



Thomaeum

Städtisches Gymnasium Thomaeum
Die Mitglieder des Fachbereiches Chemie

Schulinternes Curriculum für die Mittel- und Oberstufe im Fach Chemie

Stand: Frühjahr 2012

Inhalt:

Das Fach Chemie stellt sich vor	4
Warum Chemie?.....	4
Die Erarbeitung des schulinternen Curriculums	5
Was sind die Inhalte des Faches Chemie? Ein Überblick.....	7
Chemieunterricht für Mädchen und Jungen	10
Das Experiment im Chemie-Unterricht	11
Bewertungsmaßstäbe in der Sek I.....	12
Bewertungsmaßstäbe in der Sek II	14
Die schriftliche Abiturprüfung.....	14
Sicherheit im Fach Chemie.....	15
Curriculum Chemie 7. Klasse	16
Curriculum Chemie 8. Klasse	21
Curriculum Chemie 9. Klasse	26
Curriculum Chemie 10. Klasse	30
Curriculum Chemie 11. Klasse	32
Curriculum Chemie 12. Klasse	34
Anhang 1: Betriebsanweisungen für Lehrer und Schüler	36
Anhang 2: Kompetenzen aus dem Kernlehrplan Sek I.....	45

Das Fach Chemie stellt sich vor

Warum Chemie?

„Naturwissenschaft und Technik prägen unsere Gesellschaft in allen Bereichen. Sie bilden heute einen bedeutenden Teil unserer kulturellen Identität und das Wechselspiel zwischen den Erkenntnissen der Chemie, Biologie und Physik und deren technischer Anwendung bewirkt Fortschritte auf vielen Gebieten.“

Kernlehrplan Chemie NRW, Frechen 2008

Dieser Auszug aus dem Kernlehrplan Chemie findet sich auch in den Kernlehrplänen der Fächer Biologie und Physik. Tatsächlich ist die enorme Entwicklung des allgemeinen Wohlstands im vergangenen Jahrhundert in allererster Linie auf die Fortschritte der westlichen Industrien im Bereich der Naturwissenschaften zurückzuführen. Auch für die zukünftige Sicherung unseres Lebensstandards kommt diesen Fächern daher eine besondere Bedeutung zu.

Die Chemie übernimmt hierbei die entscheidende Rolle, die Stoffe mit denen wir alltäglich umgehen zu beschreiben, ihre Charakteristik zu erforschen um letztendlich neue Substanzen mit möglichst vorteilhaften Eigenschaften künstlich herstellen zu können. Die Pharmazie ist einer der Wirtschaftszweige, deren Grundlage die Chemie bildet. Aber auch die Entwicklung von Klebstoffen, die Herstellung möglichst milder und trotzdem effektiver Reinigungsmittel, die Erforschung moderner Werkstoffe sowie die Bereitstellung von neuen Energieträgern sind ohne fundierte Kenntnis der chemischen Wissenschaften nicht vorstellbar. Oftmals ist die Bedeutung chemischer Produkte im Alltag auf den ersten Blick nicht unmittelbar erkennbar. So hat z. B. das Thema Korrosionsschutz wirtschaftlich eine hohe Bedeutung, da sich Korrosion und deren Folgekosten durch Produktions- oder Leistungsausfälle zu einem gesamtwirtschaftlichen Schaden von etwa 3-4% des Bruttosozialprodukts summieren.

Die Themen Umweltschutz und Chemie sind eng miteinander verwoben. Die chemische Industrie ist in der Vergangenheit immer wieder durch große Umweltkatastrophen in die Schlagzeilen geraten. Auch im Regelbetrieb, also nicht nur im Ernstfall, kann eine chemische Produktion oder häufiger noch die Anwendung chemischer Produkte erhebliche Schäden an den Ökosystemen verursachen. Ein wichtiges Beispiel hierfür ist die jahrzehntelange Verwendung von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) als Treibmittel in

Sprayflaschen. Diese Substanzen sind für das Schwinden der Ozonschicht verantwortlich und es dauerte viel zu lange bis man sich zu einem weltweiten Verbot durchringen konnte, welches erst im Jahre 2000 im vollen Umfang in Kraft trat.

Die bis heute verursachten Schäden sind so groß, dass noch in den folgenden Jahrzehnten generell mit einem erhöhten Hautkrebsrisiko zu rechnen ist. Chemie kann jedoch auch eingesetzt werden, um Umweltprobleme zu beheben. So haben z. B. moderne Kläranlagen entscheidend dazu beigetragen, dass sich Deutschlands große Flüsse von stinkenden Kloaken wieder in intakte Ökosysteme gewandelt haben. Auch wer sich dem Umweltschutz verschrieben hat, kommt also um das Thema Chemie nicht herum.

Gerade in Zeiten der momentanen Wirtschaftskrise ist es wichtig, über eine fundierte Grundbildung in den naturwissenschaftlichen Fächern zu verfügen. Trotz des allgemeinen Rückgangs des Wirtschaftswachstums, zeigen sich einige Wirtschaftszweige erstaunlich krisenfest. Dies sind z. B. die Energiewirtschaft und die Computerindustrie, beides Vertreter der Hochtechnologie. Auch in Zukunft wird der Bedarf an gut ausgebildeten Ingenieuren das Angebot bei Weitem übersteigen.

Die Erarbeitung des schulinternen Curriculums

Seit dem 1. August 2008 gilt der neue Lehrplan im Fach Chemie an den Gymnasien in NRW. Im Gegensatz zum alten Lehrplan, gibt dieser sogenannte „Kernlehrplan“ keinen konkreten Unterrichtsverlauf vor, sondern definiert lediglich, welche Kompetenzen die Schüler in einem Fach im Laufe ihrer Schulzeit erlangen sollen. Die Zuordnung dieser Kompetenzen zu konkreten Unterrichtsinhalten bleibt den einzelnen Schulen überlassen. Dies macht die Erstellung eines auf die Gegebenheiten der Schule abgestimmten Curriculums notwendig.

Innerhalb des Kernlehrplanes wird in prozessbezogene und konzeptbezogene Kompetenzen unterschieden. Die 20 prozessbezogenen Kompetenzen beschreiben die Handlungsfähigkeit von Schülerinnen und Schülern in Situationen, in denen naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen erforderlich sind. Für das Fach Chemie bedeutet dies z. B., dass sie lernen sollen, einfache Experimente auszuführen, zu protokollieren und zu deuten. Im Curriculum schlägt sich dies u. a. bei der Säure-Basen-Titration nieder, die im ersten Halbjahr der 9. Klasse durchgeführt wird. Die Schüler sollen hierbei die Konzentration einer unbekanntes Lösung selbstständig bestimmen, was sicherlich im erheblichen Maße prozessbezogene Kompetenzen voraussetzt. Auch die Fähigkeit, sich kompetent an einer Diskussion über

chemische Inhalte zu beteiligen, ist Teil der prozessbezogenen Kompetenzen. Im Curriculum wird dem z. B. bei der Diskussion um den Einsatz von halogenierten Kohlenwasserstoffen (2. Halbjahr 9) Rechnung getragen. Im Curriculum werden die jeweiligen Kompetenzen immer im Anschluss an die von uns gewählten Kontexte aufgeführt. Die prozessbezogenen Kompetenzen werden immer dann angegeben, wenn sie zum ersten Mal explizit in den Unterricht einbezogen werden. Naturgemäß werden viele derartige Fähigkeiten schon zu Beginn des Chemieunterrichtes in der 7. Klasse erstmalig eingeübt. Für einige prozessbezogene Kompetenzen wird eine eigene Unterrichtseinheit eingeführt. Ein Beispiel hierfür ist die Unterrichtsreihe zum Thema Halogene. Anhand dieses Gegenstands werden die Schüler auch auf die Gefahren im Zusammenhang mit chemischen Substanzen aufmerksam gemacht. Sie erhalten somit die Gelegenheit, sich (z. B. anhand eigener Recherchen) kritisch mit dem Fach und seinen Inhalten auseinander zu setzen.

Neben den prozessbezogenen Kompetenzen wird der Stoff des Lehrplans in Basiskonzepten strukturiert. Diese Basiskonzepte beziehen sich auf die Gebiete „chemische Reaktion“, „Struktur der Materie“ und „Energie“. Die Basiskonzepte ordnen und strukturieren also das Wissen, das ein Schüler im Fach Chemie erlernen soll. Hier sind Dinge aufgeführt, wie das einfache Gesetz von der Erhaltung der Masse oder auch komplexere Zusammenhänge, wie die Definition von Säuren und Basen. Die Zuordnung dieser Themen zu einzelnen Unterrichtsinhalten wird dabei wieder den Schulen überlassen. Im Curriculum werden die Basiskonzepte den Kontexten zugeordnet, in deren Zusammenhang sie einen Schwerpunkt bilden. Unabhängig davon können und sollen sie in späteren Unterrichtsphasen immer wieder angewendet werden. Alle Kompetenzen, die im Lehrplan aufgeführt sind wurden so umformuliert, dass sie zum Satzanfang *„Die Schülerinnen und Schüler ...“* passen. Die originalen Formulierungen aus dem Lehrplan werden im Anhang angegeben. Es muss durch den unterrichtenden Lehrer sichergestellt werden, dass alle Kompetenzen, die im Curriculum einem Jahrgang zugeordnet werden, auch von den Schülern innerhalb des betreffenden Schuljahres erreicht werden. In Bezug auf die einzelnen Themengruppen kann jedoch variiert werden.

Die Übertragung der im Lehrplan geforderten Kompetenzen auf ein schulin-ternes Curriculum ist eine wichtige Aufgabe, weil hierdurch schulspezifischen Besonderheiten, was sowohl die Ausstattung der Sammlung als auch die Zusammensetzung und Leistungsfähigkeit der Schülerschaft betrifft, Rechnung getragen werden kann. Die einzelnen Unterrichtsinhalte werden dabei grob einzelnen Quartalen zugewiesen. Eine genauere Angabe bezüglich

der Dauer einer einzelnen Unterrichtseinheit ist aufgrund der wechselnden Verfügbarkeit des Chemieraumes nicht sinnvoll.

Die Arbeit am schulinternen Curriculum kann niemals als abgeschlossen betrachtet werden, sondern bedarf der fortwährenden Evaluierung und Anpassung an die Gegebenheiten. Dieses Curriculum wird also in regelmäßigen Abständen überarbeitet und verändert werden. Z. B. bieten die prozessbezogenen Kompetenzen ein weites Spektrum für fächerverbindenden und fächerübergreifenden Unterricht innerhalb der Naturwissenschaften und der Mathematik. An der konkreten Ausgestaltung einer solchen Zusammenarbeit wird kontinuierlich gearbeitet.

Bei der Evaluation des Curriculums sollten möglichst viele Gesichtspunkte mit einfließen. Gerne greifen wir daher auch auf Wünsche und Anregungen aus der Schüler und Elternschaft zurück. Alle in diesem Curriculum beschriebenen Versuche haben Empfehlungscharakter und können vom Fachlehrer durch alternative Versuche ersetzt werden. Die Fachschaft Chemie behält sich vor, das Curriculum jederzeit zu ändern bzw. zu aktualisieren, um z. B. die Vernetzung mit anderen Fächern zu verbessern.

Was sind die Inhalte des Faches Chemie? Ein Überblick

In der **7. Jahrgangsstufe** sollen die Schülerinnen und Schüler zunächst an eines der wichtigsten Themen des Faches herangeführt werden. Sie verwenden die Eigenschaften verschiedener Stoffe, um diese zu beschreiben und zu klassifizieren. Dabei lernen sie einige wichtige Stoffeigenschaften, wie z. B. die Dichte, neu kennen. Im Anschluss daran werden sie die von ihnen gefundenen Stoffeigenschaften nutzen, um Gemische verschiedener Substanzen nach ihren Bestandteilen zu trennen. Die erste chemische Reaktion lernen sie am Beispiel der Umsetzung von Schwefel mit Eisen kennen. Sie erkennen, dass bei einer chemischen Reaktion ein neuer Stoff mit veränderten Eigenschaften entsteht und dass eine solche Reaktion Energie entweder freisetzen oder der Umgebung entziehen kann. Die Verbrennung eines Stoffes wird als chemische Reaktion begriffen. Einfache Reaktionsgleichungen werden (noch als Wortgleichung) formuliert.

Zu Beginn der **8. Klasse** wird es theoretischer. Die chemische Formelschreibweise wird eingeführt. Zwischen Verbindungen und Elementen wird unterschieden. Die chemischen Elemente werden im Periodensystem geordnet. Schließlich wird auch der kleinste Baustein der Chemie - das Atom - genauer als bisher beschrieben.

Aber auch praktische und praxisnahe Gebiete werden in dieser Jahrgangsstufe behandelt. So ist Natrium ein Metall mit sehr exotischen Eigenschaften. Es ist weich wie Butter und verfügt über einen sehr niedrigen Schmelzpunkt. Die Reaktion des Natriums mit Wasser ist wohl etwas, was jedem Schüler im Gedächtnis bleibt. Die Schüler erleben, wie Natrium mit dem nicht minder exotischen Halogen Chlor (alternativ mit Brom) reagiert. Das Ergebnis dieser Reaktion zweier sehr ungewöhnlicher Stoffe ist eine der alltäglichen Substanzen, die es gibt: Kochsalz.

Eines der wichtigsten chemischen Produkte ist das Natriumhydroxid. Allerdings ist dieser Stoff auch mit erheblichen Gefahren verbunden. Diese Gefahren werden im Experiment untersucht. Zum Ende der 8. Jahrgangsstufe stehen die klassischen Baustoffe wie Kalk, Gips und Zement im Mittelpunkt. Es wird geklärt, was während des Aushärtens dieser Stoffe geschieht.

Ein weiteres wichtiges Thema mit Bezug zur Alltagswelt ist die Elektrochemie. Die Schüler bauen selbst eine Alkali-Mangan-Batterie und testen diese. Metalle und ihre Gewinnung sind wichtige Aspekte aus dem Bereich der Großtechnologie. Nach Möglichkeit soll diese Unterrichtseinheit mit einer Exkursion zum Landschaftspark Duisburg-Nord verbunden werden. Dort befindet sich ein stillgelegter Hochofen. Dies soll den Schülern ein Gefühl für die Dimensionen einer großtechnischen Anlage vermitteln.

Die **9. Klasse** beginnt zunächst mit einer praktischen Anwendung dessen, was die Schülerinnen und Schüler im vergangenen Jahr über Ionen gelernt haben. Die Elektrochemie ist ein Gebiet, welches eine breite Anwendung in vielen Bereichen des Alltags findet. Beispiele hierfür finden sich in der Verwendung von Batterien und Akkus.

Im weiteren Verlauf des Jahres wird die chemische Bindung genauer thematisiert. Hieraus ergibt sich ein tieferes Verständnis von Säuren und Basen. Mit der Säure-Basen-Titration wird ein analytisches Verfahren in den Unterricht eingeführt. Die Schüler können ihr experimentelles Geschick an diesem Beispiel unter Beweis stellen.

Die „organische Chemie“ ist das letzte Thema unseres Faches in der Sekundarstufe I. Als abschließenden Versuch stellen die Schüler aus verschiedenen Fetten selbstständig Seife her. Hierzu verwenden sie das schon seit der 8. Klasse bekannte und auf seine Gefahren hin untersuchte Natriumhydroxid. Sie lernen so eine Anwendung eines der wichtigsten chemischen Grundprodukte kennen. Dieser Abschluss des Mittelstufenunterrichts ermöglicht jedem Schüler einen reibungslosen Übergang in den Chemieunterricht der Oberstufe.

In der **Oberstufe** wird das Fach Chemie am Thomaeum-Gymnasium in Kooperation mit dem LVD regelmäßig als Grund- und Leistungskurs angeboten. Die Jahrgangsstufe 10 dient dabei als Vorbereitung auf den späteren Unterricht in den Jahrgangsstufen 11 und 12. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass alle Schüler mit den gleichen Voraussetzungen und Chancen zum Abitur geführt werden.

Inhaltlich werden in der **11. Jahrgangsstufe** die Grundlagen für ein systematisches Verständnis der organischen Chemie gelegt. Die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen wird gemessen. Daraus werden wichtige Erkenntnisse zum chemischen Gleichgewicht gewonnen. Diese werden genutzt, um die Vorgänge bei einem großtechnischen Verfahren besser verstehen zu können.

In der **12. Jahrgangsstufe** geht es zunächst um chemische Analytik, die ausgiebig experimentell erprobt wird. Das Thema Elektrochemie wurde bereits in der Mittelstufe angesprochen und wird nun vertieft. Innerhalb der 12. Jahrgangsstufe steht ein Besuch bei einem chemischen Betrieb fest auf dem Programm. Jeder Schüler soll sich ein Bild davon machen, wie aufwendig eine chemische Produktion sein kann.

In der **13. Jahrgangsstufe** steht das Thema Farbstoffe im Mittelpunkt. Dieses Thema eignet sich besonders gut, um im Schülerversuch chemische Synthesen durchzuführen, da man den Erfolg deutlich anhand der Färbung des Produktes erkennen kann. Innerhalb dieser Jahrgangsstufe zeigt sich, dass Farben nicht nur zur Zierde da sind, sondern auch wichtige Funktionen (wie z. B. der rote Blutfarbstoff) ausüben können.

Das **Abitur** soll auf ein Studium vorbereiten. Das Wissen, welches den Schülern im Fach Chemie vermittelt wird, ist insbesondere bei technischen (z. B. Verfahrenstechnik) und medizinischen (Medizin und Pharmazie) Studiengängen hilfreich. Gerade bei einem Medizinstudium kann sich eine mangelnde chemische Grundbildung als sehr hinderlich erweisen. Neben diesen praktischen Erwägungen hoffen wir, dass jeder Schüler ähnlich viel Spaß an dem Fach hat, wie die Lehrer, die es unterrichten.

Chemieunterricht für Mädchen und Jungen

„Kinder und Jugendliche brauchen eine geschlechtergerechte Schule, damit sie sich als Individuen entfalten können und nicht als das typische Mädchen, der typische Junge gesehen werden.“¹

Der obige Satz aus einer Studie zur Geschlechtergerechtigkeit der Universität Kassel macht das Dilemma deutlich, welches sich aus dem Thema „Geschlechtergerechtigkeit“ ergibt. Auf der einen Seite sollen Schülerinnen und Schüler eben nicht in ein bestimmtes typisch weibliches bzw. typisch männliches Verhalten gedrängt werden und auf der anderen Seite soll der Unterricht so ausgelegt sein, dass er beiden Geschlechtern gerecht wird und sowohl von Mädchen als auch von Jungen als motivierend erfahren wird. Um dies zu erreichen, lassen sich jedoch die Typisierungen, die doch eigentlich vermieden werden sollen, nicht ganz umgehen.

Das Fach Chemie ist in der glücklichen Lage, dass sich keine geschlechtsspezifischen Unterschiede der Motivation zwischen Mädchen und Jungen feststellen lassen. In den Oberstufenkursen überwiegt manches Mal die Zahl der Schülerinnen, wogegen in anderen Jahren besonders viele Schüler die Kurse besuchen. Auch unter den Lehrern sind beide Geschlechter gleich stark vertreten. Die vermittelnde Stellung der Chemie zwischen den Naturwissenschaften Biologie und Physik mag ein Grund hierfür sein. Traditionell spricht die Biologie eher Schülerinnen an, während die Physik verstärkt technikinteressierte Schüler begeistert.

Um die Chemie auch weiterhin für beide Geschlechter attraktiv zu halten, sollten die im Unterricht gewählten Kontexte sowohl aus der Biologie kommen als auch technische Aspekte verdeutlichen. Gleichzeitig sollte jedoch unbedingt vermieden werden, diese dann mit „typisch weiblich“ bzw. „typisch männlich“ zu kennzeichnen. Insbesondere sollen auch die Leistungen der Schülerinnen und Schüler nicht durch eine geschlechtsspezifische Brille gesehen und bewertet werden. Eine unterschwellige Verfestigung von typisch weiblichen und typisch männlichen Verhaltensweisen muss in jedem Fall vermieden werden.

¹ Aus „Eine Schule für Mädchen und Jungen“, Studie im Auftrag der Max-Traeger-Stiftung erstellt von Prof. Dr. Friederike Heinzl, Rabea Henze und Sabine Klomfaß an der Universität Kassel

Das Experiment im Chemie-Unterricht

Ein wichtiges Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts ist es, den Schülern zu vermitteln, wie in den Naturwissenschaften das Experiment genutzt wird, um neue Erkenntnisse zu gewinnen. Hierbei müssen prinzipiell zwei Erkenntniswege voneinander unterschieden werden:

Zum einen kann man durch Beobachtungen, die während eines Experimentes gemacht werden, zu neu erworbenen Einsichten über Zusammenhänge und Abläufe in der Natur kommen. Diese Art der Wissensgewinnung bezeichnet man als *induktiv*. Zum Anderen ist es möglich, eine neue These aufzustellen bevor ein entsprechendes Experiment durchgeführt wird. Erst danach wird ein Experiment geplant mit dessen Hilfe die These bestätigt oder verworfen wird. Diese Art der Wissensgewinnung bezeichnet man als *deduktiv*. In den naturwissenschaftlichen Disziplinen werden *induktiv* gewonnene Erkenntnisse durch *deduktive* Experimente überprüft um sie zu bestätigen oder gegebenenfalls zu verwerfen. Im Unterricht kann diese Überprüfung aus Zeitgründen jedoch nicht in allen Fällen erfolgen.

Neben Experimenten zur Erkenntnisgewinnung werden im Unterricht auch immer wieder Experimente durchgeführt, um eine bestimmte Eigenschaft einer Lösung zu bestimmen (*analytisches Experiment*). Die Bestimmung der Konzentration einer Säure durch Titration ist hierfür ein Beispiel.

Hauptsächlich in der Oberstufe werden Experimente zur Herstellung eines bestimmten Stoffes durchgeführt. Ein Beispiel hierfür sind die *Synthesen* von Duft- und Aromastoffen in der 10. Klasse.

Experimente können in der Schule auf zwei verschiedene Arten durchgeführt werden: es gibt das *Schülerexperiment*, bei dem sich alle Schüler einer Klasse in Gruppen aufteilen und nach einer Vorschrift ein Experiment durchführen. Hierbei kann die gesamte Klasse an ein und demselben Experiment arbeiten oder auch gruppenbezogen unterschiedliche Experimente durchführen. Neben dem Schülerexperiment gibt es auch das *Demonstrationsexperiment*. Hierbei führt der Lehrer oder auch einzelne Schüler ein Experiment vor, welches von der Klasse aufmerksam beobachtet wird.

Um die Ergebnisse eines Versuchs zu dokumentieren, muss ein **Protokoll** geführt werden. Ein solches Protokoll sollte die folgenden Teile beinhalten:

- *Titel*
- *These (bei deduktiven Experimenten)*
- *Materialien und Chemikalien*
- *Sicherheitshinweise (in jedem Fall bei Schülerversuchen)*

- *Durchführung*
- *Beobachtung*
- *Deutung*
- *Ergebnis (bei induktiven Experimenten)*
- *Fehlerbetrachtung (bei Analysen und gegebenenfalls Synthesen)*

Bei vielen induktiven Experimenten kann ein sinnvoller *Titel* erst nachträglich vergeben werden, nachdem die *Deutung* des Versuchs erfolgt ist. Bei einem deduktiven Experiment wird nach dem *Titel* die *These* folgen, welche mit Hilfe des Versuchs überprüft werden soll. Im Rahmen der *Sicherheits-hinweise* sollen die Schüler auf mögliche Gefahren beim Experimentieren aufmerksam gemacht werden. Die *Durchführung* sollte in vielen Fällen durch eine Skizze des Versuchsaufbaus ergänzt werden. Bei der *Beobachtung* ist es wichtig, nur das tatsächlich Wahrnehmbare zu beschreiben, es jedoch noch nicht zu interpretieren. Dies bleibt der *Deutung* vorbehalten. Allerdings sollen in diesem Abschnitt nur Schlussfolgerungen aufgenommen werden, die sich auf das konkret durchgeführte Experiment beziehen. Erst in dem *Ergebnis* werden bei einem induktiven Experiment die gewonnenen Einsichten verallgemeinert. Beim Protokollieren von Analysen und Synthesen ist es meist nicht sinnvoll eine *These* oder eine *Deutung* zu formulieren. Allerdings ist es bei einer Analyse notwendig, eine *Fehlerbetrachtung* durchzuführen, um die Genauigkeit des Ergebnisses abschätzen zu können. Falls eine Synthese misslingt, sollte dies auch im Rahmen einer *Fehlerbetrachtung* diskutiert werden. Alle Teile des Protokolls werden im Präsens geschrieben.

Die Fähigkeit ein Experiment zu protokollieren, ist ein wichtiges Lernziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Es ist daher notwendig, den Schülern die Gelegenheit zu geben, einen möglichst großen Teil des Protokolls selbstständig zu formulieren. Dies trifft insbesondere auf den Beobachtungsteil zu. Auch die *Durchführung* muss bei einem Demonstrationsexperiment nicht vorgegeben sein. Ob das *Ergebnis* und die *Deutung* durch die Schüler frei formuliert werden können, hängt sicherlich von der Komplexität des Experiments und dem Alter der Schüler ab.

Bewertungsmaßstäbe in der Sek I

Chemie wird in der Sekundarstufe eins mit zwei Wochenstunden als mündliches Fach gelehrt. Für die Bewertung der Schüler ist also in erster Linie die Mitarbeit im Unterricht entscheidend. Diese Beiträge werden nach folgenden Anforderungsniveaus unterschieden:

- Anforderungsniveau I: **Wiedergabe von Kenntnissen**
- Anforderungsniveau II: **Anwendung von Kenntnissen**

- Anforderungsniveau III: **Problemlösen und Werten**

Zu bewertbaren Unterrichtsbeiträgen eines Schülers zählen laut Lehrplan²:

- **mündliche Beiträge** wie Hypothesenbildung, Lösungsvorschläge, Darstellen von fachlichen Zusammenhängen oder Bewerten von Ergebnissen.
Mündliche Beiträge können im Unterricht durch Handzeichen angemeldet werden, sie können aber auch durch den Lehrer gefordert werden. Insbesondere zu Beginn der Unterrichtsstunde kann es von einzelnen Schülern gefordert werden, den Inhalt der vergangenen Stunde zusammenzufassen.
- **Analyse und Interpretation** von Texten, Graphiken oder Diagrammen.
Dies kann auch schriftlich und in Einzel- oder Gruppenarbeit geschehen.
- qualitatives und quantitatives **Beschreiben von Sachverhalten**, unter korrekter Verwendung der Fachsprache.
Diese Fähigkeit wird insbesondere im Zusammenhang mit der Protokollführung gefordert.
- selbstständige Planung, **Durchführung und Auswertung von Experimenten**, Verhalten beim Experimentieren, Grad der Selbstständigkeit, Beachtung der Vorgaben, Genauigkeit bei der Durchführung.
Bei der Durchführung von Experimenten wird auf Zielstrebigkeit, Selbstständigkeit, Genauigkeit, aber auch auf Geschwindigkeit geachtet. Insbesondere wird auch der Umgang mit den Sicherheitsbestimmungen gewertet.
- Erstellen von Produkten, wie Dokumentationen zu Aufgaben, Untersuchungen und Experimenten, **Präsentationen, Protokolle, Lernplakate**, Modelle
Das Protokoll ist ein wichtiges Instrument zur Dokumentation wissenschaftlicher Ergebnisse. Es sollte möglichst selbstständig geführt werden.
- Erstellen und **Vortragen eines Referates**
Innerhalb der drei Jahre, in denen das Fach Chemie in der Sek. I unterrichtet wird, sollte jeder Schüler einmal die Gelegenheit haben, ein Referat anzufertigen und vorzutragen.

² jeweils kursiv kommentiert

- **Führung eines Heftes**, Lerntagebuchs oder Portfolios
Die geführten Hefte können jederzeit eingesammelt und bewertet werden. Hierbei bleibt es dem Lehrer oder der Lehrerin überlassen, ob nur das Ergebnis der jeweiligen Stunde oder auch das Heft als Ganzes gewertet wird. Neben inhaltlichen Aspekten gehen Vollständigkeit und Erscheinungsbild in die Bewertung mit ein.
- Beiträge zur gemeinsamen **Gruppenarbeit**
Hierbei wird auch das Verhalten während der Arbeitsphase beurteilt.
- kurze **schriftliche Überprüfungen**
Diese können angekündigt oder auch unangekündigt durchgeführt werden. Sie beziehen sich jeweils nur auf die zuletzt bearbeiteten Sachverhalte. Die Bearbeitungszeit sollte deutlich unterhalb einer Schulstunde liegen. Bei der Festlegung der Gesamtnote im Fach Chemie sollen schriftliche Überprüfungen nur einen geringen Anteil haben, insbesondere weil innerhalb einer kurzen Zeit im Wesentlichen nur Aufgaben auf Anforderungsniveau I gestellt werden können.

Ausgehend von diesen Aspekten wird ein Gesamteindruck gebildet, der durch eine Note ausgedrückt wird. Um z. B. zu einer guten oder sehr guten Bewertung zu kommen, müssen unterschiedliche Beiträge auf allen Anforderungsniveaus regelmäßig in den Unterricht eingebracht werden.

Bewertungsmaßstäbe in der Sek II

In der Sekundarstufe II kann Chemie als mündliches- oder schriftliches Fach gewählt werden. Die mündliche Note wird unter ähnlichen Gesichtspunkten erteilt, wie dies auch in der Sekundarstufe I geschieht.

Bei der Stellung von Klausuren muss darauf geachtet werden, dass alle drei Ausgabenniveaus abgefragt werden. Rechenaufgaben, die lediglich das Einsetzen der in der Aufgabe vorgegebenen Werte in eine schon bekannte Gleichung erfordern, werden ebenfalls dem Aufgabenniveau I zugeordnet. Es muss möglich sein, eine ausreichende Bewertung zu erhalten, wenn alle Aufgaben zum Niveau I oder 40 % aller Aufgaben korrekt gelöst werden.

Die schriftliche Abiturprüfung

Die Maßstäbe zur Bewertung einer schriftlichen Abiturprüfung werden durch den Lehrplan Chemie für die Sekundarstufe II und die allgemeine Prüfungsordnung (APO-GOSt) der Landes Nordrheinwestfalen definiert. Sie

sind alleinig maßgebend. Im Fach Chemie werden für den Grund- und den Leistungskursbereich vier zentrale Prüfungsfragen zu folgenden Themen vorgegeben:

- (a) quantitative Chemie,
- (b) organische Chemie,
- (c) Farbstoffchemie und
- (d) Polymere

Der unterrichtende Lehrer wählt nun aus den Aufgaben **(a)** und **(b)** sowie aus den Aufgaben **(c)** und **(d)** jeweils eine aus. Da am Thomaeum das Thema Polymere in der Oberstufe nicht regulär behandelt werden soll, wird in der Abiturprüfung eine Aufgabe zur quantitativen Chemie oder organischen Chemie sowie zwingend eine Aufgabe zur Farbstoffchemie vorkommen. Die Verwendung von Aufgabensammlungen zur Vorbereitung auf die Abiturprüfung wird ausdrücklich empfohlen.

Sicherheit im Fach Chemie

Das Unterrichten des Fachs Chemie ist mit erheblichen Gefahren sowohl für die Schülerinnen und Schüler als auch für die unterrichtenden Lehrer verbunden. Durch einen sachgemäßen Umgang mit Gefahrstoffen (Chemikalien) und gefährlichen Geräten (z. B. Bunsenbrenner) lassen sich diese Gefahren jedoch minimieren. Um dies sicherzustellen, führt der unterrichtende Lehrer vor jedem Experiment eine Gefährdungsbeurteilung durch und dokumentiert diese. Hinweise zur Erstellung dieser Gefährdungsbeurteilungen sowie zum rechtlichen Rahmen finden sich auf den Internetseiten

http://www.sichere-schule.de/_docs/pdf/risu-nrw/praevention_nrw_3.pdf

und

http://www.sichere-schule.de/_docs/pdf/risu-nrw/praevention_nrw_4.pdf

Schulintern wurde eine Betriebsanweisung für Schüler und Lehrer erstellt. Sie ist im Anhang zu diesem Curriculum zu finden - zusammen mit einem Vordruck zur Gefährdungsbeurteilung.

Curriculum Chemie 7. Klasse

1. Quartal

Kontext: Der Frühstückstisch

Ein Frühstückstisch ist eine Ansammlung von völlig Verschiedenen Dingen. Auf ihm finden sich reine Stoffe wie Wasser und das Metall des Essbestecks aber auch die verschiedensten Gemische. In den folgenden Unterrichtseinheiten geht es darum diese unterschiedlichen Stoffe und Gemische anhand ihrer Eigenschaften zu beschreiben und zu klassifizieren.

Sicherheitsbelehrung

Sicherheitseinrichtungen, Verhaltensregeln, Gefahrstoffsymbole

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ... beurteilen an Beispielen Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit PK-S (4)

Chemie, eine Naturwissenschaft

Erstellung eines Versuchsprotokolls, Laborgeräte

Praktikum: Gasbrenner

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ... beobachten und beschreiben chemische Phänomene und Vorgänge und unterscheiden dabei Beobachtung und Erklärung PK-E (1)
- ... argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig PK-I (1)
- ... protokollieren den Verlauf und die Ergebnisse von Untersuchungen und Diskussionen in angemessener Form PK-I (9)
- ... beschreiben und erklären in strukturierter sprachlicher Darstellung den Bedeutungsgehalt von fachsprachlichen bzw. alltagssprachlichen Texten und von anderen Medien PK-I (7)
- ... stellen Anwendungsbereiche und Berufsfelder dar, in denen chemische Kenntnisse bedeutsam sind PK-S (2)

Stoffeigenschaften und Teilchenmodell

Stoffeigenschaften mit den Sinnen ermitteln,

Stoffeigenschaften mit Hilfsmitteln feststellen:

elektrische Leitfähigkeit, Magnetismus

Dichte (Cola-Dose, Dichtebestimmung durch Verdrängung,

grafische Dichtebestimmung)

Löslichkeit (Praktikum: Lösen und Kristallisieren, CuSO_4)
Schmelz- und Siedetemperatur
Teilchenmodell der Aggregatzustände
Diffusion (Teebeutelversuch, KMnO_4)
Nachweis von Säuren und Basen mit Indikatoren
Steckbrief der Metalle

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ... recherchieren in unterschiedlichen Quellen (Print- und elektronische Medien) und werten die Daten, Untersuchungsmethoden und Informationen kritisch aus PK-E (5)
- ... wählen Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen, prüfen sie auf Relevanz und Plausibilität und verarbeiten diese adressaten- und situationsgerecht PK-E (6)
- ... stellen Zusammenhänge zwischen chemischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her und grenzen Alltagsbegriffe von Fachbegriffen ab PK-E (9)
- ... beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache, ggf. mit Hilfe von Modellen und Darstellungen PK-I (4)
- ... dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit sachgerecht, situationsgerecht und adressatenbezogen, auch unter Nutzung elektronischer Medien, in Form von Texten, Skizzen, Zeichnungen, Tabellen oder Diagrammen PK-I (5)
- ... beurteilen und bewerten an ausgewählten Beispielen Informationen kritisch auch hinsichtlich ihrer Grenzen und Tragweiten PK-S (1)
- ... nutzen Modelle und Modellvorstellungen zur Bearbeitung, Erklärung und Beurteilung chemischer Fragestellungen und Zusammenhänge PK-S (7)
- ... erkennen Fragestellungen, die einen engen Bezug zu anderen Unterrichtsfächern aufweisen und zeigen diese Bezüge auf PK-S (10)
- ... weisen saure und alkalische Lösungen mit Hilfe von Indikatoren nach KK-R1 (13)
- ... unterscheiden Zwischen Gegenstand und Stoff KK-M1 (1)
- ... nennen Ordnungsprinzipien für Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften und Zusammensetzung, beschreiben und begründen: Reinstoffe, Gemische; Elemente (z. B. Metalle, Nichtmetalle), Verbindungen (z. B. Oxide, Salze, organische Stoffe) KK-M1 (2)

- ... identifizieren Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften (z. B. Farbe, Geruch, Löslichkeit, elektrische Leitfähigkeit, Schmelz- und Siedetemperatur, Aggregatzustände, Brennbarkeit) KK-M1 (3)
- ... ordnen Stoffe aufgrund ihrer Zusammensetzung und Teilchenstruktur KK-M1 (4)
- ... benennen Atome als kleinste Teilchen von Stoffen KK-M1 (5)
- ... bewerten Stoffe aufgrund von Stoffeigenschaften (z. B. Löslichkeit, Dichte, Verhalten als Säure bzw. Lauge) bezüglich ihrer Verwendungsmöglichkeiten KK-M1 (6)
- ... nutzen einfache Modelle zur Beschreibung von Stoffeigenschaften KK-M1 (11)
- ... beschreiben Siede- und Schmelzvorgänge energetisch KK-E1 (3)

2. Quartal

Mischen und Trennen

Reinstoffe und Gemische

Einteilung von Gemischen (homogen – heterogen)

Trennverfahren heterogen (Sortieren, Sieben, Sedimentieren, Dekantieren, Filtrieren, Zentrifugieren, Schwimm-Sink-Trennung)

Trennverfahren homogen (Aktivkohle, Chromatographie, Extraktion (Iod), Eindampfen, Destillation)

Gruppenarbeit: Trennung eines unbekanntes Stoffgemisches (Eisen, Sand, Salz, Sägemehl)

Exkursion: Kläranlage

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ... erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mit Hilfe chemischer und naturwissenschaftlicher Kenntnisse und Untersuchungen zu beantworten sind PK-E (2)
- ... analysieren Ähnlichkeiten und Unterschiede durch kriteriengeleitetes Vergleichen PK-E (3)
- ... führen qualitative und einfache quantitative Experimente und Untersuchungen durch und protokollieren diese PK-E (4)
- ... stellen Hypothesen auf, planen geeignete Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung, führen sie unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durch und werten sie unter Rückbezug auf die Hypothesen aus PK-E (7)

- ... beschreiben Lösevorgänge und Stoffgemische auf der Ebene einer einfachen Teilchenvorstellung KK-M1 (13)
- ... nutzen Stoffeigenschaften zur Trennung einfacher Stoffgemische KK-M1 (7)
- ... setzen Energie gezielt ein, um den Übergang von Aggregatzuständen herbeizuführen (z. B. im Zusammenhang mit der Trennung von Stoffgemischen) KK-E1 (2)

3. Quartal

Kontext: Die Kerze

Wenn eine Kerze brenn erzeugt sie Licht, Wärme und Rauchgase. Um dies zu tun benötigt sie Sauerstoff und während sie dies tut nimmt ihre Substanz beständig ab. Sie ist somit ein Beispiel für eine chemische Reaktion. Als einleitender Versuch zu den folgenden Unterrichtsreihen werden die oben beschriebenen Eigenschaften einer brennenden Kerze untersucht.

Chemische Reaktionen

Versuch: Eisen und Schwefel, Zink und Schwefel, Kupfer und Schwefel

Gesetz von der Erhaltung der Masse

Versuch: Kupfersulfat und Wasser

Exotherme und endotherme Reaktionen

Wortreaktionsgleichung

Reaktionsdiagramm

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ... beobachten und beschreiben Stoffumwandlungen KK-R1 (1)
- ... erkennen chemische Reaktionen an der Bildung von neuen Stoffen mit neuen Eigenschaften, und unterscheiden diese von der Herstellung bzw. Trennung von Gemischen KK-R1 (2)
- ... grenzen chemische Reaktionen von Aggregatzustandsänderungen ab KK-R1 (3)
- ... führen Stoffumwandlungen herbei KK-R1 (4)
- ... deuten Stoffumwandlungen in Verbindung mit Energieumsätzen als chemische Reaktion KK-R1 (5)
- ... erklären den Erhalt der Masse bei chemischen Reaktionen durch die konstante Atomanzahl KK-R1 (6)
- ... beschreiben chemische Reaktionen energetisch differenziert, z. B. mit Hilfe eines Energiediagramms KK-E1 (1)

- ... führen energetische Erscheinungen bei exothermen chemischen Reaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärmeenergie zurück, erkennen bei endothermen Reaktionen den umgekehrten Vorgang KK-E1 (5)
- ... erläutern, dass zur Auslösung einiger chemischer Reaktionen Aktivierungsenergie nötig ist, und deuten die Funktion eines Katalysators KK-E1 (7)

4. Quartal

Luft - Chemie der Verbrennung

Versuch: Verbrennung von Eisenwolle

Oxidation und Reduktion als Sauerstoffaufnahme bzw. -abgabe

Luft - ein Gasgemisch

Glimmspanprobe

Brände und Brandbekämpfung

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ... nutzen fachtypische und vernetzte Kenntnisse und Fertigkeiten, um lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge zu erschließen PK-S (11)
- ... benutzen chemische Reaktionen zum Nachweis chemischer Stoffe (Glimmspanprobe, Knallgasprobe, Kalkwasserprobe, Wassernachweis) KK-R1 (9)
- ... deuten Verbrennungen als Reaktionen mit Sauerstoff (Oxidation), bei denen Energie freigesetzt wird KK-R1 (10)
- ... deuten Redoxreaktionen nach dem Donator-Akzeptor-Prinzip als Reaktionen, bei denen Sauerstoff abgegeben und vom Reaktionspartner aufgenommen wird KK-R1 (11)
- ... identifizieren das Verbrennungsprodukt Kohlenstoffdioxid und diskutieren dessen Verbleib in der Natur KK-R1 (14)
- ... benennen konkrete Beispiele von Oxidationen (Reaktionen mit Sauerstoff) und Reduktionen als wichtige chemische Reaktionen und stellen deren Energiebilanz qualitativ dar KK-E1 (6)
- ... erläutern das Prinzip der Gewinnung nutzbarer Energie durch Verbrennung KK-E1 (8)

Curriculum Chemie 8. Klasse

1. Quartal

Kontext: Salz

Salz hat viele ungewöhnliche Eigenschaften. Obwohl es sich in Wasser schon bei Raumtemperatur bereitwillig löst, also flüssig wird ist seine Schmelztemperatur außerordentlich hoch. In seiner flüssigen Form (unabhängig ob Lösung oder Schmelze) ist Salz ein sehr guter Leiter für den elektrischen Strom. In seiner festen Form hingegen ist Salz ein Isolator. Als einleitender Versuch zu den folgenden Unterrichtsreihen werden die beschriebenen Eigenschaften des Salzes untersucht. Sie werden anhand der in diesem Halbjahr eingeführten Modellen nach und nach erklärt. Zusätzlich wird der Frage nachgegangen aus welchen Stoffen Kochsalz besteht und welche Eigenschaften diese haben. Es wird sich zeigen, dass es nicht nur ein Salz gibt. Mit dem Natriumhydroxid wird ein weiteres wichtiges Salz untersucht. Zum Ende des Schuljahres werden „Salze“ untersucht, die wasserunlöslich sind und somit als **Baustoffe** verwendet werden können.

Die Entwicklung der Atommodelle (ein Referatezyklus)

Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr,
Aufbau des PSE nach Kernladungszahl

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ... veranschaulichen Daten angemessen mit sprachlichen, mathematischen oder (und) bildlichen Gestaltungsmitteln PK-I (6)
- ... recherchieren zu chemischen Sachverhalten in unterschiedlichen Quellen und wählen themenbezogene und aussagekräftige Informationen aus PK-I (10)
- ... beurteilen die Anwendbarkeit eines Modells PK-S (8)
- ... stellen Atome mithilfe eines einfachen Kern-Hülle-Modells dar und benennen Protonen, Neutronen als Kernbausteine und erklären die Unterschiede zwischen Isotopen KK-M1 (12)

Das Periodensystem der Elemente

Aufbauprinzip nach dem Prinzip der molaren Masse, Abweichungen hiervon

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ... beschreiben Aufbauprinzipien des Periodensystems der Elemente und nutzen es als Ordnungs- und Klassifikationsschema, unterscheiden Haupt- und Nebengruppen KK-M2 (1)

Die Chemische Formel – Die Reaktionsgleichung

Experimentelle Bestimmung von Reaktionsgleichungen durch: Elektrolyse von Wasser (H_2O), Elektrolyse von Salzsäure (HCl)

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ... interpretieren Daten, Trends, Strukturen und Beziehungen, erklären diese und ziehen geeignete Schlussfolgerungen PK-E (8)
- ... beschreiben die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen am Beispiel der Bildung und Zersetzung von Wasser KK-R1 (12)
- ... beschreiben die Teilchenstruktur ausgewählter Stoffe/ Aggregate mithilfe einfacher Modelle (Wasser, Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid, Metalle, Oxide) KK-M1 (8)
- ... nutzen einfache Atommodelle zur Beschreibung chemischer Reaktionen KK-M1 (10)
- ... beschreiben chemische Reaktionen durch Reaktionsschemata in Wort- und evtl. in Symbolformulierungen unter Angabe des Atomanzahlenverhältnisses und erläutern die Gesetzmäßigkeit der konstanten Atomanzahlverhältnisse KK-R1 (8)
- ... beschreiben die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen am Beispiel der Bildung und Zersetzung von Wasser KK-R1 (12)
- ... erklären mit Hilfe eines angemessenen Atommodells und Kenntnissen des Periodensystems, welche Bindungen bei chemischen Reaktionen gelöst werden und welche entstehen K-R2 (2)
- ... stellen Zusammensetzung und Strukturen verschiedener Stoffe mit Hilfe von Formelschreibweisen dar (Summen-/ Strukturformeln, Isomere) KK-M2 (4)

2. Quartal

Ionen

Metall-, Ionenbindungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

... erklären Stoff- und Energieumwandlungen als Veränderung in der Anordnung von Teilchen und als Umbau chemischer Bindungen KK-R2 (1)

Die Alkalimetallgruppe

Reaktion der Alkalimetalle mit Wasser,
Stöchiometrie der Reaktion durch Auffangen des Wasserstoffs bei der Reaktion Lithium und Wasser -> Aufstellen der Summenformel von Lithiumhydroxid
Deutung des Versuchs als Elektronenübertragung
Aufstellung der Reaktionsgleichung als Ionengleichung,
Reihenfolge der Reaktivität
Versuch: Wirkung von Natronlauge auf verschiedene Materialien (Holz, Blätter, Haare, Fleisch, Eisen, Aluminium)

Die Schülerinnen und Schüler ...

... führen die alkalische Reaktion von Lösungen auf das Vorhandensein von Hydroxid-Ionen zurück KK-R2 (7)
... erläutern, dass Veränderungen von Elektronenzuständen mit Energieumsätzen verbunden sind KK-E2 (2)

Die Stoffmenge

Die Einheit „mol“, Stoffmenge von Gasen, die molare Masse, Bestimmung der molaren Masse von Sauerstoff, einfache stöchiometrische Rechnungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

... beschreiben Stoffe mit der Hilfe von Formeln und Reaktionen durch Reaktionsgleichungen und benutzen dabei in quantitativen Aussagen die Stoffmenge und führen einfache stöchiometrische Berechnungen durch KK-R1 (4)

3. Quartal

Die Halogene

Reaktion von Alkalimetallen mit Halogenen
Aufstellen der Reaktionsgleichung als Ionengleichung
Reihenfolge der Reaktivität
Exkurs: Die Halogenleuchte
Chemische Unfälle mit Chlor: Eine Recherche
Fluch und Segen der Chlorchemie – eine Diskussion

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ... zeigen exemplarisch Verknüpfungen zwischen gesellschaftlichen Entwicklungen und Erkenntnissen der Chemie auf PK-E (10)
- ... vertreten ihre Standpunkte zu chemischen Sachverhalten und reflektieren Einwände selbstkritisch PK-I (2)
- ... prüfen Darstellungen in Medien hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit PK-I (8)
- ... nutzen chemisches und naturwissenschaftliches Wissen zum Bewerten von Chancen und Risiken bei ausgewählten Beispielen moderner Technologien und zum Bewerten und Anwenden von Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten und im Alltag PK-S (3)
- ... binden chemische Sachverhalte in Problemzusammenhänge ein, entwickeln Lösungsstrategien und wenden diese nach Möglichkeit an PK-S (6)
- ... beschreiben und beurteilen an ausgewählten Beispielen die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in die Umwelt PK-S (9)
- ... entwickeln aktuelle, lebensweltbezogene Fragestellungen, die unter Nutzung fachwissenschaftlicher Erkenntnisse der Chemie beantwortet werden können PK-S (12)

Die Erdalkalimetalle

Stöchiometrie der Reaktion von Calcium mit Wasser -> Summenformel von Calciumhydroxid
Reaktion von Calciumchlorid mit Natronlauge -> Schwerlöslichkeit
Baustoffchemie (Kalk, Gips, Zement) eventuell als Referatezyklus -> Aushärteversuche von Baustoffen unter verschiedenen Bedingungen
Kalkkreislauf

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ... deuten einen Stoffkreislauf als eine Abfolge verschiedener Reaktionen KK-R2 (9)

Die folgenden beiden Unterrichtsreihen sind nicht Teil des Kontexts „Salz“.

Die Edelgase

Eine Elementgruppe, die sich fast gänzlich chemischen Reaktionen entzieht. Eventuell als Referatezyklus

Metalle und Metallgewinnung

Deutung von Redoxreaktionen als Übertragung von Elektronen

Demonstrationsexperiment: Thermitschweißen

Herstellung von Silber und Kupfer

Der Hochofen, Stahlerzeugung

Exkursion: Landschaftspark Duisburg-Nord

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ... nutzen Kenntnisse über Reaktionsabläufe, um die Gewinnung von Stoffen zu erklären (z. B. Verhüttungsprozesse)
KK-R1 (15)
- ... beschreiben Möglichkeiten der Steuerung chemischer Reaktionen durch Variation von Reaktionsbedingungen
KK-R2 (3)
- ... erläutern wichtige technische Umsetzungen chemischer Reaktionen vom Prinzip her (z. B. Eisenherstellung, Säureherstellung, Kunststoffproduktion) KK-R2 (10)

Curriculum Chemie 9. Klasse

1. Quartal

Kontext: Die Batterie

Eine Batterie ist chemische Stromquelle. Ihre Funktion ist das Thema der kommenden Unterrichtsreihe. Als einleitender Versuch hierzu wird mit dem Daniell-Element vorgeführt, wie mit Chemie elektrischer Strom gewonnen wird.

Elektrochemie

Oxidationszahlen am Beispiel anorganischer Verbindungen
Das galvanische Element am Beispiel des Daniell-Elementes
Referatezyklus: verschiedene Batterietypen
Praktikum: Bau einer Alkali-Mangan-Batterie und Erprobung

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ... deuten elektrochemische Reaktionen (Elektrolyse) und elektrochemische Spannungsquellen) nach dem Donator-Akzeptor-Prinzip als Aufnahme und Abgabe von Elektronen, bei denen Energie umgesetzt wird KK-R2 (5)
- ... erläutern Prozesse zur Bereitstellung von Energie KK-R2 (11)
- ... ordnen die bei chemischen Reaktionen umgesetzte Energie quantitativ ein KK-E2 (1)
- ... beschreiben und erklären die Umwandlung von chemischer in elektrische Energie und umgekehrt von elektrischer in chemische Energie bei elektrochemischen Phänomenen KK-E2 (3)
- ... beschreiben und erklären das Funktionsprinzip verschiedener chemischer Energiequellen mit angemessenen Modellen (z. B. einfache Batterie, Brennstoffzelle) KK-E2 (5)

2. Quartal

Kontext: Wasser

Das alltägliche Wasser hat einige sehr bemerkenswerte Eigenschaften. Es ist trotz seiner geringen molaren Masse bei Raumtemperatur flüssig. Anders als andere Stoffe dehnt es sich beim Erstarren aus und merkwürdigerweise wird ein dünner Wasserstahl von einem geladenen Stab angezogen. Als einleitende Versuche zu den folgenden Unterrichtsreihen werden die beschriebenen Eigenschaften des Wassers untersucht.

Die chemische Bindung

Elektronenpaarbindungen, Moleküle, polare und unpolare Verbindungen, Wasserstoffbrückenbindungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ... erklären die Vielfalt der Stoffe und ihrer Eigenschaften auf der Basis unterschiedlicher Kombinationen und Anordnungen von Atomen mit Hilfe von Bindungsmodellen (z. B. Ionenverbindungen, anorganische Molekülverbindungen, polare – unpolare Stoffe, Hydroxylgruppe als funktionelle Gruppe) KK-M2 (2)
- ... beschreiben und erklären Kräfte zwischen Molekülen und Ionen KK-M2 (5)
- ... bezeichnen Kräfte zwischen Molekülen als Van-der-Waals-Kräfte Dipol-Dipol-Wechselwirkungen und Wasserstoffbrückenbindungen KK-M2 (6)
- ... erklären den Zusammenhang zwischen Stoffeigenschaften und Bindungsverhältnissen (Ionenbindung, Elektronenpaarbindung und Metallbindung) KK-M2 (7)
- ... erklären chemische Bindungen (Ionenbindung, Elektronenpaarbindung) mithilfe geeigneter Modelle und beschreiben Atome mithilfe eines differenzierteren Kern-Hülle-Modells KK-M2 (8)
- ... erklären mithilfe eines Elektronenpaarabstoßungsmodells die räumliche Struktur von Molekülen KK-M2 (9)

3. Quartal

Kontext: Säuren

Viele Säuren kommen im Alltag vor. Das Zitronen und Essig sauer sind hat jeder schon einmal erfahren. Aber auch Kohlensäure und Salzsäure sind vielen ein Begriff. In der folgenden Unterrichtsreihe wird geklärt, welche Eigenschaft einen Stoff zur Säure macht.

Säuren und Basen

Reaktion von Chlor mit Wasserstoff (nicht praktisch!!)

Autoprotolyse von HCl in Wasser

Der pH-Wert

Herstellung von Lösungen bekannter Konzentration

Die Säure-Basen-Titration als Methode zur Konzentrationsbestimmung unbekannter Lösungen

Praktische Bestimmung der Konzentration einer Essigsäurelösung mit benotetem Ergebnis

Struktur, Herstellung und Verwendung von Schwefelsäure

Saurer Regen: Die Geschichte eines Umweltproblems

Die Schülerinnen und Schüler ...

... planen, strukturieren, kommunizieren und reflektieren ihre Arbeit, auch als Team PK-I (3)

... ordnen Säuren als Stoffe, deren wässrige Lösungen Wasserstoff-Ionen enthalten ein KK-R2 (6)

... ordnen den Austausch von Protonen als Donator-Akzeptor-Prinzip ein KK-R2 (8)

4. Quartal

Kontext: Erdöl

Innerhalb der abschließenden Unterrichtsreihe der Sekundarstufe I wird das Erdöl zum Thema. Es wird untersucht woraus es besteht und wie es weiterverarbeitet wird. Es ist nicht nur Energieträger, sondern einer der wichtigsten Rohstoffe der chemischen Industrie.

Organische Chemie

Alkane: Nomenklatur,

optional Reaktion von Hexan mit Brom, radikalische Substitution

Fluch und Segen der Halogenalkane: Eine Diskussion

Erdöl: Gewinnung und Verarbeitung -> Raffination, katalytisches Cracken

Alkene und Alkine: Nomenklatur, Besonderheit der Doppelbindung,

Reaktion von Hexen mit Brom -> Nachweis von Alkenen ->

praktische Untersuchung von Fetten mit Bromlösung ->
ungesättigte und gesättigte Fettsäuren
Carbonsäure: Warum ist Essig sauer?
Alkohol: Es gibt mehr als nur einen,
Ester: Reaktionsgleichung einer Veresterung,
Herstellung von Seife aus Fett und Natronlauge

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ... benennen und beurteilen Aspekte der Auswirkungen der Anwendung chemischer Erkenntnisse und Methoden in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen an ausgewählten Beispielen PK-S (5)
- ... diskutieren und bewerten gesellschaftsrelevante Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven, auch unter dem Aspekt der nachhaltigen Entwicklung PK-S (12)
- ... wenden Kenntnisse über Struktur und Stoffeigenschaften zur Trennung, Identifikation, Reindarstellung an und nutzen diese zur Beschreibung großtechnischer Produktion von Stoffen KK-M2 (3)
- ... erklären das vereinfachte Schema einer Veresterung zwischen Alkoholen und Carbonsäuren KK-R2 (12)
- ... beschreiben, dass die Nutzung fossiler Brennstoffe zur Energiegewinnung einhergeht mit der Entstehung von Luftschadstoffen und damit verbundenen negativen Umwelteinflüssen (z. B. Treibhauseffekt, Wintersmog) KK-E1 (10)
- ... beschreiben und begründen den Einsatz von Katalysatoren in technischen oder biochemischen Prozessen KK-E2 (4)
- ... beurteilen die Nutzung verschiedener Energieträger (Atomenergie, Oxidation fossiler Brennstoffe, elektrochemische Vorgänge, erneuerbare Energien) aufgrund ihrer jeweiligen Vor- und Nachteile kritisch KK-E2 (6)

Curriculum Chemie 10. Klasse

Die 10. Klasse steht unter dem Leitthema

„Ablauf und Steuerung chemischer Reaktion in Natur und Technik“.

Die zugrundeliegenden Theoriekonzepte werden zunächst an einzelnen Beispielen untersucht. Gegen Ende des Jahres werden sie verwendet, um einen wichtigen großtechnischen Prozess im Detail nachvollziehen zu können. Mindestens ebenso wichtig wie die Erarbeitung der Lerninhalte ist es jedoch, die Schüler in diesem Jahr auf den weiteren Unterricht in der Oberstufe vorzubereiten. Hierzu werden die wichtigsten Gegenstände aus dem Mittelstufenunterricht erneut aufgegriffen und gegebenenfalls wiederholt.

Ermittlung der Summenformel organischer Verbindungen nach Liebig

Die Zusammensetzung einer unbekanntem, organischen Verbindung wird mit Hilfe der Elementaranalyse nach Liebig aufgeklärt. Innerhalb dieser Reihe werden vor allem stöchiometrische Grundkenntnisse aus dem Mittelstufenunterricht reaktiviert und vertieft.

Identifizierung organischer Verbindungen: Alkanole, Alkanale, Alkanone, Alkansäuren, Ester

Organische Substanzen werden anhand ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen geordnet. Eine unbekanntem organische Substanz wird mit Hilfe von Nachweisreaktionen auf ihre funktionellen Gruppen hin untersucht. Neben experimentellen Aspekten wird in dieser Unterrichtsreihe die organisch-chemische Nomenklatur vermittelt.

Oxidationen und Oxidationszahlen (vom Alkohol zur Carbonsäure)

Durch Oxidation kann gezielt eine funktionelle Gruppe eines organischen Moleküls verändert werden, so dass ein neues Molekül mit völlig unterschiedlichen Eigenschaften entsteht.

Zur Beschreibung der entsprechenden Reaktionen wird das Konzept der Oxidationszahlen in den Unterricht eingeführt.

Reaktionsgeschwindigkeit

Es wird nach einer Systematik gesucht, die die experimentell gemessenen Geschwindigkeiten von Reaktionen verstehen und vorhersagen lässt. Es wird untersucht, auf welche Weise eine Temperaturänderung (RGT-Regel), eine Konzentrationsänderung oder die Anwesen-

heit eines Kondensators die Reaktionsgeschwindigkeit beeinflussen. Als neues Theoriekonzept wird hierzu die Stoßtheorie verwendet.

Synthese künstlicher Aromen (Ester)

Aus einem Alkohol und einer Carbonsäure kann durch Kondensation ein Ester erzeugt werden. Diese Moleküle kommen häufig als Aromastoffe in Früchten vor. Die Schüler stellen verschiedene Ester her und vergleichen deren Duft mit den Aromen von Früchten und den künstlichen Aromen von Süßigkeiten.

Das chemische Gleichgewicht

Die Ausbeute bei der in der vorhergehenden Unterrichtseinheit kennegelernten Kondensation wird näher untersucht. Wie könnte man sie steigern? Dies wird mit Hilfe des Massenwirkungsgesetzes beantwortet.

Die Herstellung von Kunstdünger

Kunstdünger ist eines der wichtigsten Produkte der chemischen Industrie, obwohl seine Verwendung in der Landwirtschaft zum Teil problematisch ist. Die Produktion von Düngemitteln wird am Beispiel des Haber-Bosch-Verfahrens gezeigt. Erst durch Anwendung der im Verlauf des Jahres erlernten Theoriekonzepte zu den Themen Reaktionsgeschwindigkeit, Katalysatoren und dem Massenwirkungsgesetz ist es möglich, diesen komplexen, großtechnischen Vorgang zu verstehen. Zusätzlich wird innerhalb dieser Unterrichtsreihe der natürliche Stickstoffkreislauf oder ein anderer natürlicher Kreislauf thematisiert.

Curriculum Chemie II. Klasse

Ab der 11. Klasse wird das Fach Chemie am Thomaeum als Grund- oder Leistungskurs angeboten.

In beiden Fällen steht die 11. Klasse unter dem Motto

„Chemie in Anwendung und Gesellschaft“.

In diesem Jahrgang soll also ein besonderes Augenmerk auf die technische und gesellschaftliche Bedeutung der Chemie gelegt werden. Wir fragen uns, wie Chemie unser Leben beeinflusst. Die Themen *Analytik, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie* sowie *Reaktionswege zur Herstellung von Stoffen in der organischen Chemie* werden in diesem Rahmen im Verlauf des Jahres behandelt. Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang der Besuch einer chemischen Produktionsstätte, der für das zweite Halbjahr vorgesehen ist.

Die Säuren-/Basen-Titration

Die Titration ist ein probates Mittel, um die Konzentration einer Lösung unbekanntes Inhalts zu untersuchen. Die Schüler kennen dieses Verfahren bereits aus dem Unterricht der 9. Klasse. In der Oberstufe wird nun genauer untersucht, was während der Titration mit der Lösung geschieht. Hierzu wird der pH-Wert kontinuierlich gemessen. Die erhaltene Kurve wird diskutiert. Das Theoriekonzept der Säure/Base-Reaktionen, welches auf den Überlegungen zum chemischen Gleichgewicht aus Klasse 10 aufbaut, wird eingeführt. Es werden verschiedene Methoden zur Endpunktbestimmung angewendet. Dies können Indikatoren oder auch die Messung der elektrischen Leitfähigkeit der Vorlage sein.

pH-Puffer (nur Leistungskurs)

Es ist oftmals sehr wichtig, den pH-Wert einer Lösung genau einzustellen. Dies ist insbesondere bei medizinischen Anwendungen unausweichlich. Die Schüler stellen Lösungen her, die selbstständig hierfür sorgen.

Andere Titrationsmethoden (nur Leistungskurs)

Die Red/Ox-, die komplexometrische und die Fällungstitration werden vorgestellt und zur Konzentrationsbestimmung einer unbekanntes Lösung angewendet. Beispielsweise kann mit der Hilfe einer Red/Ox-Titration der Sauerstoffgehalt von Leitungswasser bestimmt werden.

Die galvanische Zelle

Eine galvanische Zelle wandelt chemische in elektrische Energie um. Die einfachste galvanische Zelle ist eine sogenannte Konzentrationszelle. Mit Hilfe der *Nernstschen Gleichung* kann die Spannung einer solchen Zelle berechnet werden. Technisch werden galvanische Zellen als Batterien und Akkumulatoren verwendet. Verschiedene Batterietypen werden gegenüber gestellt.

Die Elektrolyse

Die Elektrolyse ist ein wichtiges Verfahren zur Herstellung chemischer Grundstoffe. Im Unterricht werden die Chloralkalielektrolyse sowie die elektrolytische Herstellung von Aluminium besprochen. Innerhalb dieser Reihe soll eine entsprechende Anlage besichtigt werden. Mit Hilfe der Faraday-Gesetze wird die Energiemenge berechnet, die zur Produktion einer bestimmten Menge Aluminium benötigt wird.

Reaktionen in der organischen Chemie

Mit der Veresterung haben die Schüler bereits in der 10. Klasse eine organische Reaktion kennengelernt. Nun wird auch der Mechanismus dieser Reaktion besprochen. Die Schüler lernen, unterschiedliche Reaktionen bestimmten Reaktionstypen (nukleophile Substitution [Sn1 und Sn2], Addition, Elimination) zuzuordnen. Am Ende der Reihe sollen sie in der Lage sein, eine Strategie zur Synthese einer bestimmten Chemikalie aus einfachen Grundbausteinen zu entwerfen. Dem Leistungskurs bleibt vorbehalten, die Aufklärung der Sn1- bzw. Sn2-Reaktion näher zu erfassen sowie sich über die Regioselektivität einer Reaktion Gedanken zu machen (Saytzeff-Regel, Regel von Markownikow).

Curriculum Chemie 12. Klasse

Das Leitthema der 12. Klasse lautet

„Chemische Forschung – Erkenntnisse, Entwicklungen und Produkte“.

Laut Lehrplan können zwei mögliche Unterthemen gewählt werden. Am Thomaesium hat sich das Thema *„Farbstoffe und Farbigkeit“* bewährt, welches mit dem Theoriekonzept *„das aromatische System“* verknüpft ist.

Farbstoffe eignen sich schon deshalb gut für den Unterricht, da es diese Substanzklasse ermöglicht, den Erfolg einer chemischen Synthese schon aufgrund des optischen Erscheinungsbildes des Produkts abzuschätzen. Im Verlauf des Jahres werden die Schüler verschiedene Farbstoffklassen kennenlernen und möglichst viele auch selbst synthetisieren. Verschiedene Färbefahrer werden ebenfalls erprobt. Es versteht sich, dass alle durchgeführten Versuche theoretisch durchleuchtet werden. Ein wichtiges Lernziel ist es aber auch zu erkennen, dass viele Farbstoffe neben der Farbigkeit andere wichtige Eigenschaften haben. Als Beispiel hierfür können die Funktionsfarbstoffe Chlorophyll und Hämoglobin genannt werden.

Falls die Zeit es erlaubt, ist es durchaus möglich auch das andere laut Lehrplan zur Wahl stehende Thema (*Makromoleküle*) anzureißen, da auch dieses Thema für die aktuelle chemische Forschung von besonderer Bedeutung ist.

Aromatische Moleküle

Die Stabilität eines aromatischen Moleküls wird mit der eines entsprechenden Aliphaten verglichen. Die Hückel-Regel ermöglicht Aromatizität zu erkennen.

Reaktionen der Aromaten

Der Kanon der organisch-chemischen Reaktionen wird um die an einem Aromaten stattfindende elektrophile Substitution erweitert. Es wird gezeigt, wodurch ein Aromat für diese Reaktion aktiviert bzw. deaktiviert werden kann (mesomere und induktive Effekte). Abschließend wird das Thema Zweitsubstitution behandelt. Auch am Ende dieser Unterrichtseinheit sollen die Schüler in der Lage sein, eine Synthesestrategie mit Hilfe der besprochenen Reaktion aufzustellen.

Gründe für Farbigkeit

Welche Strukturen in einem Molekül lassen auf Farbigkeit schließen?
Auf welche Weise interagiert ein Lichtquant mit einem Farbstoffmo-

lekül (Leistungskurs)¿ Was geschieht in unserem Auge, wenn wir eine Farbe wahrnehmen¿

Farbstoffklassen

Triphenyl-, Antrachinon- und Azofarbstoffe werden synthetisiert. Es wird gezeigt, wie funktionelle Gruppen die Farbe dieser Stoffe beeinflussen (hypso- oder bathochromer Effekt). Es wird untersucht, wie ein Farbstoff auf die Änderung des pH-Wertes reagiert.

Färbemethoden

Es wird die Färbung eines Textilstückes mit Indigo und einem Küpenfarbstoff vorgenommen sowie die Beizenfärbung von Baumwolle mit Alizarin durchgeführt.

Mit dem Thema Färbemethoden endet das Curriculum des Fachs Chemie. Das 12. Schuljahr endet mit dem Abitur, deshalb ist eine intensive Prüfungsvorbereitung integraler Bestandteil des Unterrichts in dieser Zeit. Der Stoff der 11. und 12. Klasse wird gegen Ende des Kurses kompakt wiederholt. Der Umgang mit Prüfungsfragen wird geübt, um Missverständnisse während der schriftlichen Prüfung zu vermeiden.

Dieser letzte Unterrichtsabschnitt soll aber nicht nur als Vorbereitung auf die konkrete Prüfung – das schriftliche Abitur – dienen, sondern soll auch ein allgemeiner Leitfaden zur Vorbereitung auf Klausuren und Prüfungen im Studium sein.

Anhang 1: Betriebsanweisungen für Lehrer und Schüler

Betriebsanweisung für Schülerinnen und Schüler

1. Arbeitsbereich

Die Betriebsanweisung gilt für alle Schülerinnen und Schüler, die mit gefährlichen Stoffen oder Zubereitungen umgehen. Sie gilt insbesondere für den Unterricht in den Fächern Chemie, Biologie, Physik, Werken, Technik und im Fotolabor. Diese Räume dürfen nicht ohne Aufsicht der Lehrerin/des Lehrers betreten werden.

2. Gefahrstoffbezeichnung

Gefahrstoffe sind im Chemikaliengesetz definiert. Sie werden nach Gefährlichkeitsmerkmalen eingeteilt, denen u.a. folgende Gefahrenbezeichnungen, Kennbuchstaben und Gefahrensymbole zugeordnet sind:

				
sehr giftig	giftig	gesundheitsschädlich	ätzend	reizend
				
hochentzündlich	leichtentzündlich	explosionsgefährlich	brandfördernd	umweltgefährlich
				
krebserzeugend	erbgutverändernd	reproduktionstoxisch		

Gefahrensymbole, Gefahrenbezeichnungen und Kennbuchstaben (GefStoffV, Anhang I, Nr. 1)

3. Gefahren für Mensch und Umwelt

Für Gefahrstoffe gibt es Hinweise auf besondere Gefahren und Sicherheitsratschläge. Die Gefahrenhinweise sind in sogenannten R-Sätzen (R = Risiko), die Sicherheitsratschläge in sogenannten S-Sätzen (S = Sicherheit) zusammengefasst. Eine Liste aller R- und S-Sätze befindet sich in den Abschnitten 3 und 4.

Für die einzelnen Gefahrstoffe findet man die R- und S-Sätze u.a.

- auf den Etiketten der Chemikalienbehälter,
- auf der Wandtafel mit einer Auswahl von Gefahrstoffen.

4. Schutzmaßnahmen/Verhaltensregeln

Wegen der besonderen Gefahren ist in den oben genannten Fachräumen grundsätzlich ein umsichtiges und vorsichtiges Verhalten erforderlich. Die Schülerinnen und Schüler sollen offene Gashähne, Gasgeruch, beschädigte Steckdosen und Geräte oder andere Gefahrenstellen der Lehrerin/dem Lehrer sofort melden.

Schülerinnen und Schüler dürfen Geräte, Chemikalien, Schaltungen nicht ohne Genehmigung der Fachlehrerin/des Fachlehrers berühren und Anlagen für elektrische Energie, Gas und Wasser nicht ohne Genehmigung durch die Fachlehrerin/den Fachlehrer einschalten.

In Experimentierräumen darf nicht gegessen und getrunken werden.

Den Anweisungen der Fachlehrerin/des Fachlehrers ist unbedingt Folge zu leisten. Dies gilt im besonderen Maße bei der Durchführung von Schülerexperimenten. Einige allgemein gültige Regeln beim Experimentieren sind:

- Die Versuchsvorschriften und Lehrerhinweise müssen genau befolgt werden. Der Versuch darf erst durchgeführt werden, wenn die Lehrerin/der Lehrer dazu aufgefordert hat.
- Die von der Lehrerin/vom Lehrer ausgehändigte persönliche Schutzausrüstung (z.B. Schutzbrille, Schutzhandschuhe) muß beim Experimentieren benutzt werden.
- Geschmacks- und Geruchsproben dürfen Schülerinnen und Schüler nur vornehmen, wenn die Lehrerin/der Lehrer dazu auffordert.
- Beim Umgang mit offenen Flammen (z.B. Brenner) sind lange Haare so zu tragen, dass sie nicht in die Flammen geraten können.
- Pipettieren mit dem Mund ist verboten.

5. Reinigung und Entsorgung

Chemikalien dürfen grundsätzlich nicht in den Abguss gegossen werden. Gefahrstoffe und deren Reste werden gesammelt und entsorgt. Auf mögliche Abweichungen wird von der Lehrerin/dem Lehrer im Rahmen der Arbeitsanweisung ausdrücklich hingewiesen.

Verschüttete und verspritzte Gefahrstoffe sind sofort der Fachlehrerin/dem Fachlehrer zu melden.

6. Verhalten im Gefahrfall

Auf jeden Fall: Ruhe bewahren und den Anweisungen der Lehrerin/des Lehrers folgen.

6.1 Je nach Art des Gefahrstoffunfalls können folgende Maßnahmen notwendig werden:

- Not-Aus betätigen
- Klassenraum verlassen
- Erste Hilfe leisten
- Schulleitung und Ersthelfer informieren

6.2 Bei Entstehungsbränden können folgende Maßnahmen notwendig werden:

- Not-Aus betätigen
- Klassenraum verlassen
- Erste Hilfe leisten und den Ersthelfer informieren
- Brandbekämpfung mit geeigneten Löschmitteln (Löschsand, Löschdecke, Feuerlöscher)
- Alarmplan beachten

7. Erste Hilfe

Merkblatt bzw. Aushang

im Raum 008

Ersthelfer sind

Erste Hilfe-Raum: Raum Nr.

Verbandkasten: Raum Nr. 008

Sekretariat/Schulleitung: Telefon-Nr. 11

Feuerwehr/Rettungsnotdienst: Telefon-Nr. 112

Giftnotruf: Universitäts-Kinderklinik Bonn Telefon: 0228/287-3211

Augenarzt Kempen Telefon: 4333 (in Kempen)

Name: Dr. Ellerich Adresse: Burgstraße 14

Unfallarzt Kempen Telefon: 52452 (in Kempen)

Name: Dr. Vogel....., Adresse: Möhlenring 51

Betriebsanweisung für Lehrerinnen und Lehrer

1. Arbeitsbereich

Diese Betriebsanweisung gilt für alle Lehrerinnen und Lehrer, die Tätigkeiten mit gefährlichen Stoffen und Zubereitungen ausführen. Sie umfasst die Tätigkeiten der Lehrerin/des Lehrers in Zusammenhang mit Unterricht und dessen Vor- und Nachbereitung, einschließlich der Regelungen zur sachgemäßen Aufbewahrung, Kennzeichnung und Entsorgung gefährlicher Stoffe in diesen Räumen. Arbeitsplätze, die besondere Aufmerksamkeit in Bezug auf Gefahrstoffe verlangen, sind die Fachräume und die Vorbereitungs-/Sammlungsräume der Fachbereiche Chemie, Physik und Biologie.

Einzelheiten sind in der Gefahrstoffverordnung und der RISU-NRW geregelt, die in der Sammlung Chemie ausliegen.

2. Gefahrstoffbezeichnung

Gefährlich sind Stoffe und Zubereitungen, die eine oder mehrere der in § 3a Abs. 1 des Chemikaliengesetz genannten und in Anhang VI der Richtlinie 67/548/EWG bzw. in § 4 der Gefahrstoffverordnung näher bestimmten Eigenschaften aufweisen. Sie werden nach Gefährlichkeitsmerkmalen eingeteilt, denen u. a. folgende Gefahrenbezeichnungen, Kennbuchstaben und Gefahrensymbole zugeordnet sind:

Gefahrensymbole, Gefahrenbezeichnungen und Kennbuchstaben siehe Betriebsanweisung Schülerinnen und Schüler.

Ergänzungen sind ferner den Gefahrstoff-Aushängen und den Sicherheitsdatenblättern zu entnehmen. Diese Unterlagen befinden sich in der Sammlung Chemie und der Sammlung Biologie.

3. Gefahren für Mensch und Umwelt

Die Gefahren von Stoffen und Zubereitungen für Mensch und Umwelt sind in der Gefahrstoffverordnung und ihren Anhängen, den Sicherheitsdatenblättern sowie den jährlich aktualisierten Gefahrstoff-Datenbanken zu entnehmen. Ferner sind die Gefahrensymbole und -bezeichnungen auf den Gefäßen zu beachten. Die Gefahrstoffgefäße sind daher mit den in der Gefahrstoffverordnung angegebenen Symbolen und R-/S-Sätzen zu kennzeichnen.

4. Schutzmaßnahmen/Verhaltensregeln

4.1 Aufbewahrung/Lagerung

Die vorhandenen Gefahrstoffe sind nach den Maßangaben der Gefahrstoffverordnung und den Richtlinien zu lagern und aufzubewahren.

Sehr giftige, giftige und explosionsgefährliche Stoffe oder Zubereitungen sowie Stoffe, die wie diese zu behandeln sind, müssen unter Verschluss aufbewahrt werden und dürfen nur sachkundigen Lehrerinnen/Lehrern zugänglich sein. Ebenso zu behandeln sind auch krebserzeugende, erbgutverändernde und reproduktionstoxische Stoffe.

Gesundheitsschädliche, ätzende und reizende Stoffe dürfen nur in Räumen oder Schränken aufbewahrt werden, die gegen das Betreten oder dem Zugriff durch Betriebsfremde gesichert sind. Stoffe, die im Normalfall gefährliche Gase, Dämpfe, Nebel, Rauche entwickeln, sind in Schränken aufzubewahren, die wirksam entlüftet werden.

Standorte für obige und andere Chemikalien sind Schränke in der Chemie Sammlung.

Ferner gibt es Chemikalienschränke in der Biologie- und in der Physiksammlung.

An Arbeitsplätzen dürfen brennbare Flüssigkeiten nur in der Menge für den Handgebrauch aufbewahrt werden. Darüber hinausgehende Vorräte sind im

Sicherheitsschrank für brennbare Flüssigkeiten in der Chemiesammlung gelagert.

Stahlflaschen für Druckgase mit Druckminderventilen sind nach Gebrauch zu verschließen und unbedingt an den bezeichneten Lagerort in der Chemiesammlung zu bringen. Sie sind spätestens nach der Unterrichtsstunde aus dem Experimentierraum zu entfernen.

Die zentrale Gas- und Stromversorgung ist am Schluss der jeweiligen Unterrichtsstunde auszuschalten.

4.2 Aufsicht

Schülerinnen/Schüler dürfen sich in den Fachräumen, in denen mit Gefahrstoffen umgegangen wird, nicht ohne Aufsicht einer sachkundigen Lehrerin/eines sachkundigen Lehrers aufhalten. Die Fachräume sind bei Abwesenheit der Fachlehrerin/des Fachlehrers abgeschlossen zu halten.

4.3 Tätigkeiten mit Gefahrstoffen und gefährlichen Zubereitungen

Für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen und gefährlichen Zubereitungen bei der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung des Unterrichtes ist die Lehrerin/der Lehrer verantwortlich. Daraus ergeben sich folgende Aufgaben bei experimentellem Unterricht:

Versuchsvorbereitung

Die Gefährlichkeit von Stoffen und Zubereitungen, die bei der geplanten Tätigkeit (z. B. Experiment) eingesetzt werden oder entstehen, muss ermittelt werden. Es ist zu prüfen, ob für den unterrichtlichen Zweck Ersatzstoffe mit weniger gefährlichen Eigenschaften eingesetzt werden können. Ersatzstoffe sind zu verwenden, wenn für die Anwendung weniger gefährliche Stoffe verfügbar sind. Sicherheits- und Schutzmaßnahmen sind vorzubereiten. Die Entsorgung der Entstehungsstoffe und der evtl. Reste der Ausgangsstoffe ist zu bedenken.

Die Lehrerin/der Lehrer muss bestehende Umgangs- und Beschäftigungsbeschränkungen für Schülerinnen/Schüler und Schwangere (hier gilt das Umgangsverbot mit sehr giftigen, giftigen, krebserzeugenden, erbgutverändernden oder reproduktionstoxischen Stoffen) beachten.

Versuchsdurchführung

Die Versuchsdurchführung im Abzug ist zwingend vorgeschrieben, wenn sehr giftige, giftige, krebserzeugende, erbgutverändernde, oder reproduktionstoxische Stoffe verwendet werden.

tionstoxische Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe frei werden können. Alternativ sind geschlossene Systeme zu verwenden, die die gleiche Sicherheit auf andere Weise gewährleisten (ggf. vollständige Absorption in einer Apparatur).

Experimente, bei denen gesundheitsschädliche, ätzende oder reizende Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe entstehen, machen folgende Maßnahmen erforderlich, wenn sie außerhalb des Abzuges durchgeführt werden:

- geringstmögliche Stoffmengenportionierung, ggf. unter Berücksichtigung von Expositionsabschätzungen unter "worst-case-Bedingungen"
- für gute Durchlüftung sorgen
- bei Gefahr von Hautkontakt durch gefährliche Stoffe oder Zubereitungen, insbesondere hautresorptive, sensibilisierende, ätzende, reizende, chronisch schädigende Stoffe sind Schutzhandschuhe, bei Gefahr von Augenverletzungen Schutzbrillen und Überbrillen zu tragen. Bei explosionsgefährlichen Stoffen und Zubereitungen sind zusätzlich Schutzscheibe bzw. Splitterkorb zu verwenden.

4.4 Unterweisung

Für jeden Versuch - insbesondere bei Schülerübungen - muss eine kurze, begründete Erläuterung der Sicherheitsmaßnahmen erfolgen. Darüber hinaus muss einmal pro Halbjahr eine Unterweisung der Schülerinnen und Schüler über Sicherheitsmaßnahmen und das Verhalten in den Fachräumen durch die Lehrerin/den Lehrer erfolgen und im Klassenbuch/Kursheft ausgewiesen werden. Diese Unterweisung beinhaltet zudem Informationen über das Verhalten im Gefahrfall.

Notwendige Informationen für Schülerinnen über mögliche Gefahren und Beschäftigungsbeschränkungen für gebärfähige Schülerinnen, werdende und stillende Mütter sind in die Unterweisung mit einzubeziehen.

5. Reinigung und Entsorgung

Die Arbeitsplätze von Schülerinnen/Schüler und Lehrerinnen/Lehrer - auch in den Vorbereitungsräumen - sind sauber und aufgeräumt zu hinterlassen, insbesondere so, dass die Sicherheit von Personen und Sachen nicht gefährdet ist.

Verschüttete, verspritzte Gefahrstoffe, Zubereitungen und Reaktionsprodukte, die Gefahrstoffe enthalten sind gemäß unserem Entsorgungskonzept zu sammeln und/oder zu entsorgen. Hierzu ist der Aushang in der Chemiensammlung zu beachten.

6. Verhalten im Gefahrfall

6.1 Je nach Art des Gefahrstoffunfalls können folgende Maßnahmen notwendig werden:

- Not-Aus betätigen
- Klassenraum räumen
- Erste Hilfe leisten und den Ersthelfer informieren
- Gefahren beseitigen, z.B. Pannen-Set verwenden; dieses befindet sich in Chemie-Übungsraum
- Schulleitung informieren

6.2 Bei Entstehungsbränden können folgende Maßnahmen notwendig werden:

- Not-Aus betätigen
- Klassenraum räumen
- Erste Hilfe leisten und den Ersthelfer informieren
- Brandbekämpfung mit geeigneten Löschmitteln (Löschsand, Löschdecke, Feuerlöscher)
- Alarmplan beachten

Standorte von

Löschsand : Chemiesammlung ;

Löschdecke , Feuerlöscher : in den Übungsräumen

7. Erste Hilfe

Merkblatt bzw. Aushang im Raum Chemie Übungsraum

Ersthelfer sind N.N.

Erste Hilfe Erste Hilfe-Raum

Verbandkasten im Raum Übungsräume

Sekretariat/Schulleitung Telefon-Nr. 11

Feuerwehr/Rettungsnotdienst Telefon-Nr. 112

Giftnotruf: Universitäts-Kinderklinik Bonn Telefon: 0228/19240

 Augenarzt Kempen Telefon: 4333 (in Kempen)

Name: Dr. Ellerich Adresse: Burgstraße 14

 Unfallarzt Kempen Telefon: 52452 (in Kempen)







Name: Dr. Vogel....., Adresse: Möhlenring 51

Gefährdungsbeurteilung

Versuch: _____

Chemikalien: _____

Durchführung: _____

TRGS 500			 Abzug	 geschlossenes System		 Lüftungsmaßnahmen	Weitere Maßnahmen
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Datum: _____ Unterschrift: _____

Weitere Termine:

Anhang 2: Kompetenzen aus dem Kernlehrplan Sek I

Prozessbezogene Kompetenzen:

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung

PK-E

„Experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen“

Schülerinnen und Schüler ...

- (1) beobachten und beschreiben chemische Phänomene und Vorgänge und unterscheiden dabei Beobachtung und Erklärung
- (2) erkennen und entwickeln Fragestellungen, die mit Hilfe chemischer und naturwissenschaftlicher Kenntnisse und Untersuchungen zu beantworten sind
- (3) analysieren Ähnlichkeiten und Unterschiede durch kriteriengeleitetes Vergleichen
- (4) führen qualitative und einfache quantitative Experimente und Untersuchungen durch und protokollieren diese
- (5) recherchieren in unterschiedlichen Quellen (Print- und elektronische Medien) und werten die Daten, Untersuchungsmethoden und Informationen kritisch aus
- (6) wählen Daten und Informationen aus verschiedenen Quellen, prüfen sie auf Relevanz und Plausibilität und verarbeiten diese adressaten- und situationsgerecht
- (7) stellen Hypothesen auf, planen geeignete Untersuchungen und Experimente zur Überprüfung, führen sie unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durch und werten sie unter Rückbezug auf die Hypothesen aus
- (8) interpretieren Daten, Trends, Strukturen und Beziehungen, erklären diese und ziehen geeignete Schlussfolgerungen
- (9) stellen Zusammenhänge zwischen chemischen Sachverhalten und Alltagserscheinungen her und grenzen Alltagsbegriffe von Fachbegriffen ab

- (10) zeigen exemplarisch Verknüpfungen zwischen gesellschaftlichen Entwicklungen und Erkenntnissen der Chemie auf.

Kompetenzbereich Kommunikation

PK-K

„Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen“

Schülerinnen und Schüler ...

- (1) argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig
- (2) vertreten ihre Standpunkte zu chemischen Sachverhalten und reflektieren Einwände selbstkritisch
- (3) planen, strukturieren, kommunizieren und reflektieren ihre Arbeit, auch als Team.
- (4) beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache, ggf. mit Hilfe von Modellen und Darstellungen
- (5) dokumentieren und präsentieren den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit sachgerecht, situationsgerecht und adressatenbezogen, auch unter Nutzung elektronischer Medien, in Form von Texten, Skizzen, Zeichnungen, Tabellen oder Diagrammen
- (6) veranschaulichen Daten angemessen mit sprachlichen, mathematischen oder (und) bildlichen Gestaltungsmitteln
- (7) beschreiben und erklären in strukturierter sprachlicher Darstellung den Bedeutungsgehalt von fachsprachlichen bzw. Alltagssprachlichen Texten und von anderen Medien
- (8) prüfen Darstellungen in Medien hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit
- (9) protokollieren den Verlauf und die Ergebnisse von Untersuchungen und Diskussionen in angemessener Form
- (10) recherchieren zu chemischen Sachverhalten in unterschiedlichen Quellen und wählen themenbezogene und aussagekräftige Informationen aus

„Fachliche Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen, beurteilen und bewerten“

Schülerinnen und Schüler ...

- (1) beurteilen und bewerten an ausgewählten Beispielen Informationen kritisch auch hinsichtlich ihrer Grenzen und Tragweiten
- (2) stellen Anwendungsbereiche und Berufsfelder dar, in denen chemische Kenntnisse bedeutsam sind
- (3) nutzen chemisches und naturwissenschaftliches Wissen zum Bewerten von Chancen und Risiken bei ausgewählten Beispielen moderner Technologien und zum Bewerten und Anwenden von Sicherheitsmaßnahmen bei Experimenten und im Alltag
- (4) beurteilen an Beispielen Maßnahmen und Verhaltensweisen zur Erhaltung der eigenen Gesundheit
- (5) benennen und beurteilen Aspekte der Auswirkungen der Anwendung chemischer Erkenntnisse und Methoden in historischen und gesellschaftlichen Zusammenhängen an ausgewählten Beispielen
- (6) binden chemische Sachverhalte in Problemzusammenhänge ein, entwickeln Lösungsstrategien und wenden diese nach Möglichkeit an
- (7) nutzen Modelle und Modellvorstellungen zur Bearbeitung, Erklärung und Beurteilung chemischer Fragestellungen und Zusammenhänge
- (8) beurteilen die Anwendbarkeit eines Modells
- (9) beschreiben und beurteilen an ausgewählten Beispielen die Auswirkungen menschlicher Eingriffe in die Umwelt
- (10) erkennen Fragestellungen, die einen engen Bezug zu anderen Unterrichtsfächern aufweisen und zeigen diese Bezüge auf
- (11) nutzen fachtypische und vernetzte Kenntnisse und Fertigkeiten, um lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge zu erschließen

- (12) entwickeln aktuelle, lebensweltbezogene Fragestellungen, die unter Nutzung fachwissenschaftlicher Erkenntnisse der Chemie beantwortet werden können
- (13) Diskutieren und bewerten gesellschaftsrelevante Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven, auch unter dem Aspekt der nachhaltigen Entwicklung.

Konzeptbezogene Kompetenzen im Fach Chemie

„Chemische Reaktion“ Stufe I

KK-R1

Die Schülerinnen und Schüler haben das Konzept der Stoffumwandlung zum Konzept der chemischen Reaktion so weit entwickelt, dass sie ...

- (1) Stoffumwandlungen beobachten und beschreiben
- (2) chemische Reaktionen an der Bildung von neuen Stoffen mit neuen Eigenschaften erkennen, und diese von der Herstellung bzw. Trennung von Gemischen unterscheiden
- (3) chemische Reaktionen von Aggregatzustandsänderungen abgrenzen
- (4) Stoffumwandlungen herbeiführen
- (5) Stoffumwandlungen in Verbindung mit Energieumsätzen als chemische Reaktion deuten
- (6) den Erhalt der Masse bei chemischen Reaktionen durch die konstante Atomanzahl erklären
- (7) chemische Reaktionen als Umgruppierung von Atomen beschreiben
- (8) chemische Reaktionen durch Reaktionsschemata in Wort- und evtl. in Symbolformulierungen unter Angabe des Atomanzahlenverhältnisses beschreiben und die Gesetzmäßigkeit der konstanten Atomanzahlverhältnisse erläutern
- (9) chemische Reaktionen zum Nachweis chemischer Stoffe benutzen (Glimmspanprobe, Knallgasprobe, Kalkwasserprobe, Wassernachweis)
- (10) Verbrennungen als Reaktionen mit Sauerstoff (Oxidation) deuten, bei denen Energie freigesetzt wird

- (11) Redoxreaktionen nach dem Donator-Akzeptor-Prinzip als Reaktionen deuten, bei denen Sauerstoff abgegeben und vom Reaktionspartner aufgenommen wird
- (12) die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen am Beispiel der Bildung und Zersetzung von Wasser beschreiben
- (13) saure und alkalische Lösungen mit Hilfe von Indikatoren nachweisen
- (14) Das Verbrennungsprodukt Kohlenstoffdioxid identifizieren und dessen Verbleib in der Natur diskutieren
- (15) Kenntnisse über Reaktionsabläufe nutzen, um die Gewinnung von Stoffen zu erklären (z. B. Verhüttungsprozesse)

„Chemische Reaktion“ Stufe II

KK-R2

Die Schülerinnen und Schüler haben das Konzept der chemischen Reaktion so weit differenziert, dass sie ...

- (1) Stoff- und Energieumwandlungen als Veränderung in der Anordnung von Teilchen und als Umbau chemischer Bindungen erklären
- (2) mit Hilfe eines angemessenen Atommodells und Kenntnissen des Periodensystems erklären, welche Bindungen bei chemischen Reaktionen gelöst werden und welche entstehen
- (3) Möglichkeiten der Steuerung chemischer Reaktionen durch Variation von Reaktionsbedingungen beschreiben
- (4) Stoffe durch Formeln und Reaktionen durch Reaktionsgleichungen beschreiben und dabei in quantitativen Aussagen die Stoffmenge benutzen und einfache stöchiometrische Berechnungen durchführen
- (5) elektrochemische Reaktionen (Elektrolyse) und elektrochemische Spannungsquellen) nach dem Donator-Akzeptor-Prinzip als Aufnahme und Abgabe von Elektronen deuten, bei denen Energie umgesetzt wird
- (6) Säuren als Stoffe einordnen, deren wässrige Lösungen Wasserstoff-Ionen enthalten

- (7) die alkalische Reaktion von Lösungen auf das Vorhandensein von Hydroxid-Ionen zurückführen
- (8) den Austausch von Protonen als Donator-Akzeptor-Prinzip einordnen
- (9) einen Stoffkreislauf als eine Abfolge verschiedener Reaktionen deuten
- (10) wichtige technische Umsetzungen chemischer Reaktionen vom Prinzip her erläutern (z. B. Eisenherstellung, Säureherstellung, Kunststoffproduktion)
- (11) Prozesse zur Bereitstellung von Energie erläutern
- (12) das Schema einer Veresterung zwischen Alkoholen und Carbonsäuren vereinfacht erklären

„Struktur der Materie“ Stufe I

KK-M1

Die Schülerinnen und Schüler haben das Konzept zur Struktur der Materie so weit entwickelt, dass sie ...

- (1) Zwischen Gegenstand und Stoff unterscheiden
- (2) Ordnungsprinzipien für Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften und Zusammensetzung nennen, beschreiben und begründen: Reinstoffe, Gemische; Elemente (z. B. Metalle, Nichtmetalle), Verbindungen (z. B. Oxide, Salze, organische Stoffe)
- (3) Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften identifizieren (z. B. Farbe, Geruch, Löslichkeit, elektrische Leitfähigkeit, Schmelz- und Siedetemperatur, Aggregatzustände, Brennbarkeit)
- (4) Stoffe aufgrund ihrer Zusammensetzung und Teilchenstruktur ordnen
- (5) Atome als kleinste Teilchen von Stoffen benennen
- (6) Stoffe aufgrund von Stoffeigenschaften (z. B. Löslichkeit, Dichte, Verhalten als Säure bzw. Lauge) bezüglich ihrer Verwendungsmöglichkeiten bewerten
- (7) Stoffeigenschaften zur Trennung einfacher Stoffgemische nutzen

- (8) die Teilchenstruktur ausgewählter Stoffe/ Aggregate mithilfe einfacher Modelle beschreiben (Wasser, Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid, Metalle, Oxide)
- (9) die Aggregatzustandsänderungen unter Hinzuziehung der Anziehung von Teilchen deuten
- (10) einfache Atommodelle zur Beschreibung chemischer Reaktionen nutzen
- (11) Einfache Modelle zur Beschreibung von Stoffeigenschaften nutzen
- (12) Atome mithilfe eines einfachen Kern-Hülle-Modells darstellen und Protonen, Neutronen als Kernbausteine benennen sowie die Unterschiede zwischen Isotopen erklären
- (13) Lösevorgänge und Stoffgemische auf der Ebene einer einfachen Teilchenvorstellung beschreiben

„Struktur der Materie“ Stufe II

KK-M2

Die Schülerinnen und Schüler haben das Konzept zur Struktur der Materie so weit differenziert, dass sie ...

- (1) Aufbauprinzipien des Periodensystems der Elemente beschreiben und als Ordnungs- und Klassifikationsschema nutzen, Haupt- und Nebengruppen unterscheiden
- (2) die Vielfalt der Stoffe und ihrer Eigenschaften auf der Basis unterschiedlicher Kombinationen und Anordnungen von Atomen mit Hilfe von Bindungsmodellen erklären (z. B. Ionenverbindungen, anorganische Molekülverbindungen, polare – unpolare Stoffe, Hydroxylgruppe als funktionelle Gruppe)
- (3) Kenntnisse über Struktur und Stoffeigenschaften zur Trennung, Identifikation, Reindarstellung anwenden und zur Beschreibung großtechnischer Produktion von Stoffen nutzen
- (4) Zusammensetzung und Strukturen verschiedener Stoffe mit Hilfe von Formelschreibweisen darstellen (Summen-/ Strukturformeln, Isomere)
- (5) Kräfte zwischen Molekülen und Ionen beschreiben und erklären

- (6) Kräfte zwischen Molekülen als Van-der-Waals-Kräfte Dipol-Dipol-Wechselwirkungen und Wasserstoffbrückenbindungen bezeichnen
- (7) den Zusammenhang zwischen Stoffeigenschaften und Bindungsverhältnissen (Ionenbindung, Elektronenpaarbindung und Metallbindung) erklären
- (8) chemische Bindungen (Ionenbindung, Elektronenpaarbindung) mithilfe geeigneter Modelle erklären und Atome mithilfe eines differenzierteren Kern-Hülle-Modells beschreiben
- (9) mithilfe eines Elektronenpaarabstoßungsmodells die räumliche Struktur von Molekülen erklären

„Energie“ Stufe I

KK-E1

Die Schülerinnen und Schüler haben das Konzept der Energie so weit entwickelt, dass sie ...

- (1) chemische Reaktionen energetisch differenziert beschreiben, z. B. mit Hilfe eines Energiediagramms
- (2) Energie gezielt einsetzen, um den Übergang von Aggregatzuständen herbeizuführen (z. B. im Zusammenhang mit der Trennung von Stoffgemischen)
- (3) Siede- und Schmelzvorgänge energetisch beschreiben
- (4) erläutern, dass bei einer chemischen Reaktion immer Energie aufgenommen oder abgegeben wird
- (5) energetische Erscheinungen bei exothermen chemischen Reaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärmeenergie zurückführen, bei endothermen Reaktionen den umgekehrten Vorgang erkennen
- (6) konkrete Beispiele von Oxidationen (Reaktionen mit Sauerstoff) und Reduktionen als wichtige chemische Reaktionen benennen sowie deren Energiebilanz qualitativ darstellen
- (7) erläutern, dass zur Auslösung einiger chemischer Reaktionen Aktivierungsenergie nötig ist, und die Funktion eines Katalysators deuten

- (8) das Prinzip der Gewinnung nutzbarer Energie durch Verbrennung erläutern.
- (9) vergleichende Betrachtungen zum Energieumsatz durchführen
- (10) beschreiben, dass die Nutzung fossiler Brennstoffe zur Energiegewinnung einhergeht mit der Entstehung von Luftschadstoffen und damit verbundenen negativen Umwelteinflüssen (z. B. Treibhauseffekt, Wintersmog)

„Energie“ Stufe II

KK-E2

Die Schülerinnen und Schüler haben das Konzept zur Struktur der Materie so weit differenziert, dass sie ...

- (1) die bei chemischen Reaktionen umgesetzte Energie quantitativ einordnen
- (2) erläutern, dass Veränderungen von Elektronenzuständen mit Energieumsätzen verbunden sind
- (3) die Umwandlung von chemischer in elektrische Energie und umgekehrt von elektrischer in chemische Energie bei elektrochemischen Phänomenen beschreiben und erklären
- (4) den Einsatz von Katalysatoren in technischen oder biochemischen Prozessen beschreiben und begründen
- (5) das Funktionsprinzip verschiedener chemischer Energiequellen mit angemessenen Modellen beschreiben und erklären (z. B. einfache Batterie, Brennstoffzelle)
- (6) die Nutzung verschiedener Energieträger (Atomenergie, Oxidation fossiler Brennstoffe, elektrochemische Vorgänge, erneuerbare Energien) aufgrund ihrer jeweiligen Vor- und Nachteile kritisch beurteilen