektronik, Optik, Thermik und Mechanik
– Umweltproblematik Verbundwerkstoffen	– Wiederverwertung und Recycling

100 W	Oszillationsreaktionen	7 Std
--------------	-------------------------------	-------

Die Theorie zur Beschreibung von Prozessen fernab vom chemischen Gleichgewicht verhilft zu Einblicken in neuere Methoden der Naturwissenschaften zur Beschreibung strukturbildender Prozesse. Eine interdisziplinäre Betrachtung an geeigneten Beispielen aus Physik, Biologie und Klimatologie ist anzustreben.

– zeitliche, räumliche und raumzeitliche Oszillationen	– Methanoloxidation am Platindraht – Vertiefte Behandlung einer der folgenden Reaktionen: Belousov-Zhabotinskii, Briggs-Rauscher (oszillierende Ioduhr), Bray-Liebhafski
– autokatalytischer und/oder inhibitorischer Effekt	
– Beschreibungsmodelle	– Erweiterung auf Modellierung, Modellbildungssysteme und Computersimulation möglich

101 W	Proteine I	8 Std
<p>Proteinen kommt neben der Rolle als Strukturproteinen eine besondere Bedeutung als Katalysatoren für Stoffwechselreaktionen zu. Um die katalytische Funktion verstehen zu können, muss zunächst die Struktur von Proteinen erarbeitet werden. Wegen des fachübergreifenden Aspekts ist eine Abstimmung mit dem Biologieunterricht besonders notwendig.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur - Denaturierung - globuläre und fibrilläre Proteine - katalytische Funktion der Enzyme - chemische und biotechnologische Herstellung von Proteinen 	<ul style="list-style-type: none"> - Vergleich mit künstlichen Makromolekülen, insbesondere Polyamiden 	
(vgl. Bausteine 92-95 „Kunststoffe I-IV“)		
	<ul style="list-style-type: none"> - z.B. Temperaturerhöhung, Säuren, Schwermetalle - FÜ Biologie: Aufbau von Haaren, Muskulatur und Enzymen - Substrat- und Wirkungsspezifität, Beeinflussung der Enzymaktivität, Enzymkinetik - z.B. wirtschaftliche Nutzung für Waschmittel 	

102 W	Proteine II - Proteinbiosynthesen	7 Std
<p>Die Biosynthese von Proteinen ist die Grundlage zum Verständnis der Molekulargenetik. Sie ermöglicht den Zugang zur Gentechnik und trägt dazu bei eine eigene, sachlich begründete Meinung zu entwickeln. Die Einbeziehung biologischer, ethischer, medizinischer, sozialer und wirtschaftlicher Fragen ist unerlässlich.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Struktur der DNA - Transkription - Translation - Genetischer Code - Grundlagen der Gentechnik 	<ul style="list-style-type: none"> - Desoxiribose, Nucleobase, Nucleotid, Basenpaarung, Doppelhelix - RNA - Ribosom - Basentriplett, Folge von Translationsfehlern - Isolierung, Rekombination, Vermehrung und Übertragung von DNA-Sequenzen - Restriktionsenzyme, Vektoren, Klonierung, Selektion - Chancen und Risiken diskutieren FÜ Biologie, Ethik, Deutsch 	

103 W	Radioaktivität I - Grundlagen	7 Std
<p>Die Entdeckung der Radioaktivität und daraus folgende Anwendungen stellen ein Paradebeispiel dar für die Art und Weise, wie wissenschaftliche Entdeckungen die Welt verändern. Gesellschaftsrelevante Bezüge können fachübergreifend und fächerverbindend mit Physik und Sozialkunde erarbeitet werden. Die Schülerinnen und Schüler sollen mit den Grundlagen vertraut sein um die Auswirkungen besser einschätzen zu können.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Isotope, Kernumwandlungen - Strahlungsarten (α, β, γ, n) - Zerfallsreihe, Zerfallsgesetz, - Halbwertszeit - künstliche Elemente - Strahlenmessung und Maßeinheiten - Vergleich natürlicher mit zivilisatorisch bedingter Strahlung - Strahlenschäden 	<ul style="list-style-type: none"> - Die Entdeckungsgeschichte der Radioaktivität bietet einen guten Kontext, um die wichtigsten Begriffe zu erarbeiten. - experimentelle Bestimmung - z.B. Plutonium - Durchführung der Experimente in Kooperation mit Physik, z.B. Geiger-Müller-Zählrohr, Szintillationszähler, Messung der Nullrate - kosmische Strahlung, terrestrische Strahlung <p>künstliche Strahlenexposition, z. B. in Luft , Boden und Wasser, in der Medizin und in der Kerntechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erkrankungen durch Bestrahlungen der Haut, durch Inkorporation und genetische Schäden 	

104 W	Radioaktivität II - Anwendungen von Kernumwandlungen	6 Std
<p>Die Nutzung der Kernspaltung hat zur Verminderung der Energieprobleme vieler Länder beigetragen. Allerdings ist der Einsatz dieser Technologie mit deutlichen Risiken für die Menschheit verbunden. Die militärische Nutzung verschärft die Problematik. Deshalb sollen die gesellschaftlichen Auswirkungen angesprochen werden. Die Bearbeitung der Kerntechnologie kann sich nur auf wenige ausgewählte Grundlagen erstrecken. Schülerinnen und Schüler sollen befähigt werden, zur Vertiefung und Weiterbildung weitere Informationen heranzuziehen und auszuwerten. In diesem Zusammenhang bietet sich eine Zusammenarbeit mit den Fächern Biologie, Physik und Kunst an.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Energiebetrachtungen zur Kernspaltung - kontrollierte Kernreaktionen und ihre technische Anwendung - radioaktive Abfälle - Verlauf und Wirkung unkontrollierter Kernumwandlungen - Anwendung radioaktiver Nuklide in Forschung, Medizin und Technik - Wirkung verschiedener Strahlungen auf Organismen, Strahlenschutz 	<ul style="list-style-type: none"> - Massendefekt, Vergleich mit Reaktionsenthalpien - Kernspaltung, Kernfusion, Brutreaktion, Herstellung künstlicher Elemente; - An geeigneten Beispielen sollen Maßnahmen zur Kontrolle und zur Verringerung der Gefährdung beim Betrieb von Reaktoren und bei Störfällen besprochen werden. - Wiederaufarbeitung, Transport, Zwischenlager und Endlager - Hiroshima- und Nagasakibombe, Kernwaffentests - z.B. Tracermethoden, radiochemische Altersbestimmungen, Neutronenaktivierungsanalysen, Werkstoffprüfungen - externe Strahlenexposition, Inkorporation von Radionukliden, Dosis-Wirkungsbeziehungen 	

105 P	Reaktionskinetik	6 Std
<p>Die praktische Bedeutung der Beeinflussung geschwindigkeitsbestimmender Faktoren soll herausgearbeitet werden. Messdatenerfassung und Simulation mit dem Computer stellen geeignete Methoden zur Vertiefung des Verständnisses der Reaktionskinetik dar.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Reaktionsrate - Beeinflussung der Reaktionsrate - Katalyse 	<ul style="list-style-type: none"> - Definition: zeitliche Änderung der Konzentration ($\Delta c/\Delta t$) - Messung von Reaktionsraten in Schülerübungen möglich; Modellreaktionen: z.B. Bierschaumexperiment, Abkühlungskurve von Kaffee - Konzentration, Druck, Temperatur und Zerteilungsgrad - z.B. Abgaskatalysator - Reaktionsordnung, Zeitgesetz und Mechanismus - FÜ Biologie: Alkoholabbau, Enzymkinetik, Pharmakokinetik; - FÜ Physik: Radioaktiver Zerfall 	

106 P	Redoxchemie I - Grundlagen	8 Std
<p>Die Redoxchemie bietet die Möglichkeit eine Vielzahl von chemischen Reaktionen unter dem übergeordneten Gesichtspunkt des Donator-Akzeptor-Prinzips einzuordnen. Ausgehend vom klassischen Redoxbegriff lassen Beobachtungen an ausgewählten Reaktionen eine Erweiterung der Modellvorstellung sinnvoll erscheinen.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - klassischer und erweiterter Redoxbegriff - Elektronenübertragungsreaktionen - Donator-Akzeptor-Prinzip - Oxidationszahlen - Einrichten von Redoxgleichungen; Elektronen-, Ladungs- und Stoffbilanzen - Anwendungen in der Analytik - Redoxreihe der Metalle - Lösungstension 	<ul style="list-style-type: none"> - Notwendigkeit zur Erweiterung an geeigneten Beispielen zeigen - Exemplarische Betrachtung an ausgewählten Beispielen - Ermittlung und Änderung - Alltagsbezug: Chemie im Haushalt, z.B. Sanitär- und WC-Reiniger - Iodometrie oder Manganometrie - Syn- und Disproportionierung - edle und unedle Metalle 	

107 P	Redoxchemie II - Elektrochemische Reaktionen - Redoxgleichgewichte	8 Std
<p>Die Vermittlung grundlegender elektrochemischer Vorgänge sowie die anschließende Anwendung der elektrochemischen Reihe führt zum Verständnis des Zusammenhangs zwischen Elektrodenpotential und Konzentration. Der Einsatz von Schülerübungen bietet sich an.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Elektrochem. Gleichgewicht - Galvanische Zellen - Kathode, Anode, Polung - Potentiale, Potentialdifferenzen - Spannungsreihe - Standardwasserstoffhalbzelle - Bezugshalbzellen - Konzentrationszellen 	<ul style="list-style-type: none"> - Anwendung auf ausgewählte Halbzellen-Kombinationen - Notwendigkeit der Festlegung eines Bezugspunktes - FÜ Physik: einheitliche Terminologie - Vorhersagbarkeit von Redoxreaktionen - Möglichkeit für Schülerübungen, z.B. Silberkonzentrationszellen 	

108 W	Redoxchemie III - Nernst-Gleichung und Anwendungen	7 Std
Der Schwerpunkt liegt auf der quantitativen Erfassung und Mathematisierung der Konzentrationsabhängigkeit.		
<ul style="list-style-type: none"> - Nernst-Gleichung - Redoxgleichgewichte - pH-Abhängigkeit bei Redoxreaktionen - Aufbau und Funktionsweise von Einstabmessketten 	<ul style="list-style-type: none"> - keine thermodynamische Herleitung - Exp. Bestimmung einer Gleichgewichtskonstanten, z.B. Löslichkeitsprodukt von Silberchlorid - Exemplarische Berechnung der Gleichgewichtskonstanten K an einem ausgewählten Beispiel - z.B. Chlordarstellung im Labor; Reaktionen des Kaliumpermanganats im Sinne von „Mangan - das Chemische Chamäleon“ - z.B. pH-Meter, Sauerstoffelektroden, ionenselektive Elektroden in der Umweltanalytik - FÜ Biologie: Nervenpotentiale, Atmungskette, Photosynthese; - FÜ Mathematik: Logarithmengesetze; - FÜ Informatik: Erstellen einer Datenbank mit den Standardelektrodenpotentialen, Erstellen eines Programms zur Berechnung von Zellspannungen und Gleichgewichtskonstanten 	

109 P	Säuren und Basen I - pH- und pK-Werte	10 Std
Der Säure-Base-Begriff der Mittelstufe muss für die Oberstufe modifiziert und erweitert werden. Der Schwerpunkt liegt auf der Mathematisierung und Quantifizierung unter Einbeziehung des Massenwirkungsgesetzes. Das Thema ist gut geeignet chemisches Rechnen einzuüben.		
<ul style="list-style-type: none"> - Historische Entwicklung verschiedener Säure-Base-Konzeptionen - Brönsted-Konzeption - Autoprotolyse des Wassers - pH-Wert - Säurekonstanten ein- und mehrprotoniger Säuren, Basenkonstanten, pK-Werte - Protolysen in Salzlösungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Boyle, Lavoisier, Liebig, Arrhenius; FÜ Geschichte - Grenzen und Revision naturwissenschaftlicher Begriffe und Theorien aufzeigen - Donator-Akzeptor-Prinzip, Protolysereaktionen, nicht-wässrige Systeme - pH-Wert-Berechnungen, Protolysegrad; Haushaltschemikalien, Säuren in Lebensmitteln - Berechnungen zu Säuren- und Basenkonstanten, - Zusammenhang zwischen Säurestärke und molekularem Aufbau - FÜ Mathematik - Ionensäuren und -basen 	

110 P	Säuren und Basen II - Anwendungen	10 Std
Anwendungsbereiche der Brönsted-Säure-Base-Konzeption werden erschlossen. Schülerübungen stehen im Vordergrund.		
<ul style="list-style-type: none"> – Säure-Base-Indikatoren und ihre Umschlagsbereiche – Titrationskurven, Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt – Pufferlösung, Pufferkapazität, Puffergleichung 	<ul style="list-style-type: none"> – Bestimmung des Umschlagbereichs von Indikatoren mit dem pH-Meter – Berechnung mit Hilfe des pK_S-Wertes – Maßlösungen; Titration mit Indikator; Halbtitration; Leitfähigkeitstitration; geeignete Beispiele zur Messwerterfassung und Auswertung mit dem Computer – FÜ Informatik: Erstellen von Programmen zu Titrationskurven – z.B. Kohlensäurepuffer, Phosphatpuffer, Puffersysteme im Blut 	

111 W	Seifen - Waschmittel - Tenside	8 Std
Das Thema Waschmittel zeigt in besonderem Maße wie die Lösung eines Zivilisationsproblems durch die kombinierte Anwendung unterschiedlicher chemischer Kenntnisse und Fortschritte in anderen Disziplinen (Technik, Biotechnologie) weiterentwickelt wird. Gleichzeitig wird die Entstehung und Bekämpfung von Umweltproblemen durch die Anwendung chemischer Forschungsergebnisse deutlich.		
<ul style="list-style-type: none"> – Herstellung von Seifen – Zusammenhang von Struktur und Eigenschaften – physikalische und chemische Eigenschaften von Seifen – Waschvorgang – Nachteile von Seifen – Tenside: Struktur, Einteilung, Herstellung, Eigenschaften – Zusammensetzung eines modernen Waschmittels 	<ul style="list-style-type: none"> – historische Seifengewinnung, Esterspaltung – hydrophil, hydrophob, lipophil, lipophob, – Grenzflächenaktivität, monomolekulare Schichten, – dispergierende, emulgierende und benetzende Wirkung – Abhängigkeit der Waschwirkung von pH-Wert und Härtegrad, Wirkung auf Haut und Textilfasern – Anwendungsbereiche für Aniontenside, Kationtenside und nichtionische Tenside, natürliche Tenside einbeziehen – Tenside, Enthärter, Bleichmittel, Enzyme, optische Aufheller, Parfümöle, Stellmittel, – historische Entwicklung thematisieren – Wasserhärte und Enthärtung 	
(vgl. Baustein 91 „Komplexchemie II“)		
<ul style="list-style-type: none"> – Umweltbelastung durch moderne Waschmittel – kritische Auseinandersetzung mit Aussagen der Waschmittelwerbung 	<ul style="list-style-type: none"> – Abbaubarkeit von Tensiden, Eutrophierung, Remobilisierung von Schwermetallen, Fällungsstufen in Kläranlagen, Detergentiengesetz, OECD-Tensidtest, wirtschaftliche Aspekte 	

– aktuelle Entwicklungen		– Colorschutz, Baukastensysteme
112 W	Silicium und Siliciumverbindungen	
8 Std		
<p>Die Feststellung, dass Silicium das Grundelement nicht nur moderner Technologien wie Microchipherstellung und Siliconpolymerchemie, sondern auch alter Techniken wie Töpferei, Gläserherstellung und Glasverarbeitung ist, führt zur Auseinandersetzung mit der Chemie des Elements Silicium und dessen Verbindungen. Als Element der 4.Hauptgruppe und damit direktem Homologen des Kohlenstoffs zeigt es dennoch merkliche Unterschiede zum Kohlenstoff.</p> <p>Die Palette der Verwendungsmöglichkeiten des Siliciums bzw. seiner Verbindungen erfordert eine Schwerpunktsetzung der angeführten Inhalte. Fächerverbindender Projektunterricht mit Physik, Technik und Geographie ist möglich.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Vorkommen, Häufigkeit und Verteilung – Chemische und physikalische Eigenschaften – Herstellung von Roh- und Reinstsilicium – Silicium-Halbleitertechnologie – Siliciumdioxid und Silicate – Organosiloxane – Siliciumcarbide 	<ul style="list-style-type: none"> – Böden, Pflanzen- und Tierreich; FÜ Geographie, Biologie – vergleichende Betrachtung zum Kohlenstoff – elektrische Eigenschaften hervorheben – elektrotherm. Verfahren, Wirbelschichtverfahren und Trichlorsilanzerersetzung – Einkristallzüchtung, Waferherstellung, Dotierungsverfahren; FÜ Physik, Photovoltaik – Sand und Gesteine – Keramiken und Gläser – Zeolithe und Asbest – Mineralien – Einbeziehung des Bausteins „Chemie im Betrieb“ – Siliconfette, Siliconharze, Siliconkautschuke – Hartwerkstoffe 	

113 W	Strukturprinzipien und Kristallstrukturen	
7 Std		
<p>Bei der Erarbeitung der Strukturprinzipien steht der Einsatz verschiedener Modelle im Vordergrund. Aufbauend auf Kenntnissen über dichteste Packungen können einfache Verbindungstypen abgeleitet werden. Eine Kopplung mit den Bausteinen „Metalle I“ und „Metalle II“ ist möglich. Kenntnisse aus dem Mathematikunterricht können anwendungsbezogen eingesetzt werden.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Packungen und Packungsdichten – Symmetrie der dichtesten Kugelpackungen – Nachbarschaftsverhältnisse und Elementarzellen – Einfache Strukturtypen 	<ul style="list-style-type: none"> – hexagonal und kubisch dichteste Packung, kubisch primitive und kubisch innenzentrierte Packung – Auswirkungen auf Eigenschaften von Metallen und Legierungen – ausgewählte Beispiele, Oktaeder- und Tetraederlücken – Ableiten durch verschiedene Arten der Auffüllung von Lücken in einer dichtesten Packung 	

114 P	Synthesen I - Substitutionen	10 Std
<p>Die Synthese von organischen Verbindungen ist ein wesentliches Betätigungsfeld der chemischen Industrie. Den Schülerinnen und Schülern muss deutlich werden, welche Chancen und Risiken sich für die Menschheit eröffnen, wenn u.a. Stoffe entstehen, die es so in der Natur nicht gibt. Viele synthetisch wertvolle Reaktionen gehören zu der Klasse der nucleophilen Substitutionen am gesättigten Kohlenstoffatom. Damit die Schülerinnen und Schüler im Umgang mit Mechanismen vertraut werden, soll ausreichend geübt werden.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – Darstellung von Halogenalkanen – S_R-Mechanismus – Darstellung von Alkoholen aus Halogenalkanen und umgekehrt – S_N1- und S_N2-Mechanismus 	<ul style="list-style-type: none"> – Ausgewählte Beispiele – Photolyse, Kettenreaktion, Selektivität, energetische Betrachtungen – Ausgewählte Beispiele betrachten – Nucleophilie, Abgangsgruppe, geschwindigkeitsbest. Schritt, Zwischenprodukt, Übergangszustand, Stereochemie, Konfigurationsinversion, Lösungsmiteleinfluss und Bedeutung der Abgangsgruppe für den Verlauf der Reaktion – Variation der Parameter und Ausbeuteberechnung – energetische Betrachtungen 	

115 P	Synthesen II - Eliminierungen und Additionen	8 Std
<p>Viele Synthesen gehen von ungesättigten Verbindungen aus. Die Darstellung von Alkenen durch 1,2-Eliminierung und die elektrophile Addition sind deshalb von großer Bedeutung für die präparative Chemie. Außerdem ist für synthetische Abläufe die Konkurrenz von Eliminierung und eng verwandter Substitution von besonderer Wichtigkeit. Der Gegensatz und die komplementäre Betrachtungsweise von Elektrophilie und Nucleophilie soll herausgearbeitet werden.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> – 1,2-Eliminierung – Konkurrenzreaktionen zwischen Additions- und Eliminierungsreaktion – elektrophile Addition an die C-C-Doppelbindung – A_E-Mechanismus – katalytische Hydrierung 	<ul style="list-style-type: none"> – Darstellung von Ethen – Umsetzung von Ethanol mit Schwefelsäure – Addition von Brom, Halogenwasserstoff und Wasser; Regel von Markownikoff – Elektrophilie, Carbenium-Ion, Katalyse – Margarineherstellung, Nickelallergie 	

116 W	Synthesen III - Anwendungstechnische Substitutionen	7 Std
<p>Die exemplarische Betrachtung weiterer Synthesen an aromatischen Verbindungen kann vor allem in einem anwendungsbezogenen Kontext wie z.B. der Darstellung von Arzneistoffen die Bedeutung von Aromaten aufzeigen.</p> <p>Die Zweitsubstitution vermittelt einen Eindruck von der komplexen Wechselwirkung zwischen den Reaktanden und zeigt, dass Synthesen im Allgemeinen nicht zu einem einheitlichen Produkt führen.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Nitrierung - Sulfonierung - Friedel-Crafts-Reaktionen - Steuerung durch Reaktionsbedingungen - Zweitsubstitution 	<ul style="list-style-type: none"> - Bedeutung für die Herstellung von Sprengstoffen, z.B. TNT - Wasserlöslichkeit von Sulfonsäuren, Bedeutung für die Herstellung von Waschmitteln, Pharmazeutika, Farbstoffen und Ionenaustauschern - Acylierung und Alkylierung - Kern- und Seitenkettensubstitution - induktive und mesomere Effekte, Reaktivität und Orientierung 	

117 P	Synthesen IV — Ester - Herstellung und Spaltung	6 Std
<p>Die Ester stellen ein Beispiel für eine Stoffklasse dar, die durch Reaktion zwischen zwei funktionellen Gruppen entsteht. Die Herstellung und Spaltung von Estern eignen sich zur Entwicklung von experimentellen Fertigkeiten. Die Schülerinnen und Schüler sollen selbständig Informationen über Vorkommen und Verwendung beschaffen und auswerten.</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - Veresterung - Säurekatalysierte und baseninduzierte Spaltung - umkehrbare und unvollständig ablaufende Reaktionen - Vorkommen und Verwendung 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifizierung der Ester durch Geruch, Destillation, Abtrennung oder Kristallisation - Mechanistische Betrachtungen - Estergleichgewicht - z.B. Aromastoffe, Fette, Ester anorganischer Säuren - FÜ Biologie: ATP, DNA, Phospholipide, Biomembranen - Für einen projektartigen Unterricht bietet sich die Veresterung von Salicylsäure zu einem medizinischen Wirkstoff oder einem Duftstoff an. 	

118 P	Synthesen V - Reaktionen an der Carbonylgruppe	6 Std
Carbonylverbindungen erlauben eine Vielzahl von Additionsreaktionen und eröffnen eine große Produktpalette. Sie sind aufgrund ihrer Reaktivität ein wichtiges Zwischenprodukt organischer Synthesen.		
<ul style="list-style-type: none"> – Additionen an die Carbonyl- – gruppe – A_N-Mechanismus – Aldole – Kondensationen – Mechanismus der Esterbildung und Esterspaltung 	<ul style="list-style-type: none"> – Diskussion ausgewählter Beispiele je nach Rahmenthema – Polarität der Carbonylgruppe, Nucleophilie – Bedeutung der Aldolreaktion für den Aufbau größerer Moleküle durch Knüpfen von C-C-Bindungen aufzeigen – An Additionen schließen sich häufig Kondensationen an (Beispiele diskutieren). – Ester, Amide – Katalyse und Gleichgewicht 	

5 Fachübergreifendes und fächerverbindendes Lernen

5.1 Didaktische Begründung

Damit die Schule ihren Bildungsaufgaben in vollem Umfang gerecht werden kann, muss sie zu einer sinnvollen Balance zwischen systematischem und situationsbezogenem Lernen finden. Das bedeutet, dass das Lernen in den einzelnen Fächern einerseits und fachübergreifendes bzw. fächerverbindendes Lernen andererseits unverzichtbar und konstituierende Bestandteile des Unterrichts sind.

Die Gliederung des Unterrichts in einzelne Fächer ist aus mehreren Gründen sinnvoll und notwendig. Einerseits wird durch die Beschränkung auf die Aspekte eines Fachs der Komplexitätsgrad der Inhalte vermindert. Schülerinnen und Schüler können in relativ überschaubaren Bereichen Wissen und Fähigkeiten erwerben. Andererseits haben die einzelnen Fächer und Fachgruppen jeweils spezifische Methoden der Erkenntnisgewinnung und der Theoriebildung. Schülerinnen und Schüler sollen diese fachbezogenen Denk- und Arbeitsweisen kennen lernen und einüben um sie dann in komplexeren Zusammenhängen anwenden zu können.

Eine enge Beschränkung auf den Fachunterricht bringt allerdings auch Probleme mit sich.

Zum einen besteht die Gefahr, dass Schülerinnen und Schüler nur noch fachspezifische Facetten von Sachverhalten wahrnehmen. Selbst wenn in unterschiedlichen Fächern das gleiche Thema behandelt wird, stehen die jeweiligen Aspekte häufig unverbunden nebeneinander. Vonseiten der Lehrkräfte an Schulen und Hochschulen und auch vonseiten der Wirtschaft wird diese Situation beklagt; man spricht von „Schubladenwissen“. Darüber hinaus begünstigt das Lernen isolierter Sachverhalte ein schnelles Vergessen des Gelernten.

Zum anderen erfordern die Wissensexplosion und der schnelle Wandel des Wissens, die komplexen Strukturen und Interdependenzen in allen Bereichen von Gesellschaft, Wirtschaft, Wissenschaft und Technik in zunehmendem Maß übergreifendes, vernetztes Denken. Viele aktuelle Probleme sind nicht allein analytisch durch Zerlegung in Teilprobleme und deren Lösung zu bewältigen. Es müssen vielfältige Abhängigkeiten und Verflechtungen berücksichtigt werden.

Das ist auch für den Unterricht relevant, soll er sich doch an der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler orientieren, zu Entscheidungs- und Handlungskompetenz führen und zur Übernahme von Verantwortung befähigen. Diese Ziele bedingen, dass in verstärktem Maß realitätsnahe Problemstellungen Ausgangspunkt von Lernprozessen sein müssen. Solche Problemstellungen lassen sich aber in der Regel nur im Zusammenwirken von Sachkompetenz aus mehreren Fachgebieten bewältigen. Kenntnisse und Fähigkeiten in den einzelnen Fächern sowie die Beherrschung der verschiedenen wissenschaftlichen Denkweisen und Arbeitsmethoden sind Voraussetzungen für die Bearbeitung fachübergreifender Problemstellungen.

Die Verfügbarkeit neuer Medien und Technologien erweitert die Möglichkeiten der Informationsbeschaffung und -verarbeitung und öffnet Wege zu einem übergreifenden Denken in Zusammenhängen.

5.2 Beiträge zur Methoden- und Sozialkompetenz

Im fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterricht sollen die Schülerinnen und Schüler, zumindest exemplarisch,

- erfahren, dass für eine Lösung realitätsnaher Problemstellungen meist aus verschiedenen Fächern Aspekte, die einander ergänzen bzw. gegeneinander abgewogen werden müssen, zu berücksichtigen sind;
- Wissen und methodische Fähigkeiten, die im Fachunterricht erworben wurden, als Beiträge zur Lösung eines komplexen Problems einbringen und dadurch die Bedeutung des Gelernten für die Bewältigung lebensweltlicher Situationen erfahren;
- lernen, eine Problemstellung von verschiedenen Seiten zu beleuchten und Lösungsansätze nicht vorschnell und unkritisch auf die Verfahren eines bestimmten Fachs einzuschränken;
- erfahren, dass die Zusammenführung verschiedener fachlicher Sichtweisen zu einem tieferen Verständnis eines Sachverhalts führen kann;
- die Bereitschaft und Fähigkeit entwickeln, zur Bearbeitung einer größeren, komplexen Problemstellung mit anderen zu kommunizieren und zu kooperieren;
- lernen, Problemlöseprozesse möglichst selbständig zu organisieren, auch in Partnerarbeit oder im Team;
- lernen, die Ergebnisse eines Arbeitsprozesses zu strukturieren und so zu präsentieren, dass sie von anderen, die nicht an dem Prozess beteiligt waren, verstanden werden können.

5.3 Lehrplanbezug

Die Lehrpläne schaffen äußere Voraussetzungen für die Realisierung fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterrichts, indem

- keine verbindliche Reihenfolge für die Behandlung des Pflichtstoffs in den Fächern festgelegt wird;
- in gewissen Teilbereichen die Entscheidung über die inhaltlichen Schwerpunkte den Lehrerinnen und Lehrern bzw. den Fachkonferenzen überlassen bleibt;
- durch Beschränkung des Pflichtstoffs zeitliche Freiräume geschaffen werden;
- im Anhang Themenvorschläge für entsprechende Unterrichtseinheiten enthalten sind.

5.4 Verbindlichkeit

Fachübergreifendes Denken und Arbeiten soll grundsätzlich in der gesamten gymnasialen Oberstufe und in allen Fachkursen an geeigneten Stellen in den Unterricht integriert werden (vgl. hierzu auch 5.1).

Darüber hinaus sollen innerhalb der gymnasialen Oberstufe (Jahrgangsstufen 11 bis 13) alle Schülerinnen und Schüler mindestens einmal an einem fächerverbindenden Unterrichtsvorhaben teilnehmen.

5.5 Organisationsformen

Fachübergreifendes und fächerverbindendes Lernen kann auf verschiedenen Ebenen erfolgen, die auch unterschiedliche Organisationsformen erfordern. Organisatorisch problemlos sind alle Formen fachübergreifenden und fächerverbindenden Lernens, die sich im Rahmen der Fachkurse realisieren lassen. Um übergreifende Themen behandeln zu können, die einen größeren zeitlichen Rahmen erfordern, oder zu denen mehrere Fächer etwa gleich gewichtige Beiträge liefern, ist es jedoch erforderlich für den entsprechenden, begrenzten Zeitraum neue, an den Themen orientierte Lerngruppen zu bilden. Dies ist in der gymnasialen Oberstufe aufgrund der differenzierten Kursbelegung nicht immer leicht zu organisieren. Welche Organisationsform die günstigste ist, muss anhand der speziellen Rahmenbedingungen an der einzelnen Schule entschieden werden.

Im Folgenden sind exemplarisch mögliche Organisationsformen für fachübergreifendes und fächerverbindendes Lernen im Rahmen der Fachkurse wie auch in neu gebildeten Lerngruppen aufgeführt. Selbstverständlich sind auch andere als die hier genannten Formen möglich.

5.5.1 Fachübergreifendes und fächerverbindendes Lernen im Rahmen der Fachkurse

- * Die Lehrerinnen und Lehrer integrieren in den Fachunterricht an geeigneten Stellen Aspekte anderer Fächer oder Fachbereiche - insbesondere derjenigen, für die sie die Lehrbefähigung besitzen.
- * Durch die Einbeziehung außerschulischer Lernorte (z.B. im Rahmen von Exkursionen) werden der Anwendungsbezug und die fachübergreifende Dimension des jeweiligen Themas für die Schülerinnen und Schüler unmittelbar erfahrbar.
- * In bestimmten Unterrichtsabschnitten übernimmt eine zweite Lehrkraft allein oder zusammen mit der Fachlehrkraft den Unterricht (team-teaching). Auch können Vorträge von externen Fachleuten in den Unterricht integriert werden um Bezüge zu anderen Fachrichtungen aufzuzeigen.
- * Kurse verschiedener Fächer, die im Stundenplan parallel liegen, werden für mehrere Stunden zur Durchführung eines fächerverbindenden Projekts zusammengefasst. Der fächerverbindende Unterricht tritt für diesen Zeitraum an die Stelle des Fachunterrichts.

5.5.2 Fachübergreifendes und fächerverbindendes Lernen in hierfür neu gebildeten Lerngruppen

- * Für eine „Projektphase“, die mehrere Tage umfasst, werden die Schülerinnen und Schüler einer Jahrgangsstufe in neue Lerngruppen eingeteilt. In jeder dieser Lerngruppen wird ein fächerverbindendes Thema behandelt. Es ist denkbar, dass in einer Lerngruppe eine einzige Lehrkraft alle Aspekte des Themas behandelt, aber auch, dass im zeitlichen Wechsel oder im team-teaching mehrere Lehrkräfte beteiligt sind.

- * Über ein Schuljahr oder ein Halbjahr hinweg wird jeweils eine Doppelstunde pro Woche für alle Schülerinnen und Schüler einer Jahrgangsstufe von Fachunterricht freigehalten. Diese Doppelstunde steht für fächerverbindenden Unterricht in dafür neu gebildeten Lerngruppen zur Verfügung. Die Teilnahme daran kann für die Schülerinnen und Schüler über den Pflicht-Fachunterricht hinaus verbindlich gemacht werden. Die so durchgeführten fächerverbindenden Unterrichtsprojekte müssen sich nicht über ein ganzes Halbjahr erstrecken, sie können auf wenige Wochen beschränkt sein.

- * Ein fächerverbindendes Thema wird in einer dafür neu gebildeten Lerngruppe über einen bestimmten Zeitraum mit einer Doppelstunde pro Woche unterrichtet. Der für diese Doppelstunde vorgesehene Fachunterricht fällt jeweils aus. Die Doppelstunde liegt aber in jeder Woche an einer anderen Stelle im Stundenplan, so dass nicht immer der gleiche Fachunterricht betroffen ist.

- * In einer Jahrgangsstufe sprechen sich einige Lehrerinnen und Lehrer verschiedener Fächer ab ein ausgewähltes übergreifendes Thema zeitlich parallel in ihren Kursen unter fachlichem Aspekt zu behandeln. Der zeitliche Rahmen kann einige Stunden umfassen, sich aber auch auf mehrere Wochen erstrecken. Am Ende dieses Zeitraums finden „Projekttag“ statt, auf denen allen Schülerinnen und Schülern die Ergebnisse der fachbezogenen Arbeit vorgestellt werden. In dieser Präsentation, in die auch externe Fachleute einbezogen werden können, wird der fächerverbindende Charakter des Themas erfahrbar.

5.6 Anhang

Themenvorschläge und Anregungen für fachübergreifende und fächerverbindende Unterrichtseinheiten

In den folgenden Kapiteln (5.6.1 bis 5.6.6) sind mehrere Themenbereiche für fachübergreifende und fächerverbindende Unterrichtsvorhaben aufgeführt. Für jeden Themenbereich sind in Form von Bausteinen thematische Schwerpunkte genannt, die sich für eine Zusammenarbeit des Faches Chemie mit anderen Fächern eignen und es gestatten fachübergreifende Leitlinien und Vernetzungen aufzuzeigen.

Die Auswahl der Themenbereiche und thematischen Bausteine richtet sich u.a. danach, ob ein Bezug zu den Fachlehrplänen der jeweils betroffenen Fächer hergestellt werden kann und ob bereits gewisse methodische Erfahrungen vorliegen oder Handreichungen zur Verfügung stehen.

Die aufgeführten Themen sind nicht verbindlich. Sie sind als Beispielsammlung gedacht und erheben in keiner Weise den Anspruch auf Vollständigkeit.

Die Themenvorschläge und die aufgezeigten Bezüge verschiedener Fächer zu dem jeweiligen Rahmenthema sollen anregen und ermuntern, fachübergreifende und fächerverbindende Unterrichtseinheiten zu planen, zu erproben und Erfahrungen zu sammeln. In der Regel werden Fachlehrerinnen und -lehrer verschiedener Fächer kooperieren und ihre jeweilige Sachkompetenz bei der Planung und Durchführung eines Unterrichtsvorhabens einbringen.

Umfang und Komplexität eines solchen Vorhabens werden sich an der zur Verfügung stehenden Zeit und den Möglichkeiten der Realisierung orientieren. Auch kleinere Projekte, an denen außer Chemie nur ein oder zwei weitere Fächer beteiligt sind und bei denen nur einige der für das jeweilige Fach aufgeführten "möglichen Beiträge" berücksichtigt werden, können der Zielsetzung des fachübergreifenden und fächerverbindenden Unterrichts gerecht werden.

5.6.1 Energieversorgung gestern - heute - morgen

<p>Beiträge des Faches Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entstehung, Zusammensetzung und Verarbeitung fossiler Energieträger - nachwachsende Rohstoffe als Energieträger - Verbrennungsreaktion - elektrochemische Stromerzeugung - Solarenergie - Wasserstofftechnologie - Kernspaltung - Kernfusion 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kohle, Erdöl, Erdgas; Raffinerien, Kraftwerke - z.B. Biomasse, Alkohol aus Zuckerrohr, Diesel aus Raps; Verfügbarkeit, Anteile - Reaktionsenthalpien, Kohlenstoffdioxidbilanz, Treibhauseffekt - Galvanische Zellen, Brennstoffzellen - Photovoltaik, Rolle des Siliciums - Elektrolyse; Raumfahrt - Kernkraftwerke; Betriebserkundung - Kernreaktor Sonne
<p>Beiträge des Faches Physik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Energieumwandlung und ihre technische Umsetzung - Thermodynamik - Energiebedarf - alternative Energien 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> - z.B. Turbinen und Generatoren, Motoren, Reaktoren, Photovoltaik - Wirkungsgrad, Carnotscher Kreisprozess, Stirlingmotor - Messungen zum eigenen Energiebedarf - z.B. Wind, Wasser, Erdwärme, Gezeiten; Zukunftsperspektiven
<p>Beiträge des Faches Biologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Organismen als Energiewandler - Materiekreislauf und Energiefluss - Bau und Lebensbedingungen von „Industriepflanzen“ 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> - Photosynthese, Blatt als „Solarzelle“ - Dissimilation, Vergleich zwischen Atmungskette und Brennstoffzelle - Gärung, z.B. Biogasgewinnung - Energiebilanzen, Welternährung - Ertragssteigerungen durch Düngung, Züchtung und Genmanipulation
<p>Beiträge des Faches Erdkunde</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erdöl: Entstehung, Lagerstätten, Prospektion, Förderung - alternative Energien - Klimakunde 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> - Weltenergieangebot - Energieversorgung in Deutschland, Rolle der Kohle - z.B. Wind, Wasser, Erdwärme, Gezeiten; Zukunftsperspektiven - Erwärmung der Atmosphäre
<p>Beiträge des Faches Sozialkunde</p> <ul style="list-style-type: none"> - Energiepolitik - Energieversorgungsunternehmen - Technikfolgenabschätzung 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> - Argumente verschiedener Interessensvertreter - Energieversorgung und Wirtschaftsentwicklung in Deutschland

5.6.2 Umweltanalytik: Wasser - Boden - Luft

<p>Beiträge des Faches Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chemismus Wasser-Boden-Luft, Beispiele für Umweltprobleme - Analytische Verfahren - Schadstoffemissionen, Verursacher im Vergleich - Möglichkeiten zur Verringerung von Schadstoffemissionen 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> - z.B. Treibhauseffekt, Ozonloch, Industrienunfälle, saurer Regen, Nitrate, Schwermetalle, Pestizide - z.B. pH-Meter, Sauerstoffelektrode, Testsätze, Titrations, Gasspürpumpe, Photometrie, Spektroskopie - z.B. Haushalt, Verkehr, Industrie, Überbevölkerung, Agrarwirtschaft - z.B. Katalysatoren, Entschwefelung, technische Weiterentwicklung, Ersatzverfahren
--	---

<p>Beiträge des Faches Biologie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erkundung eines Ökosystems; Umweltschutz vor Ort - Aquatische, Terrestrische und Urbane Ökosysteme - Atmosphäre als Umweltfaktor - biologische Wirkung von umweltrelevanten Stoffen, Strahlen und anderen Einflüssen 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gewässergütebestimmung, Bodenanalysen, Flechtenkartierung, - Messung von Belastungen von Wasser, Boden und Luft; z.B. Ozon, Nitrat, saurer Regen, UV-Strahlen, Lärm - Auswirkung antropogener Emissionen auf die Atmosphäre, z.B. Ozonloch und Belastung durch Ozon, Treibhauseffekt und neuartige Waldschäden - z.B. Eutrophierung, Allergien, Hautkrebs
<p>Beiträge des Faches Physik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen von Messverfahren 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> - z.B. Atomabsorptionsspektroskopie, UV-Spektren
<p>Beiträge des Faches Erdkunde</p> <ul style="list-style-type: none"> - Landschaftsökologie - Wetterentstehung, Klimakunde 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bodenbildung, Eigenschaften von Böden, Wasserkreislauf
<p>Beiträge des Faches Sozialkunde/Geschichte</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sicherung der Welt als Lebensraum - eine politische Aufgabe 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> - Festsetzung von Grenzwerten, gesetzliche Regelungen, z.B. Gewässerschutz, TA Luft - internationale Zusammenarbeit verschiedener Interessengruppen
<p>Beiträge des Faches Informatik</p> <ul style="list-style-type: none"> - Auswertung von Messreihen - graphische Darstellung - Simulationen, Modellierungen 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> - z.B. Chemie und Physik der Atmosphäre

5.6.3 Strukturbildung in der Natur

<p>Beiträge des Faches Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> – Kristallformen – Struktur von Riesenmolekülen – Musterbildung – Symmetrien 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> – z.B. Eis, Salze, Metalle; Kugelpackungen – z.B. DNA, Fullerene, Cluster, Asterane – Runge-Bilder, Oszillations-Reaktionen – Chiralitäten, Zwillingsbildung bei Kristallen
<p>Beiträge des Faches Biologie</p> <ul style="list-style-type: none"> – Symmetrie und Polarität – Blattstellungen – Selbstorganisationsphänomene 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bilateralsymmetrie und Radiärsymmetrie z. B. bei Blüten, Tieren, Bienenwaben – Bipolarität höherer Pflanzen – Entwicklungsbiologie – Goldener Schnitt – z.B. Sonnenblume, Kiefernzapfen – z.B. Wachstum und Formbildung einzelliger Pflanzenstrukturen und Korallen – z.B. Ordnung in Bakterienkolonien
<p>Beiträge des Faches Physik</p> <ul style="list-style-type: none"> – Mikro- und Makrokosmos – dendritische Wachstumsmuster – fraktale Muster – Spiegelbilder – Symmetrien in der Elementarteilchenphysik 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> – Strukturen und Strukturelemente – Verästelungen, Symmetrien – fraktales Wachstum – Kaleidoskope – SU 3-Symmetrie
<p>Beiträge des Faches Mathematik</p> <ul style="list-style-type: none"> – Goldener Schnitt – Fibonacci-Reihe – Winkelbetrachtungen – Polyeder 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> – Blattstellungen – Goniometrie, z.B. an Kristallen – Platonische Körper, archimedische Körper
<p>Beiträge des Faches Informatik</p> <ul style="list-style-type: none"> – Modellbildung – Simulation von Musterbildungen 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> – Modellierungen
<p>Beiträge des Faches Kunst</p> <ul style="list-style-type: none"> – Architektur – Ornamente – Mandalas 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> – Goldener Schnitt – Mustererkennung

5.6.4 Naturwissenschaft und Weltbild

<p>Beiträge des Faches Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> – Alchemie – Wandel der Chemie zur exakten Naturwissenschaft – Atommodelle 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> – philosophische Grundlagen – Entwicklung, Wechselbeziehung zwischen Experiment und Theorienbildung
<p>Beiträge des Faches Physik</p> <ul style="list-style-type: none"> – Astronomie: geozentrisches und heliozentrisches Weltbild – Klassische und Moderne Physik 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ptolemäus, Kepler, Kopernikus – Newton, Einstein
<p>Beiträge des Faches Philosophie</p> <ul style="list-style-type: none"> – Weltbild der Antike – deterministisches und nichtdeterministisches Weltbild – Paradigmenwechsel 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> – Wechselwirkung von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen mit den jeweiligen Weltbildern
<p>Beiträge des Faches Deutsch</p> <ul style="list-style-type: none"> – Mythen – Auseinandersetzung zwischen Weltbild und naturwissenschaftlicher Erkenntnis in der Literatur 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> – Goethe: Wahlverwandtschaften – Dürrenmatt: Die Physiker – Huxley: Brave new world – Brecht: Galileo Galilei
<p>Beiträge des Faches Sozialkunde/Geschichte</p> <ul style="list-style-type: none"> – Auswirkungen verschiedener Weltbilder auf die Gesellschaft und umgekehrt 	<p>Hinweise</p>
<p>Beiträge des Faches Religion/Ethik</p> <ul style="list-style-type: none"> – Wechselbeziehung zwischen Religion und Naturwissenschaft – Evolution, Schöpfungstheorie 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> – Gottesbeweise, Inquisition – Darwin
<p>Beiträge des Faches Biologie</p> <ul style="list-style-type: none"> – Evolutionstheorien 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> – z.B. Schöpfungstheorie, Katastrophentheorie, Kreationismus, Darwinismus

5.6.5 Ernährung und Ernährungssicherung

<p>Beiträge des Faches Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> – Struktur und Eigenschaften von Nährstoffen – Verbrennungsenthalpien der Nährstoffe – Ernährungssicherung durch Düngemittel, Pflanzenschutz und Vorratshaltung – Lebensmittelherstellung – Bedeutung der Biotechnologie – Lebensmittelzusatzstoffe – Lebensmittelkontrolle 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> – Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße – Düngemittel, Ammoniaksynthese – Konservierung, Herbizide, Fungizide, Insektizide – z.B. Fettgewinnung, Fetthärtung, Zucker aus Rüben – z.B. Bier aus Gerste, Käse aus Milch – z.B. Farbstoffe, Aromastoffe, Süßstoffe – Kennzeichnung, E-Nummern – Überprüfung, Nachweis von Rückständen – Untersuchungsämter
<p>Beiträge des Faches Biologie</p> <ul style="list-style-type: none"> – Nahrungsmittelbestandteile – Bedarf, Folgen von Mangel und Überschuss – Energie aus Nährstoffen – Enzymatik – Morphologie von Nutzpflanzen – Ernährungssicherung – Tierproduktion – Tragfähigkeit der Erde 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> – Nährstoffe, Mineralien, Vitamine, Ballaststoffe – gesunde Ernährung, Diäten, Vegetarier – RQ-Wert, ATP, Dissimilation, Gärung, Intermediärstoffwechsel – Produktionsbiologie, landwirtschaftliche Kulturen, integrierter Pflanzenschutz – Züchtung, Gentechnologie – Tierschutz, artgerechte Haltung – Überbevölkerung, Geburtenkontrolle
<p>Beiträge des Faches Erdkunde/Sozialkunde/Geschichte</p> <ul style="list-style-type: none"> – Entwicklungsländer - Industrieländer - Schwellenländer – Landwirtschaft in verschiedenen Geozonen – Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung von Ressourcen in globaler Sicht – Migration früher und heute 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bevölkerungsentwicklung, Ernährungslage, Folgen von Entwicklunghilfeprojekten
<p>Beiträge des Faches Religion/Ethik</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bevölkerungsentwicklung – Verantwortung der Industrieländer 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bedeutung in verschiedenen Kulturen
<p>Beiträge des Faches Sport</p> <ul style="list-style-type: none"> – Einfluss der Ernährung auf die Leistungsfähigkeit 	<p>Hinweise</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ernährungspläne

5.6.6 Werkstoffe und Bauen

Beiträge des Faches Chemie – Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten verschiedener Baumaterialien – Ökobilanzen – Materialbearbeitung und Materialverarbeitung	Hinweise – z.B. Steine, Beton, Mörtel, Holz, Metalle, Lehm, Gips, Kunststoffe, Glas, Kork – z.B. Fenster aus Holz, Aluminium oder Kunststoff – z.B. Korrosionsschutz, Holzschutzmittel, Verbundglas
---	---

Beiträge des Faches Physik – Mechanik – Energiebetrachtungen – Sonnenkollektoren – Festkörperphysik	Hinweise – z.B. Ausdehnungskoeffizienten, statische Betrachtungen – K-Werte, Wärmedämmung, Schalldämmung – moderne Baustoffe
--	--

Beiträge des Faches Biologie – Wohnraum und Wohlbefinden – ökologische Aspekte beim Bauen – pflanzliche Baumaterialien – Bauen im Tierreich	Hinweise – Raumformen, Stressfaktoren – z.B. Dachbegrünung, Wintergarten – z.B. Holz, Kokos, Kork, Stroh – z.B. Spinnennetze, Nester, Höhlen, Bienenwaben
--	--

Beiträge des Faches Mathematik – Statik – Finanzierungsmodelle – Zusammensetzung verschiedener Baumaterialien	Hinweise – Berechnungen an ausgewählten Beispielen – Mischungsrechnungen
---	---

Beiträge des Faches Kunst – Architektur – Stilepochen – Kunst am Bau	Hinweise – z.B. Bauhaus – z.B. Klassizismus, Barock – z.B. Picasso-Skulpturen
--	---

Beiträge des Faches Erdkunde – Raumplanung	Hinweise – Regionales Bauen
--	---------------------------------------

Beiträge des Faches Geschichte/Sozialkunde – Wohnformen in verschiedenen Kulturen – Wohnen in der Antike – Wohnen im Mittelalter	Hinweise – z.B. Europa, USA, Asien – z.B. Griechenland, Ägypten, Rom
--	---