Curriculum

für das Fach

Chemie

Arbeitsplan für die Sekundarstufen I und II
Schuljahrgänge 5 – 10
Schuljahrgang 11 (Einführungsphase)
Schuljahrgänge 12 und 13 (Qualifikationsphase)

Gymnasium Meckelfeld

Stand: 20.6.2023 (beschlossen auf der Fachkonferenz)

Gliederung

1. Organisatorisches 2

2. Grundsätze zum Chemieunterricht.....3
2.1 Grundlagen der Leistungsbewertung im Fach Chemie 7
2.2 Operatoren für Aufgabenstellungen 11

3. Klassenstufen 5/6 13
3.1 Allgemeine Erklärung zu den Lernlinien 13
3.2 Übersicht der Unterrichtseinheiten 5/6 (Lernlinie) 14
3.3 Überprüfung der Kompetenzvermittlung 5/6 (Fachkontrollbogen) 14
3.4 Auszüge aus den Dokumentationsbögen der Unterrichtseinheiten 5/6 19

4. Klassenstufen 7/8 24
4.1 Übersicht der Unterrichtseinheiten 7/8 (Lernlinie) 24
4.2 Überprüfung der Kompetenzvermittlung 7/8 (Fachkontrollbogen) 24
4.3 Auszüge aus den Dokumentationsbögen der Unterrichtseinheiten 7/8 32

5. Klassenstufen 9/10 38
5.1 Übersicht der Unterrichtseinheiten 9/10 (Lernlinie) 38
5.2 Überprüfung der Kompetenzvermittlung 9/10 (Fachkontrollbogen) 38
5.3 Auszüge aus den Dokumentationsbögen der Unterrichtseinheiten 9/10 48

6. Klassenstufe 11 (Sekundarstufe II, Einführungsphase).....62
6.1 Übersicht der Unterrichtseinheiten 11 (Lernlinie) 62
6.2 Überprüfung der Kompetenzvermittlung 11 (Fachkontrollbogen) 62
6.3 Auszüge aus den Dokumentationsbögen der Unterrichtseinheiten 11 68

7. Klassenstufen 12/13 (Sekundarstufe II, Qualifikationsphase).....76
7.1 Übersicht der Unterrichtseinheiten 12/13 (Lernlinie) 76
7.2 Überprüfung der Kompetenzvermittlung 12/13 (Fachkontrollbogen) 77
7.3 Auszüge aus den Dokumentationsbögen der Unterrichtseinheiten 12/13 94

8. Konzept zur Berufsorientierung des Faches Chemie 112

9. Die Einbindung des Faches Chemie ins Medienkonzept der Schule 113

10. Schlussbemerkungen 115
10.1 Abhaklisten 115
10.2 Das Fachcurriculum im Wandel 115

1. Organisatorisches

Auf Beschluss der Gesamtkonferenz vom 16.06.2015 und der Fachkonferenz Chemie vom 23.06.2015 beginnt der Chemie-Unterricht am Gymnasium Meckelfeld ab dem Schuljahr 2015 / 2016 aufsteigend für die Klassenstufen 5 bis 8 im sechsten Schuljahr. Das Fach Chemie wird im 6. Jahrgang mit zwei Jahreswochenstunden, im 8. Jahrgang epochal mit einer Jahreswochenstunde und im 9. und 10. Jahrgang durchgängig mit zwei Jahreswochenstunden unterrichtet (siehe Tabelle).

Jahrgang / Klassenstufe	5	6	7	8	9	10
Jahres-wochenstunden	0	2	0	1	2	2

Grundlage des Chemieunterrichts und der Unterrichtsverteilung ist die Stundentafel 1 des vom Niedersächsischen Kultusministerium im Jahr 2015 herausgegebenen Kerncurriculums der Naturwissenschaften für die Schuljahrgänge 5 – 10 des Gymnasiums sowie die im Jahr 2004 von der Kultusministerkonferenz beschlossenen Bildungsstandards im Fach Chemie für den mittleren Schulabschluss.

Dieses schulinterne Fachcurriculum des Faches Chemie dient dazu, die Umsetzung der Vermittlung der nach dem Kerncurriculum zu vermittelnden fachinhaltlichen und prozessorientierten Kompetenzen zu verdeutlichen. Hierzu werden die Jahrgänge der Sekundarstufe 1 in Doppeljahrgänge unterteilt. Zu jedem Doppeljahrgang findet sich eine Abfolge von alternativen, teilweise auch verbindlichen Unterrichtseinheiten in Form so genannter Lernlinien. Im weiteren Verlauf werden die einzelnen Unterrichtseinheiten in Bezug auf ihren groben Inhalt, die Durchführung und die Vermittlung bestimmter Kompetenzen vorgestellt. Abschließend findet sich am Ende eines jeden Doppeljahrgangs ein so genannter Fachkontrollbogen, der die Zuordnung der zu vermittelnden Kompetenzen zu den einzelnen Unterrichtseinheiten darstellt.

Alle Materialien (Arbeitsblätter, Präsentationen, etc.) zu den einzelnen Unterrichtseinheiten befinden sich in digitalisierter Form auf dem allgemeinen USB-Stick der Chemie-Fachgruppe.

Wegen einer möglichen Zusammenlegung von parallelen Klassen in der Sekundarstufe I ist neben der Orientierung am Fachcurriculum Chemie eine enge Absprache zwischen den Lehrkräften über die zum Ende eines Schuljahres zu erarbeitenden Inhalte innerhalb einer Jahrgangsstufe zwingend notwendig.

2. Grundsätze zum Chemieunterricht am Gymnasium Meckelfeld

Die folgenden Grundsätze wurden auf Fachkonferenzen verabredet und sollen zu einheitlichen Sprech- und Schreibweisen im Chemieunterricht am Gymnasium Meckelfeld führen.

- **Stoffeigenschaften**

  – **Aggregatzustandsänderungen** werden mit einem einfachen **Teilchenmodell** beschrieben. Begriffe wie **Atome** und **Moleküle** werden erst gegen Ende der Klasse 6 eingeführt.
  – **Aggregatzustände** werden durch die Abkürzungen s, l, g gekennzeichnet.
  – Schmelz- und Siedetemperatur können durch die Abkürzungen mp und bp gekennzeichnet werden.
  – Der pH-Wert wird in Klasse 6 nur als Kenngröße der Eigenschaften sauer, neutral, basisch (alkalisch) eingeführt und erst bei der Einführung der Säure-Base-Reaktionen erklärt.

- Notieren einer **chemischen Reaktion**:

  Edukte → Produkte.
  Hierbei sollten die Aggregatzustände sowie die Energietönung mit aufgenommen werden:
  Beispiel: $2Mg(s) + O_2(g) \rightarrow 2MgO(s)$; exotherm
  Bis zur Einführung von chemischen Atomsymbolen und Verhältnisformeln **im Epochalunterricht der Klasse 8** werden Gleichungen nur in Form von Wortgleichungen dargestellt:
  Magnesium(s) + Sauerstoff(g) → Magnesiumoxid(s); exotherm.
  Auch hier sollen die Aggregatzustände mit angegeben werden.
  Die Angabe von gebrochenen stöchiometrischen Faktoren wird vermieden.

- **Energieumsatz** bei chemischen Reaktionen

  – Der Begriff der Reaktionsenthalpie wird in der Sek I **nicht** verwendet. Der Energiebegriff taucht in der Chemie bereits in Klasse 6 auf. Eventuell wird dabei der Einführung des Energiebegriffs durch die Physik vorgegriffen (eventuell: Absprache mit der Fachschaft Physik). Zu den Begriffen s. Glossar.
  – Energieflussdiagramme können auch in der Chemie eingesetzt werden (s. Glossar).

- **Zwischenmolekulare Anziehungskräfte**

  Folgende zwischenmolekulare Anziehungskräfte werden voneinander unterschieden:
  1.) London-Kräfte[1]: Anziehende Wechselwirkungen durch induzierte temporäre Dipole zwischen Molekülen ohne permanente Dipolmomente aufgrund von unsymmetrischen Ladungsverteilungen.
  2.) Dipol-Dipol-Kräfte[1]: Anziehende elektrostatische Wechselwirkungen zwischen Molekülen mit permanenten Dipolmomenten.
  3.) Van-der-Waals-Kräfte[1]: Die Kräfte zwischen Dipolen – sowohl die Dipol-Dipol-Kräfte wie auch die London-Kräfte – werden als Van-der-Waals-Kräfte bezeichnet.
  4.) Wasserstoffbrücken(bindungen)[1]: Anziehende Wechselwirkung zwischen Wasserstoffatomen (H) mit großen positiven Teilladungen, die in Molekülen an stark elektronegative Atome (X) gebunden sind und nichtbindenden Elektronenpaaren negativ polarisierter Atome (Y) wie Sauerstoff-, Stickstoff- oder Fluoratome anderer Moleküle: RX-H ···|YR`.
  5.) Dipol-Ionen-Kräfte[1]: Anziehende elektrostatische Wechselwirkung zwischen Molekülen mit permanenten Dipolmomenten und Ionen. Diese Anziehungskräfte sind stärker als Dipol-Dipol-Kräfte. Bsp.: Bildung von Hydrathüllen beim Lösen eines Salzes in Wasser.

[1] Angepasst und gekürzt nach: Elemente Chemie Einführungsphase, Ernst Klett Verlag, Stuttgart, 2018, S.90/91.

➢ **<u>Didaktische Reduktion</u>** <u>in Bezug auf bestimmte Fachinhalte</u>

Redoxreaktionen werden zunächst als Übertragung von Sauerstoff behandelt (Ende Klasse 6, Klasse 8). Das Reduktionsmittel nimmt hierbei den Sauerstoff auf, das Oxidationsmittel gibt ihn ab (Vorbereitung des Donator-Akzeptor-Basiskonzepts).

Reaktionen auf der Teilchenebene

• Am Ende von Klasse 6 erfolgt die Erweiterung des Teilchenmodells zum Daltonschen Atommodell.

• Die **Atommasseneinheit** u wird über die Masse eines Wasserstoffatoms definiert. Erst in Klasse 9 kann bei der Behandlung der Isotope die Definition über C-12 verstanden werden, dieses ist aber entbehrlich.

• Die Einführung des **Stoffmenge**n – Begriffs und ihrer Einheit erfolgt unter dem Aspekt des Zählens von Teilchen. Hierbei ergibt sich die Anzahl der Teilchen durch Division der Gesamtmasse der Stoffportion durch die Masse eines Teilchens. Die Angabe einer Stoffmenge ist dann die Angabe einer Teilchenzahl analog zu einem Dutzend. Der eingeführte Taschenrechner gestattet die direkte Umrechnung von g in u und umgekehrt, wobei sich automatisch die AVOGADRO-Konstante ergibt.

• Die Leitfähigkeit von Salzlösungen erfordert in Klasse 9 ein Atommodell mit geladenen Elementarteilchen (Rosinenkuchen-Modell nach Thomson, Ionen als geladene Atome), welches über das Kern-Hülle-Modell (Rutherford) zum Schalenmodell (Bohr) erweitert wird. Bei der Erklärung des Auftretens geladener Atome (Ionen) kann auf die Behandlung des Rosinenkuchen-Modells nach Thomson kann zugunsten der direkten Einführung des Kern-Hülle-Modells nach Rutherford verzichtet werden.

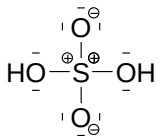
• **Ionenwertigkeit**: Na^+, Cl^- sind einwertige Ionen usw.

• Bei der symbolhaften Darstellung der Außenelektronen werden die Elektronen zunächst als Punkte dargestellt. Die Lewis-Schreibweise (Elektronenpaar als Strich) kann erst mit der Einführung des **Kugelwolkenmodells** plausibel gemacht werden. Hierbei sollte jedoch darauf geachtet werden, dass erst ab einer Zahl von vier Valenzelektronen die Punkte paarweise dargestellt werden.

• **Elementarteilchen** Proton (p^+), Neutron (n) und Elektron (e^-)

• Im Doppeljahrgang 9/10 wird aus der Analogie der Reaktionen von Metallen mit Sauerstoff und anderen Nichtmetallen der **Redox-Begriff** auf Elektronenübertragungsreaktionen erweitert.

• Die **Oktettregel** wird in der Sek I konsequent beibehalten und durch die Einführung von **Formalladungen** veranschaulicht[2] (siehe Struktur rechts)



• Mit der Einführung der Moleküle und Molekül-Ionen sind die **Oxidationszahlen** als Hilfe für das Aufstellen von Gleichungen sinnvoll, in der Sek I aber nicht zwingend erforderlich. Zur Unterscheidung von Ionen-Ladungen wird die Ladung zuerst genannt und ihr Betrag mit römischen Zahlzeichen notiert: +III (Doppeljahrgang 9/10). **Oxidationszahlen** sind gedachte Ladungen, die bei der Zerlegung der Moleküle oder Molekül-Ionen entsprechend ihrer Elektronegativität (EN) entstehen. Dieses Verfahren ist vor allem in der organischen Chemie hilfreicher als die Berechnung über die Oxidationszahlen von Sauerstoff und Wasserstoff.

• <u>Der **Säure-Base**-Begriff auf der Stoff- und auf der Teilchen-Ebene</u>:
Im Jahrgang 6 sollen die Schüler und Schülerinnen zwischen saurem, neutralem und alkalischem Verhalten von Stoffen unterscheiden. Die Betrachtungen sollen dabei stets auf der stofflichen Ebene bleiben. Hierbei werden <u>saure Lösungen</u> auch als <u>Säuren</u> und <u>alkalische Lösungen</u> auch als <u>Laugen</u> bezeichnet.

[2] Diese Struktur entspricht auch eher den tatsächlichen Ladungsverteilungen im Molekül. Die p_π-d_π Bindungsanteile sind wegen der unterschiedlichen Größe sehr gering, was auch durch die tetraedrische Struktur unterstrichen wird.

Im Doppeljahrgang 9/10 erfolgt die Erweiterung des Säure-Base-Begriffs auf die Teilchenebene. Säuren werden als Teilchen bezeichnet, die Protonen abgeben und Basen als Teilchen, die Protonen aufnehmen können. Entsprechend werden **Säure-Base-Reaktionen** als Protonenübertragungsreaktionen behandelt (Brønsted, Donator-Akzeptor-Basiskonzept).
Eine Erweiterung des Säure-Base-Begriffs nach der Lewis-Theorie soll nicht erfolgen.
Da der Begriff „Säure“ sowohl zur Bezeichnung von Stoffen als auch zur Bezeichnung der zu Grunde liegenden Teilchen dient, muss im unterrichtlichen Zusammenhang klar zwischen Stoff- und Teilchenebene unterschieden werden.

• Der pH-Wert soll in Klasse 10 mit der Konzentration der H_3O^+ (Oxonium-Ionen oder auch: Hydronium-Ionen) in Zusammenhang gebracht werden. Eine Definition über den Logarithmus der Konzentration kann erfolgen, ist aber erst in der Qualifikationsphase notwendig.

• **Dipole** in Molekülen werden durch δ+ bzw. δ– gekennzeichnet.

• **Wasserstoffbrückenbindungen** werden durch gestrichelte Linien dargestellt.

• Der **räumliche Bau** von Molekülen erfordert die Erweiterung des Atommodells zum Kugelwolkenmodell (KWM) oder Elektronenpaarabstoßungs-Modell (EPA), das dann auch bei Behandlung einfacher organischer Moleküle hilfreich ist und auch die Darstellung von Doppel- oder Dreifachbindungen gestattet. Die Unterscheidung von σ- und π-Bindungen ist erst in der Sek II zur Erklärung delokalisierter π-Systeme zulässig. Es kann jedoch auch gänzlich auf die Einführung des Orbital-Modells verzichtet werden.

• Die Einführung der **organischen Chemie** findet erst im 11. Jahrgang statt und bedingt die Behandlung der chemischen Nomenklatur, die nach den IUPAC Regeln erfolgen soll. Hierbei ist die Nummerierung der funktionellen Gruppen diesen jetzt direkt vorangestellt: Buta-1,2-dien, Propan-2-ol etc. Die Ester werden wie die Salze benannt: Ethansäureethylester heißt jetzt Ethylethanoat.

• **Gleichungen** werden als Größengleichungen formuliert:
Dichte $\rho = \frac{\text{Masse m}}{\text{Volumen V}} = \frac{14\text{g}}{28\,\text{cm}^3} = 0{,}5\,\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Das Abtrennen der Einheiten ist zwar statthaft, aber in der Sekundarstufe I nicht hilfreich. Das Anfügen der Einheiten in eckigen Klammern ist nicht korrekt. (Diese Schreibweise bedeutet die Angabe der Einheit der in Klammern gesetzten physikalischen Größe: [F] = 1 N bedeutet: Die Einheit der Kraft F ist das Newton.)

Glossar:

Tabelle verwendeter Größen und ihrer Einheiten

Größe	Symbol	Einheit
Atommasse (Molekülmasse)	m(1 Atom, Molekül, Ion)	1 u
Dichte	ρ	$1\,\frac{g}{cm^3}$ bzw. $1\,\frac{g}{L}$
Druck	p	1 hPa (100000Pa = 1000hPa = 1bar)
Energie[3]	E	1 J
Enthalpie	H, ΔH	$kJ \cdot mol^{-1}$)[4]
Entropie	S	$1\ J \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$)[4]
Fläche	A	1 m²
Ladung, elektrische	Q	1 C = 1 A · s
Länge	l	1 m
Leitfähigkeit, elektrische	L	$1\ S = 1\ \Omega^{-1} = 1\ \frac{A}{V}$
Masse	m	1 kg)[5]
Molmasse	M	$1\ \frac{g}{mol}$
Spannung	U	1 V
Stoffmenge	n	1 mol
Stromstärke	I	1 A
Temperatur, absolute	T	1 K
Temperatur, Celsius	ϑ	1 °C
Temperaturdifferenz	ΔT	1K)[6]
Volumen	V	1 m³ = 1000 L)[7] bzw. 1L = 1dm³ = 1000cm³
Widerstand, elektrischer	R	$1\ \Omega = 1\ \frac{V}{A}$
Zeit	t	1 s

In Diagrammen werden die Achsen mit der Größe **und** ihrer Einheit benannt.
Z.B.: Temperatur in °C bzw. ϑ in °C; Zeit in Minuten bzw. t in min usw. Die Schreibweisen t/s oder t [s] werden vermieden.

[3] Die thermische Energie sollte klar von der Temperatur unterschieden werden. Die Begriffe „Wärme“ oder „Wärmeenergie“ sollten daher möglichst vermieden werden.

[4] Für die Sek I nicht relevant.

[5] Auch im Chemieunterricht sollte auf eine saubere Unterscheidung zwischen Masse und Gewicht geachtet werden.

[6] Sollte im Anfangsunterricht in °C angegeben werden.

[7] Wegen der besseren Lesbarkeit kann das Symbol für Liter groß geschrieben werden. Entsprechend: mL, dL, cL

2.1 Grundlagen der Leistungsbewertung im Fach Chemie

Die Kriterien der Leistungsbewertung sollen den Schülerinnen und Schülern sowie deren Erziehungsberechtigten transparent gemacht werden.
Lernkontrollen ermöglichen Rückschlüsse auf den Unterrichtserfolg, den Leistungsstand und das Leistungsvermögen einzelner Schülerinnen und Schüler oder einer Lerngruppe.
Lernkontrollen können schriftlicher, mündlicher oder fachspezifischer Art sein.
Die zu erlenenden Kompetenzen aus den Bereichen Kommunikation und Bewertung werden ebenso berücksichtigt wie die aus den Bereichen Fachwissen und Erkenntnisgewinnung.
Eine rein rechnerische Notenermittlung ist unzulässig.

Bei der Bewertung werden z.B. folgende Kompetenzen beachtet:
Die Schülerinnen und Schüler...

- kennen Regeln, Begriffe und Gesetze und wenden sie an.
- beobachten Phänomene und Versuche genau
- erkennen Probleme und Zusammenhänge
- abstrahieren aus Situationen das Wesentliche
- entwickeln Hypothesen und Lösungsideen.
- formulieren Sachverhalte unter Einbeziehung der Fachsprache
- verwenden zweckmäßige Darstellungsformen
- tragen Gedankengänge strukturiert vor
- stellen Argumentationsketten folgerichtig dar
- nehmen Argumente anderer auf und führen sie weiter.
- handhaben Experimentiergeräte sachgerecht
- bauen Versuchsanordnungen nach Anleitungen funktionsgerecht auf experimentieren sorgfältig und sicherheitsbewusst
- entwickeln und realisieren selbst Versuchsanordnungen
- … .

Schriftliche Lernkontrollen	Mitarbeit im Unterricht
• Entsprechend der experimentellen Ausrichtung des Faches Chemie sollen in den schriftlichen Lernkontrollen auch Experimente beschrieben und ausgewertet werden. Dies kann durch ein Realexperiment oder durch eine materialgebundene Aufgabe geschehen. • Schriftliche Lernkontrollen beziehen sich in der Regel auf inhaltlich und zeitlich abgegrenzte Unterrichts-einheiten. Im Sinne eines kumulativen Lernens werden in zunehmendem Maße grundlegende Inhalte und Methoden als bekannt vorausgesetzt.	Die **Leistungen in der Mitarbeit im Unterricht** setzen sich aus der mündlichen Mitarbeit und anderen fachspezifischen Leistungen zusammen. Die Bewertung der **mündlichen Mitarbeit** ergibt sich aus der Mitarbeit der Schülerinnen und Schüler im Unterrichtsgespräch und bei Lernaufgaben, die in Einzel- oder Gruppenarbeit durchgeführt werden. Hinzu kommen u.a. Referate, vorgetragene und (auch schriftlich) abgefragte Hausaufgaben, Einbringen von Materialien, Informationen, Fragen und weiterführende Beiträge. Hierbei muss deutlich werden, dass nicht nur die Quantität, sondern auch die Qualität der Beiträge für ihre Beurteilung maßgeblich ist. Zu den anderen **fachspezifischen Leistungen bzw. fachspezifischen Lernkontrollen** zählen u. a. … • Planen, Aufbauen, Durchführen von Experimenten, • Anfertigen von Protokollen, Zeichnungen, Tabellen und graphischer Darstellungen, Führen einer Arbeitsmappe, • Umgang mit dem Lehrbuch und weiteren fachspezifischen Hilfsmitteln (Tabellenwerke, PSE …), • Halten von Referaten bzw. Kurzvorträgen (z.B. mit Hilfe von Powerpoint) • Anwenden von Methoden auf chemische Fragestellungen (Mindmapping, Tabellenkalkulation …).

• Sie erschöpfen sich nicht im Abfragen reproduzierbarer Leistungen, sondern beinhalten auch komplexere Aufgaben, die auch eigene Formulierungen, Transferleistungen etc. erfordern.	Hierbei wird … • das eigenständige Entnehmen und Umsetzen von Informationen beim Planen und Veränderung von Versuchen, • die Gründlichkeit der Arbeit • das Maß der Kooperation bei Gruppenarbeiten • das Verknüpfen chemischer Fragestellungen mit gesellschaftlichen Problemen • die Bereitschaft, die Kenntnisse aus anderen Fächern einzubringen ebenso bewertet wie die erreichten Ergebnisse.

BEWERTUNGSKRITERIEN FÜR PRÄSENTATIONEN
DES FACHES CHEMIE AM GYMNASIUM MECKELFELD

Die folgenden Bewertungskriterien beziehen sich auf Einzelreferate sowie auf die Präsentation von Gruppenergebnissen.
Es werden die Bereiche „Darbietung“ und „Inhalt“ unterschieden. Die Gewichtung dieser beiden Aspekte ist von der Fachkonferenz Chemie wie folgt festgelegt worden: 30% bis 40% Darbietung, 70% bis 60% Inhalt.
Für eine einfachere Beurteilung werden jeweils die besonders positiven und negativen Bewertungen genannt, bei denen man im Sinne eines Polaritätsprofils Zuordnungen vornimmt. Einzelne Kriterien können ausgeschlossen werden, wenn sie bei einem bestimmten Vortrag nicht als relevant angesehen werden.

BEURTEILUNG DER DARBIETUNG							
Kriterien		1	2	3	4	5	
Allgemeine Darbietung	lebhaft						einschläfernd
	sehr gute Gestik / Hilfsmittel						ohne Gestik und Hilfsmittel
	häufiger Blickkontakt						kein Bezug zu den Zuhörern
	lebendige Interaktion						keine Interaktion
Sprachliche Darstellung	flüssiger freier Vortrag						stockend abgelesen
	klare und laute Sprache						kaum verständlich
Ausdrucks-vermögen	Sprache dem Thema und den Zuhörern angemessen						Überforderung der Zuhörer durch die sprachliche Darstellung
Umfang / Timing	sehr guter Zeitrahmen						Zeitrahmen deutlich unter- / überschritten
Aufbau	zielgerichtet, klar und logisch gegliedert						unvollständig, keine Struktur erkennbar
Hilfsmittel	sehr guter themen-angemessener Einsatz						falsch bzw. nicht eingesetzt
	Beherrschung der Technik						Technik überdeckt Inhalte, unorganisiert
Beurteilung der Darbietung							**Gewichtung 30%**
BEURTEILUNG DES INHALTS							
Vollständigkeit	alle wesentlichen Aspekte wurden behandelt						viele relevante Aspekte fehlen
Fachliche Richtigkeit	fachwissenschaftlich korrekt						mehrere fachwissen-schaftliche Fehler
Fachbegriffe	sicherer Umgang mit Fachbegriffen						falsches Verständnis von Fachbegriffen
Bewertung / Beurteilung	erkennbare Urteilungskompetenz						vorurteilshaft und pauschalisierend
Differenziertheit	differenzierte Begründungen						diffuse und unlogische Begründungen
Eigenständigkeit	deutlich erkennbare Eigenständigkeit						Eigenständigkeit nicht erkennbar
	überzeugende Antworten auf Fragen						Nachfragen können nicht beantwortet werden
Beurteilung des Inhalts							**Gewichtung 70%**
GESAMTBEURTEILUNG:							

Klassen- / Kursstufe	Anzahl und Dauer der schriftlichen Leistungsüberprüfungen	Gewichtung „schriftlich“ – „mündlich“
Jg. 5/6 Sekundar-bereich I	• Zwei Klassenarbeiten pro Schuljahr (d.h.: eine Klassenarbeit pro Halbjahr) • Die Dauer einer schriftlichen Leistungs-überprüfung beträgt nicht mehr als 45 min.	• Die Mitarbeit im Unterricht fließt zu 2/3 in die Zeugnisnote ein.
Jg. 7/8 Sekundar-bereich I	• Bei Epochalunterricht in Jahrgang 8 nur eine Klassenarbeit pro Halbjahr • Die Dauer einer schriftlichen Leistungs-überprüfung beträgt nicht mehr als 45 min.	• Die Mitarbeit im Unterricht fließt zu 2/3 in die Zeugnisnote ein.
Jg. 9/10 Sekundar-bereich I	• Zwei Klassenarbeiten pro Schuljahr (d.h.: eine Klassenarbeit pro Halbjahr) • Die Dauer einer schriftlichen Leistungs-überprüfung beträgt im Regelfall 45 min, jedoch nicht mehr als 60 min.	• Die Mitarbeit im Unterricht fließt zu 2/3 in die Zeugnisnote ein.
Jg. 11 Sekundar-bereich II [Einführungs-phase]	• Zwei Klausuren pro Schuljahr (d.h.: eine Klausur pro Halbjahr) • Die Dauer einer schriftlichen Leistungs-überprüfung beträgt mindestens 60min, maximal 90min.	• Die Mitarbeit im Unterricht fließt zu 65% in die Zeugnisnote ein.
Jg. 12/13 Sekundar-bereich II [Qualifikations-phase]	• Kurse auf erhöhtem Anforderungsniveau (eA) und Kurse auf grundlegendem Anforderungsniveau (gA), wenn ein P4- oder P5-Prüfungskurs vorliegt: Drei Klausuren im 12. Jahrgang und zwei Klausuren im 13. Jahrgang. • Regelfall: Semester I: 1 Klausur Semester II: 2 Klausuren Semester III: 1 Klausur Semester IV: 1 Klausur • Kurse auf grundlegendem Niveau (gA), wenn es sich nicht um einen Prüfungskurs handelt: In beiden Jahrgängen 2 Klausuren pro Schuljahr, also eine Klausur in jedem Semester. • Die Klausur unter Abiturbedingungen („Vorabitur“, Dauer: 220 min bzw. 300 min) findet in der Regel im III. Semester statt. • Die Dauer der übrigen Klausuren ist variabel, wobei der Regelfall vom Oberstufenkoordinator festgelegt wird.	• Der Anteil der schriftlichen Leistungen an der Semesternote beträgt bei einer Klausur im Semester 40%, bei zwei Klausuren pro Semester 50%.

Beschlossen auf den Fachkonferenzen in Chemie am 22.03.2012, am 23.06.2015, am 01.12.2015, am 12.09.2017, am 16.10.2018 und am 28.05.2019.

Notenverteilung bei Klassenarbeiten in Abhängigkeit des Rohpunkteanteils
(Sekundarstufe I: Jahrgänge 5 bis 10)

NOTE	1	2	3
Ab % der Rohpunkte	86	72	58

NOTE	4	5	6
Ab % der Rohpunkte	44	22	00

Anmerkung: Note 1 bis 4 von 100% bis 44% der Rohpunkte – Unterteilung durch äquidistante Teilnoten. Die Noten 5 und 6 erhalten im Bereich von 00% bis <44% äquidistante Rohpunktanteile.

Beschlossen auf der Fachkonferenz vom 06.11.2012.

Notenverteilung bei Klausuren in Abhängigkeit des Rohpunkteanteils
(Sekundarstufe II: Einführungsphase [Jahrgang 11] und Qualifikationsphase [Jahrgänge 12 und 13])

NOTE	15	14	13	12	11	10	09	08	07
Ab % der Rohpunkte	95	90	85	80	75	70	65	60	55

NOTE	06	05	04	03	02	01	00
Ab % der Rohpunkte	50	45	40	33	27	20	00

Anmerkung: Diese Zuordnung der Rohpunktanteile zu den Notenpunkten entspricht den Notenzuordnungen des Landes Niedersachsen im Zentralabitur.

Beschlossen auf der Fachkonferenz vom 16.10.2018.

2.2 Operatoren für Aufgabenstellungen in den Naturwissenschaften

(*entnommen aus dem Niedersächsischen Kerncurriculum für das Gymnasium, Schuljahrgänge 5 – 10, Naturwissenschaften, 2015 und aus dem Niedersächsischen Kerncurriculum für das Gymnasium – gymnasiale Oberstufe, die Gesamtschule – gymnasiale Oberstufe, das Berufliche Gymnasium, das Abendgymnasium, das Kolleg, Chemie, 2017)*

Die Operatoren sind alphabetisch geordnet. Sie gelten übergreifend für die Naturwissenschaften, fachspezifische Operatoren sind grau unterlegt.

Operator	**Beschreibung der erwarteten Leistung**
abschätzen	durch begründetes Überlegen Näherungswerte angeben
analysieren	wichtige Bestandteile oder Eigenschaften auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten
anwenden	einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen
ein Experiment aufbauen	Objekte und Geräte zielgerichtet anordnen und kombinieren
eine Hypothese aufstellen	eine begründete Vermutung auf der Grundlage von Beobachtungen, Untersuchungen, Experimenten oder Aussagen formulieren
eine Reaktionsgleichung aufstellen *(Sek 1: nur Chemie)*	vorgegebene chemische Informationen in eine Reaktionsgleichung übersetzen.
auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen und ggf. zu einer Gesamtaussage zusammenführen
begründen	Sachverhalte auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Beziehungen von Ursachen und Wirkung zurückführen
berechnen / bestimmen *(bestimmen: nur Sek 1)*	numerische Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend gewinnen
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und fachsprachlich richtig mit eigenen Worten wiedergeben
bestätigen	die Gültigkeit einer Aussage (z. B. einer Hypothese, einer Modellvorstellung, eines Naturgesetzes) zu einem Experiment, zu vorliegenden Daten oder zu Schlussfolgerungen feststellen.
beurteilen / Stellung nehmen	zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen
bewerten	einen Gegenstand an erkennbaren Wertkategorien oder an bekannten Beurteilungskriterien messen
darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden etc. strukturiert und ggf. fachsprachlich wiedergeben
deuten	Sachverhalte in einen Erklärungszusammenhang bringen
diskutieren / erörtern	Argumente, Sachverhalte und Beispiele zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen
dokumentieren (in Zusammenhang mit dem GTR/CAS)	Bei Verwendung eines elektronischen Rechners den Lösungsweg nachvollziehbar darstellen

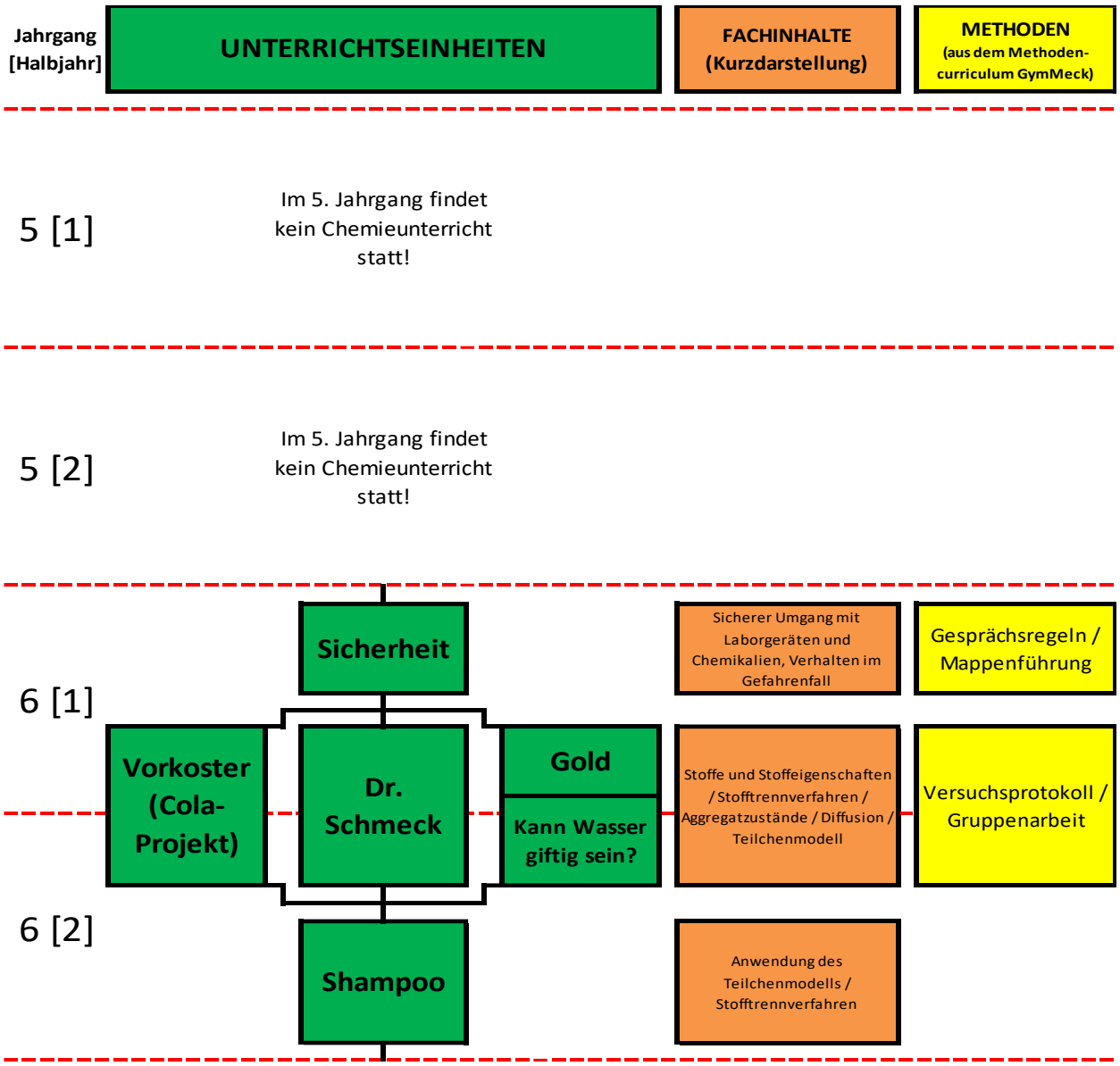
Operator	Beschreibung der erwarteten Leistung
Durchführen eines Experiments	an einer Experimentieranordnung zielgerichtete Messungen und Änderungen vornehmen oder eine Experimentieranleitung umsetzen
entwickeln	Sachverhalte und Methoden zielgerichtet miteinander verknüpfen: Eine Hypothese, eine Skizze, ein Experiment, ein Modell oder eine Theorie schrittweise weiterführen und ausbauen
erklären	einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich zum Ausdruck bringen mit Bezug auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten und Ursachen
erläutern	einen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen veranschaulichen und verständlich machen
ermitteln	einen Zusammenhang oder eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren
herleiten	aus Größengleichungen durch mathematische Operationen eine Bestimmungsgleichung einer naturwissenschaftlichen Größe erstellen
nennen	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterungen angeben
ordnen *(nur Sek 2)*	vorliegende Objekte oder Sachverhalte in Kategorien einordnen
ein Experiment planen *(Sek 1)* bzw. planen eines Experiments *(Sek 2)*	zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung finden oder zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranleitung erstellen
protokollieren	Beobachtungen oder die Durchführung von Experimenten zeichnerisch bzw. fachsprachlich richtig wiedergeben
skizzieren	Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduziert grafisch übersichtlich darstellen
überprüfen / prüfen	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und eventuelle Widersprüche aufdecken
verallgemeinern	aus einem erkannten Sachverhalt eine erweiterte Aussage formulieren
vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede feststellen
zeichnen	eine anschauliche und hinreichend exakte grafische Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen
zusammenfassen	das Wesentliche in konzentrierter Form herausstellen

3. Klassenstufe 5/6

3.1 Allgemeine Erklärung zu den Lernlinien

Die folgenden Lernlinien zum Doppeljahrgang 5/6 visualisieren die zeitliche Abfolge von einzelnen Unterrichtseinheiten, welche den Erwerb der im Kerncurriculum des Faches Chemie geforderten Kompetenzen ermöglichen soll. Eine Unterrichtseinheit stellt dabei eine Art Themengebiet mit möglichst lebensweltrelevantem Bezug dar, innerhalb dessen zueinander passende fachliche und prozessbezogene Kompetenzen didaktisch aufbereitet vermittelt werden.
Nebeneinander stehende Unterrichtseinheiten werden alternativ unterrichtet, so dass zwischen diesen Einheiten gewählt werden kann, allein stehende Unterrichtseinheiten sind obligatorisch.
Die Höhen der Kästen geben den ungefähren Zeitbedarf der Unterrichtseinheiten wieder. Die geraden oder gewinkelten (treppenartigen) Verbindungen stellen die inhaltliche Verknüpfung einzelner Unterrichtseinheiten sowie die Einbettung der Einheiten in die Fachsystematik dar, falls dies nicht vollständig in der Unterrichtseinheit erfolgt ist. In diesen Übergangszeiten können demnach außerhalb eines Kontextes die Kompetenzen vermittelt werden, die in der vorangegangenen Unterrichtseinheit zu kurz gekommen sind. Ebenso dienen die Übergänge dazu, Unterrichtseinheiten durch Lernzielkontrollen oder Vertiefungsphasen nachzubereiten oder auch dazu, folgende Unterrichtseinheiten thematisch vorzubereiten, falls dies nötig ist.
Für die Lernlinien der folgenden Doppel- oder Einzeljahrgänge (7/8, 9/10, 11 und 12/13) gilt Entsprechendes.

3.2 Übersicht der Unterrichtseinheiten in den Klassenstufen 5/6 (Lernlinien)



3.3 Überprüfung der Kompetenzvermittlung in den Klassenstufen 5/6 (Fachkontrollbogen)

Legende der Abkürzungen der Unterrichtseinheiten (für den Doppeljahrgang 5/6) im Fachkontrollbogen:

NAME DER UNTERRICHTSEINHEIT	KÜRZEL	NAME DER UNTERRICHTSEINHEIT	KÜRZEL
Sicherheit	**Sicherheit**	Gold	**Gold**
Der Vorkoster (oder: Das Cola-Projekt)	**Vorkoster**	Kann Wasser giftig sein?	**Gift**
Lernfirma Dr. Schmeck	**Dr.Schmeck**	Shampoo	**Shampoo**

FACHKONTROLLBOGEN der nach dem KC CHEMIE 2015 im Doppeljahrgang 5/6 zu vermittelnden Kompetenzen:

Basiskonzept Stoff-Teilchen (1/7): Schuljahrgänge 5 und 6			
FACHWISSEN	ERKENNTNISGEWINNUNG	KOMMUNIKATION	BEWERTUNG
Stoffe besitzen typische Eigenschaften Die Schülerinnen und Schüler … 1) unterscheiden Stoffe und Körper. 2) unterscheiden Stoffe anhand ihrer mit den Sinnen erfahrbaren Eigenschaften und der Aggregatzustände. 3) beschreiben Stoffe anhand ihrer typischen Eigenschaften wie Brennbarkeit und Löslichkeit. 4) beschreiben die Aggregat-zustandsänderungen eines Stoffes anhand seiner Schmelz- und Siedetemperatur. 5) unterscheiden zwischen sauren, neutralen und alkalischen Lösungen durch Indikatoren.	**Chemische Fragestellungen erkennen, entwickeln und experimentell untersuchen.** Die Schülerinnen und Schüler … 1) experimentieren sachgerecht nach Anleitung. 2) beachten Sicherheitsaspekte. 3) beobachten und beschreiben sorgfältig. 4) erkennen und entwickeln einfache Fragestellungen, die mithilfe der Chemie bearbeitet werden können.	**Chemische Sachverhalte fachgerecht formulieren** Die Schülerinnen und Schüler … 1) protokollieren einfache Experimente. 2) stellen Ergebnisse vor.	**Chemische Sachverhalte in der Lebenswelt erkennen** Die Schülerinnen und Schüler … 1) beschreiben, dass Chemie sie in ihrer Lebenswelt umgibt.
Alle Teilpunkte: **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift**	Alle Teilpunkte: **Vorkoster, Dr. Schmeck, Gold&Gift** 2) **Sicherheit**	Beide Teilpunkte: **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift**	1) **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift**

Basiskonzept Stoff-Teilchen (2/7): Schuljahrgänge 5 und 6			
FACHWISSEN	ERKENNTNISGEWINNUNG	KOMMUNIKATION	BEWERTUNG
Stoffeigenschaften bestimmen ihre Verwendung Die Schülerinnen und Schüler … 1) schließen aus den Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf ihre Verwendungs-möglichkeiten.	Die Schülerinnen und Schüler … 1) planen einfache Experimente zur Hypothesenüberprüfung.		**Stoffeigenschaften bewerten** Die Schülerinnen und Schüler … 1) unterscheiden förderliche von hinderlichen Eigenschaften für die bestimmte Verwendung von Stoffen.
1) **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift, Shampoo**			
Stoffeigenschaften lassen sich nutzen Die Schülerinnen und Schüler … 1) beschreiben die Trennverfahren Filtration, Sedimentation, Destillation und Chromatografie mithilfe ihrer Kenntnisse über Stoffeigenschaften. 2) unterscheiden zwischen Reinstoffen und Gemischen.	2) entwickeln Strategien zur Trennung von Stoffgemischen.		2) erkennen Reinstoffe und Gemische in ihrer Lebenswelt.
Beide Teilpunkte: **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift** 1) Destillation: **Shampoo**	Beide Teilpunkte: **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift, Shampoo**		Beide Teilpunkte: **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift** 1) **Shampoo**

Basiskonzept Stoff-Teilchen (2/7): Schuljahrgänge 5 und 6			
FACHWISSEN	ERKENNTNISGEWINNUNG	KOMMUNIKATION	BEWERTUNG
Stoffe bestehen aus Teilchen / Bausteinen Die Schülerinnen und Schüler … 1) beschreiben anhand eines Teilchenmodells/Bausteinmodells den submikroskopischen Bau von Stoffen. 2) beschreiben die Aggregat-zustände auf Teilchenebene. 3) beschreiben die Diffusion auf Stoff- und Teilchenebene. 4) führen die Eigenschaften eines Stoffes auf das Vorhandensein identischer Teilchen/Bausteine zurück.	**Teilchenmodell einführen und anwenden** Die Schülerinnen und Schüler … 1) unterscheiden zwischen Stoff- und Teilchenebene. 2) erkennen den Nutzen des Teilchenmodells.	**Fachsprache entwickeln** Die Schülerinnen und Schüler … 1) beschreiben und veranschaulichen Vorgänge auf Teilchenebene unter Anwendung der Fachsprache.	**Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen** Die Schülerinnen und Schüler … 1) erkennen die Bedeutung von Aggregatzustandsänderungen und Diffusionsprozessen im Alltag.
Alle Teilpunkte: **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift** 1), 2), 4) **Shampoo**	Beide Teilpunkte: **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift, Shampoo**	1) **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift, Shampoo**	1) **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift, Shampoo**

Basiskonzept Energie (1/3): Schuljahrgänge 5 und 6			
FACHWISSEN	ERKENNTNISGEWINNUNG	KOMMUNIKATION	BEWERTUNG
Stoffe kommen in verschiedenen Aggregatzuständen vor Die Schülerinnen und Schüler … 1) beschreiben, dass der Aggregatzustand eines Stoffes von der Temperatur abhängt.	**Chemische Fragestellungen erkennen** Die Schülerinnen und Schüler … 1) führen geeignete Experimente zu den Aggregatzustandsänderungen durch.	**Chemische Sachverhalte korrekt formulieren** Die Schülerinnen und Schüler … 1) protokollieren einfache Versuche. 2) stellen Ergebnisse vor.	**Chemische Sachverhalte in der Lebenswelt erkennen** Die Schülerinnen und Schüler … 1) erkennen die Aggregatzustandsänderungen in ihrer Umgebung.
1) **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift, Shampoo**	1) **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift, Shampoo**	Beide Teilpunkte: **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift, Shampoo**	1) **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift, Shampoo**

<u>Auszug aus dem FACHKONTROLLBOGEN der nach dem KC CHEMIE 2015 IM Doppeljahrgang 7/8 zu vermittelnden Kompetenzen</u>:
Kompetenzen, die auf Beschluss der Fachkonferenzen Chemie vom 23.06.2015 und vom 12.09.2017 in Klassenstufe 6 vermittelt werden sollen!

Basiskonzept Stoff-Teilchen (3/7): Schuljahrgänge 7 und 8			
FACHWISSEN	ERKENNTNISGEWINNUNG	KOMMUNIKATION	BEWERTUNG
Stoffe besitzen quantifizierbare Eigenschaften Die Schülerinnen und Schüler … 1) unterscheiden Stoffe anhand von Schmelz- und Siedetemperatur. 2) unterscheiden Stoffe anhand ihrer Dichte. 3) beschreiben die Dichte als Quotient aus Masse und Volumen.	**Chemische Fragestellungen entwickeln, untersuchen und einfache Ergebnisse aufbereiten.** Die Schülerinnen und Schüler … 1) führen Experimente zur Ermittlung von Siedetemperaturen durch. 2) schließen aus Experimenten auf den proportionalen Zusammenhang zwischen Masse und Volumen.	**Chemische Sachverhalte recherchieren** Die Schülerinnen und Schüler … 1) stellen gewonnene Daten in Diagrammen dar. 2) nutzen Tabellen zur Recherche verschiedener Schmelz- und Siedetemperaturen und Dichten.	**Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen** Die Schülerinnen und Schüler … 1) erkennen Dichtephänomene in Alltag und Technik. 2) Stellen **Bezüge zur Mathematik** her.
Alle Teilpunkte: **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift**	Beide Teilpunkte: **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift**	Beide Teilpunkte: **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift**	Beide Teilpunkte: **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift**

3.4 Auszüge aus den Dokumentationsbögen der Unterrichtseinheiten in den Klassenstufen 5/6 (inklusive der Kurzbeschreibungen der Unterrichtseinheiten)

Auf der Fachkonferenz vom 22.03.2012 wurde beschlossen, dass im schulinternen Fachcurriculum Chemie des Gymnasiums Meckelfeld nur noch Teile der Dokumentationsbögen der einzelnen Unterrichtseinheiten abgebildet werden sollen. Die Kompetenzen, die durch die entsprechende Einheit vermittelt werden, sollen sämtlich nur noch in den Fachkontrollbögen der einzelnen Jahrgangsstufen aufgelistet werden. Eine zusätzliche Auflistung in den Dokumentationsbögen ist nicht notwendig. Die vollständigen Dokumentationsbögen finden sich im Ordner der Fachschaft Chemie auf dem „Chemie-USB-Stick“ im Lehrerzimmer des Gymnasiums Meckelfeld.

BLOCK 1 – JAHRGANG 6
(UE „Sicherheit“)

UE „Sicherheit beim Experimentieren im Chemieunterricht“	**Jahrgang 6**
Bezug zu den Themenfeldern:	
Chemie des Feuers, Sicherheit im Chemieunterricht	
Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit	
Die UE wird als ein- bis zweitägiger Block mit einer Dauer von ca. sechs bis acht Unterrichtsstunden oder als „normale“ Unterrichtseinheit in drei bis sechs Doppelstunden durchgeführt und mit einem Test in der darauffolgenden Stunde abgeschlossen. Die SuS werden in den sicheren Umgang mit den Laborgeräten (insbesondere mit dem Gasbrenner) und in den Gebrauch und die Klassifizierung von Chemikalien in Bezug auf sicherheitstechnische Aspekte eingeführt. Sie lernen das angemessene Verhalten in naturwissenschaftlichen Fachräumen und das Verhalten in Gefahrensituationen. Es werden ebenfalls die Sicherheitseinrichtungen im naturwissenschaftlichen Fachbereich thematisiert. Die einzelnen Themen werden von den Schülerinnen und Schülern im Rahmen eines Lernens an Stationen theoretisch und praktisch erarbeitet. Sie erhalten eine Urkunde, die die erfolgreiche Teilnahme bestätigt.	
Grober Verlauf	
• Sichereres Verhalten beim Experimentieren - Demonstrationsversuche • Arbeit in Gruppen an Stationen (Gefahrensymbole, H- und P-Sätze, Umgang mit dem Gasbrenner, Erhitzen von Flüssigkeiten, Verhalten in naturwissenschaftlichen Fachräumen, Sicherheitseinrichtungen, Umfüllen von Chemikalien) • Abschlusstest und Urkunde	
Fachübergreifende Bezüge	
Methodenlernen (Lernen an Stationen)	
Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden	
Demonstrationsexperimente, Schülerexperimente, Gruppenarbeit, Stationenlernen, Protokolle schreiben,	
Materialien und Fundstellen	
Beschreibung der Demonstrationsversuche, Materialliste für Demonstrationsversuche, Arbeitsblätter zum Stationenlernen, Test und Nachtest, Urkunde (alles zu finden in nicht digitalisierter Form in der „großen“ Chemiesammlung)	
Ungefährer Stundenbedarf	
Ca. 8 bis 10 UStd.	
Möglichkeiten zur Leistungsbewertung	
Test zum Gasbrenner, Verhalten beim Experimentieren wird testiert	

Die wichtigsten zu vermittelnden Kompetenzen dieses UE-Blockes 1: Die SuS …	
Fachinhaltlich (Kompetenzbereich FACHWISSEN)	*Prozessbezogen (Kompetenzbereiche ERKENNTNISGEWINNUNG, KOMMUNIKATION, BEWERTUNG)*
• Lernen den Aufbau und die Funktionsweise des Gasbrenners kennen • Lernen den Umgang mit H- und P-Sätzen • Lernen die Bedeutung von Sicherheitshinweisen	• Schätzen Gefahren richtig ein • Experimentieren sicher nach Anleitung • Protokollieren ihre Experimente

BLOCK 2 – JAHRGANG 6
(UE „Vorkoster“, UE „Dr. Schmeck“, UE „Gold“, UE „Giftiges Wasser“, UE „Shampoo“)

UE „Der Vorkoster in Not (Cola-Projekt)“	**Jahrgang 6**
Bezug zu den Themenfeldern:	
Ernährung und Gesundheit; Chemie im Haushalt	
Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit	
Die Schülerinnen und Schüler untersuchen Cola Getränke und deren light-Version. Der unterschiedliche Zuckergehalt wird zunächst über die Dichte später durch Eindampfen erforscht. Außerdem wird festgestellt, dass chemische Nachweismethoden dem Geschmackssinn überlegen sind. Für Zucker, Kohlenstoffdioxid und Säuren werden diese durchgeführt und der Begriff des Indikators kennengelernt. Hierzu sind auch Versuche zu Trennungen von verschiedenen Stoffgemischen notwendig. Die Ergebnisse der Einheit können auf Plakaten dokumentiert werden. Diese Unterrichtseinheit hat aus Sicht der Schülerinnen und Schüler aufgrund der Verwendung von alltäglichen Genussmitteln einen hohen Alltagsbezug, was sich besonders motivierend auswirkt.	
Grober Verlauf	
• EINSTIEG über Geschmackstest Cola – Cola Light • Definitionen: Was sind Naturwissenschaften? Was sind chemische Stoffe? • Geschmackstest mit Cola-Verdünnungen • Versuch zur Unterscheidung von Cola und Cola Light: Schwimmt Cola und Cola Light? • Dichte als stofferkennende / stoffspezifische Eigenschaft • Dichtebestimmungen von Cola und Cola Light im Schülerversuch • Zusammenhang Dichte und Schwimmen • Stofferkennende Eigenschaften im Allgemeinen mit Beispielen • Teilchenmodell und Aggregatzustände mit Änderung des Aggregatzustandes • Schmelz- und Verdampfungsenergie • Lösungs- und Diffusionsvorgang im Teilchenmodell • Einführung von Stoffgemischen • Einführung von Trennmethoden • Cola – Untersuchungen: Eindampfen • Experimente zur Trennung eines Zucker-Mehl-Gemisches • Cola-Untersuchungen: Farbstoff-Chromatografie Cola und Fanta • Cola-Untersuchungen: Farbstoffextraktion Cola und Fanta • Cola-Untersuchungen: Farbstoffadsorption mit Aktivkohle • Experimentelle Nachweise: Kohlenstoffdioxid • Experimentelle Nachweise: Zucker • Experimentelle Nachweise: Säuren mit selbst hergestelltem Rotkohlsaft	
Fachübergreifende Bezüge	
Lebensvorgänge (Biologie): Geschmackssinn (Basiskonzept Schlüssel-Schloss), Gift und Medizin	
Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden	
Nachweisreaktionen der Inhaltsstoffe können im Rahmen einer Stationsarbeit erarbeitet werden. Internetrecherche zu den Cola-Rezepturen. E-Nummern recherchieren Plakat erstellen	
Materialien und Fundstellen	
Sämtliches Material findet sich auf dem „Chemie-USB-Stick“	
Ungefährer Stundenbedarf	
Ca. 20 Stunden	
Möglichkeiten zur Leistungsbewertung	
Protokoll Klassenarbeit	

UE „Lernfirma Dr. Schmeck“	Jahrgang 6

Bezug zu den Themenfeldern:

Chemie der Ernährung

Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit

In einer fiktiven Firma arbeiten die Schülerinnen und Schüler in verschiedenen Abteilungen und bearbeiten unterschiedliche Probleme, die mit Hilfe von Trennverfahren gelöst werden sollen (z.B. die Abtrennung von Fett aus Chips). Die inhaltliche Information geschieht in einer Lernumgebung am Computer. Die Ergebnisse werden auf Plakaten präsentiert und der übrigen Klasse erläutert.

Grober Verlauf

- Gründung einer fiktiven Lernfirma mit Unterabteilungen
- Zuordnung der Abteilungsaufgaben
- Selbstständige Bearbeitung unterschiedlicher Probleme, die mit Hilfe von Trennverfahren gelöst werden sollen (z.B. Abtrennung von Fett aus Chips)
- Inhaltliche Informationen werden von den Schülerinnen und Schülern einer Internet-Lernumgebung entnommen
- Präsentation der Abteilungsergebnisse auf Plakaten

Fachübergreifende Bezüge

Eventuell Bezüge zu Nahrungsmitteln in der Biologie

Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden

Lernfirma
Eventuell müssten „verpasste“ Kompetenzen dekontextualisiert nachbearbeitet werden!

Materialien und Fundstellen

Material findet sich auf dem „Chemie-USB-Stick“
Internet-Lernumgebung der Uni Bremen (Chemie-Didaktik Ingo Eilks):
http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Teilchen/Stofftrennung/Stofftrennung.htm

Ungefährer Stundenbedarf

Ca. 8 bis 10 UStd.

Möglichkeiten zur Leistungsbewertung

Bewertung der Plakate samt Präsentation nach vorgegebenen Kriterien (siehe Kapitel 2.1)

UE „Gold“	Jahrgang 6

Bezug zu den Themenfeldern:

Geschichte der Chemie

Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit

Den Schülerinnen und Schüler wird ein Text über Alchimisten und „Goldherstellung“ präsentiert. Anschließend führen sie einen Versuch „Vergolden einer Kupfermünze“ durch und überprüfen ob tatsächlich Gold hergestellt wurde. Hierbei wird die Stoffeigenschaft Dichte untersucht. Eigenschaften von Metallen evtl. mit Schülerversuchen zu metallspezifischen Eigenschaften können sich anschließen.

Grober Verlauf

- Die Schüler „vergolden“ eine Münze.
- Wie kann man feststellen, ob es sich tatsächlich um Gold handelt?
- Experimentelle Bestimmung der Dichte.
- Berühmte Alchemisten in der Geschichte werden thematisiert.

Fachübergreifende Bezüge

Geschichte der Frühen Neuzeit

Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden

Archimedes und die Krone behandeln, Übertragung auf andere Stoffe

Materialien und Fundstellen

Sämtliches Material findet sich auf dem „Chemie-USB-Stick“

Ungefährer Stundenbedarf

Ca. 6 bis 8 UStd.

Möglichkeiten zur Leistungsbewertung

Test

UE „Kann Wasser giftig sein?“	Jahrgang 6
Bezug zu den Themenfeldern:	
Ernährung und Gesundheit	
Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit	
Den Schülerinnen und Schüler werden Zeitungsartikel präsentiert, aus denen sie die Fragestellung entwickeln: Was ist ein Gift? Die Schülerinnen und Schüler lernen die Definition von Gift und die Einteilung von Stoffen nach ihrer Giftwirkung kennen. Sie beschreiben verschieden giftige Stoffe durch ihre Eigenschaften. Folgende Fragestellungen werden ebenfalls untersucht: Woher bekommt unser Körper die Flüssigkeit (Abgrenzung: Wasser – Getränke – Flüssigkeit)? Woher stammt das Wasser, das wir trinken (Wasser kommt in der Natur in verschiedenen Formen vor)? Dies führt die Schülerinnen und Schüler zu den Aggregatzuständen und zum Teilchenmodell. Um herauszufinden, aus wie viel Prozent Wasser verschiedene Körper bestehen, wird der Wassergehalt in Lebensmitteln qualitativ und auch quantitativ untersucht.	
Grober Verlauf	
• Präsentation des Zeitungsartikels und der Literaturstelle • Die Schülerinnen und Schüler entwickeln Fragestellungen • Was ist ein Gift? Die Schülerinnen und Schüler lernen die Definition von Gift und die Einteilung von Stoffen nach ihrer Giftwirkung kennen • Woher bekommt unser Körper die Flüssigkeit? • Wasser – Getränke - Flüssigkeit • Wassergehalt in Lebensmitteln: Qualitative Untersuchung (Auspressen) und quantitative Untersuchung (Trocknung mit dem Gasbrenner) • Optional: Destillation	
Fachübergreifende Bezüge	
Biologie: Wasserhaushalt des Körpers, Giftwirkung Mathematik: Wasseranteil in Lebensmitteln in Prozenten berechnen	
Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden	
Fragensammlung als Mind-Map	
Materialien und Fundstellen	
Material findet sich auf dem „Chemie-USB-Stick“	
Ungefährer Stundenbedarf	
Ca. 10 UStd.	
Möglichkeiten zur Leistungsbewertung	
Hausaufgaben, Versuchsprotokoll	

UE „Shampoo“	Jahrgang 6
Bezug zu den Themenfeldern:	
Chemie im Haushalt, Chemie und Lifestyle, Kosmetik und Pflegeprodukte	
Berufsorientierung und Chemie Herstellung von Kosmetikprodukten [Chemiker, Chemielaborant]	
Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit	
Zunächst wird eine Mind-Map zu den notwendigen Inhaltsstoffen eines Shampoos erstellt. Anschließend untersuchen die Schülerinnen und Schüler die Eigenschaften verschiedener Inhaltsstoffe in Form einer Lernfirma arbeitsteilig. Untersucht werden die Funktionen von Seife, Verdickungsmitteln, Säuren, Duftstoffen und Fettlösungsmitteln. Die Fragestellungen müssen selbstständig in den „Abteilungen“ erarbeitet werden. Jede Abteilung muss eigene Experimente durchführen. Später sollen die Abteilungsergebnisse in geeigneter Form präsentiert werden, wobei die Vorgänge bei den Versuchen im Teilchenmodell gedeutet werden sollen. Allgemeine Fragen zum Thema Seife und Waschvorgang sollen von allen Abteilungen bearbeitet werden. Als Informationsmaterial dienen zwei Kurzfilme. Zum Abschluss dürfen die Schülerinnen und Schüler sich ein eigenes Shampoo zusammenmischen. Die Etiketten der Shampooflaschen werden im Kunstunterricht entworfen. Eine aktive Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen Chemie- und Kunstlehrkraft ist hier also erforderlich. Diese Unterrichtseinheit kann auch in Form eines Stationenlernens durchgeführt werden.	

Grober Verlauf
Einstieg: 0,5 Zeitstunden Folie / Mind-Map: „Welche Inhaltsstoffe braucht ein wirksames Haarshampoo?“ Vorstellung der Firma „Rein und Glanz“ Bekanntgabe der Regeln Erarbeitung: 3 Zeitstunden Lernfirma „Rein und Glanz“ mit fünf Abteilungen • Abteilung 1 „Fett weg“ – Waschversuche/-experimente → finden eines geeigneten Stoffgemisches zum Haarewaschen (Emulsion, Emulgator) • Abteilung 2 „Schmutz weg“ – Waschversuche/-experimente → finden eines geeigneten Stoffgemisches zum Haarewaschen (Emulsion, Emulgator) • Abteilung 3 „Läuft nicht aus“ – Wirkungsweise eines Verdickungsmittels • Abteilung 4 „hautneutral“ – Neutralisation, hautneutrale Seifen, Indikatoren • Abteilung 5 „Duft ins Haar“ – Gewinnung eines Duftöls durch Destillation • Alle Abteilungen: Der Waschvorgang im Teilchenmodell Sicherung: 2,5 Zeitstunden • Erstellte Plakate • Herstellung eines Shampoos • Vergleich eigenes Shampoo – „richtiges“ Shampoo • Flaschengestaltung (Kunst)
Fachübergreifende Bezüge
Bio: Geruchssinn, Haut, Ku/De/W&N: Werbung, Medien Anmerkung: Zusammenarbeit mit KUNST-Lehrkräften erforderlich (Etikettengestaltung)
Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden
Lernfirma mit selbstentwickelten Versuchsreihen zur Waschwirkung Üben einer Präsentationstechnik (Plakat), Recherchen (Shampoorezept, Etikettenvergleich) ALTERNATIVE zur Lernfirma: Stationenlernen! Durchführung einer Verkaufsaktion möglich!
Materialien und Fundstellen
Sämtliches Material findet sich auf dem „Chemie-USB-Stick“ VCI-Unterlagen, Kosmetikindustrie BESTELLUNGEN DER SHAMPOO-BESTANDTEILE BEI OMIKRON (Hn benachrichtigen) Normalerweise befinden sich noch Proben der Shampoo-Bestandteile in der großen Sammlung (Hn fragen)
Ungefährer Stundenbedarf
Ca. 8 bis 10 UStd.
Möglichkeiten zur Leistungsbewertung
Bewertung des Plakats oder der Präsentation der Abteilungen Kurztest „UE Shampoo“ (Chemie-USB-Stick)

Die wichtigsten zu vermittelnden Kompetenzen dieses UE-Blockes 2: Die SuS …	
Fachinhaltlich (Kompetenzbereich FACHWISSEN)	*Prozessbezogen (Kompetenzbereiche ERKENNTNISGEWINNUNG, KOMMUNIKATION, BEWERTUNG)*
• Lernen stoffspezifische Eigenschaften kennen • Unterscheiden Reinstoffe von Gemischen • Unterscheiden homogene von heterogenen Gemischen • Lernen verschiedene physikalische Trennverfahren kennen • Lernen Nachweisversuche kennen • Erlernen das Teilchenmodell	• Führen Experimente zum Trennen von Stoffgemischen durch • Führen Experimente zu verschiedenen Stoffnachweisen durch • Arbeiten mit Modellen • Experimentieren nach Anleitung • Entwickeln eigene Experimente • Erstellen Plakate oder Ähnliche Präsentationshilfen und präsentieren ihre Ergebnisse

4. Klassenstufe 7/8

4.1 Übersicht der Unterrichtseinheiten in den Klassenstufen 7/8 (Lernlinien)

Jahrgang [Halbjahr]	UNTERRICHTSEINHEITEN	FACHINHALTE (Kurzdarstellung)	METHODEN (aus dem Methoden-curriculum GymMeck)
7 [1]	Im 7. Jahrgang findet kein Chemieunterricht statt!		
7 [2]	Im 7. Jahrgang findet kein Chemieunterricht statt!		
8 [1]	**Von der Kerze zum Atom** **Von der Glühlampe zum Atom** **Verbren-nungen** **Ötzi (inkl. Symbol-sprache, Verhält-nisformeln, ggf. Stahl)**	Chemische Reaktion / Wort-gleichungen / Nachweis-reaktionen / Energieumsatz / Atommodell nach Dalton / Kohlenstoffatomkreislauf Sauerstoffübertragungen / Reaktionsgleichungen / Metallgewinnung / Chem. Symbole / Ermittlung von Verhältnisformeln / Satz von Avogadro / Katalyse & Aktivierungsenergie / Atomkreislauf	Referat / Handout Think-Pair-Share
8 [2]	Im 8. Jahrgang wird Chemie zweistündig **epochal** unterrichtet. Der Chemieunterricht kann im ersten oder im zweiten Halbjahr stattfinden!		

4.2 Überprüfung der Kompetenzvermittlung in den Klassenstufen 7/8 (Fachkontrollbogen)

Legende der Abkürzungen der Unterrichtseinheiten (für den Doppeljahrgang 7/8) im Fachkontrollbogen:

NAME DER UNTERRICHTSEINHEIT	KÜRZEL	NAME DER UNTERRICHTSEINHEIT	KÜRZEL
Von der Kerze zum Atom	**Kerze**	Verbrennungen	**Verbrennung**
Von der Glühlampe zum Atom	**Glühlampe**	Ötzi	**Ötzi**

FACHKONTROLLBOGEN der nach dem KC CHEMIE 2015 im Doppeljahrgang 7/8 zu vermittelnden Kompetenzen:
Einige Kompetenzen des Doppeljahrgangs 7/8 werden bereits in der Klassenstufe 6 unterrichtet* (Beschluss FK 23.06.2015).

Basiskonzept Stoff-Teilchen (3/7): Schuljahrgänge 7 und 8			
FACHWISSEN	ERKENNTNISGEWINNUNG	KOMMUNIKATION	BEWERTUNG
Stoffe besitzen quantifizierbare Eigenschaften Die Schülerinnen und Schüler … 1) unterscheiden Stoffe anhand von Schmelz- und Siedetemperatur. 2) unterscheiden Stoffe anhand ihrer Dichte. 3) beschreiben die Dichte als Quotient aus Masse und Volumen.	**Chemische Fragestellungen entwickeln, untersuchen und einfache Ergebnisse aufbereiten.** Die Schülerinnen und Schüler … 1) führen Experimente zur Ermittlung von Siedetemperaturen durch. 2) schließen aus Experimenten auf den proportionalen Zusammenhang zwischen Masse und Volumen.	**Chemische Sachverhalte recherchieren** Die Schülerinnen und Schüler … 1) stellen gewonnene Daten in Diagrammen dar. 2) nutzen Tabellen zur Recherche verschiedener Schmelz- und Siedetemperaturen und Dichten.	**Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen** Die Schülerinnen und Schüler … 1) erkennen Dichtephänomene in Alltag und Technik. 2) Stellen **Bezüge zur Mathematik** her.
Alle Teilpunkte in Jg. 6*: **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift**	Beide Teilpunkte in Jg. 6*: **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift**	Beide Teilpunkte in Jg. 6*: **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift**	Beide Teilpunkte in Jg. 6*: **Vorkoster, Dr.Schmeck, Gold&Gift**
Stoffe lassen sich nachweisen Die Schülerinnen und Schüler … 1) erklären das Vorhandensein von Stoffen anhand ihrer Kenntnisse über die Nachweisreaktionen von Kohlenstoffdioxid, Sauerstoff und Wasser.	**Chemische Fragestellungen entwickeln, untersuchen und einfache Ergebnisse aufbereiten** Die Schülerinnen und Schüler … 1) planen selbstständig Experimente und wenden Nachweisreaktionen an.	**Fachsprache entwickeln** Die Schülerinnen und Schüler … 1) erklären chemische Sachverhalte unter Anwendung der Fachsprache.	**Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen** Die Schülerinnen und Schüler … 1) erkennen den Nutzen von Nachweisreaktionen.
1) **Kerze, Glühlampe, Verbrennung**	1) **Kerze, Glühlampe, Verbrennung**	1) **Kerze, Glühlampe, Verbrennung**	1) **Kerze, Glühlampe, Verbrennung**

Basiskonzept Stoff-Teilchen (3/7): Schuljahrgänge 7 und 8			
FACHWISSEN	ERKENNTNISGEWINNUNG	KOMMUNIKATION	BEWERTUNG
Atome bauen Stoffe auf Die Schülerinnen und Schüler… 1) beschreiben den Bau von Stoffen mit einem einfachen Atommodell. 2) unterscheiden Elemente und Verbindungen. 3) unterscheiden Metalle, Nichtmetalle, Salze. 4) beschreiben in Stoffkreisläufen den Kreislauf der Atome.	**Atommodell einführen und anwenden** Die Schülerinnen und Schüler… 1) wenden ein einfaches Atommodell an. 2) gehen kritisch mit Modellen um.	**Fachsprache entwickeln** Die Schülerinnen und Schüler… 1) benutzen Atomsymbole.	**Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) stellen **Bezüge zur Biologie** (*Kohlenstoffatom-Kreislauf, Fotosynthese, Atmung*) her.
Alle Teilpunkte: **Kerze, Glühlampe, Verbrennung** 4) **Ötzi**	Alle Teilpunkte: **Kerze, Glühlampe, Verbrennung**	1) **Ötzi**	1) **Kerze, Glühlampe, Verbrennung**
Basiskonzept Stoff-Teilchen (4/7): Schuljahrgänge 7 und 8			
Atomanzahlen lassen sich bestimmen	**Quantitative Experimente durchführen**	**Fachsprache um quantitative Aspekte erweitern**	**Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen**
Die Schülerinnen und Schüler… 1) beschreiben die proportionale Zuordnung zwischen der Masse einer Stoffportion und der Anzahl an Teilchen/Bausteinen und Atomen. 2) zeigen die Bildung konstanter Atomzahlverhältnisse in chemischen Verbindungen auf.	Die Schülerinnen und Schüler… 1) planen einfache quantitative Experimente, führen sie durch und protokollieren diese.	Die Schülerinnen und Schüler… 1) recherchieren Daten zu Atommassen in unterschiedlichen Quellen. 2) beschreiben, veranschaulichen und erklären chemische Sachverhalte mit den passenden Modellen unter Anwendung der Fachsprache. 3) diskutieren erhaltene Messwerte.	Die Schülerinnen und Schüler… 1) wenden Kenntnisse aus der **Mathematik** an.
Alle Teilpunkte: **Ötzi**	1) **Ötzi**	Alle Teilpunkte: **Ötzi**	1) **Ötzi**

Basiskonzept Chemische Reaktion (1/3): Schuljahrgänge 7 und 8			
FACHWISSEN	ERKENNTNISGEWINNUNG	KOMMUNIKATION	BEWERTUNG
Chemische Reaktionen besitzen typische Kennzeichen (Stoffebene) Die Schülerinnen und Schüler… 1) beschreiben, dass nach einer chemischen Reaktion die Ausgangsstoffe nicht mehr vorliegen und gleichzeitig immer neue Stoffe entstehen. 2) beschreiben, dass chemische Reaktionen immer mit einem Energieumsatz verbunden sind. 3) beschreiben Sauerstoff-übertragungsreaktionen.	**Chemische Fragestellungen entwickeln und untersuchen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) formulieren Vorstellungen zu Edukten und Produkten. 2) planen Überprüfungs-experimente und führen sie unter Beachtung von Sicherheitsaspekten durch. 3) wenden Nachweisreaktionen an. 4) erkennen die Bedeutung der Protokollführung für den Erkenntnisprozess. 5) entwickeln und vergleichen Verbesserungsvorschläge von Versuchsdurchführungen.	**Chemische Sachverhalte korrekt formulieren** Die Schülerinnen und Schüler… 1) unterscheiden Fachsprache von Alltagssprache beim Beschreiben chemischer Reaktionen. 2) präsentieren ihre Arbeit als Team. 3) argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über ihre Versuche. 4) diskutieren Einwände selbstkritisch.	**Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) erkennen, dass Verbrennungs-reaktionen chemische Reaktionen sind. 2) erkennen die Bedeutung chemischer Reaktionen für Natur und Technik. 3) zeigen die Bedeutung chemischer Prozesse zur Metallgewinnung auf.
Alle Teilpunkte: **Kerze, Glühlampe, Verbrennung** 3) **Ötzi, Stahl**	Alle Teilpunkte: **Kerze, Glühlampe, Verbrennung** 5) **Ötzi**	Alle Teilpunkte: **Kerze, Glühlampe, Verbrennung, Ötzi**	1) und 2): **Kerze, Glühlampe, Verbrennung** Alle Teilpunkte: **Ötzi, Stahl**

Chemische Reaktionen lassen sich auf der Teilchenebene deuten Die Schülerinnen und Schüler… 1) beschreiben, dass bei chemischen Reaktionen die Atome erhalten bleiben und neue Teilchenverbände gebildet werden. 2) entwickeln das Gesetz von der Erhaltung der Masse.	**Modelle anwenden** Die Schülerinnen und Schüler… 1) führen Experimente zum Gesetz der Erhaltung der Masse durch. 2) deuten chemische Reaktionen auf der Atomebene. 3) deuten die Sauerstoff-übertragungsreaktion als Übergang von Sauerstoffatomen.	**Fachsprache ausschärfen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) beachten in der Kommunikation die Trennung von Stoff- und Teilchenebene.	
Beide Teilpunkte: **Kerze, Glühlampe, Verbrennung**	Alle Teilpunkte: **Kerze, Glühlampe, Verbrennung** 3) **Ötzi, Stahl**	1) **Kerze, Glühlampe, Verbrennung**	

Basiskonzept Chemische Reaktion (2/3): Schuljahrgänge 7 und 8			
FACHWISSEN	ERKENNTNISGEWINNUNG	KOMMUNIKATION	BEWERTUNG
Chemische Reaktionen lassen sich quantitativ beschreiben Die Schülerinnen und Schüler… 1) erstellen Reaktionsgleichungen durch Anwendung der Kenntnisse über die Erhaltung der Atome und die Bildung konstanter Atomzahlverhältnisse in Verbindungen.	**Chemische Fragestellungen quantifizieren** Die Schülerinnen und Schüler… 1) führen qualitative und quantitative einfache Experimente durch und protokollieren diese. 2) beschreiben Abweichungen von Messergebnissen und deuten diese.	**Fachsprache ausschärfen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) benutzen die chemische Symbolsprache.	
1) **Ötzi**	Beide Teilpunkte: **Ötzi**	1) **Ötzi**	
Chemische Reaktionen bestimmen unsere Lebenswelt Die Schülerinnen und Schüler… 1) beschreiben Beispiele für einfache Atomkreisläufe („Stoffkreisläufe“) in Natur und Technik als Systeme chemischer Reaktionen.	**Bedeutung der chemischen Reaktion erkennen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) zeigen exemplarisch Verknüpfungen zwischen chemischen Reaktionen im Alltag und Labor.	**Fachsprache und Alltagssprache verknüpfen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) übersetzen bewusst Fachsprache in Alltagssprache und umgekehrt	**Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) stellen **Bezüge zur Biologie** (*Kohlenstoffatomkreislauf*) her. 2) bewerten Umweltschutz-maßnahmen unter dem Aspekt der Atomerhaltung.
1) **Kerze, Glühlampe, Verbrennung, Ötzi**	1) **Kerze, Glühlampe, Verbrennung, Ötzi**	1) **Kerze, Glühlampe, Verbrennung**	1) **Kerze, Glühlampe, Verbrennung**

Basiskonzept Energie (2/3): Schuljahrgänge 7 und 8			
Chemische Systeme unterscheiden sich im Energiegehalt	**Energiebegriff anwenden**	**Fachsprache entwickeln**	**Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen**
Die Schülerinnen und Schüler… 1) beschreiben den prinzipiellen Zusammenhang zwischen Bewegungsenergie der Teilchen/Bausteine und der Temperatur. 2) beschreiben, dass sich Stoffe in ihrem Energiegehalt unterscheiden. 3) beschreiben, dass Systeme bei chemischen Reaktionen Energie mit der Umgebung, z.B. in Form von Wärme, austauschen können und dadurch ihren Energiegehalt verändern. 4) unterscheiden exotherme und endotherme Reaktionen. 5) beschreiben die Wirkung eines Katalysators auf die Aktivierungsenergie. 6) beschreiben die Beeinflussbarkeit chemischer Reaktionen durch den Einsatz von Katalysatoren.	Die Schülerinnen und Schüler… 1) erklären Wärme (thermische Energie) als Teilchenbewegung. 2) erstellen Energiediagramme. 3) führen experimentelle Untersuchungen zur Energieübertragung zwischen System und Umgebung durch	Die Schülerinnen und Schüler… 1) kommunizieren fachsprachlich unter Anwendung energetischer Begriffe	Die Schülerinnen und Schüler… 1) stellen Bezüge zur **Physik und Biologie** (*innere Energie, Fotosynthese, Atmung*) her. 2) zeigen Anwendungen von Energieübertragungsprozessen im Alltag auf. 3) erkennen den energetischen Vorteil, wenn chemische Prozesse in der Industrie katalysiert werden. 4) stellen **Bezüge zur Biologie** (*Wirkungsweise von Enzymen bei der Verdauung*) her.
3), 4): **Kerze, Glühlampe, Verbrennung** Alle Teilpunkte: **Ötzi**	3) **Kerze, Glühlampe, Verbrennung** Alle Teilpunkte: **Ötzi**	1) **Kerze, Glühlampe, Verbrennung, Ötzi**	Alle Teilpunkte: **Ötzi** oder dekontextualisiert

Auszug aus dem FACHKONTROLLBOGEN der nach dem KC CHEMIE 2015 im Doppeljahrgang 9/10 zu vermittelnden Kompetenzen:
Die Kompetenzen, die im Zusammenhang mit dem „Gesetz von Avogadro“ stehen, können im Jahrgang 8 in der UE „Ötzi“ oder dekontextualisiert oder im Jahrgang 9 in der UE „Vom Erz zum Stahl“ vermittelt werden.

Basiskonzept Stoff-Teilchen (5/7): Schuljahrgänge 9 und 10			
FACHWISSEN	ERKENNTNISGEWINNUNG	KOMMUNIKATION	BEWERTUNG
Gase sind aus Atomen oder Molekülen gebaut Die Schülerinnen und Schüler… 1) beschreiben den Molekülbegriff. 2) beschreiben das Gesetz von Avogadro.	**Chemische Fragestellungen untersuchen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) erkennen das Gesetz von Avogadro anhand von Daten.	**Fachsprache ausschärfen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) benutzen die chemische Symbolsprache.	
Beide Teilpunkte: **Ötzi** (Jg. 8) oder **Stahl** (Jg. 9) oder dekontextualisiert	1) **Ötzi** (Jg. 8) oder **Stahl** (Jg. 9) oder dekontextualisiert	1) **Ötzi** (Jg. 8) oder **Stahl** (Jg. 9) oder dekontextualisiert	

4.3 Auszüge aus den Dokumentationsbögen der Unterrichtseinheiten in den Klassenstufen 7/8 (inklusive der Kurzbeschreibungen der Unterrichtseinheiten)

BLOCK 1 – JAHRGANG 8
(UE „Von der Kerze zum Atom“, UE „Von der Glühlampe zum Atom“, UE „Verbrennungen“)

UE „Von der Kerze zum Atom“	**Jahrgang 8**
Bezug zu den Themenfeldern:	
Chemie im Haushalt, Chemie des Feuers, Welt der Atome	
Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit	
Durch Beobachtungen an einer brennenden Kerze entwickeln Schülerinnen und Schüler Fragen und Experimente zur Untersuchung des Verbrennungsvorgangs. Folgende Fragestellungen werden untersucht: Funktion des Dochts, Wachs als Brennstoff, Flamme als brennendes Gas. Die Schülerinnen und Schüler lernen, dass Verbrennungen nur mit Sauerstoff als Ausgangsstoff stattfinden. Es werden Nachweisversuche der Verbrennungsprodukte Kohlenstoffdioxid und Wasser durchgeführt. Aus den Versuchsergebnissen wird auf den Aufbau der „Wachs“moleküle aus Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen geschlossen. Die Verbrennung wird als chemische Reaktion gedeutet, wobei die „Vernichtung“ von Ausgangsstoffen (Edukten) und die Bildung von Produkten sowie der Energieumsatz und der Atomkreislauf erkannt werden. Diese Kenntnisse werden auf das Entstehen und Löschen von Bränden angewendet: Brandbekämpfung, Brandverhütung, Bau eines Feuerlöschers, begründete Auswahl eines Löschmittels. Abschließung werden die Vorgänge bei der Verbrennung auf der Teilchenebene mit Hilfe des Atommodells von Dalton gedeutet, so dass chemische Verbindungen von Reinstoffen unterschieden werden können.	
Grober Verlauf	
• Beobachtungen an einer brennenden Kerze, die Schülerinnen und Schüler entwickeln Fragen und Experimente zur Untersuchung des Verbrennungsvorgangs • Folgende Versuche werden durchgeführt: Funktion des Dochts, Wachs als Brennstoff, Flamme als brennendes Gas • Die Schülerinnen und Schüler schließen auf Sauerstoff als ein notwendiges Edukt • Durchführung von Nachweisen zu den Verbrennungsprodukten Kohlenstoffdioxid und Wasser • Chemische Reaktion als Vernichtung von Ausgangsstoffen (Edukten) und Bildung von Produkten mit Energieumsatz • Ermittlung des Gesetzes von der Erhaltung der Masse • Klärung der Vorgänge bei einer chemischen Reaktion auf der Teilchenebene mit Hilfe des Atommodells nach Dalton • Unterscheidung von Elementen und chemischen Verbindungen • Atomkreislauf der Kohlenstoffatome • Brandbekämpfung, Brandverhütung, Bau eines Feuerlöschers • Begründete Auswahl eines Löschmittels	
Fachübergreifende Bezüge	
Lebensvorgänge (Biologie): Die Rolle des Kohlenstoffs im Kreislauf; Bildung von neuen Stoffen bei der Fotosynthese, Atmung	
Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden	
Arbeitsteilige Stationsarbeit bei der Untersuchung der Kerze Üben einer Präsentationstechnik (Plakat) Lernstationen zum Löschen Recherche in der Presse zu Bränden Möglich: Besuch der Feuerwehr	
Materialien und Fundstellen	
Material findet sich auf dem „Chemie-USB-Stick“ Boyle-Versuch: siehe Literatur	
Ungefährer Stundenbedarf	
Ca. 16 UStd.	
Möglichkeiten zur Leistungsbewertung	
Bewertung von Plakaten und / oder Präsentationen Klassenarbeit Versuchsprotokolle	

UE „Von der Glühlampe zum Atom“	Jahrgang 8

Bezug zu den Themenfeldern:

Chemie im Haushalt, Geschichte der Chemie, Chemie und Technik, Welt der Atome

Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit

„Was brennt eigentlich bei einer Glühlampe?“ Die Schülerinnen und Schüler stellen fest, dass keine Luft im Lampenkolben sein darf, da sonst eine chemische Reaktion stattfindet. Sie vergleichen Wolfram und Eisen (Literaturrecherche), führen Versuche mit Eisen durch: „Reagiert Eisen auch mit der Luft?“
Die Verbrennungsreaktion wird als chemische Reaktion mit Sauerstoff erkannt und mit Wortgleichungen formuliert. Dabei lernen die Schülerinnen und Schüler die Luft als Gasgemisch kennen und stellen Steckbriefe von O_2, N_2, CO_2, He auf. Die Reaktion verschiedener Metalle mit Sauerstoff führt zum experimentellen Beweis des Gesetzes von der Erhaltung der Masse. Abschließung werden die Vorgänge bei der Verbrennung auf der Teilchenebene mit Hilfe des Atommodells von Dalton gedeutet, so dass chemische Verbindungen von Reinstoffen unterschieden werden können. Der Atomkreislauf des Kohlenstoffs bei der Kohlenstoffdioxid-entstehung aus Kohlenstoff und die Reaktion von Magnesium mit Kohlenstoffdioxid werden zur Verdeutlichung des Gesetzes von der Erhaltung der Masse herangezogen. Diese Kenntnisse werden auf das globale Kohlenstoffdioxid-Problem, den Treibhauseffekt und den globalen Kohlenstoffatomkreislauf angewendet.

Grober Verlauf

- EINSTIEG über Versuche mit Glühlampen: „Was brennt eigentlich bei einer Glühlampe?“ [Lampe normal, Lampe durchgebrannt, manipulierte Lampe mit Luft gefüllt]
- Reaktion mit Luft in manipulierter Lampe vs. keine Reaktion im Vakuum
- Vergleich Wolfram vs. Eisen (Literaturrecherche)
- Versuche mit Eisen: „Reagiert Eisen auch mit der Luft?“ verschiedene Versuche (u.a. Balkenwaagenvers.)
- VERBRENNUNG ALS CHEMISCHE REAKTION MIT LUFTSAUERSTOFF (mit Wortgleichungen)
- LUFT ALS GASGEMISCH: Steckbriefe von O_2, N_2, CO_2, He mit Versuchen zu den einzelnen Stoffen
- SAUERSTOFF ALS REAKTIONSFREUDIGER STOFF: Verschiedene Reaktionen, OXIDE als Reaktionsprodukte, Metall- und Nichtmetalloxide
- DIE EINMALGLÜHLAMPE: Versuch Reaktion Eisen mit Sauerstoff in geschlossenem System → GESETZ VON DER ERHALTUNG DER MASSE
- Vergleich Massenerhaltung in geschlossenen vs. offenen Systemen (Gasbildung thematisieren)
- DAS MAGNESIUM-BLITZLICHT: Magnesium als LEICHTMETALL, Steckbrief Mg mit Dichte und weiteren Eigenschaften, Anwendung und Vergleich mit anderen Leichtmetallen wie Aluminium
- Versuch: „Verbrennen von Magnesium“, Versuch: „Löschen eines Magnesiumbrandes mit CO_2?“, Reaktion von Magnesium mit Kohlenstoffdioxid zu Magnesiumoxid und Kohlenstoff (mit Wortgleichungen)
- OXIDATION / REDUKTION / REDOXREAKTION als Sauerstoffübertragungsreaktionen
- ATOMWANDERUNG des Sauerstoffs bei Kohlenstoffdioxidentstehung aus Kohlenstoff und Reaktion von Magnesium mit Kohlenstoffdioxid (Anschauliche Pfeilbilder)
- STOFFEBENE vs. TEILCHENEBENE („Aus unsichtbarem Gas wird wieder schwarzer Feststoff!“)
- Notwendigkeit von TEILCHENMODELLEN zur Verbindung der Stoffebene mit der Teilchenebene
- ERHALTUNG DER ATOME bei chemischen Reaktionen (Anschauliche Pfeilbilder)
- ATOMMODELL NACH DALTON
- Schlussfolgerung des Daltonschen Atommodells: ELEMENTE vs. VERBINDUNGEN
- ATOMKREISLAUF des Kohlenstoffs bei Kohlenstoffdioxidentstehung aus Kohlenstoff und Reaktion von Magnesium mit Kohlenstoffdioxid (Anschauliche Pfeilbilder)
- Das globale Kohlenstoffdioxid-Problem und der TREIBHAUSEFFEKT
- Der globale KOHLENSTOFF(ATOM)KREISLAUF

Fachübergreifende Bezüge

Elektrizitätslehre (Physik); Treibhauseffekt durch Kohlenstoffdioxid (Erdkunde); Kohlenstoffkreislauf / Stoffkreisläufe (Biologie); Wägeversuche und Massenerhaltung (Physik); Dichte von Leichtmetallen (Phy

Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden

Die Manipulation der Glühlampen gelingt einfach mit Hilfe eines Spitz-Gasbrenners, ausreichend Glühlampen müssten vor der Einheit präpariert werden. Arbeitsteilige Gruppenarbeit.

Materialien und Fundstellen

Sämtliches Material findet sich auf dem „Chemie-USB-Stick“

Ungefährer Stundenbedarf

Ca. 20 bis 26 Stunden

Möglichkeiten zur Leistungsbewertung
Klassenarbeit

UE „Verbrennungen (Reaktionen mit Sauerstoff)“	**Jahrgang 8**

Bezug zu den Themenfeldern:

Chemie im Haushalt, Chemie des Feuers, Welt der Atome

Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit

Mit Hilfe eines Lernplakats[1] erweitern die Schülerinnen und Schüler ihre Kenntnisse zum Thema „Verbrennung“. Sie erkennen durch die im Rahmen des Lernplakats durchgeführten Versuche, dass „Feuer“ nur ein Aspekt von Verbrennung ist, dass Verbrennungen nur mit Sauerstoff stattfinden können und dass dies chemisch als „Oxidation“ definiert wird. Ferner lernen die Schülerinnen und Schüler die Funktion des Dochts, Wachs als Brennstoff, Flamme als brennendes Gas, brennende Metalle sowie die Reaktionsprodukte Kohlenstoffmonooxid, Kohlenstoffdioxid und Wasser kennen und weisen sie nach. Sie erfahren, dass Verbrennungsreaktionen der Energiegewinnung dienen – sowohl in der Technik als auch im menschlichen Körper.
Die Verbrennung wird als chemische Reaktion gedeutet und mit Hilfe von Daltons Atommodell wird erklärt, dass die Ausgangstoffe sich nur umwandeln, aber durch das Verbrennen nicht „vernichtet“ werden (Gesetz von der Erhaltung der Masse). Abschließend wird deshalb noch einmal auf die Folgen von Verbrennungsprozessen eingegangen (Klimawandel, saurer Regen, etc.).

Grober Verlauf

- Die Schülerinnen und Schüler bilden Gruppen und erhalten pro Gruppe ein Rechercheplakat.
- Sie aktivieren ihr Vorwissen zum Thema Verbrennung/Feuer
- Danach führen die Gruppen verschiedene Versuche durch bzw. lösen verschiedene Aufgaben zu den vier Bereichen: 1) Reaktionsbedingungen bei Verbrennungsprozessen, 2) Ausgangstoffe bei Verbrennungsprozessen, 3) Produkte bei Verbrennungsprozessen, 4) Folgen von Verbrennungsprozessen
- Daraus ergeben sich Fragen/unbekannte Begriffe, die mit Hilfe von Büchern beantwortet werden sollen. Dazu wird in der öffentlichen Bibliothek Meckelfeld eine Bücherkiste zum Thema bestellt.
- Die Versuche behandeln folgende Themen: Brennbare Stoffe (u.a. Kerze Metalle, Holz, Kohle, Alkohol), Verbrennungsprodukte (Kohlenstoffdioxid, Wasser), Verbrennungen ohne Flammenbildung (Rost, Atmung), Keine Verbrennung ohne Sauerstoff
- Die Aufgaben befassen sich mit: Kohlenstoffmonooxid als Produkt, Brandbekämpfung, Treibhauseffekt, Feuer zur Energiegewinnung (z.B. Heizung, Motor, im menschlichen Körper)
- Die Schüler erstellen zur Präsentation ihrer Ergebnisse ein in 4 Themenbereiche (s.o.) unterteiltes Poster
- Abschließend wird die Verbrennung als chemische Reaktion gedeutet und mit Hilfe von Daltons Atommodell wird erklärt, dass die Ausgangstoffe sich durch das Verbrennen nur umwandeln, aber nicht „vernichtet“ werden (Gesetz von der Erhaltung der Masse).
- Klärung der Vorgänge bei einer chem. Reakt. auf der Teilchenebene mit Hilfe des Atommodells nach Dalton
- Unterscheidung von Elementen und chemischen Verbindungen
- Atomkreislauf der Kohlenstoffatome

Fachübergreifende Bezüge

Lebensvorgänge (Biologie): Die Rolle des Kohlenstoffs im Kreislauf; Bildung von neuen Stoffen bei der Fotosynthese, Atmung, Energiegewinnung im menschlichen Körper

Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden

Rechercheplakat mit arbeitsteiliger Gruppenarbeit, Buchrecherche, Üben einer Präsentationstechnik (Plakat)
Möglich: Besuch der Feuerwehr

Materialien und Fundstellen

Material findet sich auf dem „Chemie-USB-Stick“

Ungefährer Stundenbedarf

Ca. 16 UStd.

Möglichkeiten zur Leistungsbewertung

Bewertung von Plakaten und / oder Präsentationen, Klassenarbeit, Versuchsprotokolle

[1] Das Rechercheplakat enthält folgende Bereiche: 1. Schülerwissen (→ Vorwissen wird aktiviert), 2. Versuchswissen (die Schülerinnen und Schüler erhalten ausführliche Versuchsanleitungen), 3. Recherchefragen und Suchwörter (ergeben sich aus den Versuchen), 4. Buchwissen (die unter 3. aufgetauchten Recherchefragen und Suchwörter werden mit Hilfe von Büchern beantwortet)

Die wichtigsten zu vermittelnden Kompetenzen dieses UE-Blockes 1: Die SuS …	
Fachinhaltlich (Kompetenzbereich FACHWISSEN)	*Prozessbezogen (Kompetenzbereiche ERKENNTNISGEWINNUNG, KOMMUNIKATION, BEWERTUNG)*
• Lernen die chemische Reaktion als Stoffumwandlung mit Energieumsatz kennen • Lernen die Verbrennung als Reaktion mit Sauerstoff kennen und verwenden den Begriff Oxidation • Ermitteln das Gesetz von der Erhaltung der Masse • Unterscheiden Elemente von Verbindungen mit Hilfe des Atommodells nach Dalton	• Führen Experimente nach Anleitung durch • Entwickeln Experimente • Recherchieren in geeigneten Medien • Führen Nachweisversuche durch • Arbeiten mit Modellen und bewerten sie • Stellen Reaktionsschemata (Wortgleichungen) auf • Unterscheiden Stoff- und Teilchenebene

BLOCK 2 – JAHRGANG 8
(UE „Ötzi“)

UE „Ötzi“	**Jahrgang 8**
Bezug zu den Themenfeldern:	
Geschichte der Chemie, Chemie und Technik, Welt der Atome	
Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit	
Die Schülerinnen und Schüler werden mit der Frage konfrontiert, woher die im Ötztal gefundene Gletscherleiche ihr Kupferbeil hatte. Da Kupfer in den Alpen nicht in gediegener Form vorkommt, muss es aus Mineralen bzw. Erzen wie Malachit gewonnen werden. Die Schülerinnen und Schüler entwickeln in der Folge eigene Versuche, um aus Malachit mit Hilfe von Kohlenstoff reines Kupfer zu gewinnen. Auf diese Weise lernen die Schülerinnen und Schüler die Reduktion als Umkehrung der Oxidation und Redoxreaktionen als Sauerstoffübertragungsreaktionen kennen, wobei die Begriffe Reduktions- und Oxidationsmittel eingeführt werden. Die Vorgänge auf der Teilchenebene werden erneut mit Hilfe von Atomkreisläufen verdeutlicht. Im Anschluss werden verschiedene Metalle experimentell auf ihre Stärke als Reduktionsmittel hin untersucht, um so die Redoxreihe der Metalle zu erhalten. Innerhalb der UE „Ötzi“ lernen die Schülerinnen und Schüler die Atomsymbole als Hilfsmittel zur Kommunikation über chemische Reaktionen kennen. Sie lernen anhand von Wortgleichungen aus der UE „Ötzi“ das Aufstellen von Reaktionsgleichungen. Die Versuche „Reaktion von Kuper(I)oxid bzw, Kupfer(II)oxid mit Wasserstoff“ zeigen den Schülerinnen und Schülern, dass die Formeln der Stoffe experimentell bestimmt und dann berechnet werden. Abschließen bestimmen sie experimentell die Formel von Kupfersulfid. *ALTERNATIVE ZUR EINFÜHRUNG DER CHEMISCHEN FORMELSPRACHE ÜBER EUDIOMETERVERSUCHE (Dekontextualisierung außerhalb der UE „Ötzi“)* *In dieser Einheit findet die Einführung von chemischen Atomsymbolen als Hilfsmittel zur Kommunikation über chemische Reaktionen statt. (Teilweise fiktive) Eudiometerversuche mit z.B. Wasserstoff und Sauerstoff führen zur Erarbeitung des Satzes von Avogadro. Ausgehend von diesem Gesetz wird auf die Molekülformeln und Verhältnisformeln im Allgemeinen geschlossen. Die Bedeutung der Atom- bzw. Molekülmasse wird bei der Bestimmung der Masse des Wassermoleküls über die Dichte von Wasserdampf deutlich.*	
Grober Verlauf	
• Einstieg durch Vorlesen der Entdeckungsgeschichte von Ötzi (Alternative: Power-Point-Vortrag) • Zeittafel der Menschheitsgeschichte • Karte über Vorkommen von gediegenem Kupfer und Kupfererzen bzw. –mineralen (kann auch von den Schülerinnen und Schülern eigenständig recherchiert werden) • Fragestellung (eventuell als Mind-Map): Wo hat Ötzi sein Kupferbeil her? Wie konnte er reines Kupfer herstellen? • Planung und Durchführung von Experimenten zur Herstellung von Kupfer aus Malachit	

- Identifizierung des "Schwarzen Pulvers" nach Erhitzen als Kupferoxid. Die Identifizierung von Kupferoxid gelingt, wenn zuvor Atomsymbole und Verhältnisformeln eingeführt worden sind**(siehe unten)*. Denn durch den Nachweis, dass beim Erhitzen aus Malachitpulver ($CuCO_3$ / $Cu(OH)_2$) Wasser (H_2O) und Kohlenstoffdioxid (CO_2) entweicht, kann auf übrig gebliebenes CuO geschlossen werden.
- Feststellung, dass Kohlenstoff in Form von Kohle benötigt wird, um aus Kupferoxid reines Kupfer herzustellen
- Reduktion als Umkehrung der Oxidation, Redoxreaktionen als Sauerstoffübertragungsreaktionen
- Reduktionsmittel und Oxidationsmittel
- Kreislauf der Kupferatome
- Möglich: Die Schülerinnen und Schüler formulieren Texte zur Kupferherstellung in der Kupferzeit.
- Möglich: Planung und Durchführung eines Versuchs zur Herstellung von Malachit aus Kupferoxid, Wasser und CO_2 (Umkehrbarkeit von chemischen Reaktionen)
- Planung und Durchführung von Versuchen zur Stärke von Reduktionsmitteln und führen diese durch.
- Einordnen der Metalle und Nichtmetalle nach ihrer Stärke als Reduktionsmittel in Form einer Redoxreihe
- Möglich: Recherche zur Bedeutung von Metallen in der Geschichte der Menschheit

**Eingebettet in diese Einheit:*

- *Die Schülerinnen und Schüler lernen, dass man sich chemisch auf der ganzen Welt mithilfe der Atomsymbole verständigen kann – egal welche Muttersprache man spricht. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, dass man chemische Reaktionen nicht mehr nur in Worten aufschreibt, sondern auch mit Formeln. Sie lernen an den Reaktionen aus der UE „Ötzi“ das Aufstellen von Reaktionsgleichungen.*
- *Die Versuche „Reaktion von Kuper(I)oxid bzw, Kupfer(II)oxid mit Wasserstoff“ zeigen den Schülerinnen und Schülern, dass die Formeln der Stoffe experimentell bestimmt und dann berechnet werden.*
- *Abschließen bestimmen sie experimentell und rechnerisch die Formel von Kupfersulfid.*

ALTERNATIVE ZUR EINFÜHRUNG DER CHEMISCHEN FORMELSPRACHE ÜBER EUDIOMETERVERSUCHE (Dekontextualisierung außerhalb der UE „Ötzi“)

- *Wasserstoff wird verbrannt und Wasser als Produkt identifiziert*
- *Schlussfolgerung: Wasserteilchen aus Wasserstoff- und Sauerstoffatomen bestehen*
- *Eudiometerversuche: Bestimmung des Volumenverhältnisses von 2 : 1 → Molekülformel von Wasser*
- *Stellen ihre Ergebnisse in verständlicher Form als Gruppe vor: Stoffe bestehen aus Atomen. Atome können sich zu Molekülen verbinden. Die Atome eines Elementes sind identisch. Verbindungen bestehen aus verschiedenen Atomen. Atome besitzen eine Masse. Neue Masseneinheit = 1u (Atommasseneinheit = Masse eines H-Atoms). Chemische Symbole und Formelschreibweise.*
- *Gedankenexperiment zu Eudiometerversuchen mit heizbarem Eudiometer – Molekülformeln von H_2O, HCl und NH_3 als Verhältnisformel → Erarbeitung des Gesetzes von Avogadro.*
- *Bestimmung der Massen von 100mL Wasserstoff, Sauerstoff, etc. → Bestimmung der Molekülmassen – Vergleich mit Tabellenwerten*
- *Die Dichte von Wasserdampf zeigt, dass H_2O auch die Molekülformel ist.*

Fachübergreifende Bezüge

Geographie: Rohstoffe, Erze
Geschichte: Metalle in der Geschichte
Mathematik: Dreisatz

Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden

Mindmap
Selbstständiges Pulverisieren des Malachits im Mörser
Texterstellung zu Comics
Recherchen in Fachbüchern und im Internet zur Metallgewinnung

Materialien und Fundstellen

Es muss rechtzeitig geklärt werden, ob ausreichend Malachit vorhanden ist.
Material findet sich auf dem „Chemie-USB-Stick“

Ungefährer Stundenbedarf

ca. 7 bis 10 Doppelstunden

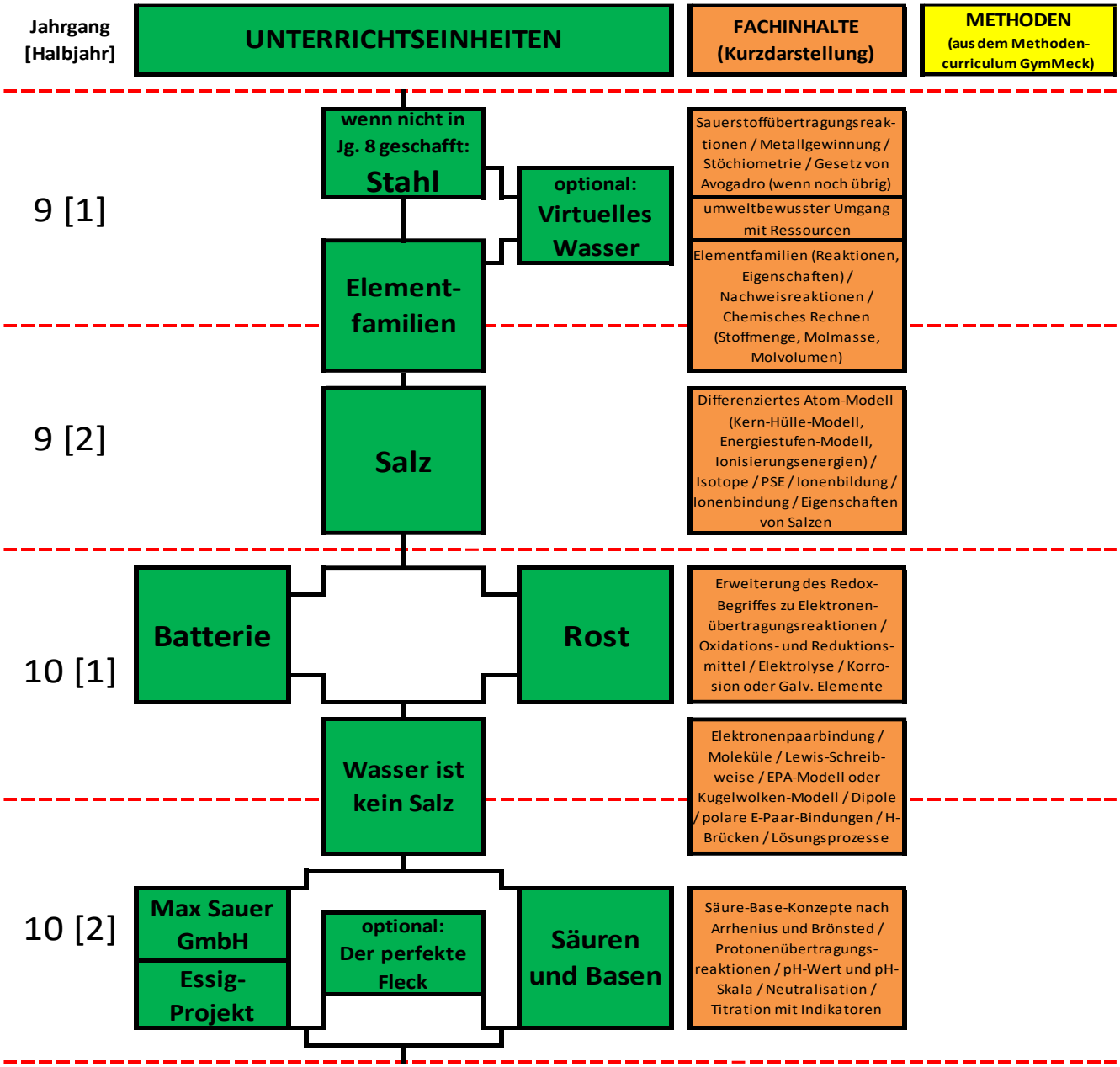
Möglichkeiten zur Leistungsbewertung

Bewertung der Mindma, von Texten oder Versuchsprotokollen
Abschlusstest, Klassenarbeit

Die wichtigsten zu vermittelnden Kompetenzen dieses UE-Blockes 2 in der Klassenstufe 8: Die SuS …	
Fachinhaltlich (Kompetenzbereich FACHWISSEN)	*Prozessbezogen (Kompetenzbereiche ERKENNTNISGEWINNUNG, KOMMUNIKATION, BEWERTUNG)*
• Verwenden Atomsymbole für die chemischen Elemente • Verwenden Verhältnisformeln und Molekülformeln für chemische Verbindungen • Stellen Reaktionsgleichungen auf • *Hier oder in der UE „Vom Erz zum Stahl“ (Jg. 9): Können den Satz von Avogadro erklären* • Lernen die Reduktion als Abgabe von Sauerstoffatomen kennen • Beschreiben Redoxreaktionen als Sauerstoffübertragungsreaktionen • Verwenden die Begriffe Reduktions- und Oxidationsmittel • *Hier oder in der UE „Vom Erz zum Stahl“ (Jg. 9): Ordnen Metalle nach ihrer Stärke als Reduktionsmittel*	• Verwenden die chemische Formelsprache • Leiten aus Versuchsergebnissen allgemeine Gesetzmäßigkeiten ab • Bewerten die Bedeutung der Metalle für die Entwicklung der Menschheit • Unterscheiden Stoff- und Teilchenebene • Unterscheiden zwischen Reaktionsschemata und Reaktionsgleichungen • verwenden Reaktionsgleichungen zur Verdeutlichung chemischer Reaktionen • interpretierten Reaktionsgleichungen

5. Klassenstufe 9/10

5.1 Übersicht der Unterrichtseinheiten in den Klassenstufen 9/10 (Lernlinien)



5.2 Überprüfung der Kompetenzvermittlung in den Klassenstufen 9/10 (Fachkontrollbogen)

Legende der Abkürzungen der Unterrichtseinheiten (für den Doppeljahrgang 9/10) im Fachkontrollbogen:

NAME DER UNTERRICHTSEINHEIT	KÜRZEL	NAME DER UNTERRICHTSEINHEIT	KÜRZEL
Vom Erz zum Stahl	**Stahl**	Rost	**Rost**
Vom Grundwasser zum virtuellen Wasser	**VirtuellesWasser**	Wasser ist kein Salz	**Moleküle**
		Max Sauer GmbH	**MaxSauer**
Elementfamilien	**Elementfamilien**	Essig-Projekt	**Essig**
Salz	**Salz**	Säuren und Basen	**SäureBase**
Batterie-Projekt	**Batterie**	Der perfekte Fleck	**Fleck**

FACHKONTROLLBOGEN der nach dem KC CHEMIE 2015 im Doppeljahrgang 9/10 zu vermittelnden Kompetenzen:
Einige wenige Kompetenzen*, die im Zusammenhang mit dem „Gesetz von Avogadro“ stehen, können im Jahrgang 8 in der UE „Ötzi“ oder dekontextualisiert oder im Jahrgang 9 in der UE „Vom Erz zum Stahl“ vermittelt werden.

Basiskonzept Stoff-Teilchen (5/7): Schuljahrgänge 9 und 10			
FACHWISSEN	ERKENNTNISGEWINNUNG	KOMMUNIKATION	BEWERTUNG
Gase sind aus Atomen oder Molekülen gebaut Die Schülerinnen und Schüler… 1) beschreiben den Molekülbegriff. 2) beschreiben das Gesetz von Avogadro.	**Chemische Fragestellungen untersuchen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) erkennen das Gesetz von Avogadro anhand von Daten.	**Fachsprache ausschärfen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) benutzen die chemische Symbolsprache.	
Beide Teilpunkte*: **Ötzi** (Jg. 8) oder **Stahl** (Jg. 9) oder dekontextualisiert	1*) **Ötzi** (Jg. 8) oder **Stahl** (Jg. 9) oder dekontextualisiert	1*) **Ötzi** (Jg. 8) oder **Stahl** (Jg. 9) oder dekontextualisiert	
Atome und Atomverbände werden zu Stoffmengen zusammengefasst Die Schülerinnen und Schüler… 1) beschreiben die Stoffmenge, die molare Masse und das molare Volumen. 2) unterscheiden zwischen Stoffportion und Stoffmenge. 3) wenden den Zusammenhang zwischen Stoffportion und Stoffmenge an.	**Mathematische Verfahren anwenden** Die Schülerinnen und Schüler… 1) wenden in den Berechnungen Größengleichungen an.	**Fachsprache ausschärfen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) setzen chemische Sachverhalte in Größengleichungen um und umgekehrt.	**Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) wenden Kenntnisse aus der **Mathematik** (grafikfähiger Taschenrechner) an.
Alle Teilpunkte: **Elementfamilien, Essig, SäureBase**	1) **Elementfamilien, Essig, SäureBase**	1) **Elementfamilien, Essig, SäureBase**	1) **Elementfamilien, Essig, SäureBase**

Atome besitzen einen differenzierten Bau	**Modelle verfeinern**	**Fachsprache ausschärfen**	**Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen**
Die Schülerinnen und Schüler…	Die Schülerinnen und Schüler…	Die Schülerinnen und Schüler…	Die Schülerinnen und Schüler…
1) beschreiben den Bau von Atomen aus Protonen, Neutronen und Elektronen.	1) schlussfolgern aus Experimenten, dass geladene und ungeladene Teilchen existieren.	1) beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte mit den passenden Modellen unter Verwendung von Fachbegriffen.	1) stellen **Bezüge zur Physik** (*Kernbau, elektrostatische Anziehung*) her
2) erklären mithilfe eines einfachen Modells der Energieniveaus den Bau der Atomhülle.	2) finden in Daten zu den Ionisierungsenergien Trends, Strukturen und Beziehungen, erklären diese und ziehen Schlussfolgerungen.		
3) unterscheiden mithilfe eines differenzierten Atommodells zwischen Atomen und Ionen.	3) nutzen diese Befunde zur Veränderung ihrer bisherigen Atomvorstellung.		
Alle Teilpunkte: **Salz**	Alle Teilpunkte: **Salz**	1) **Salz**	1) **Salz**

Basiskonzept Stoff-Teilchen (6/7): Schuljahrgänge 9 und 10			
FACHWISSEN	ERKENNTNISGEWINNUNG	KOMMUNIKATION	BEWERTUNG
Atome lassen sich sortieren	**Modelle nutzen**		
Die Schülerinnen und Schüler…	Die Schülerinnen und Schüler…		
1) erklären den Aufbau des PSE auf der Basis eines differenzierten Atommodells.	1) entwickeln die Grundstruktur des PSE anhand eines differenzierten Atommodells.		
	2) beschreiben Gemeinsamkeiten innerhalb von Hauptgruppen und Perioden.		
1) **Salz**	Alle Teilpunkte: **Salz**		

Elemente lassen sich nach verschiedenen Prinzipien ordnen Die Schülerinnen und Schüler… 1) ordnen Elemente bestimmten Elementfamilien zu. 2) vergleichen die Alkalimetalle und Halogene innerhalb einer Familie und stellen Gemeinsamkeiten und Unterschiede fest.	**Bedeutung des PSE erschließen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) finden in Daten und Experimenten zu Elementen Trends, erklären diese und ziehen Schlussfolgerungen. 2) wenden Sicherheitsaspekte beim Experimentieren an. 3) nutzen das PSE zur Ordnung und Klassifizierung der ihnen bekannten Elemente.	**Fachsprache ausschärfen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) recherchieren Daten zu Elementen. 2) beschreiben, veranschaulichen und erklären das PSE. 3) argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig. 4) planen, strukturieren und präsentieren ggf. ihre Arbeit als Team.	**Chemie als bedeutsame Wissenschaft erkennen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) zeigen die Bedeutung der differenzierten Atomvorstellung für die Entwicklung der Naturwissenschaften auf.
Alle Teilpunkte: **Elementfamilien**	Alle Teilpunkte: **Elementfamilien**		
Elementeigenschaften lassen sich voraussagen Die Schülerinnen und Schüler… 1) verknüpfen Stoff- und Teilchenebene	**Kenntnisse über das PSE anwenden** Die Schülerinnen und Schüler… 1) führen ihre Kenntnisse aus dem bisherigen Unterricht zusammen, um neue Erkenntnisse zu gewinnen. 2) erkennen die Prognosefähigkeit ihres Wissens über den Aufbau des PSE.		
1) **Elementfamilien**	Alle Teilpunkte: **Elementfamilien**	Alle Teilpunkte: **Elementfamilien**	1) **Elementfamilien**

Basiskonzept Stoff-Teilchen (7/7): Schuljahrgänge 9 und 10			
FACHWISSEN	ERKENNTNISGEWINNUNG	KOMMUNIKATION	BEWERTUNG
Atome gehen Bindungen ein Die Schülerinnen und Schüler… 1) unterscheiden zwischen Ionenbindung und Atombindung/ Elektronenpaarbindungen 2) differenzieren zwischen polaren und unpolaren Atombindungen/ Elektronenpaarbindungen.	**Bindungsmodelle nutzen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) wenden Bindungsmodelle an, um chemische Fragestellungen zu bearbeiten. 2) stellen Atombindungen/ Elektronenpaarbindungen unter Anwendung der Edelgas-konfiguration in der Lewis-Schreibweise dar.	**Modelle anschaulich darstellen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) wählen geeignete Formen der Modelldarstellung aus und ferti-gen Anschauungsmodelle an. 2) präsentieren ihre Anschauungsmodelle.	
Beide Teilpunkte: **Moleküle**	Beide Teilpunkte: **Moleküle**	Beide Teilpunkte: **Moleküle**	
Bindungen bestimmen die Struktur von Stoffen Die Schülerinnen und Schüler… 1) wenden das EPA-Modell zur Erklärung der Struktur von Molekülen an.	**Bindungsmodelle nutzen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) gehen kritisch mit Modellen um.	**Grenzen von Modellen diskutieren** Die Schülerinnen und Schüler… 1) diskutieren kritisch die Aussagekraft von Modellen.	
1) **Moleküle**	1) **Moleküle**	1) **Moleküle**	

Stoffnachweise lassen sich auf die Anwesenheit bestimmter Teilchen zurückführen	**Nachweisreaktionen anwenden**	**Angaben zu Inhaltsstoffen diskutieren**	**Lebensweltliche Bedeutung der Chemie erkennen**
Die Schülerinnen und Schüler… 1) führen Nachweisreaktionen auf das Vorhandensein von bestimmten Teilchen zurück.	Die Schülerinnen und Schüler… 1) führen qualitative Nachweis-reaktionen zu Alkalimetallen/ Alkalimetallverbindungen und Halogeniden durch. 2) erkennen anhand der pH-Skala, ob eine Lösung sauer, neutral oder alkalisch ist und können dieses auf die Anwesen-heit von H^+, H_3O^+- bzw. OH^--Ionen zurückführen. 3) planen geeignete Untersuchungen und werten die Ergebnisse aus.	Die Schülerinnen und Schüler… 1) prüfen Angaben über Inhaltsstoffe hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit.	Die Schülerinnen und Schüler… 1) bewerten Angaben zu den Inhaltsstoffen. 2) erkennen Tätigkeitsfelder von Chemikerinnen und Chemikern.
1) **Elementfamilien, MaxSauer, Essig, SäureBase, Fleck**	1) und 3) **Elementfamilien** 2) und 3) **MaxSauer, Essig, SäureBase, Fleck**	1) **Essig, SäureBase**	Beide Teilpunkte: **Essig, SäureBase** 2) **Fleck**

Basiskonzept Struktur-Eigenschaft (1/1): Schuljahrgänge 9 und 10			
FACHWISSEN	ERKENNTNISGEWINNUNG	KOMMUNIKATION	BEWERTUNG
Stoffeigenschaften lassen sich mithilfe von Bindungs-modellen deuten	**Modelle einführen und anwenden**	**Fachsprache entwickeln**	**Lebensweltliche Bedeutung der Chemie erkennen**
Die Schülerinnen und Schüler…	Die Schülerinnen und Schüler…	Die Schülerinnen und Schüler…	Die Schülerinnen und Schüler…
1) nutzen das PSE zur Erklärung von Bindungen.	1) schließen aus elektrischen Leitfähigkeitsexperimenten auf die Beweglichkeit von Ionen.	1) wählen themenbezogene und aussägekräftige Informationen aus.	1) erkennen Lösungsvorgänge von Salzen in ihrem Alltag.
2) erklären die Eigenschaften von Ionen- und Molekülverbindungen anhand von Bindungsmodellen.	2) erkennen die Funktionalität unterschiedlicher Anschauungs-modelle.	2) beschreiben, veranschaulichen oder erklären chemische Sachverhalte mit den passenden Modellen unter Anwendung der Fachsprache.	2) stellen **Bezüge zur Physik** (*Leitfähigkeit*) her.
3) wenden die Kenntnisse über die Elektronegativität zur Vorhersage oder Erklärung einer Bindungsart an.		3) wenden sicher die Begriffe Atom, Ion, Molekül, Ionenbindung, Atombindung/ Elektronenpaarbindung an.	
4) differenzieren zwischen unpolarer, polarer Atombindung/ Elektronenpaarbindung und Ionenbindung.	3) stellen Wasserstoffbrücken modellhaft dar.		
5) erklären die Wasserstoff-brückenbindung an anorganischen Stoffen.			
6) erklären die Löslichkeit von Salzen in Wasser.			
1) und 2) **Salz** Alle Teilpunkte: **Moleküle**	1) **Salz** 2) und 3): **Moleküle**	Alle Teilpunkte: **Salz, Moleküle**	Beide Teilpunkte: **Moleküle** 2) **Salz**

Basiskonzept Chemische Reaktionen (3/3): Schuljahrgänge 9 und 10			
FACHWISSEN	ERKENNTNISGEWINNUNG	KOMMUNIKATION	BEWERTUNG
Chemische Reaktionen auf Teilchenebene differenziert erklären Die Schülerinnen und Schüler… 1) deuten die chemische Reaktion mit einem differenzierten Atommodell als Spaltung und Bildung von Bindungen.	**Chemische Reaktionen deuten** Die Schülerinnen und Schüler… 1) deuten Reaktionen durch die Anwendung von Modellen.	**Fachsprache entwickeln** Die Schülerinnen und Schüler… 1) diskutieren sachgerecht Modelle.	
1) **Moleküle**	1) **Moleküle**	1) **Moleküle**	

Chemische Reaktionen systematisieren Die Schülerinnen und Schüler… 1) beschreiben Redoxreaktionen als Elektronenübertragungs-reaktionen. 2) beschreiben Säure-Base-Reaktionen als Protonen-übertragungsreaktionen. 3) beschreiben die Neutralisationsreaktion	**Reaktionstypen anwenden** Die Schülerinnen und Schüler… 1) führen einfache Experimente zu Redox- und Säure-Base-Reaktionen durch. 2) nutzen Säure-Base-Indikatoren. 3) teilen chemische Reaktionen nach dem Donator-Akzeptor-Prinzip ein. 4) wenden den Begriff Stoffmengenkonzentration an.	**Fachsprache beherrschen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) wenden die Fachsprache systematisch auf chemische Reaktionen an 2) gehen sicher mit der chemischen Symbolik und mit Größengleichungen um. 3) planen, strukturieren, reflektieren und präsentieren ihre Arbeit zu ausgewählten chemischen Reaktionen.	**Lebensweltliche Bedeutung der Chemie erkennen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) prüfen Darstellungen in den Medien hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit. 2) erkennen die Bedeutung von Redoxreaktionen und Säure-Base-Reaktionen im Alltag und Technik.
	1) und 3) **Batterie, Rost** Alle Teilpunkte: **MaxSauer& Essig, SäureBase, Fleck**		Beide Teilpunkte: **Batterie, Rost, MaxSauer& Essig, SäureBase, Fleck**
	Erkenntnisse zusammenführen Die Schülerinnen und Schüler… 1) vernetzen die vier Basiskonzepte zur Deutung chemischer Reaktionen.		**Bewertungskriterien aus Fachwissen entwickeln** Die Schülerinnen und Schüler… 1) diskutieren und bewerten gesellschaftsrelevante chemische Reaktionen (*z.B. großtechnische Prozesse*) aus unterschiedlichen Perspektiven. 2) erkennen Berufsfelder.
1) **Batterie, Rost, Fleck** 2) und 3): **MaxSauer&Essig, SäureBase, Fleck**	1) **Batterie, Rost, MaxSauer&Essig, SäureBase, Fleck**	Alle Teilpunkte: **Batterie, Rost, MaxSauer& Essig, SäureBase, Fleck**	Beide Teilpunkte: **Batterie, Rost, MaxSauer& Essig, SäureBase, Fleck**

Basiskonzept Energie (3/3): Schuljahrgänge 9 und 10			
FACHWISSEN	ERKENNTNISGEWINNUNG	KOMMUNIKATION	BEWERTUNG
Atommodell energetisch betrachten Die Schülerinnen und Schüler… 1) beschreiben mithilfe der Ionisierungsenergien, dass sich Elektronen in einem Atom in ihrem Energiegehalt unterscheiden. 2) erklären basierend auf den Ionisierungsenergien den Bau der Atomhülle	**Modelle nutzen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) wenden das Energiestufen-modell des Atoms auf das Periodensystem der Elemente an. 2) finden in Daten zu den Ionisierungsenergien Trends, Strukturen und Beziehungen, erklären diese und ziehen Schlussfolgerungen. 3) beschreiben die Edelgaskonfiguration als energetisch günstigen Zustand.	**Fachsprache ausschärfen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) beschreiben, veranschaulichen und erklären chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und mithilfe von Modellen und Darstellungen.	
Beide Teilpunkte: **Salz**	Alle Teilpunkte: **Salz**	1) **Salz**	
Lösungsprozesse energetisch betrachten Die Schülerinnen und Schüler… 1) beschreiben Lösungs-vorgänge durch Spalten und Bildung von Bindungen und Wechselwirkungen. 2) beschreiben mithilfe der Gitterenergie und der Hydrationsenergie die Energiebilanz des Lösevorgangs von Salzen.	**Chemische Fragestellungen experimentell untersuchen** Die Schülerinnen und Schüler… 1) führen Experimente zu Lösungsvorgängen durch.	**Fachsprache anwenden** Die Schülerinnen und Schüler… 1) wenden die Fachsprache zur Beschreibung von Lösungsvorgängen an.	
Beide Teilpunkte: **Moleküle**	1) **Moleküle**	1) **Moleküle**	

5.3 Auszüge aus den Dokumentationsbögen der Unterrichtseinheiten in den Klassenstufen 9/10 (inklusive der Kurzbeschreibungen der Unterrichtseinheiten)

Einbindung des Faches Chemie ins Medienkonzept der Schule (keine Zuordnung zu einer speziellen Unterrichtseinheit – Inhalte müssen irgendwann im Doppeljahrgang 9/10 vermittelt werden)
Erstellung von Erklärfilmen und/oder Stop-Motion-Filmen

BLOCK 1 – JAHRGANG 9
(UE „Vom Erz zum Stahl“)

UE „Vom Erz zum Stahl“	**Jahrgang 9**
Bezug zu den Themenfeldern:	
Berufsorientierung und Chemie Herstellung von Stahl in der Industrie, Thermitschweißen bei der Deutschen Bahn [Fachkraft für Metalltechnik]	
Chemie des Feuers, Werkstoffe in der Industrie, Chemie und Technik	
Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit	
Ausgehend von der Bedeutung der Metalle in der Geschichte wird die Gewinnung und Nutzung des wichtigsten Gebrauchsmetalls Eisen behandelt. Die Schülerinnen und Schüler sollen Herstellungsverfahren für Eisen und Stahl kennen lernen, mit denen man Werkstoffe auf der Basis unterschiedlicher physikalischer Eigenschaften erzeugen kann. Dazu können bedeutende Erzvorkommen und deren Transportwege recherchiert werden. Der Hochofenprozess wird im Film und im Modellexperiment behandelt und durch Reaktionsgleichungen beschrieben. Hierbei wird an den in der Ötzi-Einheit entwickelten Redox-Begriff angeknüpft. Ebenso dient die Durchführung und Deutung des Thermit-Versuchs der Festigung des Redox-Begriffes. Die Umwandlung in Stahl und dessen Bedeutung schließen die Einheit ab.	
Grober Verlauf	
1. Bei der Erkenntnisgewinnung zur Bedeutung der Eisenwerkstoffe werden kleine Gruppen von Schülern einzelne Anwendungsbereiche näher erarbeiten: Die SuS erhalten dazu Ausschnitte aus Videos, Arbeitsblätter und Hinweise die sie bei dieser Arbeit unterstützen. Mit der ganzen Klasse wird in zwei Doppelstunden der Computerraum aufgesucht, um auch eigene Recherche und Kleingruppenarbeit möglich zu machen. Die SuS sollen nun für die Planung der Präsentationen 2-3 Stunden Zeit bekommen. Diese Zeit verbringen die Lernenden am Computer und nutzen die hierfür erstellte Lernumgebung. Die Planung sollte vor der Durchführung mit der Lehrkraft besprochen werden. Sollte ein Zugriff auf den Computer nicht möglich sein, kann auch mit Ausdrucken der Lernumgebung oder entsprechenden gedruckten Arbeitsmaterialien gearbeitet werden. Nach Möglichkeit sollen die Schülerinnen und Schüler dazu dann selbstständig Power-Point-Präsent. erstellen. Mögliche Themen finden sich im Sequenzplan Erz Metall. 2. Die Chemie in den RedOx-Reaktionen wird anhand des Buches und der Arbeitsblätter erarbeitet. Formeln und Gleichungen.doc Dabei arbeiten die Schüler in Kleingruppen und knüpfen an die Erfahrungen aus der UE Ötzi an. Chemische Reaktionen im Hochofen.doc und Vom Eisen zum Stahl.ppt 3. Die Besonderheiten bei der Stahlzusammensetzung werden anhand der Filme Stahl moderne Legierungen.mpg und Schrott für Stahl.mpg und Moderne Eisen und Stahlgewinnung.mpg FWU – zweiter Teil Stahlerzeugung angesprochen. Stahl ist nicht gleich Stahl.doc Die Schülerinnen und Schüler werden in Kleingruppen aufgeteilt und einer Teilaufgabe zugeordnet. Die Gruppen bestehen aus 4-5 Schülerinnen und Schülern. Die Gruppen sollten sowohl kognitiv schwächere als auch stärkere Schülerinnen und Schüler enthalten. 4. Die Schülerinnen und Schüler sollen sämtliche Aktivitäten dokumentieren. 5. Für die Präsentation müssen die Schülerinnen und Schüler ihre Arbeitsergebnisse auf einem Plakat darstellen oder eine PPP erstellen, so dass die Schülerinnen und Schüler die Inhalte und Ergebnisse nachvollziehen und verstehen können.	
Fachübergreifende Bezüge	
Physik: Metalle als Werkstoffe in der Technik, metallische Eigenschaften, Technik des Hochofens Eventuell Bezüge zu Erdkunde / Gesellschaft – Bedeutung der Metalle für den Menschen	

Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden	
Internetrecherche, Demonstrationsversuche, Power-Point-Präsentationen, Arbeitsteilige Gruppenarbeiten, Plakate	
Materialien und Fundstellen	
Chemie-Buch: Chemie heute S1 Gesamtband (rotes Schroedel-Buch), S. 88 – 101. Arbeits-, Info- & Methodenblätter, Versuchsanleitungen und Experimentieranweisungen: Chemie-USB-Stick	
Ungefährer Stundenbedarf	
Ca. 10 UStd.	
Möglichkeiten zur Leistungsbewertung	
Klassenarbeit: Arbeit Eisen und Stahl.doc (Chemie-USB-Stick)	
Die wichtigsten zu vermittelnden Kompetenzen dieses UE-Blockes 1 in der Klassenstufe 9: Die SuS …	
Fachinhaltlich (Kompetenzbereich FACHWISSEN)	*Prozessbezogen (Kompetenzbereiche ERKENNTNIS-GEWINNUNG, KOMMUNIKATION, BEWERTUNG)*
• Verwenden Verhältnisformeln und Molekülformeln für chemische Verbindungen • Stellen Reaktionsgleichungen auf • *Hier oder in der UE „Keiner versteht mich“ (Jg. 8): Können den Satz von Avogadro erklären* • Beschreiben Redoxreaktionen als Sauerstoffübertragungsreaktionen • Verwenden die Begriffe Reduktions- und Oxidationsmittel • *Hier oder in der UE „Ötzi“ (Jg. 8): Ordnen Metalle nach ihrer Stärke als Reduktionsmittel*	• Verwenden die chemische Formelsprache • Bewerten die Bedeutung der Metalle für die Entwicklung der Menschheit • verwenden Reaktionsgleichungen zur Verdeutlichung chemischer Reaktionen • interpretierten Reaktionsgleichungen

Freiwilliger ZUSATZBLOCK (keine laufende Nummer) – JAHRGANG 9
(UE „Vom Grundwasser zum virtuellen Wasser“)

UE „Vom Grundwasser zum virtuellen Wasser“	**Jahrgang 8**
Bezug zu den Themenfeldern:	
Chemische Industrie, Chemie und Umwelt	
Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit	
In dieser Unterrichtseinheit steht der Kompetenzbereich Bewertung im Vordergrund. Die Schülerinnen und Schüler lernen Hintergründe zum „ökologischen Fußabdruck“ in Bezug auf den realen Wasserverbrauch bei der Herstellung und dem Vertrieb von Alltagsprodukten wie Lebensmittel oder auch Plastikverpackungen. Die Schülerinnen und Schüler sollen möglichst ein Gespür für den Umgang mit natürlichen Ressourcen und deren Begrenztheit entwickeln.	
Grober Verlauf	
Muss noch erarbeitet werden!	
Fachübergreifende Bezüge	
Ökologie (Biologie, Erdkunde) und Ökonomie, Gesellschaftliche Verantwortung (Politik)	
Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden	
Muss noch erarbeitet werden!	
Materialien und Fundstellen	
Muss noch erarbeitet werden!	
Ungefährer Stundenbedarf	
Ca. 10 UStd.	
Möglichkeiten zur Leistungsbewertung	
Kurztest, Plakate, Präsentationen	

Die wichtigsten zu vermittelnden Kompetenzen das Zusatz-Blockes: Die SuS …	
Fachinhaltlich (Kompetenzbereich FACHWISSEN)	*Prozessbezogen (Kompetenzbereiche ERKENNTNISGEWINNUNG, KOMMUNIKATION, BEWERTUNG)*
• erkennen, dass bei der Herstellung, Gewinnung, dem Transport oder Vertrieb von Produkten des Alltags ein Vielfaches an der Ressource Wasser verbraucht wird als auf dem ersten Blick erkennbar ist.	• Bewerten den Umgang mit immer knapper werdenden natürlichen Ressourcen • Hinterfragen ihr eigenes Verhältnis zum Umgang mit Produkten des Alltags in Bezug auf den Verbrauch an natürlichen Ressourcen

BLOCK 2 – JAHRGANG 9
(UE „Elementfamilien“, UE „Salz“)

UE „Elementfamilien“	**Jahrgang 9**
Bezug zu den Themenfeldern:	
Welt der Atome	
Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit	
Kurzbeschreibung der Einheit: In der Unterrichtseinheit „Elementfamilien“ sollen in Versuchen die ähnlichen Eigenschaften von Hauptgruppenelementen wie den Alkali-, Erdalkalimetallen sowie den Halogenen und Edelgasen am Beispiel des Reaktionsverhaltens und der Stoffeigenschaften erarbeitet werden, so dass anschließend der Aufbau des Periodensystems der Elemente mit den Ordnungskriterien und periodischen Eigenschaften thematisiert wird. In dieser Unterrichtseinheit können ebenfalls die Begriffe Stoffmenge und Molmasse eingeführt werden, so dass die SuS erlernen, aus dem Massenverhältnis einer Reaktion von z.B. einem Alkalimetall mit einem Halogen das Stoffmengenverhältnis und damit die Verhältnisformel des entstehenden Salzes zu ermitteln.	
Grober Verlauf	
Einstieg über Wiederholung • Unterscheidung aller Stoffe in REINSTOFFE und GEMISCHE • Unterscheidung der Reinstoffe in ELEMENTE und VERBINDUNGEN Praktikum zur Ermittlung der Stoffeigenschaften verwandter Elemente • Sowohl die Elemente der ersten Hauptgruppe im PSE (die Alkalimetalle) wie auch die Elemente der zweiten Hauptgruppe im PSE (die Erdalkalimetalle) weisen Ähnlichkeiten in folgenden experimentell ermittelten Eigenschaften auf: - Flammenfärbungen durch Verbrennen der Alkali- oder Erdalkalisalze - Relative Weichheit im Vergleich zu anderen Feststoffen - Metallcharakter (Glanz, elektrische Leitfähigkeit) - Relativ geringe Dichten im Vergleich zu anderen Metallen (Stichwort „Leichtmetalle“), getestet über die Schwimmfähigkeit der Stoffe - Reaktivität bei der Reaktion mit Luftsauerstoff unter Bildung fester Metalloxide - Reaktivität bei der Reaktion mit Wasser unter Bildung von Wasserstoff und Metallhydroxiden • Nachweisreaktionen - Knallgasprobe eines Wasserstoffgas / Sauerstoffgas – Gemisches zum Nachweis von Wasserstoffgas - Indikatorverfärbungen (z.B. Bromthymolblau „BTB“) zum Nachweis eines sauren (BTB gelb), neutralen (BTB grün) oder alkalischen Stoffes (BTB blau) in wässriger Lösung. In unserem Fall waren die Alkali- und Erdalkalimetallhydroxide alkalisch. Gesetze, Formeln, Berechnungen • Einführung der Avogadro-Konstante $6 \cdot 10^{23}$ als Zahl, für die ab sofort das Synonym „Mol“ (ähnlich dem „Dutzend“ für die Zahl 12) verwendet wird. • Einführung der chemischen Rechengröße der Stoffmenge „n“, die nicht in absoluten Anzahlen, sondern in der Einheit „Mol“ angegeben wird (um das Hantieren mit extrem großen Zahlen zu vermeiden). • Einführung der chemischen Rechengröße der Molmasse bzw. molaren Masse „M“ als spezifische Masse eines Mols eines Stoffes. Masse und Stoffmenge hängen mit der Molmasse wie folgt zusammen: Molmasse M = Masse m : Stoffmenge n. Die Einheit der Molmasse M ist: [M] = 1g/mol. • Ermittlung des Stoffmengenverhältnisses bei der Reaktion von (Erd-)Alkalimetallen mit Halogenen aus dem Massenverhältnis der miteinander reagierenden Stoffportionen	

- Ableitung einer Verhältnisformel von Salzen aus dem Stoffmengenverhältnis
- Aufstellen von Reaktionsschemata und Reaktionsgleichungen mithilfe der Verhältnisformeln von Salzen

Einteilung der verwandten Elemente in die Elementfamilien des Periodensystems

- Abgrenzung der Alkali- und Erdalkalimetalle von anderen Elementfamilien durch die oben genannten experimentell ermittelten Eigenschaften.
- Abgrenzung der Alkalimetalle von den Erdalkalimetallen durch die unterschiedlichen Verhältnisformeln der Metalloxide und Metallhydroxide. Dadurch ergeben sich auch Unterschiede in den Vorzahlen bei den Reaktionsgleichungen.
- Vergleich der Eigenschaften der Elemente der Elementfamilien der Halogene und Edelgase (ggf. Vorführung von Youtube-Filmen zum Reaktionsverhalten der Halogene).

Fachübergreifende Bezüge

- Mathematik

Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden

- Schülerversuche
- Rechercheaufträge

Materialien und Fundstellen

- Siehe Unterrichtsmaterial im entsprechenden Ordner auf dem Chemie-USB-Stick
- Alkalimetalle, Erdalkalimetalle, Halogene zum Experimentieren (SÜ und LDV)

Ungefährer Stundenbedarf

Ca. 14 UStd.

Möglichkeiten zur Leistungsbewertung

- Schriftliche Leistungskontrolle
- Tests

UE „Salz“ — Jahrgang 9

Bezug zu den Themenfeldern:

Geschichte der Chemie, Welt der Atome

Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit

Die Unterrichtseinheit „Salz“ greift zunächst die Salze als Stoffgruppe auf, thematisiert die elektrische Leitfähigkeit der Salzschmelzen und Salzlösungen durch Elektrolyse der Flüssigkeiten und führt so zu der Notwendigkeit der Erweiterung des bisher ausreichenden Daltonschen Atommodells über das Thomsonsche Rosinenkuchenmodell (freiwillig) und das Rutherfordsche Atommodel hin zum Bohrschen Schalenmodell. Bevor die Einführung der Notwendigkeit zur Erreichung des elektronischen Edelgaszustands im Sinne der „Oktettregel“ und damit die Bildung von Ionen aus Atomen erarbeitet wird, werden die Elementfamilien der Alkali-, Erdalkalimetalle sowie der Halogene und Edelgase anhand ihrer ähnlichen Ionisierungsenergien und des ähnlichen Reaktionsverhaltens untersucht und die periodischen Eigenschaften und die Ordnungskriterien des Periodensystems der Elemente thematisiert. Im Kompetenzbereich der Bewertung sollen die Schülerinnen und Schüler die lebensnotwendige Bedeutung von Salzen für alle Lebewesen reflektieren. Methodisch stehen in dieser Unterrichtseinheit das Auswerten von Versuchsergebnissen und die Auseinandersetzung mit Modellen im Vordergrund.

Grober Verlauf

Einstieg über zentralen Versuch

- Einstiegs-Demo-Versuch: LF von destilliertem Wasser vs. LF von Mineralwasser vs LF von Zuckerlösung
- ZENTRALER DEMO-VERSUCH zur genaueren Beobachtung der Vorgänge: LF einer Zinkbromid-Lösung – Elektrolyse einer Zinkbromid-Lösung
- Erklärungsversuche (e^- wandern durchs Wasser, …)
- Notwendigkeit für das Einführen geladener „Ionen“ (Ladungsträger) als Transportmittel für die Elektronen durch die wässrige Lösung
- Vorgänge bei der Elektrolyse auf der Teilchenebene (Elektronenübertragung, Ionenwanderung, Abscheidung von Stoffen) [http://www.chemie-interaktiv.net/ oder Internetseite der Uni-Wuppertal]

<u>Erweiterung des bekannten Atommodells von Dalton</u> • Notwendigkeit für neues Atommodell erkennen • Animation „Rutherford`scher Streuversuch“ (Thomson-Modell bei Bedarf) • Einführung Kern-Hülle-Modell • Notwendigkeit für Erweiterung Kern-Hülle-Modell, da unterschiedliche Ladungen und Salz-Verhältnisformeln nicht erklärbar sind • Einführung des Schalenmodell nach Bohr über Grafiken mit den Ionisierungsenergien beispielhafter Atome • Vorstellung und Übung zum Bohr`schen Atommodell: Schalenmodelle diverser Atome • Einführung der Edelgaskonfiguration und Oktettregel am Beispiel der Schalenmodelle von Ionen • Ionenbildung durch Reaktion von Metallen mit Nichtmetallen im Bohr`schen Atommodell • Einführung der Lewisformel zur vereinfachten Darstellung von Atomen und Ionen mit ihren Außenelektronen <u>Struktur-Eigenschafts-Beziehungen / Bindungen / Energetik</u> • Aufbau des Ionenkristalls als Rollenspiel (NaCl) • Leitfähigkeitsvergleich Metall – Salz (fest) – Salz (Schmelze) • Härtevergleich Metall – Salz (hart und spröde vs. biegsam) • Tabellarischer Vergleich Metalle – Salze (auch Teilchenebene: Ionenbindung vs. Metallbindung / Kristallgitter, Leitfähigkeit, Härte, Aussehen) • Energetische Betrachtungen: Gitterenergie
Fachübergreifende Bezüge
Physik: Energieumwandlungen, Geschichte: Chlor als Kampfgas im 1. Weltkrieg
Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden
Viel Modellarbeit mit Grafiken und Animationen (z.B. Rutherfordscher Streuversuch)
Materialien und Fundstellen
Video: Bild(n)er der Chemie: Fritz Haber Material: Chemie-USB-Stick
Ungefährer Stundenbedarf
Ca. 14 UStd.
Möglichkeiten zur Leistungsbewertung
Klassenarbeit

Die wichtigsten zu vermittelnden Kompetenzen des UE-Blockes 2: Die SuS …	
Fachinhaltlich (Kompetenzbereich FACHWISSEN)	*Prozessbezogen (Kompetenzbereiche ERKENNTNISGEWINNUNG, KOMMUNIKATION, BEWERTUNG)*
• Vergleichen die Elemente bestimmter Elementfamilien und stellen Unterschiede und Gemeinsamkeiten fest • Erklären die Leitfähigkeit von Salzlösungen aufgrund geladener Teilchen (Ionen) • Argumentieren über die Oktettregel bzw. den Edelgaszustand • Erklären das Rutherfordsche Atommodell • Erklären das Bohrsche Atommodell • Lernen Ionen und die Ionenbindung kennen • Lernen Ionisierungsenergien kennen • Beschreiben den Aufbau des Periodensystems	• Arbeiten mit verschiedenen Atommodellen und vergleichen diese miteinander • Ordnen Elemente aufgrund ihrer ähnlichen Eigenschaften bestimmten Gruppen (Hauptgruppen) zu • Interpretieren das Periodensystem der Elemente und arbeiten damit • Leiten aus entscheidenden Experimenten allgemeine Gesetzmäßigkeiten ab

Berufsorientierung und Chemie (dekontextualisiert in Jahrgang 9)

Berufsfeld Chemie [z.B. Chemikant, Chemielaborant, Chemiker]

BLOCK 3 – JAHRGANG 10
(UE „Batterie-Projekt“, UE „Rost“)

Einbindung des Faches Chemie ins Medienkonzept der Schule

(keine Zuordnung zu einer speziellen Unterrichtseinheit – Inhalte müssen irgendwann im Doppeljahrgang 9/10 vermittelt werden)

Erstellung von Erklärfilmen und/oder Stop-Motion-Filmen

UE „Batterie-Projekt“	**Jahrgang 10**

Bezug zu den Themenfeldern:

Chemie im Haushalt / Chemie und Lifestyle / Chemie des Feuers / Chemie des Wassers und der wässrigen Lösungen / Kommunikationsmittel / Sekundärenergieträger

Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit

In dieser Unterrichtseinheit wird der Oxidations- und Reduktionsbegriff auf die Redoxreaktion als Elektronenübertragungsreaktion erweitert. Die Schülerinnen und Schüler (SuS) lernen die Funktionsweise von Batterien auf Teilchenebene sowie verschiedene moderne Batterietypen kennen. Das Galvanische Element wird in einer Erweiterung als Umkehrung der (eventuell) schon bekannten Elektrolyse dargestellt und auf diese Weise die wieder aufladbaren Akkumulatoren eingeführt. Innerhalb dieser Einheit wird eine Erweiterung der Redoxreihe der Metalle zur Spannungsreihe der Metalle sowie die Einführung der Oxidationszahlen als Hilfsmittel zum Erkennen von reduzierten und oxidierten Atomen vorgenommen. Fachlicher Abschluss der Einheit ist die Anwendung der Elektrolyse als Ladungsvorgang von wiederaufladbaren Akkumulatoren. Methodisch stehen die Auswertung von Experimenten und die Arbeit mit Modellen zu Galvanischen Elementen im Vordergrund. Die Kompetenzbereiche der Kommunikation und der Bewertung werden insbesondere durch diese Unterrichtseinheit angesprochen, da die Schülerinnen und Schüler zum einen ihre Fertigkeiten im Umgang mit Power-Point-Präsentationen bei der Vorstellung verschiedener Batteriearten trainieren und den Umgang mit Fachsprache sowie argumentative Fähigkeiten bei einem Gruppen-Memory zur Zuordnung von elektrischen Geräten zu bestimmten Batterie- oder Akkumulatorsorten, Es wird gegen Ende der Einheit die gesellschaftliche Bedeutung der Batterietechnik im Zusammenhang mit knapper werdenden natürlichen Ressourcen und anspruchsvollen Emissionszielen beim CO_2-Ausstoß thematisiert.

Grober Verlauf

1.) Einstiegsexperiment Daniell-Element als „Kupfer-Zink-Batterie“
2.) Schülervorstellung zur Batterie → Woher kommen die Elektronen
3.) Informationen über Kupfer-Halbzelle und über Zink-Halbzelle – Vergleich mit direkter Reaktion zwischen Kupfersulfat und Zink (Produkte sind gleich)
→ KLÄRUNG: Wie kann der Elektronenübergang nutzbar gemacht werden (Steuerung des Weges, den die Elektronen zurücklegen)?
4.) KLÄRUNG: Elektronen-Übertragung von den Zink-Atomen zu den Kupfer-Ionen
5.) RÜCKBEZUG zu Verbrennungen: Vergleich der Reaktionen $Cu^{2+} + Zn \rightarrow Cu + Zn^{2+}$ mit z.B. $C + O_2 \rightarrow CO_2$
➔ Notieren der Teilgleichungen der einzelnen Teilchen
➔ Erweiterung des Oxidationsbegriffes von der Sauerstoffübertragung zur Elektronenübertragung
6.) Reduktion / Oxidation → REDOXREAKTION
7.) EINFÜHRUNG von Oxidationszahlen als Hilfe zur Erkennung von Oxidation und Reduktion + Übung
8.) REFLEXION der eigenen Vorstellungen
9.) Spannungsreihe der Metalle, um vorhersagen darüber machen zu können, wer leichter oxidiert und wer leichter reduziert wird! (RÜCKBLICK → Klasse 8)
10.) Arbeitsteilige GRUPPENARBEIT (oder GRUPPENPUZZLE) zu verschiedenen Batterie-Sorten (ohne Akkumulatoren)
➔ Einordnung in den gesellschaftlichen Kontext
11.) SCHÜLERVERSUCH: Zink-Brom-„Batterie“
Kurze Elektrolyse einer Zinkbromid-Lösung ($ZnBr_2 \rightarrow Zn + Br_2$)
RÜCKBEZUG zur Elektrolyse (Skizze einer Elektrolyse anfertigen lassen)
Anschluss von Elektromotor: $Zn + Br_2 \rightarrow ZnBr_2$
„Batterie“ oder Galvanisches Element als Umkehrung einer Elektrolyse
12.) AKKUMULATOREN versus BATTERIEN (Umkehrbarkeit der Redoxreaktionen)
13.) AKKUMULATOREN: Arbeitsteilige Gruppenarbeit zu Akkumulatoren → Internet-Recherche zu Akkus + Präsentationen oder BATTERIE-MEMORY (Zuordnung elektrische Geräte zu Batterie- / Akku-Typen)
14.) Abschluss: DISKUSSION über die Bedeutung von Batterien im Bereich der zukünftigen Fortbewegungsmittel

Fachübergreifende Bezüge
Physik: Stromstärke, Spannung, Elektrizitätslehre Mathematik: Zahlen (Oxidationszahlen) Andere Fächer: Eventuell Gesellschaft / Politik: Bedeutung der Batterien als Sekundärenergieträger
Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden
Blackbox-Versuch zur Einführung von Batterien, arbeitsteilige Gruppenarbeit oder Gruppenpuzzle, Internet- oder Bücherrecherche, Demonstrations- und Schülerversuche, Folien- oder Power-Point-Präsentationen, Gruppenmemory
Materialien und Fundstellen
Chemie-Buch: altes Schroedelbuch (rot), Sek 1 – S. 178 – 185 Material auf Chemie-USB-Stick
Ungefährer Stundenbedarf
Ca. 16 UStd.
Möglichkeiten zur Leistungsbewertung
Test, Klassenarbeit, Bewertung von Präsentationen

UE „Rost“	Jahrgang 10
Bezug zu den Themenfeldern:	
Chemie des Alltags	
Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit	
Am Beispiel des Metalls Eisen wird die Metallbindung als weitere Bindungsart – neben Ionenbindung und Elektronenpaarbindung – eingeführt. Die Reaktionen der schnellen und langsamen Verbrennung des Eisens ermöglichen die Erweiterung des Oxidations- und Reduktionsbegriff auf die Redoxreaktion als Elektronenübertragungsreaktion. Innerhalb dieser Einheit befassen sich die Schülerinnen und Schüler erneut mit der Fällungsreihe der Metalle und wenden diese dann bei Überlegungen zum Rostschutz an. Besonderer Schwerpunkt ist hierbei die Elektrolyse als „elektrischer Anstrich“. Aufgrund des erweiterten Redoxbegriffes (Redoxreaktionen sind nicht nur Verbrennungen mit Sauerstoff) werden die Oxidationszahlen als Hilfsmittel zum Erkennen von reduzierten und oxidierten Atomen eingeführt. Methodisch stehen das Durchführen und Auswerten von Experimenten und die Arbeit mit Modellen im Vordergrund. Es wird gegen Ende der Einheit die wirtschaftliche Bedeutung des Rost-/Korrosionsschutzes thematisiert.	
Grober Verlauf	
• Rost an Alltagsgegenständen wahrnehmen • Rosten als Reaktion von Eisen mit Sauerstoff erarbeiten • Experiment zu den Bedingungen des Rostvorgangs durchführen und auswerten • Vereinfachte Reaktionsgleichung erarbeiten • Den Rostvorgang als Oxidation klassifizieren • Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen einführen • Redoxreaktionen ohne Beteiligung von Sauerstoff kennenlernen • Die Fällungsreihe der Metalle experimentell ein einigen Beispielen kennenlernen • Vorhersagen des Ablaufs von Redoxreaktionen mithilfe der Fällungsreihe der Metalle • wirtschaftliche Verluste durch Rostvorgänge und Methoden des Korrosionsschutzes	
Fachübergreifende Bezüge	
• keine	
Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden	
• Schülerversuche	
Materialien und Fundstellen	
• Chemie heute S I (kontextorientierter Ansatz); S. 238-245	
Ungefährer Stundenbedarf	
Ca. 10 Unterrichtsstunden	
Möglichkeiten zur Leistungsbewertung	
• Schriftliche Leistungskontrolle	

Die wichtigsten zu vermittelnden Kompetenzen des UE-Blockes 3: Die SuS …	
Fachinhaltlich (Kompetenzbereich FACHWISSEN)	*Prozessbezogen (Kompetenzbereiche ERKENNTNISGEWINNUNG, KOMMUNIKATION, BEWERTUNG)*
• Beschreiben die Oxidation als Elektronenabgabe und die Reduktion als Elektronenaufnahme • Erkennen Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen • Beschreiben die Vorgänge bei der Elektrolyse einer Lösung (und Schmelze) auf der Teilchenebene • Optional: Können verschiedene Arten des Korrosionsschutzes erklären • Optional: Beschreiben die Vorgänge bei einem Galvanischen Element auf der Teilchenebene • Optional: Unterscheiden zwischen Batterien und Akkumulatoren	• Bewerten die wirtschaftliche Bedeutung des Rost-/ Korrosionsschutzes • Bewerten die Vor- und Nachteile von technischen Geräten • Erkennen die Bedeutung der Chemie für Industrie und Technik sowie für den Alltag

BLOCK 4 – JAHRGANG 10
(UE „Wasser ist kein Salz“)

UE „Wasser ist kein Salz“	**Jahrgang 10**
Bezug zu den Themenfeldern:	
Die Welt der Atome, Chemische Reinigung	
Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit	
Diese Unterrichtseinheit dient einerseits dazu, das Gelernte in Bezug auf ionische Verbindungen zu vertiefen und lebensweltliche Bezüge zu schaffen und andererseits die Grenzen des bisherigen Modells zu erkennen und das Konzept der kovalenten Elektronenpaarbindung einzuführen, indem die nicht vorhandene Leitfähigkeit von destilliertem Wasser thematisiert und damit das Vorhandensein von Ionen ausgeschlossen wird. Weiterhin wird hier das Elektronenpaarabstoßungsmodell zur Klärung dreidimensionaler Molekülstrukturen sowie das Prinzip der polaren Atombindungen zusammen mit der Einführung der Elektronegativitäten erarbeitet. Angewendet werden die neuen Prinzipien in Experimenten Löslichkeit verschiedener Stoffe in unterschiedlichen Lösungsmitteln, so dass die Regel „Gleiches löst sich in Gleichem“ am Schluss der Einheit ermittelt wird. Im Bereich der prozessbezogenen Kompetenzen liegt der Fokus innerhalb der Unterrichtseinheit im Bereich der Erkenntnisgewinnung, indem vorhandene Modellvorstellungen aufgrund experimenteller Beobachtungen überarbeitet und erweitert werden. Weiterhin steht im Bereich der Kommunikation die Arbeit mit und Anwendung von neuen Modellen im Vordergrund.	
Grober Verlauf	
• Einstieg über DEMO-Versuch zur Leitfähigkeit von destilliertem Wasser → Glühlampe verwenden, später Kochsalz hinzufügen • Kurze Rekapitulierung: Salzlösung leitet den elektrischen durch Ionenwanderung während der Elektrolyse. • Schlussfolgerung des Versuchs: Reines Wasser enthält keine Ionen • Vergleich der Stoffe „Wasser“ H_2O und „Natriumoxid“ Na_2O auf der Teilchenebene (AB) • Kapitel 18.3: Was Atome in Molekülen zusammenhält • Übertrag auf das Wassermolekül: Zeichnung im Bohrschen Atommodell • Definition der Elektronenpaarbindung (Atombindung, Molekülbindung, kovalente Bindung) • Übung: Lewis-Formeln für Moleküle • Einfach-, Zweifach- oder Doppel- und Dreifachbindungen im Lewis-Modell • EXKURS: EPA-Modell zur Vorhersage und Erklärung dreidimensionaler Molekülstrukturen • DEMO-Versuch: Ablenkbarkeit eines Wasserstrahls und Auflösen von Salz → Moleküle geladen oder nicht? • Unpolare und Polare Elektronenpaarbindungen, Elektronegativität und Periodensystem • Übergang unpolare Elektronenpaarbindung – Dipole – Ionenverbindung (Salz) • Dipol-Dipol-Anziehungskräfte → Lösungsvorgang Salz in Wasser / Ablenkung Wasserstrahl • Gitterenergie und Hydratationsenergie • Vergleich Siedetemperaturen H_2O, CH_4, … → VdW-Kräfte, H-Brücken, Dipol-Dipol-Kräfte • Anwendung in Reinigungsmitteln: „Gleiches löst sich in Gleichem“	

Fachübergreifende Bezüge
Physik: Elektrische Leitfähigkeit, Ladungsträger, Diffusion, Anziehungskräfte
Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden
Viel Modellarbeit (Bohrsches Atommodell, Lewis-Schreibweise, EPA-Modell) – SuS „basteln“ lassen / lange Übungsphasen einplanen, da wichtige Grundlagen gelegt werden (Elektronenpaarbindungen)
Materialien und Fundstellen
Materialien auf Chemie-USB-Stick Violettes Schroedelbuch Kap. 18 – Für jeden Fleck die richtige Lösung (S. 264 – 283)
Ungefährer Stundenbedarf
Ca. 20 UStd.
Möglichkeiten zur Leistungsbewertung
Klassenarbeit, Test

Die wichtigsten zu vermittelnden Kompetenzen des UE-Blockes 4: Die SuS …	
Fachinhaltlich *(Kompetenzbereich FACHWISSEN)*	*Prozessbezogen* *(Kompetenzbereiche ERKENNTNISGEWINNUNG, KOMMUNIKATION, BEWERTUNG)*
• Argumentieren über die Oktettregel bzw. den Edelgaszustand • Lernen Elektronenpaarbindungen und Moleküle kennen • Sagen die dreidimensionale Struktur von Verbindungen mit Hilfe des EPA- und/oder Kugelwolkenmodells voraus • Erkennen polarisierte Elektronenpaarbindungen • Erkennen Dipol-Verbindungen	• Interpretieren das Periodensystem der Elemente und arbeiten damit • Leiten aus entscheidenden Experimenten allgemeine Gesetzmäßigkeiten ab • Erkennen grundlegende Prinzipien bei der Vorhersage von Löslichkeiten und argumentieren über Struktur-Eigenschafts-Beziehungen • Argumentieren mit verschiedenen intermolekularen Anziehungskräften und unterscheiden dabei zwischen den Eigenschaften auf der Stoffebene und der Teilchenebene

BLOCK 5 – JAHRGANG 10
(UE „Max Sauer GmbH“, UE „Essig-Projekt“, UE „Säuren und Basen“, UE „Der perfekte Fleck“)

UE „Max Sauer GmbH“	**Jahrgang 10**
Bezug zu den Themenfeldern:	
Chemie im Haushalt, Chemie und Lifestyle	
Berufsorientierung und Chemie	
Analytik, Wirkungsweise von Antacida [z.B. Chemiker, Chemielaborant, Pharmakologe, Apotheker]	
Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit	
In dieser Unterrichtseinheit wird im Vorlauf anhand von Experimenten die Brönsted-Theorie zu Säuren und Basen als Protonendonatoren und Protonenakzeptoren eingeführt. In der eigentlichen Einheit steht die Unterrichtsmethode der „Lernfirma“ im Vordergrund. Die Klasse wird in arbeitsteilige Gruppen – so genannte Abteilungen – eingeteilt. Alle Abteilungen bekommen von der Geschäftsleitung einen speziellen experimentellen Arbeitsauftrag, der nur mit Hilfe der zur Verfügung stehenden Materialien selbstständig durchgeführt und dokumentiert werden muss. Gleichzeitig erhält jede Gruppe Fragen zu ihrem Thema und einen Aufgabenzettel zu allgemeinen Bereichen der Säure-Base-Theorie, die selbstständig bearbeitet werden müssen. Im Anschluss müssen die Schülerinnen und Schüler sowohl ihre experimentellen Ergebnisse als auch ihre theoretischen Überlegungen auf einem Poster visualisieren. In einem Abteilungsrundgang müssen alle Schülerinnen und Schüler alle Abteilungen besuchen und zu jeder Abteilung spezielle Fragen beantworten sowie eine Evaluation der Plakate und Hilfen durch die Abteilungsmitglieder vornehmen. Die Evaluationsergebnisse werden anonym veröffentlicht. Den Schülerinnen und Schülern steht während der gesamten Zeit die Internet-Lernumgebung der Chemie-Didaktik-Gruppe um Ingo Eilks der Universität Bremen zur Verfügung, die auf diese Unterrichtseinheit zugeschnitten ist. Die fachlichen Ansprüche dieser Einheit sind	

nicht sehr schwierig, so dass man sich hier hauptsächlich mit dem Phänomen der unterschiedlichen Farben von Indikatoren sowie mit Neutralisationsreaktionen und qualitativ mit pH-Werten auseinandersetzt. Im Vordergrund stehen in dieser Einheit eindeutig die prozessbezogenen Kompetenzen.

Grober Verlauf

- Vorlauf: Säuren als Protonendonatoren
- Einstieg: Vorstellung der Lernfirma, Gruppeneinteilung
- Gruppen erhalten ihre Aufträge
- Versuchsplanung (ggf. unter Zuhilfenahme der Lernumgebung im Internet)
- Absprache der Versuchsplanung
- Versuchsdurchführung, Erstellung von Protokollen
- Bearbeitung des Fragenkatalogs (Lernumgebung)
- Erstellung von Plakaten mit Forschungs- und Arbeitsergebnissen
- Präsentation der Plakate (Messerundgang)
- Bewertung der Plakate durch die Schüler (Evaluationsbogen)

Fachübergreifende Bezüge

Keine

Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden

Lernfirma (offene Unterrichtsform)
Lernumgebung im Internet
Präsentation der Ergebnisse im Messerundgang

Materialien und Fundstellen

Materialen auf Chemie-USB-Stick
Kopiervorlagen, Arbeitsblätter, etc.: Digital auf dem Lehrerzimmer-PC
Lernumgebung: www.chemididaktik.uni-bremen.de
Chemikalien, Kosmetika und Haushaltsmittel: Themenregal

Ungefährer Stundenbedarf

Ca. 14 UStd.

Möglichkeiten zur Leistungsbewertung

Schriftliche Leistungskontrolle
Bewertung der Plakate
Bewertung der Präsentation der Plakate (Messe)

UE „Essig-Projekt“ — Jahrgang 10

Bezug zu den Themenfeldern:

Chemie im Haushalt, Chemie und Lebensmittel, Chemie des Wassers und der wässrigen Lösungen

Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit

Nachdem die Lerngruppe in der UE „Max Sauer GmbH“ die Säuren und Basen und ihre Reaktionen anhand von alltagsrelevanten Beispielen erfahren haben und hierzu Schülerexperimente und deren Präsentationen im Vordergrund standen, soll das Themengebiet der Säuren und Basen nun auf quantitative Begriffe wie das Mol, die Stoffmenge oder auch die Stoffmengenkonzentration erweitert werden. Bei Versuchen steht nun nicht mehr die qualitative Beobachtung, sondern die quantitative Bestimmung von Messgrößen im Vordergrund. Gleichzeitig sollen die Schülerinnen und Schüler lernen, Angaben von Lebensmitteln in ihrer Umgebung kritisch zu hinterfragen und zu überprüfen. Ein weiteres Ziel dieser Einheit ist die Erweiterung des pH-Begriffes auf den logarithmischen Zusammenhang mit der Konzentration der Hydronium- bzw. Oxonium-Ionen. Abschluss der Einheit bildet die Titration von verschiedenen Essig-Sorten und die Überprüfung deren Säuregehalts. Da die Schülerinnen und Schüler in der vorangegangen Einheit hauptsächlich ihre prozessbezogenen Kompetenzen erweitert haben, steht in dieser Einheit neben der Reflektion der Bedeutung und dem Hinterfragen von Etikettenangaben auf Lebensmitteln sowie dem Durchführen und Auswerten von Experimenten das Fachwissen im Vordergrund.

weiter auf der nächsten Seite

Grober Verlauf

STUNDE 1 bis 2

- EINSTIEG (A) über die Vorstellung verschiedener Essig-Sorten und die Thematisierung, inwiefern sich diese Essigsorten voneinander unterscheiden könnten.

Hierzu werden die Unterscheidungskriterien in verschiedene Gruppen aufgeteilt:
a.) Inhaltsstoffe
b.) Säurestärke

- ERARBEITUNG (A): Es werden mit Hilfe von Indikatoren (Teststäbchen oder Universalindikator) die pH Werte der verschiedenen Essigsorten bestimmt.
- SICHERUNG (A): Vergleich der pH-Ergebnisse mit den Etikettangaben der Essigsorten. Vergleich der Inhaltsstoffe der Essigsorten mit Hilfe der Etikettangaben.

STUNDE 3 bis 5

- EINSTIEG (B): Rückbezug zur pH-Wert-Definition aus der UE „Max Sauer GmbH“ → Internetlernumgebung der Uni Bremen – Ingo Eilks [pH = - lg c(H_3O^+)] (AB „Der pH-Wert 1“)
  Problematisierung der unbekannten Begriffe wie Konzentration c, Logarithmus lg, Mol
- ERARBEITUNG (B): Gruppenarbeit oder arbeitsteilige Gruppenarbeit zur Klärung der verschiedenen Begriffe Mol, Stoffmenge, Molmasse und Stoffmengenkonzentration (AB „Das Mol“)
- SICHERUNG (B): Vorstellung der Ergebnisse
- VERTIEFUNG (B): Übungsphase mit Aufgaben zu den Begriffen (AB „Das Mol“)

STUNDE 6 bis 7

- EINSTIEG (C): Problemstellung „Wie kommt man auf die Zahl 6,0221… * 10^{23} Teilchen?“
- ERARBEITUNG (C): Gruppenarbeit zum Ölsäurefleckversuch: Zunächst Bestimmung der Höhe eines Ölsäuremoleküls, dann Bestimmung der Anzahl an Ölsäuremolekülen in 1 Mol Teilchen über Dichte und Molmasse. (AB „Ölsäurefleckversuch“)
- SICHERUNG (C): Vorstellung der Messergebnisse und Vergleich mit Literaturwert.

STUNDE 8 bis 10

- EINSTIEG (D): Rückbezug zur pH-Wert-Definition aus der UE „Max Sauer GmbH“ → Internetlernumgebung der Uni Bremen – Ingo Eilks [pH = - lg c(H_3O^+)] (AB „pH-Wert-Definition und Übung“)
  Problematisierung des Begriffs pH-Wert sowie des logarithmischen Zusammenhangs.
- ERARBEITUNG (D): Zunächst muss eine einfache Form des Logarithmus im UG erarbeitet werden, dann Gruppenarbeit zum Umgang und Verständnis des pH-Werts.
- SICHERUNG (D): Besprechung der Übungsaufgaben.
- VERTIEFUNG (D): RÜCKBEZUG zu den Essigsorten vom Anfang - Berechnung der Konzentrationen der Essigsorten aus den gemessenen pH-Werten.

STUNDE 11 bis 13

- EINSTIEG (E): RÜCKBEZUG zu den Massenprozentangaben an Essig in den verschiedenen Essigsorten am Anfang. Thematisierung der Überprüfbarkeit solcher Angaben / kritisches Hinterfragen der Etikett-Angaben.
- ERARBEITUNG (E): Zunächst Erarbeitung der Theorie zur Methode der Titration in Gruppenarbeit, dann Durchführung einer arbeitsteiligen Gruppenarbeit zur Titration der verschiedenen Essig-Sorten mit einer bekannt-konzentrierten Natronlauge.
- SICHERUNG (E): Umrechnung der Versuchsergebnisse in Massenprozent-Angaben bzw. Umrechnung der Massenprozent-Angaben der Etikette in Konzentrationsangaben sowie Vergleich der Messwerte mit den Etikett-Angaben.
- VERTIEFUNG: Übungsaufgaben zu Titrationen. (AB „Übung Titration“)

STUNDE 14 bis 15 (sofern diese Themen nicht bereits in anderen UE behandelt worden sind)

- EINSTIEG (F): Dekontextualisierung / Exkurs „Molvolumen bei Gasen / Satz von Avogadro“
  Thematisierung: Vergleich Lösungen – Gase
- ERARBEITUNG (F): Demonstrationsversuch zur Suche des „richtigen“ Volumenverhältnisses bei der Herstellung von Wasser durch die Knallgasreaktion zwischen Sauerstoff und Wasserstoff. Gruppenarbeit zur Erarbeitung des Satzes von Avogadro, dass alle Gase im selben Volumen dieselbe Anzahl an Teilchen besitzen. (AB „Gase und Stoffmengen“).
- SICHERUNG (F): Gemeinsame Formulierung des Satzes von Avogadro sowie Überprüfung des Satzes mit Hilfe von Dichte-Angaben und Molmassen verschiedener Gase.

STUNDE 16: ABSCHLUSSTEST

weiter auf der nächsten Seite

Fachübergreifende Bezüge
Biologie: Lebensmittel – Ernährung (jedoch nur indirekt) Physik: Umgang mit Physikalischen Größen wie Volumen, Dichte, Masse Mathematik: Bearbeitung und Auflösung von Gleichungen Andere Fächer: Verbraucherschutz
Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden
Gruppenarbeit, arbeitsteilige Gruppenarbeit, Schülerversuche, Demonstrationsversuch
Materialien und Fundstellen
Chemie-Buch: Schroedel (rot), Chemie heute SI, Gesamtband (S. 212, 213, 214, 215, 124, 125) Andere Fundstellen: Internet-Lernumgebung Chemie-Didaktik der Uni Bremen (Ingo Eilks) Material auf Chemie-USB-Stick
Ungefährer Stundenbedarf
Ca. 16 bis 18 Stunden
Möglichkeiten zur Leistungsbewertung
Tests, Klassenarbeiten

UE „Chemie im Kontext – Säuren und Basen“	Jahrgang 10
Bezug zu den Themenfeldern:	
Chemie im Haushalt, Chemie und Lebensmittel, Chemie und Lifestyle, Chemie des Wassers	
Berufsorientierung und Chemie	
Analytik, Wirkungsweise von Antacida [z.B. Chemiker, Chemielaborant, Pharmakologe, Apotheker]	
Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit	
In dieser Unterrichtseinheit wird anhand von Experimenten der Unterschied zwischen Säuren und sauren Lösungen bzw. von Basen und alkalischen Lösungen erarbeitet sowie die Brönsted-Theorie zu Säuren und Basen als Protonendonatoren und Protonenakzeptoren eingeführt. Hierbei wird überwiegend qualitativ gearbeitet und im zweiten Teil dieser Einheit wird das Themengebiet der Säuren und Basen nun auf quantitative Begriffe wie das Mol, die Stoffmenge oder auch die Stoffmengenkonzentration erweitert. Bei Versuchen steht nicht mehr die qualitative Beobachtung, sondern die quantitative Bestimmung von Messgrößen im Vordergrund. Gleichzeitig sollen die Schülerinnen und Schüler lernen, Angaben von Lebensmitteln in ihrer Umgebung kritisch zu hinterfragen und zu überprüfen. Ein weiteres Ziel dieser Einheit ist die Erweiterung des pH-Begriffes auf den logarithmischen Zusammenhang mit der Konzentration der Hydronium- bzw. Oxonium-Ionen. Abschluss der Einheit bildet die Titration von verschiedenen Essig-Sorten und die Überprüfung deren Säuregehalts. Dabei sollen die Schülerinnen und Schüler lernen, die Etikettenangaben auf Lebensmitteln zu hinterfragen.	

Grober Verlauf
• Einstiegsversuch zur Wiederholung der Wirkungsweise eines Rotkohlindikators – Indikatoren allgemein – Einteilung diverser Lösungen in sauer/neutral/alkalisch • Demoversuch: Insitu-Herstellung von HCl(g) aus NaCl(s) mit H_2SO_4(l) und Einleitung in Wasser → Nachweis der Leitfähigkeit der entstandenen sauren Lösung + Nachweis der entstandenen Chlorid-Ionen mit dem Silbernitrat-Nachweis • Arrhenius-Definition von Säuren + Erweiterung auf Basen → Erweiterung auf Brönsted-Definition • Säure-Base-Reaktionen als Protonenübertragungsreaktionen → Vergleich mit Redoxreaktionen → Donator-Akzeptor-Konzept • Einführung der pH-Skala mit pH-Definition – Einsortierung der pH-Werte (sauer/neutral/alkalisch) • Einführung der Stoffmengenkonzentration über die Säurestärke [SV: Messung mit pH-Stäbchen] unterschiedlich stark konzentrierter Salzsäure-Lösungen (Stoffmenge und Molmasse sind aus der UE „Elementfamilien“ bereits bekannt!) • Schülerversuche zu Neutralisierungsreaktionen (ev. auch Kalkauflösung als Anwendungsbeispiel) • Eventuell: Erweiterung auf zweiprotonige Säuren über entsprechende Neutralisationsversuche. • Eventuell Dekontextualisierung: Gesetz von Avogadro + Molvolumen einführen (wie viel Volumen an CO_2 wir bei der Neutralisation von 100mL 0,1M Calciumcarbonat-Lösung freigesetzt, wenn die gesamt Kohlensäure in Wasser und Kohlenstoffdioxid zerfällt?) • Einführung der Säure-Base-Titrationen mit Schülerversuch • Abschluss: Titration von Haushaltsessig zur Überprüfung der Etikett-Angaben

Fachübergreifende Bezüge
Mathematik, Physik, Erdkunde
Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden
Schülerversuche zur Erkenntnisgewinnung
Materialien und Fundstellen
Violettes Schroedelbuch Kap. 20 – Säuren und Laugen – Werkzeuge nicht nur für den Chemiker (S. 298 – 317) und Kap. 21 – Haut und Haar – alles im neutralen Bereich (S. 318 – 335).
Ungefährer Stundenbedarf
Ca. 12 DStd.
Möglichkeiten zur Leistungsbewertung
Klassenarbeit, Titrationsergebnisse

UE „Der perfekte Fleck“	Jahrgang 10
Bezug zu den Themenfeldern:	
Chemie im Haushalt	
Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit	
Anmerkung: Die Unterrichtseinheit muss nicht zwingend durchgeführt werden. Sie stellt eine Übungseinheit zum Donator-Akzeptor-Basiskonzept dar und ist sinnvoll, wenn die Lerngruppe keinem Zeitzwang unterliegt. Das Grundprinzip der Einheit ist die Vorstellung verschiedener Schmutzflecken auf Kleidungsstücken oder anderen Materialien und die Suche nach dem perfekten Lösungsmittel. Der Anwendungsbezug auf alltägliche Probleme steht hier genauso im Vordergrund wie Festigung von Experimentierfähigkeiten sowie die Erkenntnisgewinnung durch Versuchsbeobachtungen. Aus fachlicher Sicht erfahren die Schülerinnen und Schüler, dass es Fleckenmittel gibt, die auf der Basis von Säure-Base-Reaktionen (Kalkentferner), von Redoxreaktionen (Chlorhaltige Reinigungsmittel oder „Oxy-Kraftreiniger“) sowie mit dem Prinzip „Gleiches löst sich in Gleichem (Waschbenzin, Wasser und andere Lösungsmittel) funktionieren. Während zunächst die Anwendung der Säure-Base- bzw. Redox-Theorie im Vordergrund steht, erarbeiten die Schülerinnen und Schüler im Anschluss Dipol-Dipol-Anziehungskräfte, Wasserstoff-Brücken-Bindungen und Van-der-Waals-Kräfte. Durch Lösungsmittel wie Benzin oder andere organische Stoffe werden zum ersten Mal Strukturen organischer Verbindungen thematisiert. Als Abschluss kann eine Erweiterung auf Tenside als Stoffe, die sowohl einen unpolaren organischen Teil wie auch einen polaren – teils anorganischen – Teil besitzen, erfolgen.	

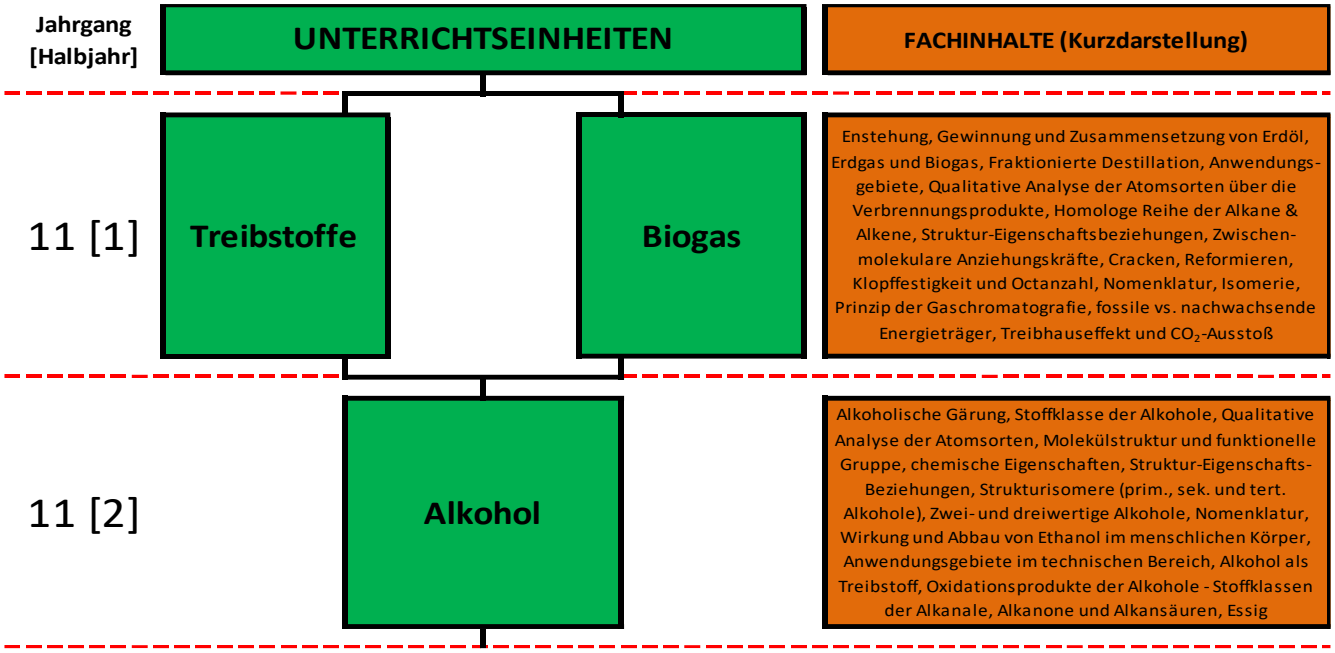
Grober Verlauf
Einstieg: • Song von „Wir sind Helden – Der perfekte Fleck“ • Sammlung problematische Flecken/ Spezialreinigungsmittel • Gruppenarbeitsteilige Waschversuche („Welche Flecken beseitigt mein Spezialwaschmittel?“) • Auswertung: Flecken lassen sich herauslösen oder der Farbstoff wird zerstört („Bleichen“) Erarbeitungsphase 1: Bleichen als Prinzip: Gruppenarbeit: Wirkung von Waschmittel, Beseitigung von Flecken • Zahnrad: Welches Waschmittel passt zu welchem Fleckentyp • Sicherung: Fleck verschwindet, wenn der ein Donator auf den passenden Akzeptor trifft. • Ggf. Festigung: Vorhersage des Wirkstoffes („Ariel-Pocket“) Erarbeitungsphase 2: Lösen als Prinzip • Löslichkeits- und Mischungsversuche (1. Öl, Wasser, Benzin; 2. Zugabe von farbigen Salzen, Karottensaft) • Auswertung: Neben Dipol-Dipol-Wechselwirkungen muss es noch eine zweite Art von intermolekularen Wechselwirkungen geben. • L-Info: Stoffe der organischen Chemie (Wöhler), ggf. Hexan als Modell-Molekül • Informationsblatt: Van-der-Waals-Kräfte Erarbeitungsphase 3: Was wäscht eigentlich- Wasser oder Seife? • Herleitung des prinzipiellen Baus eines Tensid-Moleküls (z.B. Bärlappsporen-Exp., Kopf-Schwanz.-Modell) Dekontextualisierung: • Bau und Nomenklatur der Alkane, • weitere Struktur-Eigenschafts-Beziehungen (Löslichkeit, Siedetemperatur) Mögliche Erweiterung: Seife selber Kochen

Fachübergreifende Bezüge
Keine
Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden
• Zahnradmethode zur Auswertung der Informationen zur Bleichwirkung • Unterrichtseinheit dient als Übung und Anwendung von Donator-Akzeptor-Reaktionen (sowohl Säure-Base-Reaktion wie auch Redoxreaktionen) und als Übung von zwischenmolekularen Anziehungskräften
Materialien und Fundstellen
Material auf Chemie-USB-Stick
Ungefährer Stundenbedarf
Ca. 14 UStd.
Möglichkeiten zur Leistungsbewertung
Schriftliche Leistungskontrolle

Die wichtigsten zu vermittelnden Kompetenzen des UE-Blockes 5: Die SuS …	
Fachinhaltlich (Kompetenzbereich FACHWISSEN)	*Prozessbezogen (Kompetenzbereiche ERKENNTNISGEWINNUNG, KOMMUNIKATION, BEWERTUNG)*
• Lernen die Brönsted-Theorie kennen und beschreiben Säuren als Protonendonatoren und Basen als Protonenakzeptoren • Beschreiben Säure-Base-Reaktionen als Protonenübertragungsreaktionen • Erkennen Indikatoren als Nachweisreagenzien • Verwenden die Begriffe Mol, Stoffmenge und Stoffmengenkonzentration fachgerecht • Lernen das Prinzip der Säure-Base-Titration kennen	• Entwickeln selbstständig Versuche und Lösungsansätze zu komplexen Fragestellungen • Recherchieren selbstständig im Internet und anderen geeigneten Medien • Präsentieren ihre Ergebnisse fachgerecht • Führen Titrationen mit Hilfe von Indikatoren durch • Berechnen Konzentrationen unbekannter Säuren (Basen) aufgrund von Titrationsergebnissen • Vergleichen Säure-Base-Reaktionen mit Redoxreaktionen in Bezug auf Gemeinsamkeiten • Erkennen die Bedeutung der Chemie für Industrie und Technik sowie für den Alltag

6. Klassenstufe 11 (Sekundarstufe II – Einführungsphase)

6.1 Übersicht der Unterrichtseinheiten in der Klassenstufe 11 (Lernlinien)



6.2 Überprüfung der Kompetenzvermittlung in der Klassenstufe 11 (Fachkontrollbogen der Einführungsphase)

Legende der Abkürzungen der Unterrichtseinheiten (für den Jahrgang 11) im Fachkontrollbogen:

NAME DER UNTERRICHTSEINHEIT	KÜRZEL	NAME DER UNTERRICHTSEINHEIT	KÜRZEL
Treibstoffe aus fossilen Energieträgern	**Treibstoffe**	Alkohol – Genussmittel, Droge und Biokraftstoff	**Alkohol**
Biogas	**Biogas**		

Auf der nächsten Seite …

FACHKONTROLLBOGEN der nach dem KC CHEMIE 2022 im Jahrgang 11 (Einführungsphase) zu vermittelnden Kompetenzen:
Unter den in der Einführungsphasephase G9 zu vermittelnden Kompetenzen der vier Kompetenzbereiche stehen je nach Unterrichtseinheit farbig hinterlegt die Kürzel der Unterrichtseinheiten, in denen diese Kompetenzen vermittelt werden sollen.

Strukturen von Molekülen organischer Stoffe (EP Seite 1/5)			
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• beschreiben, dass Moleküle ausgewählter organischer Verbindungen Kohlenstoff- und Wasserstoffatome enthalten. • unterscheiden anorganische und organische Stoffe.	• führen qualitative Experimente zum Nachweis von Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen durch.	• unterscheiden Stoff- und Teilchenebene.	• erkennen die Relevanz von organischen Verbindungen in ihrer Lebenswelt.
Punkte 1, 2: **Treibstoffe, Biogas, Alkohol**	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas, Alkohol**	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas, Alkohol**	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas, Alkohol**
• beschreiben die Molekülstruktur von Alkanen. • beschreiben die homologe Reihe der Alkane. • entwickeln Strukturisomere von Alkan-Molekülen.	• leiten aus einer Summen-/Molekülformel Strukturisomere ab.	• benennen organische Moleküle nach der IUPAC-Nomenklatur.	• reflektieren den Nutzen der IUPAC-Nomenklatur.
Punkte 1, 2, 3: **Treibstoffe, Biogas**	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas**	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas**	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas**
• stellen organische Moleküle in der Lewis-Schreibweise dar. • verwenden das EPA-Modell zur Erklärung der räumlichen Struktur organischer Moleküle.	• veranschaulichen die Struktur organischer Moleküle mit Modellen. • verwenden verschiedene Schreibweisen organischer Moleküle (Summen-/Molekülformel, Lewis-Schreibweise, Skelettformel, Halbstrukturformel) • diskutieren die Möglichkeiten und Grenzen von Anschauungsmodellen.	• nutzen räumliche Strukturdarstellungen und überführen diese in die Lewis-Schreibweise.	
Punkte 1, 2: **Treibstoffe, Biogas, Alkohol**	Punkte 1, 2: **Treibstoffe, Biogas, Alkohol** Punkt 3: **Treibstoffe, Biogas**	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas, Alkohol**	

Reaktionen von Alkanen (EP Seite 2/5)			
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• beschreiben die Verbrennung organischer Stoffe auf Stoff- und Teilchenebene als chemische Reaktion.	• führen Experimente zu Verbrennungsreaktionen durch. • planen Experimente zum Nachweis von Kohlenstoffdioxid und Wasser und führen diese durch.	• argumentieren sachgerecht auf Stoff- und Teilchenebene.	• beurteilen die Bedeutung von Verbrennungsreaktionen für das globale Klima: Treibhauseffekt. • vergleichen fossile und nachwachsende Rohstoffe im Sinne der Nachhaltigkeit.
Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas**		Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas**	Punkte 1, 2: **Treibstoffe, Biogas**
• beschreiben, dass sich Stoffe in ihrem Energiegehalt unterscheiden. • beschreiben, dass bei Verbrennungsreaktionen neue Stoffe mit einem niedrigeren Energiegehalt entstehen. • stellen den Energiegehalt von Edukten und Produkten in einem qualitativen Energiediagramm dar.		• differenzieren Alltags- und Fachsprache.	• reflektieren den Begriff der Energieentwertung bei Verbrennungsreaktionen.
Punkte 1, 2, 3: **Treibstoffe, Biogas**	Punkte 1, 2: **Treibstoffe, Biogas** (könnte auch erst bei Alkohol kommen)	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas**	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas**
• beschreiben sie Stoffmenge als Teilchenanzahl in einer Stoffportion. • beschreiben den Stoffumsatz bei chemischen Reaktionen. • führen stöchiometrische Berechnungen auf der Basis von Reaktionsgleichungen durch.	• entwickeln aus Alltagssituationen chemische Fragestellungen zum Kohlenstoffdioxidausstoß.	• recherchieren zum Kohlenstoffdioxidausstoß von verschiedenen Kraftfahrzeugen.	• Beurteilen den Kohlenstoffdioxidausstoß von verschiedenen Kraftfahrzeugen.

• Berechnen die Kohlenstoffdioxidmasse bei Verbrennungsreaktionen.			
Punkte 1, 2, 3, 4: **Treibstoffe, Biogas**	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas**	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas**	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas**

Reaktionen von Alkanolen (EP Seite 3/5)			
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• stellen die Reaktions-gleichungen zur Oxidation von Alkanolen mit Kupferoxid auf. • stellen Redoxreaktionen mit Molekülverbindungen mithilfe von Oxidationszahlen dar. • unterscheiden zwischen primären, sekundären und tertiären Kohlenstoffatomen. • beschreiben die Oxidierbarkeit primärer, sekundärer und tertiärer Alkanole.	• führen Experimente zur Oxidation von Alkanolen durch.	• Beschreiben die Elektronenübertragung anhand der veränderten Oxidationszahlen.	• Beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag. • Reflektieren, dass Methanol und Ethanol als Zellgifte wirken. • wenden ihre Kenntnisse über die Oxidation von Ethanol auf physiologische Prozesse an: Alkoholabbau im Körper, Herstellung von Essigsäure.
Punkte 1, 2, 3, 4: **Alkohol**	Punkt 1: **Alkohol**	Punkt 1: **Alkohol**	Punkte 1, 2, 3: **Alkohol**
• beschreiben die Molekülstruktur von Alkanolen, Alkanalen, Alkanonen und Alkansäuren. • benennen die funktionellen Gruppen: Hydroxy-, Carbonyl- (Aldehyd-, Keto-), Carboxy-Gruppe.	• planen Experimente zur Herstellung ausgewählter Oxidationsprodukte der Alkanole.	• wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Moleküle an.	• Beurteilen die Gefahren ausgewählter Oxidations-produkte der Alkanole und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab.
Punkte 1, 2: **Alkohol**	Punkt 1: **Alkohol**	Punkt 1: **Alkohol**	Punkt 1: **Alkohol**

Eigenschaften organischer Stoffe (EP Seite 4/5)			
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• beschreiben die Elektronegativität als Maß für die Fähigkeit eines Atoms, Bindungselektronen anzuziehen. • differenzieren zwischen polaren und unpolaren Atombindungen / Elektronenpaarbindungen in Molekülen. • unterscheiden Dipolmoleküle und unpolare Moleküle.	• wenden die Kenntnisse über die Elektronegativität zur Erklärung der Polarität von Bindungen an.	• stellen Polaritäten in Bindungen mit geeigneten Symbolen dar.	
Punkte 1, 2, 3: **Treibstoffe, Biogas, Alkohol**	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas, Alkohol**	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas, Alkohol**	
• Grenzen Atombindungen/ Elektronenpaarbindungen von Ionenbindungen ab. • Beschreiben den Aufbau von Ionenverbindungen in Ionengittern. • erklären Stoffeigenschaften anhand ihrer Kenntnisse über zwischenmolekulare Wechselwirkungen: London-Kräfte, Dipol-Dipol-Wechselwirkungen, Ionen-Dipol-Wechselwirkungen, Wasserstoffbrücken. • unterscheiden zwischen Hydrophilie und Lipophilie.	• führen Experimente zur Löslichkeit durch. • verwenden geeignete Darstellungen zur Erklärung der Löslichkeit. • recherchieren Siedetemperaturen in Tabellen. • erklären Siedetemperaturen und Löslichkeiten.	• stellen Zusammenhänge zwischen Stoffeigenschaft und Molekülstruktur fachsprachlich dar.	• erklären mithilfe von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (einschließlich Ionen-Dipol-Wechselwirkungen) Phänomene ihrer Lebenswelt.
Punkte 1, 2, 3, 4: **Alkohol**	Punkte 1, 2, 3, 4: **Alkohol** (ggf. auch möglich in den UE „Treibstoffe“ bzw. „Biogas“)	Punkt 1: **Alkohol** (ggf. auch möglich in den UE „Treibstoffe“ bzw. „Biogas“)	Punkt 1: **Alkohol** (ggf. auch möglich in den UE „Treibstoffe“ bzw. „Biogas“)

Technische Verfahren (EP Seite 5/5)			
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• beschreiben die stoffliche Zusammensetzung von Erdöl, Erdgas und Biogas. • Erklären das Verfahren der fraktionierten Destillation auf Basis ihrer Kenntnisse zu stofftrennverfahren.	• Verwenden Modelle zur Darstellung der fraktionierten Destillation.	• nutzen schematische Darstellungen zur Erklärung technischer Prozesse.	• bewerten Verfahren zur Nutzung und Verarbeitung von Erdöl, Erdgas und Biogas vor dem Hintergrund knapper werdender Ressourcen. • erkennen Tätigkeitsfelder im Umfeld der Petrochemie.
Punkte 1, 2: **Treibstoffe, Biogas**	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas**	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas**	Punkte 1, 2: **Treibstoffe, Biogas**
• beschreiben das thermische Cracken als Verfahren zur Herstellung von kurzkettigen und ungesättigten Kohlenwasserstoffen. • unterscheiden Einfach- und Mehrfachbindungen. • beschreiben die Molekülstruktur von Alkenen. • beschreiben die Gesetz-mäßigkeit homologer Reihen. • benennen die Doppelbindung als funktionelle Gruppe der Alkene.	• Nutzen ein Modell zur Veranschaulichung des thermischen Crackens.	• beschreiben das thermische Cracken auf Teilchenebene.	• beurteilen die Bedeutung des Crackens aus ökonomischer Sicht.
Punkte 1, 2, 3, 4, 5: **Treibstoffe, Biogas**	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas**	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas**	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas**
• erklären das Funktionsprinzip der Gaschromatografie anhand von intermolekularen Wechselwirkungen.	• nutzen Gaschromatogramme zur Identifizierung von Stoffen in Stoffgemischen.	• wenden Fachsprache zur Beschreibung des Prinzips der Chromatografie an.	• erkennen die Bedeutung analytischer Verfahren in der Berufswelt.
Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas**	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas**	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas**	Punkt 1: **Treibstoffe, Biogas**

6.3 Auszüge aus den Dokumentationsbögen der Unterrichtseinheiten in der Klassenstufe 11 (inklusive der Kurzbeschreibungen der Unterrichtseinheiten)

UE „Treibstoffe aus fossilen Energieträgern“	**Jahrgang 11**
Bezug zu den Themenfeldern:	
Mobilität und Energie, Petrochemische Industrie	
Berufsorientierung und Chemie	
Petrochemie: Chemieanlagen zur fraktionierten Destillation, zum Cracken und Reforming im Industriemaßstab [z.B. Verfahrenstechnik-Ingenieur, Chemisch-technischer Assistent]	
Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit	
Diese Unterrichtseinheit dient als Einführung in die Organische Chemie und in die erste und einfachste Stoffklasse der Organik – in die Stoffklasse der Alkane. Der Anwendungsbezug dieser Einheit und damit der Fokus auf den Kompetenzbereich der Bewertung ist durch die Thematisierung der Stoffklasse der Alkane als Treibstoffe gegeben. Aus fachlicher Sicht werden neben der Einführung der homologen Reihe der Alkane die Gewinnung von Treibstoffen aus Erdöl, die Weiterverarbeitung der Alkane durch „Cracken“ oder „Reformieren“, die grobe Funktionsweise eines Verbrennungsmotors sowie die Isomerie verzweigter und unverzweigter Alkane erarbeitet. Die beiden Kompetenzbereiche der Erkenntnisgewinnung und der Kommunikation werden insofern abgedeckt, als dass während der gesamten Einheit Experimente zu den Eigenschaften der Alkane wie z.B. zur Brennbarkeit oder zum Löslichkeitsverhalten sowie zum Nachweis der Atomsorten der Moleküle sowie deren Auswertung und Vorstellung im Vordergrund stehen und dass einzelne Themen wie die Entstehungsgeschichte des Erdöls erarbeitet werden. Die abschließende Thematisierung der Treibhauseffekt-Problematik und des Kohlenstoffdioxid-Ausstoßes durch die Verwendung fossiler Treibstoffe erweitert die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler im Bereich der Reflektion der gesellschaftlichen und ökologischen Auswirkungen chemischer Vorgänge und stellt einen sinnvollen Übergang zur Unterrichtseinheit der Alkohole dar.	
Grober Verlauf	
Möglicherweise: Rückblick Chemie Jg. 9 und 10 • *Unterrichtseinheit „Rost“ aus Jahrgang 10 → Redoxreaktionen als Elektronen-Übertragungsreaktionen, Korrosion und Korrosionsschutz* • *Unterrichtseinheit „Wasser ist kein Salz“ aus Jahrgang 10 → Elektronenpaarbindung, Moleküle, polarisierte Bindungen, Elektronegativität, Dipole, zwischenmolekulare Anziehungskräfte, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen [z.B. Siedetemperaturen]* • *Unterrichtseinheit „Säuren und Basen“ aus Jahrgang 10 → Säure-Base-Reaktionen als Protonen-Übertragungsreaktionen, Neutralisationsreaktion, Brönsted-Definitionen, pH-Werte, Titrationen (Buch, S.18/19) und Chemie – quantitativ betrachtet mit chemischen Berechnungen [Stoffmenge n, Molmasse M, Stoffmengenkonzentration c, Massenkonzentration β]* **Erdöl als fossiler Energieträger:** • Wie entstehen die fossilen Energieträger Erdöl, Erdgas oder Kohle? • Wie werden die fossilen Energieträger – insbesondere Erdöl – gefördert (gewonnen)? • Wo auf der Welt befinden sich die größten Erdöllagerstätten? • Wie wird Erdöl / Erdgas in die Verbraucherländer transportiert? • Ölkatastrophen und Umweltaspekte **Benzin aus Erdöl:** • Generelles Verfahren der Destillation – Funktionsprinzip • Besondere Betrachtung der FRAKTIONIERTEN DESTILLATION von Erdöl in Erdölraffinerien • Beispiele für Inhaltsstoffe des Gemisches BENZIN • Welche Fraktionen erhält man bei der fraktionierten Destillation? Warum keine Reinstoffe, sondern nur Gemische? • Vergleich Industrieanlage mit Labormaßstab **Benzin als Treibstoff:** • Funktionsprinzip von Verbrennungsmotoren: ständige Explosion von Treibstoff-Luft-Gemischen im Zylinder mit grober Kenntnis der vier Arbeitstakte • Vergleich von Dieselmotor und Ottomotor (= Benzinmotor) • Bedeutung von EXPLOSIONSGRENZEN, ENTZÜNDUNGSTEMPERATUR und FLAMMPUNKT …	

…

- Diskussion der Eignung von möglichen Stoffen als Treibstoffe in Otto- oder Dieselmotoren aufgrund der Eigenschaften (wie z.B. hinreichend niedrige Viskosität, passender Flammpunkt oder passende Entzündungstemperatur, …)
- Qualitative Elementaranalyse bei der Untersuchung der Produktgase bei der Verbrennung von Methan → Kalkwassernachweis von Kohlenstoffdioxid und Wassernachweis mit WATESMO®-Papier.
- Nachweis der Elemente Wasserstoff und Kohlenstoff im untersuchten Erdgas

Homologe Reihe der Alkane:

- Summenformeln, Halbstrukturformeln, Strukturformeln und Namen der ersten zwölf Vertreter der homologen Reihe der Alkane
- Warum gehören diese Stoffe alle zu einer „homologen Reihe“ – welche Ähnlichkeiten besitzen sie?
- Allgemeine Summenformel der Alkane C_XH_{2X+2}
- Reaktionsgleichungen zur Verbrennung von Alkanen mit Sauerstoff

Struktur-Eigenschafts-Beziehungen der Alkane:

- Vergleich der Lösungsmitteleigenschaften von Alkanen (beispielhaft Heptan) und Wasser: Warum löst sich Salz gut in Wasser, nicht jedoch in Heptan? Warum lösen sich Salatöl und Wachs dafür aber gut in Heptan, jedoch nicht in Wasser?
- Erklärungen der Löslichkeiten mit Hilfe der Molekülstrukturen – „Gleiches löst sich in Gleichem“
- Erkennen von zwischenmolekularen Anziehungskräften wie London-Kräften, Dipol-Dipol-Kräften, Wasserstoffbrückenbindungen, Dipol-Ionen-Kräften aufgrund der molekularen Strukturen. Erkennen von Molekülen mit Dipolmoment!
- Vergleich der Schmelz- und Siedetemperaturen von Wasser und Methan: Erklärung der Unterschiede mithilfe der unterschiedlichen zwischenmolekularen Anziehungskräfte aufgrund unterschiedlicher Molekülstrukturen.
- Vergleich der Siede- und Schmelztemperaturen innerhalb der homologen Reihe der Alkane – Erklärung der Unterschiede über die Zunahme der London-Kräfte mit steigender Moleküloberfläche

Gaschromatographie:

- Gaschromatographie als Trennverfahren zur Trennung von Gasgemischen oder leicht verdampfbaren Flüssigkeitsgemischen
- Funktionsprinzip über Löslichkeitsunterschiede der Stoffe in stationärer Phase (Trennsäulenbeschichtung) und mobiler Phase (Trägergas)
- Detektionsprinzip am Ende der Trennsäule über Leitfähigkeits- oder Wärmeleitfähigkeitssensor → Messung von Spannungsunterschieden → Darstellung der Spannung in Spannungs- bzw. Peakintensitäts-Zeit-Diagrammen
- Auswertung von Gaschromatogrammen (z.B. Feuerzeuggas) → je länger die Retentionszeit (Verweilzeit in der Säule), desto stärker die zwischenmolekularen Anziehungskräfte → längerkettige Alkane haben längere Retentionszeiten, da die Londonkräfte mit der Moleküloberfläche steigen
- Interpretation der Ergebnisse vom „Gaschromatographiespiel“ (AB8)
- Interpretation von Gaschromatogrammen von Sommer- und Winterbenzin im Vergleich zueinander (Sommer: mehr langkettige Alkane, Winter: mehr kurzkettige Alkane), Begründung der Unterschiede von Sommer- und Winterbenzin

Nomenklatur verzweigter Alkane:

- Prinzip der Benennung verzweigter Alkane: Längste Kette finden → Reste benennen → Anzahl der Reste klären (di-, tri-, tetra- usw.) → längste Kette nummerieren (Vorzahlen der Reste möglichst klein in der Summe) → Gesamtname erstellen (Reste nach Alphabet sortieren)
- Strukturen verzweigter Alkane erkennen und benennen können
- Namen verzweigter Alkane in Strukturen umwandeln
- Strukturisomerie (Isomere haben gleiche Summenformel, aber unterschiedliche Strukturen)
- Vergleich der Siedetemperaturen verzweigter und unverzweigter Alkane (verzweigte Isomere haben geringere Moleküloberfläche durch kompakteren Bau)

Treibstoffverbrauch und Kohlenstoffdioxidausstoß:

- Aufstellen von Reaktionsgleichungen zur Verbrennung von Treibstoffen (z.B. von Octan als Synonym für Superbenzin)
- Ablesen des Stoffmengenverhältnisses von verbranntem Alkan zu freigesetztem Kohlenstoffdioxid aus der Reaktionsgleichung: Bsp.: $\frac{n(Octan)}{n(CO_2)} = \frac{1}{8}$

- Ermittlung der verbrannten Masse an Treibstoff (z.B Octan) pro Kilometer (oder pro 100km) aus dem Volumenverbrauch pro Kilometer (oder pro 100km) über die Dichte des Treibstoffs: $\rho = \frac{m}{V}$
- Ermittlung der verbrannten Stoffmenge an Treibstoff (z.B. Octan) pro Kilometer (oder pro 100km) aus dem Massenverbrauch pro Kilometer (oder pro 100km) über die Molmasse des Stoffs: $M = \frac{m}{n}$
- Ermittlung der pro Kilometer (oder pro 100km) beim Verbrennen des Treibstoffs freigesetzten Menge an Kohlenstoffdioxid über das Stoffmengenverhältnis von verbranntem Treibstoff zu freigesetztem Kohlenstoffdioxid (s.o.)
- Vergleich und Bewertung von Ergebnissen zum Kohlenstoffdioxidausstoß bestimmter Treibstoffe pro Kilometer (oder pro 100km) mit EU-Richtlinien zum maximal erlaubten Kohlenstoffdioxid-Ausstoß von Kraftfahrzeugen.
- Mögliche Maßnahmen zur Verringerung des Kohlenstoffdioxid-Ausstoßes im Verkehr und Klärung, warum der Kohlenstoffdioxid-Ausstoß überhaupt wichtig ist (Stichwort: Treibhauseffekt)

Crackverfahren:
- Crackverfahren als Möglichkeit zur Herstellung von kurzkettigen Alkanen aus längerkettigen Alkanen, da der Bedarf an kurzkettigen Alkanen nicht durch die Produkte der fraktionierten Destillation in den Erdölraffinerien gedeckt werden kann.
- Thermisches Cracken führt zu homolytischer Bindungsspaltung → Bildung von sogenannten Radikalen (reaktiven Teilchen mit ungepaarten Elektronen) → Weiterreaktion zu kurzkettigen Alkanen, Alkenen (mit einer C=C-Doppelbindung) und Cycloalkanen (ringförmige Alkane)
- Einführung der Stoffklasse der Alkene
- Weitere Möglichkeit: Katalytisches Cracken (Zugabe Katalysator, niedrigere Temperaturen möglich, oft bessere Ausbeute)

Klopffestigkeit und Octanzahl:
- Fehlzündungen im Motor durch verfrühtes Zünden des Benzin-Dampf-Gemisches als Problem
- Treibstoffe mit hoher Klopffestigkeit warten Zündfunken ab
- Einführung Oktanzahl (Isooctan als Vergleichssubstanz mit hoher Klopffestigkeit).
- Bleitetraethyl und bleifreies Benzin
- Möglichkeit zur Wiederholung der Strukturisomerie (verzweigte und unverzweigte Alkane)

Benzinveredelung – das Reforming-Verfahren:
- Hoher Bedarf an klopffesten Treibstoffen führt zum Reforming: Umwandlungsverfahren zur Verbesserung der Klopffestigkeit
- Isomerisierung von n-Alkanen zu iso-Alkanen, Cyclisierung zu ringförmigen Alkanen, Dehydrierung zu Aromaten
- Stoffklassen der Cycloalkane und der Aromaten – Kurzvorstellung

Erdgas und Autogas als Alternative zu Benzin:
- Unterschied Erdgas (CNG) und Autogas (LPG)
- Wiederholung Verbrennungsreaktionen
- Vor- und Nachteile von Erdgas / Autogas im Vergleich zu Benzin als Treibstoff

Treibhauseffekt (THE):
- Eventuell: Kurzer Einstieg über aktuelle Meldungen, Zahlen, Daten, Fakten zum THE bzw. Klimawandel
- Funktionsprinzip des Treibhauseffektes am Beispiel geeigneter Grafiken erklären
- Unterschied natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt

Fachübergreifende Bezüge

Erdkunde (Erdöllagerstätten, Petroindustrie, Treibhauseffekt), Politik-Wirtschaft (wirtschaftliche Bedeutung des Energieträgers und Industrierohstoffs Erdöl)

Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden

Gruppenpuzzle oder Plakatrundgang zu Beginn des Themas (Lagerstätten, Ölunglücke, OPEC, etc.)

Materialien und Fundstellen

Materialien: Chemie-USB-Stick im Lehrerzimmer
Filme: „Eine unbequeme Wahrheit“ (Al Gore), „Planet Oil – die Geschichte des Öls“ (BBC)

Ungefährer Stundenbedarf

In etwa ein Halbjahr

Möglichkeiten zur Leistungsbewertung

Klassenarbeit/Klausur, Bewertung der Plakate (Plakatrundgang)

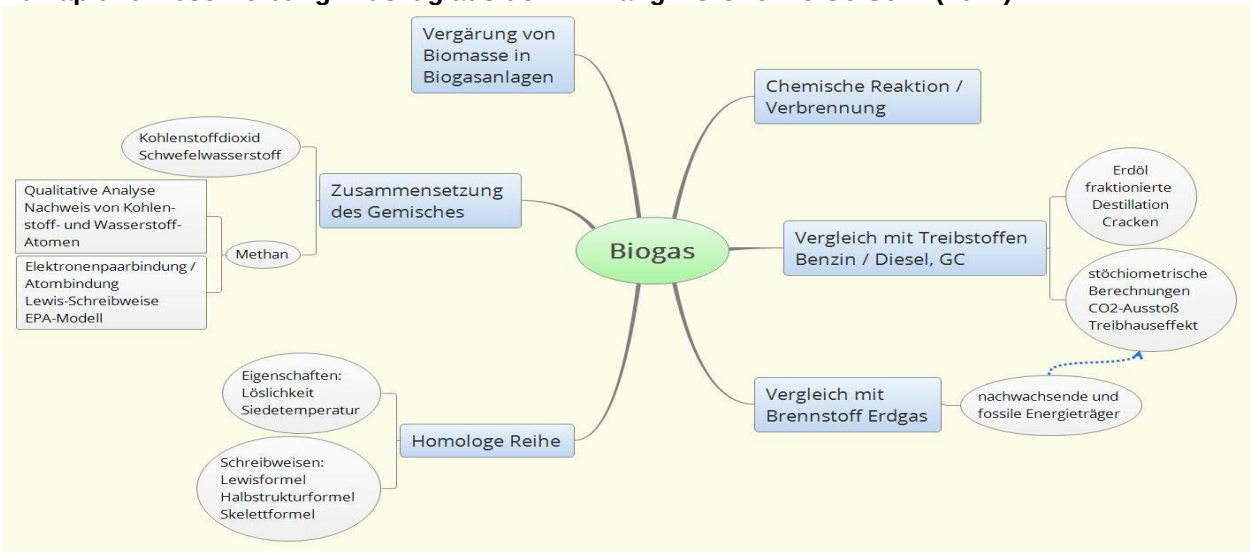
UE „Biogas“	Jahrgang 11

Bezug zu den Themenfeldern:

Energie und Mobilität, Agrarwirtschaft

Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit

MindMap und Beschreibung: Auszug aus dem Anhang KC Chemie G9 Sek2 (2017)



Ausgehend von der Veränderung des Landschaftsbildes durch Maisfelder und Biogasanlagen wird die Funktionsweise einer Biogasanlage erarbeitet. Die Zusammensetzung und die Verwendung von Biogas werden recherchiert. Hierbei wird Methan als Hauptbestandteil identifiziert. Biogas und Erdgas werden anschließend unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten miteinander verglichen; Vor- und Nachteile werden erarbeitet. Im Anschluss werden ausgehend von der Verbrennungsreaktion von Methan die homologe Reihe sowie die Eigenschaften der Alkane erarbeitet. Über die Funktionsweise des Ottomotors werden unterschiedliche Treibstoffe betrachtet. Die Gewinnung traditioneller Treibstoffe aus Erdöl durch fraktionierte Destillation und die Bedeutung des Crackverfahrens werden erarbeitet. Die Gaschromatografie als analytisches Verfahren wird thematisiert. Das Aufstellen von Reaktionsgleichungen von Verbrennungsreaktionen schafft die Voraussetzung für stöchiometrische Berechnungen. Angaben zum Kohlenstoffdioxidausstoß der Automobilindustrie werden durch Berechnungen nachvollzogen. Der Zusammenhang zum Treibhauseffekt wird hergestellt. Eine Betrachtung von traditionellen Treibstoffen und Treibstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen schließt die Unterrichtseinheit ab.

Grober Verlauf

- Block 1: Herstellung Biogas durch Vergärung von Biomasse in Biogasanlagen → Zusammensetzung Biogas (Gemisch aus Methan und anderen Gasen), qualitative Elementaranalyse der Verbrennungsprodukte von Methan, Molekülstruktur Methan (EPA-Modell)
- Block 2: Vergleich mit anderen Treibstoffen (Erdgas, Benzin) führt zur homologen Reihe der Alkane, fraktionierte Destillation von Erdöl, Crackverfahren, Reforming, nachwachsende Rohstoffe vs. fossile Energieträger, Treibhauseffekt, CO_2-Problematik, CO_2-Neutralität
- Block 3: Prinzip der Gaschromatografie als Trennverfahren am Beispiel der Analyse von Feuerzeuggas
- Block 4: Struktur-Eigenschaftsbeziehungen: Experimentelle Untersuchung der Löslichkeit bzw. des Verhaltens als Lösungsmittel sowie Recherche zu den Schmelz- und Siedepunkten der Alkane

Fachübergreifende Bezüge

Erdkunde (Agrarwirtschaft, Treibhauseffekt etc.), Politik-Wirtschaft (Bedeutung Energieträger)

Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden

Materialien und Fundstellen

Materialien: Chemie-USB-Stick im Lehrerzimmer
Filme: „Eine unbequeme Wahrheit“ (Al Gore), „Planet Oil – die Geschichte des Öls“ (BBC)

Ungefährer Stundenbedarf

Etwa ein Halbjahr

Möglichkeiten zur Leistungsbewertung

Klausur/Klassenarbeit

UE „Alkohol – Genussmittel, Droge und Biokraftstoff“	Jahrgang 11

Bezug zu den Themenfeldern:

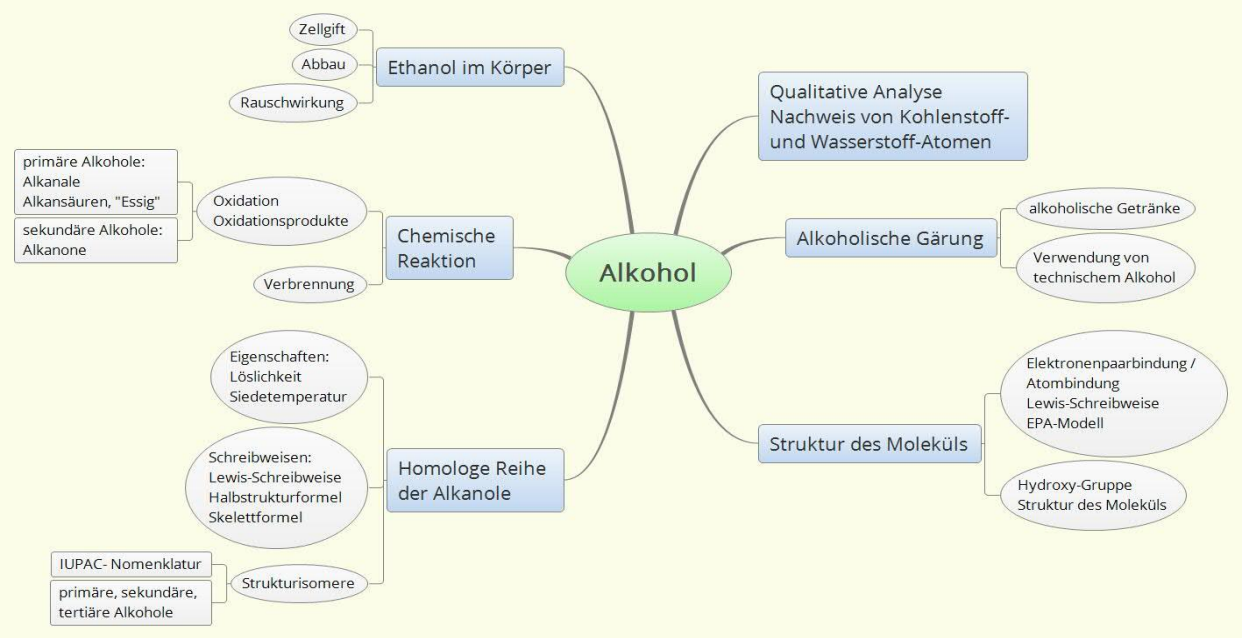
Chemie im Alltag, Suchtmittel, Energie und Mobilität, Argrarwirtschaft

Berufsorientierung und Chemie

Bioalkohol- und Biogasanlagen, Versuche zur alkoholischen Gärung, Untersuchungen des Alkohol- und Zuckergehalts, Bierbrauen und Weinherstellung [z.B. Bauer, Winzer, Landwirte]

Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit

MindMap und Beschreibung: Auszug aus dem Anhang KC Chemie G9 Sek2 (2017)



Ausgehend von der Betrachtung der Wirkung des Trinkalkohols auf den Körper werden Fragestellungen entwickelt, die die Unterrichtseinheit strukturieren. Zur Klärung der Bildung des Ethanols wird die alkoholische Gärung thematisiert. In diesem Zusammenhang wird eine qualitative Analyse durchgeführt. Um die Resorption und Verteilung des Ethanols im Körper (Wasserlöslichkeit, Diffusion, Molekülgröße) zu erklären, werden die Eigenschaften des Ethanols mithilfe der Molekülstruktur erläutert. Die Betrachtung des Ethanolabbaus im Körper führt zu der Oxidationsreihe des Ethanols. Die Beschäftigung mit den Gefahren des Konsums methanolhaltiger Getränke öffnet den Weg zur Erarbeitung der homologen Reihe der Alkanole. Dieses bietet die Möglichkeit für eine weitergehende Betrachtung der Eigenschaften und chemischen Reaktionen der Alkanole. Im Rahmen dieser Unterrichtseinheit ist es selbstverständlich, dass die individuellen und gesellschaftlichen Gefahren des Alkoholkonsums angemessen thematisiert werden.

Kurzbeschreibung der Fachgruppe Chemie Gymmeck:
In dieser Unterrichtseinheit wird die zweite organische Stoffklasse der Alkohole thematisiert. Ein sinnvoller Übergang von der vorangegangenen Unterrichtseinheit kann beispielsweise über die vermeintliche CO2-Neutralität von Bioethanol als Treibstoffersatz für Benzin erfolgen.
In dieser Unterrichtseinheit liegen die Schwerpunkte im Kompetenzbereich Fachwissen in der Strukturbestimmung von Ethanol über eine qualitative Elementaranalyse sowie in der Erarbeitung der aus der Struktur ableitbaren Eigenschaften. Im Bereich der prozessbezogenen Kompetenzen liegt der Fokus auf der Durchführung und Auswertung von Experimenten z.B. zu den Eigenschaften der Alkohole oder zur Destillation von Alkohol aus Getränken wie auch auf der Arbeit mit Modellen und Diagrammen zur Klärung dieser Eigenschaften. Die Schülerinnen und Schüler lernen mit Dipol-Dipol-Wechselwirkungen, Dipol-Ionen-Wechselwirkungen, Wasserstoff-Brückenbindungen und London-Kräften zu argumentieren. Eine Recherche zu den Unterschieden verschiedener Alkohole der homologen Reihe der Alkohole und deren Präsentation erweitert die kommunikativen Fertigkeiten der Schülerinnen und Schüler. Das Prinzip der Isomerie organischer Verbindungen wird ebenso wie die Nomenklatur organischer Verbindungen nach der IUPAC vertieft. Relativ am Ende der Einheit wird die Oxidation von Alkoholen zu Alkanalen, Alkanonen und Alkansäuren thematisiert. Dabei können bereits erlernte Erkenntnisse zu den Redoxreaktionen vertieft werden und es werden die Oxidationszahlen als Hilfsmittel zum Erkennen von unübersichtlicheren Redoxreaktionen eingeführt. Im Bereich der Reflexion gesellschaftlicher Zusammenhänge in Bezug auf die Gruppe der Alkohole diskutieren und untersuchen die Schülerinnen und Schüler auf der einen Seite gesetzliche

Vorschriften zum Umgang mit Trinkalkohol sowie dessen physiologische Auswirkungen auf den menschlichen Organismus. Gleichzeitig wird das Problem der Suchtgefahr beim übermäßigen Verzehr von Trinkalkohol thematisiert. Es werden Maßnahmen zur Suchtprävention durchgeführt.

Grober Verlauf

Einstieg über Bioethanol als Treibstoff:

- Ethanolanteile im Superbenzin (E5, E10 und E85)
  ➔ Bioethanol als Treibstoff aus regenerativen Rohstoffen
  ➔ CO_2-Neutralität in Bezug auf Auswirkungen auf Treibhauseffekt
  ➔ Probleme durch Konkurrenz zu Nahrungsmittelanbau
- Flussdiagramm zum Herstellungsprozess von Bioethanol
  ➔ Getreide / Zuckerrüben → Fermentation / Gärprozess → Destillation
  ➔ Verwendung der Nebenprodukte (Futtermittel, Biogas)

Praktikum: Untersuchung Ethanol – qualitative Elementaranalyse:

- Qualitative Elementaranalyse (Teil A): Nachweis von Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen durch Untersuchung der Verbrennungsprodukte: Kalkwassernachweis von Kohlenstoffdioxid deutet auf C-Atome im Ethanol-Molekül hin, Wassernachweis mit WATESMO-Papier (weißem Kupfersulfat) deutet auf H-Atome im Ethanol-Molekül hin.
- Qualitative Elementaranalyse (Teil B): Nachweis von Sauerstoff-Atomen im Ethanol-Molekül durch Lösung von Iod in Ethanol (bräunliche Färbung von sauerstoffhaltigen Verbindungen).
- Qualitative Analyse funktioneller Gruppen (hier: OH-Gruppe): Reaktion von Wasser und Ethanol mit Natrium → beide Stoffe bilden dabei alkalische Lösungen und es entsteht Wasserstoffgas.
- Auswertung der Versuche und Rückschlüsse auf Summenformel und Struktur des Ethanolmoleküls (auch 3d-Struktur im EPA-Modell).

Die Stoffklasse der Alkohole:

- Die homologe Reihe der Alkohole (Methanol, Ethanol, Propanol, …, Dodecanol)
- Nomenklatur-Regeln und Benennung verzweigter und unverzweigter Alkohole (Alkanole)
- Isomere Alkohole erkennen (Prinzip der Strukturisomerie)
- primäre, sekundäre, tertiäre Alkohole voneinander unterscheiden
- Namen von Alkoholen in Strukturen umwandeln und umgekehrt
- Ein-, zwei-, drei- und mehrwertige Alkohole anhand der Anzahl an Hydroxy-Gruppen unterscheiden (Ethylenglykol, Glycerin, …) und nach IUPAC korrekt benennen.
- Erlenmeyer-Regel zur Beständigkeit von mehrwertigen Alkoholen

Praktikum: Untersuchung der Stoffeigenschaften der Alkohole:

- Praktikum zu den Stoffeigenschaften der Alkohole:
  a.) Löslichkeit Ethanol / Wasser / Heptan / Hexan ineinander
  b.) Löslichkeit Ethanol / Propanol / Butanol / Heptanol in Wasser,
  c.) Löslichkeit Kochsalz / Zucker in Wasser / Ethanol,
  d.) Viskositätsvergleich Propan-1-ol / Ethan-1,2-diol / Propan-1,2,3-triol
  e.) Volumenkontraktion beim Mischen von Wasser und Ethanol
- Kenntnis sämtlicher zwischenmolekularer Anziehungskräfte: London-Kräfte, Dipol-Dipol-Anziehungskräfte (beide zu Van-der-Waals-Kräften zusammengefasst), Wasserstoffbrücken-Bindungen, Dipol-Ionen-Kräfte
- Hydrophil, hydrophob, lipophil, lipophob
- Vergleich der Polaritäten von Molekülen – erkennen von polaren und unpolaren Stoffen, erkennen von permanenten Dipolen
- Anwendung und Erläuterung des Prinzips „Gleiches löst sich in Gleichem“
- Erklärung von Löslichkeiten verschiedener Stoffe ineinander über die Polaritäten der Moleküle
- Ethanol als hydrophilen und lipophiles Lösungsmittel
- Vergleich von Siedetemperaturen verschiedener Stoffe
- Vergleich von Viskositäten verschiedener Stoffe
- Erklärung höherer Siedetemperaturen und Viskositäten über stärkere zwischenmolekulare Anziehungskräfte zwischen benachbarten Molekülen.
- Einfluss des größer werdenden Alkylrestes innerhalb der homologen Reihe der Alkohole auf die Siedepunkte und das Löslichkeitsverhalten.

Alkoholische Gärung:

- Flussdiagramm zu den einzelnen Schritten beim Bierbraue
- Bierbrauen: Aufgabe des Hopfens, Aufgabe der Enzyme, Aufgabe der Hefe

…

…

- Eventuell: Versuch zur alkoholischen Gärung von Fruchtsaft mit Hefe mithilfe eines Gärröhrchens (mit Kalkwasser gefüllt) inklusive Nachweis von entstandenem Kohlenstoffdioxid und gebildeten Alkohol über Steigrohr
- Eventuell: Bestimmung des Zuckergehalts von Fruchtsäften oder des Alkoholgehalts von Getränken bzw. Destillaten mithilfe von Aräometern
- Fraktionierte Destillation beim „Brennen“ von Schnaps
- Eventuell: Unterschied zwischen „Brand“ und „Geist“

Alkoholgenuss – Alkoholmissbrauch:

- Physiologische Wirkung von Alkohol auf den menschlichen Körper
- Berechnungen zur aufgenommenen Masse an Alkohol
- Bestimmung des Blutalkohol-Gehalts über die WIDMARK-Formel
- Arten der Alkoholsucht
- Auswirkungen von Alkohol auf die Fahrtüchtigkeit
- Volksdroge Alkohol: Wie groß ist das Problem mit dem Alkohol in der Gesellschaft?

Die Oxidation von Alkoholen:

- Demoexperiment zur Reaktion von Kupfer(II)-oxid (in der Gasbrennerflamme oxidiertes Kupferblech) mit Ethanol mit Aufstellen der Redoxreaktionsgleichung
- Wiederholung: Wer wird bei der Reaktion von Kupfer(II)-oxid mit Ethanol zu welchem Stoff oxidiert bzw. reduziert und warum?
- Einführung der Oxidationszahlen als Hilfsmittel zur Erkennung der Oxidations- und Reduktionsteilreaktionen bei Redoxreaktionen mit organischen Molekülen
- Regeln zum Aufstellen von Oxidationszahlen
- Übungsaufgaben zur Anwendung der Oxidationszahlen
- Übungsaufgaben zum Aufstellen von Gesamtredoxreaktionen sowie von Teilgleichungen der Reduktion und Oxidation.
- Einführung der Stoffklassen der Alkanale und Alkanone.
- Demoexperiment zur Oxidierbarkeit von primären, sekundären und tertiären Alkoholen im Vergleich
- *FREIWILLIG (laut KC 2022 nicht gefordert): Demoexperiment zur Silberspiegelprobe (Tollens Probe) zur Unterscheidung von Aldehyden (Alkanalen) und Ketonen (Alkanonen) → Oxidierbarkeit von Aldehyden und Ketonen im Vergleich*
- *FREIWILLIG (laut KC 2022 Probe erst in Qualiphase): Schülerversuch zur Benedictprobe zum Nachweis der Aldehydform von Glucose → Oxidierbarkeit von Aldehyden im Vergleich zu Ketonen (Wiederholung des Versuchs mit Aceton)*
- Einführung der Stoffklasse der Alkansäuren (Carbonsäuren), die homologe Reihe der Carbonsäuren, Säurestärke und Siedetemperaturen von Alkansäuren und Alkanolen im Vergleich

Fachübergreifende Bezüge

Biologie (Physiologie, Gärung), Physik (Straßenverkehr, Energie), Erdkunde (Treibhauseffekt), Gesellschaft (Alkohol als Droge)

Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden

Schülerexperimente , arbeitsteilige Gruppenarbeit, Expertenbefragung (Polizei, Suchtberatungsstelle etc), Podiumsdiskussion (Abschluss der UE)

Materialien und Fundstellen

Materialien: Chemie-USB-Stick im Lehrerzimmer

Ungefährer Stundenbedarf

etwa ein Halbjahr

Möglichkeiten zur Leistungsbewertung

Klausur/Klassenarbeit, Präsentationen

Die wichtigsten zu vermittelnden Kompetenzen in der Einführungsphase: Die SuS …	
Fachinhaltlich *(Kompetenzbereich FACHWISSEN)*	*Prozessbezogen* *(Kompetenzbereiche ERKENNTNIS-GEWINNUNG, KOMMUNIKATION, BEWERTUNG)*
• Beschreiben die Organische Chemie als Chemie der Kohlenstoff-Wasserstoff-Verbindungen • Lernen die homologe Reihe der Alkane (und Alkene) kennen • Benennen verzweigte Alkane nach den Regeln der IUPAC • Können die Nachweisreaktionen von Wasser und Kohlenstoffdioxid erläutern und bei der qualitativen Elementaranalyse der Verbrennungsprodukte der Alkane (Alkohole) nachweisen • Erklären die Eigenschaften der Alkane durch die Molekülstrukturen und intermolekulare Anziehungskräfte • Erklären die Entstehung fossiler Energieträger und kennen die Zusammensetzung von Erdöl, Erdgas und Biogas • Erklären die fraktionierte Destillation • Erklären verschiedene Veredelungsverfahren zur Her-stellung hochwertiger Treibstoffe in ausreichenden Mengen • Erläutern den Begriff der Isomerie • Kennen die IUPAC-Regeln zur Nomenklatur von unverzweigten und verzweigten Alkanen • Lernen Stoffklasse und homologe Reihe Alkohole kennen • Erklären die Eigenschaften der Alkohole durch die Molekülstrukturen und intermolekulare Anziehungskräfte • Lernen physiologische Eigenschaften der Alkohole kennen • Lernen Bioethanol als Treibstoff kennen • Erklären die Oxidation von Alkoholen zu Alkanalen, Alkanonen und Alkansäuren mithilfe von Oxidationszahlen • Kennen die Stoffklassen der Alkanale, Alkanone und Alkansäuren (Carbonsäuren)	• Ordnen Stoffe mit ähnlichen Eigenschaften in homologen Reihen • Führen eigenständig Versuche zur Untersuchung der Stoffeigenschaften durch • Stellen Synthese- und Verbrennungsreaktions-gleichungen auf. • Können qualitative Analysen von Verbrennungsprodukten auswerten • Erkennen die Bedeutung der organischen Substanzen für die Gesellschaft • Bewerten die Verwendung von Stoffklassen im Alltag in Bezug auf Umweltprobleme • Interpretieren Diagramme • Schätzen das Gefahrenpotenzial von organischen Substanzen ab • Stellen Redoxreaktionsgleichungen samt Teilgleichungen und allen Oxidationszahlen auf.

7. Klassenstufen 12/13 (Sekundarstufe II – Qualifikationsphase)

7.1 Übersicht der Unterrichtseinheiten in den Klassenstufen 12/13 (Lernlinien)

Semester [Jahrgang]	UNTERRICHTSEINHEITEN	FACHINHALTE (Kurzdarstellung)
Sem1 [Jg.12]	UE "Alternative Treibstoffe"	Stoffklasse der Ester / Struktur-Eigenschafts-Beziehungen / Mechanismus der Veresterung / Verbrennungsmotoren und Treibstoffeigenschaften / Kalorimetrie / Ermittlung Treibstoffverbrauch und Kohlenstoffdioxid-Ausstoß / Klassische Energetik mit verschiedenen Enthalpiearten / Antrieb chemischer Reaktionen mit Entropie, freier Enthalpie und Gibbs-Helmholtz-Gleichung
	UE "Ozeane"	Einlagerung Kohlenstoffdioxid in Ozeanen / Chemie des Kohlenstoffdioxids im Wasser / Chemisches Gleichgewicht und Gleichgewichtskonstanten / Prinzip des kleinsten Zwangs nach Le Chatelier / Löslichkeitsgleichgewichte / Kohlenstoffpumpen / Reaktionskinetik / Stoßtheorie / Theorie von Übergangszustand / Temperatur und Reaktionsgeschwindigkeit / Katalyse und Aktivierungsenergie
Sem2 [Jg.12]	UE "Säuren und Basen"	Säure-Base-Gleichgewichte / Definitionen nach Arrhenius und Brönsted / Säure- und Basenkonstante / Stärke von Säuren und Basen / pH-Berechnungen (starke und schwache Säuren und Basen) / Analytik: Säure-Base-Titrationen, Interpretation Titrationskurven / Mehrprotonige Säuren / Protolysediagramme / Puffersysteme / Henderson-Hasselbalch-Gleichung / Halbäquivalenzpunktmethode zur Ermittlung unbekannter Säuren und Basen
	UE "Elektrochemie"	Redoxreaktionen und Oxidationszahlen / Redoxtitrationen: Manganometrie, Iodometrie (Gewässeranalytik), Galvanische Elemente, Batterien, elektrochemische Doppelschicht und Spannungsreihe, Nernst-Gleichung zur Berechnung von Nicht-Standardpotenzialen, Standardwasserstoff-Elektrode, Elektrolyse, Akkumulatoren, Überspannungen, Zersetzungsspannungen, Brennstoffzellen, technische Elektrolysen, Korrosion, Lokalelemente und Korrosionsschutz
Sem3 [Jg.13]	UE "Halogenierte Kohlenwasserstoffe"	Stoffklassen der Alkane, Alkene, Alkohole, Halogenalkane und Aromaten / Struktur-Eigenschafts-Beziehungen und Anwendungsgebiete halogenierter Kohlenwasserstoffe / Reaktionsarten: S_R, S_N, E, A_E, arom.-S_E / Mesomerie-Stabilisierung der Aromaten / induktive und mesomere Effekte / Reaktionsmechanismen (insbesondere S_R , S_N, A_E und S_E) / Syntheseplanung / Haupt- und Nebenreaktionen, konkurrierende Produkte
	UE "Kunststoffe"	Einteilung Kunststoffe in Thermo- und Duroplaste, Elastomere mit Struktur-Eigenschaftsbeziehungen / radikalische Polymerisation inklusive Reaktionsmechanismus / Recycling und Wertstoffkreisläufe
Sem4 [Jg.13]	UE "Nahrungsmittel"	Alkohole, Aldehyde und Ketone, Carbonsäuren, Ester, Zucker (Kohlenhydrate), Aminosäuren, Peptide und Proteine / Nachweis-Versuche: Benedict-Probe auf Aldehyde, Iod-Stärke-Reaktion, Biuret-Probe / Struktur-Eigenschafts-Beziehungen
	UE "Nanostrukturen"	Größenverhältnisse Nanobereich / Oberflächenvergrößerung mit Eigenschaftsänderungen / zwischenmolekulare Wechselwirkungen und Struktur-Eigenschaftsbeziehungen
	schriftliche Abiturprüfung	

7.2 Überprüfung der Kompetenzvermittlung in den Klassenstufen 12/13 (Fachkontrollbogen der Qualifikationsphase)

Legende der Abkürzungen der Unterrichtseinheiten (für die Jahrgänge 12/13) im Fachkontrollbogen:

NAME DER UNTERRICHTSEINHEIT	KÜRZEL	NAME DER UNTERRICHTSEINHEIT	KÜRZEL
Alternative Treibstoffe	**ATS**	Halogenierte Kohlenwasserstoffe	**HKW**
Ozeane	**Ozean**	Kunststoffe	**Plastik**
Säuren und Basen	**Säure**	Nahrungsmittel	**Nahrung**
Elektrochemie	**Elektro**	Nanostrukturen	**Nano**

Fachkontrollbogen der nach dem KC Chemie 2022 in den Jg. 12/13 (Qualifikationsphase) zu vermittelnden Kompetenzen:
Unter den in der Qualifikationsphase G9 zu vermittelnden Kompetenzen der vier Kompetenzbereiche stehen je nach Unterrichtseinheit farbig hinterlegt die Kürzel der Unterrichtseinheiten, in denen diese Kompetenzen vermittelt werden sollen.

Energetische und kinetische Aspekte chemischer Reaktionen (Seite 1/2)			**QP**
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• beschreiben die innere Energie eines stofflichen Systems als Summe aus Kernenergie, chemischer Energie und thermischer Energie dieses Systems.		• übersetzen die Alltagsbegriffe „Energiequelle“, „Wärmeenergie“, „verbrauchte Energie“ und „Energieverlust“ in Fachsprache.	
Punkt 1: **ATS**		Punkt 1: **ATS**	

Fortsetzung: **Energetische und kinetische Aspekte chemischer Reaktionen (Seite 1/2)**			**QP**
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• nennen den ersten Hauptsatz der Thermodynamik. • erklären die Enthalpieänderung als ausgetauschte Wärme bei konstantem Druck. • nennen die Definition der Standard-Bildungsenthalpie. • beschreiben den unterschiedlichen Energiegehalt von Modifikationen.	• führen Experimente zur Ermittlung von Reaktionsenthalpien in einfachen Kalorimetern durch und reflektieren ihre Ergebnisse. • erklären die Lösungsenthalpie als Summe aus Gitterenthalpie und Hydratationsenthalpie. • nutzen den Satz von Hess, um Reaktionsenthalpien zu berechnen. • nutzen tabellierte Daten zur Berechnung von Standard-Reaktionsenthalpien aus Standard-Bildungsenthalpien.	• stellen die Enthalpieänderungen in einem Enthalpiediagramm dar. • interpretieren Enthalpiediagramme.	• beurteilen ausgewählte Prozesse ihrer Lebenswelt aus energetischer Perspektive. • beurteilen ökologische und ökonomische Aspekte herkömmlicher und alternativer Energieträger.
Punkte 1, 2, 3, 4: **ATS**	Punkte 1, 2, 3, 4: **ATS**	Punkte 1, 2: **ATS**	Punkte 1, 2: **ATS**
• **nennen den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik (eA).** • **beschreiben die Entropie eines Systems (eA).** • **erläutern das Wechselspiel zwischen Enthalpie und Entropie als Kriterium für den freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse (eA).** • **beschreiben Energieentwertung als Zunahme der Entropie (eA).**			
Punkte 1, 2, 3, 4: ATS			

Energetische und kinetische Aspekte chemischer Reaktionen (Seite 2/2)			**QP**
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• **beschreiben die Aussagekraft der freien Enthalpie (eA).** • **führen Berechnungen mit der Gibbs-Helmholtz-Gleichung durch (eA).**		• **nutzen die Gibbs-Helmholtz-Gleichung, um Aussagen zum freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse zu machen (eA).**	
Punkte 1, 2: ATS		**Punkt 1: ATS**	
• beschreiben den Einfluss eines Katalysators auf die Aktivierungsenergie.	• nutzen die Modellvorstellung des Übergangszustands zur Beschreibung der Katalysatorwirkung.	• stellen die Wirkung eines Katalysators in einem Energie-diagramm dar.	• beurteilen den Einsatz von Katalysatoren in technischen Prozessen.
Punkt 1: **Ozean**	Punkt 1: **Ozean**	Punkt 1: **Ozean**	Punkt 1: **Ozean**
• definieren den Begriff der Reaktionsgeschwindigkeit als Änderung der Stoffmengenkonzentration pro Zeiteinheit. • erklären den Einfluss von Temperatur, Druck, Stoffmengenkonzentration und Katalysatoren auf die Reaktions-geschwindigkeit mithilfe der Stoßtheorie.	• planen geeignete Experimente zum Einfluss von Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und führen diese durch.	• **recherchieren zu technischen Verfahren in unterschiedlichen Quellen und präsentieren ihre Ergebnisse (eA).**	• beschreiben die Bedeutung unterschiedlicher Reaktionsge-schwindigkeiten alltäglicher Prozesse. • beurteilen die Steuerungs-möglichkeiten von chemischen Reaktionen in technischen Prozessen.
Punkte 1, 2: **Ozean**	Punkt 1: **Ozean**	**Punkt 1: Ozean**	Punkte 1, 2: **Ozean**

Chemisches Gleichgewicht (Seite 1/2)			**QP**
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• beschreiben das chemische Gleichgewicht auf Stoff- und Teilchenebene. • beschreiben die Notwendigkeit eines geschlossenen Systems für die Einstellung des chemischen Gleichgewichts. • unterscheiden zwischen Ausgangskonzentration und Gleichgewichtskonzentration. • stellen den Term für die Gleichgewichtskonstante (K_c) auf (Massenwirkungsgesetz). • treffen anhand der Gleichgewichtskonstanten Aussagen zur Lage des Gleichgewichts. • **berechnen Gleichgewichts-konstanten und Gleichgewichts-konzentrationen (eA).**	• führen Experimente zum chemischen Gleichgewicht durch. • schließen aus Versuchsdaten auf Kennzeichen des chemischen Gleichgewichts. • schließen aus einem Modellversuch auf Kennzeichen des chemischen Gleichgewichts. • diskutieren die Übertragbarkeit von Modellvorstellungen.	• nutzen das Modell zur Erklärung des chemischen Gleichgewichts.	
Punkte 1, 2, 3, 4, 5: **Ozean** **Punkt 6: Ozean**	Punkte 1, 2, 3, 4: **Ozean**	Punkt 1: **Ozean**	

Chemisches Gleichgewicht (Seite 2/2)			**QP**
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• beschreiben den Einfluss von Stoffmengenkonzentration, Druck und Temperatur auf den Gleichgewichtszustand (Prinzip von LE CHATELIER). • beschreiben, dass die Gleichgewichtskonstante temperaturabhängig ist. • beschreiben, dass Katalysatoren die Einstellung des chemischen Gleichgewichts beschleunigen. • beschreiben homogene und heterogene Katalyse in technischen Prozessen.	• führen Experimente zu Einflüssen auf die Lage des chemischen Gleichgewichts durch.	• recherchieren in unterschiedlichen Quellen und überprüfen deren Vertrauenswürdigkeit. • beschreiben die Möglichkeiten zur Steuerung technischer Prozesse mithilfe des Massenwirkungsgesetzes.	• analysieren und beurteilen Inhalte unterschiedlicher Quellen. • bewerten die Bedeutung der Beeinflussung chemischer Gleichgewichte in der Industrie und in der Natur.
Punkte 1, 2, 3, 4: **Ozean**	Punkt 1: **Ozean**	Punkte 1, 2: **Ozean**	Punkte 1, 2: **Ozean**
• **beschreiben Löslichkeitsgleichgewichte als heterogene Gleichgewichte (eA).** • **nennen das Löslichkeitsprodukt (eA).**	• **nutzen Tabellendaten, um Aussagen zur Löslichkeit von Salzen zu treffen (eA).** • **nutzen Tabellendaten zur Erklärung von Fällungsreaktionen (eA).**	• **beschreiben das Prinzip von Fällungsreaktionen zum Nachweis von Halogenid-Ionen (eA).**	
Punkte 1, 2: **Ozean**	Punkte 1, 2: **Ozean**	Punkt 1: **Ozean**	

Protononenübertragungsreaktionen (Seite 1/3)			**QP**
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• erläutern die Säure-Base-Theorie nach Brönsted. • stellen Protolysegleichungen auf und kennzeichnen korrespondierende Säure-Base-Paare. • erklären die Neutralisationsreaktion. • beschreiben die Funktion von Säure-Base-Indikatoren bei Titrationen. • berechnen ausgehend von Neutralisationsreaktionen die Stoffmengenkonzentration saurer und alkalischer Probelösungen. • berechnen den Massengehalt von Säuren in Alltagsprodukten. • **wenden die Berechnung der Stoffmengenkonzentration auf mehrprotonige Säuren an (eA).**	• messen pH-Werte verschiedener wässriger Lösungen. • führen die Nachweisreaktion von Hydronium/Oxonium- und Hydroxid-Ionen mit Indikatoren durch. • ermitteln die Stoffmengen-konzentration von Säuren und Basen durch Titration.	• recherchieren zu Säuren und Basen in Alltags-, Technik- und Umweltbereichen und präsentieren ihre Ergebnisse. • argumentieren sachgerecht auf Stoff- und Teilchenebene.	• beschreiben den historischen Weg der Entwicklung des Säure-Base-Begriffs bis Brönsted. • beurteilen den Einsatz von Säuren und Basen sowie Neutralisationsreaktionen in Alltags-, Technik- und Umweltbereichen. • reflektieren die Bedeutung von pH-Wert-Angaben in ihrem Alltag. • erkennen und beschreiben die Bedeutung maßanalytischer Verfahren in der Berufswelt.
Punkte 1, 2, 3, 4, 5, 6: **Säure** **Punkt 7: Säure**	Punkte 1, 2, 3: **Säure**	Punkte 1, 2: **Säure**	Punkte 1, 2, 3, 4: **Säure**
• beschreiben die Autoprotolyse des Wassers als Gleichgewichtsreaktion. • erklären den Zusammenhang zwischen der Autoprotolyse des Wassers und dem pH-Wert. • nennen die Definition des pH-Werts.	• beschreiben den Zusammenhang zwischen pH-Wert-Änderung und Änderung der Stoffmengenkonzentration.		
Punkt 1: **Säure**	Punkt 1: **Säure**		

Protononenübertragungsreaktionen (Seite 2/3)			**QP**
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• beschreiben die Säurekonstante als spezielle Gleichgewichtskonstante. • berechnen pH-Werte von Lösungen starker und schwacher einprotoniger Säuren. • beschreiben die Basenkonstante als spezielle Gleichgewichtskonstante. • berechnen pH-Werte von wässrigen Hydroxid-Lösungen. • **berechnen die pH-Werte alkalischer Lösungen (eA).** • differenzieren starke und schwache Säuren bzw. Basen anhand der pK_S-und pK_B-Werte. • **erklären die pH-Werte von Salzlösungen anhand von pK_S- und pK_B-Werten (eA).**	• messen den pH-Wert äquimolarer Lösungen einprotoniger Säuren und schließen daraus auf die Säurestärke. • **messen pH-Werte verschiedener Salzlösungen (eA).** • **nutzen Tabellen zur Vorhersage und Erklärung von Säure-Base-Reaktionen (eA).**	• argumentieren sachlogisch unter Verwendung der Tabellenwerte.	
Punkte 1, 2, 3, 4, 6: **Säure** **Punkte 5, 7: Säure**	Punkt 1: **Säure** **Punkte 2, 3: Säure**	Punkte 1: **Säure**	

Protononenübertragungsreaktionen (Seite 3/3)			**QP**
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• **erklären und berechnen charakteristische Punkte von Titrationskurven ausgewählter einprotoniger starker/schwacher Säuren und starker/schwacher Basen (Anfangs-pH-Wert, Halbäquivalenzpunkt, Äquivalenzpunkt, End-pH-Wert) (eA).**	• **nehmen mit einem pH-Meter Titrationskurven einprotoniger starker und schwacher Säuren auf (eA).** • **ermitteln experimentell den Halbäquivalenzpunkt (eA).**	• **zeichnen Titrationskurven für einprotonige starke und schwache Säuren (eA).** • **vergleichen Titrationskurven einprotoniger und mehrprotoniger Säuren (eA).**	
Punkt 1: Säure	**Punkte 1, 2: Säure**	**Punkte 1, 2: Säure**	
• **erklären die Wirkungsweise von Puffersystemen mit der Säure-Base-Theorie nach Brönsted (eA).** • **wenden die Henderson-Hasselbalch-Gleichung auf Puffersysteme an (eA).** • **nennen den Zusammenhang zwischen dem Halbäquivalenzpunkt und dem Pufferbereich (eA).**	• **ermitteln die Funktionsweise von Puffern im Experiment (eA).** • **identifizieren Pufferbereiche in Titrationskurven (eA).**	• **erklären die Pufferwirkung in technischen und biologischen Systemen (eA).**	• **beurteilen die Bedeutung von Puffersystemen im Alltag (eA).**
Punkte 1, 2, 3: Säure	**Punkt 1, 2: Säure**	**Punkt 1: Säure**	**Punkt 1: Säure**

Elektronenübertragungsreaktionen (Seite 1/4)			**QP**
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• erläutern Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen. • beschreiben mithilfe der Oxidationszahlen korrespondierende Redoxpaare. • stellen Redoxgleichungen in Form von Teil- und Gesamtgleichungen auf. • vergleichen Säure-Base-Reaktionen und Redoxreaktionen. • wenden das Donator-Akzeptor-Konzept an.	• planen Experimente zur Aufstellung der Redoxreihe der Metalle und führen diese durch. • prüfen unter Anwendung von Oxidationszahlen, ob eine Redoxreaktion vorliegt.	• beschreiben Redoxreaktionen als Donator-Akzeptor-Reaktionen.	• reflektieren die historische Entwicklung des Redoxbegriffs.
Punkte 1, 2, 3, 4, 5: **Elektro**	Punkte 1, 2: **Elektro**	Punkt 1: **Elektro**	Punkt 1: **Elektro**
• **berechnen die Stoffmengenkonzentration einer Probelösung (eA).**	• **führen eine Redoxtitration durch (eA).**		• **erkennen die Bedeutung maßanalytischer Verfahren in der Berufswelt (eA).**
Punkt 1: Elektro	**Punkt 1: Elektro**		**Punkt 1: Elektro**

Elektronenübertragungsreaktionen (Seite 2/4)			**QP**
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• beschreiben den Bau galvanischer Zellen. • beschreiben die elektrochemische Doppelschicht als Redoxgleichgewicht in einer Halbzelle. • beschreiben die Metallbindung (Elektronengasmodell). • beschreiben den Austritt von Ionen aus dem Metallgitter unter Verbleib von Elektronen im Elektronengas. • erklären die Potenzialdifferenz/ Spannung mit der Lage der elektrochemischen Gleichgewichte. • erläutern die Funktionsweise galvanischer Zellen.	• planen Experimente zum Bau funktionsfähiger galvanischer Zellen und führen diese durch. • messen die Spannung unter-schiedlicher galvanischer Zellen. • nutzen Modelle zur Darstellung von galvanischen Zellen.	• stellen galvanische Zellen in Form von Skizzen dar. • erstellen Zelldiagramme.	• beurteilen den Einsatz von galvanischen Zellen in Alltag und Technik.
Punkte 1, 2, 3, 4, 5, 6: **Elektro**	Punkte 1, 2, 3: **Elektro**	Punkte 1, 2: **Elektro**	Punkt 1: **Elektro**
• beschreiben den Aufbau der Standard-Wasserstoffelektrode. • definieren das Standard-Elektrodenpotenzial. • berechnen die Spannung galvanischer Zellen (Zellspannung) unter Standardbedingungen.	• nutzen Tabellen von Standard-Elektrodenpotenzialen zur Vorhersage des Ablaufs von Redoxreaktionen.	• wählen aussagekräftige Informationen aus. • argumentieren sachlogisch unter Verwendung von Tabellenwerten.	
Punkte 1, 2, 3: **Elektro**	Punkt 1: **Elektro**	Punkte 1, 2: **Elektro**	
• **beschreiben die Abhängigkeit der Potenziale von der Stoffmengen-konzentration anhand der Nernst-Gleichung (eA).** • **berechnen die Potenziale von Halbzellen verschiedener Stoffmengen-konzentrationen ohne Berücksichtigung des pH-Werts und der Temperatur (eA).**			
Punkte 1, 2: Elektro			

Elektronenübertragungsreaktionen (Seite 3/4)			**QP**
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• wenden ihre Kenntnisse zu galvanischen Zellen auf Lokalelemente an. • unterscheiden Sauerstoff- und Säure-Korrosion. • erklären den Korrosionsschutz durch eine Opferanode. • **beschreiben die koordinative Bindung als Wechselwirkung von Metall-Kationen und Teilchen mit freien Elektronenpaaren (eA).**	• führen Experimente zur Korrosion und zum Nachweis von Eisen-Ionen durch. • führen Experimente zum Korrosionsschutz durch.	• nutzen ihre Kenntnisse über Redoxreaktionen zur Erklärung von Alltags- und Technikprozessen.	• beurteilen den Einsatz und das Auftreten von Redoxreaktionen in Alltag und Technik. • beurteilen die wirtschaftlichen Folgen durch Korrosionsschäden.
Punkte 1, 2, 3: **Elektro** **Punkt 4: Elektro**	Punkte 1, 2: **Elektro**	Punkt 1: **Elektro**	Punkte 1, 2: **Elektro**
• beschreiben den Bau von Elektrolysezellen. • erläutern das Prinzip der Elektrolyse. • deuten die Elektrolyse als Umkehrung der Vorgänge in der galvanischen Zelle. • **beschreiben die Proportionalität zwischen der abgeschiedenen Stoffmenge und der geflossenen Ladung (1. Faraday-Gesetz) (eA).** • **berechnen mit dem 2. Faraday-Gesetz abgeschiedene Masse, Stromstärke und Elektrolysezeit (eA).**	• führen ausgewählte Elektrolysen durch.	• stellen Elektrolysezellen in Form von Skizzen dar. • vergleichen Elektrolysezelle und galvanische Zelle. • erläutern Darstellungen zu technischen Anwendungen.	• beurteilen den Einsatz von Elektrolysen in Alltag und Technik.
Punkte 1, 2, 3: **Elektro** **Punkte 4, 5: Elektro**	Punkt 1: **Elektro**	Punkte 1, 2, 3: **Elektro**	Punkt 1: **Elektro**

Elektronenübertragungsreaktionen (Seite 4/4)			**QP**
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• **beschreiben die Zersetzungs-spannung (eA).** • **beschreiben das Phänomen der Überspannung (eA).** • **beschreiben den Zusammenhang zwischen der Zersetzungsspannung und der Zellspannung einer entspre-chenden galvanischen Zelle (eA).**	• **nutzen Spannungsdiagramme als Entscheidungshilfe zur Vorhersage und Erklärung von Elektrodenreaktionen (eA).**		
Punkte, 1, 2, 3: Elektro	**Punkt 1: Elektro**		
• **erklären die Funktionsweise ausgewählter Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen (eA).** • **nennen die prinzipiellen Unterschiede zwischen Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen (eA).**		• **recherchieren exemplarisch zu Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen und präsen-tieren ihre Ergebnisse (eA).**	• **beurteilen ökonomische und ökologische Aspekte der Energiespeicherung (eA).**
Punkte 1, 2: Elektro		**Punkt 1: Elektro**	**Punkt 1: Elektro**

Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege (Seite 1/4)			**QP**
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution. • beschreiben die Molekülstruktur von Alkanen und Halogenalkanen.	• wenden Nachweisreaktionen (Chlorid-, Bromid-, Hydronium/ Oxonium-Ionen) zur Produktidentifikation an.	• stellen Reaktionsmechanismen in Strukturformeln dar. • wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an. •	• beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag.
Punkte 1, 2: **HKW**	Punkt 1: **HKW**	Punkte 1, 2: **HKW**	Punkt 1: **HKW**
• beschreiben die Molekülstruktur von Alkenen und Alkinen. • benennen die Mehrfachbindung als funktionelle Gruppe der Alkene und Alkine. • unterscheiden Strukturisomerie und cis-trans-Isomerie. • beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition von symmetrischen und asymmetrischen Verbindungen. • erklären induktive Effekte. • nutzen induktive Effekte zur Erklärung von Reaktionsmechanismen und unterschiedlichen Reaktivitäten. • **beschreiben die Reaktionsmechanismen der nucleophilen Substitution (eA).**	• entwickeln die homologen Reihen der Alkene und Alkine. • beschreiben die Reaktion mit Brom als Nachweis für Doppelbindungen.	• wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an. • stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus (in Strukturformeln) dar oder umgekehrt. • verwenden geeignete Formelschreibweisen zur Erklärung von Elektronenverschiebungen. • unterscheiden zwischen homolytischer und heterolytischer Bindungsspaltung. • unterscheiden radikalische, elektrophile und nucleophile Teilchen. • **vergleichen die Reaktionsmechanismen der nucleophilen Substitution (eA).**	• reflektieren mechanistische Denkweisen als wesentliches Prinzip der organischen Chemie.
Punkte 1, 2, 3, 4, 5, 6: **HKW** **Punkt 7: HKW**	Punkte 1, 2: **HKW**	Punkte 1, 2, 3, 4, 5: **HKW** **Punkt 1: HKW**	Punkt 1: **HKW**

Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege (Seite 2/4)			**QP**
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• beschreiben, dass bei chemischen Reaktionen unterschiedliche Reaktionsprodukte entstehen können. • **erklären das Funktionsprinzip der Gaschromatografie anhand von Wechselwirkungen (eA).**	• stellen Zusammenhänge zwischen den während der Reaktion konkurrierenden Teilchen und den Produkten her. • **nutzen Gaschromatogramme zur Identifizierung von Reaktionsprodukten (eA).** • **stellen Zusammenhänge zwischen Reaktionsprodukten und R_f-Werten auf (eA).**	• argumentieren sachlogisch und begründen die Entstehung der Produkte.	• reflektieren die Bedeutung von Nebenreaktionen organischer Synthesewege. • **beurteilen die Bedeutung der Gaschromatografie in der Analytik (eA).**
Punkt 1: **HKW** **Punkt 2: HKW**	Punkt 1: **HKW** **Punkte 2, 3: HKW**	Punkt 1: **HKW**	Punkt 1: **HKW** **Punkt 2: HKW**
• beschreiben die Molekülstruktur von Alkanolen. • benennen die Hydroxy-Gruppe als funktionelle Gruppe der Alkanole. • beschreiben die Nachweisreaktion mit dem Benedict-Reagenz. • stellen Redoxgleichungen in Form von Teil- und Gesamtgleichungen auf. • beschreiben die Molekülstruktur von Alkanalen, Alkanonen und Alkansäuren. • benennen die funktionellen Gruppen: Carbonyl- (Aldehyd-, Keto-), Carboxy-Gruppe.	• führen die Benedict-Probe durch. • beschreiben die Funktion einer Blindprobe / eines Kontroll-experiments. • prüfen unter Anwendung von Oxidationszahlen, ob eine Redoxreaktion vorliegt.	• wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an.	• reflektieren den Nutzen der IUPAC-Nomenklatur.
Punkte 1, 2, 3, 4, 5, 6: **Nahrung**	Punkte 1, 2, 3: **Nahrung**	Punkt 1: **Nahrung**	Punkt 1: **Nahrung**

Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege (Seite 3/4)			**QP**
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• beschreiben die Ester-Synthese. • **beschreiben den Mechanismus der Ester-Synthese (eA).** • beschreiben die Molekülstruktur der Ester. • benennen die Ester-Gruppe als funktionelle Gruppe.	• führen eine Ester-Synthese durch.	• **stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus (in Strukturformeln) dar oder umgekehrt (eA).** • benennen Ester mit ihrem Trivialnamen.	• beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag.
Punkte 1, 3, 4: **ATS** **Punkt 2: ATS**	Punkt 1: **ATS**	**Punkt 1: ATS** Punkt 2: **ATS**	Punkt 1: **ATS**
• erklären Stoffeigenschaften neu eingeführter Stoffklassen mithilfe von inter- und intramolekularen Wechsel-wirkungen: London-Kräfte, Dipol-Dipol-Wechselwirkungen, Ionen-Dipol-Wechselwirkungen, Wasserstoff-brücken.	• wenden ihre Kenntnisse zur Erklärung von Siedetemperaturen und Löslichkeiten an.	• stellen die Zusammenhänge zwischen Molekülstruktur und Stoffeigenschaft fachsprachlich dar.	• betrachten ein technisches Verfahren und führen den Einsatz von Stoffen auf ihre Stoffeigenschaften zurück.
Punkt 1: **ATS**	Punkt 1: **ATS**	Punkt 1: **ATS**	Punkt 1: **ATS**
• **erklären die Mesomerie des Benzol-Moleküls mithilfe von Grenzstrukturen in der Lewis-Schreibweise (eA).** • **beschreiben die Mesomerie-energie des Benzols (eA).** • **beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution (Erstsubstitution am Benzol-Molekül) (eA).**	• **wenden das Mesomeriemodell zur Erklärung des aromatischen Zustands des Benzol-Moleküls an (eA).** • **diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen (eA).**	• **stellen die Mesomerieenergie des Benzols in einem Enthalpiediagramm dar (eA).** • **stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus (in Strukturformeln) dar oder umgekehrt (eA).**	•
Punkte 1, 2, 3: HKW	**Punkte 1, 2: HKW**	**Punkte 1, 2: HKW**	

Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege (Seite 4/4)			**QP**
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• unterscheiden die Reaktionstypen Substitution, Addition, Kondensation und Eliminierung. • begründen anhand funktioneller Gruppen die Reaktionsmöglichkeiten organischer Moleküle.	• **planen einen Syntheseweg zur Überführung einer Stoffklasse in eine andere (eA).**	• stellen Synthesewege als Flussdiagramm dar. • stellen Flussdiagramme von Synthesewegen fachsprachlich dar.	
Punkte 1, 2: **HKW**	**Punkt 1: HKW**	Punkte 1, 2: **HKW**	

Makromoleküle und Nanostrukturen (Seite 1/1)			**QP**
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• teilen Kunststoffe in Duroplaste, Thermoplaste und Elastomere ein. • erklären die Eigenschaften der drei Kunststofftypen anhand der Molekülstruktur. • beschreiben einen Wertstoffkreislauf beim Recycling von Kunststoff.	• entwickeln chemische Fragestellungen zu Kunststoffen.	• recherchieren zu Anwendungsbereichen von Kunststoffen. • nutzen ihre Fachkenntnisse zur Erklärung der Funktionalität ausgewählter Kunststoffe.	• beurteilen den Einsatz von Kunststoffen in Alltag und Technik. • **beurteilen ökonomische und ökologische Aspekte des Kunststoffrecyclings im Sinne der Nachhaltigkeit (eA).** • erkennen Tätigkeitsfelder im Umfeld der Kunststoffchemie.
Punkte 1, 3, 4: **Plastik**	Punkt 1: **Plastik**	Punkte 1, 2, 3: **Plastik**	Punkte 1, 3: **Plastik** **Punkt 2: Plastik**

Fortsetzung: **Makromoleküle und Nanostrukturen (Seite 1/1)**			**QP**
FACHKOMPETENZ			
SACHKOMPETENZ	ERKENNTNISGEWINNUNGS-KOMPETENZ	KOMMUNIKATIONS-KOMPETENZ	BEWERTUNGSKOMPETENZ
Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …	Die Lernenden …
• beschreiben den Reaktionstyp der Polymerisation. • **beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation (eA).**		• **stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus (in Strukturformeln) dar oder umgekehrt (eA)**	
Punkt 1: **Plastik** **Punkt 2: Plastik**		**Punkt 1: Plastik**	
• beschreiben die Struktur von Aminosäure- und Kohlenhydrate-Molekülen (Glucose-, Stärke-Molekül). • benennen die Amino- und die Carboxy-Gruppe als funktionelle Gruppen der Aminosäuren. • **beschreiben das Phänomen der Chiralität (eA).** • **beschreiben intramolekulare Wechselwirkungen in einem Protein-Molekül (eA).**	• führen die Iod-Stärke-Reaktion durch. • **führen die Biuret-Probe durch (eA).** • **wenden ihre Kenntnisse zu Reaktionstypen auf die Bildung von Polypeptiden an (eA).**	• identifizieren funktionelle Gruppen in Naturstoffen und wenden Fachbegriffe an. • **erklären Chiralität mit dem Vorhandensein eines asymmetrischen Kohlenstoff-Atoms (eA).** • **wenden Fachbegriffe zu inter- und intramolekularen Wechselwirkungen an (eA).**	• beurteilen die Bedeutung von Naturstoffen im Alltag.
Punkte 1, 2: **Nahrung** **Punkte 3, 4: Nahrung**	Punkt 1: **Nahrung** **Punkte 2, 3: Nahrung**	Punkt 1: **Nahrung** **Punkte 2, 3: Nahrung**	Punkt 1: **Nahrung**
• **definieren Nanoteilchen anhand ihrer Größe (eA).** • **beschreiben, dass Nanoteilchen aufgrund ihrer Größe besondere Eigenschaften haben (eA).** • **beschreiben eine Nanostruktur und eine Oberflächeneigenschaft (eA).**	• **nutzen ein Modell zur Oberflächenvergrößerung (eA).**	• **nutzen ihre Kenntnisse zu intermolekularen Wechselwirkungen zur Erklärung der Oberflächeneigenschaft einer Nanostruktur (eA).**	• **beurteilen Chancen und Risiken ausgewählter Nanomaterialien (eA).**
Punkte 1, 2, 3: Nano	**Punkt 1: Nano**	**Punkt 1: Nano**	**Punkt 1: Nano**

7.3 Auszüge aus den Dokumentationsbögen der Unterrichtseinheiten in den Klassenstufen 12/13 (inklusive der Kurzbeschreibungen der Unterrichtseinheiten)

Violette Schrift bedeutet in den Dokumentationsbögen: Nur eA-Kurse, nicht für gA-Kurse!

UE „Alternative Treibstoffe“ [ATS]	**Jahrgang 12 – Semester 1**

Bezug zu den Themenfeldern:

Energieträger – Nutzung und Folgen, Synthesewege in der industriellen Chemie, Chemie und Landwirtschaft, Chemie im Alltag

Digitale Medien und Chemie

Kalorimetrische Messungen über *Cobra SMARTsense Temperature Sensor* mit *MeasureAPP* von PHYWE; Erstellen von Stop-Motion-Filmen oder anderen Lernvideos/Tutorials zum Mechanismus der säurekatalysierten Veresterung

Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit

Diese Unterrichtseinheit schließt sich direkt an die Unterrichtseinheiten „Alkohole“ und „Treibstoffe“ der Einführungsphase in Jahrgang 11 an. In der Einheit „Alkohole“ wurde bereits kurz auf die Möglichkeit von Bioethanol als Treibstoffersatz für Benzin in Verbrennungsmotoren und die sogenannte CO_2-Neutralität eingegangen. Dies kann als Einstieg in diese Unterrichtseinheit erneut aufgegriffen und auf einen weiteren CO_2-neutralen Treibstoff erweitert werden. Die Einführung von Biodiesel als Dieselersatz führt zu den bisher unbekannten Stoffklassen der Ester und Fette bzw. fetten Öle. Es werden Herstellungsverfahren zur Veresterung allgemein und zur Umesterung von Rapsöl zum späteren Biodiesel (Rapsölmethylester) kennengelernt. Anschließend wird die Problematik der Konkurrenz von Anbauflächen für Nahrungsmittel und Treibstoffe thematisiert.
Der Vergleich des Treibstoffverbrauchs von Diesel im Vergleich zu Biodiesel bzw. von Ethanol im Vergleich zu Benzin führt zur Frage des Energiegehalts von Treibstoffen. In einem Projekt werden Versuche zur Bestimmung des Energiegehalts von Treibstoffen entwickelt, durchgeführt und auf Fehlerquellen hin untersucht. Auf diese Weise wird das Prinzip der Kalorimetrie zur allgemeinen Messung von Reaktions-energien bzw. –enthalpien erlernt. Diese Definition der verschiedenen energetischen Systeme bei chemischen Reaktionen führen zur Definition der Begriffe der Reaktionsenthalpie und Reaktionsenergie. Als Abschluss des Kalorimetrieprojektes können Berechnungen zum Kohlenstoffdioxid-Ausstoß pro verbranntem Liter Treibstoff durchgeführt werden und auf diese Weise noch einmal verschiedene Treibstoffsorten miteinander verglichen werden.
Im Anschluss folgt dekontextualisiert die sogenannte „klassische Energetik“, bei der verschiedene Enthalpiearten wie die Reaktionsenthalpie, die Verbrennungsenthalpie, die Standard-Bildungsenthalpie, die Bindungsdissoziationsenthalpie und die Lösungsenthalpie eingeführt werden. Der Satz von Hess wird erarbeitet und herangezogen zur Berechnung von Enthalpien über energetische Kreisprozesse. Diese Kreisprozesse werden in Form von Energiediagrammen visualisiert.
Den Abschluss der Unterrichtseinheit stellt das Teilprojekt zur Untersuchung des Antriebs chemischer Reaktionen dar. Kleine Versuche zu endothermen Reaktionen führen zu der Frage, warum gerade stark endotherme Reaktionen freiwillig ablaufen. Dies führt zur Einführung der Reaktionsentropie als Maß für den Unordnungszustand eines energetischen Systems und zur Kombination von Reaktionsenthalpie /Reaktionswärme) und Reaktionsentropie zur so genannten freien Reaktionsenthalpie, der Reaktions-Gibbs-Energie. Mit Hilfe der Gibbs-Helmholtz-Gleichung erfahren die SuS, dass nur exergone Reaktion freiwillig ablaufen. Abschließend findet eine philosophische Betrachtung der Entropie statt.

Grober Verlauf

BLOCK 0: RÜCKBLICK AUF DIE EINFÜHRUNGSPHASE (Jahrgang 11)

- Anthropogener und natürlicher Treibhauseffekt: Unterschiede
- Prinzip des Treibhauseffekts, Bedeutung der so genannten Treibhausgase
- Verzweigte/unverzweigte Alkane, Nomenklatur, Isomerie, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen (SDT, SMT)
- Prinzip der Gaschromatografie, Auswertung eines Gaschromatogramms von Feuerzeuggas
- Sommer- und Winterbenzin: Struktur- Eigenschaftsbeziehungen
- Stoffeigenschaften der Alkohole (SDT, SMT, Löslichkeit in Wasser), Struktur-Eigenschafts-Beziehungen
- Alkanale (Aldehyde) und Alkanone (Ketone) als Oxidationsprodukte der Alkohole – Aufstellen von Gesamtredoxreaktionen sowie von Teilreaktionen (Reduktion, Oxidation), Aufstellen von Oxidationszahlen
- Carbonsäuren als Oxidationsprodukte von Alkanalen, Aufstellen von Gesamt- und Teilreaktionsgleichungen

BLOCK 1: ALTERNATIVE TREIBSTOFFE AM BEISPIEL BIODIESEL (violett: nicht gA-Kurse)

- Funktionsprinzip Dieselmotor im Vergleich zum Ottomotor (Benzinmotor)
- Anforderungen an flüssige Treibstoffe für Dieselmotor (Viskosität, Flammtemperaturen, Zündtemperaturen)

- Vergleich der Nutzung von Biodiesel vs. Rapsöl als Treibstoff
- Notwendigkeit der Reaktion von Rapsöl zu Rapsölmethylester (Biodiesel oder RME),
- Stoffklasse der Ester, Nomenklatur *(Hinweis: Laut KC 2022 sind nur noch Trivialnamen notwendig)*
- Herstellung eines Esters durch Reaktion von Alkohol mit Carbonsäure
- Aufstellen von Reaktionsgleichungen zur Veresterung mit Strukturformeln
- Mechanismus der säurekatalysierten Veresterung
- Stoffeigenschaften der Stoffklassen Ester, Alkohole, Carbonsäuren im Vergleich (Löslichkeit in Wasser, Siede- und Schmelztemperaturen), Struktur-Eigenschafts-Beziehungen
- Herstellungsverfahren Biodiesel als Umesterung eines Fettes oder fetten Öls mithilfe von Methanol zu Rapsölmethylester (Biodiesel) und Glycerin, Reaktionsgleichung mit Strukturformeln
- Vergleich Veresterung vs. Umesterung (Unterschiede, Gemeinsamkeiten)
- Nomenklatur der auftretenden Stoffklassen – Benennung der Moleküle (Ester, Alkohole, Carbonsäuren)
- Erkennen der Zugehörigkeit von Stoffen zu Stoffklassen aufgrund der funktionellen Gruppen in ihrer Molekülstruktur (Hydroxyl-Gruppe [-OH] → Alkohol, Carboxyl-Gruppe [-COOH] → Carbonsäure, usw.)
- Mehrwertige Alkohole wie Glycerin (dreiwertig) sowie primäre, sekundäre und tertiäre Alkohole
- *Nur noch freiwillig (laut KC 2022 werden Fette nicht mehr thematisiert): Stoffeigenschaften von Fetten (SDT, SMT, Löslichkeit), Struktur-Eigenschafts-Beziehungen*
- Generell: Kenntnis der zwischenmolekularen Anziehungskräfte wie Wasserstoffbrückenbindungen, Dipol-Dipol-Anziehungskräfte, Londonkräfte, Dipol-Ionen-Anziehungskräfte zur Erklärung von Stoffeigenschaften

BLOCK 2: KALORIMETRIE

Erklärung des unterschiedlichen Treibstoffverbrauchs von Ethanol und Benzin (hier: Isooctan)

- Genereller Aufbau zur experimentellen Bestimmung der bei Reaktionen freiwerdenden Energie
- Prinzip der Kalorimetrie (Verbrennungskalorimeter und normale Kalorimeter)
- Berechnung der bei einer Reaktion freigewordenen oder zugeführten Reaktionswärme Q über die kalorimetrische Grundgleichung: $Q = c_w \cdot m_w \cdot \Delta T$
- Einführung der Reaktionsenthalpie (siehe Begriffsklärungen unten) → Ermittlung von Verbrennungsenthalpien $\Delta_c H$ [$\Delta_V H$] bzw. $\Delta_c H_m$ [$\Delta_V H_m$] aus der Reaktionswärme: $\Delta_c H = - Q$
- Durchführung und Auswertung kalorimetrischer Messungen zur Bestimmung der allgemeinen freiwerdenden Reaktionsenthalpie, der Verbrennungsenthalpie von Treibstoffen und der normierten Verbrennungsenthalpie (= Brennwert) in z.B. MJ/kg oder MJ/L von Treibstoffen am Beispiel von Isooctan und Ethanol.
- Durchführung und Auswertung eines Versuchs zur Bestimmung der Mischtemperatur von Wasser und daraus: Ermittlung der Wärmekapazität eines Kalorimeters
- Erklärung des unterschiedlichen Treibstoffverbrauchs von z.B. Ethanol und Benzin bei gleichen Fahrleistungen mit Hilfe der experimentell ermittelten Verbrennungsenthalpien
- Bewertung der Versuchsaufbauten in Bezug auf Energieentwertungen (Energieverluste)
- Zuordnung von Versuchsaufbauten zu Systemarten
- Reaktionsgleichungen von vollständigen (CO_2 entsteht) und unvollständigen (CO entsteht) Verbrennungen
- Berechnung von freigesetzten Stoffmengen an CO_2 pro Liter verbranntem Treibstoff
- Bewertung verschiedener Treibstoffsorten und Antriebsarten für zukünftige Verkehrsmittel in Bezug auf ihre Umweltverträglichkeit, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit

BLOCK 3: KLASSISCHE ENERGETIK

- Offene, geschlossene, adiabatische und abgeschlossene (isolierte) Systeme (je nachdem, was mit der Umgebung ausgetauscht wird: Stoffaustausch, Wärmeaustausch, Verrichtung von Volumenarbeit)
- Innere Energie $U = E_{kern} + E_{chem} + E_{therm}$
- E_{chem} ist gespeicherte Energie in chemischen Bindungen und in zwischenmolekularen Anziehungskräften
- E_{therm} ist Bewegungsenergie der kleinsten Teilchen (gespeichert in Rotation, Translation und Vibration)
- Umwandlung E_{chem} bei einer chemischen Reaktion in andere E_{chem} sowie in E_{therm}
- Einführung der Reaktionsenthalpie $\Delta_r H$ als negative Reaktionswärme bei konstantem Druck (offenes System, entspricht den meisten chemische Reaktionen in Schule und Labor) → exotherm: Reaktionswärme wird frei, endotherm: Reaktionswärme wird der Umgebung entzogen. Per Definition ist die Reaktionsenthalpie $\Delta_r H$ negativ, wenn diese frei wird: $\Delta_r H = - Q_{r,p}$.
- Zusammenhang zwischen Änderung der inneren Energie $\Delta_r U$ und Reaktionsenthalpie: $\Delta_r H = \Delta_r U – W = \Delta_r U + p \cdot \Delta V$, wobei verrichtete Volumenarbeit $= - p \cdot \Delta V$)
- Gesetz der konstanten Wärmesummen = Satz von Hess: Die Reaktionsenthalpie einer chemischen Reaktion ist unabhängig vom Weg. Anders ausgedrückt: Sind Edukte und Produkte gleich, so ist der Energieumsatz insgesamt gleich, egal wie viele Umwege man über Zwischenprodukte macht (Anwendung des 1. Hauptsatzes der Thermodynamik – Energieerhaltungssatz)

- Darstellung des Satzes von Hess zur Berechnung von Reaktionsenthalpien mit Hilfe von Standard-Bildungsenthalpien oder Reaktionsenthalpien von Zwischenschritten als energetische Kreisprozesse mit Reaktionsgleichungen und als energetische Kreisprozesse im Energiediagramm.
- Einführung der Standard-Bildungsenthalpien $\Delta_f H_m^0$ als die Reaktionsenthalpien der Bildungsreaktion einer Verbindung aus den Elementen in ihrem Grund-Aggregatzustand unter Standard-Bedingungen (p = 1,013bar, T = 298,15K bzw. 25°C, c = 1mol/L). Die Standard-Bildungsenthalpie der Elemente in ihrem Grundzustand ist per Definition gleich Null.
- Durchführung und Auswertung eines Experiments zur Bestimmung der molaren Bildungsenthalpie von Kohlenstoffdioxid durch Verbrennung von Holzkohle im Verbrennungskalorimeter.
- Nutzung der Standard-Bildungsenthalpien zur Berechnung beliebiger Reaktionsenthalpien mit Hilfe des Satzes von Hess: $\Delta_r \boldsymbol{H_m^0} = \sum \Delta_f \boldsymbol{H_m^0}\,(\boldsymbol{Produkte}) - \sum \Delta_f \boldsymbol{H_m^0}\,(\boldsymbol{Edukte})$.
- Einführung der molaren Bindungsdissoziationsenthalpie (kurz: Bindungsenthalpie) $\Delta_b H_m^0$ als die Energie, die nötig ist, um die betreffende Bindung zu spalten. Es gilt die Regel: Wird eine Bindung gespalten, so muss Energie zugeführt werden. Entsteht eine neue Bindung, so wird generell Energie frei.
- Einführung der molaren Lösungsenthalpie $\Delta_L H_m^0$ als Enthalpie, die frei wird oder aufgebracht werden muss, um ein Mol eines Stoffes in Wasser vollständig zu lösen.
- Ermittlung der Lösungsenthalpie von Salzen aus aufzubringender Gitterenthalpie des Salzes $\Delta_G H_m^0$ und freiwerdender Hydratationsenthalpie $\Delta_H H_m^0$ der aquatisierten Ionen → Berechnungen mit Hilfe tabellarischer Auflistungen der Gitter- und Hydratationsenthalpien.
- Aufstellen von energetischen Kreisprozessen mit Reaktionsgleichungen und im Energiediagrammen zur Ermittlung von Lösungsenthalpien (exothermer oder endothermer Lösungsvorgang → Energiebilanz von aufzubringender Gitterenergie und freiwerdender Hydratationsenergie)

BLOCK 4: DER ANTRIEB VON CHEMISCHEN REAKTIONEN (nur eA-Kurse, nicht gA-Kurse)

- Experimentelle Untersuchung endothermer Reaktionen – Feststellung, dass alle endothermen Reaktionen als Gemeinsamkeit die Veränderung des Ordnungszustandes der Teilchen hin zu ungeordneteren Aggregatzuständen besitzen.
- Einführung der Entropie als Maß für den Ordnungszustands eines Systems. Entropie S als Maß für die thermodynamische Wahrscheinlichkeit zur Realisierung von Zuständen (statistische Deutung). Abhängigkeit der Entropie von der Temperatur, Besonderheit der Entropieänderung bei Phasenübergängen.
- Berechnung von Standard-Reaktionsentropien mit Hilfe des Satzes von Hess: $\Delta_r \boldsymbol{S_m^0} = \sum \boldsymbol{S_m^0}\,(\boldsymbol{Produkte}) - \sum \boldsymbol{S_m^0}\,(\boldsymbol{Edukte})$.
- Einführung der freien Reaktionsenthalpie $\Delta_r G_m^0$ (Gibbsenergie) als Zusammenspiel von Reaktionsenthalpie $\Delta_r H_m^0$und Reaktionsentropie $\Delta_r H_m^0$ über die Gibbs-Helmholtz-Gleichung: $\Delta_r G = \Delta_r H - T \cdot \Delta_r S$
- Notwendige Bedingung, damit eine chemische Reaktion freiwillig abläuft: $\Delta_r G$ negativ, $\Delta_r G < 0$ → es muss insgesamt Energie frei werden.
- Berechnung von freien Standard-Reaktionsenthalpien mit dem Satzes von Hess: $\Delta_r \boldsymbol{G_m^0} = \sum \Delta_f \boldsymbol{G_m^0}\,(\boldsymbol{Produkte}) - \sum \Delta_f \boldsymbol{G_m^0}\,(\boldsymbol{Edukte})$.
- Unterscheidung aller möglicher chemischer Reaktionen nach dem Zusammenspiel von Reaktionsenthalpie und Reaktionsentropie (Typ 1: $\Delta_r H < 0$, $\Delta_r S > 0$ / Typ 2: $\Delta_r H < 0$, $\Delta_r S < 0$ / Typ 3: $\Delta_r H > 0$, $\Delta_r S > 0$ / Typ 4: $\Delta_r H > 0$, $\Delta_r S < 0$) → aber Achtung: die Typen sind nicht festgelegt – man muss stets genau darauf achten, welcher Typ gerade gemeint ist!.
- Übungsaufgaben zur Berechnung von freien Standard-Reaktionsenthalpien mit Hilfe des Satzes von Hess zur Klärung, ob eine Reaktion freiwillig abläuft oder nicht.
- Bei Nicht-Standard-Bedingungen in Bezug auf die Temperatur: Berechnung von Mindest- oder Maximaltemperaturen, die überschritten bzw. unterschritten werden müssen (mit Hilfe des Satzes von Hess und der Gibbs-Helmholtz-Gleichung), um zu klären, ab welcher Temperatur bzw. bis zu welcher Temperatur eine Reaktion exergon ist und damit freiwillig abläuft.
- Gesamtentropiezunahme als Antrieb und Kennzeichen von freiwillig ablaufenden Reaktionen
- Philosophische Betrachtung der Entropie: Führt das Streben nach Entropiezunahme zum Ende allen Daseins? Text: The End of Time?

Fachübergreifende Bezüge

Politik und Wirtschaft bzw. Gesellschaft, Erdkunde, Physik, Mathematik, Technik, Philosophie

Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden

- Förderung von Kompetenzen der Erkenntnisgewinnung bei Kalorimetrie-Versuchen zur Verbrennung von Treibstoffen (z.B. Ethanol und Benzin) mit einfachen und besser isolierten Kalorimetern
- Förderung von Kompetenzen der Erkenntnisgewinnung bei der Entwicklung von eigenen Kalorimetrie-Versuchen mit Thematisierung von Fehlerquellen in Bezug auf Wärmeverluste

- Förderung von kommunikativen Kompetenzen und Kompetenzen der Bewertung / Reflexion bei der Einbindung von Auswirkungen von Verbrennungsmotoren / Treibstoffen auf den Treibhauseffekt und bei der Konkurrenz von Treibstoff- und Nahrungsmittelanbauflächen in der Landwirtschaft
- Nutzung der digitalen Bluetooth-Sensoren Cobra SMARTsense Temperature Sensor mit MeasureApp von PHYWE zur Aufnahme von Messwerten zum Temperaturverlauf einer chemischen Reaktion in der Kalorimetrie
- Erstellen von Stop-Motion-Filmen / Lernvideos / Tutorials zur säurekatalysierten Veresterung

Materialien und Fundstellen

Materialien: Chemie-USB-Stick im Lehrerzimmer

Ungefährer Stundenbedarf

Etwa 8 bis 10 Wochen

Möglichkeiten zur Leistungsbewertung

Abschlussklausur – eventuell bereits mit experimentellem Anteil (einfache Kalorimetrieversuche)

UE „Ozeane“ [Ozean]	**Jahrgang 12 – Semester 1 (ev. noch Semester 2)**

Bezug zu den Themenfeldern:

Umweltbereich Wasser und Luft, Chemie und Ernährung, Chemie im Alltag, Chemie und Technik

Berufsorientierung und Chemie *(entweder in dieser Einheit oder in der UE „Elektrochemie“)*

Einblick in die Aufgaben in Klärwerken: Chemische Reinigungsstufe Phosphatfällung [z.B. Chemielaborant, Umweltanalytiker]

Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit

Als Kontext dieser Unterrichtseinheit dienen die vom Menschen verursachten und immer stärker ansteigenden Emissionen an Kohlenstoffdioxid. Schnell wird zu Beginn der Einheit verdeutlicht, dass die Ozeane einen Großteil des Kohlenstoffdioxids aufnehmen. An dieser Stelle werden über Löslichkeitsmessungen und Vergleiche von gemessenen und zu erwartenden pH-Werten die Unvollständigkeit des Lösungsvorganges und das Prinzip vom chemischen Gleichgewicht eingeführt. Dieses chemische Grundprinzip wird an Beispielen (z.B. Essigsäureethylester-Gleichgewicht) verdeutlicht und die Beeinflussung des Kohlenstoffdioxid-Löslichkeitsgleichgewichts sowie von Folgereaktion wird experimentell erforscht, was zum Prinzip des kleinsten Zwangs führt. Anschließend werden die Erkenntnisse auf die Vorgänge in den Ozeanen angewendet (physikalische, chemische und biologische Kohlenstoffpumpen), was auch zur Einführung von Löslichkeitsgleichgewichten führt. Übungsaufgaben mit Anwendungsbezug auch in Bezug auf wichtige technische Aspekte wie z.B. das Haber-Bosch-Verfahren zur Ammoniak-Herstellung runden die Einheit ab. Den Abschluss der Einheit stellt der Block der Reaktionskinetik dar, also die Befassung mit der Geschwindigkeit von Reaktionen und deren Bedeutung. Experimentell eingeführt wird die Reaktionsgeschwindigkeit am Beispiel der Auflösung von Muschelkalk in saurer Umgebung, so wie es verstärkt auch in den Ozeanen stattfindet. Des Weiteren wird die Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit untersucht und schließlich die Wirkungsweise und Bedeutung von Katalysatoren thematisiert.

Grober Verlauf

BLOCK 1: EINSTIEG ÜBER KOHLENSTOFFDIOXIDAUFNAHME DURCH DIE OZEANE

- Der Kohlenstoffdioxid-Gehalt der Atmosphäre (Wandel von 1980 – 2000)
- Der Kohlenstoff-Kreislauf (Vegetation, Mensch, Ozeane)
- Hörbeitrag vom Deutschlandfunk: Problematik der CO_2-Einlagerung in den Ozeanen → Versauerung der Meere, Auswirkungen auf die Tier- und Pflanzenwelt in den Ozeanen
- Reaktionsgleichungen zum Lösen von CO_2 in den Ozeanen: Physikalisches Lösen, Chemisches Lösen, Dissoziationsgleichgewichte der Kohlensäure
- Versuch zur Bestimmung der Löslichkeit von CO_2 in Wasser → Messung des pH-Wertes der entstandenen CO_2-Wasser-Lösung und Messung des CO_2-Volumenrückgangs beim Lösen
- Einführung des Prinzips vom Chemischen Gleichgewicht aufgrund der Diskrepanz des gemessenen pH-Werts und des durch die gemessene Menge an gelösten CO_2 erwarteten pH-Wertes (Prinzip der unvollständig ablaufenden Reaktionen)

BLOCK 2: DAS CHEMISCHE GLEICHGEWICHT (violett: nicht gA-Kurse)

- Modell zur Verdeutlichung des Prinzips vom chemischen Gleichgewicht: „Der Apfelkrieg“
- Modellexperiment zum chemischen Gleichgewicht: „Der Stechheber-Versuch“

- Definition des chemischen Gleichgewichts-Zustandes über gleiche Hin- und Rückreaktions-geschwindigkeiten (am Beispiel des Apfelkrieges), Einführung Massenwirkungsgesetz
- Übung zum Chemisches Gleichgewicht: Das Iod-Wasserstoff-Gleichgewicht
- Exkurs: Übungsaufgaben zur experimentellen Bestimmung einer Gleichgewichtskonstante am Beispiel des Essigsäureester-Gleichgewichts durch Titration der Essigsäure im Gleichgewicht!
- Übungsaufgaben zu Berechnungen von Gleichgewichtskonstanten und Gleichgewichtskonzentrationen
- Versuche zur Abhängigkeit des CO_2-Lösungs-Gleichgewichts bei Veränderung der Temperatur, der Ausgangs- oder Produkt-Konzentrationen oder des Druckes (Versuche mit Mineralwasser)
- Übung zur Beeinflussung des Chemischen Gleichgewichts durch Druckänderung am Beispiel der Reaktion von N_2O_4 zu NO_2.
- Definition und Anwendung des Prinzips vom kleinsten Zwang nach Le Chatelier

BLOCK 3: KOHLENSTOFFDIOXID(TRANSPORT) IN DEN OZEANEN (violett: nicht gA-Kurse)

- Die physikalische Kohlenstoffpumpe und das maritime Förderband – wie viel CO_2 können die Ozeane noch aufnehmen? Anwendungen des Prinzips von Le Chatelier
- Die biologische Kohlenstoffpumpe und die Carbonatpumpe – Bedeutung für globalen CO_2-Kreislauf und Kohlenstoffdioxid-Speicherung in den Ozeanen
- Problematik: Wieso lösen sich die Kalkschalen der Carbonatpumpe nicht einfach im Wasser?
- Versuche zu Löslichkeitsgleichgewichten: Halogenid-Ionen-Nachweis mit Silbernitrat-Lösung [$AgNO_3$(aq)] und Nachweis von Kohlenstoffdioxid mit Kalkwasser [$Ca(OH)_2$(aq)]
- Einführung des Löslichkeitsproduktes als Maß für die Löslichkeit von Salzen – Anwendung auf verschiedenen Formeltypen
- Übungsaufgaben zu Löslichkeitsprodukten (Nachweisreaktionen für Silberhalogenide, Calciumcarbonat, Calciumfluorid) → 1.) Berechnungen der maximalen Löslichkeit von Salzen aus dem Löslichkeitsprodukt, 2.) Berechnungen zur maximal zuführbaren Menge einer Ionensorte, wenn die andere Ionensorte eines schwerlöslichen Salzes bereits in einer Lösung vorhanden ist und deren Konzentration direkt oder indirekt vorgegeben ist!
- Weitere Übungsaufgaben zu Löslichkeits-Gleichgewichten: Probleme bei der Restauration von Gemälden (Auripigment und Chromgelb sind zwei sehr ähnliche Gelbtöne)
- Weitere Übungsaufgaben zu Le Chatelier: Gleichgewichtsreaktionen in der Technik (Ostwald-Verfahren, Haber-Bosch-Prozess), Kalkablagerungen im Wasserkocher und Höhenakklimatisierung (Anwendung Le Chatelier)

BLOCK 4: REAKTIONSKINETIK

- Auswirkung Versauerung Meere auf kalkhaltige / kalkproduzierende Lebewesen: Reaktion Salzsäure mit Muschelkalk
- Versuch zur Bestimmung der Volumenzunahme an CO_2 bei der Reaktion von Muschelpulver mit Salzsäure verschiedener Konzentration
- Umrechnung der Volumenzunahme an Kohlenstoffdioxid (Produkt) in Konzentrationsabnahme der Hydroniumionen-Konzentration (Edukt)
- Definition der Reaktionsgeschwindigkeit als $v = \frac{\Delta c(Produkt)}{\Delta t} = -\frac{\Delta c(Edukt)}{\Delta t}$, Darstellen der Reaktionsgeschwindigkeit in Abhängigkeit der zeitlichen Änderung von Edukt- und Produkt-konzentrationen mit Berücksichtigung der stöchiometrischen Vorzahlen der Reaktionsgleichung
- Halbwertszeit, Durchschnitts-, Momentan- und Anfangsreaktionsgeschwindigkeit
- Konzentrationsabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit, Erklärung dieser Konzentrationsabhängigkeit über Modell der wirksamen Stöße (Kollisionsmodell, Stoßtheorie)
- Definition der Geschwindigkeitsgleichung $v = k \cdot c^x(A) \cdot c^y(B)$, Überprüfung von proportionalen Zusammenhängen von Konzentrationen verschiedener Teilchensorten einer Reaktion mit der Reaktionsgeschwindigkeit + Aufstellen von Geschwindigkeitsgleichungen passend zu experimentellen Werten, Berechnen von Geschwindigkeitskonstanten
- Versuche zur Überprüfung der Temperaturabhängigkeit der Reaktion von Backpulver mit Wasser; RGT-Regel (Reaktionsgeschwindigkeits-Temperatur-Regel)
- Theorie vom Übergangszustand (mit Energieverlauf beim Wechseln eines Bindungspartners),
- Maxwell-Boltzmann-Verteilungsdiagramm: Auftragung der Teilchenanteile an einer Gesamtteilchenportion in Abhängigkeit von der Teilchengeschwindigkeit (oder stellvertretend von der kinetischen Energie); Erläuterung der Temperaturabhängigkeit einer chemischen Reaktion (je höher die Temperatur, desto höher der Anteil an Teilchen mit einer für die Reaktion benötigten Mindestenergie)
- Katalyse: Erläuterung der Steigerung der Reaktionsgeschwindigkeit durch Katalysatoren im Energiediagramm (Herabsetzen von Aktivierungsenergien durch Bildung von Zwischenprodukten o.Ä.), Versuch zur Sichtbarmachung der Wirkungsweise von Katalysatoren (KI-Lösung oder MnO_2 als

Katalysatoren zur Reaktion von H_2O_2), Vergleich von homogener und heterogener Katalyse, Autokatalyse, Biokatalyse

Fachübergreifende Bezüge

Gesellschaft, Politik und Wirtschaft, Erdkunde, Physik, Mathematik, Verfahrenstechnik, Kunst

Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden

- Schülerversuche zum Prinzip des kleinsten Zwangs nach LE CHATELIER (Stationenlernen möglich)
- Schülerversuche zu Nachweisen von Halogenid-Ionen und Kohlenstoffdioxid über Löslichkeitsgleichgewichte
- Übungsaufgaben zu technischer Chemie (Ostwald-Verfahren, Haber-Bosch-Verfahren)
- Multiperspektivität am Beispiel Fritz Haber (Ammoniak-Synthese im Haber-Bosch-Verfahren)
- Schülerversuche zur Konzentrations- und Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit

Materialien und Fundstellen

Materialien: Chemie-USB-Stick im Lehrerzimmer

Ungefährer Stundenbedarf

Etwa 10 Wochen

Möglichkeiten zur Leistungsbewertung

- Klausur (experimenteller Anteil z.B. über Ausfällungsversuche ist möglich)
- Präsentationen von arbeitsteiligen Gruppenarbeiten

UE „Säuren und Basen“ [Säure] | Jahrgang 12 – Semester 2

Bezug zu den Themenfeldern:

Digitale Medien und Chemie

Potentiometrische Messungen von pH-Werten / Titrationskurven über normale pH-Meter und (wenn vorhanden) über *Cobra SMARTsense pH Sensor* mit *MeasureAPP* von PHYWE

Umweltbereich Wasser, Chemie im Alltag, Analytische Chemie

Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit

Diese Unterrichtseinheit schließt sich direkt an die Unterrichtseinheit „Ozeane“ an, da sich die Lerngruppe bereits im Bereich der Ozeane mit Säure-Base-Reaktionen von Kohlensäure in Wasser beschäftigt hat. Der Anfang der Unterrichtseinheit steht ganz im Zeichen der Fachsystematik und dient diversen Begriffsklärungen sowie der Wiederholung der Säure-Base-Theorien von Arrhenius und Brönsted. Die Autoprotolyse des Wassers wird über empfindliche Leitfähigkeitsmessungen von destilliertem Wasser thematisiert und führt über den neutralen pH-Wert von 7 zur Einführung der Definition des pH-Wertes. Im zweiten Block der Einheit werden pH-Berechnungen von starken und schwachen Säuren und Basen sowie von Ampholyten und in Wasser gelösten Salzen behandelt. Die Thematisierung des eng eingegrenzten pH-Bereiches des menschlichen Blutes führt zum nächsten Block, der sich mit den Pufferlösungen beschäftigt. Hier wird die spezielle Eigenschaft von Pufferlösungen, den pH-Wert trotz Zugabe starker Säuren oder Basen relativ konstant zu halten, erarbeitet, was schließlich zur Berechnung der pH-Werte von Pufferlösungen über die Henderson-Hasselbalch-Gleichung führt. Die Feststellung, dass es sich auch bei Säure-Base-Indikator-Lösungen um Pufferlösungen handelt, führt schließlich zum letzten Block der Unterrichtseinheit, der sich mit der analytischen Chemie beschäftigt. Hier lernen die SuS, wie in Chemielaboren unbekannte Säure- oder Base-Konzentrationen mit Hilfe von Titrationen ermittelt werden können. Des Weiteren werden Titrationskurven experimentell ermittelt und ebenso wie Protolysediagramme analysiert. Mit der Methode der experimentellen Ermittlung des Halbäquivalenzpunktes erlernen die SuS schließlich eine Möglichkeit zur Identifizierung von unbekannten Säuren und Basen.

Grober Verlauf

BLOCK 1: SÄUREN UND BASEN ALLGEMEIN (Einstieg über Wiederholung Klasse 10 Sek I)

- Arrhenius- und Brönsted-Definitionen von Säuren und Basen
- Unterscheidung zwischen Stoff- und Teilchenebene: Stoff (Säure oder saure Lösung / Lauge oder alkalische Lösung); Teilchen (Säure / Base)
- Protolysereaktionen als Gleichgewichtsreaktionen
- Korrespondierende Säure-Base-Paare
- Ampholyte (Teilchen, die sowohl als Säure, wie auch als Base reagieren können)
- Die Neutralisationsreaktion ($2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$)

- Autoprotolyse allgemein (Ampholyte können mit sich selbst in Autoprotolyse reagieren)
- Autoprotolyse von Wasser führt zum Ionenprodukt des Wassers

BLOCK 2: DER pH-WERT (violett: nicht gA-Kurse)

- Definition des pH-Wertes als negativer dekadischer Logarithmus der Hydroniumionen-Konzentration – analog dazu: pOH-Wert
- pH 7 bei neutralen Lösungen – Bedingungen durch das Ionenprodukt des Wassers
- Untersuchung der Säurestärke verschiedener Säuren (Bsp.: HCl, H_2SO_4, H_3C-COOH)
- Strukturformeln und Trivialnamen: Essigsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure, Natronlauge, Ammoniak, Kohlensäure + dazugehörige Ionen
- Mehrprotonige Säuren und Basen
- Säurekonstante K_S und Basekonstante K_B mit pK_S- und pK_B-Werten (aus MWG)
- Umgang mit den Tabellen des Tafelwerks
- Erkennen schwacher/starker Säuren/Basen aufgrund ihrer pK_S- bzw. pK_B-Werte
- Erkennen aufgrund der pK_S- und pK_B-Werte, ob Ampholyt eher als Säure oder Base reagiert!
- Bedingungen: pH + pOH = 14 sowie $pK_S + pK_B = 14$
- Berechnungen: Vom pH-Wert zum pK_S-Wert (mit entsprechenden Vernachlässigungen)
- Elektronenpaarabstoßungsmodell (EPA-Modell) zur Skizzierung dreidimensionaler Strukturen
- pH-Wert-Berechnungen von sehr starken Säuren und sehr starken Basen (einprotonig, mehrprotonig)
- pH-Wert-Berechnungen von mittelstarken bis sehr schwachen Säuren und Basen (einprotonig, mehrprotonig); *ggf. Thematisierung pH-Wert-Berechnungen von starken Säuren und Basen ohne Möglichkeit der Vereinfachung der Berechnungen durch Vernachlässigungen (freiwillig)*
- pH-Formel zur Berechnung von Ampholyt-Lösungen laut Tafelwerk: $pH = \frac{1}{2}(14 + pK_S - pK_B)$
- Einordnung der Ionen von Salzen in neutrale, saure oder basische Ionen
- Ermittlung des sauren, neutralen oder basischen Charakters von Salzlösungen
- pH-Wert-Berechnungen von Salzen bzw. von wässrigen Salzlösungen
- Rückführung der Säurestärke auf molekulare Strukturen (Vergleich der Säurestärke der Halogenwasserstoffe (ΔEN vs. Bindungsenergien, Bindungslängen)
- *Nur noch freiwillig (im neuen KC 2022 gestrichen): Rückführung der Säurestärke von organischen Säuren auf molekulare Strukturen (Mesomeriestabilisierung Carboxylat-Ion, induktive Effekte)*

BLOCK 3: PUFFERLÖSUNGEN (nur eA-Kurse, nicht gA-Kurse)

- Bedeutung eines konstanten pH-Wertes für biologische Systeme (Bsp.: Blut-pH = 7,4, Azidose und Alkalose bei zu niedrigen oder zu hohen Blut-pH-Werten)
- Pufferlösungen besitzen die Eigenschaft, trotz Zugabe von starken Säuren oder Basen ihren pH-Wert annähernd konstant zu halten.
- Pufferlösungen bestehen aus schwachen Säuren und ihren korrespondierenden Basen (oder umgekehrt): pH-Pufferwirkung durch Reaktion mit H_3O^+- oder OH^--Ionen und Freisetzung weiterer schwacher Säure- oder Base-Moleküle, die den pH-Wert nur gering beeinflussen.
- Deutung der Wirkung von Pufferlösungen auf Teilchenebene mit Hilfe des „Becherglas-Modells“
- Die Kapazität von Puffern hängt davon ab, wie viel zugegebene starke Säure oder starke Base abgepuffert werden kann – abhängig von der Konzentration der Pufferlösung
- Berechnung der pH-Werte von Pufferlösungen mit Hilfe der Henderson-Hasselbalch-Gleichung
- Der Kohlensäure-Hydrogencarbonat-Puffer des Blutes, offene Puffersysteme
- *Nur noch freiwillig (im neuen KC 2022 stark eingekürzt): Säure-Base-Indikatoren als Pufferlösungen schwacher Säuren und ihrer korrespondierenden Basen* $HInd + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + Ind^-$*, Farbwechsel bei etwa 10-fachem Überschuss einer Teilchensorte, Umschlagsbereiche mit Berechnungen*

BLOCK 4: SÄURE-BASE-TITRATIONEN (violett: nicht gA-Kurse)

- Titration starke Säure / schwache Säure mit starker Base mit BTB zur Berechnung c(Säure) inklusive Beschreibung der Wirkungsweise von Säure-Base-Indikatoren *(neu im KC statt intensiver Betrachtung)*
- Bestimmung Massenanteil und Massenprozent von Essigsäure in Essig
- Aufnahme von Titrationskurven mit pH-Meter (HCl mit NaOH, HAc mit NaOH, ggf. NH_3 mit HCl)
- Interpretation der Titrationskurven: Warum S-förmig, charakteristische Punkte wie Anfangs-pH, Neutralpunkt, Äquivalenzpunkt, pH nach Zugabe zwei Äquivalenten Titrand, Halbäquivalenzpunkt
- Skizzieren von Titrationskurven ohne Experiment (theoretische Kurven)
- Legomodell / Becherglasmodell zum Verständnis des Kurvenverlaufs
- Titrationskurven von mehrprotonigen Säuren (Kohlensäure, Glycinhydrochlorid, Phosphorsäure)
- Protolysediagramme (H_2CO_3, H_3PO_4)

- Methode zur Ermittlung von unbekannten Säuren (Basen) durch Bestimmung der Äquivalenzpunkte per Titration und anschließender Messung des pH-Wertes am Halbäquivalenzpunkt: pH = pK_S (gilt nur am HÄP, da c(Säure) = c(Base)).

Fachübergreifende Bezüge

Mathematik, Analytik, Medizin

Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden

- Diese Unterrichtseinheit startet mit der Wiederholung von Kenntnissen zum Thema *Säuren und Basen* aus dem 10. Jahrgang (Sek I) – hier bieten sich viele Übungsphasen in Gruppenarbeit zur Sicherung von Begrifflichkeiten an (korrespondierende Säure-Base-Paare, Ampholyte, etc.).
- Besonders hervorstechend ist diese Einheit jedoch dadurch, dass sich eine Vielzahl an Schülerversuchen anbietet, wodurch die prozessbezogenen Kompetenzbereiche der Erkenntnisgewinnung und der Kommunikation besondere Beachtung finden.
- Ebenso kann hier viel mit Modellen (Becherglas-Modell) im Bereich der analytischen Chemie und der Puffersysteme gearbeitet werden.

Materialien und Fundstellen

Materialien: Chemie-USB-Stick im Lehrerzimmer

Ungefährer Stundenbedarf

Etwa 6 bis 7 Wochen

Möglichkeiten zur Leistungsbewertung

Es bietet sich eine Klausur mit experimentellem Anteil an (z.B. Titrationen, pH-Wert-Messungen über pH-Meter oder Indikatorfarben).

UE „Elektrochemie“ [Elektro] | Jahrgang 12 – Semester 2 und Semester 3

Bezug zu den Themenfeldern:

Chemie im Alltag, Chemie und Technik, Energieträger – Nutzung und Folgen

Berufsorientierung und Chemie *(entweder in dieser Einheit oder in der UE „Ozeane“)*

Analytische Chemie: Gewässeranalytik, Bestimmung von CSB- und BSB_5-Wert [z.B. Chemielaborant, Umweltanalytiker]

Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit

Nach der Unterrichtseinheit zu Säuren und Basen bietet sich die zweite große Unterrichtseinheit zu den Donator-Akzeptor-Reaktionen an, nämlich zu den Elektronenübertragungsreaktionen bzw. Redoxreaktionen. Der Einstieg erfolgt über einen kurzen Ausflug in den Bereich der Gewässeranalytik. Am Beispiel der Bestimmungen des chemischen Sauerstoffbedarfs (CSB-Wert) und des biologischen Sauerstoffbedarfs (BSB_5-Wert) werden nicht nur Redox-Titrationen eingeführt und mit Säure-Base-Titrationen verglichen, es findet auch eine generelle Wiederholung zur Aufstellung von – teils komplizierteren – Redoxreaktionen mithilfe der Angabe von Oxidationszahlen statt. In Anlehnung an die CSB-Bestimmung bietet die Vielfarbigkeit des Mangans in seinen verschiedenen Oxidationsstufen weitere Möglichkeiten für Schülerexperimente und Übungsaufgaben.
Im nächsten Block dieser Einheit werden zunächst einfache Galvanische Elemente wie das Daniell-Element auch über Schülerexperimente eingeführt. Dies führt zur Entwicklung der „normalen“ Primärzelle, der nicht-wiederaufladbaren Batterie. Es werden verschiedene Batterietypen miteinander verglichen und ihre besonderen Anwendungsmöglichkeiten untersucht. Bei allen Galvanischen Zellen liegt ein Hauptaugenmerk stets auf den ablaufenden Teilchenvorgängen und die Bedeutung der Separatoren.
Die Beschäftigung mit der so genannten elektrochemischen Doppelschicht führt zu einem experimentellen Vergleich der Elektrodenpotenziale verschiedener Metallsorten und schließlich zur Einführung der elektrochemischen Spannungsreihe. Die Thematisierung der Notwendigkeit eines Bezugspunktes einer solchen Reihe führt zur Standard-Wasserstoffelektrode und zur Möglichkeit der Berechnung von Zellspannungen über die Differenzen von Standard-Potenzialen aus der Spannungsreihe. An dieser Stelle findet ein kleiner Ausflug in die Energetik statt, wobei der Zusammenhang zwischen der Zellspannung eines galvanischen Elements und der freien Reaktionsenthalpie erarbeitet wird.
Die Kurse auf erhöhtem Niveau beschäftigen sich im Anschluss mit der Nernst-Gleichung, die Berechnungen von Elektrodenpotenzialen unter Nicht-Standard-Bedingungen möglich macht, und führen diverse Übungsaufgaben auch mit Anwendungsbezug durch.
Anschließend beschäftigen wieder alle Kurse mit der Umkehrung des Galvanischen Elements – mit der Elektrolysezelle, was zur Einführung der so genannten Sekundärzellen oder Akkumulatoren führt – durch

Elektrolyse wiederaufladbare Batterietypen. Die Kurse auf erhöhtem Niveau beschäftigen sich hierbei mit dem Phänomen des Überpotenzials (der Überspannung) und deren Auswirkung auf tatsächlich ablaufende Elektrolysereaktionen. Alle Kurse lernen typische Akkumulatoren wie z.B. den Blei-Akkumulator kennen und berechnen mit Hilfe der Faraday-Gesetze bei Elektrolysen abgeschiedene Mengen an Metallen. Nach den Akkumulatoren bietet sich die Beschäftigung mit Brennstoffzellen und der Vergleich zu den Akkumulatoren an. Auch hier gibt es die Möglichkeit von Schülerexperimenten.
Im nächsten Block liegt der Fokus auf die Anwendung der Elektrolyse im großtechnischen Bereich. Die SuS erarbeiten sich hierbei die Verfahren der Chlor-Alkali-Elektrolyse im mehreren Variationen, der Schmelzflusselektrolyse zur Herstellung von Aluminium sowie insbesondere der Kupferraffinitation, da sich mit dem Konzern AURUBIS in Hamburg in unmittelbarer Nachbarschaft der Weltmarkführer dieser Technik befindet.
Den Abschluss der Unterrichtseinheit stellt der Block zur elektrochemischen Korrosion dar. Hier unterscheiden die SuS verschiedene Korrosionsarten voneinander, erfahren Faktoren, die Korrosion fördern oder verhindern können sowie den Einfluss anderer Stoffe bzw. Metalle auf die Korrosion von z.B. Stahl. Dabei werden auch Schülerversuche zur Sichtbarmachung von Eisen in verschiedenen Oxidationsstufen durchgeführt (Nachweis über Berliner Blau), was zur kurzen Einführung der koordinativen Bindung führt. Abschließend beschäftigen sich die SuS mit diversen Möglichkeiten und Verfahren des aktiven und passiven Korrosionsschutzes.

Grober Verlauf

BLOCK 1: ANALYTISCHE CHEMIE / REDOXTITRATIONEN (violett: nicht gA-Kurse)

- Kurze Wiederholung der Entwicklung des Redox-Begriffs von Sauerstoffaufnahme- zu Elektronenübertragungsreaktionen (Sek I)
- Gewässeranalytik: BSB_5-Wert (biologischer Sauerstoffbedarf) und Sauerstoffbestimmung nach Winkler
- Redoxtitrationen: Iodometrie (Redoxreaktion von Iod mit Thiosulfat)
- Gewässeranalytik: CSB-Wert (chemischer Sauerstoffbedarf, Unterschied zwischen Verbrauch an Permanaganat und Chromat)
- Redoxtitrationen: Permanganometrie (Redoxreaktion von Oxalsäure mit Permanganat)
- Generelle Auswertung von Redox-Titrationen und Anwendung bei Redoxtitrationen
- Anmerkung: Andere Redox-Titrationen sind möglich (z.B. Vitamin C – Bestimmung, Eisen(II)-Bestimmung)

BLOCK 2: REDOXREAKTIONEN ALLGEMEIN

- Aufstellen von Oxidationszahlen (gedachte Ladungen einzelner Atome in Verbindungen)
- Aufstellen schwieriger Redoxgleichungen (Reduktion, Oxidation, Gesamtredoxreaktion, Oxidationszahlen)
- Oxidation als Erhöhung der Oxidationszahl bzw. Oxidationsstufe, Reduktion als Erniedrigung der Oxidationszahl (-stufe)
- Syn- und Disproportionierungen
- Farbigkeit von Mangan in verschiedenen Oxidationsstufen (Abhängigkeit der Reaktion mit Permanganat-Ionen vom pH-Milieu der Reaktionslösung)

BLOCK 3: GALVANISCHE ELEMENTE (GALVANISCHE ZELLEN) (violett: nicht gA-Kurse)

- Daniell-Element als Galvanisches Element
- Einstellung einer Potenzialdifferenz (messbar als Zellspannung) zwischen zwei verschiedenen Elektroden (Halbzellen) aufgrund der Theorie von der elektrochemischen Doppelschicht *(Hinweis: Modellzeichnung ist laut KC 2022 nicht mehr nötig, die elektrochemische Doppelschicht schon)*
- Teilchenvorgänge generell bei Galvanischen Elementen an den Elektroden und am Separator, Bedeutung des Separators (was wäre bei keiner Trennung der Elektrodenräume bzw. bei vollständiger Trennung der Elektrodenräume)
- Reaktionsgleichungen Zink-Kohle-Batterie und Alkali-Mangan-Batterie
- Vergleich Zink-Kohle-Batterie mit Alkali-Mangan-Batterie (Leistungsmerkmale wie z.B. Auslaufsicherheit, Kapazität, waagerechte Entladekurve, …)
- Zink-Luft-Batterie (besondere Eigenschaften, Anwendung als Hörgerätebatterie)
- Lithium-Mangan-Batterie (besondere Eigenschaften, Anwendung bei stromintensiven Geräten)
- Man muss generell in der Lage sein, verschiedene Batterietypen aufgrund von verschiedenen Eigenschaften miteinander zu vergleichen und ihre Anwendungsgebiete zu begründen

BLOCK 4: DIE ELEKTROCHEMISCHE SPANNUNGSREIHE

- Versuche zur Spannungsreihe der Metalle (Erstellung einer Reihenfolge mit einer Bezugselektrode)
- Standard-Wasserstoffelektrode (Aufbau, Standardbedingungen) als Bezugselektrode für die …
- Elektrochemische Spannungsreihe
- Standard-Elektrodenpotenziale von Metall- oder Nichtmetallhalbzellen sowie von komplexeren Redoxsystemen (Standardbedingungen: 25°C, 1,013bar, c = 1mol/L)
- Inerte Ableitelektroden (Fremdelektroden, die selbst unreaktiv sind) bei Nichtmetall-Halbzellen

- Berechnung der Zellspannung (elektromotorischen Kraft) aus der Differenz der Halbzellenpotenziale: $U = U_H^0(RPK) – U_H^0(OMA)$ bzw. $\Delta E = E^0(RPK) – E^0(OMA)$
- Der Zusammenhang zwischen Zellspannung, elektrischer Energie und freier Reaktionsenthalpie: $\Delta_r G_m^0 = -W_{el} = - U \cdot z \cdot F$ mit der Faraday-Konstante F = 96485 C/mol *[Semesterübergriff Sem 1: Energetik]*

BLOCK 5: DIE KONZENTRATIONSABHÄNGIGKEIT VON REDOXPOTENZIALEN (NERNST-GLEICHUNG) (nur eA-Kurse, nicht gA-Kurse)

- Messung der Zellspannungen von Konzentrationszellen (Bsp.: Kupferhalbzellen mit unterschiedlicher $CuSO_4$-Konzentrationen)
- Nernst-Gleichung zur Berechnung von Elektrodenpotenzialen bei Nicht-Standard-Konzentration beteiligter Stoffe mit Vereinfachungen für Metall- und Nichtmetallhalbzellen sowie für Konzentrationszellen
- Übungsaufgaben zur Berechnung von Elektrodenpotenzialen
- *nur freiwillig (laut neuem KC Sek II 2022 Nernst-Gleichung ohne Berücksichtigung pH- oder Temperatur): pH-Abhängigkeit von verschiedenen Redoxpotenzialen am Bsp. von $E(MnO_4^-/Mn^{2+})$ oder von $E(H^+/H_2)$ → Ermittlung von pH-Werten, ab denen eine bestimmte Redoxreaktion ablaufen kann. Stichwort: Potenziometrie. Auch Diagramme von pH-abhängigen Redoxpotenzialen können interpretiert und nachvollzogen werden können; grobe Funktionsweise der pH-Elektrode (Einstabmesskette).*
- Versuch zur Bestimmung des Löslichkeitsproduktes besonders schwer löslicher Salze durch Messung der Zellspannung einer Konzentrationszelle – mit Auswertung.

BLOCK 6: ELEKTROLYSE UND AKKUMULATOREN (violett: nicht gA-Kurse)

- Elektrolyse Zinkbromid- oder Zinkiodid – $Zn^{2+}/Zn//Br_2/2Br^-$ - bzw. $Zn^{2+}/Zn//I_2/2I^-$ Element als Einführung in Akkumulatoren (Batterie bzw. Primärelement vs. Akkumulator bzw. Sekundärelement)
- Definition der Zersetzungsspannung und des Abscheidepotenzials: $U_Z = E_A(OPA) – E_A(RMK)$ mit $E_A = E + E^*$ sowie experimentelle Ermittlung der Zersetzungsspannung durch Spannungs-Stromstärke-Diagramm
- Einführung der Überspannung mit Visualisierung in Form eines Spannungsdiagramms
- Beispiel einer Elektrolyse, bei der nur mit Hilfe der Überspannungen die erwünschten Produkte gebildet werden: Elektrolyse von Salzsäure zur Gewinnung von Cl_2 und H_2 in Konkurrenz zur Wasserelektrolyse.
- Einführung beider Faraday`schen Gesetze mit Anwendungsaufgaben (z.B. Berechnung der abgeschiedenen Mengen an Metall während einer Elektrolyse)
- Versuch und Theorie zum Bleiakkumulator
- Akkumulatoren als Sekundärelemente bzw. wiederaufladbare Batterien
- Bedeutung der Überspannungen, Konkurrenz von Teilreaktionen
- Ladevorgang (Elektrolyse-Zelle) und Entladevorgang (Galvanisches Element) – Zellspannung und Zersetzungsspannung

BLOCK 7: BRENNSTOFFZELLEN (nur eA-Kurse, nicht gA-Kurse)

- Versuch Wasserelektrolyse zur Herstellung der Ausgangsgase H_2 und O_2 für das Brennstoffzellenauto
- Saure und alkalische Brennstoffzelle (unterschiedliche Teilreaktionen je nach pH-Milieu)
- Beschreibung der Vorgänge auf der Teilchenebene (Elektrodenvorgänge, Elektronenfluss, Separator)
- Teil- und Gesamtreaktionen mitsamt Halbzellenpotenzialen und Zellspannungen
- Vergleich von Brennstoffzelle und Akkumulator
- Möglich: Probleme und Lösungen beim Bau von Brennstoffzellenautos der Firma VW (relativ alt: 2006)
- Vergleich von PEMFC (proton exchange membrane fuel cell) und DMFC (direct methanol fuel cell): Vergleich der Elektrodenvorgänge, Vergleiche des „Brennstoffs“, Vor- und Nachteile

BLOCK 8: TECHNISCHE ELEKTROLYSEN (violett: nicht gA-Kurse)

<u>CHLOR-ALKALI-ELEKTROLYSE</u>

- *<u>Amalgam-Verfahren</u>*: alle denkbaren Teilreaktionen an der Kathode (RMK) und an der Anode (OPA) mit Betrachtung der Überspannungen und Abscheidepotenziale, welche Reaktionen laufen wieso an den Elektroden ab? Welche Aufgabe erfüllt der Amalgamzersetzer?
- *<u>Diaphragma-Verfahren</u>*: Teilreaktionen mit Betrachtung von Überspannungen und Abscheidepotenzialen, Aufbau (Skizze), Probleme beim Eindringen von Hydroxid-Ionen in den Anodenraum (Disproportionierung des Chlors zu Cl^- und ClO^-).
- *<u>Membran-Verfahren</u>*: Teilreaktionen mit Betrachtung von Überspannungen und Abscheidepotenzialen, Besonderheit des Separators, Aufbau (Skizze)
- *Vergleich aller drei Verfahren* → Vor- und Nachteile

<u>KUPFERRAFFINATION (Kürzung möglich)</u>

- Ausgangsstoff und Endprodukt, wichtige Nebenprodukte

- Funktionsprinzip mit erklärender Skizze: erst Oxidation der unedleren Metalle an der Anode, dann Kupferoxidation → edle Metalle fallen als Anodenschlamm zu Boden und werden aufgearbeitet → an der Kathode werden nur die edlen Kupfer-Ionen reduziert

SCHMELZFLUSSELEKTROLYSE ZUR HERSTELLUNG VON ALUMINIUM (Kürzung möglich)

- Aufgrund des stark unedlen Charakters des Aluminiums kann keine wässrige Aluminiumsalzlösung elektrolysiert werden, da dann stets eher Hydronium-Ionen zu Wasserstoff reduziert werden würden als Aluminium-Ionen zu Aluminium
- Deshalb Elektrolyse einer Schmelze z.B. des Salzes Aluminiumoxid Al_2O_3
- Aufstellen der Teil- und Gesamtreaktionsgleichungen

BLOCK 9: KORROSION (violett: nicht gA-Kurse)

- Säurekorrosion: Teilgleichungen und Gesamtreaktionsgleichung
- Verdeutlichung der Teilchenvorgänge durch Skizze
- Sauerstoffkorrosion: Teilgleichungen und Gesamtreaktionsgleichung
- Verdeutlichung der Teilchenvorgänge durch Skizze (Wassertropfen auf Eisenblech)
- Bildung von Lokalelementen führen zur Verstärkung elektrochemischer Korrosion (kurzgeschlossenes Galvanisches Element oder auch Kontaktelement, Wirkung des edleren Metalls als Ableitelektrode)
- Korrosionsfördernde Faktoren (Nässe, Salz, Lokalelemente durch Beschädigungen, …)
- Korrosionshemmende Faktoren (Trockenheit, Wärme …)
- Versuch zur Wirkung beeinflussender Faktoren wie schützende Oxidschichten oder Berührung von edlen oder unedlen Metallen mit Eisennägeln in Agar → Zugabe eines Säure-Base-Indikators zur Sichtbarmachung des Ortes der Reduktion, wo Hydroxid-Ionen gebildet werden → Sichtbarmachung des Ortes der Oxidation durch Zugabe Kaliumhexacyanoferrat(III), wodurch die frisch gebildeten Eisen(II)-Ionen durch das „Berliner Blau“ nachgewiesen werden.
- Einführung der koordinativen Bindung am Beispiel der Komplexe des Berliner-blau-Nachweises
- Korrosionsschutz durch Überzüge (z.B. Passivierung, Eisen mit Zinküberzug, Eisen mit Zinnüberzug)
- Kathodischer Korrosionsschutz: Opferanoden (Zink- oder Magnesiumblöcke)
- *Freiwillig (laut KC 2022 nur Schutz durch Opferanode): Kathodischer Korrosionsschutz durch Fremdstromanlagen*

Fachübergreifende Bezüge

Physik und Technik, Analytik

Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden

- Im Bereich der Redoxchemie sind generell viele Schülerversuche möglich.
- Es sollten auch des Öfteren Beispielaufgaben aus ehemaligen Abiturklausuren besprochen werden.
- Im Bereich der Gewässeranalytik (Redoxtitrationen) könnte arbeitsteilig experimentiert werden.

Materialien und Fundstellen

Materialien: Chemie-USB-Stick im Lehrerzimmer

Ungefährer Stundenbedarf

Etwa 10 bis 14 Wochen, je nachdem, wie intensiv manche Teilthemen behandelt werden!

Möglichkeiten zur Leistungsbewertung

- Klausur

UE „Halogenierte Kohlenwasserstoffe“ [HKW] | Jahrgang 12 – Semester 3

Bezug zu den Themenfeldern:

Chemie und Technik, Chemie im Alltag, Geschichte der Chemie, Synthesewege in der industriellen Chemie, ggf. Umweltbereich Luft

Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit

Gegen Ende der Unterrichtseinheit „Elektrochemie“ wurde das technische Verfahren zur Chlorherstellung per Chlor-Alkali-Elektrolyse behandelt, was im Einstieg zu dieser Einheit erneut aufgegriffen wird. Der so genannte „Chlorstammbaum“ führt zu einer Vielzahl an chlorierten Kohlenwasserstoffen und deren Anwendungsgebieten. In einer arbeitsteiligen Gruppenarbeit werden anschließend drei der Anwendungsgebiete (Kälte- und Kühlmittel, Feuerlöschmittel und Lösungsmittel) samt Beispielstoffen vorgestellt und die besondere Eignung dieser Stoffe mit den molekularen Strukturen in Verbindung gesetzt. Es folgt die Herstellung verschiedener halogenierter Kohlenwasserstoffe durch die Reaktionsarten der radikalischen Substitution, der nucleophilen Substitution, der Eliminierung und der elektrischen Addition. Die

Erarbeitung der Reaktionsmechanismen steht hier im Vordergrund. Es werden aber auch Regioselektivitätsunterschiede und die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten aufgrund verschiedener Substituenten in den Eduktmolekülen oder unterschiedlicher Reaktionsbedingungen thematisiert. Hierbei lernen die Schülerinnen und Schüler die Auswirkung induktiver und mesomerer Effekte kennen. Am Ende dieser Einheit erfolgt die Einführung der Stoffklasse der Aromaten und das Prinzip der Mesomeriestabilisierung durch delokalisierte Doppelbindungselektronen. Hierbei wird das Reaktionsverhalten spezieller aromatischer Verbindungen untersucht. Es folgt die verbindliche Einführung des Mechanismus der elektrophilen aromatischen Substitution. Die Unterrichtseinheit kann auf die Themengebiete der Atmosphärenchemie am Beispiel des Ozonabbaus in der Stratosphäre oder auch auf andere technische Anwendungsgebiete halogenierter Kohlenwasserstoffe (z.B. Düngemittel, Narkosemittel, etc.) erweitert werden.

Grober Verlauf

BLOCK 1: ANWENDUNGSGEBIETE HALOGENIERTER KOHLENWASSERSTOFFE

KÜHL- & KÄLTEMITTEL

- *Freiwillig: R-Nomenklatur der Kühl- und Kältemittel und Unterschiede zwischen Kühl- und Kältemittel*
- Funktionsweise eines Kältemittels am Beispiel der Funktionsweise eines Kühlschranks
- Verbot diverser Fluorchlorkohlenwasserstoffe durch das Montrealer Protokoll → Zerstörung der Ozonschicht durch FCKWs über die Abspaltung von Halogenradikalen, Katalyse Ozonabbau zu Sauerstoff
- Wichtige Eigenschaften der Kältemittel: Passende Siedetemperaturen im Geräte-Arbeitsbereich sowie große Verdampfungsenthalpien aufgrund zwischenmolekularer Anziehungskräfte (z.B.: Londonkräfte und/oder Dipol-Dipol-Anziehungskräfte)
- Syntheseschemata zur Herstellung bestimmter Kältemittel über S_R- und S_N-Reaktionen

FEUERLÖSCHMITTEL

- *Freiwillig: Halon-Nomenklatur*
- Feuerlöschwirkung der Halone über Abspaltung von Radikalen, die die Brandstoffradikale abfangen und so dem Brandherd das Brennmaterial entziehen
- Erklärung, warum Fluorbromkohlenwasserstoffe und nicht FCKW verwendet werden (Bindungsenergien)
- Syntheseschemata zur Herstellung bestimmter Halone über S_R- und S_N-Reaktionen

CHEMISCHE REINIGUNG

- Stoffklasse der Alkene mit PER (Perchlorethen = Tetrachlorethen) als Beispiel
- Struktur-Eigenschafts-Beziehungen: Besondere Eignung des Lösungsmittels Perchlorethen für unpolaren Schmutz aufgrund seiner symmetrischen unpolaren Struktur („Gleiches löst sich in Gleichem“)
- Herstellung von Perchlorethen durch eine Eliminierungsreaktion aus z.B. Hexachlorethan

BLOCK 2: REAKTIONSARTEN, STOFFKLASSEN UND REAKTIONSMECHANISMEN (violett: nicht gA-Kurse)

WIEDERHOLUNG (Einführungsphase Klasse 11): Die fraktionierte Destillation:

- Möglichkeit zur Trennung eines Produktgemisches aufgrund von Unterschieden in den Siedetemperaturen

DIE RADIKALISCHE SUBSTITUTION (S_R):

- Experiment zur radikalischen Bromierung eines Alkans mit Auswertung der Beobachtungen (warum zwei Phasen? Welche Phasen wann welche Farbe? Warum Lichtbestrahlung? etc.)
- Aufstellen des Mechanismus (Kettenstart, Kettenfortpflanzung, Kettenabbruch [3xAbbruch]),
- Produktvielfalt in Abhängigkeit vom Verhältnis der Ausgangsstoffe,
- Vergleich der Reaktivität von Bromierung zu Chlorierung und Fluorierung (Von Brom über Chlor zu Fluor: immer stärker werdende exotherme Reaktionen, Bildung der Startradikale wird immer schwieriger),
- Vergleich der Regioselektivitäten, Induktive Effekte (+I und –I), Stabilität von radikalischen Zwischenstufen
- Anwendung der Reaktionsart auf konkrete Beispiele wie Chloroform usw.

DIE NUCLEOPHILE SUBSTITUTION (S_N):

- Was ist ein Nucleophil? Abgrenzung zu den Begriffen „Elektrophil“ und „Radikal“
- Aufstellen der Mechanismen für S_N1 und S_N2
- Abwägen, ob ein Produkt eher über S_N1- oder S_N2-Mechanismus entstanden ist
- Fällung von Silberhalogenid mit Silbernitrat-Lösung als Halogenid-Nachweis (Wiederholung Sem2)
- Anwendung der Reaktionsart auf konkrete Beispiele wie Bromtrifluormethan oder Chlormethanol usw.

DIE ELIMINIERUNG (E):

- Ausführliche Deutung der Beobachtungen zum Versuch der Eliminierung von Wasser aus Ethanol zu Ethen, Entzündung des Reaktionsproduktes und Nachweis der C=C-Doppelbindung durch die Baeyer-Reagenz (= essigsaure Kaliumpermanganat-Lösung)

- *Freiwillig (laut KC 2022 ist Mechanismus der Eliminierung nicht gefordert): Aufstellen des Mechanismus zur sauer katalysierten Eliminierung von Wasser aus Alkoholen (→ Alkene)*
- Vergleich: Dehydrierung, Dehalogenierung, Dehydratisierung, Dehydrohalogenierung
- Nachweis von C=C-Doppelbindungen mit Baeyer-Probe oder Bromwasser

DIE ELEKTROPHILE ADDITION (A_E):

- Experiment zur elektrophilen Addition von Brom an Cyclohexen mit Auswertung aller Beobachtungen (warum zwei Phasen?, welche Farbe vor und nach Schütteln? Was muss passiert sein? Entfärbung von Bromwasser als Nachweis welcher Stoffklasse?)
- Aufstellen des Mechanismus zur Addition von Halogenen (Bromonium-Ion als Zwischenstufe, Nachweis der Zwischenstufe durch Reaktion mit gleichzeitig anwesenden Chlorid-Ionen)
- Konkurrenz zwischen Reaktionsprodukten z.B. beim Vorhandensein mehrerer Nucleophile beim Rückseitenangriff + Ermittlung von Anteilen bestimmter Produkte am Reaktionsgemisch durch Gaschromatogramme
- Neu und verbindlich: Die Auswertung von Gaschromatzogrammen aufgrund von R_f-Werten
- Bromierung als Nachweis für C=C-Doppelbindungen
- Mechanismus der elektrophilen Addition von Halogenwasserstoffen an C=C-Doppelbindungen mit Carbenium-Ionen (Carbokationen) als Zwischenprodukt
- Protonenkatalysierte Addition von Wasser an C=C-Doppelbindungen als Umkehrung der Eliminierung → Konkurrenz zweier Reaktionsarten
- Addition von unsymmetrischen Halogenwasserstoffen an unsymmetrisch substituierten C=C-Doppelbindungen (Markownikow-Produkt)
- Unterschiede in der Reaktionsgeschwindigkeit bei der Halogenierung verschiedener Alkene (Auswirkung von induktiven und mesomeren Effekten)
- Abschluss: Übung zur Planung von Synthesewegen (bspw. vom Alkan über Halogenalkan, Alkohol und Alken zum Dihalogenalkan) mit Benennung der Reaktionsarten + Unterscheidung der Reaktionstypen der Substitution, Kondensation, Addition und Eliminierung

DIE STOFFKLASSE DER AROMATEN:

- Stabilität aromatischer Systeme (meist: konjugierte C=C-Doppelbindungssysteme) → Erklärung über Hydrierungsenergie theoretisch und real, Erklärung über Reaktionsverhalten, Mesomerie-Stabilisierung und Bindungslängen
- Bedingungen zur Bildung eines aromatischen Systems: planare Ring-Struktur, konjugierte Doppelbindungen oder beteiligte freie Elektronenpaare, Hückel-Regel (4n+2 Doppelbindungselektronen bzw. delokalisierten e^-)
- Neu und Verbindlich: Mechanismus der elektrophilen aromatischen Substitution am Aromaten mit Katalysator (z.B. $FeBr_3$ oder $AlCl_3$) und mesomeren Grenzstrukturen der geladenen Zwischenstufe
- Erklärung, warum Aromaten keine elektrophilen Additionen eingehen
- Konkurrenz zwischen radikalischer Substitution (S_R) an der Methylgruppe und elektrophilen aromatischen Substitution (arom. S_E) am Phenylring bei der Bromierung von Toluol (SSS vs. KKK)
- Erklärung der hohen Acidität des Phenols
- Erklärung der schwachen Basizität des Anilins

Fachübergreifende Bezüge

Physik und Technik, Umwelt (Erdkunde), Medizin, Biologie, Gesellschaft

Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden

- Möglich (aber nicht zwingend): Arbeitsteilige Gruppenarbeit mit Präsentationen der Anwendungsgebiete des ersten Blocks, eventuell sollten Informationen durch Übungsaufgaben vertieft und gefestigt werden, um den SuS eine eigenständige Auseinandersetzung mit allen Anwendungsgebieten zu ermöglichen.
- Diese Einheit ermöglicht einige wenige Schülerversuche mit z.B. schwach konzentriertem Bromwasser (aus Bromid-/Bromat-Lösung frisch hergestellt). Dennoch können manche Versuche maximal als Demonstrationsexperiment durchgeführt werden, da viele organische Edukte oder Produkte ein hohes Gefahrenpotenzial für Mensch und Umwelt besitzen.

Materialien und Fundstellen

Materialien: Chemie-USB-Stick im Lehrerzimmer

Ungefährer Stundenbedarf

Etwa 6 bis 8 Wochen

Möglichkeiten zur Leistungsbewertung

Klausur kann im 3. Semester auch wahlweise mit UE „Elektrochemie“ oder UE „Kunststoffe“ zusammen erfolgen, Klausur ohne experimentellem Anteil (wegen des hohen Gefahrenpotenzials der Stoffe)

UE „Kunststoffe“ [Plastik]	Jahrgang 12 – Semester 3

Bezug zu den Themenfeldern:

Synthesewege in der industriellen Chemie, Umweltbereich Wasser, Chemie im Alltag, Chemie und Technik

Berufsorientierung und Chemie

Synthetisierung spezifischer organischer Makromoleküle, Betriebsexkursion zu „Synthopol Chemie“ in Buxtehude – Infoveranstaltung zu den Ausbildungsberufen Chemielaborant und Chemikant [Chemiker, Chemielaborant, Chemikant, Verfahrenstechnik-Ingenieur]

Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit (in dieser Einheit gibt es viel Kürzungspotenzial)

Die Unterrichtseinheit „Kunststoffe“ ist die zweite Unterrichtseinheit, die sich ausschließlich mit organischer Chemie beschäftigt und schließt sich direkt an die Einheit zu den halogenierten Kohlenwasserstoffen an. Der Einstieg und Übergang kann über alltägliche halogenhaltige Kunststoffe wie z.B. PVC oder Teflon erfolgen. Anschließend erfolgt die Einteilung der Kunststoffe aufgrund ihres Verhaltens bei Erwärmung in die Eigenschaftsklassen Thermoplasten, Duroplasten und Elastomere. Die Eigenschaften werden auf Unterschiede in den molekularen Strukturen zurückgeführt. Im zweiten Block werden verschiedene Synthesearten zur Herstellung von Kunststoffen durch die radikalische Polymerisation, die Polykondensation und Polyaddition erschlossen. Es bieten sich hier Schüler- oder Demonstrationsexperimente zur Herstellung von Polystyrol, Polyurethan oder Nylon an. Des Weiteren werden die Reaktionsmechanismen der drei Synthesearten erarbeitet und eingeübt. Aufgaben zum Chemie-Unglück von Bhopal, zur Herstellung von Teflon und PVC sowie zum Unterschied von Nylon und Perlon runden diesen Block ab. Im letzten Block werden arbeitsteilig die besonderen Eigenschaften und Anwendungsgebiete spezieller Kunststoffe wie z.B. HD- und LD-Polyethen, Hart- und Weich-Polyvinylchlorid, Polycarbonate, Plexiglas, und weitere recherchiert und präsentiert. In diesem Zusammenhang werden auch die Probleme mit dem Kunststoffmüll sowie Möglichkeiten zur Wiederverwertung oder zum Einsatz biologisch abbaubarer Polymere thematisiert. Um auf die Umweltproblematik noch näher einzugehen und sofern etwas Zeit vorhanden ist, bietet es sich an, den Film „Plastic Planet“ oder einen ähnlichen Film mit dem Kurs anzuschauen und zu diskutieren.

Grober Verlauf

BLOCK 1: EINTEILUNG DER KUNSTSTOFFE NACH IHREN STOFFEIGENSCHAFTEN

- Unterscheidung verschiedener Kunststoffe in die Eigenschaftsklassen THERMOPLASTE, DUROPLASTE und ELASTOMERE aufgrund von Stoffeigenschaften und Molekülstrukturen (Verzweigungen zwischen Molekülsträngen oder nicht), eventuell Zuordnung zu Einsatzbereichen (Bsp.: Duroplaste)

BLOCK 2: EINTEILUNG DER KUNSTSTOFFE NACH IHREN SYNTHESEARTEN
(violett: nicht gA-Kurse) (in Block 2 gibt es viel Kürzungspotenzial)

- *FREIWILLIG (laut KC 2022 stark gekürzt): Unterscheidung von Polymerisation (Polymerisaten), Polykondensation (Polykondensaten) und Polyaddition (Polyaddukten), Zuordnung von Monomeren oder Polymerstrukturen zum Herstellungsverfahren / zur Reaktionsart*
- RADIKALISCHE POLYMERISATION: Reaktionsmechanismus und Reaktionsgleichungen zur radikalischen Polymerisation mit Bildung der Startradikale durch Spaltung von Azobiisobutyronitril (AIBN), Kettenstart, Kettenwachstum und einer Abbruchreaktion. Erkennen von Monomer-Bauteilen in polymeren Strukturen, Beispiel-Polymerisate samt Anwendung und Struktur-Eigenschaftsbeziehungen (z.B. Teflon, PVC)
- *FREIWILLIG (laut KC 2022 nicht gefordert, nur Reaktionstyp der Kondensation ist Pflicht): POLYKONDENSATION: Reaktionsgleichungen und Reaktionsmechanismus der Polykondensation mit difunktionalen Monomerbauteilen (z.B. Diolen und Dicarbonsäurechloriden zu Polyestern oder mit Diaminen und Dicarbonsäurechloriden zu Polyaminen) und Zuordnung zu Herstellungsverfahren, Benennung von Polyamiden (wie Nylon oder Perlon), Unterscheidung von Polyamiden, Polyestern*
- *FREIWILLIG (laut KC 2022 nicht gefordert, nur Reaktionstyp der Addition ist Pflicht): POLYADDITION: Reaktionsgleichungen und Reaktionsmechanismus, Difunktionalität der Ausgangsmonomere Diisocyanate und Diole (o.Ä.), Erläuterung der Schaumbildung bei der Herstellung von Polyurethan(PUR)-Schaumstoffen, Unglück von Bhopal*

FREIWILLIG → BLOCK 3: SPEZIALKUNSTSTOFFE (nur eA-Kurse, nicht gA-Kurse)
(hier viel Kürzungspotenzial)

- *Generell: Herstellung, Besonderheiten der Kunststoffe, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen, Anwendung*
- *Hochdruck- und Niederdruck-PE [LD- und HD-PE]*
- *Hart- und Weich-PVC mit Weichmachern (auch: Gesundheitsaspekte)*
- *Kautschuk und Gummi mit Vorgang der Vulkanisation, Copolymerisate (Synthesekautschuk)*
- *Klebstoffe (Beispiele und Wirkungsweise)*

- *Superabsorber mit Anwendungsbeispielen*
- *Bio-Kunststoffe (Unterscheidung von biobasierten und biologisch abbaubaren Kunststoffen)*
- *Übungsaufgabe „Der Laufschuh“ (thermoplastisches Polyurethan-Elastomer)*

BLOCK 4: VERARBEITUNG UND VERWERTUNG VON KUNSTSTOFFEN

- *Freiwillig (laut KC 2022 sind Polykondensationen wie auch Polyamide und Polyester nicht mehr gefordert): Verarbeitung von Kunststoffen: Schmelzspinnverfahren, Verstrecken von Fasern*
- Unterscheidung und Erklärung von den drei Recycling-Verfahren: Werkstoffliches, rohstoffliches und Energetisches Recycling: Bewertung der Recycling-Verfahren in Bezug auf Nachhaltigkeit (Wertstoffkreisläufe) und technische Schwierigkeiten

Fachübergreifende Bezüge

Gesellschaft, Erdkunde, Technik, Biologie

Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden

- Es bieten sich diverse Experimente zur Herstellung und Untersuchung von Kunststoffen an. Man muss jedoch genau auf die Gefährdungsbeurteilungen achten, da nicht alle Edukte für Schülerversuche freigegeben sind. Hitzebeständigkeitsversuche sollten im Abzug durchgeführt werden.
- In Block 3 bietet sich arbeitsteilige Gruppenarbeit mit Präsentationen zur Vorstellung der einzelnen Spezialkunststoffe an.

Materialien und Fundstellen

Materialien: Chemie-USB-Stick im Lehrerzimmer

Ungefährer Stundenbedarf

4 bis 7 Wochen (je nachdem, wie intensiv manche Blöcke behandelt werden)

Möglichkeiten zur Leistungsbewertung

- Klausur wäre auch mit experimentellem Anteil möglich. Man kann die Klausur auch über diese und die vorangegangene Einheit zum Thema „Halogenierte Kohlenwasserstoffe“ schreiben lassen.
- Präsentationen könnten bewertet werden.

UE „Nahrungsmittel“ [Nahrung] — Jahrgang 12 – Semester 4

Bezug zu den Themenfeldern:

Chemie und Ernährung, Synthesewege in der industriellen Chemie, Chemie im Alltag

Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit (in dieser Einheit gibt es Kürzungspotenzial)

Diese letzte Unterrichtseinheit vor den Abiturprüfungen dient in erster Linie dazu, die wenigen übrig gebliebenen Kompetenzen im Bereich der Biochemie zu vermitteln. Da die Beschäftigung mit den einzelnen Naturstoffklassen jedoch sehr viel Vorwissen in Bereichen der Redox- und Säure-Base-Chemie und auch in der organischen Chemie voraussetzt, bietet es sich an, diese Unterrichtseinheit als Wiederholungs- und Übungseinheit in Bezug auf die Abiturprüfungen anzusehen.
Der Einstieg in die Einheit erfolgt über typische Bilder klassischer Mittagsgerichte, wie z.B. ein Steak, Bratkartoffeln mit Spiegelei, Salat mit Dressing oder Ähnlichem. Es werden diverse Naturstoffklassen wie Carbonsäuren, Fette, Kohlenhydrate und Proteine identifiziert (eine Ausweitung auf Vitamine wäre denkbar). Im Anschluss werden die natürlich vorkommenden und in der menschlichen Nahrung eine wichtige Rolle spielenden organischen Stoffklassen in drei Blöcken behandelt. Dabei wird stets der Bezug zum Kontext der Nahrungsmittel aufrechterhalten, wo es möglich ist.
Im ersten Block wiederholen die Schülerinnen und Schüler Stoffklassen und Vorgänge, die im zweiten Halbjahr der Einführungsphase in der Unterrichtseinheit „Alkohol“ behandelt wurden. Im Vordergrund steht die Oxidation der Alkohole über Aldehyde zu Carbonsäuren mit geeigneten Oxidationsmitteln. Die Benedict-Probe zur Unterscheidung von Aldehyden (Alkanalen) und Ketonen (Alkanonen) wird eingeführt. Des Weiteren werden die Stoffklasse der Ester ebenso wiederholt wie diverse Struktur-Eigenschafts-Beziehungen.
Im zweiten Block gelangt man vom Phänomen der Spiegelbild-Isomerie und der D-/L-Nomenklatur am Beispiel der Milchsäure zur Stoffklasse der Kohlenhydrate (Zucker). Neben den klassischen Einfachzuckern wie z.B. Glucose (Traubenzucker) und Fructose (Fruchtzucker) lernen die Schülerinnen auch diverse Disaccharide (Zweifachzucker) und Polysaccharide (Mehrfachzucker) kennen. Die verschiedenen Erscheinungsformen der Zucker (offenkettige Form wie auch diverse Ringformen) werden ebenso wie die Unterscheidung von Aldosen und Ketosen thematisiert. Am Beispiel der Verknüpfung zweier ringförmiger Zuckereinheiten lassen sich Kondensationsreaktionen zweier Hydroxy-Gruppen zur Ether-Gruppe wiederholen. Typische funktionelle Gruppen im Bereich der Zuckerchemie wie Halb- und Vollacetale …

… werden eingeführt. Die Benedict-Probe findet erneut Anwendung, um reduzierende von nicht-reduzierenden Zuckerarten zu unterscheiden. Im Bereich der Polysaccharide erarbeiten die Schülerinnen und Schüler den Stärkenachweis mit Lugol`scher Lösung und die strukturellen Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Stärke und Cellulose und leiten davon die Anwendungsgebiete ab.
Der vierte und letzte Block ist den Aminosäuren und Proteinen gewidmet. Da Aminosäuren sowohl basischen Charakter durch die Aminogruppe wie auch sauren Charakter durch die Carboxy-Gruppe besitzen, lassen sich in diesem Block viele Grundlagen der Säure-Base-Chemie wiederholen wie z.B. pK_S-Werte am Beispiel der sauren, neutralen und basischen Aminosäuren. Die Beschäftigung mit dem isoelektrischen Punkt der Aminosäuren führt zum Trennverfahren der Elektrophorese. Die Bedeutung verschiedener Aminosäuren für die menschliche Nahrung wie z.B. das Glutamat wird thematisiert. Anschließend führt die Verknüpfung mehrerer Aminosäuren zu Di-, Tri-, Oligo- und Polypeptiden, wobei ein Vergleich zu den Polykondensations-reaktionen zur Bildung von Polyamiden in der Unterrichtseinheit „Kunststoffe“ gezogen werden kann. Von den Polypeptiden (Primärstruktur) gelangt man schließlich über die Sekundär-, Tertiär- und ggf. auch Quartärstruktur zu den 3-d-Strukturformeln diverser Proteine. Hierbei werden intermolekulare Anziehungs-kräfte wie Wasserstoff-Brückenbindungen ebenso wiederholt, wie die Ausbildung von Ionenbindungen oder Disulfid-Brücken zwischen funktionellen Gruppen der Polypeptid-Kette. Abschließend wird neben Nachweis-reaktionen von Proteinen auch noch die Denaturierung der Proteine durch äußere Einflüsse erarbeitet.

Grober Verlauf

BLOCK 1: VOM ALKOHOL ZUR CARBONSÄURE (in Block 1 gibt es viel Kürzungspotenzial)

- Primäre, sekundäre und tertiäre Alkohole vs. ein-, zwei- und dreiwertige Alkohole
- Löslichkeitsunterschiede in Wasser innerhalb der Gruppe der Alkohole
- Vergleich der Säurestärken der Alkohole mit der des Wassers und der der Alkane
- Reaktionen der Alkohole: Eliminierung vs. Kondensationsreaktion
- Isomerie von Alkoholen
- Oxidationsprodukte der Alkohole: Stoffklasse der Aldehyde (Alkanale) und Ketone (Alkanone)
- Redoxreaktionen eines primären oder sekundären zu einem Aldehyd oder einem Keton mit Angabe der Oxidationszahlen (Oxidationsmittel z.B. Cu^{2+}, CuO oder O_2, …)
- Fehlingprobe ($CuSO_4$ + alkalische Kaliumnatriumtartrat-Lösung) und Tollensprobe (ammoniakalische Silbernitrat-Lösung) zum Nachweis von Carbonyl-Gruppen in Aldehyden (keine Reaktion mit Ketonen) mit Teil- und Gesamtreaktionsgleichungen
- Oxidationsprodukte der Aldehyde: Stoffklasse der Carbonsäuren
- Teil- und Gesamtreaktionsgleichungen zur Oxidation von Aldehyden zu Carbonsäuren (+ Oxidationszahlen)
- Vergleich der Säurestärken von Alkoholen und Carbonsäuren (Mesomeriestabilisierung Carboxylat-Ionen)
- Vergleich der Säurestärken verschiedener Carbonsäuren aufgrund von I-Effekten
- Reaktionen der Carbonsäuren: Reaktionsgleichungen zur Esterbildung aus Carbonsäuren und Alkoholen

BLOCK 2: KOHLENHYDRATE (violett: nicht gA-Kurse) (in Block 2 gibt es Kürzungspotenzial)

- EXKURS: ENANTIOMERIE: Eigenschaft der Chiralität am Beispiel der Milchsäure, Spiegelbildisomerie (Enantiomerie), Versuche zur Messung der optischen Aktivität von chiralen Verbindungen als Unterscheidungsmerkmal von Enantiomeren, Fischer-Projektionsformel, rechts- und linksdrehende Joghurt-Kulturen, Contergarn-Skandal
- MONOSACCHARIDE (laut KC 2022 ist nur Glucose als Einfachzucker gefordert): Namen der Kohlenhydrate, Zucker als Saccharide mit der Endung „-ose“, Aldosen vs. Ketosen, Triosen, Tetrosen, Hexosen usw., D(+)-Glucose und D(-)-Fructose in der Fischer-Projektion, intramolekulare Halbacetalbildung → Ringform, Haworth-Projektionen von α- und β-Glucopyranose, α- und β-Fructopyranose sowie α- und β-Fructofuranose, Auswertung der Benedictprobe bei Glucose und Fructose
- *FREIWILLIG (laut KC 2022 ist nur Glucose und Stärke gefordert): DISACCHARIDE: Haworth-Projektionen bzw. Haworth-Formeln der Zweifachzucker Maltose, Saccharose und Lactose, Glycosid-Bindung als Etherbindung zwischen zwei ringförmigen Zuckermolekülen, 1,4-glycosidische vs. 1,2-glycosidische Verknüpfung, Vollacetal vs. Halbacetal, reduzierende Zucker wie Maltose (offenkettige Aldoseform möglich) vs. nicht-reduzierende Zucker wie Saccharose (offenkettige Aldoseform nicht mehr möglich, da halbacetalische OH-Gruppen durch Glycosid-Bindung gebunden sind), Auswertung der Fehlingprobe bei den Disacchariden Maltose, Saccharose und Lactose.*
- POLYSACCHARIDE (laut KC 2022 ist nur Stärke als Polyzucker gefordert): Aufbau der Stärke – Unterscheidung der Amylose von dem Amylopektin, Stärke-Nachweis mit Iod-Kaliumiodid-Lösung (Lugolsche Lösung): Einlagerung von Triiodid-Ionen in die Windungen der Stärke-Moleküle führt zu einer charakteristischen Blaufärbung (Amylose) bzw. Rotviolettfärbung (Amylopektin), Aufbau des Cellulose-Moleküls, Vergleich mit und Abgrenzung zu den Stärke-Molekülen

BLOCK 3: AMINOSÄUREN & PROTEINE (nur eA-Kurse, nicht gA-Kurse) (Kürzungspotenzial)
• STRUKTUR-EIGENSCHAFTS-BEZIEHUNGEN: Struktur der α-Aminosäuren (Natur: fast nur L-Aminosäuren), essentielle Aminosäuren, proteinogene Aminosäuren, 3-Buchstaben-Code der AS, Gleichgewicht zwischen „normaler“ Aminosäure und Zwitterion → AS bei Raumtemperatur fest, neutrale, saure und basische Aminosäuren, schwefelhaltige AS (Methionin und Cystein) können Disulfidbrücken ausbilden, Vergleich der isoelektrischen Punkte verschiedener Aminosäuren mit Erklärung der Unterschiede auf molekularer Ebene, Nutzung der IEP der AS für das Verfahren der Elektrophorese zur Trennung von AS-Gemischen in Abhängigkeit vom pH-Wert • PEPTIDE: Reaktionsgleichung zur Bildung von Dipeptiden (Reaktionsart?), Oligopeptide, Polypeptide, Proteine, Vergleichung mit Polykondensation am Beispiel von Perlon (Polyamid), Zeichnen der Strukturformeln von Mehrfachpeptiden. • PROTEINE: Beschreibung, Vergleich, Erläuterung der Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur von Proteinen, zwischenmolekulare Wechselwirkungen und Bindungen zwischen Polypeptidsträngen, Erläuterung der molekularen Vorgänge beim Haareföhnen und bei einer Dauerwelle, Nachweisreaktion von Proteinen: Tyndall-Effekt, Biuret-Reaktion, Denaturierung von Proteinen (Veränderung der räumlichen Struktur und damit häufig auch der Wirksamkeit) → welche Möglichkeiten gibt es? (Hitze, Säure, Salze, etc.), ernährungsphysiologische Funktion der Proteine.

Fachübergreifende Bezüge
Biologie, Ernährungswissenschaft, Biochemie, Gesellschaft, Medizin
Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden
• An einigen Stellen der Unterrichtseinheit bieten sich wichtige Schülerversuche wie z.B. die Benedictprobe diverser Zucker an. • Dadurch, dass viele Themenbereiche der Einheit wiederholenden Charakter haben, müssen viele Aufgaben der Arbeitsblätter selbstständig in Einzelarbeit erarbeitet werden.
Materialien und Fundstellen
Materialien: Chemie-USB-Stick im Lehrerzimmer
Ungefährer Stundenbedarf
Etwa 4 bis 5 Wochen
Möglichkeiten zur Leistungsbewertung
In der Regel zweistündige Abschlussklausur ohne experimentellem Anteil

UE „Nanostrukturen“ [Nano] **(violett: nur eA-Kurse, nicht gA-Kurse)**	**Jahrgang 12 – Semester 4**
Bezug zu den Themenfeldern:	
Chemie im Alltag, Chemie und Technik, möglicherweise Chemie und Umwelt	
Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit	
Bei der sehr kurzen und überschaubaren Unterrichtseinheit zum Thema „Nanostrukturen“ geht es im Wesentlichen darum, dass Größenverhältnis von Nanopartikeln zu „normalgroßen“ Partikeln zu thematisieren und auf die enorme Oberflächenvergrößerung hinzudeuten. Die Oberflächenvergrößerung bei der stetigen Verkleinerung von Teilchen bei gleichbleibendem Volumen wird modellhaft berechnet. Gleichzeitig erfahren die SuS, dass Materialien, deren Partikel Größen im Nanobereich besitzen, besondere Eigenschaften besitzen (z.B. die Farbe von Silber- oder Gold-Nanopartikeln, wasserabweisende Eigenschaften oder besondere Adhäsionskräfte). Am Beispiel der Adhäsionskräfte von Geckofüßen durch die Londonkräfte extrem kleiner und extrem vieler Lamellen werden auch zwischenmolekulare Anziehungskräfte wiederholt. Chancen und Gefahren von Nanotechnologie in Alltagsprodukten (z.B. Silber-Nanopartikel in Deospray) können thematisiert werden.	
Grober Verlauf (in dieser UE gibt es Kürzungspotenzial → siehe zu vermittelnde Kompetenzen Seite 93)	

BLOCK 1: Was ist „Nano“?
• Einführungsvideo von Mai Thi Nguyen Kim • Größendefinition Nano = 10^{-9} und Alltagsvergleiche

BLOCK 2: Oberflächen-Volumen-Verhältnis
• Modelexperiment „Würfel in 8 kleinere Würfel teilen“ und Oberfläche ermitteln • Thematisierung der großen Oberfläche am Beispiel der Nutzung als Katalysatoren

BLOCK 3: Haftung von Geckos an einer Glasplatte
• Hypothesenbildung (Klebstoff, Saugnäpfe, Anziehungskräfte, …) • Wiederholung aller zwischenmolekularen Anziehungskräfte (London, Dipol-Dipol, Ionen-Dipol, H-Brücken) • Bezug zur Haftung des Gecko-Fußes an der Glasscheibe (Oberfläche, London-Kräfte)

BLOCK 4: Lotus-Effekt und Funktionskleidung
• Hypothesenbildung zur Selbstreinigung der Lotusblume • Modellexperiment mit Ruß auf der Glasplatte + Wassertropfen • Elektronenmiskroskop-Bilder der Lotusblatt-Oberfläche zur Erklärung des Lotuseffektes • Anwendung Effekt in Nanotechnologie: Beschichtung von Textilien mit hydrophoben Nanopartikeln • Experiment Wirkungsweise von Imprägnierspray auf Filterpapier (Vergleich zu Speiseöl und Wachs)

BLOCK 5: Biozide Wirkung von Silber-Nanopartikeln
• Experiment zur Vermehrung von Bakterienkulturen in einer Malzextrakt-Nährlösung in Agar mit bzw. ohne Besprühung mit Nivea „Silver Protect“ Deo Spray. • Thematisierung der Funktion einer Blindprobe

BLOCK 6: Herstellung von Silber-Nanopartikeln
• Elektrolyse einer frisch hergestellten 1-millimolaren Silbernitrat-Lösung • Nachweis der Silber-Nanopartikel mithilfe eines Laserpointers (Tyndall-Effekt) • Industrielle Synthesen: Top-Down- versus Bottom-Up-Strategien • Beispiel einer Bottom-Up-Strategie: Herstellung von Silber- oder Gold-Nanopartikeln im Leidenfrost-Reaktor, Video der Herstellung von Mai Thi Nguyen Kim

Möglichkeit zur Erweiterung → BLOCK 7: Webquest zu Nanopartikeln
• *Arbeitsteilige Gruppenarbeit mit Internetrecherche zu den Themen „Titandioxid-Nanopartikel“, „Silber-Nanopartikel“, „Carbon-Nanotubes“, „Silica-Nanopartikel“*

Fachübergreifende Bezüge
Minimal zu Mathematik (Block 1 und Block 2)
Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden
• Es bieten sich viele einfache und beeindruckende Schülerversuche an (z.B. Abperleffekt einer Rußschicht auf einer Glasscheibe, Eigenschaften von Imprägnierspray auf Textilien, etc.) • Durch die Einfachheit der Teilthemen und Experimente wäre ein Stationenlernen denkbar
Materialien und Fundstellen
Materialien: Chemie-USB-Stick im Lehrerzimmer
Ungefährer Stundenbedarf
1 bis 3 Wochen (je nachdem, wie intensiv manche Blöcke behandelt werden)
Möglichkeiten zur Leistungsbewertung
• Da es sich um ein eher phänomenologisches Thema handelt: Eher keine Klausur!

8. Konzept zur Berufsorientierung im Fach Chemie

Allgemeine Vorinformationen

Die Vermittlung von Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kompetenzen in Bezug auf die Berufliche Orientierung stellt eine schulische Gesamtaufgabe dar (vgl. Konzept „Berufsorientierung“ des Gymnasiums Meckelfeld). Im Folgenden wird das Konzept zur Berufsorientierung des Faches Chemie dargestellt. Dabei werden einzelne Kompetenzen zur Beruflichen Orientierung, die in den verschiedenen Unterrichtseinheiten vermittelt werden, bestimmten Jahrgängen, einzelnen beruflichen Sparten und Handlungsfeldern zugeordnet.

Man unterscheidet dabei die folgenden Handlungsfelder:

Handlungsfeld	Kurzbeschreibung
H1	Reflexion der Fähigkeiten, Fertigkeiten und Interessen
H2	Abgleich der Fähigkeiten und Fertigkeiten mit den Anforderungen von Berufen bzw. Studiengängen
H3	Nutzung der Kenntnisse bezüglich des regionalen und überregionalen Wirtschaftsraumes
H4	Auswertung praktischer Erfahrungen
H5	Nutzung von Angeboten zur Information, Beratung bzw. Unterstützung
H6	Planung der Berufs- bzw. Studienwahlentscheidung
H7	Qualifizierte Bewerbung

Zuordnung von Kompetenzen zu Unterrichtseinheiten und Handlungsfeldern

Berufsorientierung und Chemie

Jahrgang	Unterrichtseinheit	Verknüpfung / Beruf	Handlungsfelder
6 (Hbj.2)	UE „Shampoo“	Herstellung von Kosmetikprodukten [Chemiker, Chemielaborant]	H1, H2
9 (Hbj.1)	UE „Stahl“	Herstellung von Stahl in der Industrie, Thermitschweißen bei der Bahn [Fachkraft für Metalltechnik]	H5
9 (Hbj.1 / Hbj.2)	Dekontextualisiert	Berufsfeld Chemie [z.B. Chemikant]	H5
10 (Hbj.2)	UE „Säuren und Basen“	Analytik, Wirkungsweise von Antacida [z.B. Chemiker, Chemielaboranten, Pharmakologen, Apotheker]	H1, H2
11 [EP], (Hbj.1)	UE „Treibstoffe“	Petrochemie: Chemieanlagen zur fraktionierten Destillation, zum Cracken und Reforming im Industriemaßstab [z.B. Ingenieure der Verfahrenstechnik, Chemisch-technischer Assistent]	H5
11 [EP], (Hbj.2)	UE „Alkohol“	Bioalkohol- und Biogasanlagen, Versuche zur alkoholischen Gärung, Untersuchungen des Alkohol- und Zuckergehalts, Bierbrauen und	H5

			Weinherstellung [z.B. Brauer, Winzer, Landwirte]	
12 [QP], (Sem.2)	*entweder …* UE „Ozeane“	*Von den beiden hier stehenden Berufs-orientierungen zu den Berufen Chemielaborant bzw. Umwelt-analytiker muss nur eine verbindlich unterrichtet werden!*	Einblick in die Aufgaben in Klärwerken: Chemische Reinigungsstufe Phosphatfällung [Chemielaborant, Umweltanalytiker]	H5
12 [QP], (Sem.2, Sem.3)	*oder …* UE „Elek-trochemie“		Analytische Chemie: Gewässer-analytik, Bestimmung von CSB- und BSB_5-Wert [Chemielaborant, Umweltanalytiker]	H1, H2, H3, H5
13 [QP], (Sem.3)	UE „Kunststoffe“		Synthetisierung spezifischer organischer Makromoleküle, Betriebsexkursion zu „Synthopol Chemie“ in Buxtehude [Chemiker, Chemielaboranten, Chemikanten, Ingenieure der Verfahrenstechnik] Infoveranstaltung zu den Ausbildungsberufen Chemielaborant und Chemikant	H1, H2, H3, H4, H5, H6

9. Die Einbindung des Faches Chemie ins Medienkonzept des Gymnasiums Meckelfeld

Allgemeine Vorinformationen

Der Einsatz von Medien findet an unserer Schule in unterschiedlichen Formen und in verschiedenen Unterrichtssituationen statt. Das Medienkonzept des Gymnasium Meckelfeld hat das übergeordnete Ziel, die Medienkompetenz der Schülerinnen und Schülern sowie der Lehrerinnen und Lehrer zu stärken.
Schülerinnen und Schüler sollen Kenntnisse, Einsichten, Fähigkeiten und Fertigkeiten erwerben, um den Herausforderungen in einer von digitalen Medien geprägten Welt gerecht zu werden.
Für die praktische Umsetzung des Prozesses der Medienkompetenzentwicklung in den einzelnen Fächern betrachten wir das Lernen mit und über Medien in vier übergeordneten KOMPETENZBEREICHEN (siehe auch „Medienkonzept des Gymnasiums Meckelfeld“ in der Version vom Mai 2016).

KOMPETENZBEREICH	STICHWORTARTIGE ERLÄUTERUNGEN
Information	• Informationen als zentrale gesellschaftliche Ressource • Informationsbedarfe erkennen • Zugriff auf Informationsquellen üben • Sachgerechte, reflektierte und selbstbestimmte Auswahl und Verwertung von Informationen
Kommunikation	• Vermittlung grundlegende Kenntnisse medialer Kommunikation • Angemessene Nutzung der Regeln medialer Kommunikation zur gleichberechtigten, individuellen wie kooperativen Teilhabe an der Gesellschaft
Präsentation und Produktion	• Planung, Realisierung und Präsentation eigener Medienproduktionen • Beherrschung gestalterischer Grundlagen

	• Sachgerechter begründeter Einsatz unterschiedlicher Medientechniken • Reflektion der beim Rezipienten erzielten Wirkungen
Medienanalyse und -kritik	• Kenntnisse medialer Gestaltungsprinzipien • Entschlüsselung, Erörterung und Interpretation unterschiedlicher Medienangebote • Medien als Instrumente der Weltwahrnehmung und -aneignung • Chancen und Risiken des Mediengebrauchs • Entwicklung eines stabilen Rechtsbewusstseins im Umgang mit Medien

Curriculare Umsetzung des Medienkonzepts im Fach Chemie

Im Fach Chemie zu vermittelnde Kompetenzen des Medienkonzepts

Doppel-jahrgang	Unterrichtseinheit(en)	Inhalte und Produkte	Kompetenz-bereich
9 / 10	Die Unterrichtseinheit ist frei wählbar	Erstellung von Erklärfilmen und/oder Stop-Motion-Filmen	Präsentation und Produktion
12 / 13	Alternative Treibstoffe	Kalorimetrische Messungen über *Cobra SMARTsense Temperature Sensor* mit *MeasureAPP* von PHYWE	NN
12 / 13	Alternative Treibstoffe	Erstellen von Stop-Motion-Filmen oder anderen Lernvideos / Tutorials zum Mechanismus der säurekatalysierten Veresterung	Präsentation und Produktion
12 / 13	Säuren und Basen	Potentiometrische Messungen von pH-Werten / Titrationskurven über normale pH-Meter und (wenn vorhanden) über *Cobra SMARTsense pH Sensor* mit *MeasureAPP* von PHYWE	NN

10. Schlussbemerkungen

10.1 Abhaklisten

Damit in der Praxis sichergestellt werden kann, dass die in diesem schulinternen Fachcurriculum des Faches Chemie zugeordneten inhaltlichen und prozessbezogenen Kompetenzen auch wirklich in den entsprechenden Unterrichtseinheiten vermittelt werden, erstellt die Fachschaft Chemie zu jedem Jahrgang bzw. in der Oberstufe sogar zu jeder Unterrichtseinheit eine so genannte Abhakliste. Diese Abhaklisten stellen eine Auflistung der in dem Jahrgang bzw. der Einheit zu vermittelnden Kompetenzen dar. Die Abhaklisten sind keine chronologische Themenabfolge, sondern dienen lediglich der Selbstüberprüfung. Da die Zuordnung der Kompetenzen zu den Unterrichtseinheiten in diesem schulinternen Fachcurriculum bereits in Form der Fachkontrollbögen stattfindet, soll an dieser Stelle darauf verzichtet werden, alle Abhaklisten in das schulinterne Fachcurriculum zu integrieren.

10.2 Das Fachcurriculum im Wandel

Bei diesem schulinternen Fachcurriculum des Faches Chemie am Gymnasium Meckelfeld handelt es sich um einen prozessorientierten Arbeitsplan, der eine umfassende Kompetenzvermittlung der in den Niedersächsischen Kerncurricula Chemie der Sekundarstufen I und II stehenden Kompetenzen gewährleisten soll.
Dies bedeutet, dass sich dieses Fachcurriculum stets im Wandel befindet, so dass es das Ziel der Fachschaft Chemie am Gymnasium Meckelfeld ist, immer wieder neue didaktische und pädagogische Erkenntnisse aufzunehmen und bestehende Unterrichtseinheiten diesbezüglich zu ändern, zu erweitern oder zu verbessern. Weiterhin sollen alternative Unterrichtseinheiten mit neuen Alltagsbezügen entwickelt werden, um das Spektrum der möglichen Lernpfade (Lernlinien) zu erweitern.

Beschluss der Fachkonferenz Chemie vom 26.05.2010