

LEHRPLAN

CHEMIE

Gymnasialer Bildungsgang

Jahrgangsstufen 7G bis 9G und gymnasiale Oberstufe

HESSEN



Hessisches Kultusministerium
2010

Inhaltsverzeichnis		Seite
Teil A	Grundlegung für das Unterrichtsfach Chemie in den Jahrgangsstufen 7G bis 9G und in der gymnasialen Oberstufe	
1	Aufgaben und Ziele des Faches	3
1.1	Sekundarstufe I	3
1.2	Sekundarstufe II	4
2	Didaktisch-methodische Grundlagen	4
2.1	Sekundarstufe I	4
2.2	Sekundarstufe II	6
3	Umgang mit dem Lehrplan	7
3.1	Sekundarstufe I	7
3.2	Sekundarstufe II	8
Teil B	Unterrichtspraktischer Teil	
	Übersicht der verbindlichen Themen	11
	Der Unterricht in der Sekundarstufe I	12
1	Die verbindlichen und fakultativen Unterrichtsinhalte der Jahrgangsstufen 7G bis 9G	12
1.1	Die Jahrgangsstufe 7G	12
1.2	Die Jahrgangsstufe 8G	17
1.3	Die Jahrgangsstufe 9G	23
2	Anschlussprofil von Jahrgangsstufe 9G in die gymnasiale Oberstufe	30
	Der Unterricht in der Sekundarstufe II	31
3	Die verbindlichen und fakultativen Unterrichtsinhalte der Einführungsphase und der Qualifikationsphase	31
3.1	Die Einführungsphase (E1 und E2)	31
3.1.1	E1	31
3.1.2	E2	33
3.2	Die Qualifikationsphase (Q1 bis Q4)	35
3.2.1	Q1	35
3.2.2	Q2	40
3.2.3	Q3	44
3.2.4	Q4	48
4	Abschlussprofil am Ende der Qualifikationsphase	55

Teil A

Grundlegung für das Unterrichtsfach Chemie in den Jahrgangsstufen 7G bis 9G und in der gymnasialen Oberstufe

1 Aufgaben und Ziele des Faches

1.1 Sekundarstufe I

Ein übergeordnetes Erziehungsziel des Chemieunterrichts ist es, die Schülerinnen und Schüler zur Bewältigung zukünftiger Lebenssituationen und zur Teilnahme an demokratischen Entscheidungsprozessen zu befähigen und damit zu mündigen Staatsbürgern zu erziehen. Dieses Ziel beinhaltet auch, sie mit einer zeitgemäßen naturwissenschaftlichen Grundbildung auszustatten. Gerade unter dem Aspekt der fortschreitenden Technisierung aller Lebensbereiche und unter Beachtung der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Situation wird deutlich, welche Bedeutung der naturwissenschaftlichen Bildung zukommt. Dass die Naturwissenschaften darüber hinaus ein Teil unserer Kultur sind und in starkem Umfang die Bedingungen unserer materiellen und geistigen Existenz beeinflussen, zeigt sich u. a. in ihrer Wissenschaftssprache (als Weltsprache), ihrer Geschichte (als bedeutender Teil der Weltgeschichte), ihrer Art zu denken und zu lernen (das besondere Bemühen um Objektivität) und ihrer eigenen Ethik (wissenschaftliche Redlichkeit, Transparenz, Reproduzierbarkeit, auch gewissenhafte Technologiefolgenabschätzung).

Dem Chemieunterricht fällt dabei die besondere Aufgabe zu, die materiale Umwelt zu erschließen sowie Verständnis und Kompetenz im alltäglichen Umgang mit Stoffen zu vermitteln. Er trägt mit dazu bei, die Vorgänge in der Natur zu verstehen sowie der - auch durch die fortschreitende Technisierung verursachten - Naturentfremdung entgegenzuwirken. Dies beinhaltet, neben Sachkompetenz auch ein Wertebewusstsein zu entwickeln, zu dem u. a. die Würde des Menschen, seine Gesundheit sowie die Erhaltung des Lebens auf der Erde zählen. Hier trägt die Chemie mit dazu bei, die Lebensgrundlagen unserer, besonders aber zukünftiger Generationen zu sichern. Allein der Umgang mit stofflichen und energetischen Ressourcen führt in vielfältigsten Bereichen menschlicher Tätigkeiten zu immer tiefgreifenderen Veränderungen in der Natur.

Die Wissenschaft Chemie umfasst ein Theoriengebäude, das als wissenschaftliche Grundlage jeglicher natürlicher und menschlich beeinflusster Stoffumwandlungen gilt. Um darüber Einsichten zu erhalten, ihren Ablauf vorauszusagen oder zu beeinflussen, sind chemische Kenntnisse und Erkenntnisse unabdingbar. Im gymnasialen Bildungsgang wird daneben ein wesentlicher Schwerpunkt in der Vermittlung wissenschaftlicher Arbeitsmethoden und der vertiefenden Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Konzepten und Verfahren liegen. Dabei steht das Experiment grundsätzlich im Mittelpunkt des Chemieunterrichtes. Insbesondere sollen Schülerexperimente und experimentelle Hausaufgaben – neben dem Planen, Durchführen und Auswerten der Experimente – den Wissensdurst der Schülerinnen und Schüler fördern und Anregungen zu selbstständigem und forschendem Lernen geben. So verstandener Chemieunterricht geht über eine reine Vermittlung von Sachwissen hinaus. Wenn Lernen als aktiver Prozess der Ausbildung eines Verständnisses für Grundlagen und Zusammenhänge komplexer Erscheinungen in der Natur aufgefasst wird, ist der Erwerb von Methodenkompetenz ein ebenso wesentliches Anliegen wie die Betrachtung beispielhafter Gegenstände unter verschiedenen Sichtweisen. Die Rolle der Lehrenden besteht dabei primär im Initiieren vielfältiger Lernprozesse. Dabei erlernen die Schülerinnen und Schüler nicht nur fachliche Kenntnisse und Fähigkeiten, sondern sie gewinnen auch Einsichten in fachtypische Erkenntnisweisen und Methoden. Ebenso müssen sie lernen, die Komplexität von Vorgängen aufzuschlüsseln und die gefundenen Ergebnisse wieder in das komplexe Geschehen des Alltags zurückzuführen. Durchgängiges Unterrichtsprinzip sollte deshalb die Einbeziehung der Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler und ihrer dadurch entstandenen Vorstellungswelt sein.

Die genannten Ziele können um so leichter erreicht werden, je mehr die Interessen der Lernenden, ihre Vorerfahrungen und Vorstellungen im Unterricht zum Tragen kommen und je eher die Lehrenden bereit und fähig sind, auf diese Bewusstseinslage einzugehen und mit den Schülerinnen und Schülern in einen engen Gedankenaustausch einzutreten. Die Förderung der Selbsttätigkeit, der Stärkung von Problemlösefähigkeiten und der Entwicklung von Kommunikations- und Präsentationsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler bedingt methodisch vielfältige Organisations- und variable Arbeitsformen. Neben der Entwicklung einer neuen Aufgabenkultur, die neben der Überprüfung des Lernerfolgs vor allem den Lernprozess fördert, kommt dem Einbinden moderner Informationstechnologien besondere

Bedeutung zu: Internetrecherchen, computergestützte Präsentation oder Simulation komplexer Verfahren sind dabei nur einige Möglichkeiten.

1.2 Sekundarstufe II

Alle bereits für die Sekundarstufe I formulierten Zielsetzungen können für die gymnasiale Oberstufe wieder aufgegriffen, ergänzt und erweitert werden. Zwischen chemischer Forschung mit ihren Ergebnissen und daraus resultierenden Industrieerzeugnissen einerseits sowie den Lebensbedingungen des Einzelnen und der Gesellschaft andererseits existieren vielfältige, tiefgreifende Verflechtungen. Junge Menschen müssen daher mit Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten ausgestattet werden, sich mit Sachkompetenz und konstruktiver Kritikfähigkeit mit den daraus resultierenden Fragestellungen und Problemen auseinander zu setzen. Ziel des Chemieunterrichts in der gymnasialen Oberstufe ist es somit, Schülerinnen und Schüler zu befähigen, in Lebensbereichen, in denen chemisches, naturwissenschaftliches und technisches Verständnis erforderlich sind, sachkompetent und verantwortungsbewusst zu handeln und zu entscheiden. Die Notwendigkeit für ein lebenslanges Lernen muss deutlich werden.

Die Schülerinnen und Schüler müssen das Lernen als aktiven Prozess verstehen, in dem sie Neues in vorhandene Strukturen integrieren. Dazu müssen sie sich aus den bisherigen alltäglichen Deutungsgewohnheiten herauslösen und erfahren, dass ihr eigenes Handeln unter Berücksichtigung der im Chemieunterricht erworbenen wissenschaftlichen Deutungsweisen erfolgreich ist.

Weitere zentrale Anliegen des Unterrichts in der gymnasialen Oberstufe sind die allmähliche Entwicklung von Studierfähigkeit, schließlich der Erwerb der allgemeinen Hochschulreife sowie die Vorbereitung auf die zukünftige Berufstätigkeit der Lernenden. Chemieunterricht sollte auch eine Berufsfeldorientierung auf dem Gebiet der Naturwissenschaften und insbesondere der Chemie ermöglichen.

2 Didaktisch-methodische Grundlagen

2.1 Sekundarstufe I

Durch die Auswahl und Anordnung von verbindlichen Unterrichtsinhalten sollen die Schülerinnen und Schüler ein sicheres Fundament an Einsichten, Erkenntnissen und Fähigkeiten erhalten, um Phänomene, Fragen und Probleme aus dem Bereich der Chemie zu verstehen und sich selbstständig auch nach der Schulzeit weiterbilden zu können. Dadurch erhalten sie die Befähigung, sich bei der Diskussion chemischer Sachverhalte ein fundiertes Urteil zu bilden und damit auch an Entscheidungsprozessen beteiligt zu sein.

Die Auswahl der Inhalte geschieht unter Beachtung mehrerer Kategorien, unter denen zunächst die Orientierung an der Fachwissenschaft zu nennen ist. Damit sind nicht die Gliederungsprinzipien und die Systematik der wissenschaftlichen Chemie gemeint, obwohl sich das Schulfach Chemie selbstverständlich zahlreicher Inhalte der Fachwissenschaft, seiner Methoden, seiner typischen Denkweisen, seiner Konzeptionen, Strukturen und Aufgaben in begrenztem Umfang bedient, sondern die folgenden fachlichen Leitlinien:

- Arbeitsweisen der Chemie
- Stoffe, Stoffgruppen und ihre Eigenschaften
- Struktur und Eigenschaften
- Teilchen und ihre Bindungen (Atom- und Bindungsmodelle)
- chemische Fachsprache (einschl. Etymologie) und chemische Formelsprache
- energetischer und zeitlicher Verlauf chemischer Reaktionen
- Ordnungsprinzipien für Stoffe und chemische Reaktionen
- Veränderungen auf Stoff- und Teilchenebene in chemischen Reaktionen

Die sich daraus ergebende fachlich orientierte Anordnung der vorgeschlagenen Themen erscheint am ehesten geeignet, die Möglichkeiten eines aufbauenden Lernprozesses („roter Faden“) aufzuzeigen. Die Reihenfolge der Inhalte begünstigt in vielen Fällen ein erarbeitendes, entdeckendes und problemorientiertes Vorgehen. In wichtigen Abschnitten erfahren die Schülerinnen und Schüler den Prozess der Erkenntnisgewinnung somit unmittelbar. Innerhalb einer Jahrgangsstufe ist die Abfolge jedoch nicht verbindlich. Somit wird eine andere Strukturierung themengebunden möglich.

Eine prinzipiell andere, aber gleichgewichtige Kategorie orientiert sich am Alltag, der Lebenswelt und weiteren Erschließungsbereichen wie z. B. Natur, Umwelt oder Technik. Um Unterrichtsgegenstände unter mehr als nur einem Blickwinkel zu betrachten, stellen die genannten Bereiche ein weiteres,

gleichberechtigtes Strukturelement des Unterrichts dar. Der Alltagsbezug und die Einbettung in einen für Schülerinnen und Schüler sinnvollen Kontext dürfen nicht vernachlässigt werden zugunsten einer rein an der Fachsystematik orientierten Überfrachtung mit theoretischen Zusammenhängen. Daher ist es ein Ziel des Chemieunterrichts, Problembewusstsein, Einstellungen und Handlungsbereitschaft zu wecken, Kenntnisse über und Einsichten in

- die alltägliche bzw. technische Nutzung der Stoffe,
- die Einbindung von Stoffen in das Kreislaufgeschehen der Ökosphäre,
- den gefahrenbewussten und sicheren Umgang mit Stoffen,
- die Verantwortung gegenüber der Natur und dem Schutz der Umwelt

zu vermitteln.

Die fachliche Strukturierung ist wegen der systematischen Gliederung gewollt, darf aber keinesfalls so verstanden werden, dass phänomenologische Herangehensweisen eine untergeordnete Rolle spielen und das Potenzial von Alltags- und Technikbezügen in den Hintergrund gedrängt wird. Für diese Erschließungskategorien enthält der Lehrplan beispielhaft eine Auswahl an Themen und Fragestellungen, die der Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler entstammen. Diese Vorschläge sind auch deswegen exemplarisch, weil der Themenpool durch Interessen, Vorstellungen und Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler gesteuert und begrenzt wird. Sie sollen die Lehrerinnen und Lehrer ermuntern, in eigener Verantwortung geeignete, motivierende Problemstellungen aus der Alltagswelt der Lernenden zu verwenden und nach Verknüpfung mit den fachlichen Leitlinien für den Unterricht ausarbeiten. Jede verantwortungsbewusste Lehrkraft wird diese Chance eigener Gestaltungsmöglichkeiten nutzen und diesen Präambeltext nicht als bloßes „Beiwerk“ betrachten. Jedoch kann aus Alltagsbezügen allein kein sachlogischer und aufbauender Lehrplan konzipiert werden. Da die chemischen Phänomene aus dem Erfahrungsbereich der Schülerinnen und Schülern oft nicht zusammenhängen und die Themen in der Regel komplex sind, bewirkt dies, dass besonders fachübergreifende und fächerverbindende Aspekte zum Tragen kommen. Gerade die zu entwickelnde Bindung an Werte bewirkt, dass auch allgemein-pädagogische Leitlinien mitberücksichtigt werden müssen:

- Denken in komplexen Zusammenhängen üben,
- Kommunikationsfähigkeit entwickeln,
- Schülervorstellungen berücksichtigen.

Keine dieser Leitlinienkategorien kann allein den Chemieunterricht begründen. Nur ein sinnvolles und ausgewogenes Miteinander gewährleistet, dass das Fach sowohl dem allgemeinbildenden als auch dem fachlichen Auftrag gerecht wird. Chemieunterricht beinhaltet also Wissenschaftsorientierung, Lebenswirklichkeit und pädagogische Dimensionen.

Die Arbeitsweise in der Chemie ist zunächst einmal geprägt durch die naturwissenschaftliche Methode der Erkenntnisgewinnung mit dem typischen Wechselspiel von Empirie und Theorie. Dem Experiment kommt zentrale Bedeutung zu; wenn immer möglich, muss Chemieunterricht Experimentalunterricht sein. Dieser Lehrplan ist daher so aufgebaut, dass nach Möglichkeit von Experimenten und Phänomenen ausgegangen werden kann und verfrühte Abstraktionen vermieden werden. Die Entscheidung für ein Lehrer- oder Schülerexperiment wird beeinflusst durch die thematischen und situativen Gegebenheiten. Grundsätzlich ist experimentellen Schülerübungen der Vorzug zu geben, da durch eigenes Experimentieren in kleinen Gruppen junge Menschen Freude an der Chemie gewinnen. Über den Motivationseffekt hinaus kommen hier Schlüsselqualifikationen und Fähigkeiten wie Sorgfalt, Kreativität, manuelle Geschicklichkeit, Ausdauer, Umgang mit der Literatur, Selbsttätigkeit, Konzentrationsfähigkeit oder Teamgeist zum Tragen. Die Gefahren im Umgang mit Stoffen und Geräten rücken stärker in das Bewusstsein der Schülerinnen und Schüler. Maßnahmen der Entsorgung oder Unfallverhütung werden dabei diskutiert und durchgeführt. Darüber hinaus können Versuchsreihen erprobt werden, mit denen Recycling- und Kreislaufwirtschaft, auch in Schülerversuchen, nachgestellt werden können. Die Organisation der Schülerübungen kann der Fachkonferenz obliegen. Gefahrlos durchzuführende experimentelle Hausaufgaben (experimentelle Schülerwettbewerbe können hier weitere Anregungen geben) verstärken den Wissensdrang sowie das Neugierverhalten und erweitern Erfahrungen spielerisch. Ebenso wichtig wie das Experiment ist für den Chemieunterricht auch das Arbeiten an und mit Modellvorstellungen. Diese dienen meist der Erklärung und Veranschaulichung von Phänomenen; sie erfassen aber immer nur Teilaspekte des komplexen Naturgeschehens. Modellvorstellungen oder auch Ordnungsschemata werden erst dann eingeführt und angewendet, wenn sie plausibel gemacht werden können und sich von einer breiten Erfahrungsbasis her als notwendig erweisen. Durch das Entwickeln von Modellvorstellungen, was schrittweise unter Berücksichtigung der geistigen Entwicklung

der Lernenden erfolgt, werden die Fähigkeiten zur Abstraktion und zum Transfer gefördert. Bestimmte Unterrichtsthemen sowie die Einbeziehung der Technik oder gesellschaftlicher Aspekte können eine Verlagerung an außerschulische Lernorte erfordern. Nicht immer lassen sich die genannten Arbeitsweisen als durchgängiges Prinzip im gesamten Lehr- und Lernprozess vollziehen. Je nach Rahmenbedingungen und Zielsetzungen finden auch andere Arbeitsweisen Anwendung, so z. B. exemplarische Arbeitsweisen, die Auswahlverfahren nötig machen, und vernetzende und ganzheitliche Gestaltung, für die Handlungsorientierung ein charakteristisches Merkmal darstellt. Schließlich müssen die Schülerinnen und Schüler die bereits genannte Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit entwickeln, damit sie sich in fundierter Weise an der Diskussion fachlicher und übergreifender Fragestellungen beteiligen können.

Die Schulung fachbezogener Methodenkompetenz muss möglichst früh beginnen. Sie setzt neben dem bereits genannten Komplex „Experiment“ die Beachtung weiterer Zielsetzungen, wie die Vertiefung von Sachkenntnis über chemische Zusammenhänge in Natur und Umwelt, die eigenständige Formulierung chemischer Fragestellungen einschließlich der Beschaffung dazu nötiger Informationen, die Selbstorganisation von Arbeitsprozessen oder die fachsprachlich und sachlich korrekte Präsentation von Ergebnissen, voraus. Bei der Auswahl angemessener Unterrichtsverfahren gilt der Grundsatz der Methodenvielfalt. Es sollen besonders diejenigen Formen ausgewählt werden, die ein selbstständiges Arbeiten ermöglichen; die Schülerinnen und Schüler müssen sich Inhalte, Fähigkeiten und Wissen aktiv und in möglichst hohem Maße selbst erschließen. Die Rolle der Lehrenden besteht nicht in der bloßen Übertragung feststehender Wissensstrukturen und Lerninhalte, sondern vielmehr in deren Bereitstellung sowie von Hilfen, durch die Lernen ausgelöst wird. Unterricht und die ihn strukturierende Methode vollzieht sich zwischen den Extremen bloßer Informationsübernahme und ausschließlicher Selbsterarbeitung. Eine anzustrebende Methodenvielfalt im Chemieunterricht hilft mit, Schülerinnen und Schüler zu lebenslangem Lernen zu befähigen. Einen wesentlichen methodischen Anteil im Chemieunterricht des gymnasialen Bildungsgangs haben Verfahren wie beispielsweise die problemorientierte, die historisch-genetische und die forschend-entwickelnde Vorgehensweise sowie Konzepte nach „Chemie im Kontext“. Der Unterricht soll so konzipiert sein, dass er zur naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweise hinführt (Problemfindung - Hypothesenbildung - Prognosen - Entwurf von Lösungsstrategien - Überprüfung durch Experimente - Darstellung und Deutung der Ergebnisse - Grenzen der Aussagen/Verallgemeinerung). Neben diesen Arbeitsformen sollen Organisationsformen zum Einsatz kommen, die innerhalb des Chemieunterrichts ebenfalls zu selbstständigem Arbeiten anleiten, wie Lernen an Stationen, Gruppenpuzzles, Projektarbeit, Mindmapping etc.

2.2 Sekundarstufe II

Aufbauend auf den in der Sekundarstufe I erworbenen Kenntnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten wird erarbeitet, dass chemische Reaktionen dynamische Prozesse sind, die oft als Reaktionsfolgen oder Kreisprozesse unter Abgabe oder Aufnahme von Energie ablaufen und durch gezielte Eingriffe beeinflusst werden können. Kenntnisse quantitativer Gesetzmäßigkeiten zum Ablauf chemischer Reaktionen sind zum tieferen Verständnis der komplexen Zusammenhänge unabdingbar. Die Auswahl der Inhalte und die Aufgaben orientieren sich an fachspezifischen Kriterien, wobei dem Weg der Erkenntnisfindung Priorität zukommt. Trotz seiner Themenschwerpunkte mit den eher fachwissenschaftlich orientierten Inhalten und Strukturen - einschließlich aller der Ausschärfung und Konkretisierung dienenden Stichworte - darf der Chemieunterricht **nicht** als Abbild der Fachwissenschaft verstanden werden. Vielmehr besitzt er eine wissenschaftspropädeutische Funktion und leistet einen Beitrag zur Einführung in die Denk- und Arbeitsweisen empirischer Wissenschaften. Das exemplarische Prinzip hat gegenüber der Vollständigkeit Vorrang. Ähnlich wie in der Sekundarstufe I lassen sich die fachwissenschaftlichen Inhalte auf wenige Basiskonzepte zurückführen, die helfen, die Zusammenhänge zu begreifen:

- das Teilchenkonzept
- die Korrelation zwischen Struktur und Eigenschaft
- das Donator-Akzeptor-Prinzip
- das Gleichgewichtskonzept
- das Energiekonzept

Die fachwissenschaftlichen Inhalte dienen allen Lehrenden zur Orientierung für die unterrichtliche Konkretisierung und sind ein Kontrollinstrument für die Unterrichtsgestaltung. Die eigentliche didaktische und methodische Unterrichtsplanung muss für jede Lerngruppe unter Berücksichtigung vielfältiger Aspekte individuell erfolgen. Der Lehrende erhält auf diese Weise nicht nur den nötigen Raum,

sondern hat auch die Pflicht, auf Schülerinteressen einzugehen, aktuelle Themen aufzugreifen und neuere Methoden anzuwenden. Dabei spielt die enge Verknüpfung zwischen fachlichen Grundlagenkenntnissen und ihrer Übertragung in die Lebenswelt eine fundamentale Rolle. Wegen dieses äußerst komplexen Anwendungsbereiches erfolgen im Chemielehrplan eher weniger Vorgaben für das angestrebte Lernen im Kontext; lediglich im Kurs „Angewandte Chemie“ (Q4) geschieht dies verstärkt und beispielhaft. Die so zu verstehende Orientierung an der Fachwissenschaft erfordert zwangsläufig die Berücksichtigung von Erschließungsbereichen wie Alltag und Lebenswelt, Natur und Umwelt, Technik und Industrie, Geschichte, Forschung etc.; diese treten als Auswahl und Strukturierungskriterien in den Vordergrund. So ist beispielsweise der kulturelle Fortschritt durch die Chemie wesentlich beeinflusst worden, wenn man an Kleidung, Gesunderhaltung, Ernährung, Werkstoffe u. a. denkt. Weitere Beispiele sind die Ökonomie und Ökologie chemischer Produktionsprozesse mit damit verknüpften Werturteilen einschließlich der Entsorgungsprobleme oder die Umweltbelastung durch die Herstellung und Nutzung chemischer Produkte. In diesen Bereichen lassen sich Möglichkeiten einer nachhaltigen Entwicklung im Chemieunterricht diskutieren, welche die Bedürfnisse der Gegenwart berücksichtigt, ohne die Chancen zukünftiger Generationen zu verringern. Allein diese wenigen Aspekte verdeutlichen, dass infolge ihrer Komplexität die fachlichen Grenzen überschritten werden müssen: Im Chemieunterricht muss auf horizontale und vertikale Vernetzung geachtet werden. Detailliertes Fachwissen soll in größere Zusammenhänge eingeordnet und durch fachübergreifende und fächerverbindende Fragestellungen erweitert oder durch diese erschlossen werden. Der Nutzung außerschulischer Lernorte kommt unter anderem auch deshalb verstärkt eine wesentliche Bedeutung zu. Anregungen hierfür können in den Übersichten der Halbjahresthemen der Spalte „Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen“ entnommen werden.

Die Chemie ist eine experimentelle Wissenschaft. Alle für die Sekundarstufe I getroffenen Aussagen zum Experiment, seinen Funktionen, Organisationsformen usw. gelten auch in der gymnasialen Oberstufe. Der experimentelle Umgang mit gefährlichen Stoffen und deren Entsorgung sowie die exakte Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen sind wichtige Beiträge des Chemieunterrichts zur Sicherheits- und Umwelterziehung. Selbstständiges Planen, Arbeiten und Auswerten der Versuche durch die Schülerinnen und Schüler schult das logische und problemlösende Denken sowie die Entwicklung von Problemlösestrategien. Besonders komplexe Fragestellungen, die sich aus Alltag und Lebenswelt ergeben, besitzen hohen Motivationscharakter und fordern geradezu ein Problemlösen heraus. Für diese Prozesse besitzt die Wechselseitigkeit zwischen Experiment und Gesetz, Modellvorstellung sowie Theorie eine zentrale Bedeutung. Die in den Grundlegungen zur Arbeit in der Sekundarstufe I aufgezeigten Ansätze zur Ausbildung einer Methodenkompetenz können in der gymnasialen Oberstufe weiter entwickelt und geschärft werden. Einerseits kommt den Fähigkeiten und Fertigkeiten der Selbsterarbeitung und den verschiedenen Methoden des Lernens und Wissenserwerbs sowie dem Denken in interdisziplinären Zusammenhängen ein immer größeres Gewicht zu. Andererseits gilt dies ebenso für die korrekte Versprachlichung und Präsentation von Ergebnissen, auch im Hinblick auf das fünfte Abiturprüfungsfach.

Eine solche Fortentwicklung gilt ebenso für die Medienkompetenz, wie die selbstständige Beschaffung erforderlicher Informationen, insbesondere aber für die modernen Kommunikations- und Informationstechnologien, die sich in viele Bereiche des Chemieunterrichts sinnvoll einbinden lassen.

Der exemplarische und ganzheitliche Unterricht in der gymnasialen Oberstufe zeichnet sich durch Schülerorientierung, aktive Mitbestimmungs- und Gestaltungsmöglichkeiten für Lernende, Zukunftsorientierung, interdisziplinäres Denken, Lernen und Handeln sowie die nötigen Handlungsfreiräume aus.

3 Umgang mit dem Lehrplan

3.1 Sekundarstufe I

Für jede Jahrgangsstufe sind Themen angegeben, die in knapper Form begründet sind. Für jeden Themenbereich werden in tabellarischer Anordnung verbindliche Unterrichtsinhalte formuliert. Es wird freigestellt, ob und in welcher Intensität der jeweilige verbindliche Inhalt im Sinne eines orientierenden oder vertiefenden Lernens behandelt werden soll. Die in der rechten Spalte aufgeführten Stichworte dienen einerseits der Ausschärfung und Konkretisierung und erläutern andererseits die verbindlichen Inhalte auch in methodischer Hinsicht. Durch diese Öffnung ergeben sich Möglichkeiten, nach den Besonderheiten der jeweiligen Unterrichtssituation (Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler, aktuelle Begebenheiten, regionale Besonderheiten etc.) weitere Beispiele zu finden und Themen in einer übergeordneten Problemstellung zu formulieren. Darüber hinaus können aus den vorangestellten Vor-

schlagen für Kontexte oder Projektarbeiten, sowie den Hinweisen zu den Arbeitsmethoden im unteren Teil der Übersichten (Bildungs- und Erziehungsaufgaben nach § 6 Abs. 4 Hessisches Schulgesetz) Anregungen für die Rahmengestaltung und die methodische Umsetzung des Unterrichts entnommen werden.

Die Reihenfolge der Themen steht in einem sachlogischen Zusammenhang, ist aber nicht verbindlich. Die Inhalte der Unterrichtseinheiten können also anders miteinander kombiniert und aufeinander bezogen werden. Über alternative Reihenfolgen entscheidet die Fachkonferenz. Letztlich muss aber ein aufbauender Lernprozess gewährleistet sein sowie die Grundlagen des Anschlussprofils am Ende der Jahrgangsstufe 9G erreicht werden. Überhaupt sind Abstimmungen zwischen den Fachkonferenzen (und hier besonders im Aufgabenfeld III) vorzunehmen, um Überschneidungen, Wiederholungen usw. zu vermeiden sowie den fachübergreifenden Unterricht zu fördern.

Die angegebenen Stundenzahlen besitzen Vorschlagscharakter und helfen bei der Jahresplanung; die Gewichtung der obligatorischen Inhalte bleibt der Lehrkraft überlassen. Verpflichtend zu unterrichten sind nur die verbindlichen Unterrichtsinhalte, die allein zum Erreichen des Anschlussprofils notwendig sind. Die genannten fakultativen Inhalte verstehen sich als Vorschläge zur Ergänzung und Erweiterung der verbindlichen Inhalte.

Hinweise zu fächerverbindendem Lernen sind dem unterrichtspraktischen Teil („Querverweise“) zu entnehmen, bedürfen aber einer ständigen Erweiterung und Aktualisierung. Weitere Aufgabengebiete nach § 6 (4) Hessisches Schulgesetz, insbesondere Elemente der IKG, sind stichwortartig angeführt.

3.2 Sekundarstufe II

Alle bereits zur Sekundarstufe I gegebenen Ausführungen zum Umgang mit dem Lehrplan werden auf der Grundlage der vorgesehenen Basiskonzepte für die gymnasiale Oberstufe wieder aufgegriffen, weitergeführt und vertieft. In der tabellarischen Anordnung sind auf der linken Seite wiederum „Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben“ formuliert. Die in der rechten Spalte aufgeführten Stichworte sind Empfehlungen und dienen der Ausschärfung, Konkretisierung und Erläuterung.

Alle verbindlichen Unterrichtsinhalte können nicht mit gleicher Intensität unterrichtet werden, d. h. es ist eine Schwerpunktbildung erforderlich. Ziel ist ein sicheres Grundverständnis für chemische Vorgänge. Die Liste der verbindlichen und fakultativen Inhalte/Aufgaben stellt weder einen Minimal-, noch einen Maximalkatalog dar und gibt auch keine Reihenfolge vor.

Die Einführungsphase (E1 und E2)

Der Chemieunterricht der Einführungsphase hat gleich mehrere Funktionen zu beachten, denen das Thema gerecht werden muss.

Die Inhalte müssen zunächst einmal die Möglichkeit bieten, unterschiedliche Lernvoraussetzungen, die häufig bei der neuen Zusammensetzung der Lerngruppen in der Einführungsphase zu beobachten sind, zu **kompensieren**. So bietet das Thema „Redoxreaktion“ je nach Zusammensetzung der Lerngruppe und den spezifischen Lernvoraussetzungen eine integrierte Wiederholung erforderlicher Atom- und Bindungsmodelle sowie zum Periodensystem der Elemente an. Auch in Fällen, in denen Lerngruppen - wie z. B. bei reinen Oberstufenschulen - völlig neu zusammengestellt werden, soll **kein** eigener Themenblock „Kompensation“ ausgewiesen werden. Der angesetzte Zeitrahmen lässt einen zusätzlichen Spielraum für lerngruppenspezifische Erfordernisse.

Insbesondere die detailliertere Thematisierung der Alkane, Alkene und der Alkine sowie der Alkanole im Bereich der Kohlenwasserstoffchemie bietet den Schülerinnen und Schülern die Gelegenheit, an ihre Grundkenntnisse aus der Sekundarstufe I zur homologen Reihe der Alkane anzuknüpfen und diese in einem neuen Zusammenhang zu vertiefen.

Daneben sollen die ausgewählten Themen für diejenigen Schülerinnen und Schüler, die Chemie in der Qualifikationsphase nicht weiter belegen werden, eine sinnvolle **Abrundung** des Chemieunterrichts ermöglichen. Schließlich muss der Kurs den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit zur **Orientierung** bei der Entscheidung geben, ob Chemie als Grund- oder Leistungsfach weiter belegt werden soll.

Die Qualifikationsphase (Q1 bis Q4)

Grundkurse

Grundkurse sollten neben Wissensvermittlung und vorwissenschaftlichem Arbeiten insbesondere das Interesse der Schülerinnen und Schüler an chemischen Phänomenen ansprechen. Dabei sollen ihre chemischen Kenntnisse erweitert und geschärft werden, damit auch komplexere Vorgänge in der Technik und Umwelt verstanden werden. Die Bedeutung der Chemie für den aktuellen und zukünftigen Lebensbezug soll erfasst werden. Um dies zu erreichen, spielen Anwendungsbezüge eine wichtige Rolle bei gleichzeitiger Reduktion quantitativer Betrachtungen. Bei der Konzeption sind verstärkt fachübergreifende Bezüge zu beachten.

Für den Kurs „Angewandte Chemie“ in Q4 werden Themen aus unterschiedlichen Bereichen zur Auswahl vorgeschlagen. Die Kursleiterin/der Kursleiter wählt bei der Konzeption in Absprache mit der Fachkonferenz aus den vorgegebenen Bereichen geeignete Schwerpunkte aus. Dabei wird realistisch davon ausgegangen, dass maximal zwei der vorgegebenen Inhaltsbereiche als Schwerpunkte ausgewählt werden können. In der rechten Spalte der vorgeschlagenen Inhalte sind Anregungen für mögliche Schwerpunktsetzungen aufgeführt.

Leistungskurse

Leistungskurse unterscheiden sich von Grundkursen nicht grundsätzlich in Inhalten und Zielen. Unterschiedlich sind dagegen

- die Komplexität der Probleme,
- das Abstraktionsniveau,
- die begriffliche Differenzierung.

Neben der Vermittlung eines strukturierten Wissens ist ein intensiver Theoriebezug möglich. Dies beinhaltet eine stärkere Betonung der Wissenschaftsmethoden. Dabei erlangen Modellbildung, die Entwicklung übergeordneter Konzepte und quantitative Betrachtungen mit mathematischen Beschreibungen eine besondere Bedeutung. Spezielle Themenbereiche können exemplarisch im Sinne einer wissenschaftlichen Vertiefung weitgehend behandelt werden, als dies im Grundkurs angestrebt wird. Die Lernenden können in begrenzten Bereichen Forschungs- und Entwicklungsprozesse nachvollziehen.

In Q4 stehen drei verschiedene Kursthemen zur Auswahl, von denen eines behandelt werden muss: Ausgewählte Themen zu „Angewandte Chemie“, Elektrochemie oder Komplexchemie.

In der Themenliste zum Kurs „Angewandte Chemie“ wird nicht zwischen Grund- und Leistungskurs differenziert. Im Leistungskurs werden eher als im Grundkurs analytische, energetische und quantitative Aspekte behandelt werden.

Die beiden anderen Wahlthemen entsprechen den besonderen Anforderungen eines Leistungskurses und werden deshalb nicht als Grundkurssthema angeboten.

Im Kurs „Elektrochemie“ können sowohl fachdidaktische Leitlinien wie das „Donator-Akzeptor-Prinzip“, „Kinetik und Energetik“ und „Chemisches Gleichgewicht“ sowie wirtschaftliche, technische und ökologische Kriterien miteinander verknüpft werden. Auf Grund der Kürze des Halbjahres können nicht alle angegebenen Inhalte unterrichtet werden. Hier ist eine Auswahl zu treffen und Schwerpunkte müssen gesetzt werden. Querverbindungen zum Kursthema „Antrieb und Steuerung chemischer Reaktionen“ sind möglich.

Der Leistungskurs „Komplexchemie“ behandelt ein sowohl theoretisch als auch praktisch wichtiges Gebiet der anorganischen Chemie. Einerseits lässt sich das Thema experimentell leicht erschließen, andererseits müssen Kenntnisse zum Atombau, zur chemischen Bindung, zum chemischen Gleichgewicht, zum Massenwirkungsgesetz und zur Nernst-Gleichung (vgl. Kurs „Antrieb und Steuerung chemischer Reaktionen“) vorausgesetzt werden. Bei der Behandlung von Modellvorstellungen zur Bindung in Komplexen wird auf die Deutung der Farbigkeit (Molekülorbital- und Ligandenfeldtheorie) verzichtet. Große Bedeutung besitzen die Anwendungen von Komplexverbindungen in Chemie, Technik und im Alltag.

Übersicht über die Kursfolgen

Die nachfolgenden Tabellen geben einen Überblick über die Kursfolgen. Die Entscheidung über eine davon abweichende Kursfolge trifft die Fachkonferenz. Die Kursthemen sind, wie in den Tableaus, nach den zu unterrichtenden fachlichen Inhalten benannt. Selbstverständlich können die Kurse auch kontextbezogen benannt werden (s. a. „Mögliche Leitthemen“ bei den jeweiligen Halbjahreskursen).

Die Vorgabe von Kursfolgen soll nicht ausschließen, dass einzelne Themenblöcke aus allen vier Halbjahresthemen herausgelöst und sachlogisch in andere Themenbereiche integriert werden. Dabei sind die Vorgaben der einheitlichen Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung (EPA) zu beachten.

Grundkurse:

Jahrgangsstufe	Kursfolge
Q1	Chemie der Kohlenwasserstoffverbindungen I
Q2	Chemie der Kohlenwasserstoffverbindungen II
Q3	Das chemische Gleichgewicht
Q4	Ausgewählte Themen zur Angewandten Chemie

Leistungskurse:

Jahrgangsstufe	Kursfolge
Q1	Chemie der Kohlenwasserstoffverbindungen I
Q2	Chemie der Kohlenwasserstoffverbindungen II
Q3	Antrieb und Steuerung chemischer Reaktionen
Q4	Ausgewählte Themen zur Angewandte Chemie oder Komplexchemie oder Elektrochemie

Teil B**Unterrichtspraktischer Teil****Übersicht der verbindlichen Themen**

Lfd. Nr.	Verbindliche Unterrichtsthemen	Stundenansatz
7G.1	Stoffe unterscheiden und isolieren: Stoffe – Strukturen – Eigenschaften	30
7G.2	Stoffe werden verändert Die chemische Reaktion	24
8G.1	Chemisches Verhalten vorhersagen, beschreiben und verstehen Symbole – Modelle	14
8G.2	Ordnung in der Vielfalt Atombau und Periodensystem	20
8G.3	Salze Elektrolyse und Ionenbegriff	20
9G.1	Lebensgrundlage Wasser: Die Eigenschaften von Wasser verstehen Verknüpfung von Atomen: die Elektronenpaarbindung	16
9G.2	Säuren und Laugen Wasser als Reaktionspartner: Protolysereaktionen	26
9G.3	Fossile Brennstoffe Kohlenwasserstoffe als Energieträger	12

Der Unterricht in der Sekundarstufe I

1 Die verbindlichen und fakultativen Unterrichtsinhalte in den Jahrgangsstufen 7G bis 9G

1.1 Die Jahrgangsstufe 7G

7G.1

Stoffe unterscheiden und isolieren
Strukturen – Eigenschaften

Std.: 30

Begründung:

Unter Berücksichtigung von Alltagserfahrungen werden Kenntnisse und Einsichten in Eigenschaften und die Identifizierung von Stoffen sowie über den Umgang mit ihnen erarbeitet. Bei der Trennung von Stoffgemischen in Reinstoffe werden wesentliche Methoden der Trennung und Isolierung kennen gelernt; dabei finden die unterschiedlichen Eigenschaften Anwendung. Einfache Modellvorstellungen führen zu ersten "Bildern" vom Aufbau der Stoffe und damit zu der für die Chemie charakteristischen Arbeit mit Modellen. Eine curriculare Abstimmung mit der Physik ist nötig.

Vorschläge für Kontexte/Projektarbeiten:

- Die Grenzen unserer Sinne
- Metalle im Alltag
- Gemische im Haushalt
- Mülltrennung, Autorecycling, Besuch eines Recyclinghofs
- Wasserkreislauf, Trinkwasser aus dem Meer, Besuch einer Kläranlage
- Bilder die sich selber malen
- Experimentieraufträge („Chemie mach mit“)

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**1.1 Arbeitsweisen der Chemie**

Stoffe und ihre Eigenschaften

Stoffe aus dem Alltag und aus der Chemiesammlung:
untersuchen, charakterisieren und unterscheidenArbeitsweisen der Naturwissenschaften Chemie und
Physik gegenüberstellenGefahren beim Umgang mit
ChemikalienSicherheitsregeln für die Ausführung von Experimenten
kennen lernen und beim Experimentieren anwenden
(Gefahrensymbole, R/S-Sätze, Entsorgung, Schutzmaßnahmen)

Stoffbegriff

Unterscheiden: Körper und Stoff

Mit den Sinnen wahrnehmbare Stoffeigenschaften kennzeichnen
Messbare Stoffeigenschaften (Dichte, Schmelz- und Siedetemperatur) im Experiment überprüfenOrdnungsprinzipien für Stoffe:
Zuordnen von Kombinationen mehrerer Eigenschaften
von Reinstoffen zu Stoffgruppen (z.B. Einteilung nach:
metallisch, salzartig, flüchtig etc.).

Naturwissenschaftliches Arbeiten

Aufstellen und Begründen von Hypothesen
Gezielte Beobachtungen von Experimenten formulieren
und ihre Deutung ableiten
Protokolle erstellen

1.2 Aggregatzustände und ihre Übergänge	<p>Begriffe zuordnen: Schmelzen, Sieden, Erstarren, Kondensieren, Sublimieren, Resublimieren; Verdunsten, ev. in Verbindung mit dem Teilchenmodell (vgl. 1.3)</p> <p>Unterschiedliche Aggregatzustände eines Stoffes in Abhängigkeit von der Temperatur deuten (Beispiele Wasser, Wachs)</p>
1.3 Teilchenmodell der Materie	<p>“Bausteine“ als kleinste Einheiten eines (Rein-)Stoffes zur Erklärung der Aggregatzustände heranziehen</p> <p>Beschreiben der Diffusion im Teilchenmodell</p>
1.4 Trennverfahren für Stoffgemische Lösemittel, Löslichkeit	<p>Lösen fester, flüssiger und gasförmiger Stoffe in verschiedenen Lösemitteln (Wasser, Alkohol, Benzin)</p> <p>Verschiedene Arten von Stoffgemischen kennen lernen und im Modell visualisieren</p> <p>Homogene und heterogene Stoffsysteme</p> <p>Trennverfahren für Stoffgemische an Beispielen aus Alltag, Industrie und Umwelt kennen lernen und erörtern.</p> <p>Labortechniken anwenden: Destillation, Filtration Weitere Beispiele zur Auswahl: Abdampfen, Abscheiden, Extraktion, Chromatographie)</p>

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

zu 1.2 Veränderungen von Stoffen beim Erhitzen	<p>Erhitzen von Zucker, Zinksalbe, Eiweiß, etc.; auch Umwandlungen im Alltag beim Kochen und Backen</p>
Saure, alkalische und neutrale Lösungen	<p>Prüfen von Stoffen aus dem Alltag und von Chemikalien aus dem Labor mit natürlichen und künstlichen Indikatoren</p> <p>pH-Skala kennen lernen und anwenden</p>
Schmelz- und Siedediagramme	<p>Temperatur-Zeit-Diagramm</p>
Lösungen und Löslichkeit Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit	<p>Gesättigte, ungesättigte, konzentrierte und verdünnte Lösungen; Graphen zur Löslichkeit Versuche zur Kristallbildung</p>
Dichte	<p>Dichtebestimmungen fester (regelmäßiger / unregelmäßiger), flüssiger und gasförmiger Stoffe</p>
Elektrische Leitfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit	<p>Leitfähigkeit von Salzlösungen, Metallen, etc.</p>

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Beim eigenständigen Planen und Experimentieren sollen verantwortungsbewusstes Umgehen mit Geräten und Chemikalien geübt sowie Fertigkeiten erlernt werden.

Vorschläge für selbstständiges Arbeiten:

- Experimentelle Hausaufgaben sind denkbar beim Prüfen von Lösungen mit natürlichen Indikatoren oder bei der Herstellung und Identifizierung von Stoffgemischen.
 - Lernen an Stationen (Beispiel: Methoden der Stofferkennung)
 - Expertenpuzzle (Beispiel: Methoden der Stofftrennung)
 - Quiz zur Ergebnissicherung (Beispiel: Gemische im Teilchenmodell)
 - Begriffsnetz (Beispiele: Umgang mit Gefahrstoffen; Gemische trennen)
-

Querverweise:**Ökologie:** PoWi 7.2-3, Bio 7.3-4**Wärme:** Phy 7.2, M 7.1, Bio 7.4**Versuchsbeschreibung:** Phy 7.1-3,
Bio 7.1+3, D**Nachweisreaktionen, Indikatoren:**
Bio 7.3**Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):**Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und
Medienerziehung:

- Computersimulation zur Teilchenbewegung
- Einsatz der Gefahrstoffdatenbank
- Internet - Recherche zu Trennverfahren

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Wasserverschmut-
zung; Aufbereitung von Abwässern (Modellkläranlage); Trink-
wasser aus Flusswasser (Meerwasser); Sortierung, Wiederauf-
bereitung, Verwertung und Entsorgung von Abfall

7G.2

Stoffe werden verändert
Die chemische Reaktion

Std.: 24

Begründung:

Die Merkmale chemischer Reaktionen werden an einfachen Umsetzungen erarbeitet und der Begriff *chemische Verbindung* definiert. Sauerstoff wird als Bestandteil der Luft und als Reaktionspartner bei Verbrennungen erkannt. Das Teilchenmodell soll zur Veranschaulichung herangezogen werden. Verschiedene Arten der Brandbekämpfung werden behandelt und erste einfache Betrachtungen zum Energiebegriff angestellt. Die Gewinnung von Metallen aus Erzen führt zur Erkenntnis der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen. Die Begriffe *Oxidation* und *Reduktion* sollten möglichst nicht verwendet werden. Wasser als wesentliches Mittel zur Brandbekämpfung und die besonderen Eigenschaften von Wasserstoff werden thematisiert

Vorschläge für Kontexte/Projektarbeiten:

- Feuer und Brände; Besuch der Feuerwehr
- Umweltbereich Luft und Luftreinhaltung,
- Kreislaufgeschehen in der Atmosphäre
- Energetische Nutzung der Verbrennung: Motor, Heizung
- Vom Erz zum Metall

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**2.1 Einführung in die chemische Reaktion**

Stoffumwandlungen

Experimentieren: Stoffumwandlungen an charakteristischen Beispielen; chemische Reaktionen aus dem Erfahrungsbereich der Schülerinnen und Schüler durchführen (Zersetzen beim Erhitzen, Neutralisieren, etc.)
Beispiele für Stoffumwandlungen aus der Natur, Produkte der Chemischen Industrie vorstellen

Chemische Reaktionen und Energieumsatz

Merkmale chemischer Reaktionen kennzeichnen
Erstellen von Reaktionsschemata (Wortgleichungen)
Energiediagramme zu exothermen und endothermen Reaktionen aufstellen, Aktivierungsenergie erläutern

Verbrennungsvorgänge in Alltag und Umwelt

Bedingungen für Verbrennungen / Brände / Explosionen kennen
Informieren, referieren über technische Vorkehrungen zum Feuerlöschen und Brandschutz
Beurteilen geeigneter Löschmaßnahmen (siehe auch Kapitel 2.2)

Reaktionen von Metallen und Nichtmetallen mit Luft (Sauerstoff)

Verbrennen, rosten, etc. als Stoffumwandlung deuten
Reaktion mit Sauerstoff – Bildung von Oxiden

Gesetz von der Erhaltung der Masse

Anhand quantitativer Versuche in geschlossenen Systemen das Gesetz ableiten und mit Hilfe des Teilchenmodells begründen

Quantitative Zusammensetzung der Luft

natürliche Luftbestandteile kennen lernen
Sauerstoffanteil der Luft ermitteln
Experimentieren und informieren: Eigenschaften von Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid
Gefährdung der Atmosphäre durch Spurengase thematisieren

2.2 Wasserstoff

Wasserstoff mit seinen Eigenschaften, auch als Energieträger, kennen lernen

2.3 Umkehrung der Oxidbildung
Metallgewinnung aus Erzen

Herstellung von Gebrauchsmetallen aus Oxiden als Sauerstoffabgabe deuten
Geeignete Reaktionspartner ermitteln (unedlere Metalle, Kohlenstoff, Wasserstoff) und Reaktionsprodukte vergleichen

Verbindungen und Elemente

Unterscheiden zwischen Elementen und Verbindungen

Unterscheiden zwischen Zerlegung von Verbindungen und Trennung von Gemischen

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

zu 2.1

Chemische Reaktion zwischen Metallen und Schwefel

Bildung von Sulfiden an Beispielen (Eisen, Kupfer, Zink etc.)

Sauerstoff und Oxidbildung
Entwickeln einer Affinitätsreihe von Elementen zu Sauerstoff
Historische Aspekte (Lavoisier, Scheele)
Kreislauf des Sauerstoffs
Luftverflüssigung

Endotherme und exotherme Reaktionen im Alltag

zu 2.2

Wasser und seine Grenzen als Löschmittel
Synthese von Wasser: Wasser als „Wasserstoffoxid“ deuten (siehe auch Kapitel 2.3)

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Die Festigung und Erweiterung der experimentellen Fähigkeiten (Beachtung von Sicherheitsregeln, Umgang mit gefährlichen Stoffen) und der Umgang mit Reaktionsschemata werden geübt.

Vorschläge für selbstständiges Arbeiten:

- Planung von Experimenten, ihre Durchführung und das Anfertigen von Versuchsprotokollen
- Referate / Recherchen (Beispiel: Gefährliche Brände)
- Kurzreferate zu ausgewählten Themen (Beispiel: Brandklassen, Die Nutzung von Wasserstoff)
- Lernen an Stationen (Beispiel: Bedingungen für Brandentstehung)
- Expertenpuzzle (Beispiel: Der anthropogen bedingte Treibhauseffekt)
- Mindmap (Beispiel: Aspekte der Luftverschmutzung)

Querverweise:

Ökologie: PoWi 7.2, Bio 7.3-4
Umwelt und Verkehr: Bio 7.4

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung:

- Simulation von gefährlichen Experimenten
- Informationen aus dem Internet über spezielle Verfahren aus der Industrie

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Luftschadstoffe durch Nutzung fossiler Brennstoffe und Möglichkeiten ihrer Verminderung / Wirkung auf Mensch und Umwelt; kritische Betrachtung des Treibhauseffektes; Wirkungsweise des Abgaskatalysators, Einsatz und Emissionen bei der Produktion von Gebrauchsmetallen; Ressourcenfrage: Erze

1.2 Die Jahrgangsstufe 8G

8G.1 Chemisches Verhalten vorhersagen, beschreiben und verstehen
Symbole – Modelle

Std.: 14

Begründung:

Ausgehend von Gesetzmäßigkeiten aus quantitativen chemischen Reaktionen wird die Bedeutung chemischer Symbole kennen gelernt und der Umgang damit geübt; verbunden damit ist eine erste Nutzung des Periodensystems. Die Einführung und Festigung der Formelsprache erfolgt an der Bildung binärer Verbindungen. Verknüpft mit dieser Vorgehensweise ist die Deutung von Phänomenen anhand von Modellen. Die Dalton - Theorie erlaubt die Weiterentwicklung von Modellvorstellungen zum Aufbau der Materie. Verhältnisformeln binärer Verbindungen werden erarbeitet. Oxidationszahlen dienen zur Entwicklung von Verhältnisformeln. Eine exakte Fach- und Symbolsprache soll gelernt und weiter geübt werden. Prinzipiell möglich ist in der Jahrgangsstufe 8G auch eine andere Reihenfolge der Themenblöcke. Ausgehend vom Phänomen der Leitfähigkeit von Salzschnmelzen oder Salzlösungen kann auf elektrisch geladene Teilchen (Ionen) geschlossen werden. Die Erarbeitung des differenzierten Atommodells schließt sich an und erst im weiteren Schritt werden Formeln für Salze anhand der Oktettregel eingeführt.

Vorschläge für Kontexte/Projekte:

- Bauen von Modellen
- Atommodelle früher – heute
- Entwicklung der chemischen Gesetze

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**1.1 Bausteine der Materie**

Chemische Symbole und ihre Bedeutung

Atome als Bausteine von Verbindungen
Elementsymbole definieren und zuordnenDas Periodensystem als Schema kennen lernen und
Informationen bezüglich Größe und Masse von Atomen
ablesen können**1.2 Chemische Formeln und
Reaktionsgleichungen**

Atome, Moleküle, Atomverbände

Einsatz von Kugel- und Kalottenmodellen und bildlicher
Darstellungen von Atomen, Atomverbänden, Molekülen,
etc. zum Charakterisieren von Elementen und Verbindungen.

Reaktionsgleichungen

Einfache Reaktionsgleichungen in der Symbolsprache
aufstellen und interpretieren**Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:****zu 1.1**

Gesetz der konstanten Massenverhältnisse

Experimentelle Erarbeitung der Verhältnisformel einer
binären Verbindung (z.B.: Metalloxyd, Metallsulfid)

Historische Aspekte

Historische Entwicklung des Atombegriffs, der Grundgesetze
und der Symbolsprache

Stoffmengenbegriff

Quantitative Betrachtungen in verschiedenen Kontexten
(Lebensmittelinhaltsstoffe, Grenzen der Nachweisbarkeit,
Herstellung von chemischen Verbindungen)

		Gegenüberstellen von Masse und Teilchenanzahl Das Mol als Mengenangabe für die Anzahl von „Bausteinen“ einer Verbindung anwenden Die Molare Masse von Verbindungen definieren und berechnen
zu 1.2	Qualitative und quantitative Bedeutung von Symbolen und Verhältnisformeln Molekülformel	Experimentelle Erarbeitung einer Molekülformel (z.B. von Wasser, Ammoniak, Hydrogenchlorid, Methan) Volumenverhältnisse bei Gasreaktionen (Gesetz von Gay-Lussac)
		Kinetisches Modell eines Gases (auch gaskinetische Deutung von Druck und Temperatur)
	Oxidationszahlen Verhältnisformeln binärer Verbindungen	Oxidationszahl zur Vorhersage der Verhältnisformeln von Verbindungen berechnen und anwenden Beispiele für Verbindungen: Magnesiumoxid, Kupfer(II)-oxid, Eisen(II)-oxid, Wasser, Ammoniak, Hydrogenchlorid, Methan

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Bei der Beschreibung chemischer Reaktionen durch Formeln und Gleichungen werden Grundlagen für die verbale und vor allem symbolische Kommunikation geschaffen. Dazu sind sorgfältiges Erarbeiten mit exakten Begriffen und häufiges Einüben selbstverständlich

- Herstellung von Modellen
- Referate (Beispiel: Chemische Symbole früher und heute)
- Lernen an Stationen (Beispiel: Verhältnisformeln aufstellen)

Querverweise:

Fachbegriffe: L, GrA

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung:

- Simulation von analytischen Verfahren (Atommassenbestimmung)
 - Informationen / Animationen aus dem Internet / CD-ROM
 - Präsentation von Referaten mit eingebundenen Modellbildern (Arbeiten mit Präsentationssoftware und Beamer)
-

8G.2

**Ordnung in der Vielfalt
Atombau und Periodensystem**

Std.: 20

Begründung:

Ausgehend vom Daltonmodell wird ein differenziertes Atommodell (Kern-Hülle-Modell) vorgestellt. Es dient zur Vorbereitung von Bindungsmodellen und dem Ionenbegriff (8G.3). Möglich ist auch ein Vorziehen des Themenbereichs 8G.3, um ausgehend vom Phänomen der Ionenwanderung und der Elektrolyseprozesse auf das differenzierte Atommodell zu schließen.

Die Bedeutung des Periodensystems als Ordnungsprinzip und Informationsschema wird herausgearbeitet. Es können Ordnungsprinzipien der Elementgruppen entwickelt, daraus Eigenschaften abgeleitet und Reaktionen vorhergesagt werden. Vielschichtige Zusammenhänge können an Reaktionen von Stoffen geordnet und dargestellt sowie die Fach- und Formelsprache weiter vertieft werden. Wichtige Grundchemikalien der chemischen Industrie werden kennen gelernt.

Vorschläge für Kontexte/Projekte:

- Wenig bekannte Elemente des Periodensystems
- Entdeckung der Alkalimetalle
- Chlor als aggressives Nichtmetall:
im Schwimmbadwasser, als Bleichmittel

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**2.1 Kern-Hülle-Modell**

Modelle von Atomen mit Atomkern und Atomhülle anhand der Ergebnisse des Rutherford'schen Streuver- suchs darstellen

Grenzen des Kern-Hülle-Modells beschreiben
Begriffe Atommasse; Isotope anwenden

2.2 Schalenmodell

Kennen lernen der Gesetzmäßigkeiten der Elektronen- verteilung
Schalenmodelle ausgewählter Atome (Hauptgruppen) interpretieren

Anwenden der Regeln zur Vorhersage des Aufbaus von Atomen (Edelgaskonfiguration, Oktettregel)

Grenzen der Modellvorstellungen aufzeigen

2.3 Periodensystem der Elemente

Aus dem Schalenmodell auf das Aufbauprinzip des Peri- odensystems schließen
Historische Aspekte referieren
Begriffe: Ordnungszahl, Hauptgruppen, Perioden auf Beispiele anwenden

2.4 Alkalimetalle

Kennen lernen der Eigenschaften und Verwendung der Metalle der Elementfamilie
Sicherheitsaspekte begründen und beachten

Chemische Reaktionen (z.B. Lithium und Natrium mit Wasser) durchführen, vergleichen und deuten

2.5 Halogene

Informationen über Eigenschaften und Verwendung ver- schiedener Halogene - auch in Alltag und Technik - ge- genüber stellen und vergleichen

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**zu 2.1 / 2.2**

Historische Aspekte

Die ersten Atommodelle: 100 Jahre Entwicklungsgeschichte von Daltons Atomen bis zum „Zwiebelmodell“ Thomsons

zu 2.4

Erdalkalimetalle

Flammenfärbung

Verwendung von Laugen in Haushalt, Industrie etc.

Schwerpunkte Calcium und Magnesium

Rohrreiniger, Abbeizmittel, Laugenbrezel etc.

zu 2.5

Nachweisreaktionen von Halogeniden

Chlor aus Sanitärreinigern

Fällungsreaktion mit Silbernitrat-Lösung

Chlor aus Sanitärreinigern

zu 2.6:

Edelgase

Verwendung, Einsatz der Edelgase in Alltag und Technik

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Da chemische Reaktionen auf der Teilchenebene gedeutet werden, wird die verbale und symbolische Kommunikation weiter gefestigt. Die Schaffung von Orientierungswissen - ein Basisverständnis von Konzepten, Modellen, Theorien - kann durch den Einsatz neuer Medien erleichtert werden. Das räumliche Vorstellungsvermögen wird geschult.

- Recherchen, Referate (Beispiele: erste Atommodelle, Entdeckung der Alkalimetalle, Verwendung von Halogenen)
- Expertenpuzzle (Beispiel: Elementgruppen)
- Mobiles aus „Atomhüllen“ herstellen
- Übungsspiel zum Periodensystem

Querverweise:

Grundlagen der Neuzeit: Rka
8G.2+4, Rev 8G.3-4, Eth 8G.1, L(1),
Phy 8G.1-3a

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):

- Einsatz digitaler Medien (z.B. Computerpräsentationen) zum Atombau
- Übungsprogramme zum Periodensystem
- Arbeiten mit elektronischen Fachlexika
- Informationen aus dem Internet über spezielle Produkte der chemischen Industrie
- Einsatz der Gefahrstoffdatenbank im Unterricht

8G.3

Salze
Elektrolyse und Ionenbegriff

Std.: 20

Begründung:

Ionen als Bestandteile von Salzlösungen und als Bausteine von Salzkristallen werden kennen gelernt. Elektrolyseversuche verdeutlichen erneut die Beziehungen zwischen Aufbau bzw. Strukturen der Stoffe und ihren Eigenschaften.

Vorschläge für Kontexte/Projekte:

- Mineralstoffe
- Gewinnung von Steinsalz – Kochsalz, Besuch eines Salzbergwerks
- Herstellung von Alkali-/Erdalkalimetallen

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**3.1 Salze**

Die chemischen Eigenschaften von Salzen, beispielsweise Natriumchlorid, Calciumsalze, etc. untersuchen
Bedeutung im Alltag recherchieren

Experimentieren und informieren: Gewinnung von Salzen aus Lagerstätten,
Entstehung / Herstellung von Salzen (aus den Elementen siehe auch 3.4)

3.2 Ionen als Ladungsträger

Versuche zur Leitfähigkeit von festen Salzen und wässrigen Lösungen durchführen
Ionen als Ladungsträger kennzeichnen

3.3 Elektrolyse einer wässrigen Metallhalogenid-Lösung

Elektrolyse durchführen,
Begriffe definieren: Kathode / Kation, Anode / Anion, Elektrolyt / Elektrode etc.

3.4 Ionenbindung

Eigenschaften von Ionenverbindungen kennzeichnen
Ionenraster als Strukturmodell zur Deutung einsetzen

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**zu 3.2** Historische Aspekte der Ionentheorie

Bedeutung der Arbeiten von Arrhenius, van't Hoff, Ostwald etc.

zu 3.3 Elektrolyse einer wässrigen Metallhalogenid-Lösung

Elektrodenprozesse interpretieren: Bildung der Elemente aus Ionen
Beispiel: Synthese und Elektrolyse von Zinkiodid
Vereinfachte Reaktionsgleichungen zur Deutung der Vorgänge an den Elektroden formulieren,
Modellvorstellungen zur Deutung heranziehen

zu 3.3, 3.4 Schmelzfluss-Elektrolyse; Erklärung des Ladungstransports

Ionenwanderung,
deuten der Vorgänge bei der Schmelzflusselektrolyse, z.B. von Lithiumchlorid

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Die Erschließung der Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften von Ionenverbindungen erfolgt handlungsaktiv mit Hilfe von Experimenten. Das Formulieren von Arbeitshypothesen, die Erweiterung von Modellvorstellungen sowie das experimentelle Überprüfen von Hypothesen entwickeln die Methodenkompetenz weiter.

Vorschläge für selbstständiges Arbeiten:

- Schülerexperiment: Herstellung und Gewinnung eines Salzes aus den Elementen (Beispiel Zinkiodid)
- Referate / Recherchen (Beispiele: Steinsalz, Herstellung von Alkalimetallen)
- Modelle basteln (Ionengitter)
- Lernen an Stationen (Beispiel: Mineralien im Sprudelwasser)
- Mindmap erstellen (Beispiel: Steinsalz als Nahrungsmittel)

Querverweise:

Umgang mit Ressourcen: Ek, PoWi
8G.2, E, L(1)

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):

1.3 Die Jahrgangsstufe 9G

9G.1	Lebensgrundlage Wasser: Die Eigenschaften von Wasser verstehen Verknüpfung von Atomen: die Elektronenpaarbindung	Std.: 16
------	---	----------

Begründung:

Der Zusammenhalt von aus Molekülen bestehenden Stoffen lässt sich nur erklären, wenn die Wechselwirkungen im Molekül und zwischen den Molekülen verstanden werden. Dies erfordert modellhafte Betrachtungen der sog. Elektronenpaarbindung als der Bindung zwischen den Atomen.

Die Effekte der Elektronenpaarabstoßung und ihre räumlichen Auswirkungen ermöglichen schwerpunktmäßige Strukturbetrachtungen am Wassermolekül; dadurch werden die Ursachen für die erstaunlichen Eigenschaften des Wassers verstanden. Alle aus dem dipolaren Bau des Wassermoleküls gewonnenen Erkenntnisse können auf andere Dipolmoleküle transferiert werden. Am Verhalten polarer und unpolarer Lösemittel gegenüber zu lösenden Stoffen wird der Zusammenhang zwischen Struktur und Stoffeigenschaft aufgezeigt.

Vorschläge für Kontexte/Projekte:	<ul style="list-style-type: none"> • Wasser – ein interessanter und außergewöhnlicher Stoff • Wasser – das wichtigste Lösemittel im Vergleich mit anderen Lösemitteln
-----------------------------------	---

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**1.1 Wasser**

Wasser als Lösemittel:
Vergleichen mit den Eigenschaften anderer Lösemittel

1.2 Wassermolekül als Dipol

Begründen des Verhaltens im elektrischen Feld
Erkennen des Zusammenhangs zwischen Löslichkeit und der Struktur des Wassermoleküls
Erklären der Hydratation auch auf der Modellebene

1.3 Elektronenpaarbindung, Lewisformel

Einführung der Lewis-Schreibweise
Entwickeln der Formeln für Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff
Weitere Beispiele von Molekülverbindungen:
Chlorwasserstoff, Kohlenstoffmonoxid, Kohlenstoffdioxid, Ammoniak

Begriffe in Zusammenhängen erläutern können: Ladungsschwerpunkte; Elektronegativität; polare Elektronenpaarbindung; permanente Dipole

Vergleichen des Tetraedermodells bzw. Elektronenpaar-Abstoßungsmodells mit bisherigen Molekülmodellen

1.4. Besondere Eigenschaften des Wassers

Deuten des Phänomens: Anomalie des Wassers

Definieren der Begriffe: Wasserstoffbrückenbindungen, induzierte Dipole, van-der-Waals-Kräfte

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**zu 1.3**

Eigenschaften molekularer Stoffe

Struktur-Eigenschafts-Beziehungen: weitere Beispiele für permanente Dipole; Schmelztemperatur, Siedetemperatur, Löslichkeit, Lösemittel

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Neben Handlungsorientierung durch Arbeiten mit Modellen oder Anwendung von IKG kann das selbstständige Arbeiten durch Formen wie Mindmapping gefördert werden. Makroskopisch beobachtbare Phänomene sollen durch Strukturaussagen auf der Teilchenebene gedeutet werden. Dadurch wird die verbale und symbolische Kommunikation vertieft.

Beispiele für selbstständiges Arbeiten:

- Mindmaps erstellen (Beispiel: Aspekte des Lösemittels Wasser)
- Referate / Recherchen (Beispiele: Benzin als Lösemittel; Elektrolythaushalt des Körpers)
- Quiz: Formeln und räumliche Struktur von Molekülverbindungen

Querverweise:

Fachbegriffe: GrA, L(2), D, Phy 9.1-3

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):

- Moleküle, Molekülgitter mit dem Computer zeichnen
- Molekülmodelle aus dem Internet „molecular modelling“ verwenden
- Mindmaps mit Hyperlinks zu Info-Seiten aus dem Internet erstellen

9G.2

Säuren und Laugen
Wasser als Reaktionspartner: Protolysereaktionen

Std.: 26

Begründung:

Die Behandlung des Themas erfolgt zunächst auf der stofflichen Ebene. Dabei werden Eigenschaften und wichtige Reaktionstypen von Säuren und Laugen kennen gelernt. Für die Erschließung dieser Stoffgruppen mit ihrer enormen Bedeutung für Natur und Technik existieren zahlreiche Möglichkeiten. Der Umgang mit der Fachsprache wird weiter vertieft. Mit der Säure-Base-Theorie nach Brönsted erfolgt die Erweiterung auf eine funktionale Ebene (Donator-Akzeptor-Prinzip). Dadurch wird die Voraussetzung für das Verständnis zahlreicher Säure-Base-Reaktionen in Natur, Technik und Umwelt geschaffen.

Vorschläge für Kontexte/Projekte:

- Säuren in Natur und Technik
- Laugen im Haushalt
- Saurer Regen – saures Wasser - saurer Boden
- Säuren in Nahrungsmitteln – eine Frage der Konzentration

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**2.1 Herstellung und Eigenschaften von Laugen und / oder Säuren**

Untersuchen und informieren: Laugen in Haushalt und Industrie (vgl. Jahrgangsstufe 8G.2, Kap. 2.4)
 Beispiele: Natronlauge, Kalkwasser, Ammoniakwasser
 Anwenden der Ionentheorie; Ionengleichungen

Saure Lösungen (verdünnte Säuren) in Haushalt und Industrie vergleichen
 Gefahren im Umgang mit Säuren darstellen
 Beispiele: Salzsäure (Schweflige Säure; Schwefelsäure, Kohlensäure)

2.2 Reaktion der Säure und/oder Base mit Wasser: Säure-Base-Theorie nach Brönsted

Formeln gängiger Säuren und Laugen kennen

Emissionen von Stickstoff- und / oder Schwefeloxiden (saure Niederschläge) darstellen:
 Gase reagieren mit Wasser zu sauren Lösungen

Begriffe auf der Modellebene definieren: Protonendonator / -akzeptor
 Ionengleichungen für Protolysereaktionen mit H_3O^+ - und OH^- Ionen formulieren

2.3 Anwendungen der Säure-Base-Theorie nach Brönsted

Wassermolekül als amphoterer Teilchen (Ampholyt) kennzeichnen

Stoffmengenbegriff

Gegenüberstellen von Masse und Teilchenanzahl
 Das Mol als Mengenangabe für die Anzahl von „Bausteinen“ einer Verbindung anwenden
 Die Molare Masse von Verbindungen definieren und berechnen

pH-Wert als Konzentrationsangabe für Hydronium-Ionen interpretieren können

Neutralisation, Salzbildungen

Neutralisation als chemische Reaktion definieren

Anwenden der Neutralisationsreaktion für Konzentrationsbestimmungen (Titration)

Beispiele zur Auswahl: Kalklöser, Cola-Getränk, Wein, Kalkgehalt von Böden

Formeln von Säuren und Säurerest-Ionen einüben (Sulfate, Nitrate, Carbonate; Phosphate, etc.)

Reaktionsgleichungen aufstellen

Stöchiometrie an einfachen Beispielen üben

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

zu 2.1

Ammoniakwasser

Herstellung von Ammoniak und wässrige Ammoniaklösung

Nachweisreaktionen

Nachweisverfahren für ausgewählte Säuren kennen und experimentell durchführen

zu 2.3

Stoffmengenbegriff

Quantitative Betrachtungen in verschiedenen Kontexten (Lebensmittelinhaltsstoffe, Grenzen der Nachweisbarkeit, Herstellung von chemischen Verbindungen)

zu 2.4

Kalk

Kreislauf des Kalks
hartes Wasser

Aufbau und Funktion von Böden

Aufbau, Inhaltsstoffe, Struktur; Bodenarten
Bodenuntersuchungen: Verhalten gegenüber Wasser, Nachweis von Mineralsalzen, pH - Wert, Kalkgehalt, Humusgehalt
Versauerung, Versalzung, Kompensationskalkung; Kompostierung; Ionenaustauschkapazität / Pufferverhalten
Düngemittel

Schwerlösliche Salze

Berechnung der H_3O^+ -Konzentration aus dem pH-Wert

Nachweis ausgewählter Kationen und Anionen durch Fällung,
Silberchloridniederschlag aus einer Silbersalzlösung als Beispiel für eine Recyclingmaßnahme

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Durch die Stoffgruppe der Säuren, Laugen und Salze wird das Verständnis und die Kompetenz im Umgang mit Stoffen erweitert und die Sachkenntnis über chemische Zusammenhänge gefestigt. Die Eigenschaften und Reaktionen, besonders auch Nachweisreaktionen, können in projektähnlichem Unterricht oder in Form des Stationenlernens erschlossen werden. Beim eigenständigen Planen, Experimentieren und Auswerten wird Methodenkompetenz fortentwickelt sowie Plenumsarbeit gefördert. Die Präsentation von Ergebnissen kann geübt werden.

Beispiele für selbstständiges Arbeiten:

- Maßanalyse (Beispiele: Cola, Essig)
- Referate/Recherchen (Beispiele: Schwefelsäure, Schwefeldioxid als Schadstoffgas, Nitrat als Düngemittel, Bodenökologie)
- Lernen an Stationen, Expertenpuzzle (Beispiele: Säuren im Vergleich; Herstellung verschieden konzentrierter starker Säuren und Prüfung ihrer pH-Werte)
- Übungen zur Stöchiometrie von Neutralisationsreaktionen

Querverweise:**Fachbegriffe:** GrA, L(2), D, Phy 9.1-3**Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):**

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung:

- Messwerterfassung mit dem Computer
- Berechnung und Darstellung von Titrationskurven mit dem Computer
- Datenauswertung mit einer Tabellenkalkulation
- Arbeiten mit elektronischen Fachlexika
- Informationen aus dem Internet über Produkte und Verfahren der chemischen Industrie

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Störung stofflicher Gleichgewichte; Versalzung, Versauerung, Überdüngung; Stoffkreisläufe

9G.3

**Fossile Brennstoffe
Kohlenwasserstoffe als Stoffklasse**

Std.: 12

Begründung:

Die Thematik bietet Möglichkeiten, die Bedeutung der Chemie im Kontext technischer und wirtschaftlicher Aspekte sowie von Umweltbezügen exemplarisch aufzuzeigen. Ein erster Einblick in die Organische Chemie wird gewonnen. Daneben werden fachbezogene Inhalte des Kapitels 9G.1 (Elektronenpaarbindung) angewendet und vertieft.

Vorschläge für Kontexte/Projekte:	<ul style="list-style-type: none"> Fossile Brennstoffe (Ressourcen, Gewinnung, Aufbereitung, Emissionen) Kraftstoffe im Verbrennungsmotor (Benzinzusätze, Abgase)
-----------------------------------	---

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**3.1 Erdöl und Erdgas als Energieträger und Rohstoffe**

Bildung, Verarbeitung und Verwendung von Erdöl und Erdgas erläutern und beurteilen
Beispiele: fraktionierte Destillation von Rohöl, Vergleich Heizöl / Erdgas / Kraftstoffe als Energieträger; wirtschaftliche Aspekte; Umweltschutz

3.2 Gesättigte Kohlenwasserstoffe

Am Beispiel Benzin die Eigenschaften und Reaktionen gasförmiger und flüssiger Alkane kennen lernen, vergleichen und interpretieren

qualitative Elementaranalyse im Experiment durchführen

Bindungsverhältnisse angeben und Strukturformeln ableiten können (Tetraedermodell)

Nomenklaturregeln anwenden

Üben von Formeln isomerer Alkane

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

zu 3.1

Vorgänge im Verbrennungsmotor

Otto- und Dieselmotor; Abgaskatalysator; Modellversuch zum Ottomotor (Explosion von Benzin-Luft-Gemischen)

zu 3.2

Weitere Kohlenwasserstoffe

Cracken von höhersiedenden Erdölfraktionen
Ringförmige Kohlenwasserstoffe, ungesättigte Verbindungen

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Die großtechnische Verarbeitung von Erdöl und Erdgas erlaubt Einblicke in ausgewählte Produktionsverfahren, wobei der Einsatz neuer Medien oder Expertenbefragung möglich ist.

Beispiele für selbstständiges Arbeiten:

- Referate / Recherchen (Beispiele: Förderung von Kohle und Erdöl; Raffination von Erdöl, Abgasproblematik des Autoverkehrs; rechtliche Fragen der Schadstoffemission)
- Mindmap erstellen (Beispiel: Erdöl als fossiler Energieträger)
- Modelle isomerer Alkane zusammenbauen

Querverweise:

Fachbegriffe: GrA, L(2), D, Phy 9.1-3
Umgang mit Ressourcen: Phy 9.2,
PoWi 9.5, G 9.5, Eth 9.4

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und
Medienerziehung

- Informationsbeschaffung aus dem Internet zu den Themen Erdöl, Ölkartelle, Öltransport, Auswirkungen von Ölfällen

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Emissionen bei der
Verbrennung fossiler Energieträger; Ressourcenfrage bei Brennstoffen

2 Anschlussprofil der Jahrgangsstufe 9G in die gymnasiale Oberstufe

Voraussetzung und Grundlage für eine erfolgreiche Mitarbeit im Fach Chemie in der gymnasialen Oberstufe sind die nachfolgenden in der Sekundarstufe I erworbenen Qualifikationen und Kenntnisse.

Bis zum Abschluss der Sekundarstufe I sollen einerseits der Aufbau einer strukturierten Wissensbasis gewährleistet und andererseits Methoden bekannt sein, die der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung dienen.

A: Fähigkeiten und Fertigkeiten / Methodenkompetenz

- Verantwortungsvoller Umgang mit Chemikalien aus Labor, Haushalt und Umwelt
- Sachgerechter Umgang mit wichtigen Laborgeräten und Anwendung verschiedener Arbeitstechniken, auch im Team
- Anwendung der Denk- und Vorgehensweisen der Naturwissenschaften als eine mögliche Sichtweise; Einbeziehung fachübergreifender Aspekte in einer Thematik
- Fähigkeit zur Unterscheidung von Voraussage, Beobachtung, Hypothese und Deutung
- Bildung und Überprüfung von Hypothesen auf der Grundlage von Beobachtungen und Vorerfahrungen
- Fähigkeit zum zielgerichteten und sicheren Experimentieren allein und in der Gruppe
- eigenständige Planung von Versuchen, angemessene Auswertung sowie Darstellung von Versuchsergebnissen
- Fertigkeit im Beobachten, Messen und Beschreiben von Versuchen und Stoffeigenschaften
- heuristische Bedeutung von Modellen, Entwickeln von und Arbeiten mit Modellvorstellungen
- Kompetenz im Anwenden der chemischen Fachsprache
- Übung im Umgang mit dem Periodensystem
- Methodenkompetenz bei Recherche und Ergebnispräsentation auch mit Hilfe neuer Medien (Computerprogramme, Internet)
- Fähigkeit zur altersgemäßen Informationsaufnahme aus Fachtexten und Darstellungen
- Fähigkeit zur Kommunikation in Bezug auf chemische Inhalte

B: Kenntnisse über

1. Stoffe, Stoffeigenschaften und Stoffgruppen

- Methoden der Stofftrennung
- Charakteristische Eigenschaften von salzartigen Stoffen, Metallen, flüchtigen Stoffen
- Charakteristische Eigenschaften und Reaktionen von Alkalimetallen und Halogenen
- Bedeutung, Gewinnung und Verarbeitung wichtiger Rohstoffe (Metallgewinnung, Salzgewinnung, Wasseraufbereitung, Brennstoffe)
- Methoden der Abfalltrennung, Entsorgung und Wertstoffgewinnung; Recycling und Kreislaufwirtschaft
- Säuren, Laugen, Salze
- Stoffkreisläufe
- Belastung der Umwelt durch Schadstoffe, Ursachen der Belastung und Möglichkeiten der Verringerung

2. Modellvorstellungen vom Aufbau der Stoffe

- Beziehungen zwischen Eigenschaften und der Struktur von Stoffen
- Aufbau von festen, flüssigen und gasförmigen Stoffen
- Atome, Moleküle, Ionen und deren Verbände
- Differenziertes Atommodell (Kern-Hülle-Modell) und Grenzen der Modellaussagen
- Modelle chemischer Bindungen (Ionenbindung, Elektronenpaarbindung, Dipolmolekül)
- Verhältnis- und Molekülformeln

3. Chemische Reaktionen und chemische Symbolsprache

- Kennzeichen chemischer Reaktionen (Stoffumsatz, Energieverlauf)
- Reaktionsgleichungen als qualitative und quantitative Beschreibung von Stoffumsetzungen
- Deutung chemischer Reaktionen auf der Teilchenebene
- Anwendung des Donator-Akzeptor-Prinzips auf Redoxreaktionen und Protolysen
- Geübter Umgang mit der chemischen Symbolik und mit Größengleichungen

Der Unterricht in der Sekundarstufe II

3 Die verbindlichen und fakultativen Unterrichtsinhalte der Einführungsphase und der Qualifikationsphase**3.1 Die Einführungsphase (E1 und E2)****3.1.1 E1**

E1

1. Redoxreaktionen**Std.: 20****Begründung:**

Im Basiskonzept „Chemische Reaktion“ werden die Donator-Akzeptor-Reaktionen durch die Übertragung von Teilchen gekennzeichnet. Am Beispiel der Protonenübergänge wird dies in der Sekundarstufe I entwickelt. In der Einführungsphase der Sekundarstufe II betrachten die Schülerinnen und Schüler Redox-Reaktionen unter dem Aspekt der Elektronenübertragung und lernen damit ein anderes Beispiel für das Donator-Akzeptor-Prinzip kennen. Die vorhandenen Kenntnisse aus der allgemeinen Chemie, insbesondere zum Atombau, werden kompensiert und vertieft.

Redoxreaktionen in wässriger Lösung und solche zur Gewinnung von Metallen aus Erzen einschließlich ihrer weiteren Reinigung besitzen vor allem wegen der Bezüge zu Technik, Alltag, Wirtschaft und Gesellschaft oder Umwelt eine besondere Bedeutung. Dies gilt für die Einbindung von Stoffen in das Kreislaufgeschehen der Ökosphäre ebenso wie für die technische/alltägliche Nutzung der Metalle oder die Deutung ihrer Eigenschaften auf Grund ihrer Struktur (Teilchenebene). Weiter gilt dies für die Nutzenergiegewinnung/-speicherung durch galvanische Zellen, die Fragen zur Entsorgung/Recycling der Altbatterien/-akkumulatoren oder ökologische Aspekte bei technischen Elektrolysen. Diese Aspekte stehen beispielhaft für die Tatsache, dass sowohl chemische Energie in elektrische Energie als auch die umgekehrte Umwandlung stattfinden kann.

Vorschläge für Kontexte/Projekte:

- Metalle als Werkstoffe
- Gewinnung von Alkalimetallen
- Entsorgung und Recycling von Batterien
- Wasserstoff als Energieträger der Zukunft (Brennstoffzelle, Elektrolyse von Wasser)
- Großtechnische Elektrolysen (z. B. Kupferraffination, Chlor-Alkali-Elektrolyse, Galvanisieren, Aluminium-Herstellung)

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**1.1 Metalle und Metallbindung**

Besondere Eigenschaften der Metalle untersuchen und beschreiben (elektrische Leitfähigkeit, Duktilität, Reaktionsverhalten gegenüber z. B. Sauerstoff, Wasser, sauren Lösungen, Stickstoff, Halogenen)

Metallbindung beschreiben und Eigenschaften der Metalle auf Modellebene begründen (Schalenmodell der Atome, Elektronengas-Modell der Metallbindung)

1.2 Der Redoxbegriff

Neudefinition der Begriffe Oxidation, Reduktion, Redoxreaktion, Oxidationsmittel, Reduktionsmittel; Herausarbeitung der Unterschiede zur bisherigen Definition

1.3 Ausgewählte Redoxreaktionen

Oxidationszahlen

Donator-Akzeptor-Reaktionen als Übertragung von Elektronen kennzeichnen
Aufstellen von Reaktionsgleichungen für Redox-Reaktionen unter Verwendung von Oxidationszahlen

Redoxreaktionen in wässriger Lösung	Metallabscheidungen aus Metallsalzlösungen untersuchen Redoxreihe der Metalle (und Nichtmetalle) entwickeln Elektronendonator/-akzeptor-Paare kennzeichnen Üben von Redox-Gleichungen
Elektrochemische Spannungsquellen	Experimente zur elektrochemischen Energiegewinnung durchführen (z. B. Daniell-Element) Prozesse im Galvanischen Element auf Modellebene deuten Experimentieren und/oder informieren: elektrochemische Nutzenergiegewinnung in Technik und Alltag (z. B. Zink/Luft-Element, Bleiakkumulator, Brennstoffzelle)
Elektrolysen	Elektrolysen als Umkehrung der im Galvanischen Element freiwillig ablaufenden Redox-Reaktionen beschreiben (z. B. Elektrolyse der Zinkbromid-Lösung/Zink-Brom-Element) Elektrodenprozesse auf Modellebene deuten

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

zu 1.3

Historische Aspekte	Galvani, Volta
Redoxreaktionen zur Herstellung von Gebrauchsmetallen	Beispiel 1: Eisen und Stahlerzeugung - Aufbereitung des Eisenerzes; Hochofenprozess, Stahlerzeugung; Eisenerzeugung und Umwelt; Ressourcenfragen oder: Beispiel 2: Kupfergewinnung aus Kupfererzen (auch Bio-leaching); Raffination von Kupfer und auch Gewinnung von Edelmetallen
Metalle als Werkstoffe	Werkstoffe in der Technik (Eisen, Aluminium, Kupfer); wichtige Gebrauchsmetalle; Energie- und Ressourcenfragen; Recyclingverfahren Metallgitter; elektrische Leitfähigkeit; metallische Bindung

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Schülerversuche mit eigenständiger Planung, Durchführung und Auswertung (Gruppenarbeit); Expertenbefragung und Einblicke in ausgewählte Produktionsverfahren; Exkursionen; Projektunterricht (z. B. „Vom Erz zum Gebrauchsmetall“); Kurzreferate und Protokolle.

Querverweise:

Stadt: L, GrA, G, PoWi, Ek, Phil, F, Rus
Klima und Boden: Ek, PoWi
Chemische Bindungen: Bio
Programmierung – Simulation: Inf, M, Phy, PoWi

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Räumliche Darstellung von Metallgittern mit Hilfe von Computerprogrammen; Simulation von technischen Verfahren
Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Einsatz von Gebrauchsmetallen und Emissionen bei der Produktion; Ressourcenfrage: Erze; „Teuer bezahlte Energie“ bei Primärelementen

3.1.2 E2

E2

2. Einführung in die Chemie der Kohlenwasserstoffverbindungen

Std.: 26

Begründung:

In der Sekundarstufe II werden die anhand einfacher Kohlenwasserstoffverbindungen gewonnenen Vorkenntnisse zur Organischen Chemie am Beispiel der homologen Reihen der Alkane, Alkene und Alkine gefestigt und erweitert. Sie bilden für die Schülerinnen und Schüler eine Grundlage für ihren systematischen Wissensaufbau und sind für eine weitere Vertiefung in der Qualifikationsphase bedeutsam. Die Struktur-Eigenschafts-Beziehungen (Basiskonzept) dienen als Leitlinie für die zu vertiefenden fachwissenschaftlichen Inhalte der Organischen Chemie. Die Alkanole und die Halogenkohlenwasserstoffverbindungen sind weitere Beispiele homologer Stoffklassen, an denen die zuvor herausgearbeiteten Prinzipien angewandt und geprüft werden können.

Zum besseren Verständnis biologischer Prozesse im Bereich der Genetik und Physiologie werden anhand der Strukturformeln der Oxidationsprodukte der Alkanole die funktionellen Gruppen der Carbonylverbindungen und Alkansäuren gekennzeichnet. Die Oxidation primärer, sekundärer und tertiärer Alkanole soll hier nicht erörtert werden; dies ist Thema im 1. Halbjahr der Qualifikationsphase (Q1).

Vorschläge für Kontexte/Projekte:

- Ethanol als Lösemittel
- Gewinnung von Bioethanol
- Oxidativer Ethanolabbau im Körper
- Chlorierte Kohlenwasserstoffe in Medizin und Technik

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**2.1 Eigenschaften und Reaktionen von Kohlenstoff-Wasserstoff-Verbindungen**

Alkane, Alkene, Alkine

Anknüpfend an die Vorkenntnisse der Sekundarstufe I: Homologe Reihen
Nomenklatur, räumliche Strukturen, Isomerie (Konstitution, Konfiguration),
Stoffeigenschaften der Alkane, Alkene, Alkine (z.B. Löslichkeit, Schmelz- und Siedetemperaturen)
Begründung der Eigenschaften anhand der Strukturformeln

Stoffeigenschaften isomerer Alkane, Alkene, Alkine vergleichen und auf Molekülebene begründen
Begriffe im Zusammenhang erläutern können: polar, unpolar, Hydrophilie/Lipophilie, Dipolmoleküle, Wasserstoffbrücken, Van-der-Waals-Kräfte

2.2 Alkanole

Ethanol als Lösemittel:
Vergleichen mit den Eigenschaften anderer Lösemittel, insbesondere Wasser und Benzin (Alkane)
Homologe Reihe und Stoffeigenschaften der Alkanole untersuchen (z. B. Löslichkeit, Schmelz- und Siedetemperaturen)

Räumliche Struktur der Alkanole, Nomenklaturregeln anwenden

Begründen der Stoffeigenschaften anhand der Strukturformeln der Alkanole: Einfluss der Hydroxylgruppe auf die Stoffeigenschaften

Experimentieren und/oder informieren:

a) Gewinnung von Ethanol (z. B. durch alkoholische Gärung; vgl. Lehrplan Biologie „Enzyme“)

b) Verbrennung (qualitative Elementaranalyse)

c) Oxidationsprodukte der Alkanole vorstellen: funktionelle Gruppen: Carbonylverbindungen, Alkansäuren, Einführung und Anwendung der Oxidationszahlen organischer Verbindungen

2.3 Halogenkohlenwasserstoffverbindungen

Experimentieren und/oder informieren:
 Reaktionstyp und Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution der Alkane;
 Stoffeigenschaften der Halogenalkane;
 Struktur-Eigenschafts-Beziehungen
 Nachweisreaktionen
 Nomenklaturregeln anwenden

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

zu 2.2 Gaschromatographie

Auswertung einfacher Gaschromatogramme (Kohlenwasserstoffe, Alkanole etc.)

Ethanol

Alkoholische Gärung und technische Herstellung; Versuche: Herstellung eines Weins / Fruchtweins oder Bierherstellung; Alcotest-Reaktion; physiologische Wirkung von Ethanol; soziale und gesundheitliche Aspekte des Alkoholmissbrauchs

Methanol

Großtechnische Bedeutung; Alkohole als Treibstoffzusatz

zu 2.3 Bedeutung von Halogenkohlenwasserstoffen

Bedeutung in Technik, Alltag, Umwelt; Toxizität

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Experimentelle Schülerübungen; Schülerreferate; Arbeit mit unterschiedlichen Medien (Filmmaterial, Unterrichtsoftware, Zeitungsartikel, Molekülbaukästen); Besuch außerschulischer Lernorte (z. B. Universitäts- und Forschungsinstitute, Industrie, Brauerei); Projekte (Herstellung von Bier, Wein)

Querverweise:

Stadt: L, GrA, G, PoWi, Ek, Phil, F, Rus

Klima und Boden: Ek, PoWi

Chemische Bindungen: Bio

Programmierung – Simulation: Inf, M, Phy, PoWi

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Räumliche Darstellung von Metallgittern mit Hilfe von Computerprogrammen; Simulation von technischen Verfahren
 Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Einsatz von Gebrauchsmetallen und Emissionen bei der Produktion; Ressourcenfrage: Erze; „Teuer bezahlte Energie“ bei Primärelementen

3.2 Die Qualifikationsphase (Q1 bis Q4)

3.2.1 Q1

Q1 GK

Chemie der Kohlenwasserstoffverbindungen I: Kohlenwasserstoffverbindungen und funktionelle Gruppen

Std.: 36

Begründung:

Die umfassende Bedeutung der Kohlenwasserstoffverbindungen für die Ernährung des Menschen, zur Energiegewinnung und bei der chemischen Produktion sowie die vielfältige Verwendung dieser Stoffe in einer modernen Industrienation machten es notwendig, die Schülerinnen und Schüler mit diesen Stoffklassen vertraut zu machen. Makroskopisch beobachtbare Eigenschaften und Reaktionen von Kohlenwasserstoffverbindungen werden durch Strukturaussagen auf der Teilchenebene gedeutet. Die Leitlinien „Korrelation zwischen Struktur und Eigenschaft“ sowie „Reaktionstypen und Reaktionsmechanismen“ werden integriert behandelt. Diese Leitlinien gelten ebenso für die Behandlung technisch und biologisch wichtiger Kohlenwasserstoffverbindungen (Q2). Daneben sind gerade in diesem Bereich zahlreiche fachübergreifende Aspekte von Bedeutung und auch im Unterricht zu nutzen. Für die Betrachtung räumlicher Strukturvorstellungen organischer Moleküle genügt im Grundkurs in der Regel ein einfaches Tetraedermodell. Methoden der qualitativen und quantitativen Elementaranalyse können an geeigneten Stellen in den Unterricht integriert werden.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

1. Eigenschaften und Reaktionen von Kohlenstoff-Wasserstoff-Verbindungen

Alkane, Alkene, Alkine,
Halogenkohlenwasserstoffe

Auf der Grundlage der Unterrichtsinhalte von E2:
(Nomenklatur, homologe Reihen, Isomerie, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen)
Reaktionstyp und Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution

Reaktionstyp und Reaktionsmechanismus der Addition von Molekülen des Typs X_2 an C-C-Mehrfachbindung (Nachweis der C-C-Doppelbindung mit Brom)

2. Alkanole

Auf der Grundlage der Unterrichtsinhalte von E2:
(Nomenklatur, homologe Reihen, Isomerie, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen)
Reaktionen der Alkanole; Reaktionstyp der Substitution; Redox-Reaktionen primärer und sekundärer Alkanole; Unterschied zu tert. Alkanolen, Anwendung von Oxidationszahlen
Mehrwertige Alkanole (Glycol, Glycerin): Verwendung, Eigenschaften und Reaktionen

3. Carbonylverbindungen

Strukturmerkmal der Aldehydgruppe
Eigenschaften und Verwendung von Methanal und Ethanal
Nachweis der reduzierenden Wirkung der Aldehydgruppe
Ketone

- | | | |
|----|--|---|
| 4. | Alkansäuren und ihre Derivate | Homologe Reihe und ausgewählte Eigenschaften von Monocarbonsäuren; Salze
Ester und ihre Bedeutung (Fruchtessenzen und Lösungsmittel)
Reaktionstyp und Reaktionsmechanismus der Esterbildung und Esterspaltung
Derivate der Monocarbonsäuren (Hydroxy- und Aminosäuren) |
| 5. | Aromatische Kohlenwasserstoffverbindungen | Benzen: Eigenschaften und aromatische Struktur; Mesomerie
Geschichte der Strukturaufklärung des Benzens
Homologe und Derivate des Benzens |

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

- | | | |
|-------|------------------------------------|--|
| | | Quantitative Elementaranalyse, Ermittlung einer Summenformel |
| zu 1. | Alkene | Herstellung ungesättigter Kohlenwasserstoffverbindungen (auch als Crack-Produkte langkettiger Alkane)

Polymerisation von Ethen oder substituierten Alkenen
Pyrolyse und Recycling von Polymerisaten; Kunststoffabfälle |
| | Diene | Butadien, Kautschuk und Gummi |
| zu 2. | Alkanole | Alcotest-Reaktion mit Erstellen einer Redox-Gleichung |
| zu 3. | Alkanale und Alkanone | Löse- und Hilfsmittel
Formaldehyd: Anwendung und Probleme
Aroma- und Duftstoffe |
| zu 4. | Alkansäuren und Derivate im Alltag | Milchsäuregärung; Konservierungsstoffe; Kalkreiniger; Alkansäuren; technische Herstellung von Essigsäure |
| zu 5. | Benzen | Verwendung von Benzenderivaten: Toxizität (Pestizide, Dioxine etc.); Konservierungsstoffe; Sprengstoffe
Elektrophile Substitution |

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Schülerversuche, Projektunterricht, gruppenteiliges Bearbeiten ausgewählter Problemstellungen

Schülerreferate, Präsentationen mit Filmmaterial und Unterrichtssoftware

Mögliche Leitthemen: Funktionelle Gruppen und Reaktionstypen; Organische Stoffe und deren Eigenschaften; Kohlenwasserstoffverbindungen: Struktur, Eigenschaften, Anwendung

Querverweise:

Modellierung: Inf, PoWi

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Simulation technischer Prozesse, Nutzung von Datenbanken (z. B. Gefahrstoffe)
Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Recycling, Aromaten und Umwelt, Umgang mit Gefahrstoffen

Q1 LK

**Chemie der Kohlenwasserstoffverbindungen I:
Kohlenwasserstoffverbindungen und funktionelle Gruppen**

Std.: 63

Begründung:

In Erweiterung der bisherigen Kenntnisse zur Kohlenwasserstoffchemie aus der Einführungsphase werden Kohlenwasserstoffverbindungen mit weiteren funktionellen Gruppen kennen gelernt und untersucht. Makroskopisch beobachtbare Eigenschaften und Reaktionen von Kohlenwasserstoffverbindungen werden durch Strukturaussagen auf der Teilchenebene gedeutet: Die Leitlinien „Korrelation zwischen Struktur und Eigenschaft“ sowie „Reaktionstypen und Reaktionsmechanismen“ sind übergeordnet. Die Vielzahl der Reaktionen wird nach Reaktionstypen eingeteilt. An ausgewählten Beispielen werden Reaktionsmechanismen formuliert. Diese Leitlinien gelten ebenso für die Behandlung technisch und biologisch wichtiger Kohlenwasserstoffverbindungen (Q2). Daneben sind gerade in diesem Bereich zahlreiche fachübergreifende Aspekte von Bedeutung und auch im Unterricht zu nutzen. Für die Betrachtung räumlicher Strukturvorstellungen organischer Moleküle, besonders zur Deutung des aromatischen Charakters, ist im Leistungskurs die Einführung eines differenzierten Bindungsmodells erforderlich. Methoden der qualitativen und quantitativen Elementaranalyse sowie moderne Methoden der Strukturaufklärung können an geeigneten Stellen in den Unterricht integriert werden.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:
1. Eigenschaften und Reaktionen von Kohlenstoff-Wasserstoff-Verbindungen

Alkane, Cycloalkane, Alkene, Alkine, Halogenkohlenwasserstoffe

Auf der Grundlage der Unterrichtsinhalte von E2: (Nomenklatur, homologe Reihen, Isomerie, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen) Nomenklatur, räumliche Strukturen (Konstitution/Konfiguration), Isomerie (E/Z - Isomerie); induktive Effekte Reaktionstyp und Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution

Reaktionstyp und Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition (X_2 , HX) und der Eliminierung; Nachweis der C-C-Mehrfachbindung (Addition von Brom)

2. Alkanole

Auf der Grundlage der Unterrichtsinhalte von E2: (Nomenklatur, homologe Reihen, Isomerie/Konstitutionsisomerie, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen) Reaktionen der Alkanole; Reaktionstypen (Substitution, Alkanolatbildung)

Reaktionsmechanismus der nukleophilen Substitution (S_N1 und S_N2); induktive/sterische Effekte,

Redox-Reaktionen primärer und sekundärer Alkanole; Unterschied zu tert. Alkanolen, Anwendung von Oxidationszahlen, Nachweis der organischen Reaktionsprodukte Mehrwertige Alkanole (Glycol, Glycerin): Verwendung, Eigenschaften und Reaktionen

3. Carbonylverbindungen

Strukturmerkmal der Aldehydgruppe Eigenschaften und Verwendung von Methanal und Ethanal

		Nachweis der reduzierenden Wirkung der Aldehydgruppe Additionsreaktionen Ketone, Bindungsverhältnisse der Keto-Gruppe
4.	Alkansäuren und ihre Derivate	Homologe Reihe und ausgewählte Eigenschaften von Monocarbonsäuren; Salze Ester und ihre Bedeutung (Fruchtessenzen und Lösungsmittel) Reaktionstyp und Reaktionsmechanismus der Esterbildung und Esterspaltung Derivate der Monocarbonsäuren (Hydroxy- und Aminosäuren, Halogenalkansäuren) Beispiele für Di-/Trisäuren
	Spiegelbildisomerie	Milchsäure, Weinsäure, asymmetrisches Kohlenstoffatom, Fischer-Projektion
5.	Aromatische Kohlenwasserstoffverbindungen	Benzen: Eigenschaften und aromatische Struktur; Mesomerie Geschichte der Strukturaufklärung des Benzens Reaktionstyp und Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution Reaktionsmechanismus der elektrophilen Zweitsubstitution Homologe und Derivate des Benzens

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

		Quantitative Elementaranalyse, Ermittlung einer Summenformel
zu 1.	Alkane	Orbitalmodell zum Aufbau der Atomhülle Deutung der C-H-, C-C und C-Halogen-Bindung mit Hilfe des Orbitalmodells
	Cycloalkane	Sessel- und Wannenform; Ringspannung; Vergleich mit und Experimente zu Fullerenen
	Alkene, Diene	Herstellung ungesättigter Kohlenwasserstoffverbindungen (auch als Crack-Produkte langkettiger Alkane); Butadien Deutung der C-C-Mehrfachbindung mit Hilfe des Orbitalmodells Konjugierte, kumulierte, isolierte Doppelbindungen Mesomeriebegriff; Grenzstrukturen
		Gaschromatographie
		Reaktionstyp und Reaktionsmechanismus der Eliminierung; E ₁ und E ₂
zu 2.	Alkanole	Alcotest-Reaktion mit Erstellen einer Redox-Gleichung (Nachweis der Elektronenübertragung; galvanisches Element)
zu 3.	Alkanale und Alkanone	Löse- und Hilfsmittel Formaldehyd: Anwendung und Probleme Aroma- und Duftstoffe

zu 4.	Reaktionen von Alkansäuren und ihren Salzen	Kolbe-Elektrolyse
	Alkansäuren und Derivate im Alltag	Milchsäuregärung; Konservierungsstoffe; Kalkreiniger; Alkansäuren; technische Herstellung von Essigsäure Deutung der Bindungsverhältnisse mit Hilfe des Orbitalmodells
	Reaktivität und Eigenschaften von Nitroverbindungen und anorganischer Säuren	Sprengstoffe Recycling von Explosivstoffen
zu 5.	Benzen	Deutung der aromatischen C-C-Bindung mit Hilfe des Orbitalmodells
	Additionsreaktionen an Benzen	Addition von Halogenen; Hydrierung Mehrkernige Aromaten Verwendung von Benzenderivaten: Toxizität (Pestizide, Dioxine etc.); Konservierungsstoffe

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Schülerversuche, Projektunterricht, gruppenteiliges Bearbeiten ausgewählter Problemstellungen
Schülerreferate, Literatur- und Materialrecherche; Präsentationen mit Filmmaterial und Unterrichtssoftware; Exkursionen mit Einblicken in Produktionsverfahren

Mögliche Leitthemen: Reaktionstypen und -mechanismen; Methoden der Strukturaufklärung; Reaktionswege zur Herstellung von Kohlenwasserstoffverbindungen und deren Anwendung; Synthesen und Identifizierung organischer Verbindungen

Querverweise:

Modellierung: Inf, PoWi

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Simulation technischer Prozesse, Nutzung von Datenbanken (z. B. Gefahrstoffe), Einsatz automatischer Messwerterfassungsprogramme bei der Analyse von Kohlenwasserstoffverbindungen (z. B. bei der Gaschromatographie)
Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Recycling, Aromaten und Umwelt, Umgang mit Gefahrstoffen
Friedenserziehung: Giftgase und Sprengstoffe

3.2.2 Q2

Q2 GK

**Chemie der Kohlenwasserstoffverbindungen II:
Technisch und biologisch wichtige Kohlenwasserstoffverbindungen**

Std.: 36

Begründung:

Die umfassende Bedeutung der Kohlenwasserstoffverbindungen für die Ernährung des Menschen, zur Energiegewinnung und bei der chemischen Produktion sowie die vielfältige Verwendung dieser Stoffe in einer modernen Industrienation machten es notwendig, die Schülerinnen und Schüler mit diesen Stoffklassen vertraut zu machen.

Auch in diesem Kurs können die Bereiche „Korrelation Struktur und Eigenschaft“ sowie „Reaktionstypen und Reaktionsmechanismen“ als übergeordnete Leitlinien integriert werden. Fachübergreifende Bezüge sind an vielen Stellen möglich und prägen als weitere Leitlinie die Behandlung der vorgesehenen Themen. Das fakultative Thema „Identifizierung von Kohlenwasserstoffverbindungen“ kann an geeigneter Stelle integriert behandelt werden.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**1. Naturstoffe**

Fette	Bau, Eigenschaften, Reaktionen; Gewinnung und Verarbeitung; Bedeutung für die Ernährung
Kohlenhydrate	Mono-, Di- und Polysaccharide: Vorkommen, Eigenschaften und Strukturen Optische Aktivität und Stereoisomerie Reaktionen/Nachweisreaktionen; Bedeutung und Verwendung
Aminosäuren, Peptide, Polypeptide	Struktur und Eigenschaften natürlicher Aminosäuren Peptidbindung Strukturen und Strukturaufklärung von Eiweißen Vorkommen und Bedeutung Nachweisreaktionen für Aminosäuren und Eiweiße Hydrolyse von Peptiden

2. Synthetische Makromoleküle

Klassifizierung von Kunststoffen
Aufbau von Makromolekülen
Modifizierte Naturstoffe
Reaktionstypen zur Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen (Polymerisation, Polykondensation, Polyaddition)
Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften
Vor- und Nachteile bei der Verarbeitung und Verwendung
Umweltprobleme bei der Herstellung, Verarbeitung, Wiederverwertung und Beseitigung; Pyrolyse und Recycling; Kunststoffabfälle

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

Identifizierung von Kohlenwasserstoffverbindungen	Qualitative und quantitative Nachweisverfahren für funktionelle Gruppen Chemische Analyseverfahren zur Ermittlung der Summenformel und der Konstitutionsformel
zu 1. Fette	Fetthärtung (Margarineherstellung) Untersuchung von Speisefett Kosmetika
Kohlenhydrate	Industrielle Gewinnung von Saccharose aus Zuckerrüben Energiespeicher und Gerüstsubstanz Energistoffwechsel (Fotosynthese/Zellatmung) Nachwachsende Rohstoffe
Aminosäuren, Polypeptide, Proteine	Haarbehandlung (Dauerwelle, Wasserwelle) Enzyme: Aufbau und Bedeutung in Stoffwechselprozessen (Modellvorstellung der Enzymkatalyse)
Nukleinsäuren	Struktur (Watson/Crick/Franklin) Grundlagen der Gentechnik
zu 2. Modifizierte Naturstoffe; natürliche Fasern	Seide, Wolle, Baumwolle, Papier
Großtechnische Herstellung eines Kunststoffes	Weg vom fossilen Rohstoff zum fertigen Produkt und dessen Beseitigung
Siloxane	Siliconkautschuk, -harz; Implantate in der Medizin

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Schülerversuche, eigenständiges Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten, Projektunterricht, gruppenteiliges Bearbeiten ausgewählter Problemstellungen
Schülerreferate, Internetrecherche; Präsentationen mit Filmmaterial und Unterrichtssoftware; Exkursionen und Einblicke in Produktionsverfahren

Mögliche Leitthemen: Biologisch und technisch wichtige Kohlenwasserstoffverbindungen; Kleidung und Ernährung; Biochemie und Makromoleküle; Reaktionswege zur Herstellung von Stoffen in der organischen Chemie

Querverweise:

Datenbanken: Inf, PoWi, G, Ek, M
Risikogesellschaft: Bio, Phil, E, F, Spo
Naturstoffe: Bio

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Simulation technischer Prozesse und makromolekularer Strukturen, Nutzung von Datenbanken (z. B. Modelle makromolekularer Strukturen)
Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Recycling, Chancen und Risiken der Kunststoffe, Kunststoffabfälle, nachwachsende Rohstoffe

Q2 LK

**Chemie der Kohlenwasserstoffverbindungen II:
Technisch und biologisch wichtige Kohlenwasserstoffverbindungen**

Std.: 63

Begründung:

Die umfassende Bedeutung der Kohlenwasserstoffverbindungen für die Ernährung des Menschen, zur Energiegewinnung und bei der chemischen Produktion sowie die vielfältige Verwendung dieser Stoffe in einer modernen Industrienation machten es notwendig, die Schülerinnen und Schüler mit diesen Stoffklassen vertraut zu machen. Das fakultative Thema „Identifizierung von Kohlenwasserstoffverbindungen“ kann an geeigneter Stelle integriert behandelt werden.

Auch in diesem Kurs können die Bereiche „Korrelation Struktur und Eigenschaft“ sowie „Reaktionstypen und Reaktionsmechanismen“ als übergeordnete Leitlinien integriert werden. Fachübergreifende Bezüge sind an vielen Stellen möglich und prägen als weitere Leitlinie die Behandlung der vorgesehenen Themen.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**1. Naturstoffe**

Fette	Bau, Eigenschaften, Reaktionen; Gewinnung und Verarbeitung Fetthärtung (Margarineherstellung) Untersuchung von Speisefett (z. B. Bestimmung der Iodzahl, Verseifungszahl; Gehalt an gesättigten und ungesättigten Fettsäuren) Bedeutung für die Ernährung; Kosmetika
Kohlenhydrate	Mono-, Di- und Polysaccharide: Vorkommen, Eigenschaften und Strukturen Optische Aktivität und Stereoisomerie Reaktionen / Nachweisreaktionen; Bedeutung und Verwendung
Aminosäuren, Peptide, Polypeptide	Struktur und Eigenschaften natürlicher Aminosäuren Peptidbindung Strukturen und Strukturaufklärung von Eiweißen Vorkommen und Bedeutung Nachweisreaktionen für Aminosäuren und Eiweiße Hydrolyse von Peptiden Zwitter-Ion, isoelektrischer Punkt

2. Synthetische Makromoleküle

Klassifizierung von Kunststoffen
Aufbau von Makromolekülen
Modifizierte Naturstoffe
Reaktionstypen zur Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen (Polymerisation, Polykondensation, Polyaddition)
Reaktionsmechanismen
Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften
Vor- und Nachteile bei der Verarbeitung und Verwendung
Umweltprobleme bei der Herstellung, Verarbeitung, Wiederverwertung und Beseitigung
Pyrolyse und Recycling; Kunststoffabfälle

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

Identifizierung von Kohlenwasserstoffverbindungen	Qualitative und quantitative Nachweisverfahren für funktionelle Gruppen Herkömmliche und moderne Analyseverfahren zur Ermittlung der Summenformel und der Konstitutionsformel (z. B. Massenspektroskopie, IR-Spektroskopie)
Farbstoffe	Natürliche und synthetische Farbstoffe Struktur und Lichtabsorption Mesomerie-Modell Textilfärbung; Färbeverfahren
zu 1. Kohlenhydrate	Industrielle Gewinnung von Saccharose aus Zuckerrüben Energiespeicher und Gerüstsubstanz Energistoffwechsel (Fotosynthese/Zellatmung) Nachwachsende Rohstoffe
Aminosäuren, Polypeptide, Proteine	Haarbehandlung (Dauerwelle, Wasserwelle) Enzyme: Aufbau und Bedeutung in Stoffwechselprozessen (Modellvorstellung der Enzymkatalyse)
Nukleinsäuren	Struktur (Watson/Crick/Franklin) Grundlagen der Gentechnik
zu 2. Modifizierte Naturstoffe; natürliche Fasern	Seide, Wolle, Baumwolle, Papier
Großtechnische Herstellung eines Kunststoffes	Weg vom fossilen Rohstoff zum fertigen Produkt und dessen Beseitigung
Siloxane	Siliconkautschuk, -harz; Implantate in der Medizin
Polymere mit besonderen Eigenschaften	Hochtemperaturfeste Kunststoffe; Leiterpolymere; Carbonfasern; Kevlar; Verbundwerkstoffe; Klebstoffe; Speichermedien

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Schülerversuche, Eigenständiges Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten, Projektunterricht, gruppenteiliges Bearbeiten ausgewählter Problemstellungen
Schülerreferate, Internetrecherche; Präsentationen mit Filmmaterial und Unterrichtssoftware; Exkursionen mit Einblicken in Produktionsverfahren

Mögliche Leitthemen: Biologisch und technisch wichtige Kohlenwasserstoffverbindungen; Kleidung und Ernährung; Biochemie und Makromoleküle; Reaktionswege zur Herstellung von Stoffen in der organischen Chemie

Querverweise:

Datenbanken: Inf, PoWi, G, Ek, M
Risikogesellschaft: Bio, Phil, E, F, Spo
Naturstoffe: Bio

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Simulation technischer Prozesse und makromolekularer Strukturen, Nutzung von Datenbanken (z. B. Modelle makromolekularer Strukturen)
Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Recycling, Chancen und Risiken der Kunststoffe, Kunststoffabfälle, nachwachsende Rohstoffe

3.2.3 Q3

Q3 GK

Das Chemische Gleichgewicht

Std.: 36

Begründung:

Chemische Reaktionen sind prinzipiell umkehrbar und führen zu einem Gleichgewichtszustand. Die Erschließung des Themenbereichs erfolgt überwiegend experimentell und anwendungsorientiert. Kinetische Modellvorstellungen zum Chemischen Gleichgewicht und zum Massenwirkungsgesetz dienen einerseits der Veranschaulichung, haben darüber hinaus aber auch eine heuristische Funktion. Das Donator-Akzeptor-Prinzip kann auf eine Vielzahl von Reaktionen angewendet werden.

Im Sinne eines fächerübergreifenden Unterrichts ergeben sich vielfältige Möglichkeiten: Die dynamischen Vorgänge chemischer Gleichgewichte sind bei vielen technischen und biologischen Prozessen von grundlegender Bedeutung. Wesentliche Lebensvorgänge beruhen auf dem dynamischen Prinzip der beteiligten Gleichgewichte. Auf- und Abbau körpereigener Stoffe können über eine dynamische Betrachtungsweise gedeutet werden. Technisch wichtige Prozesse in der Chemie setzen Grundkenntnisse über kinetische Zusammenhänge voraus. Die Untersuchung des Ablaufs von Reaktionen führt auch zur Frage der Reaktionsbedingungen und deren Steuerung.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

- | | | |
|----|---|--|
| 1. | Umkehrbare Reaktionen und chemisches Gleichgewicht | <p>Nachweis des gleichzeitigen Vorliegens von Edukten und Produkten an ausgewählten Beispielen (Lösungsgleichgewichte, Gasgleichgewichte, Säure-Base-Gleichgewichte, Redox-Gleichgewichte)
 Analysemethoden zum Nachweis von Ionen und Molekülen (z. B. Fällungen, Fotometrie)</p> <p>Definition des chemischen Gleichgewichts
 Modellversuche zum chemischen Gleichgewicht und seiner Einstellung
 Statische und dynamische Vorstellungen</p> |
| 2. | Massenwirkungsgesetz | <p>Experimentelle Erarbeitung (z. B. Bildung und saure Hydrolyse eines Esters)
 Berechnung von Gleichgewichtskonstanten</p> |
| 3. | Prinzip vom Zwang | <p>Beeinflussung der Lage von Gleichgewichten durch Druck, Temperatur und Konzentration
 Anwendungen des Prinzips vom Zwang in Natur, Technik und Industrie; z. B. Haber-Bosch-Verfahren; Ostwald-Verfahren; Kontakt-Verfahren; Hochofenprozess; Methanolherstellung;
 Gleichgewichte an Membranen</p> |
| 4. | Anwendungen des Massenwirkungsgesetzes | <p>Stärke von Säuren und Basen (pK_S – und pK_B – Werte);
 Ionenprodukt des Wassers
 pH-Werte und ihre Berechnung
 Säure-Base-Indikatoren</p> |

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| Geschwindigkeit chemischer Reaktionen | <p>Reaktionszeit; Reaktionsgeschwindigkeit (Definition und experimentelle Ermittlung; c/t – Diagramme);
 Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren (z. B. Stoff, Konzentration, Temperatur, Zerteilungsgrad, Druck);
 Aktivierungsenergie und Katalyse
 Katalysatoren: Anwendungen in Industrie und Technik</p> |
|---------------------------------------|--|

zu 2.

Sauerstofflöslichkeit in Wasser in Abhängigkeit von der Temperatur Gewässer

zu 3.

Weitere Anwendungen des Prinzips vom Zwang

Ökologie und Ökonomie von Prozessen der chemischen Industrie

zu 4.

Quantitative Bestimmung von Säuren in Lebensmitteln, Haushaltschemikalien

Titrationen; Titrationskurven

Fällungsreaktionen/Nachweisreaktionen

Anwendungen in der Analytik; (z. B. Abwasserreinigung, Bodenuntersuchungen, Untersuchungen von Düngemitteln, Salze in der Medizin)

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Eigenständiges Experimentieren (auch an Stationen)

Expertenbefragung; Betriebsexkursionen; Besuch bei Umweltbehörden; Recherche unter Einbeziehung verschiedener Medien; Referate und Präsentation

Mögliche Leitthemen: Chemisches Gleichgewicht; Großtechnische Verfahren - Ernährung; Ablauf und Steuerung chemischer Vorgänge; Agrarchemie – Düngemittel – Umweltanalytik

Querverweise:

Probleme des Fortschritts: Phil, E, Phy

Krieg und Frieden: G, PoWi, Ek, Eth, Phil, D, E, F, Rus, L, Mu, Spa

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Simulation von chemischen Gleichgewichten (Darstellung kinetischer Modellvorstellungen) und technischen Verfahren (z. B. Haber-Bosch-Verfahren)
 Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Saurer Regen; Waldsterben; Untersuchung von Boden, Luft und Wasser

Q3 LK

Antrieb und Steuerung chemischer Reaktionen

Std.: 63

Begründung:

Die Frage, warum chemische Reaktionen stattfinden, berührt mit „Struktur und Bindung“ sowie „Kinetik und Energetik“ wesentliche Aspekte der allgemeinen Chemie. Gerade die letztgenannte Leitlinie schneidet eine Reihe wichtiger Fragen an (z. B. Richtung einer Reaktion, allgemeine Energieproblematik) und muss für den Unterricht elementarisiert werden. Quantitative Experimente (z. B. Messung und Berechnung von ΔH -Werten) und Betrachtungen (z. B. Entropie und Freie Enthalpie) kennzeichnen das leistungskursorientierte Vorgehen. Die Gibbs-Helmholtz-Gleichung kann experimentell in vereinfachter Form abgeleitet werden. Betrachtungen zum chemischen Gleichgewicht erfolgen experimentell und auf Schwerpunkte bezogen (z. B. Untersuchungen zur Zeitdauer von Reaktionen und sie beeinflussenden Faktoren, zu umkehrbaren Reaktionen oder zur Kennzeichnung des Gleichgewichtszustandes sowie zur Beeinflussung der Lage von Gleichgewichten durch äußere Bedingungen). Analytische und mathematische Verfahren zur Lösung chemischer Probleme erfahren vielfältige Anwendungen. Das Donator-Akzeptor-Prinzip kann auf eine Vielzahl von Reaktionen angewendet werden.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

- | | | |
|----|---|--|
| 1. | Enthalpie, Entropie | Energieformen; Reaktionswärme bei konstantem Druck (Standardbildungs- und Reaktionsenthalpie); Messung einer Reaktionsenthalpie; spontan ablaufende endotherme Vorgänge; Unordnung; Entropie (Standard- und Reaktionsentropie); Energiediagramme; Berechnung von $\Delta H^\circ_{\text{R}}$ – Werten |
| 2. | Geschwindigkeit chemischer Reaktionen | Reaktionszeit; Reaktionsgeschwindigkeit (Definition und experimentelle Ermittlung; c/t – Diagramme); Anwendung analytischer Verfahren zur Messung der Änderung des Reaktionsverlaufs (z. B. Fotometrie, Maßanalyse, Leitfähigkeitsmessungen); Einfluss verschiedener Faktoren (z. B. Stoff, Konzentration, Temperatur, Zerteilungsgrad, Druck); Aktivierungsenergie und Katalyse/Katalysatoren |
| 3. | Umkehrbare Reaktionen und chemisches Gleichgewicht | Modellversuche zum chemischen Gleichgewicht und seiner Einstellung; statische und dynamische Gleichgewichte; Nachweis des gleichzeitigen Vorliegens von Edukten und Produkten an ausgewählten Beispielen (Lösungsgleichgewichte, Gasgleichgewichte, Protolysen als umkehrbare Reaktionen und Säure-Base-Gleichgewichte)
Redox-Gleichgewichte und ihre quantitative Betrachtung (Nernst-Gleichung)
Analysemethoden zum Nachweis von Ionen und Molekülen (z. B. Fällungen, Fotometrie)
Gleichgewichtszustände an Beispielen |
| 4. | Massenwirkungsgesetz | Experimente zum und Anwendung des Massenwirkungsgesetzes (z. B. Bildung oder saure Hydrolyse eines Esters)
Berechnung von Gleichgewichtskonstanten |
| 5. | Prinzip vom Zwang | Beeinflussung der Lage von Gleichgewichten durch Druck, Temperatur und Konzentration; Anwendung des Prinzips vom Zwang in der Natur, Technik und Industrie an Beispielen (Haber-Bosch-Verfahren; Ostwald-Verfahren; Kontakt-Verfahren; Hochofenprozess; Methanolherstellung; Gleichgewichte an Membranen; Redox-Gleich- |

- gewichte; Methyl-tert.-butylether-Synthese; Biotechnologische Herstellung von Zitronensäure etc.)
- 6. Anwendungen des Massenwirkungsgesetzes** Autoprotolyse und Ionenprodukt des Wassers; auch mehrstufige Protolysen und Protolysen von Salz-Lösungen; pH-Werte und ihre Berechnung; Stärke von Säuren und Basen (pK_S – und pK_B - Werte); Säure-Basen-Indikatoren

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

- zu 1. Energetik** Systembegriff
Innere Energie; Energieerhaltungssatz; Satz von Hess
Bindungsenthalpien
Gibbs-Helmholtz-Gleichung; exergonische und endergonische Reaktionen; Freie Enthalpie; Berechnung von ΔS°_R – und ΔG°_R – Werten
- zu 2. Stoßtheorie** Zusammenhang zwischen Reaktionsgeschwindigkeit und
Geschwindigkeitsgesetze Konzentration (Ermittlung aus Versuchsergebnissen);
Reaktionsordnung; Zeitgesetz und Mechanismus
- Katalysatoren Anwendungen in Industrie und Technik
Enzymkinetik Bedeutung im Stoffwechsel
- zu 5. Anwendungen des Prinzips vom Zwang** Ökologie und Ökonomie von Prozessen der chemischen
Industrie (Betriebserkundung)
- zu 6. Puffer-Systeme** Henderson-Hasselbalch-Gleichung
Quantitative Bestimmung von Säuren in Lebensmitteln, Haushaltschemikalien
Titrationskurven
- Fällungsreaktionen/- Nachweisreaktionen Anwendung in der Analytik (z. B. Abwasserreinigung, Bodenuntersuchungen, Untersuchung von Düngemitteln, Salze in der Medizin etc.)
- Löslichkeitsprodukt Experimentelle Bestimmung von K_L und Übungsaufgaben dazu

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Eigenständiges Experimentieren; Erstellen und Auswertung von Messergebnissen mit dem Computer (z. B. mit Hilfe einer Tabellenkalkulation); Recherche unter Einbeziehung verschiedener Medien; Expertenbefragung; Betriebsexkursionen; Besuch bei Umweltbehörden; Referate und Präsentation
Mögliche Leitthemen: Verlauf und Antrieb chemischer Reaktionen; Steuerung chemischer Reaktionen; Kinetik und Energetik

Querverweise:

Probleme des Fortschritts: Phil, E, Phy
Krieg und Frieden: G, PoWi, Ek, Eth, Phil, D, E, F, Rus, L, Mu, Spa

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung; Simulation von chemischen Gleichgewichten (Modelle zur Stoßtheorie) und technischen Verfahren; Messen und Auswerten mit dem Computer
Ökologische Bildung und Umwelterziehung; Saurer Regen; Waldsterben

3.2.4 Q4

Q4 GK/LK

Wahlthema Angewandte Chemie

Std.:
GK 24
LK 43**Begründung:**

Der Themenbereich „Angewandte Chemie“ ist zur Vertiefung und Ergänzung der bisherigen Themen gedacht, die bereits anwendungsbezogene und technische Aspekte in angemessenem Umfang berücksichtigen müssen. Alle im Vorwort angesprochenen Basiskonzepte besitzen hier eine übergeordnete Bedeutung. Die so unterschiedlichen Themenbereiche können im Kontext zu Ernährung, Mobilität, Energiegewinnung, Kleidung, Umwelt etc. unterrichtet werden. Die Lernenden erfahren dabei die vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten von Stoffen und Techniken in den unterschiedlichen Bereichen des täglichen Lebens. Wenige Beispiele sollen dies verdeutlichen: Bei der Behandlung der Naturstoffe erkennen die Lernenden, wie die Natur mit wenigen Grundbausteinen eine Vielfalt von Verbindungen hervorbringt, und sie erfahren, dass zu diesen Stoffgruppen wichtige Nährstoffe gehören (Querverbindung zu Q2). An den Kunststoffen bzw. Werkstoffen erkennen sie, wie die Beziehungen zwischen Struktur und Eigenschaft eine gezielte Produktion ermöglicht. Viele davon sind High-Tech-Produkte, die unsere Lebenswelt erheblich beeinflussen. Am Beispiel von großtechnischen Synthesen erfahren sie die Bedeutung von Gleichgewichtsreaktionen für die Ernährung der Menschen, oder an neuen Technologien werden Anwendungen zum Fahrzeug-Antrieb deutlich. Das Problem der „Energieentwertung“ bei Verbrennungsvorgängen oder elektrochemischen Verfahren wird offensichtlich.

Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**Großtechnische Verfahren**

Ammoniaksynthese; Aluminiumherstellung (Vom Bauxit zum Aluminium; Energiebilanz und Umweltprobleme); Großtechnische Elektrolysen (z. B. Chloralkali-Elektrolyse) und Weiterverwertung der Reaktionsprodukte; Vom Raps zum Biodiesel; Wasserstofftechnologie (Fotovoltaik, Gewinnung, Speicherung, Transport, Brennstoffzellen); Vom Erdöl zum Perlon oder PVC; Entwicklung, Untersuchung und Wirkungsweise eines Arzneistoffes (z. B. Aspirin, Sulfonamide); Vom Rohstoff zum Produkt (weitere organische Syntheseketten)

Grenzflächenaktive Substanzen

Waschmittel: Herstellung, Struktur und Eigenschaften von Seifen/synthetischen Tensiden; Erklärung der Waschwirkung; weitere Waschmittelinhaltsstoffe (z. B. Bleichmittel, Enzyme, Enthärter, Weißtöner); Belastung der Gewässer durch waschaktive Stoffe und ihre Hilfsmittel
Grenzflächenaktive Substanzen in Technik, Kosmetik, Textilindustrie etc.

Nutzenergiegewinnung

Neuere Batterien und Akkus;
Galvanotechnische Fahrzeugantriebe;
Brennstoffzellen zur Stromerzeugung;
Stromerzeugung durch Kernspaltung: Kernbrennstoffe und Reaktorchemie, Kernwaffen, Strahlenschäden und Strahlenschutz (s. Physik-Lehrplan Q4); Kernfusion;
Kohle, Erdöl und Erdgas als Primärenergieträger (Wärmeleistungswerke, Abwärme), Umweltprobleme bei Kernenergienutzung und Wärmeleistungswerken;
Konzepte zukünftiger Nutzenergieversorgung: Alternativen zu fossilen Energieträgern, Möglichkeiten der Einsparung von Energie

Farbstoffe	Licht und Farbe; Theorien der Farbigkeit; Einteilung der Farbstoffe nach Farbstoffklassen; Synthese von Farbstoffen; Färbetechniken; anorganische Farbstoffe; pH-Indikatoren; Lebensmittelfarbstoffe; Farbfotografie; natürliche Farbstoffe und Pigmente
Werkstoffe	<p>Metalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herstellung von Eisen und Stahl (Vorkommen, Aufbereitung der Erze, Hochofenanlage und -prozess, Roheisen und Stahlgewinnung/-verarbeitung) • Herstellung anderer Gebrauchsmetalle • Metall, Legierung, Halbmetalle (amorphe und kristalline Festkörperstrukturen; Bausteine; Bindungen; Struktur-Eigenschafts-Beziehung; Strukturaufklärung; Metallgitter; Halbleiter) • Korrosion, Korrosionsschutz <p>Natürliche und synthetische Makromoleküle und Feststoffgitter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Silicate (Vorkommen, Aufbauprinzip, technische Silicate); Reinstsilicium; Halbleitertechnologie; Siloxane; Silicone Glas (Geschichte, Herstellung, Struktur); Keramische Werkstoffe • Kunststoffe (vgl. Q2): Klassifizierung (Duroplaste, Thermoplaste, Elastomere); Zusammenhang Struktur-Eigenschaften; Reaktionstypen zur Verknüpfung von Monomeren; Großtechnische Herstellung eines Kunststoffes (Weg vom fossilen Rohstoff zum fertigen Produkt; Entsorgungsproblematik an Beispielen); Polymere mit besonderen Eigenschaften (Hochtemperaturfeste Kunststoffe, Leiterpolymere, Carbonfaser, Kevlar, Verbundwerkstoffe; Klebstoffe, Speichermedien)
Nahrungsmittel	Herstellung; Analyse; Struktur; Abbau im Organismus; Inhaltsstoffe; Zusatzstoffe; Konservierung; Beispiele: Bierbrauen; Joghurtherstellung, Milchverarbeitung, Fettgewinnung, gentechnisch erzeugte Lebensmittel
Umweltchemie/Umweltanalytik	Chemische Untersuchung von Wasser, Boden, Luft und Stoffen des Alltags (qualitative Nachweise ausgewählter Ionen und Moleküle); Verwendung von Mikroorganismen in der Abwasserreinigung und Bodensanierung; Maßnahmen zur Reinhaltung von Luft, Wasser und Boden; chromatographische Verfahren; Fotometrie; Spektroskopie; Nachweisgrenzen/Grenzwerte: Festlegung, Einhaltung, Überwachung

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Eigenständiges Experimentieren; Recherche unter Einbeziehung verschiedener Medien; Expertenbefragung; Betriebsexkursionen; Referate und Präsentation

Mögliche Leitthemen: Je nach gewählter Schwerpunktsetzung: Recherche unter Einbeziehung verschiedener Medien; Expertenbefragung; Betriebsexkursionen; Referate und Präsentation

Querverweise:

Globalisierung: PoWi, G, Ek, Rka, Rev, E, Spa, Rus, Phy, Eth

Naturwissenschaftliches Denken: Bio, Eth, Phil, M, Phy

Energieprobleme: Phy, Ek, Eth

Computersimulationen: Inf, Bio

Messen – Steuern - Regeln: Phy, Spo, Inf

Werkstoffe: Phy

Wahrnehmung: Phy, Mu, G, Rka, Ku, D, Phil, GrA (Thema 3)

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):

Ökologische Bildung und Umwelterziehung
Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung
und Medienerziehung

Q4 LK

Wahlthema Elektrochemie

Std.: 43

Begründung:

Redox-Reaktionen sind deshalb von Bedeutung, weil sie prinzipiell die natürlichen (biologischen) und künstlichen Energiequellen auf unserem Planeten sind. Bei der Umwandlung von chemischer in elektrische Energie, wie sie freiwillig in galvanischen Zellen erfolgt, können Elektronen nutzbare Arbeit leisten. Elektrochemische Vorgänge werden zur Gewinnung und Speicherung von Energie genutzt. Die unterschiedlichen Potentiale einfacher Redoxpaare und die Faktoren, von denen die Größe der Potentiale abhängt, sollen ermittelt werden. Umgekehrt ist die Bildung kleiner Lokalelemente als eine Ursache der Korrosion anzusehen. Solche Zerstörungsprozesse verursachen jährlich immense ökonomische Schäden. Die Umwandlung von elektrischer in chemische Energie nutzt der Mensch zur Herstellung zahlreicher Gebrauchsmetalle aus.

Die folgenden Ausführungen begründen den Unterschied zu einem Grundkurs mit Themenschwerpunkt „Nutzenergiegewinnung“ (aus dem Kurs „Angewandte Chemie“):

Das Donator-Akzeptor-Prinzip als übergeordnete Leitlinie verknüpft diese so unterschiedlich scheinenden Prozesse. Die Zusammenhänge zwischen den Gesetzen der Elektrochemie und der Gleichgewichtslehre werden herausgearbeitet. Es soll die Nernst-Gleichung in enger Beziehung zum MWG, angewandt auf Redoxgleichgewichte, beleuchtet werden (auch Mathematisierung der Versuchsergebnisse). Neben fachwissenschaftlichen Fragestellungen wie z. B. nach der relativen Stärke von Elektronendonatoren und -akzeptoren verbindet das Kursthema solche zur technischen Nutzung von Redoxreaktionen sowie zu wirtschaftlichen und ökologischen Problemen heutiger und zukünftiger Energieversorgung. Die Bedeutung der angewandten Chemie für den heutigen Lebensstandard wird herausgearbeitet.

Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**Elektrochemische Spannungsreihe**

Redoxsysteme und Elektronendruck; elektrochemisches Gleichgewicht; Galvanische Elemente und Vorgänge an Elektroden; Standardpotentiale; Spannungsreihe Zellspannung und Freie Enthalpie

Galvanische Elemente; elektrochemische Stromerzeugung

Auch neuere Batterien (wie Lithiumbatterie, Natrium-Schwefel-Zelle, verschiedene Knopfzellen, Nickel-Cadmium-Akkumulator, Nickel-Metallhydrid-Akkumulator, Brennstoffzellen)
Entsorgung und Recycling von Altbatterien und -akkumulatoren

Nernst-Gleichung und ihre Anwendung

Konzentrationsabhängigkeit der Elektrodenpotentiale; Konzentrationszellen;
(Beispiele: Bestimmung eines Löslichkeitsproduktes; Bestimmung des Ionenproduktes von Wasser; Konzentrationsbestimmungen; Aufbau und Prinzip der pH-Messelektrode; pH-Wert-Abhängigkeit bei Redox-Reaktionen)

Redoxgleichgewichte

Anwendung elektrochemischer Messmethoden (Konzentrationsbestimmung von Ionen); Standardpotentiale und Gleichgewichtskonstante; Redox titrationen

Korrosion, Korrosionsschutz

Lokalelemente, Formen der Korrosion; Korrosionsschutz und wirtschaftliche Aspekte; Rosten von Eisen; korrosionsbeständige Legierungen

Elektrolysen

Redoxvorgänge bei Elektrolysen; Zersetzungsspannung; Überspannung; Abscheidungspotentiale; Elektrolysen in wässriger Lösung und in Schmelzen (Labortechnik)

Herstellung edler Metalle; Kupferraffination; Eloxal-Verfahren; Galvanisieren/Materialveredlung; Faraday-Gesetze

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Eigenständiges Experimentieren; Erstellen und Auswertung von Messergebnissen mit dem Computer (z. B. unter Anwendung einer automatischen Messwerterfassung oder mit Hilfe einer Tabellenkalkulation) Recherche unter Einbeziehung verschiedener Medien; Expertenbefragung; Betriebsexkursionen; Referate und Präsentation

Mögliche Leitthemen: Elektrochemische Prozesse in Chemie und Alltag

Querverweise:

Globalisierung: PoWi, G, Ek, Rka, Rev, E, Spa, Rus, Phy, Eth

Naturwissenschaftliches Denken: Bio, Eth, Phil, M, Phy

Energieprobleme: Phy, Ek, Eth

Computersimulationen: Inf, Bio

Messen – Steuern - Regeln: Phy, Spo, Inf

Werkstoffe: Phy

Wahrnehmung: Phy, Mu, G, Rka, Ku, D, Phil, GrA (Thema 3)

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Computergestützte Messwerterfassung
 Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Entsorgung und Recycling von Altbatterien und -akkus; Korrosionsschutz (auch wirtschaftliche Aspekte); Emissionen bei großtechnischen Elektrolysen und Galvanisierbetrieben

Q4 LK

Wahlthema Komplexchemie

Std.: 43

Begründung:

Für diesen in erster Linie experimentellen Kurs liefert alleine das Auftreten charakteristischer Farben und deren Wechsel bei den zu untersuchenden Übergangsmetallverbindungen eine besondere Motivation. Nach den Erfahrungen auf experimenteller Grundlage werden theoretische Erklärungen auf einfacher Basis herangezogen. Bei der Deutung dieser Erscheinungen wird durch die Anwendung von Struktur- und Symmetrievorstellungen das Denken in Modellen gefestigt. Die Schülerinnen und Schüler lernen unterschiedliche Übergangsmetallverbindungen und Liganden kennen; quantitative Untersuchungen schließen sich an: Korrelation chemisches Gleichgewicht und Stabilität von Komplexen. Neben der Bedeutung von Komplexverbindungen in vielen Bereichen unserer Lebenswelt werden abschließend Modellvorstellungen zur Bindung in Komplexen, mit dem Schwergewicht auf der VB-Theorie diskutiert. Dabei ist es das Ziel, Zugang zu theoretischen Erkenntnissen aus eigenen Experimentalergebnissen zu erhalten, wobei wesentliche Aspekte der allgemeinen Chemie zum Tragen kommen.

Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**Eigenschaften und Reaktionen von Komplexverbindungen**

Verbindungen erster Ordnung und Verbindungen höherer Ordnung (Komplexverbindungen)

Aufbau und Struktur von komplexen Verbindungen

Zentralteilchen, Ligand, Koordinationszahl; Koordinationspolyeder (räumliche Anordnung der Liganden); Nomenklatur; Ligandenaustauschreaktionen; Isomerien bei Komplexen; mehrzählige Liganden; mehrkernige Komplexe; Chelate

Stabilität von Komplexen

Anwendung des chemischen Gleichgewichtes, des Massenwirkungsgesetzes und der Nernst-Gleichung; potentiometrische Bestimmung von Komplexbildungskonstanten

Modellvorstellungen zur chemischen Bindung in Komplexen

Edelgasregel; VB-Theorie

Bedeutung/Verwendung von Komplexverbindungen

Adsorptionsvorgänge in Böden; Komplexverbindungen in der analytischen Chemie (Wasserhärte, Kationen in Mineralwässern etc.); biologisch bedeutsame Komplexverbindungen; Waschmittel; Katalysatoren; Metallgewinnung; Komplexe in der Technik, Krebstherapie, Fotografie etc.

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Eigenständiges Experimentieren; Erstellen und Auswertung von Messergebnissen mit dem Computer (z. B. unter Anwendung einer automatischen Messwerterfassung oder mit Hilfe einer Tabellenkalkulation) Recherche unter Einbeziehung verschiedener Medien; Expertenbefragung; Betriebsexkursionen; Referate und Präsentation (auch in einer Fremdsprache)

Mögliche Leitthemen: Komplexchemie – Ein Beispiel für das Donator-Akzeptor-Prinzip

Querverweise:

Globalisierung: PoWi, G, Ek, Rka, Rev, E, Spa, Rus, Phy, Eth

Naturwissenschaftliches Denken: Bio, Eth, Phil, M, Phy

Energieprobleme: Phy, Ek, Eth

Computersimulationen: Inf, Bio, D, M, Phy

Messen – Steuern - Regeln: Phy, Spo, Inf

Werkstoffe: Phy

Wahrnehmung: Phy, Mu, G, Rka, Ku, D, Phil, GrA (Thema 3)

Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung

4 Abschlussprofil am Ende der Qualifikationsphase

Allgemeine Ziele

- Erarbeitung eines geordneten Wissens zu Grundlagen der allgemeinen und organischen Chemie
- Einsicht in die Arbeitsweise der Chemie
- Grundlagen für eine sachliche, kritische Beurteilung der Anwendung chemischer Erkenntnisse in Alltag, Technik, Natur/Umwelt und Forschung
- Einstellungen zur Natur und Umwelt durch Sachkenntnis über chemische Zusammenhänge
- Einsicht in den Beitrag der Chemie zum Selbstverständnis des Menschen und in die Bezüge der Chemie zum Leben des Menschen und seiner Umwelt und daraus resultierendem verantwortungsbewusstem Handeln gegenüber Gesellschaft und Umwelt
- die Fähigkeit zu selbständigem Arbeiten, zu sachbezogener Kommunikation und zu Kooperation auf der Grundlage fundierter naturwissenschaftlicher Kenntnisse
- LK: Fähigkeit zur Unterscheidung von empirischer und axiomatisch-deduktiver Erkenntnisgewinnung, Theorie und Experiment auf Übereinstimmung und Widerspruch überprüfen können
- LK: mathematische Beschreibung chemischer Zusammenhänge

Fachspezifische Ziele

Kenntnisse

- Konzepte der Chemie (Teilchenkonzept, Donator-Akzeptor-Konzept, Konzept der Struktur-Eigenschafts-Beziehung, Gleichgewichtskonzept, Energiekonzept)
 - Symbole und Modelle der Chemie
 - Horizontale und vertikale Vernetzung fachlicher Inhalte: Einordnung von Fachwissen in größere Zusammenhänge und in fachübergreifende Fragestellungen
 - Phänomene und Begriffe der Chemie
 - LK: Vertieftes Verständnis chemischer Theorien und Modelle (Bindungsmodelle, Reaktionsmechanismen, Wechselwirkungen zwischen kleinsten Teilchen)
- LK: Quantitativ-mathematische Behandlung grundlegender Gesetzmäßigkeiten und Modellvorstellungen

Methoden

- Chemische Experimente durchführen, Versuchsprotokolle erstellen, Beobachtungen deuten und Messdaten auswerten
- Experimente nach vorgelegtem Plan aufbauen oder einfache Experimente selbst planen und durchführen
- Die Simulation von Experimenten mit dem Computer nachvollziehen bzw. durchführen
- Ergebnisse unter Anwendung der Fachsprache verständlich verbalisieren, im Zusammenhang darstellen und adressatenbezogen präsentieren
- Hypothesen begründet aufstellen und Methoden zur Überprüfung angeben
- LK: Den Rang einer Aussage (Definition, Axiom, Hypothese, Gesetz) innerhalb eines Systems von Aussagen beurteilen
- LK: Das Wechselspiel von Hypothese - Experiment - Theorie im Prozess der Erkenntnisgewinnung aufzeigen
- LK: Quantitative Experimente (auch mit Hilfe des Computers) durchführen und auswerten