

LEHRPLAN

CHEMIE

Gymnasialer Bildungsgang

Jahrgangsstufen 8 bis 13



Hessisches Kultusministerium

Inhaltsverzeichnis		Seite
Teil A	Grundlegung für das Unterrichtsfach Chemie in den Jahrgangsstufen 8 bis 13	
1	Aufgaben und Ziele des Faches	2
1.1	Sekundarstufe I	2
1.2	Sekundarstufe II	3
2	Didaktisch - methodische Grundlagen	3
2.1	Sekundarstufe I	3
2.2	Sekundarstufe II	5
3	Umgang mit dem Lehrplan	6
3.1	Sekundarstufe I	6
3.2	Sekundarstufe II	7
Teil B	Unterrichtspraktischer Teil	
	Übersicht der verbindlichen Themen	10
	Der Unterricht in der Sekundarstufe I	11
1	Die verbindlichen und fakultativen Unterrichtsinhalte der Jahrgangsstufen 5 bis 10	11
1.1	Die Jahrgangsstufe 8	11
1.2	Die Jahrgangsstufe 9	16
1.3	Die Jahrgangsstufe 10	21
2	Übergangprofil von Jahrgangsstufe 10 in die gymnasiale Oberstufe	27
	Der Unterricht in der Sekundarstufe II	28
3	Die verbindlichen und fakultativen Unterrichtsinhalte in den Jahrgangsstufen 11 bis 13	28
3.1	Die Jahrgangsstufe 11	28
3.2	Die Jahrgangsstufe 12	33
3.2.1	12.1	33
3.2.2	12.2	38
3.3	Die Jahrgangsstufe 13	42
3.3.1	13.1	42
3.3.2	13.2	46
4	Abschlussprofil am Ende der Qualifikationsphase	53

Teil A

Grundlegung für das Unterrichtsfach Chemie in den Jahrgangsstufen 8 bis 10

1 Aufgaben und Ziele des Faches

1.1 Sekundarstufe I

Ein übergeordnetes Erziehungsziel des Unterrichts 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 Chemie hat ein Theoriengebäude entwickelt, 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 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 beispielhafter Gegenstände 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; in besonderen Fällen ist sogar ein Tausch mit einem anderen Unterrichtsgegenstand aus einer anderen Jahrgangsstufe denkbar. 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 Schülern 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 auszuarbeiten. 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:

- komplexes Denken 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. Da Experimente unterschiedliche Ziele verfolgen, müssen die verschiedenen grundlegenden didaktischen Funktionsformen ebenso berücksichtigt werden wie methodische Funktionen, zu denen die Bildungsfunktion oder Modellexperimente für industrielle Verfahren, zur Arbeitssicherheit und zur Vereinfachung komplexer Systeme etc. zählen. 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. Selbstverständlich besitzen bewährte Verfahren wie beispielweise die entdeckende, die problemorientierte, die darstellend-entwickelnde, die historisch-genetische und besonders die forschend-entwickelnde Vorgehensweise einen wesentlichen methodischen Anteil im Chemieunterricht des gymnasialen Bildungsganges. 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) und diese immer wieder an konkreten Unterrichtsbeispielen eingeübt wird. Neben diesen Arbeitsformen sollten weitere Organisationsformen zum Einsatz kommen, die innerhalb des Chemieunterrichts ebenfalls zu selbstständigem Arbeiten anleiten, wie Lernen an Stationen, Gruppenpuzzles, Projektarbeit, Mind-mapping 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“ (13.2) 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 ausgeschärft 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. Keinesfalls verbindlich sind die in Klammern gesetzten Beispiele. Diese sind als Vorschläge und Anregungen zu verstehen. 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 der letzten Spalte der Tableaus (Bildungs- und Erziehungsaufgaben nach § 6 [4] HSchG) Anregungen für kontextbezogene Problemstellungen entwickelt werden.

Die Reihenfolge der Themen innerhalb einer Jahrgangsstufe steht in einem sachlogischen Zusammenhang, ist aber nicht verbindlich. In singulären Fällen, wie bei der Einführung in die chemische Symbolsprache, ist das Vorziehen der Behandlung eines differenzierten Atommodells möglich. In solchen Fällen muss in Abstimmung mit dem Lehrplan Physik die Fachkonferenz entscheiden. Die Inhalte der Unterrichtseinheiten können also anders miteinander kombiniert und aufeinander bezogen werden. Letztlich müssen aber ein aufbauender Lernprozess gewährleistet sein sowie die Grundlegungen des Übergangsprüfungsprofils am Ende der Jahrgangsstufe 10 erreicht werden. Überhaupt sind Abstimmungen zwischen den Fachkonferenzen (und hier besonders im Aufgabenfeld III) vorzunehmen, um Überschneidungen, Wiederholungen usw. zu vermeiden sowie den fächerübergreifenden Unterricht zu fördern.

Die angegebenen Stundenzahlen besitzen Vorschlagscharakter und helfen bei der Jahresplanung; die Gewichtung der obligatorischen Inhalte bleibt der Lehrkraft überlassen. Diese Freiheit gilt auch für die methodische Gestaltung der Themen.

Die genannten fakultativen Inhalte verstehen sich als Vorschläge zur Ergänzung und Erweiterung der obligatorischen Inhalte, die etwa 2/3 eines Schuljahres ausfüllen sollen. Der Fachlehrerin oder dem Fachlehrer bleibt die Freiheit, eine Auswahl aus dem fakultativen Angebot zu treffen, dieses durch andere Themen zu ersetzen oder die verbindlichen Unterrichtsinhalte durch weitere Beispiele zu vertiefen bzw. zu üben.

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 sind stichwortartig angeführt. Eine inhaltliche Ausgestaltung und Schwerpunktsetzung fällt im Rahmen der verbindlich vorgegebenen Inhalte in die Kompetenzen der jeweiligen Fachkonferenzen und damit der unterrichtenden Lehrerinnen und Lehrer.

3.2 Sekundarstufe II

Alle bereits zur Sekundarstufe I gemachten 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.

Jahrgangsstufe 11

Der Chemieunterricht der Jahrgangsstufe 11 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 Jahrgangsstufe 11 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.

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.

Schwerpunkt des Unterrichts in Jahrgangsstufe 11 ist das Thema „Einführung in die Kohlenstoffchemie“. Das bedeutet auch, dass die beiden verbindlichen Themen nicht gleichmäßig auf die beiden Halbjahre verteilt werden können. Wenn mit dem Thema „Redoxreaktionen“ begonnen wird, kann als Richtlinie gelten, dass dieses Kapitel noch vor den Weihnachtsferien abgeschlossen sein sollte, d.h. es wird nicht das gesamte erste Halbjahr benötigt. Durch Beschluss der Fachkonferenz können die Themen 11.1 und 11.2 auch getauscht werden.

Zum Thema „Einführung in die Kohlenstoffchemie“ werden zwei Alternativen angeboten. Hier entscheidet die Fachkonferenz über die Auswahl. Wird mit Kapitel 2.3 (Gesättigte Kohlenwasserstoffe) begonnen, schließt sich Thema 2.5 (Ungesättigte Kohlenwasserstoffe) an. Wird mit Kapitel 2.4 (Alkane) begonnen, schließt sich Kapitel 2.3 an. Kapitel 2.5 (Ungesättigte Kohlenwasserstoffe) wird in diesem Fall in Jahrgangsstufe 12 unterrichtet. Erfolgt die Behandlung des Kapitels 2.5 bereits in Jahrgangsstufe 11, so ist nicht daran gedacht, auch den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition zu unterrichten (s. Jahrgangsstufe 12).

Qualifikationsphase

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.

Die beiden Kurse zur Kohlenstoffchemie sind so angelegt, dass sie in zwei aufeinanderfolgenden Halbjahren bis einschließlich 13.1 unterrichtet werden. Der Kurs „Das chemische Gleichgewicht“ kann entweder in der Jahrgangsstufe 12.1 oder 13.1 angeboten werden. Die Entscheidung trifft die Fachkonferenz.

Für den Kurs „Angewandte Chemie“ der **Jahrgangsstufe 13.2** 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 realistischere 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 mathematische 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.

Auch im Leistungskurs sind die beiden Kurse zur Kohlenstoffchemie in zwei aufeinanderfolgenden Halbjahren bis einschließlich 13.1 zu unterrichten. Wie im Grundkurs können dies die beiden Halbjahre der Jahrgangsstufe 12 sein. Werden die Halbjahre 12.2 und 13.1 dafür vorgesehen, wird in 12.1

dann das Thema „Antrieb und Steuerung chemischer Reaktionen“ (aus 13.1) angeboten. Die Entscheidung trifft die Fachkonferenz.

In der **Jahrgangsstufe 13.2** 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“ (je nach Beschluss der Fachkonferenz in 13.1 bzw. 12.1) 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 mögliche Kursfolgen

Die nachfolgenden Tabellen geben einen Überblick über mögliche Kursfolgen. Die Entscheidung 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 möglichen 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	Alternative 1	Alternative 2
12.1	Kohlenstoffchemie I	Das chemische Gleichgewicht
12.2	Kohlenstoffchemie II	Kohlenstoffchemie I
13.1	Das chemische Gleichgewicht	Kohlenstoffchemie II
13.2	Ausgewählte Themen zu „Angewandte Chemie“	

Leistungskurse:

Jahrgangsstufe	Alternative 1	Alternative 2
12.1	Kohlenstoffchemie I	Antrieb und Steuerung chemischer Reaktionen
12.2	Kohlenstoffchemie II	Kohlenstoffchemie I
13.1	Antrieb und Steuerung chemischer Reaktionen	Kohlenstoffchemie II
13.2	Ausgewählte Themen zu „Angewandte Chemie“ oder Komplexchemie oder Elektrochemie	

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

Lfd. Nr.	Verbindliche Unterrichtsthemen	Stundenansatz
8.1	Stoffe – Strukturen - Eigenschaften	30
8.2	Die chemische Reaktion	24
9.1	Einführung in die chemische Symbolsprache und ihre Anwendung	32
9.2	Elementgruppen	14
9.3	Elektrolyse und Ionenbegriff	8
10.1	Atombau, Periodensystem und Ionenbindung	16
10.2	Elektronenpaarbindung / Atombindung	10
10.3	1. Säuren, Laugen, Salze 2. Protolysereaktionen	16
10.4	Brennstoffe: Erdöl und Erdgas	12
11	1. Redoxreaktionen 2. Einführung in die Kohlenstoffchemie	20 26
	Übersicht über mögliche Kursfolgen	
	<u>Grundkurse</u>	
12.1	Kohlenstoffverbindungen und funktionelle Gruppen	36
12.2	Technisch und biologisch wichtige Kohlenstoffverbindungen	36
13.1	Das chemische Gleichgewicht	36
13.2	Wahlthema zu „Angewandte Chemie“	24
	<u>Leistungskurse</u>	
12.1	Kohlenstoffverbindungen und funktionelle Gruppen	63
12.2	Technisch und biologisch wichtige Kohlenstoffverbindungen	63
13.1	Antrieb und Steuerung chemischer Reaktionen	63
13.2	Wahlthema zu „Angewandte Chemie“	43
	Wahlthema „Elektrochemie“	43
	Wahlthema „Komplexchemie“	43

Der Unterricht in der Sekundarstufe I

1 Die verbindlichen und fakultativen Unterrichtsinhalte in den Jahrgangsstufen 8 bis 10

1.1 Die Jahrgangsstufe 8

8.1

Stoffe - 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. Es werden Einteilungs- und Ordnungsmöglichkeiten für Stoffe entwickelt (Kontinuumsdenken). 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 dem für die Chemie charakteristischen Denken im Diskontinuum. Es muss der Unterschied zum Modellbegriff des Alltags sauber herausgearbeitet werden. Vorkenntnisse aus dem Fach Physik können aufgegriffen werden.

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

Experimentelles Arbeiten an Beispielen (Experimente mit dem Gasbrenner / Chemie der Kerze etc.)
Sicherheitsregeln für die Ausführung von Experimenten

1.2 Stoffe und ihre Eigenschaften

Stoffbegriff

Körper und Stoff
Unterscheidung Physik und Chemie

Mit den Sinnen wahrnehmbare Stoffeigenschaften
Messbare Stoffeigenschaften

Aggregatzustände und ihre Übergänge

Schmelzen, Sieden, Erstarren, Kondensieren, Sublimieren, Resublimieren; Verdunsten

Lösungen und Löslichkeit

Lösen fester, flüssiger und gasförmiger Stoffe in verschiedenen Lösungsmitteln (Wasser, Alkohol, Benzin)
Massenanteil und Volumenanteil

Saure, alkalische und neutrale Lösungen

Prüfen von Stoffen aus dem Alltag und von Chemikalien aus dem Labor mit natürlichen und künstlichen Indikatoren (z.B. Rotkohlsaft, Radieschen, Rotwein, Lackmus, Universalindikator)
pH-Skala

Gefahren beim Umgang mit Chemikalien

Kennzeichnung von Stoffen aus dem Alltag und von Chemikalien; Entsorgung; Schutzmaßnahmen

Ordnungsprinzipien für Stoffe

Kombinationen mehrerer Eigenschaften von Reinstoffen führen zu Stoffgruppen (z.B. Einteilung nach: metallisch, salzartig, flüchtig etc.).

1.3 Teilchenmodell der Materie

Teilchenvorstellungen

(vgl. Klasse 7, Kap. 7.2 des Physik-Lehrplans)
Einfaches, noch undifferenziertes Teilchenmodell für feste, flüssige und gasförmige Stoffe (Diskontinuumvorstellung)

Anwendung des Teilchenmodells

Deutung der Aggregatzustände (der Dichte, der Diffusion und des Lösungsvorgangs)

1.4 Trennverfahren für Stoffgemische

Reinstoffe

Definition für einen Reinstoff

Homogene und heterogene Stoffsysteme

Trennung von festen und flüssigen Stoffgemischen an Beispielen aus Alltag, Industrie und Umwelt (Anwendung experimenteller Verfahren wie Destillation, Abdampfen, Abscheiden, Filtration, Extraktion)

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**zu 1.2:** Veränderungen von Stoffen beim Erhitzen

Verbrennung, Zersetzung beim Erhitzen (Wachs, Benzin, Alkohol, Styropor, Zucker...); auch Umwandlungen im Alltag beim Kochen, Backen etc., in der Natur

Schmelz- und Siedediagramme

Temperatur-Zeit-Diagramm (sollen Smt. und Sdt. in einem einzigen Experiment ermittelt werden, eignen sich Eis / Wasser, Cyclohexan und wasserfreie Stoffe wie tert. Butanol; ansonsten Stoffe wie Fixiersalz, Wachs, Stearin, Schwefel, Spiritus u.a.)

Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit

Gesättigte, ungesättigte, konzentrierte und verdünnte Lösungen; Graphen zur Löslichkeit
Versuche zur Kristallbildung

Dichte

(vgl. Klasse 7, Kap. 7.4 des Physik-Lehrplans)
Dichtebestimmungen fester (regelmäßiger / unregelmäßiger), flüssiger und gasförmiger Stoffe

Elektrische Leitfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit

(vgl. Klasse 7, Kap. 7.2 des Physik-Lehrplans)

zu 1.4: Chromatographie

Trennung eines Farbstoffgemisches aus Lebensmittelfarbstoffen oder Folienschreibern

Herstellung von Stoffgemischen aus Reinstoffen

Beispiele aus dem Alltag, Industrie etc.

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.

Sorgfältiges Beobachten von Phänomenen und deren klare Beschreibung; Unterscheidung und saubere Trennung von Beobachtung und Deutung; Einüben von kreativem, folgerichtigem und kritischem Denken bei der Deutung.

Förderung der Teamarbeit; Erstellen von Versuchsprotokollen; grafische Darstellung von Messwerten und Auswertung; behutsames Entwickeln der Fachsprache aus der Umgangssprache.

Neben dem Erwerb sozialer Kompetenzen und Methodenkompetenzen sowie der Einübung verbaler Kommunikation ist Projektarbeit möglich zum Thema Stoffgemische (Trennverfahren; Herstellung) sowie zum Umweltbereich Wasser oder zur Abfallsortierung. Experimentelle Hausaufgaben sind denkbar beim Prüfen von Lösungen mit natürlichen Indikatoren oder bei der Herstellung von Stoffgemischen.

Querverweise:

Umgang mit Ressourcen: Ek, Sk 8.2, E, F(1), L

Konsum: D, E(1), Mu 8/11-12, Phy 8.3c, Rka 8.1, Rev 8.3-4, Eth 8.1, Sk 8.2

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

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Messwerterfassung mit dem Computer (Zeit-Temperatur -Diagramm) und Auswertung des gesamten Messprotokolls, Computersimulation zur Teilchenbewegung; Einsatz der Gefahrstoffdatenbank; Internet - Recherche zu Trennverfahren

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Wasserverschmutzung; Aufbereitung von Abwässern (Modellkläranlage); Trinkwasser aus Flusswasser (Meerwasser); Sortierung, Wiederaufbereitung, Verwertung und Entsorgung von Abfall

8.2

Die chemische Reaktion - Stoffumsatz und Energieumsatz

Std.: 24

Begründung:

Die Merkmale chemischer Reaktionen werden an einfachen Umsetzungen erarbeitet; die Begriffe chemische Verbindung und Elementarsubstanz werden definiert. Sauerstoff als Bestandteil der Luft und als Reaktionspartner bei Verbrennungen wird erkannt. Mit der Bildung und Zerlegung von Oxiden werden die Begriffe Oxidation / Reduktion eingeführt. Verschiedene Arten der Brandbekämpfung werden behandelt. Die überragende Bedeutung von Wasser und die besonderen Eigenschaften von Wasserstoff werden herausgearbeitet. Die Stoffumwandlung führt zur Änderung von Eigenschaften, die im weiteren Verlauf durch Strukturänderungen gedeutet werden (s. Klasse 9). Erste einfache Betrachtungen zum Energiebegriff werden angestellt. Am Beispiel der Luft und des Wassers werden Umweltbezüge deutlich.

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

Verschwinden von Stoffen und Entstehung neuer Stoffe mit neuen Eigenschaften an charakteristischen Beispielen; auch chemische Reaktionen aus dem Erfahrungsbereich der Schülerinnen und Schüler aus Alltag und bisherigem Unterricht (z.B. Zersetzung beim Erhitzen, vgl. 8.1.2)

Reaktionen von Metallen und Nichtmetallen mit Luft (Sauerstoff)

Wiederholung bzw. Vertiefung der Eigenschaften von Metallen und Nichtmetallen
Vergleich der Eigenschaften der verwendeten Edukte mit denen der Produkte; Oxidation als Reaktionstyp; mögliche Ursachen der Oxidbildung

Quantitative Zusammensetzung der Luft

Experimentelles Erarbeiten des Sauerstoffanteils der Luft; natürliche Luftbestandteile; Eigenschaften von Sauerstoff und Stickstoff; Spurengase; Umweltgefährdung durch Nichtmetalloxide in der Atmosphäre

Chemische Reaktionen und Energieumsatz

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

Verbindungen und Elementarsubstanzen

Synthese (z.B. von Silbersulfid, Kupfer(I)-iodid) und Zerlegung (z.B. Thermolyse von Silbersulfid, Silberoxid, Kupfer(I)-iodid, Diiodpentaoxid) binärer Verbindungen; Einführung des Reduktionsbegriffs
Definition Verbindung und Elementarsubstanz
Unterscheidung zwischen Zerlegung von Verbindungen und Trennung von Gemischen

Verbrennungsvorgänge in Alltag und Umwelt

Verbrennung von Kohlenwasserstoffen und anderen Brennstoffen
Bedingungen für Verbrennungen / Brände; Explosionen
Feuerlöschen und Brandschutz
Energetische Nutzung der Verbrennung: Motor, Heizung

2.2 Wasser und Wasserstoff

Eigenschaften und Bedeutung des Wassers
Synthese von Wasser
Eigenschaften von Wasserstoff; Katalysatoren
Kreislauf des Wassers; Wasserstoff als Energieträger

2.3 Gesetz von der Erhaltung der Masse

Quantitative Versuche im offenen und geschlossenen System

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**zu 2.1**Unterscheidung Oxidation und Verbrennung
Gasbrenner (vgl. 8.1.1)

Chemische Reaktion zwischen Metallen und Schwefel

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

zu 2.2Sauerstoff und Oxidation
Historische Aspekte (Lavoisier, Scheele)
Kreislauf des Sauerstoffs
LuftverflüssigungEndotherme und exotherme Reaktionen im Alltag
Wasser und seine Grenzen als Löschmittel
Wasserersetzung durch Thermolyse, Elektrolyse und
Photolyse (Kupfer(I)-chlorid als Katalysator)

Wasseruntersuchung mit analytischen Schnelltestverfahren

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Festigung und Erweiterung der experimentellen Fähigkeiten (Beachtung von Sicherheitsregeln, Umgang mit gefährlichen Stoffen); selbstständige Planung von Experimenten und selbstständige Verfassung von Versuchsprotokollen üben; Umgang mit Reaktionsschemata (verbale und symbolische Kommunikation); Beschaffung von Informationen durch unterschiedliche Medien; Kurzreferate zu ausgewählten Themen; Stationenlernen (z.B. bei Wasseruntersuchungen).

Projektunterricht ist möglich zum Umweltbereich Luft, Wasser oder zu Verbrennungsreaktionen.

Experimentelle Hausaufgaben sind denkbar zur Chemie im Haushalt oder zu Versuchen mit Flüssigkeiten wie Wasser.

Querverweise:**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

1.2 Die Jahrgangsstufe 9

9.1 Einführung in die chemische Symbolsprache und ihre Anwendung

Std.: 32

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 ein Wechsel vom Denken im stofflichen Kontinuum hin zur Diskontinuumsbetrachtung. Die Dalton - Theorie erlaubt die Weiterentwicklung von Modellvorstellungen zum Aufbau der Materie. Mit Hilfe von Oxidationsreaktionen / Sulfidbildungen können Begriffe wie Atom, Molekül, Atomverband, Formeleinheit als kleinste Teilchen von Elementen und Verbindungen - zunächst in bildhaften Strukturen - verstanden werden. Am Beispiel von Oxid- und Sulfidbildungen sowie an Verbrennungen von Kohlenwasserstoffen werden erstmalig Reaktionsschemata in quantitative Reaktionsgleichungen umgewandelt. Redoxreaktionen, als Übertragung von Sauerstoff (unter Änderung von Oxidationszahlen) sind ein erstes Beispiel für das Donator-Akzeptor-Prinzip. Aus Erzen (Massenrohstoffe) werden Metalle erhalten, deren technische und alltägliche Nutzung erarbeitet werden. Beim Erstellen von Formeln und Redoxgleichungen werden Oxidationszahlen als wichtiges Hilfsmittel eingesetzt. Eine exakte Fach- und Symbolsprache soll gelernt und weiter geübt werden.

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

Gesetz der konstanten Massenverhältnisse

Erarbeitung des Gesetzes (am Beispiel der Bildung / Zerlegung von Oxiden / Sulfiden)

Es können zur Bestätigung des Gesetzescharakters auch Messwerte weiterer quantitativer Experimente mitgeteilt werden.

Atomhypothese von Dalton

Auch Deutung der Grundgesetze aus der Sicht des Diskontinuums

Abgrenzung der Begriffe Gesetz, Hypothese, Modellvorstellung

Chemische Symbole und ihre Bedeutung

Elementsymbole; Umgang mit dem Periodensystem
Größe und Masse von AtomenMasseneinheiten (u, g) und Proportionalitätsfaktor ($L = 6,023 \cdot 10^{23}$), Stoffmenge und ihre Einheit, molare Masse**1.2 Chemische Formeln und Reaktionsgleichungen**

Verhältnisformel

Experimentelle Erarbeitung der Verhältnisformel einer binären Verbindung (z.B.: Metalloxid, Metallsulfid)
Qualitative und quantitative Bedeutung von Symbolen und Verhältnisformeln

Verhalten von Gasen

Kinetisches Modell eines Gases (auch gaskinetische Deutung von Druck und Temperatur)

These von Avogadro; molares Volumen; molare Masse von Gasen;

Zweiatomigkeit gasförmiger Elementmoleküle

Atome, Moleküle, Atomverbände	Einsatz von Kugel- und Kalottenmodellen und bildlicher Darstellungen von Atomen, Atomverbänden, Molekülen, Formeleinheiten etc. Molekülformeln einfacher binärer Verbindungen (Wasser, Ammoniak, Hydrogenchlorid, Methan)
Oxidationszahl	Oxidationszahl als Wertigkeit mit Vorzeichen
Reaktionsgleichungen	Einfache Reaktionsgleichungen in der Symbolsprache (Umsetzungen der bisherigen Reaktionsschemata; vgl. 8.2.1 und 8.2.2)

1.3 Redoxreaktionen

Ausgewählte Redoxreaktionen mit Metall- und Nichtmetalloxiden sowie entsprechenden Reduktionsmitteln (Metalle / Nichtmetalle); Redoxbegriff; Entwickeln einer Affinitätsreihe von Elementen zu Sauerstoff
Redoxreaktionen zur Herstellung von Gebrauchsmetallen

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

zu 1.1: Historische Aspekte	Historische Entwicklung des Atombegriffs, der Grundgesetze und der Symbolsprache
zu 1.2: Molekülformel	Experimentelle Erarbeitung einer Molekülformel (z.B. von Wasser, Ammoniak, Hydrogenchlorid, Methan) Volumenverhältnisse bei Gasreaktionen (Gesetz von Gay-Lussac)
zu 1.3: Einfache stöchiometrische Rechnungen	Anwendung von Größengleichungen

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. Bei diesem Themenblock können neben fachlichen Kenntnissen auch soziale, historische und ökonomische Aspekte einbezogen werden. Dabei eröffnen sich Möglichkeiten des selbstständigen Arbeitens wie Schülerreferate, neue Medien oder Präsentationen.

Querverweise:

Ökonomie – Industrialisierung: Sk 9.1-2, G 9.3, Ek, Rka 9.2, Rev 9.2, D, F, E, Spa, Ita, Rus, L (1/2)

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

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Simulation von technischen Verfahren; Informationen / Animationen aus dem Internet / CD-ROM
Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Einsatz und Emissionen bei der Produktion von Gebrauchsmetallen; Ressourcenfrage: Erze

9.2

Elementgruppen

Std.: 14

Begründung:

Durch die eingehende Betrachtung wichtiger Elementfamilien - Alkalimetalle, Erdalkalimetalle, Halogene - werden Einsichten über den Aufbau des Periodensystems ausgeschärft. Es können Ordnungsprinzipien der Elementgruppen entwickelt und daraus Eigenschaften abgeleitet und Reaktionen vorhergesagt werden. Vielschichtige Zusammenhänge können an Reaktionen neuer Stoffe geordnet, dargestellt und die Fach- und Formelsprache weiter geübt werden. Wichtige Grundchemikalien der chemischen Industrie werden kennen gelernt.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**2.1 Alkalimetalle**

Eigenschaften und Verwendung der Metalle und ihrer Verbindungen; chemische Reaktionen
Alkalilaugen (vgl. 8.1.2); Systeme Alkalimetall / Wasser bzw. Alkalimetalloxid / Wasser; feste Hydroxide; Gefahren beim Umgang mit Laugen

2.2 Halogene

Eigenschaften und Verwendung; Halogene und ihre Verbindungen im Alltag
Chemische Reaktionen mit Metallen; Salzbegriff
Reaktionen mit Wasserstoff (Hydrogenhalogenide)
Wässrige Lösungen der Hydrogenhalogenide (am Beispiel Salzsäure, vgl. 8.1.2)

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

Erdalkalimetalle

s. Stichworte Alkalimetalle (Schwerpunkte Calcium und Magnesium)

Flammenfärbung

Alkalimetallverbindungen und Erdalkalimetallverbindungen

Verwendung von Laugen in Haushalt, Industrie etc.

Rohrreiniger, Abbeizmittel, Laugenbrezel etc.

zu 2.3: Nachweisreaktionen von Halogeniden

Fällungsreaktion mit Silbernitrat-Lösung

Chlor aus Sanitärreinigern

Heimische Salzlagerstätten

Schwarz-Weiß-Fotografie

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Dieser Themenblock erlaubt Übungen zur Festigung und Vertiefung. Daneben werden weiterhin Methoden der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung angewendet. Einsichten in Sicherheitsmaßnahmen und ein sachgerechter Umgang mit Gefahrstoffen vertiefen die Methodenkompetenz.

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

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Arbeiten mit elektronischen Fachlexika; Informationen aus dem Internet über spezielle Produkte der chemischen Industrie; Einsatz der Gefahrstoffdatenbank im Unterricht

9.3

Elektrolyse und Ionenbegriff

Std.: 8

Begründung:

Aus Leitfähigkeitsmessungen fester, flüssiger und gelöster Stoffe werden Phänomene gewonnen, die ein Verständnis innerer Strukturen von Atomen erforderlich machen. Elektronen als negative Ladungsträger, Ionen als Bestandteile von Salzlösungen und als Bausteine von Salzkristallen werden kennen gelernt, neutrale Atome und Moleküle werden davon unterschieden. Elektrolyseversuche verdeutlichen erneut die Beziehungen zwischen Aufbau bzw. Strukturen der Stoffe und ihren Eigenschaften. Schließlich wird die Einsicht in die Behandlung eines differenzierteren Atommodells gewonnen.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**3.1 Leiter und Nichtleiter**

Leitfähigkeitsmessungen an festen, flüssigen und gelösten Stoffen (Metalle und Nichtmetalle; vgl. 8.1.1 und 8.1.2), Isolatoren, Benzin und an wässrigen Lösungen von Ionen und Molekülverbindungen

3.2 Ionen als Ladungsträger

Versuche zur Ionenwanderung
Begriffe Kathode / Kation, Anode / Anion, Elektrolyt / Elektrode etc.

3.3 Elektrolyse einer wässrigen Metallhalogenid-Lösung

(z.B. Lösungen von Kupfer(II)-bromid, Kupfer(II)-chlorid, Zinkbromid, Zinkiodid)
Vereinfachte Reaktionsgleichungen zur Deutung der Vorgänge an den Elektroden; Modellvorstellungen

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

Ursprüngliche Deutung der Ionenbildung aus Molekülen durch Wirkung des elektrischen Stromes; Bedeutung der Arbeiten von Arrhenius, van't Hoff, Ostwald etc.

zu 3.3: Schmelzfluss-Elektrolyse; Erklärung des Ladungstransports

z.B. von Blei(II)-chlorid, Kupfer(I)-chlorid etc.

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Handlungsorientierte Erschließung der Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften von Ionenverbindungen. Erstellen von Arbeitshypothesen, Entwicklung / Erweiterung von Modellvorstellungen, experimentelle Überprüfung von Hypothesen (Methodenkompetenz wird weiter entwickelt). Neben der Selbstständigkeit durch verbale Kommunikation wird die Schaffung von Orientierungswissen gefördert.

Querverweise:

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

1.3 Die Jahrgangsstufe 10

10.1

Atombau, Periodensystem und Ionenbindung

Std.: 16

Begründung:

Die Wechselseitigkeit von Experiment und Theorie wird bei der weiteren Entwicklung eines differenzierten Atommodells deutlich, d.h. es erfolgt ein Arbeiten mit und ein Denken in Modellvorstellungen. Unter Berücksichtigung historischer Aspekte können Wege und Irrwege zum heutigen Kenntnisstand nachvollzogen werden. Diese Vorstellungen sind zum Verständnis des Aufbaus einzelner Atome aus Elementarteilchen und zum Schalenaufbau der Atomhülle ebenso erforderlich wie zur Edelgasregel, die der Deutung von Reaktions- und Bindungsverhalten dient. Die Bedeutung des Periodensystems als Ordnungsprinzip und Informationsschema wird ausgeschärft. Die Erklärung der Ionenbildung erfolgt auf der Grundlage des Energiestufenmodells. Die Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften von Ionenverbindungen, ein weiteres Beispiel für eine spezifische chemische Denkweise, werden herausgearbeitet. Zur Möglichkeit der Behandlung in der Jahrgangsstufe 9 (vgl. Hinweise in Kapitel 3, Teil A) ist eine Absprache mit dem Unterrichtsfach Physik unerlässlich.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**1.1 Kern-Hülle-Modell**

Rutherford'scher Streuversuch; Eigenschaften von Atombausteinen; Atommasse; Isotope; Elementbegriff (Rein- / Mischelemente); Grenzen des Kern-Hülle-Modells; Berücksichtigung der Ionentheorie

1.2 Energiestufenmodell

Weiterentwicklung des Atommodells durch Bohr; Energiestufen und maximale Besetzung mit Elektronen; Flammenfärbung; Gesetzmäßigkeiten der Elektronenverteilung; Energiestufen / Schalenmodelle ausgewählter Atome (Hauptgruppen); Schalenaufbau und chemische Reaktion (Edelgaskonfiguration, Valenzschale, Wertigkeit); Grenzen des Energiestufenmodells

1.3 Periodensystem der Elemente

Historische Aspekte; Aufbauprinzip des Periodensystems (Ordnungszahl, Hauptgruppen, Perioden)

1.4 Ionenbildung

Bildung von Kationen und Anionen (Modellvorstellungen); Ionenformeln

1.5 Ionenbindung

Natriumchlorid-Gitter und andere Ionengitter; Koordinationszahl; Eigenschaften von Ionenverbindungen

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

zu 1.1 / 1.2: Historische Aspekte

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

zu 1.4 / 1.5: Anwendung der Ionentheorie

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Neben Handlungsorientierung durch Bildung von Hypothesen, Arbeiten mit Modellen oder Anwendung von IKG fördert dieser Themenbereich die Selbstständigkeit. 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 und es wird geübt, Erkenntnisse nachzuvollziehen.

Querverweise:**Atombau:** Phy 10.2, G 10.3**Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):**

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Einsatz digitaler Medien z.B. Computerpräsentationen zu Atombau, Ionenbildung, Ionenbindung; Feststoffgitter mit dem Computer; Lernprogramme zum Periodensystem

10.2

Elektronenpaarbindung / Atombindung

Std.: 10

Begründung:

Als aufbauende Bestandteile der flüchtigen Stoffe müssen Moleküle angenommen werden. Mit Hilfe erweiterter Modellvorstellungen werden die polare und unpolare Elektronenpaarbindung erarbeitet. Der Schwerpunkt der Strukturbetrachtungen erfolgt 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. Die räumliche Anordnung der Atome im Molekül, Bindungsrichtung und Bindungswinkel werden mit Hilfe des Tetraedermodells / Elektronenpaar-Abstoßungsmodells abgeleitet und zwar von anorganischen und organischen Molekülen. Am Verhalten polarer und unpolarer Lösemittel gegenüber zu lösenden Stoffen wird der Zusammenhang zwischen Struktur und Stoffeigenschaft aufgezeigt.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

2.1 Valenzelektronenformel	Besetzungsregeln, Lewis-Schreibweise
2.2 Lewis-Formeln	Elementmoleküle; Verbindungsmoleküle Ladungsschwerpunkte; Elektronegativität; polare Elektronenpaarbindung; permanente Dipole Tetraedermodell bzw. Elektronenpaar-Abstoßungsmodell (auch Moleküle organischer Stoffe)
2.3 Wassermolekül als Dipol	Flüssigkeitsstrahl im elektrischen Feld (auch unpolare Stoffe wie Benzin); räumlicher Bau des Wassermoleküls Wasser als Lösemittel für Salze und Molekülverbindungen (Lösungsvorgang / Hydratation, Solvation) Wasserstoffbrückenbindungen

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

zu 2.3: Eigenschaften molekularer Stoffe	Struktur-Eigenschafts-Beziehungen: weitere Beispiele für permanente Dipole; Schmelztemperatur, Siedetemperatur, Löslichkeit, Lösemittel; induzierte Dipole; van-der-Waals-Kräfte
---	--

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. Molekülformeln sollen als Elektronenformeln geschrieben werden. Makroskopisch beobachtbare Phänomene sollen durch Strukturaussagen auf der Teilchenebene gedeutet werden. Dadurch wird die verbale und symbolische Kommunikation vertieft.

Querverweise:**Fachbegriffe:** GrA, L, D, Phy 10.1-3**Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):**

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Moleküle, Molekülgitter mit dem Computer; Molekülmodelle aus dem Internet; „molecular modelling“

10.3

1. Säuren, Laugen, Salze
2. Protolysereaktionen

Std.: 16

Begründung:

Die Behandlung des Themas erfolgt zunächst auf der stofflichen Ebene. Dabei werden Eigenschaften und wichtige Reaktionstypen von Säuren, Laugen und Salzen kennen gelernt. Für die Erschließung dieser drei Stoffgruppen mit ihrer enormen Bedeutung für Natur und Technik existieren zahlreiche Möglichkeiten. Stoffkreisläufe können behandelt werden. Reaktionsgleichungen werden in der Ionenschreibweise formuliert und somit auf die Teilchenebene übertragen. 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.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

3.1 Herstellung und Eigenschaften von Laugen	Vgl. 8.1.2 und 9.2.1; Hydroxid- und Metall-Ion Anwendung der Ionentheorie; Ionengleichungen
3.2 Herstellung und Eigenschaften von Säuren	Salzsäure (vgl. 9.2.2); Schweflige Säure; Schwefelsäure und / oder Salpetersäure; H ⁺ -Ion und Säurerest-Ion; Verwendung in Haushalt und Industrie (Reiniger, Konservierungsmittel etc.); Gefahren im Umgang mit Säuren; Anwendung der Ionentheorie / Ionengleichungen Emissionen von Stickstoff- und / oder Schwefeloxiden (saure Niederschläge)
3.3 Säure-Base-Theorie nach Brönsted	Protonendonator / -akzeptor; korrespondierende Säure-Base-Paare; Wassermolekül als Ampholyt
3.4 Anwendungen der Säure-Base-Theorie nach Brönsted	Stoffmengenkonzentrationen; Maßanalyse: Titration (Beispiele: Backofenreiniger, Kalklöser, Cola-Getränk, Nahrungsmittel, Wein, Kalkgehalt von Böden); Rechnungen über Größengleichungen
Neutralisation	Ionengleichungen mit H ₃ O ⁺ - Ionen
Salzbildungen	vgl. 9.2.2, 10.1.4 und 10.1.5; Ausgewählte Halogenide, Sulfate, Nitrate, Carbonate; Kreislauf des Kalks Gips aus der Rauchgaswäsche Düngemittel

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

zu 3.1:	Herstellung von Ammoniak und wässrige Ammoniaklösung
zu 3.4: 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
Schwerlösliche Salze	Nachweis ausgewählter Kationen und Anionen durch Fällung Herstellung von Silberoxid aus Silber (vgl. 8.2.1) als Beispiel für eine Recycling-Maßnahme

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 enorm erweitert und die Sachkenntnis über chemische Zusammenhänge gefestigt. Die selbstständige Beschaffung von Informationen (z.B. Expertenbefragung oder Internetrecherchen) kann weiter geübt, die verbale und symbolische Kommunikation weiter gefördert werden. 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 angewandt werden.

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

Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: 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

10.4

Brennstoffe: Erdöl und Erdgas

Std.: 12

Begründung:

Die Thematik bietet Möglichkeiten, die Bedeutung der Chemie im Kontext technischer und wirtschaftlicher Aspekte sowie von Umweltbezügen exemplarisch aufzuzeigen. Daneben werden fachbezogene Inhalte des vorangegangenen Kapitels 10.2 angewendet und vertieft.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

- | | |
|---|---|
| 4.1 Erdöl und Erdgas als Energieträger und Rohstoffe | Von der Bildung bis zur Verarbeitung und Verwendung (fraktionierte Destillation von Rohöl, Cracken von höher-siedenden Fraktionen, Siedeanalyse von Benzin des Handels etc)
Vergleich Heizöl / Erdgas / Kraftstoffe als Energieträger; wirtschaftliche Aspekte; Umweltschutz |
| 4.2 Gesättigte Kohlenwasserstoffe | Eigenschaften und Reaktionen gasförmiger und flüssiger Alkane; qualitative Elementaranalyse; Bindungsverhältnisse und Strukturformeln |

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

- | | |
|--|--|
| zu 4.1: Vorgänge im Verbrennungsmotor | Otto- und Dieselmotor; Abgaskatalysator; Modellversuch zum Ottomotor (Explosion von Benzin-Luft-Gemischen) |
|--|--|

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

Kurzreferate und Protokolle; Schülerversuche fördern Kompetenzen in sozialen und methodischen Bereichen. Die großtechnische Verarbeitung von Erdöl und Erdgas erlaubt Einblicke in ausgewählte Produktionsverfahren, wobei der Einsatz neuer Medien oder Expertenbefragung möglich ist. Betriebserkundigungen, um Einblicke in die Arbeitswelt zu gewinnen

Querverweise:

Umgang mit Ressourcen: Phy 10.3, Sk 10.3, G 10.5, E(1), F(1)

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

Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Emissionen bei der Verbrennung fossiler Energieträger; Ressourcenfrage bei Brennstoffen
Informations- und kommunikationstechnische Grundbildung und Medienerziehung: Informationsbeschaffung aus dem Internet zum Thema Brennstoffe

2 Übergangprofil von der Jahrgangsstufe 10 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.

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
- Sicherheit im Anwenden der chemischen Fachsprache
- Sicherheit im Umgang mit dem Periodensystem
- Methodenkompetenz bei Recherche und Ergebnispräsentation auch mit Hilfe neuer Medien (Computerprogramme, Internet)

Kenntnisse über 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

Kenntnisse über 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, Energiestufenmodell, Atomkern) und Grenzen der Modellaussagen
- Modelle chemischer Bindungen (Ionenbindung, Elektronenpaarbindung, Dipolmolekül)
- Verhältnis- und Molekülformel

Kenntnisse über 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
- Sicherer Umgang mit der chemischen Symbolik und mit Größengleichungen

Der Unterricht in der Sekundarstufe II

3 Die verbindlichen und fakultativen Unterrichtsinhalte in den Jahrgangsstufen 11 bis 13

3.1 Die Jahrgangsstufe 11

11

1. Redoxreaktionen

Std.: 20

Begründung:

An Redoxreaktionen, einem typischen Beispiel für das Donator - Akzeptor - Prinzip, werden die vorhandenen Kenntnisse aus der allgemeinen Chemie kompensiert und vertieft. Beim Erstellen von Formeln und Redoxgleichungen werden alle Änderungen der Oxidationsstufen mit Hilfe von Oxidationszahlen verdeutlicht. Auch anspruchsvollere Redoxreaktionen mit Molekülen und Molekül - Ionen können behandelt werden. Zum Verständnis dieser Elektronenübertragungen erfahren die bereits bekannten Modellvorstellungen vom Feinbau der Atome und über die chemische Bindung eine weitere Ausschärfung. Eine Reihe von Inhalten erlauben auch Vertiefungen oder Kompensationen zur Säure-Base-Theorie nach Brönsted, einem weiteren Beispiel für das Donator-Akzeptor-Prinzip. 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.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben: Stichworte (zur Auswahl):**1.1 Der Redoxbegriff**

Versuche mit den Systemen: Metall / Nichtmetall (z.B. Sauerstoff und Chlor)
Neudefinition der Begriffe Oxidation, Reduktion, Redoxreaktion, Oxidationsmittel, Reduktionsmittel; Herausarbeitung der Unterschiede zur bisherigen Definition (vgl. S I - Plan 9.1)

1.2 Ausgewählte Redoxreaktionen
Redoxreaktionen in fester Phase

Vertiefung des Donator-Akzeptor-Prinzips an ausgewählten Redoxreaktionen (Beispiele aus der bereits bekannten Affinitätsreihe (vgl. S I - Plan 9.1.1), Feuerwerkerei, Zündhölzer etc.)

Oxidationszahlen

Verschiebung oder Aufnahme / Abgabe von Elektronen als Charakteristikum bei Redoxreaktionen; Aufstellen von Reaktionsgleichungen für die genannten Redoxreaktionen in fester Phase oder in Lösung; weitere Beispiele mit Ionenverbindungen und Molekülen

Redoxreaktionen in wässriger Lösung

Reaktionen zwischen Metallen / Metallionen in Lösung und von Nichtmetallen / Nichtmetallionen in Lösung; Redoxreihe der Metalle und Nichtmetalle; Elektronendonator / - akzeptor- Paare
Redoxreihe

Elektrochemische Spannungsquellen

Primär- und Sekundärelemente zur Nutzenergiegewinnung und -speicherung; Energiebetrachtungen (Beispiele: Galvanische Zellen wie Daniell-Element, Zink/Braunstein- oder Zink/Luft- oder Zink-Brom-Element,

	Brennstoffzellen) Bleiakkumulator (Autobatterie) Entsorgung und Recycling von Altbatterien und -akkumulatoren
Elektrolysen	Redoxvorgänge bei Elektrolysen; (Beispiel: Zinkbromid-Lösung etc.) Großtechnische Elektrolysen (Beispiele: Chloralkalielektrolyse, Galvanisieren etc.)

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

zu 1.2

Redox-Reaktionen mit Molekülen und Molekül-Ionen	Nachweis des Elektronenübergangs (galvanische Elemente) z.B. bei Systemen wie $(\text{SO}_3)^{2-}_{\text{aq}} / (\text{MnO}_4)^{-}_{\text{aq}}$ oder $\text{Ag}^+_{\text{aq}} / \text{H}_2\text{O}_2$; Notwendigkeit der Säure- bzw. Laugzugabe; Erstellen komplexerer Redox-Gleichungen
Historische Aspekte	Galvani, Volta
Großtechnische Elektrolysen	(Beispiel: Aluminiumgewinnung "Vom Bauxit zum Aluminium"; ökologische Betrachtungen)
Redoxreaktionen zur Herstellung von Gebrauchsmetallen	Beispiel 1: Eisen und Stahlerzeugung - Aufbereitung des Eisenerzes; Hochofenprozess, Stahlerzeugung; Eisenherstellung 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.

<p>Querverweise:</p> <p>Stadt: L, GrA, G, PoWi, Ek, Phil, F, Rus Klima und Boden: Ek, PoWi Chemische Bindungen: Bio Programmierung – Simulation: Inf, M, Phy, PoWi</p>	<p>Berücksichtigung von Aufgabengebieten (§6 Abs. 4 HSchG):</p> <p>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</p>
--	--

Begründung:

Unter Berücksichtigung der Kenntnisse aus der Sekundarstufe I erfolgt ein erster Einblick in die Kohlenstoffchemie. Am Beispiel einfacher Kohlenwasserstoffe oder einfacher Alkanole werden alle erforderlichen Grundlagen zum Verständnis der organischen Chemie gelegt. Es wird die fachliche Basis für vertiefende Arbeitsweisen in der Qualifikationsphase geschaffen. Der Unterricht folgt der klaren und übersichtlichen Systematik; die verschiedenen funktionellen Gruppen sind ebenso eine Leitlinie des Unterrichts wie der Zusammenhang zwischen Struktur und Stoffeigenschaft. Zu den erforderlichen Grundlagen zählen u.a. der Weg zur Molekül- und Konstitutionsformel, die Nomenklaturregeln, das Phänomen der Isomerie (Konstitutions- und Stereoisomerie). Für die Betrachtung räumlicher Strukturvorstellungen organischer Moleküle wird das Tetraedermodell herangezogen. Die wichtigsten Reaktionen der Kohlenwasserstoffe bzw. Alkanole wie Verbrennung / unvollständige Oxidation, Substitution und Addition werden ebenso behandelt wie einfache, zu diesen Reaktionstypen „gehörende“ Reaktionsmechanismen. Der Modellcharakter dieser Mechanismen muss verdeutlicht werden. Die bedeutende Rolle einfacher organischer Stoffe in der Technik, Lebenswelt, Umwelt etc. wird beispielsweise an Destillationsprodukten des Erdöls, Halogenkohlenwasserstoffen oder alkoholischen Gärung herausgearbeitet. Soll die Herstellung von Alkanolen durch nucleophile Substitution unterrichtet werden, so ist die Behandlung der Halogenalkane Voraussetzung.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben:**Stichworte (zur Auswahl):**

- | | | |
|------------|---|---|
| 2.1 | Vergleich der Eigenschaften ausgewählter Kohlenstoffverbindungen | Begriffsbestimmungen; Eigenschaften und Zusammensetzung ausgewählter organischer Verbindungen im Vergleich zu anorganischen Verbindungen |
| 2.2 | Weg zur Molekül- oder Summenformel | qualitative Elementaranalyse ausgewählter Kohlenstoffverbindungen: Nachweis von Kohlenstoff, Wasserstoff, Halogenen, Sauerstoff, Stickstoff etc. (vgl. S I - Plan 10.4)
quantitative Elementaranalyse (nach Liebig) und Berechnung der Verhältnisformel
Bestimmung der molaren Masse nach verschiedenen Methoden und Berechnung der Molekülformel (Summenformel)
Beispiele: Methan (Erdgas), Butan (Feuerzeuggas), Ethanol |
| 2.3 | Alternative 1:
Gesättigte Kohlenwasserstoffe | Alkane und Cycloalkane
Homologe Reihe und Stoffeigenschaften der Alkane (z.B. Siede- und Schmelztemperatur, Löslichkeit)
Van-der-Waals-Kräfte
Tetraedermodell
Valenzstrichformel und räumliche Struktur (Konstitution); Konformation und Isomerie (Konstitutionsisomerie); Nomenklaturregeln
Chemische Reaktionen (Verbrennung, Halogenierung)
Mechanismus der radikalischen Substitution |
| | Halogenkohlenwasserstoffe (Halogenalkane) | Nomenklatur; polare Elektronenpaarbindungen; permanente Dipolmoleküle / Tetraedermodell; Struktur-Eigenschafts-Beziehungen; Eigenschaften und Reaktionen / Nachweisreaktion; Umweltgefährdung durch CFKW in der Atmosphäre |
| 2.4 | Alternative 2:
Alkanole | Strukturformel des Ethanolmoleküls
Homologe Reihe und Stoffeigenschaften; Nomenklatur; Herstellung von Ethanol durch alkoholische Gärung Ein- |

fluss der Hydroxylgruppe auf die Eigenschaften (Vgl. mit Alkanen und Wasser):

Schmelz- und Siedetemperatur; Löslichkeit (Hydrophilie/Lipophilie); Wasserstoffbrückenbindungen; Tetraedermodell (Elektronenpaarabstoßungsmodell); Valenzstrichformel und räumliche Struktur (Konstitution / Konfiguration); primäre, sekundäre, tertiäre Alkanole; Isomerie (Konstitutionsisomerie); Chemische Reaktionen (Verbrennung und unvollständige Oxidation); Anwendung von Oxidationszahlen; Oxidationsmittel (z.B. Kupfer(II)-oxid, Dichromat-Ionen, Permanganat-Ionen, Anode; Nachweis der organischen Reaktionsprodukte)

2.5 Ungesättigte Kohlenwasserstoffe

Ethen, Ethin; Herstellung durch Eliminierung; Homologe Reihe und Stoffeigenschaften; Nomenklatur; abgewandeltes Tetraedermodell zur C-C-Mehrfachbindung; räumliche Struktur (Konstitution, Konfiguration); Isomerie (E/Z-Isomerie); Chemische Reaktionen: Reaktionstyp der Addition von X_2 und Nachweis der C-C-Mehrfachbindung (Addition von Brom)
Bedeutung im Alltag und der Industrie

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

zu 2.1 Sonderstellung des Kohlenstoffatoms
Historische Entwicklung der Organischen Chemie

Ketten, Ringe, Einfach- und Mehrfachbindungen
Friedrich Wöhler; „vis vitalis“

zu 2.3 Gaschromatographie

Auswertung einfacher Gaschromatogramme
(Kohlenwasserstoffe, Alkanole etc.)

Methan

Biogasherstellung (Methangärung); Gashydrate („brennendes Eis“)

Bedeutung von Halogenkohlenwasserstoffen

Bedeutung in Technik, Alltag, Umwelt; Toxizität

zu 2.4 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

größtechnische Bedeutung; Alkohole als Treibstoffzusatz

Arbeitsmethoden der Schülerinnen und Schüler/Hinweise und Erläuterungen:

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

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 Jahrgangsstufe 12

3.2.1 12.1

GK 12.1

Kohlenstoffchemie I: Kohlenstoffverbindungen und funktionelle Gruppen

Std.: 36

Begründung:

Die umfassende Bedeutung der Kohlenstoffverbindungen 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 Kohlenstoffverbindungen 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 Kohlenstoffverbindungen (Jahrgangsstufe 12.2). 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: Stichworte (zur Auswahl):**1. Eigenschaften und Reaktionen von Kohlenstoff-Wasserstoff Verbindungen**

Alkane

s. Unterrichtsinhalte Klassenstufe 11: Nur soweit dort nicht behandelt.

Alkene, Alkine, Polyene

Herstellung ungesättigter Kohlenwasserstoffe (auch als Crack-Produkte langkettiger Alkane);

2. Alkanole

s. Unterrichtsinhalte der Alternative 2 (Klassenstufe 11).
Zusätzlich:
Reaktionen der Alkanole; Reaktionstyp der Substitution;
Redox-Reaktionen primärer und sekundärer Alkanole; Unterschied zu tert. Alkanolen
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 Mechanismus der Esterbildung und -verseifung
Derivate der Monocarbonsäuren (Hydroxy- und Aminosäuren)

- 5. Aromatische Kohlenwasserstoffe** Benzol: Eigenschaften und aromatische Struktur; Mesomerie
Geschichte der Strukturaufklärung des Benzols
Homologe und Derivate des Benzols

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

- zu 1.** Alkene Mechanismus der Addition von Molekülen des Typs X_2

Polymerisation von Ethen oder substituierten Alkenen
Pyrolyse und Recycling von Polymerisaten; Kunststoffabfälle
- Diene Butadien, Kautschuk und Gummi
- zu 2.** Alkanole Alcotest-Reaktion 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.** Benzol Verwendung von Benzolderivaten: 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; Kohlenstoffverbindungen: 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

LK 12.1

Kohlenstoffchemie I: Kohlenstoffverbindungen und funktionelle Gruppen

Std.: 63

Begründung:

In Erweiterung der bisherigen Kenntnisse zur Kohlenstoffchemie aus Jahrgangsstufe 11 werden Kohlenstoffverbindungen mit weiteren funktionellen Gruppen kennen gelernt und untersucht. Makroskopisch beobachtbare Eigenschaften und Reaktionen von Kohlenstoffverbindungen 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 Kohlenstoffverbindungen (12.2). 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 sollen an geeigneten Stellen in den Unterricht integriert werden.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben: Stichworte (zur Auswahl):**1. Eigenschaften und Reaktionen von Kohlenstoff-Wasserstoff-Verbindungen**

Alkane und Cycloalkane

Vgl. Unterrichtsinhalte Klassenstufe 11: Nur soweit dort nicht behandelt.

Alkene, Alkine, Polyene

Reaktionstyp und Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition (X_2 , HX) und der Eliminierung

Herstellung ungesättigter Kohlenwasserstoffe (auch als Crack-Produkte langkettiger Alkane);

2. AlkanoleVgl. Unterrichtsinhalte der Alternative 2 (Klassenstufe 11).
Zusätzlich:
Reaktionen der Alkanole; Reaktionstypen (Substitution, Alkanolatbildung)

Reaktionsmechanismus der nukleophilen Substitution; induktive / sterische Effekte

Redox-Reaktionen primärer und sekundärer Alkanole; Unterschied zu tert. Alkanolen

Mehrwertige Alkanole (Glycol, Glycerin): Verwendung, Eigenschaften und Reaktionen

3. CarbonylverbindungenStrukturmerkmal 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 (Fruchtesenzen und Lösungsmittel) Reaktionstyp und Mechanismus der Esterbildung und – verseifung Derivate der Monocarbonsäuren (Hydroxy- und Amino- säuren, Halogenalkansäuren) Beispiele für Di- / Trisäuren
Spiegelbildisomerie	Milchsäure, Weinsäure, asymmetrisches Kohlenstoffatom, Fischer-Projektion
5. Aromatische Kohlenwasserstoffe	Benzol: Eigenschaften und aromatische Struktur; Meso- merie Geschichte der Strukturaufklärung des Benzens Elektrophile Substitution Homologe und Derivate des Benzens

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

zu 1. Alkane	Orbitalmodell zum Aufbau der Atomhülle Deutung der C-H-, C-C und C-Halogen-Bindung mit Hilfe des Orbitalmodells; induktive Effekte
Cycloalkane	Sessel- und Wannenform; Ringspannung; Vergleich mit und Experimente zu Fullerenen
Alkene, Diene	Butadien Deutung der C-C-Mehrfachbindung mit Hilfe des Orbital- modells Konjugierte, kumulierte, isolierte Doppelbindungen Mesomeriebegriff; Grenzstrukturen Gaschromatographie Reaktionstyp und –mechanismus der Eliminierung;
zu 2. Alkanole Alcotest-Reaktion	Erstellen einer Redox-Gleichung (Nachweis der Elektro- nenübertragung; 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; Al- kansäuren; technische Herstellung von Essigsäure Deutung der Bindungsverhältnisse mit Hilfe des Orbital- modells;
Reaktivität und Eigenschaften von Nit- roverbindungen und anorganischer Säuren	Sprengstoffe Recycling von Explosivstoffen
zu 5. Benzol	Deutung der aromatischen C-C-Bindung mit Hilfe des Or- bitalmodells
Additionsreaktionen an Benzol	Addition von Halogenen; Hydrierung Mechanismus der elektrophilen Substitution Mehrkernige Aromaten

Verwendung von Benzolderivaten: 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 Einblicke in Produktionsverfahren

Mögliche Leitthemen: Reaktionstypen und –mechanismen; Methoden der Strukturaufklärung; Reaktionswege zur Herstellung von Kohlenstoffverbindungen 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 Kohlenstoffverbindungen (z.B. bei der Gaschromatographie)
Ökologische Bildung und Umwelterziehung: Recycling, Aromaten und Umwelt, Umgang mit Gefahrstoffen
Friedenserziehung: Giftgase und Sprengstoffe

3.2.2 12.2

GK 12.2 Kohlenstoffchemie II : Technisch und biologisch wichtige Kohlenstoffverbindungen

Std.: 36

Begründung:

Die umfassende Bedeutung der Kohlenstoffverbindungen 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. **Wegen der Vielzahl der Verbindungen und Stoffklassen zum 1. Thema muss die Fachkonferenz in Absprache mit der Fachlehrerin / dem Fachlehrer jedoch eine individuelle Auswahl mit Schwerpunktsetzungen treffen.** Daneben besteht die Möglichkeit, in der Jahrgangsstufe 13.2 („Angewandte Chemie“) einen weiteren Kurs zu speziellen Gebieten der Kohlenstoffchemie anzubieten. Auch in diesem Kurs können die Bereiche „Korrelation Struktur und Eigenschaft“ sowie „Reaktionstypen und -mechanismen“ als übergeordnete Leitlinien integriert werden. Fachübergreifende Bezüge sind an vielen Stellen möglich und prägen als weitere Leitlinie die Behandlung der vorgesehenen Themen. Das Thema Nr. 3. eignet sich besonders als integrierendes Element für die einzelnen Stoffklassen.

Verbindliche Unterrichtsinhalte/Aufgaben: Stichworte (zur Auswahl):

- | | | |
|----|---|--|
| 1. | Naturstoffe (nach Auswahl von Schwerpunkten) | |
| | Fette | Bau, Eigenschaften, Reaktionen; Gewinnung und Verarbeitung; Bedeutung für die Ernährung |
| | Kohlenhydrate | Mono-, Di- und Polysaccharide: Vorkommen, Eigenschaften und Strukturen
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 |
| 3. | Identifizierung von Kohlenstoffverbindungen | |
| | | Qualitative und quantitative Nachweisverfahren für funktionelle Gruppen
Chemische Analyseverfahren zur Ermittlung der Summenformel und der Konstitutionsformel |

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

zu 1. Fette	Fetthärtung (Margarineherstellung) Untersuchung von Speisefett Kosmetika
Kohlenhydrate	Optische Aktivität und Stereoisomerie; Industrielle Gewinnung von Saccharose aus Zuckerrüben Energiespeicher und Gerüstsubstanz Energiesstoffwechsel (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 Kohlenstoffverbindungen; 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

LK 12.2

Kohlenstoffchemie II : Technisch und biologisch wichtige Kohlenstoffverbindungen

Std.: 63

Begründung:

Die umfassende Bedeutung der Kohlenstoffverbindungen 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. **Wegen der Vielzahl der Verbindungen und Stoffklassen zum 1. Thema muss die Fachkonferenz in Absprache mit der Fachlehrerin / dem Fachlehrer jedoch eine individuelle Auswahl mit Schwerpunktsetzungen treffen.** Die Themen aus Kapitel 3 können an geeigneten Stelle integriert behandelt werden. Das Thema „Farbstoffe“ wurde bei den fakultativen Unterrichtsinhalten angeben. Daneben besteht die Möglichkeit, in der Jahrgangsstufe 13.2 („Angewandte Chemie“) einen weiteren Kurs zu speziellen Gebieten der Kohlenstoffchemie (z.B. auch zu Farbstoffen oder synthetischen Makromolekülen) anzubieten.

Auch in diesem Kurs können die Bereiche „Korrelation Struktur und Eigenschaft“ sowie „Reaktionstypen und -mechanismen“ 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: Stichworte (zur Auswahl):**1. Naturstoffe** (nach Auswahl von Schwerpunkten)

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

3. **Identifizierung von Kohlenstoffverbindungen** Qualitative und quantitative Nachweisverfahren für funktionelle Gruppen
Herkömmliche und moderne Analyseverfahren zur Ermittlung der Summenformel und der Konstitutionsformel (z.B. Massenspektroskopie, IR-Spektroskopie)

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

Farbstoffe	Natürliche und synthetische Farbstoffe Struktur und Lichtabsorption Mesomerie-Modell Textilfärbung; Färbeverfahren
zu 1. Kohlenhydrate	Industrielle Gewinnung von Saccharose aus Zuckerrüben Energiespeicher und Gerüstsubstanz Energienstoffwechsel (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	Silikonkautschuk, -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 Kohlenstoffverbindungen; 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

3.3 Die Jahrgangsstufe 13

3.3.1 13.1

GK 13.1

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: Stichworte (zur Auswahl):

- | | | |
|----|---|--|
| 1. | Umkehrbare Reaktionen und chemisches Gleichgewicht | 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)

Definition des chemischen Gleichgewichts
Modellversuche zum chemischen Gleichgewicht und seiner Einstellung
Statische und dynamische Vorstellungen |
| 2. | Massenwirkungsgesetz | Experimentelle Erarbeitung (z.B. Bildung und saure Verseifung eines Esters) |
| 3. | Prinzip vom Zwang | 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 |
| 4. | Anwendungen des Massenwirkungsgesetzes | Stärke von Säuren und Basen (pK_S – und pK_B – Werte);
Ionenprodukt des Wassers
pH-Werte und ihre Berechnung
Säure-Base-Indikatoren |

Fakultative Unterrichtsinhalte/Aufgaben:

- | | |
|--|---|
| Geschwindigkeit chemischer Reaktionen | 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 |
|--|---|

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 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

LK 13.1

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: Stichworte (zur Auswahl):

- | | | |
|----|---|--|
| 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 ΔH°_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 Verseifung eines Esters) |
| 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**
Geschwindigkeitsgesetze
Zusammenhang zwischen Reaktionsgeschwindigkeit und Konzentration (Ermittlung aus Versuchsergebnissen); Reaktionsordnung; Zeitgesetz und Mechanismus
- Katalysatoren
Enzymkinetik
Anwendungen in Industrie und Technik
Bedeutung im Stoffwechsel
- zu 3. Massenwirkungsgesetz** Berechnung von Gleichgewichtskonstanten
Anwendungen des Prinzips vom Zwang Ökologie und Ökonomie von Prozessen der chemischen Industrie (Betriebserkundung)
- zu 4. Puffer-Systeme** Henderson-Hasselbalch-Gleichung
Quantitative Bestimmung von Säuren in Titrationskurven
Lebensmitteln, Haushaltschemikalien
- 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

3.3.2 13.2

GK / LK 13.2

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 12.2). 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:**Stichworte (zur Auswahl):****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 13.2); Kernfusion;
Kohle, Erdöl und Erdgas als Primärenergieträger (Wärme- kraftwerke, Abwärme), Umweltprobleme bei Kernenergienutzung und Wärmekraftwerken;
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 Farb-

stoffen; Färbetechniken; anorganische Farbstoffe; pH-Indikatoren; Lebensmittelfarbstoffe; Farbfotografie; natürliche Farbstoffe und Pigmente

Werkstoffe

Metalle:

- 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

Natürliche und synthetische Makromoleküle und Feststoffgitter:

- Silicate (Vorkommen, Aufbauprinzip, technische Silicate); Reinstsilicium; Halbleitertechnologie; Siloxane; Silicone
Glas (Geschichte, Herstellung, Struktur); Keramische Werkstoffe
- Kunststoffe (vgl. 12.2): 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

LK 13.2

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:**Stichworte (zur Auswahl):****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

LK 13.2

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:**Stichworte (zur Auswahl):****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