

Schulinterner Kernlehrplan Chemie - Paulinum

Vorbemerkungen

Bei drei Kolleginnen und vier zwischen den Fächern Biologie und Chemie zu teilenden Fachräumen ist die Realisierung eines stark an Schülerexperimenten orientierten Unterrichts selbstverständlich. Auch jenseits des Experiments wird eine methodisch vielfältige Unterrichtsgestaltung mit vom Team gewünschter individueller Schwerpunktsetzung umgesetzt.

Ziel der Einführungsphase sollte auch sein, hinreichend viele Interessenten für einen Leistungskurs zu gewinnen; dies erreicht man eher, wenn den SchülerInnen ein realistisches und nicht geschöntes Bild von den Anforderungen des Faches geliefert wird.

In das schulspezifische Curriculum sind sowohl das Medienkonzept als auch das Thema Nachhaltigkeit eingearbeitet bzw. zu berücksichtigen.

Medien: Wir verzichten hier auf eine detaillierte Beschreibung der zu verwendenden Medien, da die Erfahrung der letzten zwanzig Jahre gezeigt hat, dass die technische Entwicklung schneller ist als die Gremienprozesse, die zur Verabschiedung solcher Konzepte notwendig sind. Das derzeit aktuelle Thema „BYOD“ (Bring your own Device) wird unter dem Einfluss des derzeitigen IT-Versorgers ohnehin erst zu verwirklichen sein, wenn das Konzept selbst schon wieder verstaubt ist. Es soll hier genügen darauf hinzuweisen, dass moderne Informationsquellen intensiv aber kritisch genutzt werden sollen und Methoden der Messwerterfassung und Datenverarbeitung immer dann verwendet werden, wenn Sie technisch möglich und fachmethodisch sinnvoll sind.

Nachhaltigkeit: Alle Naturwissenschaften sind diesem Thema affin, da sie es sind, die die Stoffkreisläufe darstellen und z.T. auch quantifizieren, die Endlichkeit von Ressourcen berechnen. Das Stichwort „Gleichgewicht“ taucht in diesem Curriculum auf verschiedenen Abstraktionsebenen auf und kann zur Schärfung des Bewusstseins für die Notwendigkeit nachhaltiger Prozesse fruchtbar werden. Wir wollen unbedingt vermeiden, die Schülerschaft mit diesem Thema zu übersättigen: Ein Blick in die Schulbücher der verschiedenen nicht nur naturwissenschaftlichen Fächer zeigt, dass dieser Themenbereich schon sehr häufig im Unterrichtsgeschehen auch der SI auftaucht.

Kontexte: Die letzten Schulbücher in den Naturwissenschaften, die Unterrichtsinhalte ohne Kontextbezug ansteuerten, stammen aus den Sechziger Jahren des letzten Jahrhunderts; seitdem ist es in den Fachdidaktiken unumstritten, von Zusammenhängen mit der Alltagswelt auszugehen, um Lernziele anzusteuern und ein Unterrichtsthema zu entwickeln. Es ist jedoch evident, dass die Welt, in der Schülerinnen leben, eine partiell andere ist als die von Erwachsenen. Zusätzlich sei angemerkt, dass die Aktualität von Kontexten, die zur Zeit der Entwicklung von Curricula diskutiert wurden und dann Eingang in die gängigen Schulbücher gefunden haben, endlich ist (vgl. „Beil des Ötzi“); wir halten es daher für problematisch, solche Bezüge festzuschreiben, auch wenn im Rahmen der Evaluation die Möglichkeit besteht, Änderungen der Texte vorzunehmen. Eine Festschreibung berücksichtigt zudem nicht die Stärken der Lehrpersonen: so ist es für den derzeitigen „Interimsfachvorsitzenden“ deutlich leichter, authentische Bezüge zu landwirtschaftlichen Fragen herzustellen und auch persönliche Kontakte zu Unternehmen und Institutionen fruchtbar werden zu lassen, als das für eher stadtorientierte Kolleginnen machbar ist. Die in den Tabellen vorgeschlagenen Kontexte sind daher als Vorschläge zu verstehen.

Nachdem die Schulpolitik sich einer am Output orientierten Steuerung verschrieben hat, ist es müßig, Unterrichtsschritte detailliert aufzulisten und mit diversen konkretisierten Kompetenzen zu verknüpfen. Die FachlehrerInnen nutzen die im Kernlehrplan aufgelisteten, zum größeren Teil operationalisierten oder operationalisierbaren Kompetenzen bei der Planung aller Unterrichtsvorhaben. Die genaue Sequenzierung folgt praktischerweise dem für die Schüler gewählten Lehrbuch; weitere Materialien werden je nach Bedarf hinzu gezogen. Eine Evaluation erfolgt auf der Basis von Unterrichtserfahrungen und den Ergebnissen von

Lernerfolgsüberprüfungen in den jährlichen Sitzungen der Fachkonferenz. Zur gegenseitigen Unterstützung tauschen wir weiterhin sowohl Unterrichtsmaterialien als auch Klausurentwürfe aus. Zweit- oder Kreuzkorrektur von Klausuren und gegenseitige Hospitationen unterstützen die Weiterentwicklung von Unterrichtskonzepten und stärken ihre Vergleichbarkeit.

Die „Fokussierungen“ in den Vorgaben für das Abitur 2017 weisen einen Weg zu einer sinnvollen Schwerpunktsetzung und erlauben es gleichzeitig, das Unterrichtsgeschehen im Konsens auch mit den SchülerInnen zu planen und zu gestalten.

Leistungsbeurteilung: Wir folgern hier der üblichen Zweiteilung.

Sonstige Mitarbeit wird bewertet mit Hilfe von:

1. Unterrichtsprotokollen, Heftführung und deren Nutzung in Verlauf des Unterrichts.
2. Experimentelle Sorgfalt und Zunahme der Selbstständigkeit.
3. Qualität und Quantität mündlicher Unterrichtsbeiträge.
4. Teilnahme an Diskussionen (auch als Moderator) und Rollenspielen..
5. Recherchen, Kurzvorträge, Referate, Experimentelle Demonstrationen.

Klausuren:

Die Konstruktion der Aufgaben folgt zunehmend der Struktur, die in denen des Zentralabiturs verwendet wird. Wir orientieren uns dabei deutlich an den Anforderungsbereichen II und III (ohne die Reproduktion unangemessen zu vernachlässigen), vermeiden dabei aber, dass die Lösungen von Teilaufgaben durch Umgruppieren und Niederschreiben von im Arbeitsmaterial enthaltenen Textpassagen zu erledigen sind. Eigenständiges Denken und Formulieren werden gefördert und gefordert.

Nach Stand Februar 2014 ist das gegenwärtig verwendete Schulbuch der Einführungsphase für den vorgeschlagenen Unterrichtsgang nicht geeignet, der für Mitte des Jahres angekündigte Nachfolgebund wird es auch nicht sein. Entweder verwenden wir den Band für die Qualifikationsphase, der Material für alle vier Unterrichtsvorhaben wenigstens zu größeren Teil enthält, oder wir steigen (kostspielig) um auf das entsprechende Lehrwerk des Klettverlages, das im März erscheinen soll.

Nach Stand Mai 2014 werden wir mit dem genannten Band von Klett beginnen. Es stellt sich die Frage, ob auch für die Q-Phase auf das Lehrwerk von Klett gewechselt wird.

Inhaltsfeld 1: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

Umgang mit Fachwissen:

Die Schülerinnen und Schüler ...

1. beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2),
2. ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3),
3. erklären an Verbindungen aus den Stoffklassen der Alkane und Alkene das C-C-Verknüpfungsprinzip (UF2),
4. beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole (UF1, UF3),
5. benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3),

6. erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, Van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3),
7. erklären die Oxidationsreihen der Alkohole auf molekularer Ebene und ordnen den Atomen Oxidationszahlen zu (UF2),
8. ordnen Veresterungsreaktionen dem Reaktionstyp der Kondensationsreaktion begründet zu (UF1),
9. beschreiben die Strukturen von Diamant und Graphit und vergleichen diese mit neuen Materialien aus Kohlenstoff (u.a. Fullere) (UF4),
10. erläutern den Ablauf einer chemischen Reaktion unter dem Aspekt der Geschwindigkeit und definieren die Reaktionsgeschwindigkeit als Differenzenquotient $\Delta c/\Delta t$ (UF1),
11. erläutern die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1),
12. erläutern an ausgewählten Reaktionen die Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch eine Konzentrationsänderung (bzw. Stoffmengenänderung), Temperaturänderung (bzw. Zufuhr oder Entzug von Wärme) und Druckänderung (bzw. Volumenänderung) (UF3),
13. formulieren für ausgewählte Gleichgewichtsreaktionen das Massenwirkungsgesetz (UF3),
14. interpretieren Gleichgewichtskonstanten in Bezug auf die Gleichgewichtslage (UF4),
15. beschreiben und erläutern den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe vorgegebener graphischer Darstellungen (UF1, UF3).

Erkenntnisgewinnung:

Die Schülerinnen und Schüler...

1. interpretieren den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (u.a. Oberfläche, Konzentration, Temperatur) (E5),
2. führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4),
3. nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6),
4. stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3),
5. beschreiben Beobachtungen von Experimenten zu Oxidationsreihen der Alkohole und interpretieren diese unter dem Aspekt des Donator- Akzeptor-Prinzips (E2, E6),
6. erläutern die Grundlagen der Entstehung eines Gaschromatogramms und entnehmen diesem Informationen zur Identifizierung eines Stoffes (E5),
7. erläutern Grenzen der ihnen bekannten Bindungsmodelle (E7),
8. planen quantitative Versuche (u.a. zur Untersuchung des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion), führen diese zielgerichtet durch und dokumentieren Beobachtungen und Ergebnisse (E2, E4),
9. formulieren Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und entwickeln Versuche zu deren Überprüfung (E3),
10. erklären den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf der Basis einfacher Modelle auf molekularer Ebene (u.a. Stoßtheorie für Gase) (E6),
11. interpretieren ein einfaches Energie-Reaktionsweg-Diagramm (E5, K3),
12. beschreiben und erläutern das chemische Gleichgewicht mithilfe von Modellen (E6),
13. unterscheiden zwischen dem natürlichen und dem anthropogen erzeugten Treibhauseffekt und beschreiben ausgewählte Ursachen und ihre Folgen (E1),
14. formulieren Fragestellungen zum Problem des Verbleibs und des Einflusses anthropogen erzeugten Kohlenstoffdioxids (u.a. im Meer) unter Einbezug von Gleichgewichten (E1),
15. formulieren Hypothesen zur Beeinflussung natürlicher Stoffkreisläufe (u.a.

- Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) (E3),
 16. beschreiben die Vorläufigkeit der Aussagen von Prognosen zum Klimawandel (E7).

Kommunikation:

Die Schülerinnen und Schüler...

1. dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung eines chemischen Gleichgewichts, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1),
2. nutzen angeleitet und selbstständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften (K2),
3. beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3),
4. wählen bei der Darstellung chemischer Sachverhalte die jeweils angemessene Formelschreibweise aus (Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel) (K3),
5. analysieren Aussagen zu Produkten der organischen Chemie (u.a. aus der Werbung) im Hinblick auf ihren chemischen Sachgehalt und korrigieren unzutreffende Aussagen sachlich fundiert (K4),
6. recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3),
7. stellen für Reaktionen zur Untersuchung der Reaktionsgeschwindigkeit den Stoffumsatz in Abhängigkeit von der Zeit tabellarisch und graphisch dar (K1),
8. veranschaulichen chemische Reaktionen zum Kohlenstoffdioxid- Carbonat-Kreislauf graphisch oder durch Symbole (K3),
9. recherchieren Informationen (u.a. zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat- Kreislauf) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4),
10. stellen neue Materialien aus Kohlenstoff vor und beschreiben deren Eigenschaften (K3).

Bewertung:

Die Schülerinnen und Schüler ...

1. zeigen Vor- und Nachteile ausgewählter Produkte des Alltags (u.a. Aromastoffe, Alkohole) und ihrer Anwendung auf, gewichten diese und beziehen begründet Stellung zu deren Einsatz (B1, B2),
2. beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1),
3. zeigen Möglichkeiten und Chancen der Verminderung des Kohlenstoffdioxidausstoßes und der Speicherung des Kohlenstoffdioxids auf und beziehen politische und gesellschaftliche Argumente und ethische Maßstäbe in ihre Bewertung ein (B3, B4),
4. beschreiben und bewerten die gesellschaftliche Relevanz prognostizierter Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes (B3),
5. bewerten an einem Beispiel Chancen und Risiken der Nanotechnologie (B4).

Daraus resultiert:

Inhaltliche Schwerpunkte	Mögliche Kontexte
Nanochemie des Kohlenstoffs	Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs

Organische und anorganische Kohlenstoffverbindungen Gleichgewichtsreaktionen Stoffkreislauf in der Natur	Vom Alkohol zum Aromastoff Methoden der Kalkentfernung im Haushalt Kohlenstoffdioxid und das Klima – Die Bedeutung der Ozeane Boden und Düngung
--	--

Kompetenzerwartungen und inhaltliche Schwerpunkte bis zum Ende der Qualifikationsphase

Grundkurs

Inhaltsfeld 2: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Umgang mit Fachwissen:

Die Schülerinnen und Schüler...

1. identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3),
2. interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des KS-Wertes (UF2, UF3),
3. erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1),
4. berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2),
5. klassifizieren Säuren mithilfe von KS- und pKS-Werten (UF3),
6. berechnen pH-Werte wässriger Lösungen schwacher einprotoniger Säuren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2).

Erkenntnisgewinnung:

Die Schülerinnen und Schüler...

1. zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7),
2. planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3),
3. erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5),
4. erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6),
5. beschreiben das Verfahren einer Leitfähigkeitstitration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5),
6. machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von KS- und pKS-Werten.(E3),
7. bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5).

Kommunikation:

Die Schülerinnen und Schüler...

1. stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3),
2. dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstitration mithilfe graphischer Darstellungen (K1),

- erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3),
- recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4).

Bewertung:

Die Schülerinnen und Schüler...

- beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2),
- bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1).

Daraus resultiert:

Inhaltliche Schwerpunkte	Mögliche Kontexte
Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen durch Titration	Säuren und Basen in Alltagsprodukten Einfluss von Säuren und Basen auf Gewässer und Böden

Inhaltsfeld 3: Elektrochemie

Umgang mit Fachwissen:

Die Schülerinnen und Schüler...

- erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3),
- beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle (UF1),
- berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3),
- erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4),
- beschreiben und erklären Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3),
- deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4),
- erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2),
- erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2),
- erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge (UF1, UF3).

Erkenntnisgewinnung:

Die Schülerinnen und Schüler...

1. erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator- Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7),
2. entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen (E3),
3. planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5),
4. erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6),
5. analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5).

Kommunikation:

Die Schülerinnen und Schüler...

1. dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1),
2. stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3),
3. recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3),
4. argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).

Bewertung:

Die Schülerinnen und Schüler...

1. erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3),
2. vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle) (B1),
3. diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4),
4. diskutieren Folgen von Korrosionsvorgängen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B2).

Daraus resultiert

Inhaltliche Schwerpunkte	Mögliche Kontexte
Elektrochemische Gewinnung von Stoffen Mobile Energiequellen Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse Korrosion und Korrosionsschutz	Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon Verzinken gegen Rost Elektroautos - Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse

Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Umgang mit Fachwissen:

Die Schülerinnen und Schüler...

1. beschreiben den Aufbau der Moleküle (u.a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3),
2. erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1),
3. erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4),
4. klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3),
5. formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und erläutern diese (UF1),
6. verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4),
7. erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide) (UF1, UF3),
8. beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3),
9. erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF2, UF4),
10. erklären die elektrophile Erstsabstitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3),
11. erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/ Akzeptorgruppen) (UF1, E6).

Erkenntnisgewinnung:

Die Schülerinnen und Schüler...

1. erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4),
2. schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3),
3. untersuchen Kunststoffe auf ihre Eigenschaften, planen dafür zielgerichtete Experimente (u.a. zum thermischen Verhalten), führen diese durch und werten sie aus (E1, E2, E4, E5),
4. ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere und Duro-mere) (E5),
5. beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7),
6. erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter

- organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe) (E6),
7. werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5).

Kommunikation:

Die Schülerinnen und Schüler...

1. verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3),
2. erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3),
3. präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3),
4. recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3),
5. demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3).

Bewertung:

Die Schülerinnen und Schüler...

1. erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3),
2. diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3),
3. beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).

Daraus resultiert

Inhaltliche Schwerpunkte	Mögliche Kontexte
Organische Verbindungen und Reaktionswege Reaktionsabläufe Organische Werkstoffe Farbstoffe und Farbigkeit	Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt Maßgeschneiderte Werkstoffe Farbstoff und Solarzelle Farbstoffe in Alltag und Analytik

Leistungskurs

Inhaltsfeld 2: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Umgang mit Fachwissen:

Die Schülerinnen und Schüler...

1. identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3),

- interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des KS-Wertes (UF2, UF3),
- erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1),
- berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide (UF2),
- klassifizieren Säuren und Basen mithilfe von KS-, KB- und pKS-, pKB-Werten (UF3),
- berechnen pH-Werte wässriger Lösungen einprotoniger schwacher Säuren und entsprechender schwacher Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2).

Erkenntnisgewinnung:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7),
- planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3),
- erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5),
- beschreiben eine pH-metrische Titration, interpretieren charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) und erklären den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts (E5),
- erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6),
- erläutern die unterschiedlichen Leitfähigkeiten von sauren und alkalischen Lösungen sowie von Salzlösungen gleicher Stoffmengenkonzentration (E6),
- beschreiben das Verfahren der Leitfähigkeitstiteration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5),
- machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von KS- und KB-Werten und von pKS- und pKB-Werten (E3),
- bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5),
- vergleichen unterschiedliche Titrationsmethoden (u.a. Säure-Base- Titration mit einem Indikator, Leitfähigkeitstiteration, pH-metrische Titration) hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen (E1, E4),
- erklären die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolyse (E3, E6).

Kommunikation:

Die Schülerinnen und Schüler...

- stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3),
- dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstiteration und einer pH-metrischen Titration mithilfe graphischer Darstellungen (K1),
- erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure bzw. einer schwachen und einer starken

- Base unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3),
- recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4),
 - beschreiben und erläutern Titrationskurven starker und schwacher Säuren (K3),
 - nutzen chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten Indikators für eine Titration mit Endpunktsbestimmung (K2).

Bewertung:

Die Schülerinnen und Schüler...

- beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2),
- bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1),
- bewerten durch eigene Experimente gewonnene oder recherchierte Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen auf der Grundlage von Kriterien der Produktqualität oder des Umweltschutzes (B4),
- beschreiben den Einfluss von Säuren und Basen auf die Umwelt an Beispielen und bewerten mögliche Folgen (B3).

Daraus resultiert

Inhaltliche Schwerpunkte	Mögliche Kontexte
Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen Titrationsmethoden im Vergleich	Säuren und Basen in Alltagsprodukten Umweltanalytik Einfluss von Säuren und Basen auf Gewässer und Böden

Inhaltsfeld 3: Elektrochemie

Umgang mit Fachwissen:

Die Schülerinnen und Schüler...

- erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3),
- beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle (UF1),
- berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3),
- berechnen Potentiale und Potentialdifferenzen mithilfe der Nernst- Gleichung und ermitteln Ionenkonzentrationen von Metallen und Nichtmetallen (u.a. Wasserstoff und Sauerstoff) (UF2),
- erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte

- galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4),
6. beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3),
 7. deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4),
 8. erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer Wasserstoff- Brennstoffzelle (UF1, UF3),
 9. erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2),
 10. erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Ener- gieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2),
 11. erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode) (UF1, UF3).

Erkenntnisgewinnung:

Die Schülerinnen und Schüler...

1. erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator- Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7),
2. entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallen/Metallionen und Nichtmetallen/Nichtmetallionen (E3),
3. planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5),
4. planen Versuche zur quantitativen Bestimmung einer Metallionen- Konzentration mithilfe der Nernst-Gleichung (E4),
5. erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6),
6. analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5),
7. entwickeln aus vorgegebenen Materialien galvanische Zellen und treffen Vorhersagen über die zu erwartende Spannung unter Standardbedingungen (E1, E3),
8. werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst- Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5),
9. schließen aus experimentellen Daten auf elektrochemische Gesetzmäßigkeiten (u.a. Faraday- Gesetze) (E6).

Kommunikation:

Die Schülerinnen und Schüler...

1. dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1),
2. stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3),
3. recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3),

- argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4),
- recherchieren Beispiele für elektrochemische Korrosion und Möglichkeiten des Korrosionsschutzes (K2, K3).

Bewertung:

Die Schülerinnen und Schüler...

- erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3),
- vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle, Alkaline-Zelle) (B1),
- diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4),
- diskutieren Möglichkeiten der elektrochemischen Energiespeicherung als Voraussetzung für die zukünftige Energieversorgung (B4),
- diskutieren ökologische Aspekte und wirtschaftliche Schäden, die durch Korrosionsvorgänge entstehen können (B2),
- bewerten für konkrete Situationen ausgewählte Methoden des Korrosionsschutzes bezüglich ihres Aufwandes und Nutzens (B3, B2).

Daraus resultiert

Inhaltliche Schwerpunkte	Mögliche Kontexte
Elektrochemische Gewinnung von Stoffen Mobile Energiequellen Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse Korrosion und Korrosionsschutz	Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon Verzinken gegen Rost Elektroautos - Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse

Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Umgang mit Fachwissen:

Die Schülerinnen und Schüler...

- beschreiben den Aufbau der Moleküle (u.a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3),
- erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1),
- erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol- Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF 3, UF4),
- klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und

- Kondensationen (UF3),
5. formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und einer nucleophilen Substitution und erläutern diese (UF1),
 6. verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4),
 7. erklären Reaktionsabläufe unter dem Gesichtspunkt der Produktausbeute und Reaktionsführung (UF4),
 8. erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide, Polycarbonate) (UF1, UF3),
 9. beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3),
 10. erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF3, UF4),
 11. erläutern das Reaktionsverhalten von aromatischen Verbindungen (u.a. Benzol, Phenol) und erklären dies mit Reaktionsschritten der elektrophilen Erst- und Zweitsubstitution (UF1, UF2),
 12. geben ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes an und erläutern die Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution (UF1, UF3),
 13. erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/Akzeptorgruppen) (UF1, E6).

Erkenntnisgewinnung:

Die Schülerinnen und Schüler...

1. erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4),
2. vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u.a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3),
3. untersuchen Kunststoffe auf ihre Eigenschaften, planen dafür zielgerichtete Experimente (u.a. zum thermischen Verhalten), führen diese durch und werten sie aus (E1, E2, E4, E5),
4. ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere, Duromere) (E5),
5. analysieren und vergleichen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u.a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) (E6),
6. machen eine Voraussage über den Ort der elektrophilen Zweitsubstitution am Aromaten und begründen diese mit dem Einfluss des Ersts substituents (E3, E6),
7. beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7),
8. erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) (E6),
9. werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5),

10. berechnen aus Messwerten zur Extinktion mithilfe des Lambert-Beer- Gesetzes die Konzentration von Farbstoffen in Lösungen (E5),
11. stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7).

Kommunikation:

Die Schülerinnen und Schüler...

1. verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3),
2. beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3),
3. erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3),
4. präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3),
5. recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3),
6. demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3),
7. beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4).

Bewertung:

Die Schülerinnen und Schüler...

1. erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3),
2. diskutieren und bewerten Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3),
3. gewichten Analyseergebnisse (u.a. fotometrische Messung) vor dem Hintergrund umweltrelevanter Fragestellungen (B1, B2),
4. beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4),
5. bewerten die Grenzen chemischer Modellvorstellungen über die Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B4).

Daraus resultiert

Inhaltliche Schwerpunkte	Mögliche Kontexte
Organische Verbindungen und Reaktionswege Reaktionsabläufe Organische Werkstoffe Farbstoffe und Farbigkeit	Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt Maßgeschneiderte Werkstoffe Farbstoff und Solarzelle Farbstoffe in Alltag und Analytik

Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption

Grundkurs

Säuren, Basen und analytische Verfahren	Elektrochemie	Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe
Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen – <i>Säuren und Basen im Alltag</i>	Elektrochemische Gewinnung von Stoffen	Organische Verbindungen und Reaktionswege – <i>Vom fossilen Rohstoff zum Produkt</i>
Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen durch Titration – <i>Leitfähigkeitstiteration von starken Säuren mit starken Basen</i>	Mobile Energiequellen	Organische Werkstoffe
	Korrosion	Farbstoffe und Farbigkeit – <i>Synthese eines Azofarbstoffes</i> – <i>Färben von Textilien (intermolekulare Wechselwirkungen)</i>

Leistungskurs

Säuren, Basen und analytische Verfahren	Elektrochemie	Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe
Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen	Elektrochemische Gewinnung von Stoffen	Organische Verbindungen und Reaktionswege
Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen	Mobile Energiequellen	Reaktionsabläufe
Titrationmethoden im Vergleich – <i>Vergleich einer Indikatortitration mit einer pH-metrischen Titration</i>	Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse – <i>Bedeutung der Nernst-Gleichung (nur für Normdruck und 25°C) zur Bestimmung sehr kleiner Ionenkonzentrationen</i>	Organische Werkstoffe
	Korrosion und Korrosionsschutz – <i>Verzinken gegen Rost</i>	Farbstoffe und Farbigkeit – <i>Synthese eines Azofarbstoffes</i> – <i>Färben von Textilien (intermolekulare Wechselwirkungen)</i>
		Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption