

# Rahmenplan

für die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe



**Chemie**  
2019

**Mecklenburg  
Vorpommern** 

Ministerium für Bildung,  
Wissenschaft und Kultur

## Vorwort

Liebe Lehrerinnen und Lehrer,

Schule und Unterricht, egal in welchem Fach, haben ein übergeordnetes Ziel:

Sie sollen Schülerinnen und Schüler dazu befähigen, ein eigenverantwortliches Leben zu führen und ihren Platz in unserer Gesellschaft sowie in der modernen Arbeitswelt zu finden. Dafür muss Schule es schaffen, ihnen das Wissen, die Fertigkeiten und die Kompetenzen zu vermitteln, die zum Abitur führen: womit ihnen die Türen offen stehen, um zu studieren oder eine hochwertige Berufsausbildung zu absolvieren. Zudem sollen sie am Ende ihrer Schullaufbahn in der Lage sein, die Dynamiken einer globalisierten Welt individuell zu bewältigen.

Diese gezielte Förderung eines jeden Schülers und einer jeden Schülerin ist mit den neu eingeführten Grund- und Leistungskursen für Sie besser zu realisieren, und die neue Generation der Rahmenpläne liefert Ihnen die Basis für einen diesem Anspruch gerecht werdenden Unterricht.

Die Rahmenpläne sind nicht als Checkliste zu begreifen, anhand derer Sie behandelte Themengebiete und Lerninhalte abhaken. Der Fokus liegt nicht auf der Stofffülle, sondern vielmehr auf den zu vermittelnden Kompetenzen – und vor allem: auf den Schülerinnen und Schülern. Es geht darum, ihnen eine umfassende Allgemeinbildung mit auf ihren Weg zu geben und sie in ihrer Persönlichkeitsbildung zu unterstützen.

Sehen Sie die neuen Rahmenpläne dafür als im wortwörtlichen Sinne *dienende* Elemente. Sie sind so gehalten, dass sie auf der einen Seite die Inhalte Ihres Unterrichts konkret und verbindlich festlegen, diese Inhalte mit den zu vermittelnden Kompetenzen verbinden und auf der anderen Seite genügend Freiraum für Sie und Ihre Schülerinnen und Schüler lassen: um den Unterricht eigenständig zu gestalten – und um das Gelernte zu verinnerlichen.

Dabei stehen die einzelnen Rahmenpläne nicht für sich, sondern sind mit denen anderer Fächer verknüpft. Es gibt Querschnittsthemen und Leitprinzipien, die in verschiedenen Rahmenplänen verankert sind, wie etwa die Demokratie-, Rechts- und Friedenserziehung.

Ein Querschnittsthema, das sich durch *alle* Rahmenpläne zieht, ist die Digitalisierung. Schule trägt ihren Teil dazu bei, die Schülerinnen und Schüler von heute für die selbstbestimmte Teilhabe am digitalisierten Alltag zu befähigen. Nicht alles, was technisch möglich ist, ist pädagogisch sinnvoll. Deshalb hat ganz klar das Vorrang, was dem Lernen und den Lernenden nutzt. Das ist die Haltung, die der neuen Generation der Rahmenpläne zugrunde liegt.

Zum einen geht es darum, dass digitale Werkzeuge und Medien den Fachunterricht verbessern und das Lernen erleichtern können. Deshalb sehen die einzelnen Fachpläne die jeweils passenden Anwendungen vor. Zum anderen muss die Digitalisierung selbst Unterrichtsgegenstand sein.

Es geht aber *nicht* darum, den Unterricht auf die Digitalisierung auszurichten, sondern darum, sie in den Unterricht zu integrieren.

Die Rahmenpläne sollen Sie genau dabei unterstützen und Ihnen auch jenseits der Digitalisierung das Grundgerüst für gelingenden Unterricht liefern. Bauen Sie darauf auf, schneiden Sie sie auf Ihre Schülerinnen und Schüler zu, dehnen oder stauchen sie ihre Teile – kurzum: füllen Sie sie mit lernwirksamem Leben!

Ihre



Bettina Martin

## Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen.....	1
1.1	Aufbau und Verbindlichkeit des Rahmenplans.....	1
1.2	Querschnittsthemen und Aufgabengebiete des Schulgesetzes .....	2
1.3	Bildung und Erziehung in der gymnasialen Oberstufe.....	3
2	Beitrag des Unterrichtsfaches Chemie zum Kompetenzerwerb.....	4
2.1	Fachprofil .....	4
2.2	Bildung in der digitalen Welt.....	5
2.3	Interkulturelle Bildung .....	5
2.4	Meine Heimat – Mein modernes Mecklenburg-Vorpommern.....	5
3	Abschlussbezogene Standards .....	7
3.1	Kompetenzbereiche im Fach Chemie .....	7
3.2	Konkretisierung der Standards in den einzelnen Kompetenzbereichen .....	9
3.3	Unterrichtsinhalte .....	12
	Stoffe, Strukturen und Eigenschaften.....	12
	Grundlagen chemischer Reaktionen.....	16
	Elektrochemie .....	25
	Analyse chemischer Reaktionen .....	29
4	Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung.....	30
4.1	Gesetzliche Grundlagen .....	30
4.2	Allgemeine Grundsätze .....	30

# 1 Grundlagen

## 1.1 Aufbau und Verbindlichkeit des Rahmenplans

<b>Intention</b>	Der Rahmenplan ist als verbindliches und unterstützendes Instrument für die Unterrichtsgestaltung zu verstehen. Die in Kapitel 3.3 benannten Themen füllen ca. 80 % der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit. Den Lehrkräften wird somit Freiraum für die eigene Unterrichtsgestaltung sowie für methodisch-didaktische Entscheidungen im Hinblick auf schulinterne Konkretisierungen eröffnet. Die Erstellung eines schulinternen Lehrplans mit dem Fokus auf inhaltliche Aspekte entfällt.
<b>Grundstruktur</b>	Der Rahmenplan gliedert sich in einen allgemeinen und einen fachspezifischen Teil. Der allgemeine Teil beschreibt den für alle Fächer geltenden Bildungs- und Erziehungsauftrag im gymnasialen Bildungsgang. Im fachspezifischen Teil werden die Kompetenzen und die Inhalte – mit Bezug auf die Einheitlichen Prüfungsanforderungen – ausgewiesen.
<b>Kompetenzen</b>	Im Zentrum des Fachunterrichts steht der Kompetenzerwerb. Die Kompetenzen werden in der Auseinandersetzung mit den verbindlichen Themen entwickelt. Der Rahmenplan benennt die verbindlich zu erreichenden fachspezifischen Kompetenzen.
<b>Themen</b>	Für den Unterricht werden verbindliche Themen benannt, denen Inhalte zugewiesen werden. Die Reihenfolge der Themen hat keinen normativen, sondern empfehlenden Charakter.
<b>Stundenzahlen</b>	Es wird eine Empfehlung für die für ein Thema aufzuwendende Unterrichtszeit gegeben. Die vor dem Schrägstrich stehende Zahl ist dabei die vorgeschlagene Stundenzahl für den Grundkurs, die zweite Zahl die für den Leistungskurs.
<b>Inhalte</b>	Die Konkretisierung der Themen erfolgt in tabellarischer Form, wobei die linke Spalte die verbindlichen Inhalte und die rechte Spalte Hinweise und Anregungen für deren Umsetzung im Unterricht enthält.
<b>Hinweise und Anregungen</b>	Neben Anregungen für die Umsetzung im Unterricht werden Hinweise für notwendige und hinreichende Tiefe der Auseinandersetzung mit den Inhalten gegeben.
<b>Querschnittsthemen</b>	Kompetenzen und Inhalte, die die im Schulgesetz festgelegten Aufgabengebiete berühren, werden im Rahmenplan als Querschnittsthemen gekennzeichnet.
<b>Anforderungsniveaus</b>	Die Anforderungen im Bereich Wissenserwerb und Kompetenzentwicklung werden für das grundlegende (Grundkurs) und das erhöhte Niveau (Leistungskurs) beschrieben. Die Anforderungen für den Grundkurs gelten für alle Schülerinnen und Schüler gleichermaßen. Die darüber hinaus geltenden Anforderungen für den Leistungskurs sind grau unterlegt.
<b>Verknüpfungsbeispiele</b>	Als Anregung für eine an den Bildungsstandards orientierte Unterrichtsplanung werden im Anschluss an jede tabellarische Darstellung eines Themas Beispiele für die Verknüpfung von Kompetenzen und Inhalten aufgeführt.
<b>Textgrundlage</b>	Bei der Erarbeitung des Rahmenplans wurden die einheitlichen Prüfungsanforderungen für die allgemeine Hochschulreife und das bisher in Mecklenburg-Vorpommern geltende Kerncurriculum für die Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe als Textgrundlage herangezogen.

## 1.2 Querschnittsthemen und Aufgabengebiete des Schulgesetzes

Die Schule setzt den Bildungs- und Erziehungsauftrag insbesondere durch Unterricht um, der in Gegenstandsbereichen, Unterrichtsfächern, Lernbereichen sowie Aufgabefeldern erfolgt. Im Schulgesetz werden zudem Aufgabengebiete benannt, die Bestandteil mehrerer Unterrichtsfächer sowie Lernbereiche sind und in allen Bereichen des Unterrichts eine angemessene Berücksichtigung finden sollen. Diese Aufgabengebiete sind als Querschnittsthemen in allen Rahmenplänen verankert. Im vorliegenden Plan sind die Querschnittsthemen durch Kürzel gekennzeichnet und den Aufgabengebieten des Schulgesetzes wie folgt zugeordnet:

- [DRF] – Demokratie-, Rechts- und Friedenserziehung
- [BNE] – Bildung für eine nachhaltige Entwicklung
  - Bildung für eine nachhaltige Entwicklung
  - Förderung des Verständnisses von wirtschaftlichen und ökologischen Zusammenhängen
- [BTV] – Bildung für Toleranz und Akzeptanz von Vielfalt
  - Europabildung
  - interkulturelle Bildung und Erziehung
  - ethische, kulturelle und soziale Aspekte der Sexualerziehung
- [PG] – Prävention und Gesundheitserziehung
  - Gesundheitserziehung
  - gesundheitliche Aspekte der Sexualerziehung
  - Verkehrs- und Sicherheitserziehung
- [MD] – Medienbildung und Digitale Kompetenzen
  - Medienbildung
  - Bildung in der digitalen Welt
    - [MD1] – Suchen, Verarbeiten und Aufbewahren
    - [MD2] – Kommunizieren und Kooperieren
    - [MD3] – Produzieren und Präsentieren
    - [MD4] – Schützen und sicher Agieren
    - [MD5] – Problemlösen und Handeln
    - [MD6] – Analysieren und Reflektieren

[BO] – berufliche Orientierung

### 1.3 Bildung und Erziehung in der gymnasialen Oberstufe

Der gymnasiale Bildungsgang bereitet junge Menschen darauf vor, selbstbestimmt zu leben, sich selbst zu verwirklichen und in sozialer Verantwortung zu handeln.

Zur Erfüllung des Bildungs- und Erziehungsauftrags im gymnasialen Bildungsgang sind der Erwerb anwendungsbereiten und über den schulischen Kontext hinausgehenden Wissens, die Entwicklung von allgemeinen und fachbezogenen Kompetenzen mit der Befähigung zu lebenslangem Lernen sowie die Werteorientierung an einer demokratischen und pluralistischen Gesellschaftsordnung zu verknüpfen. Die jungen Menschen sollen befähigt werden, mit den zukünftigen Herausforderungen des globalen Wandels nachhaltig umgehen zu können.

Die gymnasiale Oberstufe umfasst die Jahrgangsstufe 10 als Einführungsphase sowie die Jahrgangsstufen 11 und 12 als Qualifikationsphase. An den Fachgymnasien und den Abendgymnasien bilden die Jahrgangsstufe 11 die Einführungsphase und die Jahrgangsstufen 12 und 13 die Qualifikationsphase.

Die Einführungsphase greift unter größtmöglicher Berücksichtigung der unterschiedlichen Schullaufbahnen die im Sekundarbereich I erworbenen Kompetenzen auf und legt die Grundlagen für die Arbeit in der Qualifikationsphase. Hierbei hat die Einführungsphase Aufgaben der Kompensation und der Orientierung zu erfüllen, um die unmittelbare Anschlussfähigkeit an die Qualifikationsphase zu sichern.

Die Qualifikationsphase vermittelt eine vertiefte Allgemeinbildung sowie eine wissenschaftspropädeutische Grundbildung, welche in den Unterrichtsfächern auf erhöhtem Anforderungsniveau exemplarisch ausgeweitet wird.

Die bis zum Eintritt in die Qualifikationsphase erworbenen Kompetenzen werden mit dem Ziel der Vorbereitung auf die Anforderungen eines Hochschulstudiums oder einer gleichwertigen beruflichen Ausbildung erweitert und vertieft.

Somit erfordert der Unterricht in der Qualifikationsphase eine spezifische Didaktik und Methodik, die in besonderem Maße Selbstständigkeit und Eigenverantwortlichkeit sowie Team- und Kommunikationsfähigkeit fördern und damit eine unmittelbare Fortsetzung des Bildungsweges an einer Hochschule oder in unmittelbar berufsqualifizierenden Bildungsgängen ermöglichen.

Gleichzeitig ist zu berücksichtigen, dass im Unterricht der Qualifikationsphase neben der Vorbereitung auf die Abschlussprüfungen sowohl auf erhöhtem als auch auf grundlegendem Anforderungsniveau von Beginn an die Ergebnisse in allen Unterrichtsfächern in die Gesamtqualifikation des Abiturs eingehen.

In den jeweiligen Unterrichtsfächern werden unterschiedliche, nicht wechselseitig ersetzbare Formen des Wissenserwerbs abgedeckt. Ein entsprechend breites fachliches Grundlagenwissen ist Voraussetzung für das Erschließen von Zusammenhängen zwischen den Wissensbereichen, für den Erwerb von Lernstrategien sowie für die Kenntnis von Arbeitsweisen zur systematischen Beschaffung, Strukturierung und Nutzung von Informationen und Materialien. Um einen stärkeren zukunftsorientierten Realitätsbezug der Unterrichtsfächer zu erreichen, ist die Orientierung am Leitbild der nachhaltigen Entwicklung unerlässlich.

Hierzu führt der Unterricht in der Qualifikationsphase exemplarisch in wissenschaftliche Fragestellungen, Kategorien und Methoden ein. Dabei ist der Unterricht so auszugestalten, dass ein vernetzendes, fächerübergreifendes und problemorientiertes Denken gefordert und gefördert werden.

Grundsatz der gesamten Arbeit in der Qualifikationsphase ist eine Erziehung, die zur Persönlichkeitsentwicklung und -stärkung, zur Gestaltung des eigenen Lebens in sozialer Verantwortung sowie zur Mitwirkung in der demokratischen Gesellschaft befähigt. Eine angemessene Feedback-Kultur an allen Schulen ist ein wesentliches Element zur Erreichung dieses Ziels.

## 2 Beitrag des Unterrichtsfaches Chemie zum Kompetenzerwerb

### 2.1 Fachprofil

Im Chemieunterricht der Qualifikationsphase nutzen die Schülerinnen und Schüler grundlegende Methoden des naturwissenschaftlichen Arbeitens und der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung bei der Untersuchung von Phänomenen, die mit Eigenschaften oder/und Umwandlungsprozessen von Stoffen verbunden sind. Besondere Bedeutung kommt dabei dem sicheren Umgang mit vorhandenem Wissen und seiner Verknüpfung mit neuen Erkenntnissen sowie dem zielgerichteten Experimentieren zu. Die Schülerinnen und Schüler nutzen jede Art von Modellen und verwenden die Fachsprache der Chemie angemessen. Der angestrebte Bezug zur Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler wird durch die Einbeziehung relevanter Kontexte erreicht. Sie sind Ausgangspunkt für weiterführende Fragestellungen, motivieren zu eigenständigem Erforschen, stellen mögliche Anwendungsbereiche der Chemie dar und regen zur Abschätzung der Folgen gegenwärtiger und zukünftiger chemisch-technischer Entwicklungen an.

Die Schülerinnen und Schüler befassen sich mit jenen Aspekten, die das Wesen sowohl der Chemie als auch des Unterrichtsfaches Chemie charakterisieren:

- Stoffe mit ihren strukturellen Merkmalen, Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten,
- chemische Reaktionen mit deren teilchenmäßigen Aspekten (Teilchenübergänge, Reaktionsmechanismen), kinetischen und energetischen Aspekten sowie deren Umkehrbarkeit bis hin zu Gleichgewichtszuständen,
- praktische Arbeitsweisen in der Chemie wie qualitative und quantitative analytische Methoden sowie
- Zusammenhänge zwischen Chemie, Lebenswelt und Gesellschaft, wie z. B. die Betrachtung ökologischer Wirkungen chemischer Prozesse, aktueller Technologien unter dem Aspekt von Nachhaltigkeit und die Bedeutung der Chemie für die Lösung globaler Probleme.

Chemischen Phänomenen liegen Prinzipien zugrunde, die sich als Basiskonzepte beschreiben lassen. Diese Basiskonzepte helfen in Verbindung mit den zu entwickelnden Kompetenzen Schülerinnen und Schülern bei der Erschließung chemischer Sachverhalte und bei der Nutzung chemischer und naturwissenschaftlicher Gesetzmäßigkeiten. Sie ermöglichen kumulatives und vernetztes Lernen sowie eine Orientierung und Problembewältigung in einer Welt mit ständig neuen Erkenntnissen und Herausforderungen. Die Basiskonzepte dienen dem Verständnis von Wechselbeziehungen auf unterschiedlichen Systemebenen sowie der Reflexion erworbener Kenntnisse.

Von besonderer Bedeutung sind:

#### **Das Stoff-Teilchen-Konzept**

Die erfahrbaren Phänomene der stofflichen Welt und deren Deutung auf der Teilchenebene werden konsequent unterschieden.

#### **Das Struktur-Eigenschaft-Konzept**

Art und Anordnung von Teilchen in Stoffen sowie intermolekulare und intramolekulare Wechselwirkungen zwischen Teilchen und zwischen Teilchenverbänden bestimmen die Eigenschaften eines Stoffes.

**Das Konzept der chemischen Reaktion** einschließlich des Donator-Akzeptor-Konzepts und des Gleichgewichtskonzepts

Umkehrbare chemische Reaktionen führen häufig zur Ausbildung eines chemischen Gleichgewichts. Bei vielen chemischen Reaktionen sind Teilchenübergänge von besonderer Bedeutung. So lassen sich Säure-Base-Reaktionen und Redoxreaktionen als chemische Reaktionen mit Protonen- bzw. Elektronenübergängen beschreiben.

#### **Das Energiekonzept**

Alle chemischen Reaktionen sind mit einem Energieumsatz verbunden, der durch Umwandlung chemischer Energie in andere Energieformen und umgekehrt charakterisiert ist.

## 2.2 Bildung in der digitalen Welt

„Der Bildungs- und Erziehungsauftrag der Schule besteht im Kern darin, Schülerinnen und Schüler angemessen auf das Leben in der derzeitigen und künftigen Gesellschaft vorzubereiten und sie zu einer aktiven und verantwortlichen Teilhabe am kulturellen, gesellschaftlichen, politischen, beruflichen und wirtschaftlichen Leben zu befähigen.“<sup>1</sup>

Durch die Digitalisierung entstehen neue Möglichkeiten, die mit gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Veränderungsprozessen einhergehen und an den Bildungsauftrag erweiterte Anforderungen stellen. Kommunikations- und Arbeitsabläufe verändern sich z. B. durch digitale Medien, Werkzeuge und Kommunikationsplattformen und erlauben neue schöpferische Prozesse und damit neue mediale Wirklichkeiten.

Um diesem erweiterten Bildungsauftrag gerecht zu werden, hat die Kultusministerkonferenz einen Kompetenzrahmen zur Bildung in der digitalen Welt formuliert, dessen Umsetzung integrativer Bestandteil aller Fächer ist.

Diese Kompetenzen werden in Abstimmung mit den im Rahmenplan „Digitale Kompetenzen“ ausgewiesenen Leitfächern, welche für die Entwicklung der Basiskompetenzen verantwortlich sind, altersangemessen erworben und auf unterschiedlichen Niveaustufen weiterentwickelt.

Im Fach Chemie können auf digitalem Weg Daten erzeugt und ausgewertet werden, insbesondere wird das Experimentieren auf diese Weise unterstützt. Die Visualisierung von Demonstrationsexperimenten, Animation und Simulation chemischer Vorgänge sowie die Darstellung räumlicher Strukturen von Stoffen mithilfe digitaler Medien ermöglichen eine adäquate Kompetenzentwicklung.

Durch die Integration digitaler Medien und Werkzeuge in den Unterrichtsprozess, die Produktion von Medienbotschaften sowie die Reflexion des eigenen Medienhandelns trägt das Fach Chemie dem notwendigen Kompetenzerwerb der Schülerinnen und Schüler in einer zunehmend digital und multimedial geprägten Gesellschaft Rechnung.

## 2.3 Interkulturelle Bildung

Interkulturelle Bildung ist eine Querschnittsaufgabe von Schule. Vermittlung von Fachkenntnissen, Lernen in Gegenstandsbereichen, außerschulische Lernorte, grenzüberschreitender Austausch oder Medienbildung – alle diesbezüglichen Maßnahmen müssen koordiniert werden und helfen, eine Orientierung für verantwortungsbewusstes Handeln in der globalisierten und digitalen Welt zu vermitteln. Der Erwerb interkultureller Kompetenzen ist eine Schlüsselqualifikation im 21. Jahrhundert.

Kulturelle Vielfalt verlangt interkulturelle Bildung, Bewahrung des kulturellen Erbes, Förderung der kulturellen Vielfalt und der Dialog zwischen den Kulturen zählen dazu. Ein Austausch mit Gleichaltrigen zu fachlichen Themen unterstützt die Auseinandersetzung mit kultureller Vielfalt. Die damit verbundenen Lernprozesse zielen auf das gegenseitige Verstehen, auf bereichernde Perspektivwechsel, auf die Reflexion der eigenen Wahrnehmung und einen toleranten Umgang miteinander ab.

Fast alle Unterrichtsinhalte sind geeignet, sie als Gegenstand für bi- oder multilaterale Projekte, Schüleraustausche oder auch virtuelle grenzüberschreitende Projekte im Rahmen des Fachunterrichts zu wählen. Förderprogramme der EU bieten dafür exzellente finanzielle Rahmenbedingungen.

## 2.4 Meine Heimat – Mein modernes Mecklenburg-Vorpommern

Bildungs- und Erziehungsziel sowie Querschnittsaufgabe der Schule ist es, die Verbundenheit der Schülerinnen und Schüler mit ihrer natürlichen, gesellschaftlichen und kulturellen Umwelt sowie die Pflege der niederdeutschen Sprache zu fördern. Weil Globalisierung, Wachstum und Fortschritt nicht mehr nur positiv besetzte Begriffe sind, ist es entscheidend, die verstärkten Beziehungen zur eigenen Region und zu deren Erbe in Landschaft, Kultur und Architektur mit den Werten von Demokratie sowie den Zielen der interkulturellen Bildung zu verbinden. Diese Lernprozesse zielen auf die Beschäfti-

<sup>1</sup> KMK-Strategie zur Bildung in der Digitalen Welt, Berlin 2018, S.10

gung mit Mecklenburg-Vorpommern als Migrationsgebiet, als Kultur- und Tourismusland sowie als Wirtschaftsstandort ab. Sie geben eine Orientierung für die Wahrnehmung von Originalität, Zugehörigkeit als Individuum, emotionaler und sozialer Einbettung in Verbindung mit gesellschaftlichem Engagement. Die Gestaltung des gesellschaftlichen Zusammenhalts aller Bevölkerungsgruppen ist eine zentrale Zukunftsaufgabe.

Eine Vielzahl von Unterrichtsinhalten eignet sich in besonderer Weise, regionale Literatur, Kunst, Architektur, Kultur, Musik und die niederdeutsche Sprache zu erleben. In Mecklenburg-Vorpommern lassen sich Hansestädte, Welterbestätten, Museen und Nationalparks sowie Stätten des Weltnaturerbes erkunden. Außerdem lässt sich Neues über das Schaffen von Persönlichkeiten aus dem heutigen Vorpommern oder Mecklenburg erfahren, welche auf künstlerischem, geisteswissenschaftlichem sowie naturwissenschaftlich-technischem Gebiet den Weg bereitet haben. Unterricht an außerschulischen Lernorten in Mecklenburg-Vorpommern, Projekte, Schulfahrten sowie die Teilnahme an regionalen Wettbewerben wie dem Plattdeutschwettbewerb bieten somit einen geeigneten Rahmen, um die Ziele des Landesprogramms „Meine Heimat – Mein modernes Mecklenburg-Vorpommern“<sup>2</sup> umzusetzen.

---

<sup>2</sup> [https://www.bildung-mv.de/export/sites/bildungserver/downloads/Landesheimatprogramm\\_hochdeutsch.pdf](https://www.bildung-mv.de/export/sites/bildungserver/downloads/Landesheimatprogramm_hochdeutsch.pdf)

### 3 Abschlussbezogene Standards

#### 3.1 Kompetenzbereiche im Fach Chemie

Naturwissenschaftliches Arbeiten erfolgt unabhängig von der speziellen Fachrichtung stets nach den gleichen Prinzipien. Daher weisen die im Chemieunterricht und die in den anderen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern zu erwerbenden Kompetenzen große Gemeinsamkeiten auf. Um diese Gemeinsamkeiten zu verdeutlichen und Anhaltspunkte für fachübergreifendes und fächerverbindendes Arbeiten zu geben, sind die Kompetenzen für die naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer gleichlautend beschrieben. In den abschlussorientierten Standards werden sie auf das Unterrichtsfach Chemie bezogen.

Die Kompetenzen werden von den Lernenden nur in der aktiven Auseinandersetzung mit Fachinhalten erworben. Dabei beschreiben die drei Anforderungsbereiche unterschiedliche kognitive Ansprüche von kompetenzbezogenen naturwissenschaftlichen Aktivitäten. Die Kompetenzbereiche manifestieren sich in jedem einzelnen naturwissenschaftlichen Inhalt, das heißt, allgemeine naturwissenschaftlichen Kompetenzen und Inhalte sind untrennbar miteinander verknüpft (in Abbildung 1 durch ein Raster angedeutet). Man wird erst dann vom hinreichenden Erwerb eines Kompetenzbereiches sprechen, wenn dieser an ganz unterschiedlichen Inhalten in allen drei Anforderungsbereichen erfolgreich eingesetzt werden kann.

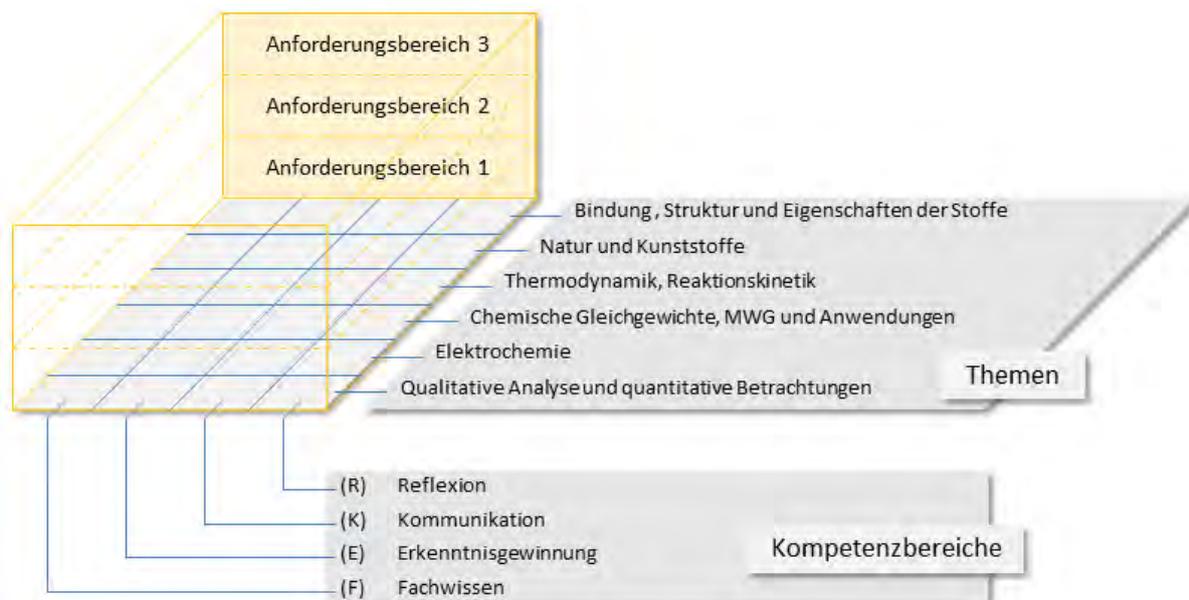


Abbildung 1

Der Kompetenzerwerb in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe erfolgt aufbauend auf den im Sekundarbereich I erworbenen Kompetenzen. Die Schülerinnen und Schüler vertiefen ihr Verständnis vom Wesen der Naturwissenschaften, ihrer Wechselbeziehung zur Gesellschaft, zur Umwelt und zur Technik.

Bei der Bearbeitung naturwissenschaftlicher Fragestellungen erschließen, verwenden und reflektieren die Schülerinnen und Schüler die grundlegenden Konzepte und Ideen der Naturwissenschaften. Mit ihrer Hilfe verknüpfen sie nachhaltige neue Erkenntnisse mit bereits vorhandenem Wissen.

Sie bilden diejenigen Kompetenzen weiter aus, mit deren Hilfe sie naturwissenschaftliche Untersuchungen durchführen, Probleme unter Verwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden lösen, über naturwissenschaftliche Themen kommunizieren und auf der Grundlage der Kenntnis naturwissenschaftlicher Zusammenhänge Entscheidungen verantwortungsbewusst treffen und reflektieren. Die Berücksichtigung der Anforderungsbereiche kann wesentlich dazu beitragen, ein ausgewogenes Verhältnis der Anforderungen zu erreichen. Offenerer Aufgabenstellungen führen

in der Regel über formales Anwenden von Begriffen und Verfahren hinaus und damit zu einer Zuordnung zu den Anforderungsbereichen II und III.

*Fachspezifische Anforderungen an die Anforderungsbereiche:*

Der **Anforderungsbereich I** umfasst die Wiedergabe von Sachverhalten aus einem abgegrenzten Gebiet im gelernten Zusammenhang, die Beschreibung und Verwendung gelernter und geübter Arbeitstechniken und Verfahrensweisen in einem begrenzten Gebiet und in einem wiederholenden Zusammenhang.

Dazu gehören unter anderem:

- Wiedergeben von z. B. Daten, Fakten, Regeln, Begriffen, Definitionen,
- Wiedergeben und Erläutern von z. B. Formeln, Gesetzen und Reaktionen,
- Beschreiben von bekannten Stoffen, Stoffklassen, Strukturtypen und Modellvorstellungen in der Fachsprache,
- kennen und Wiedergeben der Basiskonzepte,
- Wiedergeben von im Unterricht eingehend erörterten Fragestellungen und Zusammenhängen,
- Entnehmen von Informationen aus einfachen Texten, Diagrammen, Tabellen,
- Erstellen von Reaktionsgleichungen
- Durchführung von Berechnungen und Abschätzungen unter Nutzung von Tabellen bzw. von Messergebnissen,
- sachgerechte Nutzung bekannter Software,
- Aufbauen von Apparaturen nach Anweisung oder aus der Erinnerung und von Versuchen nach geübten Verfahren mit bekannten Geräten unter Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen,
- Aufnehmen von Messwerten und Erstellen von Versuchsprotokollen,
- Darstellen von bekannten Sachverhalten in einer vorgegebenen Darstellungsform z. B. als Tabelle, Graph, Skizze, Text, Bild, Modell, Diagramm oder Mindmap.

Der **Anforderungsbereich II** umfasst selbstständiges Auswählen, Anordnen und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang, selbstständiges Übertragen des Gelernten auf vergleichbare neue Situationen, wobei es entweder um veränderte Fragestellungen oder um veränderte Sachzusammenhänge oder um abgewandelte Verfahrensweisen geht.

Dazu gehören unter anderem:

- sachgerechtes Wiedergeben von komplexen Zusammenhängen,
- Verbalisieren quantitativer und qualitativer Aussagen chemischer Formeln und Reaktionsgleichungen,
- Interpretieren von Tabellen und grafischen Darstellungen mit Methoden, die im Unterricht behandelt wurden,
- Planen, Durchführen und Auswerten einfacher Versuche zur Lösung vorgegebener Fragestellungen unter Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen,
- Anwenden von Modellvorstellungen und Gesetzen zur Lösung von Fragen, die an analogen Beispielen behandelt wurden,
- Anwenden elementarer mathematischer Beziehungen auf chemische Sachverhalte,
- Auswählen und Verknüpfen bekannter Daten, Fakten und Methoden bei vertrauter oder neuer Aufgabenstruktur,
- Analysieren von Material und sachbezogenes Auswählen von Informationen,
- Verknüpfen und fächerübergreifendes Anwenden von Wissen; Strukturierung des Wissens mit Hilfe von Basiskonzepten,
- sachgemäßes Urteilen und Argumentieren unter Verwendung der Fachsprache,
- Anwenden der im Unterricht vermittelten chemischen Kenntnisse auf Umweltfragen und technische Prozesse,

- Analysieren und Bewerten von Informationen aus Medien zu chemischen Sachverhalten und Fragestellungen,
- Darstellen und Strukturieren von Zusammenhängen in Tabellen, Graphen, Skizzen, Texten, Schaubildern, Modellen, Diagrammen oder Mindmaps.

Der **Anforderungsbereich III** umfasst planmäßiges und kreatives Bearbeiten komplexerer Problemstellungen mit dem Ziel, selbstständig zu Lösungen, Deutungen, Wertungen und Folgerungen zu gelangen, bewusstes und selbstständiges Auswählen und Anpassen geeigneter Methoden und Verfahren in neuartigen Situationen.

Dazu gehören unter anderem:

- selbstständiges Erschließen von Sachverhalten in einem unbekanntem Zusammenhang,
- selbstständiger Transfer auf vergleichbare Sachverhalte bzw. Anwendungssituationen,
- selbstständiges und zielgerichtetes Auswählen und Anpassen geeigneter und gelernter Methoden und Verfahren in neuen Situationen,
- Planen und gegebenenfalls Durchführen von Experimenten zu vorgegebenen oder selbst gefundenen Fragestellungen,
- Entwickeln eigener Fragestellungen und alternativer Lösungsstrategien,
- Analysieren komplexer Texte und Darstellen der Erkenntnisse in angemessener und adressatenbezogener Weise,
- Erschließen von Kontexten mit Hilfe der Basiskonzepte,
- Betrachtung gesellschaftlich relevanter Themen aus verschiedenen Perspektiven und Reflexion der eigenen Position.

### 3.2 Konkretisierung der Standards in den einzelnen Kompetenzbereichen

#### [F] Fachwissen – mit naturwissenschaftlichem Wissen souverän umgehen

Fachwissen wird hier funktional im Sinne der Anwendung von Kenntnissen verstanden. Das bedeutet beispielsweise, dass die Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftliche Aspekte in alltäglichen Situationen identifizieren und diese in Beziehung zu ihren naturwissenschaftlichen Kenntnissen und Erfahrungen setzen. Mithilfe ihres Wissens bringen sie sich in die Diskussion alltäglicher und naturwissenschaftlicher Probleme ein. Bei der Bearbeitung bisher unbekannter naturwissenschaftlicher Problem- und Fragestellungen verwenden sie ihre vorhandenen Kenntnisse, ihre methodischen Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie heuristische Strategien und erschließen sich weitere erforderliche Informationen auch in fremdsprachigen Texten. Sie deuten und präsentieren die Ergebnisse und setzen diese in Beziehung zu vorhandenen Kenntnissen.

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben und erklären die Vielfalt der Stoffe auf der Basis unterschiedlicher Kombinationen der Teilchen und ihrer Wechselwirkung,
- beschreiben und erklären den Bau ausgewählter Stoffe unter Verwendung geeigneter Modelle (Teilchen-, Atom- und Bindungsmodelle),
- begründen die Zuordnung von Stoffen zu Stoffklassen auf der Grundlage von Strukturmerkmalen und diskutieren die Zusammenhänge zwischen Eigenschaften und Verwendung der Stoffe,
- leiten begründete Voraussagen über die Eigenschaften der Stoffe auf der Grundlage ihrer Struktur ab und schließen von den Eigenschaften auf die Struktur,
- erklären makroskopische Erscheinungen der chemischen Reaktion (Stoffumwandlung, energetische Erscheinungen) mit Hilfe der submikroskopischen Betrachtungsweise (Umbau chemischer Bindungen und Änderung der Art und Anordnung der Teilchen; Umwandlung eines Teils der chemischen Energie der Stoffe in andere Energieformen und umgekehrt),
- interpretieren chemische Reaktionen energetisch unter Nutzung des 1. Hauptsatzes der Thermodynamik und formulieren Voraussagen über den freiwilligen Verlauf chemischer Reaktionen,

- interpretieren Säure-Base-Reaktionen und Redoxreaktionen konsequent unter Anwendung des Donator-Akzeptor-Prinzips,
- entwickeln Reaktionsgleichungen für komplexere Reaktionen,
- schließen von Strukturmerkmalen der Stoffe auf das Reaktionsverhalten und interpretieren Reaktionsmechanismen zur Herstellung bedeutsamer Stoffe,
- erläutern die Bedingungen und die Merkmale eines chemischen Gleichgewichts,
- formulieren Voraussagen über die Änderung der Gleichgewichtslage durch Druck-, Temperatur- und Konzentrationsänderung,
- leiten den mathematischen Ausdruck des Massenwirkungsgesetzes her und nutzen es unter anderem zur Diskussion der Reaktionsführung technischer Synthesen,
- beschreiben und diskutieren Beispiele für Stoffkreisläufe in Natur und Technik als Systeme chemischer Reaktionen,
- beschreiben und erläutern Möglichkeiten der Steuerung chemischer Reaktionen durch Variation von Reaktionsbedingungen.

### **[E] Erkenntnisgewinnung – mit Methoden der Naturwissenschaften Erkenntnisse gewinnen**

Die Schülerinnen und Schüler wenden die Methoden und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften an, um neue Erkenntnisse über naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erwerben oder zu bestätigen und um das Auftreten bisher unbekannter Phänomene vorauszusagen. Das bedeutet beispielsweise, dass die Schülerinnen und Schüler natürliche Phänomene oder technische Effekte zielorientiert erfassen, indem sie beobachten oder messen. Sie werten die Beobachtungsdaten oder Messwerte mithilfe mathematischer oder vergleichender Methoden aus. Sie reflektieren die Ergebnisse und setzen sie in Beziehung zu vorhandenen Erkenntnissen. Sie entwickeln dabei neue Modelle oder modifizieren vorhandene. Mit Hilfe von Modellen beschreiben, erklären und prognostizieren sie natürliche Phänomene und technische Effekte.

Die Schülerinnen und Schüler

- entwickeln Fragestellungen, die mithilfe chemischer Kenntnisse und Untersuchungen, insbesondere durch chemische Experimente und die Arbeit mit Modellen, zu beantworten sind,
- planen, beobachten, beschreiben und führen selbstständig chemische Experimente unter Beachtung der Sicherheitsbestimmungen durch und werten diese aus,
- leiten Hypothesen oder Voraussagen ab und überprüfen diese experimentell,
- wenden geeignete Modelle zum Beschreiben und Erklären chemischer Sachverhalte an oder sagen Beobachtungsergebnisse voraus und diskutieren die Grenzen der Anwendbarkeit der Modelle,
- führen qualitative und quantitative Untersuchungen zum Nachweis von Stoffen, Strukturmerkmalen von Stoffen und von Elementen in Stoffen durch,
- wenden mathematische Verfahren und Hilfsmittel zur Lösung chemischer Aufgaben an,
- ermitteln Messwerte, entwickeln Modelle oder Modellvorstellungen, berechnen chemische oder physikalische Größen, simulieren Vorgänge und stellen Ergebnisse unter Nutzung unterschiedlicher Medien dar,
- ermitteln Trends, Strukturen und Beziehungen in selbst erhobenen oder recherchierten Daten, interpretieren diese und ziehen geeignete Schlussfolgerungen.

### **[K] Kommunikation – aktiv und souverän kommunizieren**

Die sichere Anwendung aller Formen der Kommunikation auch unter Verwendung von Fremdsprachen ist eine wichtige Voraussetzung für die aktive Teilnahme am politischen, kulturellen und wirtschaftlichen Leben sowie für wissenschaftliches Arbeiten. Das bedeutet beispielsweise, dass die Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftliche Phänomene, Vorgänge, Sachverhalte und Zusammenhänge unter Verwendung der Fachsprache situationsangemessen, zielorientiert und adressatengerecht diskutieren und vermitteln. Sie nutzen Medien und Technologien zum Erschließen und Präsentieren von Inhalten sowie zur direkten Kommunikation und reflektieren deren Einsatz.

Die Schülerinnen und Schüler

- beschreiben, veranschaulichen und interpretieren chemische Sachverhalte unter angemessener Nutzung der Fachsprache,
- argumentieren sachlogisch und begründen schlüssig chemische Sachverhalte und Fragestellungen,
- stellen chemische Sachverhalte und Erkenntnisse in unterschiedlicher Form (Symbole, Formeln, Gleichungen, Tabellen, Diagramme, Graphen, Skizzen, Simulationen) dar,
- interpretieren Fachtexte und grafische Darstellungen und können daraus Schlüsse ziehen,
- wählen Informationen unter Nutzung von Informationsquellen gezielt und kritisch aus und verknüpfen diese mit dem erworbenen Wissen,
- prüfen Darstellungen in Medien hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit, dokumentieren und präsentieren chemisches Wissen, eigene Standpunkte und Überlegungen sowie Lern- und Arbeitsergebnisse adressaten- und situationsgerecht.

### **[R] Reflexion –chemische Sachverhalte prüfen und bewerten**

Die mit naturwissenschaftlichen Methoden gewonnenen Erkenntnisse sowie deren Anwendung haben Auswirkungen auf Individuum und Gesellschaft. Daraus resultiert die Forderung nach einem bewussten und verantwortungsvollen Umgang mit ihnen. Das bedeutet beispielsweise, dass die Schülerinnen und Schüler naturwissenschaftliche Aussagen und Situationen hinterfragen und überprüfen und diese in Relation zu den vorhandenen Informationen bewerten. Sie setzen naturwissenschaftliche Aussagen in Beziehung zu gesellschaftlich relevanten Fragestellungen. Sie prüfen, diskutieren und bewerten Anwendungsmöglichkeiten und deren individuelle sowie gesellschaftliche Folgen in Bereichen wie Technik, Gesundheit und Umwelt. Sie gestalten Meinungsbildungsprozesse und Entscheidungen mit und finden dabei für sich verschiedene Handlungsmöglichkeiten.

Die Schülerinnen und Schüler

- betrachten chemie- und naturwissenschaftsrelevante Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven und bewerten diese sachgerecht auf der Grundlage chemischer Kenntnisse,
- zeigen exemplarisch Verknüpfungen zwischen gesellschaftlichen Entwicklungen und Erkenntnissen der Chemie auf,
- bewerten wirtschaftliche und ökologische Folgen bedeutender technischer Synthesen und Stoffkreisläufe unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit und diskutieren die Entwicklung einer technischen Synthese im historischen Zusammenhang,
- erörtern und bewerten Verfahren zur Gewinnung und Verarbeitung wichtiger Rohstoffe vor dem Hintergrund knapper werdender Ressourcen,
- beschreiben und bewerten die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der angewandten Chemie für die Sicherung der Welternährung, Energieversorgung, Werkstoffproduktion sowie in der Informations- und Biotechnologie,
- leiten aktuelle und lebensweltbezogene Fragestellungen ab, die unter Nutzung fachwissenschaftlicher Erkenntnisse der Chemie bearbeitet und beantwortet werden können.



**Fette****ca. 4/6 Unterrichtsstunden**

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
Bildung Vorkommen Bedeutung  Eigenschaften Löslichkeit in polaren und unpolaren Lösungsmitteln • Siede- und Schmelzbereich • Aggregatzustand  SE: Fettfleckprobe	Das beinhaltet auch die Betrachtung der Lipide in biologischen Systemen und in der Nahrung sowie ihre Bedeutung für lebende Organismen. [PG] [MD1] [MD2] [MD3]
<i>zusätzlich für den Leistungskurs</i>  Phospholipide, z. B. Lecithin	

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:*

- F:** Begründen der unterschiedlichen Löslichkeit von Speiseöl in Wasser und Benzin
- E:** Durchführen des Nachweises von Fett in Lebensmitteln
- K:** Entwickeln der Formeln von Fettmolekülen
- R:** Bewerten der Bedeutung der Fette aus ernährungsphysiologischer Sicht

## Proteine

ca. 8/12 Unterrichtsstunden

14

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Aminosäuren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur: funktionelle Gruppen</li> <li>• Eigenschaften</li> </ul> <p>DE: Untersuchen der Löslichkeit von Aminosäuren und bestimmen des pH-Wertes verschiedener wässriger Aminosäurelösungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nomenklatur</li> <li>• Bedeutung</li> </ul> <p>Polypeptide und Proteine</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildung der Peptide</li> <li>• Peptidbindung, Peptidgruppe</li> <li>• Strukturen der Proteine: Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur</li> <li>• Bedeutung und Eigenschaften</li> </ul> <p>DE: Nachweis von Schwefel und Stickstoff in Eiweißen SE: Denaturieren von Eiweißlösungen SE: Biuretreaktion DE: Xanthoproteinreaktion</p>	<p>Die Zusammenhänge von Struktur und Eigenschaften sind zu beschreiben.</p> <p>Auch die ernährungsphysiologische Bedeutung ist zu berücksichtigen, z. B. essentielle Aminosäuren.[PG]</p> <p>Auf die chemischen Bindungen und innermolekularen Kräfte ist einzugehen. [Biologie]</p> <p>Insulin als Polypeptid sowie Enzyme als Biokatalysatoren sind zu betrachten. [PG]</p>
<p><i>zusätzlich für den Leistungskurs</i></p> <p>Aminosäuren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• optische Aktivität</li> <li>• Zwitterionen</li> <li>• Einteilung</li> </ul> <p>Polypeptide und Proteine</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrolyse eines Proteins</li> </ul>	

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:*

- F:** Erklären der optischen Aktivität am Beispiel des Alanins
- E:** Planen und durchführen des Nachweises von Eiweiß in der Kartoffel
- K:** Begründen der Funktion von Enzymen als spezialisierte Proteine
- R:** Beurteilen der Notwendigkeit der essentiellen Aminosäuren in der Ernährung

**Kunststoffe [BNE]****ca. 0/10 Unterrichtsstunden**

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<i>ausschließlich für den Leistungskurs</i>	
Struktur, Eigenschaften, Verwendung von Thermo- und Duroplasten sowie Elasten Bildung synthetischer Polymere <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachweis</li> <li>• Polykondensation</li> <li>• Polymerisation</li> </ul> Recycling von Kunststoffen [MD3]	Der Nachweis von Thermo- und Duroplasten kann als DE oder Simulation erfolgen. [MD3]  Es sollte eingegangen werden auf: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aminoplaste, Phenoplaste</li> <li>• Polyethylen, Polyvinylchlorid und Polystyrol</li> <li>• ökonomische und ökologische Aspekte des Kunststoffrecyclings</li> <li>• Mikroplastik</li> <li>• Nanomaterialien sowie maßgeschneiderte Kunststoffe [MD1] [MD6] [MD3]</li> </ul>

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:*

- E:** Darstellen des Zusammenhangs von Struktur und Stoffeigenschaften am Beispiel der Thermoplaste
- E:** Erläutern der Bildung von Polyethylen als Polymer aus den Monomeren unter Einbeziehung von Reaktionsgleichungen
- K:** Beurteilen des Einsatzes von maßgeschneiderten Kunststoffen im Alltag
- R:** Begründen der Notwendigkeit der Wiederverwertung von Kunststoffen aus ökologischer Sicht

Grundlagen chemischer Reaktionen  
**Thermodynamik**

ca. 68/110 Unterrichtsstunden  
**ca. 10/16 Unterrichtsstunden**

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Chemische Reaktionen und Energie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merkmale einer chemischen Reaktion</li> <li>• Energieumwandlungen bei chemischen Reaktionen</li> <li>• offene, geschlossene und abgeschlossene Systeme</li> <li>• isochore und isobare Prozessführung</li> <li>• innere Energie, molare Reaktionswärme, molare Volumenarbeit</li> <li>• 1. Hauptsatz der Thermodynamik [Biologie] [Physik]</li> <li>• molare Reaktionsenergie, molare Reaktionsenthalpie</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Satz von Hess</li> <li>• Berechnung der molaren Volumenarbeit, der molaren Reaktionswärme, der molaren Reaktionsenergie und der molaren Reaktionsenthalpie</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung der molaren Reaktionsenthalpie</li> <li>• Grundlagen der Kalorimetrie</li> </ul> <p>SE: Kalorimetrische Bestimmung der Reaktionsenthalpie, z. B. Neutralisationsenthalpie und Lösungsenthalpie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnungen mit der kalorimetrischen Grundgleichung</li> </ul>	<p>Der Zusammenhang von Energie, Enthalpie und Volumenarbeit ist in einfachen Grafiken darzustellen.</p> <p>Die molare Standardbildungsenthalpie, die molare Neutralisationsenthalpie und die molare Verbrennungsenthalpie sind herauszuarbeiten.</p> <p>Der Zusammenhang zwischen der molaren Gitterenthalpie, der molaren Hydratationsenthalpie und der molaren Lösungsenthalpie soll erarbeitet werden.</p> <p>Das Prinzip der Kalorimetrie ist zu beschreiben. [Physik]</p> <p>Die Kopplung exothermer und endothermer Reaktionen bei chemisch-technischen Prozessen sowie Brennwerte sind einzubeziehen.</p> <p>Die Effizienz von verschiedenen Brennstoffen unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten bei gegebenen Heizwerten ist zu beurteilen. [BNE] [MD1] [MD2] [MD6]</p>

*zusätzlich für den Leistungskurs*

## Chemische Reaktion und Energie

- 2. Hauptsatz der Thermodynamik
- Berechnung der Volumenarbeit, der Reaktionswärme, der Reaktionsenergie und der Reaktionsenthalpie für nicht molare Formelumsätze
- Entropie als Maß für die Unordnung eines Systems
- Gibbs-Helmholtz-Gleichung
- Berechnung der freien Enthalpie
- exergonische und endergonische Reaktionen

Die Bedeutung der Entropie für den Verlauf chemischer Reaktionen ist zu beachten.

Der Zusammenhang zwischen der freien Reaktionsenthalpie, der Temperatur und dem Reaktionsverlauf ist herauszuarbeiten.

Auf physikalische und physiologische Brennwerte ist hinzuweisen.[PG] [MD1]

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:*

- F:** Anwenden der Kenntnisse über den 1. Hauptsatz der Thermodynamik auf chemische Systeme
- E:** Experimentelles Bestimmen der Lösungsenthalpie von Ammoniumchlorid
- K:** Darstellen und Interpretieren der Graphik zur Änderung der inneren Energie bei der vollständigen Verbrennung von Kohlenstoff
- R:** Beurteilen der Effizienz von Holz, Erdgas und Heizöl bei der Energiegewinnung

## Reaktionskinetik

ca. 6/10 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Reaktionsgeschwindigkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition</li> <li>• Möglichkeiten der Bestimmung</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhängigkeit von der Temperatur und der Konzentration</li> <li>• Einfluss des Katalysators</li> <li>• Merkmale und Wirkungsweise von Katalysatoren</li> </ul> <p>DE: Messung der Reaktionsgeschwindigkeit  SE: Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Temperatur  SE: Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Konzentration  SE: Einfluss von Katalysatoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit</p>	<p>Die Stoßtheorie als Modell zum Ablauf chemischer Reaktionen ist zu nutzen.</p> <p>RGT-Regel</p> <p>Der Reaktionsverlauf mit und ohne Katalysatoren ist im Energie-Zeit-Diagramm darzustellen. Die Aktivierungsenergie ist zum Beschreiben der Wirkungsweise einzubeziehen.</p> <p>Enzymkatalyse sowie Abgaskatalysator und Umweltschutz sind zu betrachten. [BNE] [MD1] [MD2]</p>
<i>zusätzlich für den Leistungskurs</i>	
<p>Reaktionsgeschwindigkeit  grafische Interpretation von Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit mithilfe von Konzentration-Zeit-Diagrammen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschwindigkeitsgleichungen</li> <li>• homogene und heterogene Katalyse</li> </ul> <p>DE: Autokatalyse</p>	<p>Die Biokatalyse und die Autokatalyse sind einzuschließen.</p> <p>Die Wirkungsweise des Autokatalysators ist zu erarbeiten. [MD1] [MD3]</p>

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:*

- F:** Nennen der Merkmale von Katalysatoren
- E:** Anwenden der Stoßtheorie als geeignetes Modell zur Beschreibung des Verlaufs chemischer Reaktionen
- K:** Interpretieren von Konzentration-Zeit-Diagrammen
- R:** Beurteilen des Einsatzes von Autokatalysatoren im Sinne der Nachhaltigkeit

## Chemisches Gleichgewicht

ca. 8/8 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
Umkehrbare chemische Reaktionen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstellung von chemischen Gleichgewichten</li> <li>• Merkmale chemischer Gleichgewichte</li> <li>• Prinzip von Le Chatelier</li> <li>• Einfluss von Katalysatoren auf chemische Gleichgewichte</li> </ul> SE: Heberexperiment als Modellexperiment zur Einstellung chemischer Gleichgewichte SE: Abhängigkeit des chemischen Gleichgewichtes von der Temperatur, z. B. Jod-Stärke-Reaktion DE: Abhängigkeit des chemischen Gleichgewichtes vom Druck und der Temperatur, z. B. Kohlensäure-Kohlenstoffdioxid-Gleichgewicht	Grafische Darstellungen im Konzentration-Zeit-Diagramm sind anzufertigen.  Konzentration-Zeit-Diagramme mit und ohne Katalysator sind zu interpretieren.  Die Abhängigkeit von der Temperatur kann am Distickstoffdioxid/Distickstofftetraoxid - Gleichgewicht in der Ampulle gezeigt werden.
<i>zusätzlich für den Leistungskurs</i>	
	Computersimulationen zum chemischen Gleichgewicht werden empfohlen. [MD1] [MD3] [MD5]

19

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:*

- F:** Anwenden des Prinzips von Le Chatelier auf die Ammoniaksynthese  
**E:** Beschreiben des chemischen Gleichgewichtes mithilfe des Heberexperiments  
**K:** Darstellen des Einflusses eines Katalysators auf das chemische Gleichgewicht in einer Grafik  
**R:** Beurteilen des Einsatzes von Katalysatoren unter ökonomischen Aspekten

## Das Massenwirkungsgesetz und seine Anwendungen

ca. 14/20 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Massenwirkungsgesetz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kinetische Herleitung</li> <li>• Ableitung von Aussagen über die Lage von Gleichgewichten</li> <li>• Berechnungen</li> </ul> <p>Gasgleichgewichte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung des MWG und des Prinzips von Le Chatelier auf chemisch-technische Prozesse</li> </ul>	<p>Berechnungen von Gleichgewichtskonstanten sowie Konzentrationen und Stoffmengen im chemischen Gleichgewicht sind nur am Estergleichgewicht durchzuführen.</p> <p>Die technische Durchführung, energetische Aspekte und Fragen des Umweltschutzes beim Kontaktverfahren und der Ammoniaksynthese sind zu betrachten. [BNE] [MD1] [MD3]</p>
<i>zusätzlich für den Leistungskurs</i>	
<p>Massenwirkungsgesetz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnungen zu weiteren chemischen Gleichgewichten</li> </ul> <p>Gasgleichgewichte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MWG bei Gasgleichgewichten <ul style="list-style-type: none"> <li>- Konvertierung</li> <li>- Methanolsynthese</li> <li>- Boudouard-Gleichgewicht</li> </ul> </li> </ul>	<p>Der Zusammenhang zwischen <math>K_C</math> und <math>K_n</math> mithilfe der Zustandsgleichung idealer Gase ist abzuleiten.</p>

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:*

- F:** Anwenden des Massenwirkungsgesetzes auf das Löslichkeitsgleichgewicht von Silberchlorid.
- E:** Berechnen der Gleichgewichtskonstanten  $K_C$  und Konzentrationen im chemischen Gleichgewicht
- K:** Beschreiben der technischen Herstellung von Schwefelsäure anhand schematischer Darstellungen
- R:** Diskutieren der gesellschaftlichen Verantwortung von Fritz Haber



## Säure-Base-Gleichgewichte

ca. 30/46 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Säure-Base Reaktionen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• historische Entwicklung des Säure-Base-Begriffs [MD1] [MD3]</li> <li>• Säuren, Basen, Salze nach der Theorie von Arrhenius</li> <li>• Säure-Base-Theorie nach Brönsted</li> <li>• Donator-Akzeptor-Prinzip sowie die korrespondierenden Säure-Base-Paare</li> <li>• Ableiten der Säurekonstanten und der Basekonstanten sowie deren Bedeutung</li> <li>• Anwendung des MWG auf Säure-Base-Gleichgewichte</li> </ul> <p>SE: Untersuchen von Säure-, Basen- und Salzlösungen mit Indikatoren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoprotolyse</li> <li>• Ionenprodukt des Wassers <math>K_w</math></li> <li>• pH-Wert-Berechnung zum Protolyse-Gleichgewicht für sehr starke Säuren und Basen</li> </ul> <p>Puffersysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammensetzung</li> <li>• Wirkung und Bedeutung in der Natur und Technik [MD1]</li> </ul> <p>SE: Herstellung und Wirkungsweise</p> <p>Säure-Base-Titration</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Maßanalyse als quantitatives Verfahren</li> <li>• Prinzip und Auswertung einer Säure-Base-Titration</li> <li>• Begriff und Wirkungsweise von Säure-Base-Indikatoren</li> <li>• Titrationskurven sehr starker Säuren und Basen [MD3]</li> <li>• Berechnungen von Stoffmengenkonzentrationen, Stoffmengen sowie die Massen von Säuren und Basen</li> </ul> <p>SE: Neutralisationstiteration sehr starker Säuren und Basen</p>	<p>Reaktionen zur Salzdarstellung sind anzuwenden.</p> <p>Das Wesen der Säure-Base-Reaktion ist als Reaktion mit Protonenübergang mithilfe von Teilgleichungen zu kennzeichnen.</p> <p>[BNE] [PG] [MD1]</p>

*zusätzlich für den Leistungskurs*

## Säure-Base-Reaktionen

- hydratisierte Kationen und Anionen
- pH-Wert-Berechnungen von schwachen und starken Säuren und Basen

SE: Untersuchen sowie Identifizieren von Säure- und Salzlösungen mit Hilfe von Indikatoren

## Puffersysteme

- Berechnungen mit der Henderson-Hasselbalch-Gleichung
- Berechnung der Veränderung der Pufferwirkung
- Pufferkapazität

## Säure-Base-Titration

- Umschlagsbereiche von Indikatoren
- Bedeutung und Interpretation der Titrationskurven von Säuren und Basen unterschiedlicher Stärke [MD3]
- Begriff: Halbäquivalenzpunkt
- Berechnungen:
  - Stoffmengenkonzentrationen
  - Stoffmengen und Masse

SE: Titration von Lebensmitteln, z. B. Milch, Vanillinzucker oder Haushaltschemikalien [BNE] [PG]

Auf elektrochemische Analyseverfahren wie Potentiometrie und Konduktometrie ist hinzuweisen. [MD3]

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:*

- F:** Erläutern der Säure-Base-Theorie nach Brönsted
- E:** Berechnen der pH-Werte von starken Säuren und Basen
- K:** Interpretieren von Titrationskurven
- R:** Erläutern der Bedeutung von Puffersystemen in lebenden Organismen

## Löslichkeitsgleichgewichte

ca. 0/10 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p><i>ausschließlich für den Leistungskurs</i></p> <p>Fällungs- und Löseprozesse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorgang des Auflöserns von Salzen in Wasser</li> </ul> <p>Begriffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gesättigte und ungesättigte Lösungen</li> <li>• Fällungsreaktion</li> <li>• leicht- und schwerlösliche Salze</li> </ul> <p>SE: Abhängigkeit des Auflöserns der Salze von der Temperatur</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung des MWG auf das Löslichkeitsgleichgewicht und Ableiten des Löslichkeitsproduktes für Salze vom Typ <math>A_mB_n</math></li> <li>• Bedeutung des Löslichkeitsproduktes</li> <li>• Berechnungen zum Löslichkeitsprodukt, Löslichkeit der Salze in Wasser und die Veränderung durch gleichionige Zusätze</li> <li>• Berechnung der Stoffmengenkonzentrationen, Stoffmengen und Massen</li> </ul> <p>DE: Fraktionierte Fällung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Löslichkeit von Salzen des Typs <math>A_mB_n</math> in Wasser</li> <li>• Veränderung der Löslichkeit durch gleich- und fremdionige Zusätze</li> <li>• Berechnungen zum Löslichkeitsgleichgewicht</li> </ul> <p>SE: Veränderung der Löslichkeit von Salzen</p>	<p>Der Lösungsvorgang ist teilchenmäßig und energetisch zu beschreiben.</p> <p>Die Berechnungen zur Herstellung von Lösungen verschiedener Konzentrationen sind durchzuführen.</p> <p>Umweltaspekte zur Wasser- und Abwasseraufbereitung sind einzubeziehen. [BNE] [PG] [BO] [MD1] [MD5] [MD6]</p>

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:*

- F:** Anwenden des Massenwirkungsgesetzes auf das Löslichkeitsgleichgewicht von Silberchlorid
- E:** Berechnen der Stoffmengen und Massen zur Herstellung von Lösungen unterschiedlicher Konzentrationen
- K:** Beschreiben des Lösungsvorgangs von Natriumchlorid mit dem Teilchenmodell
- R:** Beurteilen der Wasseraufbereitung unter ökologischen Gesichtspunkten

Elektrochemie  
**Atombau und Redoxreaktionen**

ca. 46/74 Unterrichtsstunden  
**ca. 12/16 Unterrichtsstunden**

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Atombau</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>historische Entwicklung der Atomtheorie</li> </ul> <p>Redoxreaktionen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Oxidationszahlen als Modell und Hilfsmittel zur Beschreibung von Elektronenübergängen</li> <li>Regeln zur Bestimmung von Oxidationszahlen in anorganischen und organischen Verbindungen</li> <li>Redoxreaktion als Reaktion mit Elektronenübergang</li> <li>Donator-Akzeptor-Prinzip sowie die korrespondierenden Redoxpaare</li> </ul> <p>SE: Redoxreaktionen von Hauptgruppenelementen</p>	<p>[Physik]  Möglichkeiten und Grenzen von Atommodellen sind zu diskutieren.</p> <p>Das Wesen ist mithilfe von Teilgleichungen zu kennzeichnen.</p> <p>Die Redoxreaktionen im Hochofenprozess und bei der Stahlherstellung sind einzubeziehen.</p>
<p><i>zusätzlich für den Leistungskurs</i></p> <p>Atombau der Nebengruppenelemente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektronenkonfigurationen der Haupt- und Nebengruppenelemente</li> <li>Zusammenhang von Elektronenkonfiguration und Stellung im PSE</li> <li>Ableiten der Oxidationsstufen</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>Energieprinzip, Hund'sche Regel und Pauli-Prinzip</li> <li>pH-Wert-abhängige Redoxreaktionen</li> </ul> <p>SE: Oxidierende Wirkung von Permanganat-Ionen in Abhängigkeit vom pH-Wert  SE: Redoxtitration</p>	

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:*

- E:** Erläutern der Zusammenhänge von Elektronenkonfigurationen und Stellung der Elemente im PSE
- E:** Anwenden der Oxidationszahlen zur Beschreibung von Elektronenübergängen
- K:** Darstellen des Wesens von Redoxreaktionen mithilfe von Reaktionsgleichungen
- R:** Bewerten der Wirkung von Schwermetallverbindungen auf biologische Systeme

## Galvanische Elemente

ca. 18/34 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Elektrolyte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• echte, potentielle, starke und schwache Elektrolyte</li> <li>• elektrische Leitfähigkeit</li> </ul> <p>SE: Leitfähigkeit von Salz- und Säure-Lösungen</p> <p>Elektrodenpotentiale</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau einer Metall/Metall-Ionen-Elektrode</li> <li>• elektrochemische Doppelschicht</li> <li>• Bau und Bedeutung der Standardwasserstoffelektrode</li> <li>• elektrochemische Spannungsreihe von Metallen, Nichtmetallen und anderer Redoxsysteme</li> </ul> <p>SE: Reaktionen von Metall und Metall-Ionen</p> <p>Galvanische Zelle</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktionsweise</li> <li>• Berechnung der Zellspannung unter Standardbedingungen</li> </ul> <p>SE: Aufbau einer galvanischen Zelle und Messung der Zellspannung</p> <p>Elektrochemische Spannungsquellen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primärelemente: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Daniell-Element</li> <li>- Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle [MD3]</li> </ul> </li> <li>• Sekundärelemente: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bleiakkumulator</li> </ul> </li> </ul>	<p>[Physik] Das schließt die Wiederholung des Baus der Metalle und ihrer Redoxreihe ein.</p> <p>Voraussagen von elektrochemischen Reaktionen mithilfe der elektrochemischen Spannungsreihe sind abzuleiten.</p> <p>Das Skizzieren des prinzipiellen Aufbaus, das Beschriften der Bestandteile sowie das Formulieren der Zellreaktionen sind erforderlich.</p> <p>Dies beinhaltet das Beschreiben der Vorgänge und der Funktionsweise einer Batterie.</p> <p>[BNE]</p> <p>Die chemischen Vorgänge beim Laden und Entladen eines Bleiakkumulators sind zu beschreiben. Die Umweltproblematik bei der Entsorgung von Spannungsquellen sowie die Rohstoffgewinnung seltener Metalle und das Recyclen sind zu diskutieren. [BNE] [BO] [MD1] [MD3] [MD5]</p>

*zusätzlich für den Leistungskurs*

## Elektrodenpotentiale

- Abhängigkeit des elektrochemischen Gleichgewichts von der Konzentration und der Temperatur

DE: Konzentrationskette

DE: Temperaturkette

- Nernst'sche Gleichung zur Berechnung der Zellspannung

## Elektrochemische Spannungsquellen

- Primärelemente und Sekundärelemente
  - Arten der Brennstoffzellen
  - Lithium-Ionen-Akkumulator

## Elektrochemische Korrosion:

- Begriff Korrosion
- Bildung von Lokalelementen
- Sauerstoff-Korrosion an Eisen
- Säure-Korrosion an Eisen

- Maßnahmen des Korrosionsschutzes [MD1]

SE: Korrosion von Eisen

DE: Kontaktkorrosion

- chemische Vorgänge bei der Korrosion von verzinnem und verzinktem Stahl

Die Entwicklung von Primärelementen, Leistung und Lebensdauer von Spannungsquellen, z. B. in der Medizin, sind zu vertiefen. Auf die Bedeutung der Elektromobilität und Möglichkeiten der Energiespeicherung ist einzugehen.

Wirtschaftliche Schäden durch Korrosion sowie die Möglichkeit des Einsatzes von Ersatzwerkstoffen sind zu diskutieren. [BNE] [BO] [MD6] [MD2] [MD3]

Opferanode

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:*F: Ordnen von Metallen nach ihrer ReduktionswirkungE: Experimentelles Bestimmen und Berechnen der Zellspannung des Daniell-ElementsK: Erklären der elektrochemischen Vorgänge in galvanischen Zellen mithilfe des Donator-Akzeptor-PrinzipsR: Bewerten des Einsatzes von elektrochemischen Spannungsquellen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten

## Elektrolyse

ca. 16/24 Unterrichtsstunden

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
<p>Elektrolyse in wässrigen Lösungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktionsweise einer Elektrolysezelle</li> <li>• Reaktion an Elektroden</li> <li>• Zersetzungsspannung</li> </ul> <p>DE: Elektrolyse von Salzlösungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• technisches Elektrolyseverfahren: elektrochemische Raffination von Kupfer</li> </ul> <p>SE: Raffination von Kupfer</p>	<p>Der Aufbau und die Funktionsweise einer Elektrolysezelle und einer galvanischen Zelle sind zu vergleichen.</p> <p>Die Produkte in den Experimenten sind nachzuweisen.</p> <p>Das Prinzip der Raffination zur Metallgewinnung ist am Beispiel von Gold oder Silber anzuwenden.</p> <p>Ökologische und ökonomische Aspekte der technischen Elektrolyseverfahren sind zu beachten. [BNE] [MD2]</p>
<p><i>zusätzlich für den Leistungskurs</i></p> <p>Elektrolyse in wässrigen Lösungen</p> <p>DE: Elektrolyse von verdünnter Schwefelsäure im Hofmann'schen Wasserzersetzungsgapparat bei konstanter Stromstärke und unterschiedlicher Stromstärke</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herleitung der Faraday'schen Gesetze</li> <li>• Berechnungen zur Anwendung der Faraday'schen Gesetze</li> <li>• Zersetzungsspannung, Überspannung und Abscheidungspotentiale</li> <li>• technische Elektrolyseverfahren: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schmelzflusselektrolyse</li> <li>- Chloralkalielektrolyse im Diaphragma- und Membranverfahren</li> </ul> </li> </ul> <p>DE: Elektrolyse von Natriumchlorid- oder Natriumiodidlösung</p> <p>Elektrochemische Analyseverfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitfähigkeitstiteration</li> <li>• Potentiometrie</li> </ul> <p>SE: Leitfähigkeitstiteration von Natronlauge mit starken Säuren</p> <p>SE: Potentiometrische pH-Wert-Messung</p>	

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:*

- F:** Skizzieren und Beschriften des Aufbaus einer Elektrolysezelle
- E:** Experimentelles Bestätigen der Produkte bei der Elektrolyse wässriger Lösungen
- K:** Vergleichen des Aufbaus und Vorgänge in galvanischen Elementen und Elektrolysezellen
- R:** Bewerten der Kupferraffination unter wirtschaftlichen Aspekten

Analyse chemischer Reaktionen

ca. 14/26 Unterrichtsstunden

**Qualitative Analyse und quantitative Betrachtungen****ca. 14/26 Unterrichtsstunden**

Verbindliche Inhalte	Hinweise und Anregungen
Qualitative Nachweise <ul style="list-style-type: none"> <li>Nachweis von Sauerstoff, Wasserstoff, Ammoniak und Kohlenstoffdioxid</li> <li>Nachweis von Anionen und Kationen: Carbonat-, Sulfat-, Halogenid -und Ammonium-Ionen</li> </ul> Berechnungen <ul style="list-style-type: none"> <li>Stoffmengen, Stoffmengenkonzentration, Volumina und Massen</li> </ul>	Verfahren, wie die <ul style="list-style-type: none"> <li>Chromatographie</li> <li>Elektrophorese</li> <li>Spektroskopie</li> </ul> können einbezogen werden.
<p><i>zusätzlich für den Leistungskurs</i></p> <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>Berechnungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Massen- und Volumenkonzentrationen</li> </ul> <p>Komplexverbindungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lösen von Salzen und Bildung von hydratisierten Ionen</li> <li>Bau und Nomenklatur</li> <li>Beschreiben der koordinativen Bindung</li> <li>Ligandenaustauschreaktionen</li> </ul> <p>SE: Qualitative Fällungsnachweise zur Unterscheidung von Halogenid-Ionen</p> <p>SE: Nachweis von Kupfer(II)-, Eisen(II)- und Eisen(III)-Ionen</p> <p>SE: Ligandenaustauschreaktionen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bedeutung von Komplexreaktionen für technische Prozesse und in biologischen Systemen</li> </ul> </div> <div style="flex: 1; padding-left: 20px;"> <p>Das Gleichgewichtskonzept ist anzuwenden und die Entstehung energetisch günstigerer Komplexe ist zu erläutern. Auf die Bildung von Chelatkomplexen ist hinzuweisen.</p> <p>Zusätzlich können folgende Experimente durchgeführt werden: SE: Bestimmung der Wasserhärte SE: Wasserenthärtung</p> <p>Die Metallgewinnung durch Cyanidlaugung sowie Hämoglobin oder Chlorophyll als Komplexverbindungen mit lebenserhaltenden Funktionen kann erarbeitet werden. [BNE][Biologie] [MD1]</p> </div> </div>	

*Beispiele für die Verknüpfung von Inhalten und prozessbezogenen Kompetenzen:*

- F:** Beschreiben und Durchführen der Nachweisreaktionen
- E:** Berechnen der Stoffmengenkonzentrationen, Masse und Volumen
- K:** Auswerten der Nachweisreaktionen mithilfe von Reaktionsgleichungen
- R:** Beurteilen der Bedeutung der analytischen Verfahren

## 4 Leistungsfeststellung und Leistungsbewertung

### 4.1 Gesetzliche Grundlagen

Die Leistungsbewertung erfolgt auf der Grundlage der folgenden Rechtsvorschriften in den jeweils geltenden Fassungen:

- Oberstufen- und Abiturprüfungsverordnung (Abiturprüfungsverordnung – APVO M-V)
- [Förderung von Schülerinnen und Schülern mit besonderen Schwierigkeiten im Lesen, im Rechtschreiben oder im Rechnen](#) (Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur)

### 4.2 Allgemeine Grundsätze

Leistungsbewertung umfasst mündliche, schriftliche und gegebenenfalls praktische Formen der Leistungsermittlung. Den Schülerinnen und Schülern muss im Fachunterricht die Gelegenheit dazu gegeben werden, Kompetenzen, die sie erworben haben, wiederholt und in wechselnden Zusammenhängen zu üben und unter Beweis zu stellen. Die Lehrkräfte begleiten den Lernprozess der Schülerinnen und Schüler, indem sie ein positives und konstruktives Feedback zu den erreichten Lernständen geben und im Dialog und unter Zuhilfenahme der Selbstbewertung der Schülerin beziehungsweise dem Schüler Wege für das weitere Lernen aufzeigen.

Es sind grundsätzlich alle Kompetenzbereiche bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Das Beurteilen einer Leistung erfolgt in Bezug auf verständlich formulierte und der Schülerin beziehungsweise dem Schüler bekannte Kriterien, nach denen die Bewertung vorgenommen wird. Die Kriterien zur Leistungsbewertung ergeben sich aus dem Zusammenspiel der im Rahmenplan formulierten Kompetenzen und ausgewiesenen Inhalte.

#### **Anforderungsbereiche und allgemeine Vorgaben für Klausuren**

Ausgehend von den verbindlichen Themen, zu denen erworbene Kompetenzen nachzuweisen sind, wird im Folgenden insbesondere benannt, nach welchen Kriterien die Klausuren zu gestalten und die erbrachten Leistungen zu bewerten sind. Die Klausuren sind so zu gestalten, dass sie Leistungen in den drei Anforderungsbereichen erfordern.

#### **Anforderungsbereich I** umfasst

- das Wiedergeben von Sachverhalten und Kenntnissen im gelernten Zusammenhang,
- die Verständnissicherung sowie
- das Anwenden und Beschreiben geübter Arbeitstechniken und Verfahren.

#### **Anforderungsbereich II** umfasst

- das selbstständige Auswählen, Anordnen, Verarbeiten, Erklären und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang und
- das selbstständige Übertragen und Anwenden des Gelernten auf vergleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalte.

#### **Anforderungsbereich III** umfasst

- das Verarbeiten komplexer Sachverhalte mit dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Verallgemeinerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen. Dabei wählen die Schülerinnen und Schüler selbstständig geeignete Arbeitstechniken und Verfahren zur Bewältigung der Aufgabe, wenden sie auf eine neue Problemstellung an und reflektieren das eigene Vorgehen.

Die mündlichen und schriftlichen Leistungsanforderungen sind im Verlauf der Oberstufe schrittweise den Anforderungen in der Abiturprüfung anzupassen.

Die Stufung der Anforderungsbereiche dient der Orientierung auf eine in den Ansprüchen ausgewogene Aufgabenstellung und ermöglicht so, unterschiedliche Leistungsanforderungen in den einzelnen Teilen einer Aufgabe nach dem Grad des selbstständigen Umgangs mit Gelerntem einzuordnen.

Der Schwerpunkt der zu erbringenden Leistungen liegt im Anforderungsbereich II. Darüber hinaus sind die Anforderungsbereiche I und III zu berücksichtigen. Auf Grundkursniveau sind die Anforderungsbereiche I und II, auf Leistungskursniveau die Anforderungsbereiche II und III stärker zu akzentuieren.

Unterschiedliche Anforderungen in den Klausuraufgaben auf Grundkurs- und Leistungskursniveau ergeben sich vor allem hinsichtlich der Komplexität des Gegenstandes, des Grades der Differenzierung und der Abstraktion, der Beherrschung der Fachsprache und der Methoden sowie der Selbstständigkeit bei der Lösung der Aufgaben.

Die in den Arbeitsaufträgen verwendeten Operatoren müssen in einen Bezug zu den Anforderungsbereichen gestellt werden, wobei die Zuordnung vom Kontext der Aufgabenstellung und ihrer unterrichtlichen Einordnung abhängig und damit eine eindeutige Zuordnung zu nur einem Anforderungsbereich nicht immer möglich ist.

Eine Bewertung mit „gut“ (11 Punkte) setzt voraus, dass annähernd vier Fünftel der Gesamtleistung erbracht worden sind, wobei Leistungen in allen drei Anforderungsbereichen erbracht worden sein müssen. Eine Bewertung mit „ausreichend“ (05 Punkte) setzt voraus, dass über den Anforderungsbereich I hinaus auch Leistungen in einem weiteren Anforderungsbereich und annähernd die Hälfte der erwarteten Gesamtleistung erbracht worden sind.

**Herausgeber:** Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur  
des Landes Mecklenburg-Vorpommern,  
Institut für Qualitätsentwicklung, Fachbereich 4  
(Zentrale Prüfungen, Fach- und Unterrichtsentwicklung,  
Rahmenplanarbeit – Leitung: Dr. Uwe Dietsche)

**Verantwortlich:** Henning Lipski (V.i.S.d.P.)

**Redaktion:** Matthias Apsel, Manuela Brandt

**Foto:** Silke Winkler

August 2019