



Schulinternes Curriculum zum Rahmenlehrplan im Fach Chemie

Grundkurs und Leistungskurs

Inhaltsverzeichnis

1. ALLGEMEINE INFORMATIONEN	3
1.1. ALLGEMEINES ZU DEN VIER SEMESTERN IN DER GYMNASIALEN OBERSTUFE IM FACH CHEMIE	3
1.2. THEMEN DER SEMESTER Q1 - Q4	4
1.3. LEISTUNGSBEWERTUNG	5
1.4. INFORMATIONEN ZUM AUFBAU DES FACHCURRICULUMS Q1-Q4	6
2. CURRICULUM LEISTUNGSKURS	7
2.1. Q1 NATÜRLICHE UND SYNTHETISCHE MAKROMOLEKULARE STOFFE	7
2.1.1. PROTEINE (CA. 37H)	7
2.1.2. KUNSTSTOFFE – PROBLEMATISCHE ALLESKÖNNER (CA. 36H)	10
2.2. Q2 VERLAUF CHEMISCHER REAKTIONEN	14
2.2.1. CHEMISCHE THERMODYNAMIK (CA. 32H)	14
2.2.2. REAKTIONSGESCHWINDIGKEIT UND KATALYSE (CA. 30H)	18
2.2.3. CHEMISCHES GLEICHGEWICHT (CA. 29H)	20
2.3. Q3 DAS DONATOR-AKZEPTOR-PRINZIP	23
2.3.1. SÄURE-BASE-REAKTIONEN (CA. 33H)	23
2.3.2. REDOX-REAKTIONEN (CA. 25H)	27
2.3.3. INDIKATORFARBSTOFFE (CA. 20H)	29
2.4. Q4 ELEKTRISCHE ENERGIE AUS CHEMISCHEN REAKTIONEN (CA. 50H)	31
3. CURRICULUM GRUNDKURS	34
3.1. Q1 NATÜRLICHE UND SYNTHETISCHE MAKROMOLEKULARE STOFFE	34
3.1.1. PROTEINE (CA. 24H)	34
3.1.2. KUNSTSTOFFE – PROBLEMATISCHE ALLESKÖNNER (CA. 25H)	37
3.2. Q2 VERLAUF CHEMISCHER REAKTIONEN	40
3.2.1. CHEMISCHE THERMODYNAMIK (CA. 16H)	40
3.2.2. REAKTIONSGESCHWINDIGKEIT UND KATALYSE (CA. 20H)	43
3.2.3. CHEMISCHES GLEICHGEWICHT (CA. 15H)	45
3.3. Q3 DAS DONATOR-AKZEPTOR-PRINZIP	47
3.3.1. SÄURE-BASE-REAKTIONEN (CA. 21H)	47
3.3.2. REDOX-REAKTIONEN (CA. 20H)	50
3.4. Q4 ELEKTRISCHE ENERGIE AUS CHEMISCHEN REAKTIONEN (CA. 33H)	52

1. Allgemeine Informationen

1.1. Allgemeines zu den vier Semestern in der gymnasialen Oberstufe im Fach Chemie

- Ergänzend zu den verbindlichen Inhalten veröffentlicht die Senatschulverwaltung jährlich online Abiturschwerpunkte, die in dem jeweiligen Semester ausführlich behandelt werden müssen.
- Alle Kompetenzbereiche sollen in alle Semester mehrfach eingebunden werden.
- Insgesamt soll im Vergleich zur Sek. I in der Sek. II verstärkt wissenschaftspropädeutisch gearbeitet werden.
- In allen Semestern muss die Verwendung der Operatoren systematisch geübt werden.
- Die neuen Basiskonzepte sollen in geeigneter Weise angewendet werden.
- Soweit möglich, sollen Schüler*innen selbstständig Experimente planen, durchführen und auswerten und ggf. reflektieren.
- Modelle sollen in den Unterricht eingebunden und kritisch bewertet werden.
- Digitale Medien (Smartphones, Tablets, etc.) dienen der Veranschaulichung und Erarbeitung und die Schüler*innen sollen die Verwendung üben.
- Moderne Technologien und Software sollen zur Dokumentation, zur Analyse, für Messungen und Simulationen genutzt werden.
- Recherchen im Internet, insbesondere zu aktuellen chemischen Sachverhalten, sollen durchgeführt werden.
- Allgemeine Kompetenzen wie Diagrammbeschreibung, Analysen fachwissenschaftlicher Texte, systematisches Vergleichen von Inhalten, Materialauswertung und -erstellung z.B. von Abbildungen und Schemata u.v.a.m. sollen eingebunden und regelmäßig geübt werden.
- Die Fachsprache einschließlich komplexer Fachbegriffe soll sachgerecht angewendet werden.
- Chemische Inhalte sollen ggf. in gesamtgesellschaftlichen Zusammenhängen und unter ethischen Aspekten reflektiert werden.

1.2. Themen der Semester Q1 - Q4

Der Leistungskurs (LK) wird fünfstündig, der Grundkurs (GK) dreistündig unterrichtet.

Halbjahr	Themen	LK	GK
Q1	Natürliche und synthetische makromolekulare Stoffe Proteine Kunststoffe – problematische Alleskönner	2.1.1 2.1.2	3.1.1 3.1.2
Q2	Verlauf chemischer Reaktionen Chemische Thermodynamik Reaktionsgeschwindigkeit und Katalyse Chemisches Gleichgewicht	2.2.1 2.2.2 2.2.3	3.2.1 3.2.2 3.2.3
Q3	Das Donator-Akzeptor-Prinzip Säure-Base-Reaktionen Redoxreaktionen Indikatorfarbstoffe	2.3.1 2.3.2 2.3.3	3.3.1 3.3.2 -
Q4	Elektrische Energie aus chemischen Reaktionen Elektrochemie	2.4	3.4

1.3. Leistungsbewertung

Anteil an der Gesamtnote	Grundkurs	Leistungskurs
Allgemeiner Teil (AT)	2/3 (66,6%)	1/2 (50 %)
Schriftlicher Teil (Klausuren)	1/3 (33,3%)	1/2 (50 %; jede Klausur 25%)
	Endnote wird kaufmännisch gerundet.	Bei Endnote zwischen zwei Notenpunkten, obliegt die Entscheidung der Lehrkraft.

Für Klausuren der Sek II gilt die folgende Zuordnung																
Ab	95%	90%	85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%	45%	40%	33%	27%	20%	0%
Punkte	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Note	1+	1	1-	2+	2	2-	3+	3	3-	4+	4	4-	5+	5	5-	6

Bewertungsaspekte des Allgemeinen Teils

- Mündliche Mitarbeit im Unterrichtsgespräch, die Qualität der Beiträge erhält einen höheren Bewertungsanteil als die Quantität
- Regelmäßiges Anfertigen von Hausaufgaben einschließlich deren Qualität
- Erstellen von digitalen oder analogen Produkten: Referate, Präsentationen, Handout, Videoerstellung, Portfolio, Plakaterstellung
- Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten und Erstellung zugehöriger Protokolle
- Digitales Arbeiten und selbständige Ergebnisfixierung, z. B. im Computerraum, und allgemein der Umgang mit Medien
- Kooperative, selbständige Arbeit in Gruppen/Teams, Qualität und Darstellung der Ergebnisse und eigener Anteil beim Arbeitsergebnis
- Erheben und Bewerten von relevanten Daten: Internetrecherche, Umfragen, Bewertung von Informationen
- Mündliche Überprüfungen und kurze schriftliche Lernerfolgskontrollen
- Anwenden und Ausführen fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- Arbeitshaltung: pünktliche Abgabe von Produkten, Zuverlässigkeit, Ordnung der Arbeitsmaterialien
- Ggf. gelegentliche Erstellung von Stundenprotokollen

2. Curriculum Leistungskurs

2.1. Q1 Natürliche und synthetische makromolekulare Stoffe

2.1.1. Proteine (ca. 37h)

Verbindliche Inhalte laut RLP	Schwerpunktkompetenzen (Bezug zu den Bildungsstandards)	Experimente (fett: verbindlich)
<p>Möglicher Kontext: Joghurt – links- oder rechtsdrehend?</p> <p>Spiegelbildisomerie und optische Aktivität</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Enantiomere, Diastereomere ○ Chiralität (asymmetrisch substituiertes Kohlenstoff-Atom), optische Aktivität ○ FISCHER-Projektion <p>[ca. 10h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ formulieren, ableitend aus den IUPAC-Regeln, FISCHER-Projektionsformeln für D- und chirale Moleküle ○ wählen chemische Sachverhalte und Informationen zum betrachteten Kontext adressaten- und situationsgerecht aus. (K 5) ○ beurteilen bei Recherchen ausgewählter Kontexte die Inhalte verwendeter Quellen und Medien, z. B. hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit. (B 2) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Bau von z.B. Milchsäure-Molekülen mit dem Molekülbaukasten ○ Ggf. Polarimetrie mit Demonstrations-polarimeter (OH-Projektor) oder Polarisationsfolien ○ Molekülstrukturen digital darstellen
<p>Aminosäuren und Peptidbindung</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Elektronenpaarbindung, funktionelle Gruppen, intermolekulare Wechselwirkungen als integrierte Wiederholung aus Sek I ○ Struktur von α-Aminosäuren ○ α-L- und α-D-Aminosäure / Aminosäuren als chirale Verbindungen ○ Nachweis und Eigenschaften (Aggregatzustand, Löslichkeitsverhalten, Säure-Base-Verhalten) - Zwitterion ○ Aminosäuren nach den Eigenschaften der Aminosäurereste einteilen ○ Essenzielle Aminosäuren ○ Peptidbildung und -spaltung ○ planare Peptidbindung und tetraedrische Struktur am α-Kohlenstoff-Atom (EPA-Modell) ○ biologische Bedeutung von Aminosäuren 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ beschreiben und begründen Ordnungsprinzipien für Aminosäuren und wenden diese an. (S 1) ○ leiten Voraussagen über die Eigenschaften von Aminosäuren auf Basis ihrer zwitterionischen Struktur begründet ab. (S 2) ○ beschreiben in Molekülen asymmetrisch substituierte Kohlenstoff-Atome, um chirale Verbindungen zu erkennen. (S 2) ○ formulieren, ableitend aus den IUPAC-Regeln, FISCHER-Projektionsformeln für Aminosäure-Moleküle. (S 11) ○ bestimmen den Reaktionstyp der Bildung und der Spaltung von Peptiden. (S 4) ○ erstellen ein Di- oder Tripeptid online und können die 3D-Struktur darstellen lassen. (S11) / (K 7) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ninhydrin-Reaktion (LV) ○ Bau von Aminosäure-Molekülen mit dem Molekülbaukasten

[ca.15h]		
<p>Möglicher Kontext: Proteinshakes Struktur und Denaturierung der Proteine</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Strukturebenen von Proteinen unter Berücksichtigung der inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (einschließlich Ionen-Dipol-Wechselwirkungen) ○ Denaturierung von Proteinen ○ Nachweis von Proteinen ○ Bedeutung / Funktion der Proteine ○ Proteine nach den biologischen Funktionen (Sklero- und Sphäroproteine) einteilen <p>[ca.12h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ erklären Sekundär- und Tertiärstrukturen der Proteine als Folge zwischenmolekularer Wechselwirkungen. (S 13) ○ wählen geeignete Realmodelle aus, um Strukturebenen von Proteinen darzustellen, und nutzen diese, um chemische Fragestellungen zu beantworten. (E 7) ○ leiten den Sachverhalt der Denaturierung von Proteinen aus Alltagssituationen ab (E 1) und identifizieren und entwickeln Fragestellungen zur Denaturierung. (E 2) ○ erklären die Denaturierung und argumentieren fachlich schlüssig. (K 10) ○ führen Nachweisreaktionen für Proteine durch und wenden diese zum Nachweis von Proteinen in Lebensmitteln an. (E 5) ○ treffen mithilfe fachlicher Kriterien begründete Entscheidungen in Alltagssituationen, z. B. zu Garmethoden von Lebensmitteln. (B 10) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Biuret-Reaktion (SV) ○ Xanthoprotein-Reaktion (LV) ○ Denaturierung von Proteinen (SV) ○ Nachweis von Proteinen in z.B. Lebensmitteln (SV) ○ Basteln eines Proteinmodells
Bezug zur Sprachbildung (Teil B, RLP)	Bezug zur Medienbildung (Teil B, RLP)	Bezug zu den übergreifenden Themen (üT, Teil B, RLP)
<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ erschließen Fachtexte zur Bedeutung der Proteine für den Menschen und beurteilen ihre Wirkungsabsicht → Textrezeption ○ erweitern den Fachwortschatz und fachsprachliche Wendungen, insbesondere beim Thema Isomerie. → Sprachbewusstheit 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ nutzen digitale Tools, um den räumlichen Bau von Molekülen zu erstellen, zu modifizieren und zu präsentieren. → Produzieren und Präsentieren 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ beurteilen Trends der Jugendkultur (z.B. Proteinshakes), indem sie mit wissenschaftlichen Quellen arbeiten und Informationen kritisch bewerten. → üT: Gesundheitsförderung
Fachinterne Vereinbarungen:		

Fachbegriffe:

- Amino-Gruppe
- Zwitterion
- Primärstruktur, Sekundärstruktur, Tertiärstruktur, Quartärstruktur
- Kondensation und Hydrolyse
- Peptidbindung
- essenzielle Aminosäuren
- asymmetrisch substituiertes Kohlenstoff-Atom
- Enantiomer
- α -L- und α -D-Aminosäure

Mögliche Kontexte:

- Fäden des Lebens: Haare, Wolle, Seide
- Struktur eines chemischen Türöffners – Das Insulin-Molekül
- Enzyme – Die wichtigsten Helfer im Stoffwechsel der Organismen
- Glutenfreie Ernährung – Kleberproteine in der Diskussion
- Glutamat und Co. – Geschmacksverstärker chemisch betrachtet
- Vom Knochen zum Gummibärchen – Gelatine als tierisches Protein
- Wunderbar praktisch und auch wunderbar gesund? – Die Chemie der Fertiggerichte
- Schön sein mit Schneckenschleim
- Proteinshakes – Gesundes Nahrungsmittel?

Filme:

2.1.2. Kunststoffe – problematische Alleskönner (ca. 36h)

Inhalte	Schwerpunktkompetenzen (Bezug zu den Bildungsstandards)	Experimente (fett: verbindlich)
<p>Bau, Eigenschaften und Einteilung</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ nach Struktur und Eigenschaften in Kunststoffklassen einteilen (Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere) ○ Eigenschaften (Verhalten beim Erwärmen, Brennbarkeit, Dichte, Verhalten gegenüber Lösungsmitteln) ○ Kunststoffe nach Rohstoffquelle und Abbaubarkeit einteilen <p>[ca. 8h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ beschreiben das Ordnungsprinzip der Kunststoffklassen anhand des Zusammenhangs zwischen Struktur und Eigenschaften der Kunststoffe und wenden Modelle zur Beschreibung an. (S 1) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Experiment zur Untersuchung der Eigenschaften von Kunststoffen z.B. Untersuchung der Löslichkeit von Kunststoffen (z.B. wasserlösliche Waschmittelkapseln) (SV) oder Tischtennisball in Aceton) z.B. Schwimm-Sink-Verhalten verschiedener Kunststoffe (Dichte) z.B. Verhalten von Kunststoffen beim Erwärmen
<p>Vom Monomer zum Polymer – Polymerisation</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Addition, Substitution ○ Vinylchlorid (PVC-Monomer) aus Ethin und Chlorwasserstoff bilden – <u>Mechanismus der elektrophilen Addition</u> ○ Kunststoffe durch Polymerisation (z. B. PE, PVC) herstellen ○ Mechanismus der radikalischen Polymerisation ○ Beispiel für eine Copolymerisation ○ Möglichkeiten, Polymerketten durch Einsatz unterschiedlicher Monomere zu vernetzen <p>[ca. 8h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ beschreiben die Reaktionstypen Addition und Substitution an verschiedenen Beispielen. (S 4) ○ beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition. (S 14) ○ beschreiben die Reaktionstypen der Kunststoffherstellung. (S 4) ○ stellen den Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation dar und verwenden die Fachsprache, um ihn zu beschreiben. (S 14) ○ erfassen die Vielfalt von Kunststoffen und deren Eigenschaften auf Basis unterschiedlicher Kombinationen und Anordnungen von Monomeren. (S 11) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Polymerisate herstellen z.B. Synthese von Polystyrol (LV) z.B. Copolymerisation von Styrol und Maleinsäureanhydrid (LV)

<p>Polykondensation</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Monomere für Polyester - Synthese von Alkoholen aus Halogenalkanen: Mechanismus der nucleophilen Substitution (S_N) ○ Polyester durch Polykondensation (z. B. PET) herstellen ○ Polyamide durch Polykondensation herstellen ○ Gesamtreaktionsgleichungen von Synthesen mit Strukturformeln unter Berücksichtigung stöchiometrischer Verhältnisse <p>[ca. 10h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ stellen den Reaktionsmechanismus der nucleophilen Substitution mit Strukturformeln dar und verwenden die Fachsprache, um ihn zu beschreiben. (S 14) ○ nutzen geeignete Darstellungsformen für Reaktionsmechanismen und überführen diese ineinander. (K 7) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Polykondensate herstellen z.B. Synthese eines Polyesters aus Glycerin und Adipinsäure (SV) z.B. Herstellung eines Nylonfadens
<p>Möglicher Kontext: von der PET-Flasche zum Fleece-Pulli</p> <p>Verarbeitung und Wiederverwertung</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ zwei Verfahren Thermoplaste zu verarbeiten, um Alltagsgegenstände herzustellen ○ ein Wertstoffkreislauf (z.B. PET) ○ Recycling: werkstoffliche, rohstoffliche und thermische Verwertung ○ Umweltproblematik ○ ein Beispiel für eine nachhaltige Alternative zu klassischen Kunststoffen (z.B. Polymilchsäure) <p>[ca. 10h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ recherchieren zur Umweltproblematik durch Kunststoffe und zu modernen Werkstoffen zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke die passenden Quellen aus. (K 1) ○ beurteilen und bewerten, wie sich die Verwendung von Kunststoffen und das eigene Handeln im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökonomischer, ökologischer und sozialer Perspektive auswirkt. (B 12) ○ tauschen sich mit anderen konstruktiv über die chemischen Sachverhalte des Recyclings aus und vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls ihren eigenen Standpunkt. (K 13) ○ beschreiben den Stoffkreislauf am Beispiel eines rohstofflich recyclebaren Kunststoffes von der Herstellung bis zur Wiederverwertung. (S 5) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Herstellung von z.B. Polymilchsäure (SV)

<p>Bezug zur Sprachbildung (Teil B, RLP)</p>	<p>Bezug zur Medienbildung (Teil B, RLP)</p>	<p>Bezug zu den übergreifenden Themen (Teil B, RLP)</p>
---	---	--

<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ übertragen Textinhalte zu Reaktionsmechanismen in andere Darstellungsformen und umgekehrt. → Textrezeption/Textproduktion ○ nehmen aktiv an Diskussionen und Debatten zur Nachhaltigkeit von Kunststoffen teil, indem sie sich in eigenen Gesprächsbeiträgen explizit und zielführend auf das Thema und auf Beiträge anderer beziehen sowie eigene Positionen vertreten und begründen. → Interaktion 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ nutzen digitale Tools, um einen Stoffkreislauf darzustellen oder ggf. zur Veranschaulichung eines oder mehrerer Reaktionsmechanismen als Stop-Motion-Film → Produzieren und Präsentieren 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ erarbeiten sich Argumentationsstrategien (Pro & Contra Kunststoffe). ○ setzen sich mit Vor- und Nachteilen verschiedener Recyclingverfahren auseinander und entwickeln Argumentationsstrategien → üT: Nachhaltige Entwicklung/Lernen in globalen Zusammenhängen
<p>Fachbegriffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Monomer, Makromolekül, Polymer ○ Elektrophil, elektrophiler Angriff, Polarisierung, Übergangskomplex, heterolytische Spaltung, Carbenium-Ion ○ Veresterung, Kondensationsreaktion ○ Polymerisat, Polykondensat ○ Pyrolyse, Hydrolyse ○ Schwimm-Sink-Verfahren ○ Startradikal, homolytische Spaltung, Initiation, Kettenstart, Monomer- Radikal, Kettenwachstum, Kettenabbruch ○ Copolymer ○ Nucleophil, nucleophiler Angriff ○ Amid-Gruppe 		
<p>Mögliche Kontexte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Endliche Rohstoffquelle – Vom Erdöl zu Kunststoffmonomeren - Bratpfanne und Funktionskleidung: Der Hochleistungskunststoff Teflon - Vom Kaugummi zum Autoreifen: Kautschuk - Von der Seide zum Nylon - Formel 1 – Mehr Sicherheit mit Kevlar - Hightech in Babywindeln: superabsorbierende Polymere - Die nachwachsende Kunststofftüte - PLA versus PET: Ist biobasiert wirklich besser als erdölbasiert? - Recycling: Von der PET-Flasche zum Pullover 		

Filme:

2.2. Q2 Verlauf chemischer Reaktionen

2.2.1. Chemische Thermodynamik (ca. 32h)

Inhalte	Schwerpunktkompetenzen (Bezug zu den Bildungsstandards)	Experimente (fett: verbindlich)
<p>Energie und Reaktionswärme</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Energiediagramme chemischer Reaktionen ○ 1. Hauptsatz der Thermodynamik (nur als Energieerhaltungssatz) ○ Energieformen / Energieumwandlungen ○ System und Umgebung ○ Zusammenhang zwischen Temperatur, kinetischer Energie der Teilchen und Aggregatzustand des Stoffes ○ Kalorimetrie: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ <p>[ca. 12h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ deuten Phänomene der Energieumwandlung beim Ablauf chemischer und physikalisch-chemischer Vorgänge als exotherm oder endotherm. (S 3) ○ wenden die Kalorimetergleichung an, um Reaktionsenthalpien zu ermitteln. (S 17) ○ nehmen kalorimetrische Untersuchungen vor, dokumentieren und werten sie aus, wobei eine detaillierte Fehlerbetrachtung besonders wichtig ist. (E 5, E 6, E 10) ○ überführen experimentell oder rechnerisch gewonnene Daten in maßstabsgerechte und beschriftete Diagramme. (K 7) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ je eine endotherme und eine exotherme Reaktion kalorimetrisch untersuchen (z. B. Lösungs- oder Verbrennungsenthalpie) ○ Neutralisationswärme von z.B. Natronlauge und Salzsäure ○ Ermitteln der Temperaturänderung beim Lösen von z.B. Ammoniumchlorid oder Ammoniumnitrat
<p>Enthalpie</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Satz von HESS ○ Berechnung der molaren Standardreaktionsenthalpie: ○ $\Delta_r H_m^0 = \sum \Delta_f H_m^0 (\text{Produkte}) - \sum \Delta_f H_m^0 (\text{Edukte})$ ○ Verbrennungsenthalpie, Heiz- und Brennwert ○ Alternative Energiequellen, energiewirtschaftliche Konzepte (z.B. Power-to-Gas-Verfahren) <p>[ca. 8h]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ wenden den Satz von HESS an, um Reaktionsenthalpien rechnerisch zu ermitteln. (S 17) ○ beurteilen, je nach Kontext, Chancen und Risiken ausgewählter Produkte und Verhaltensweisen fachlich und bewerten diese. (B 6) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ kalorimetrische Bestimmung der Reaktionsenthalpie: z.B. Reaktion von Kupfersulfat und Zink ○ ein Experiment, um die Bildungsenthalpie qualitativ zu bestimmen (z.B. Reaktion von Schwefel und Eisen zu Eisensulfid)

<p>Struktur, chemische Bindung und Eigenschaften von Ionen- bzw. Molekülsubstanzen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ionenbindung – Ionengitter – Solvation ○ Zusammenhang von Gitterenthalpie und Hydratationsenthalpie beim Lösen salzartiger Stoffe <p>Triebkräfte chemischer Reaktionen / Spontaneität chemischer Reaktionen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Entropiebegriff und Berechnung der Entropieänderung: $\Delta_r S_m^0 = \sum S_m^0(\text{Produkte}) - \sum S_m^0(\text{Edukte})$ ○ 2. Hauptsatz der Thermodynamik ○ Einfluss von Enthalpie und Entropie ○ GIBBS-HELMHOLTZ-Gleichung: ○ $\Delta_r G_m^0 = \Delta_r H_m^0 - T \cdot \Delta_r S_m^0$ ○ freie Reaktionsenthalpie bei verschiedenen Temperaturen und von Grenztemperaturen berechnen ○ freie molare Standardreaktionsenthalpie berechnen: $\Delta_r G_m^0 = \sum \Delta_f G_m^0(\text{Produkte}) - \sum \Delta_f G_m^0(\text{Edukte})$ <p>[ca. 12h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ unterscheiden konsequent zwischen Stoff- und Teilchenebene bei der Beschreibung von Lösevorgängen von Salzen. (S 6) ○ entwickeln, indem sie den Aggregat- oder Lösungszustand der Reaktanden angeben, geeignete Reaktionsgleichungen für thermodynamische Betrachtungen. (S 16) ○ erklären, mit Blick auf die Veränderung von Teilchen, Phänomene der Stoff- und Energieumwandlungen sowie des Umbaus chemischer Bindungen und unterscheiden dabei konsequent zwischen Stoff- und Teilchenebene. (S 6, S 12) ○ beurteilen am Beispiel des Lösevorgangs von Ionen- bzw. Molekülsubstanzen Möglichkeiten und Grenzen chemischer Sichtweisen. (B 9) ○ stellen theoriegeleitet Hypothesen über die Spontaneität chemischer Reaktionen auf (E 3) und überprüfen diese mithilfe thermodynamischer Prinzipien. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Lösen von z.B. Natriumhydroxid und Ammoniumnitrat in Wasser (Temperaturänderung messen) ○ ein Experiment, um den Einfluss der Entropie zu veranschaulichen (z. B. Reaktion von Natriumcarbonat-Decahydrat mit Citronensäure)
---	--	--

Bezug zur Sprachbildung (Teil B, RLP)	Bezug zur Medienbildung (Teil B, RLP)	Bezug zu den übergreifenden Themen (Teil B, RLP)
<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ formulieren Hypothesen zur Spontanität von chemischen Reaktionen, Ableiten von Schlussfolgerungen und Begründen von Thesen. <p>→ Textproduktion (Schreiben)</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ können die Rolle von digitalen Medien für die Meinungsbildung in Bezug auf verschiedene Energiequellen analysieren und beurteilen <p>→ Analysieren und Reflektieren</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ setzen sich mit neuen, alternativen Antriebstechniken und Fahrzeugen auseinander. <p>→ üT: Mobilitätsbildung und Verkehrserziehung</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ thematisieren Klimawandel, Verknappung natürlicher Ressourcen, alternative Energiequellen u. ä. <p>→ üT: Nachhaltige Entwicklung/Lernen in globalen Zusammenhängen</p>
<p>Fachinterne Vereinbarungen:</p>		
<p>Fachbegriffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Aktivierungsenergie ○ offenes, geschlossenes, isoliertes System ○ molare Standardenthalpien: Reaktions-, Bildungs-, Lösungs- und Verbrennungsenthalpie ○ spezifische Wärmekapazität ○ Kennzeichnung der Reaktanden mit (s), (l), (g) oder (aq) ○ Ion-Dipol-Wechselwirkungen ○ Gitter- und Hydratationsenthalpie ○ Kristallwasser ○ exergonisch, endergonisch ○ freie molare Standardreaktionsenthalpie ○ freie molare Standardbildungsenthalpie 		
<p>Mögliche Kontexte:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Diesel, Benzin & Co. – Treibstoffe der Zukunft? – Selbsterhitzende Getränke- oder Suppendosen – Linderung durch Lösungsvorgänge: Die Kälte-Sofortkomresse – Selbsterhitzende Hand- bzw. Taschenwärmer – Chemie am Bau: innovative Materialien als Latentwärmespeicher 		

Filme:

2.2.2. Reaktionsgeschwindigkeit und Katalyse (ca. 30h)

Inhalte	Schwerpunktkompetenzen (Bezug zu den Bildungsstandards)	Experimente (fett: verbindlich)
<p>Reaktionsgeschwindigkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von Temperatur, Konzentration und Zerteilungsgrad ○ Stoßtheorie ○ RGT-Regel ○ Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit vom Licht oder von Wärme bei der Reaktion von Alkanen mit Halogenen – <u>Mechanismus der radikalischen Substitution</u> ○ die Veränderung der Reaktionsgeschwindigkeit während einer Reaktion qualitativ betrachten ○ die Veränderung der Reaktionsgeschwindigkeit während einer Reaktion in Bezug auf Edukte und Produkte qualitativ auswerten: $v = \frac{\Delta c}{\Delta t} \text{ und } v = k \cdot c$ <p>[ca. 15h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ beschreiben Einflussfaktoren auf chemische Reaktionen und Möglichkeiten der Steuerung durch Variation von Reaktionsbedingungen. (S 8) ○ formulieren Fragestellungen zur Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit (E 2) und planen das experimentelle Vorgehen zur Überprüfung. (E 4) ○ führen eine quantitative Untersuchung zum zeitlichen Verlauf einer Reaktion durch, protokollieren und werten mit Diagrammen aus. (E 5) ○ erklären unterschiedliche Reaktionsverläufe. (S 9) ○ beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution. (S 14) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Untersuchung der Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von Temperatur, Konzentration und Zerteilungsgrad: z.B. Reaktion von Kalk (unterschiedlicher Korngröße, Konzentration und Temperatur) mit Essigsäure und Nachweis von Kohlenstoffdioxid ○ ein Experiment zur Aufnahme des zeitlichen Verlaufs einer chemischen Reaktion: z.B. Reaktion von Zink mit Salzsäure und Auffangen des Wasserstoffs im Kolbenprober
<p>Katalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Eigenschaften von Katalysatoren (Reaktionsweg, Übergangszustand) ○ Wirkungsweise von Katalysatoren ○ Biokatalysatoren (Enzyme) ○ homogene und heterogene Katalyse ○ energetischer Verlauf katalysierter und nichtkatalysierter Reaktionen ○ Autokatalyse ○ Modelldarstellung einer Oberflächenkatalyse <p>[ca. 15h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ beschreiben Einflussfaktoren auf chemische Reaktionen durch den Einsatz von Katalysatoren. (S 8) ○ nutzen Modelle, um chemische Abläufe auf der Katalysatoroberfläche zu veranschaulichen. (E 7) ○ nutzen das Konzept vom Aufbau und von den Eigenschaften der Stoffe zur Vernetzung vielfältiger Sachverhalte innerhalb der Chemie (z. B. katalytische Prozesse) sowie mit anderen Unterrichtsfächern (z. B. Biologie). (S 10) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ein Experiment, bei dem die Reaktionsgeschwindigkeit durch einen Katalysator beeinflusst wird: z.B. Zersetzung von Wasserstoffperoxid mit Braunstein z.B. Katalase aus Kartoffel ○ eine Autokatalyse: z.B. Oxidation von Oxalsäure durch

		Kaliumpermanganat in saurer Lösung
Bezug zur Sprachbildung (Teil B, RLP)	Bezug zur Medienbildung (Teil B, RLP)	Bezug zu den übergreifenden Themen (Teil B, RLP)
<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ präsentieren Mess- und Beobachtungsergebnisse kontextbezogen unter funktionalem Einsatz geeigneter analoger oder digitaler Medien. <p>→ Textproduktion (Sprechen)</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ erstellen ein digitales Protokoll basierend aus experimentellen Messwerten (zeitlicher Verlauf); ggf. erstellen ein GIF zur Stoßtheorie <p>→ Produzieren und Präsentieren</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ setzen sich im Zusammenhang mit Schadstoffverringerung durch Abgaskatalysatoren mit neuen, alternativen Techniken z.B. bei Fahrzeugen auseinander. <p>→ üt: Mobilitätsbildung und Verkehrserziehung</p>
Fachinterne Vereinbarungen:		
<p>Fachbegriffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Aktivierungsenergie ○ wirksamer Zusammenstoß ○ Mindestenergie, kinetische Energie ○ mittlere Reaktionsgeschwindigkeit ○ Inhibitor ○ Radikal, Radikalbildung, homolytische Spaltung, Kettenstart, Alkylradikal, Kettenfortpflanzung, Kettenabbruch (Rekombination) ○ Enzyme ○ Schlüssel-Schloss-Prinzip ○ Diffusion, Adsorption, Dissoziation, Desorption 		
<p>Mögliche Kontexte:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Kinetik in der Küche: Kühlschrank, Dampfdrucktopf usw. – Explosionen – Superschnelle Reaktionen – Autoabgaskatalysatoren – Saubere Luft aus dem Auspuff? – Biokatalysatoren: Die Katalase in Kartoffeln – Katalyse bei Kontaktlinsenreinigern 		
Filme:		

2.2.3. Chemisches Gleichgewicht (ca. 29h)

Inhalte	Schwerpunktkompetenzen (Bezug zu den Bildungsstandards)	Experimente (fett: verbindlich)
<p>Das chemische Gleichgewicht</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen als Voraussetzung für das chemische Gleichgewicht ○ Merkmale des chemischen Gleichgewichts ○ Massenwirkungsgesetz (MWG) ○ das MWG aus den Reaktionsgeschwindigkeiten der Hin- und Rückreaktion herleiten ○ Berechnung und Interpretation der Gleichgewichtskonstante ○ Berechnungen von Gleichgewichtskonzentrationen mit dem MWG nur für Fälle mit $\Delta v = 0$ (Differenz der Stöchiometrieffaktoren nach und vor der Reaktion) auch am Beispiel der Estersynthese <p>[ca. 12h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ beschreiben die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen. (S 7) ○ beschreiben, auch mithilfe von Modellen, das dynamische Gleichgewicht und wenden es auf verschiedene Beispiele an. (S 7) ○ wenden mathematische Verfahren auf chemische Sachverhalte an. (S 17) ○ wählen geeignete Real- oder Denkmodelle, um das dynamische Gleichgewicht zu illustrieren (E 7) und diskutieren Möglichkeiten der Grenzen von Modellen. (E 9) ○ grenzen mithilfe von Modellen beim chemischen Gleichgewicht den statischen Zustand auf Stoffebene vom dynamischen Zustand auf Teilchenebene ab. (S 15) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Modellversuch zum chemischen GG: z.B. Stechhebersuch
<p>Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Abhängigkeit der Gleichgewichtskonstante von der Temperatur ○ Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch Temperatur-, Druck- und Konzentrationsänderung, Prinzip von LE CHATELIER ○ Einfluss des Katalysators bei Gleichgewichtsreaktionen: <u>mechanistische Betrachtung der säurekatalysierten Estersynthese (S_N)</u> 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ beschreiben die Einflussfaktoren auf die Gleichgewichtslage und wenden das Prinzip von LE CHATELIER auf verschiedene Reaktionen an. (S 8) ○ beurteilen und bewerten, wie sich chemische Verfahren und Erkenntnisse sowie das eigene Handeln im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive auswirken. (B 13) ○ beurteilen fachlich, je nach Kontext, Chancen und Risiken ausgewählter Produkte und Verhaltensweisen und bewerten diese. (B 6) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ein Experiment, um die Verschiebung des Gleichgewichts zu veranschaulichen: z.B. Eisen(III)-chlorid und Kaliumthiocyanat (Konzentrationsänderung) (SV) <i>oder</i> z.B. Stickstoffdioxid und Distickstofftetroxid-Gleichgewicht (Temperaturänderung)

<ul style="list-style-type: none"> das MWG an einem technischen Syntheseverfahren (z. B. HABER-BOSCH - Verfahren) anwenden <p>[ca. 12h]</p>		
<p>Das Löslichkeitsgleichgewicht</p> <ul style="list-style-type: none"> Fällungsreaktionen Löslichkeitsprodukt und Interpretation von K_L-Werten Grundlagen der Konduktometrie <p>[ca. 5h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> nehmen eine quantitative Untersuchung (Konduktometrie) vor, protokollieren und werten mit Diagrammen aus. (E 5) 	<ul style="list-style-type: none"> z.B. Züchten von Kristallen (Hausaufgabe) konduktometrische Fällungsreaktion: z.B. Fällung von Bariumsulfat)
<p>Bezug zur Sprachbildung (Teil B, RLP)</p>	<p>Bezug zur Medienbildung (Teil B, RLP)</p>	<p>Bezug zu den übergreifenden Themen (Teil B, RLP)</p>
<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> präsentieren Mess- und Beobachtungsergebnisse kontextbezogen unter funktionalem Einsatz geeigneter analoger oder digitaler Medien. <p>→ Textproduktion (Sprechen)</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> erstellen ein digitales Protokoll basierend aus experimentellen Messwerten (Leitfähigkeitsmessung) <p>→ Produzieren und Präsentieren</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> diskutieren im Zusammenhang mit dem Haber-Bosch-Verfahren den Einsatz von synthetischen Düngemitteln. <p>→ üT: Nachhaltige Entwicklung/Lernen in globalen Zusammenhängen</p>
<p>Fachinterne Vereinbarungen:</p>		
<p>Fachbegriffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> Gleichgewichtspfeil Prinzip des kleinsten Zwangs Protonierung, nucleophiler Angriff, Zwischenprodukt, Rückgewinnung des Katalysators, Kondensationsreaktion gesättigte Lösung, Bodenkörper, Kristallisation 		
<p>Mögliche Kontexte</p> <ul style="list-style-type: none"> Düngemittel und Sprengstoffe: Das OSTWALD- und HABER-BOSCH-Verfahren Vom Schwefel zur Schwefelsäure: Das Doppelkontaktverfahren Lebensmittelaromen: Die Estersynthese Wasserkocher und Tropfsteine: Das Carbonat-Hydrogencarbonat-Gleichgewicht Oxalsäure-Gehalt von Rhabarber und Co. 12 Kriterien von Green Chemistry 		

Filme:

2.3. Q3 Das Donator-Akzeptor-Prinzip

2.3.1. Säure-Base-Reaktionen (ca. 33h)

Inhalte	Schwerpunktkompetenzen (Bezug zu den Bildungsstandards)	Experimente (fett: verbindlich)
<p>Säure-Base-Theorie von BRÖNSTED Säure-Base-Reaktionen Möglicher Kontext: Säuren und Basen im Haushalt und Labor</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Donator-Akzeptor-Prinzip von Protolysereaktionen ○ Definition und typische Strukturmerkmale von Säure- und Base-Teilchen nach BRÖNSTED ○ Induktiver Effekt: Einfluss auf die Acidität organischer Säuren 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ leiten aus typischen Strukturmerkmalen von Teilchen deren Funktion als Protonendonator bzw. -akzeptor begründet ab. (S2) ○ wenden es exemplarisch auf Säure-Base-Reaktionen aus Natur, Technik und Alltag an. (S 7) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Untersuchung von z.B. Citronensäure und Natronlösung mit Universalindikator ○ Untersuchung von z.B. Citronensäure und Natronlösung auf elektrische Leitfähigkeit
<p>Protolysegleichgewichte</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Umkehrbarkeit von Protolysereaktionen ○ Nachweisreaktionen ○ mehrstufige Protolysereaktionen ○ das MWG auf Protolysereaktionen anwenden 	<p>Die Lernenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ beschreiben die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen und das Donator-Akzeptor-Prinzip und wenden es exemplarisch auf Säure-Base-Reaktionen aus Natur, Technik und Alltag an. (S 7) ○ nutzen Modelle zur chemischen Bindung und zu intermolekularen Wechselwirkungen, um Protolysereaktionen zu erklären. (S 13) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Reaktion von z.B. Chlorwasserstoffgas mit Ammoniak ○ z. B. Ammoniakspringbrunnen (LV) ○ Nachweis von Halogenid-, Carbonat-, Hydroxid-, Oxonium-, Ammonium-Ionen (SV)
<p>Der pH-Wert</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Autoprotolyse des Wassers ○ das Ionenprodukt des Wassers herleiten ○ pH-Wert ○ pH-Wert bei vollständiger Protolyse berechnen: $\text{pH} = -\lg c(\text{H}_3\text{O}^+)$ <p>[ca.12h]</p>	<p>Die Lernenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ wenden bekannte mathematische Verfahren auf pH-Wertberechnungen an. (S 17) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ z.B. Untersuchung verschiedener Wasserproben mit dem pH-Meter

<p>Starke und schwache Säuren und Basen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Interpretation von Säure-Base-Konstanten und pK_S- und pK_B-Werten ○ Säure-Base-Konstanten herleiten ○ pOH-Wert, $pKW = pH + pOH$ ○ pH-Wert bei unvollständiger Protolyse für starke bzw. mittelstarke bis schwache Säuren berechnen mittels: ○ $c(H_3O^+) = -\frac{K_S}{2} + \sqrt{\left(\frac{K_S}{2}\right)^2 + K_S \cdot c_0(HA)}$ bzw. $pH = 1/2 (pK_S - \lg c_0(HA))$ ○ pH-Werte von Salzlösungen ○ koordinative Bindung am Beispiel von hydratisierten Metall-Ionen ○ induktiver Effekt: Einfluss auf die Acidität organischer Säuren <p>[ca. 12h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ treffen mithilfe fachlicher Kriterien begründete Entscheidungen in Alltagssituationen, denen Säure-Base-Reaktionen zugrunde liegen. (B 7) ○ wählen aussagekräftige Informationen zu chemischen Sachverhalten (z. B. pK_S-/pK_B-Werte) aus. (K 2) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Bestimmung des pH-Wertes von z.B. Salz- und Essigsäure gleicher Konzentration ○ z.B. Reaktion von sauren Lösungen gleicher Ausgangskonzentration mit unedlen Metallen ○ pH-Werte von Salzlösungen bestimmen ○ Bestimmen des pH-Wertes von z.B. Ameisen- und Essigsäurelösung gleicher Konzentration
<p>Möglicher Kontext: Der pH-Wert des menschlichen Bluts</p> <p>Puffersysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Definition, Zusammensetzung, Beispiele ○ Bedeutung in Natur und Technik ○ Pufferwirkung <p>[ca. 3h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ wählen aussagekräftige Informationen zu chemischen Sachverhalten (z. B. Pufferwirkung) aus. (K 2) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pufferwirkung veranschaulichen (z.B. Essigsäure-Acetat-Puffer) (SV)
<p>Quantitative Analyse auf der Grundlage von Säure-Base-Reaktionen</p> <p>Säure-Base-Titrations</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Säure-Base-Titration zur Konzentrationsbestimmung unter Verwendung von Indikatoren mit Äquivalenzpunkt im neutralen Milieu ○ Verlauf und Interpretation verschiedener Titrationskurven (einprotoniger und 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ führen, den chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln entsprechend, Säure-Base-Titrations als quantitative experimentelle Untersuchungen durch, protokollieren sie und werten sie rechnerisch und grafisch aus. (E 5) ○ wenden bekannte mathematische Verfahren auf Säure-Base-Titrations an. (S 17) ○ nutzen ggf. digitale Werkzeuge und Medien, um Messwerte aufzunehmen, darzustellen und auszuwerten oder für 	<ul style="list-style-type: none"> ○ eine Säure-Base-Titration bei vollständiger Protolyse (z.B. Salzsäure/Natronlauge) ○ Säure-Base-Titrations mit verschiedenen Indikatoren (SV) ○ Titration von z.B. Weißwein oder Cola (SV)

<p>mehrprotoniger Säuren bzw. starker Säuren mit schwachen Basen oder umgekehrt</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ charakteristische Punkte einer Titrationskurve ermitteln <p>[ca. 6h]</p>	<p>Berechnungen bei Säure-Base-Titrationen. (E 6)</p>		
<p>Bezug zur Sprachbildung (Teil B, RLP)</p>	<p>Bezug zur Medienbildung (Teil B, RLP)</p>	<p>Bezug zu den übergreifenden Themen (Teil B, RLP)</p>	
<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ präsentieren ihre Messergebnisse von Titrationen kontextbezogen unter funktionalem Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien <p>→ Textproduktion (Schreiben und Sprechen)</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ erstellen ein digitales Protokoll basierend aus experimentellen Messwerten (pH-Werte) <p>→ Produzieren und Präsentieren</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ wenden chemische Kenntnisse an, die sie darin unterstützen, fachlich Handlungsmöglichkeiten für ein gesundes Leben zu entwickeln <p>→ üT: Gesundheitsförderung</p>	
<p>Fachinterne Vereinbarungen:</p>			
<p>Fachbegriffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ BRÖNSTED-Säure, BRÖNSTED- Base ○ Protonendonator, -akzeptor ○ korrespondierende Säure-Base- Paare ○ Oxonium-Ion (Hydronium-Ion) ○ amphoter, Ampholyt ○ Neutralisationstiteration ○ Umschlagpunkt ○ Äquivalenzpunkt ○ Neutralpunkt ○ Halbäquivalenzpunkt ○ Ligand, Zentralteilchen, koordinative Bindung 			
<p>Mögliche Kontexte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Traditionelle Hausmittel oder moderne Haushaltsreiniger? - Cola – Starke Erfrischung mit schwachen Säuren - Äpfel, Weintrauben & Co – Saure Früchtchen? - Wenn sauer sauber macht – Reinigung des Swimmingpools - Antazida – Wenn der Magen sauer wird 			

- Genialer Trick der Natur: Blutpuffer
- Die Chemie der Zahnpflegekaugummi
- Der Salzkristall-Deostick

FILME:

2.3.2. Redox-Reaktionen (ca. 25h)

Inhalte	Schwerpunktkompetenzen (Bezug zu den Bildungsstandards)	Experimente (fett: verbindlich)
<p>Grundlagen von Redoxreaktionen Elektronenübetragungsreaktionen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Bau, Eigenschaften und Verwendung von Metallen ○ Metallbindung, Metallgitter ○ Redoxreihe der Metalle ○ Regeln zur Bestimmung von Oxidationszahlen bei anorganischen und organischen Verbindungen ○ Gleichungen für Redoxreaktionen unter Angabe der Teilgleichungen aufstellen ○ BOHR-SOMMERFELDSches Atommodell ○ Elektronenkonfiguration der Haupt- und Nebengruppenelemente <p>Angewandte Redoxreaktionen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Oxidationsreihe vom Alkohol zur Alkansäure ○ Rohstoffgewinnung durch Redoxreaktion am Beispiel eines Metalls. Eisen oder Kupfer ○ Redoxtitration <p>[ca. 25h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ interpretieren Phänomene der Stoffumwandlung bei Redoxreaktionen. (S 3) ○ bestimmen den Reaktionstyp Redoxreaktion. (S 4) ○ unterscheiden konsequent zwischen Stoff- und Teilchenebene bei der Betrachtung von Redoxreaktionen. (S 6) ○ beschreiben das Donator-Akzeptor- Prinzip und wenden dieses an. (S 7) ○ nehmen qualitative experimentelle Untersuchungen ausgewählter Redoxreaktionen vor, beachten dabei die chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln, protokollieren und werten aus. (E 5) ○ nutzen das Modell der Oxidationszahlen, um Redoxreaktionen zu erkennen und zu beschreiben. (E 7) ○ strukturieren die Informationen zum Redoxverhalten von Metall-Atomen und Metall-Ionen und leiten Schlussfolgerungen ab. (K 8) ○ diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des BOHR-SOMMERFELD- schen Atommodells beim Ableiten der Oxidationszahlen für Elemente. (E 9) <p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ treffen mithilfe fachlicher Kriterien begründete Entscheidungen in Alltagssituationen. (B7) ○ beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit im Labor, z. B. bei der Durchführung stark exothermer Redoxreaktionen zur Metallgewinnung. (B 11) ○ planen experimentbasierte Vorgehensweisen, um Hypothesen zu prüfen. (E 4) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Metalle aus Metallsalzlösungen abscheiden ○ Nachweis der reduzierenden Wirkung der Aldehydgruppe durch FEHLING- oder TOLLENS-Probe ○ Oxidation von Alkanolen (z.B. Propanol zu Propanal) ○ Redoxtitration (z.B. Manganometrie oder Iodometrie – z.B. Vitamin C)

Bezug zur Sprachbildung (Teil B, RLP)	Bezug zur Medienbildung (Teil B, RLP)	Bezug zu den übergreifenden Themen (Teil B, RLP)
<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ nutzen unterschiedliche Schreibgelegenheiten, z. B. bei der Beschreibung der Redoxreihe der Metalle. → Textproduktion (Schreiben) 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ können digitale Lern-Apps zu Redoxreaktionen auswählen, einsetzen, anpassen und organisieren. → Problemlösen und Handeln 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ wenden chemische Kenntnisse an, die sie darin unterstützen, fachlich Handlungsmöglichkeiten für ein gesundes Leben zu entwickeln (Ascorbinsäure - frisches Obst) → üT: Gesundheitsförderung
<p>Fachinterne Vereinbarungen:</p>		
<p>Fachbegriffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Elektronengas, Valenzelektronen ○ Oxidation, Reduktion, korrespondierende Redoxpaare, Oxidationsmittel, Reduktionsmittel ○ Elektronen-Donator, Elektronen-Akzeptor ○ Oxidationszahl ○ Disproportionierung und Synproportionierung 		
<p>Mögliche Kontexte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vom Eisenerz zum Roheisen - Kupfergewinnung in der Frühzeit – Ötzi's Kupferbeil - Vom Quarzsand zum Mikrochip - Rost und Wärmepflaster - Farbenspiel der Redoxreaktionen - Bleich- und Desinfektionsmittel – Oxidationsmittel im Alltag - OLED-Display – Phänomenale Farben mit Metall-Ionen 		
<p>Filme:</p>		

2.3.3. Indikatorfarbstoffe (ca. 20h)

Inhalte	Schwerpunktkompetenzen (Bezug zu den Bildungsstandards)		Experimente (fett: verbindlich)
<p>Benzol – ein Aromat</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Vorkommen und Bedeutung ○ Strukturaufklärung von Benzol ○ aromatisches System ○ Mesomeriemodell ○ Mesomerie und Aromatizität ○ Reaktivität von Aromaten ○ elektrophile Erstsabstitution am Aromaten <p>Farbentstehung</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Licht als elektromagnetische Strahlung ○ Wechselwirkung von Licht und Materie ○ Energiestufenmodell <p>[ca. 8h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des Mesomeriemodells. (B 1) ○ wählen aussagekräftige Informationen und Daten zu chemischen Sachverhalten eines betrachteten Kontextes aus und erschließen Informationen aus Quellen mit unterschiedlichen, auch komplexen Darstellungsformen. (K 2) <p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ erklären die Farbigekeit mithilfe des Energiestufenmodells. (S 15) 		<ul style="list-style-type: none"> ○ z.B. Zerlegung von sichtbarem Licht mit einem Prisma ○ Demonstration der fluoreszierenden Wirkung von z. B. Fluorescein oder Aesculin
<p>Farbstoffe aus Aromaten</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Bedeutung und Verwendung von Farbstoffen ○ Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Farbigekeit bei Farbstoffen ○ Struktur ausgewählter Moleküle von Indikatorfarbstoffen am Beispiel je eines Triphenylmethanfarbstoffs und Azofarbstoffs ○ Säure-Base-Theorie nach BRÖNSTEDT auf Indikatorfarbstoffe anwenden ○ Chromatografie, R_f-Werte anhand von Indikatorfarbstoffgemischen ermitteln und interpretieren (z. B. Unitest) <p>[ca. 10h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ leiten Voraussagen über die Farbigekeit von Stoffen auf Basis chemischer Strukturen begründet ab. (S 2) ○ wenden das Donator-Akzeptor-Prinzip chemischer Reaktionen auf Indikatorfarbstoffe an. (S 7) ○ beschreiben, wie sich Veränderungen eines delokalisierten Elektronensystems durch eine Säure-Base-Reaktion auswirken, um die Funktionsweise von Indikatorfarbstoffen zu erklären. (S 8) ○ unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache bei Begriffen zum Thema Farbe. (K 6) ○ beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit beim Einsatz von Azofarbstoffen im Alltag. (B 11) 		<ul style="list-style-type: none"> ○ Indikatorfarbstoffreaktionen mit Säuren und Basen ○ chromatografische Untersuchungen von Farbstoffgemischen
<p>Bezug zur Sprachbildung (Teil B, RLP)</p>	<p>Bezug zur Medienbildung (Teil B, RLP)</p>	<p>Bezug zu den übergreifenden Themen (Teil B, RLP)</p>	

<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ verbalisieren nichtlineare Darstellungsformen (Energienstufenmodell, mesomere Grenzformeln, Reaktionsmechanismus S_E) <p>→ Sprachbewusstheit</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ können Molekülgeometrien und Elektronendichten mit digitalen Modellen darstellen. <p>→ Produzieren und Präsentieren</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ wenden chemische Kenntnisse (Azofarbstoffe in Lebensmitteln) an, die sie darin unterstützen, fachlich Handlungsmöglichkeiten für ein gesundes Leben zu entwickeln <p>→ üT: Gesundheitsförderung</p>
--	---	---

Fachinterne Vereinbarungen:

Fachbegriffe:

- elektromagnetisches Spektrum
- Absorption und Reflexion
- Absorptionsspektrum, Absorptionsmaximum
- Anregungsenergie
- konjugiertes Doppelbindungssystem
- Chromophor, auxochrome und antiauxochrome Gruppen
- mesomere Effekte
- delokalisierte π-Elektronen
- bathochromer und hypsochromer Effekt
- Indikatorsäure und -base

Mögliche Kontexte:

- Tinte weg mit Tintenschreck – Chemie der Tinte und des Tintenkillers
- Farbe mit Durchschlagskraft – kohlefreies Durchschreibpapier
- Wandelbare Blütenfarbstoffe
- Bunt – bunter – Universalindikator
- Alizarin – geeignet als Färbemittel für Textilien?
- Thermochrome Farbstoffe

Filme:

2.4. Q4 Elektrische Energie aus chemischen Reaktionen (ca. 50h)

Inhalte	Schwerpunktkompetenzen (Bezug zu den Bildungsstandards)	Experimente (fett: verbindlich)
<p>Elektrochemische Spannungsquellen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Bau und Arbeitsweise einer galvanischen Zelle am Beispiel des DANIELL-Elements ○ elektrochemische Spannungsreihe ○ Zellspannung unter Standardbedingungen berechnen: $U = E^0(\text{Akzeptor}) - E^0(\text{Donator})$ ○ Arten elektrochemischer Spannungsquellen (Primär-, Sekundärelement und Brennstoffzelle) ○ Vielfalt moderner Batterien ○ Rohstoffe für Batterien → ‚bedrohte‘ Elemente <p>Konzentrationszellen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Konzentrationsabhängigkeit des Elektrodenpotenzials ○ Überspannung ○ Zersetzungsspannung ○ Berechnungen mit der NERNST-Gleichung, nur für Redoxpaare Metall-Atom/Metall-Ion: ○ $E = E^0 + \frac{R \cdot T}{z \cdot F} \cdot \ln \frac{c(\text{Ox})}{c(\text{Red})}$ <p>[ca. 30h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ interpretieren Phänomene der Stoff- und Energieumwandlung bei elektrochemischen Reaktionen. (S 3) ○ unterscheiden konsequent zwischen Stoff- und Teilchenebene bei Betrachtung der elektrochemischen Reaktionen. (S 6) ○ entwickeln Reaktionsgleichungen für elektrochemische Reaktionen. (S 16) ○ nehmen qualitative experimentelle Untersuchungen ausgewählter elektrochemischer Reaktionen vor, beachten dabei die chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln, protokollieren und werten aus. (E 5) ○ beschreiben Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen. (S 7) ○ leiten chemische Sachverhalte aus Alltagssituationen ab (z. B. eine Batterie entladen, einen Akku laden). (E 1) <p>Die Lernenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ planen, indem sie die Variablenkontrolle bedenken, experimentbasierte Vorgehensweisen, um Hypothesen bei der Untersuchung der Konzentrationszellen zu prüfen. (E 4) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Galvanische Elemente bauen und die Zellspannung messen (z.B. Daniell-Element) (SV) ○ z.B. Zitronenbatterie (SV) ○ z.B. VOLTA-Säule ○ z.B. Experimente mit einer Brennstoffzelle <ul style="list-style-type: none"> ○ Konzentrationszelle (SV)
<p>Elektrochemische Korrosion</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Lokalelement ○ Vorgänge bei der Sauerstoff- und Säurekorrosion von Metallen ○ Korrosionsschutz mit Opferanoden ○ Definition, Beispiele für Strukturen und Oberflächeneigenschaften eines Nanomaterials 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu chemischen Sachverhalten (z. B. Korrosion von Metallgegenständen). (E 2) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Vorgänge bei Korrosion untersuchen ○ z.B. Metallnägel auf Gel ○ Ein Experiment um eine superhydrophobe Beschichtung herzustellen (z.B. Kupfer mit Laurinsäure beschichten)

[ca. 10h]		
Elektrolysen <ul style="list-style-type: none"> ○ theoretische Grundlagen der Elektrolyse ○ technische Elektrolyse an einem Beispiel ○ Elektrolyse in einer wässrigen Lösung ○ $n = \frac{I \cdot t}{z \cdot F}$ (1. FARADAY-Gesetz) ○ $\frac{n_1}{n_2} = \frac{z_1}{z_2}$ (2. FARADAY-Gesetz) [ca. 10h]	Die Lernenden ... <ul style="list-style-type: none"> ○ nehmen quantitative experimentelle Untersuchungen ausgewählter elektrochemischer Reaktionen vor, beachten dabei die chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln, protokollieren und werten aus. (E 5) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Elektrolyse einer wässrigen Lösung (z.B. Zinkiodid)
Bezug zur Sprachbildung (Teil B, RLP)	Bezug zur Medienbildung (Teil B, RLP)	Bezug zu den übergreifenden Themen (Teil B, RLP)
Die Lernenden ... <ul style="list-style-type: none"> ○ erschließen Sachtexte mithilfe von Lesestrategien z. B. Gewinnung von Aluminium aus Bauxit. → Textrezeption (Lesen) 	Die Lernenden ... <ul style="list-style-type: none"> ○ sind in der Lage, Medien zum Thema „Elektromobil durch die Zukunft?“ reflektiert auszuwählen, selbstständig Suchinteressen festzulegen, digitale Inhalte zu suchen, zu filtern, zu organisieren und zu prüfen → Suchen, Verarbeiten, Aufbewahren 	Die Lernenden ... <ul style="list-style-type: none"> ○ argumentieren und diskutieren zum Thema der nachhaltigen Energiebereitstellung → üt: Nachhaltige Entwicklung/Lernen in globalen Zusammenhängen
Fachinterne Vereinbarungen:		
Fachbegriffe: <ul style="list-style-type: none"> ○ elektrochemische Doppelschicht ○ elektrochemische Elektrode ○ Donator- und Akzeptor-Halbzelle ○ Kathode, Anode ○ Elektrolysezelle ○ Konzentrationszelle, Überspannung , Zersetzungsspannung 		

Mögliche Kontexte:

- Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle
- Von der VOLTA-Säule zum Lithium-Ionen-Akkumulator
- Damit der Rost nicht alles frisst ...
- Elektromobil durch die Zukunft?
- Reinigung von Silberbesteck – Eine elektrochemische Reaktion im Haushalt
- Autarke Energieversorgung für Herzschrittmacher durch Glucose-Brennstoffzelle (Firma Biotronik, Grenzallee)
- Aluminium: Leichtes Metall, leicht zu gewinnen?
- Die Feststoffbatterie – Eine nachhaltige Alternative?

Filme:

3. Curriculum Grundkurs

3.1. Q1 Natürliche und synthetische makromolekulare Stoffe

3.1.1. Proteine (ca. 24h)

Verbindliche Inhalte laut RLP	Schwerpunktkompetenzen (Bezug zu den Bildungsstandards)	Experimente (fett: verbindlich)
<p>Aminosäuren und Peptidbindung</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Elektronenpaarbindung, funktionelle Gruppen, intermolekulare Wechselwirkungen als integrierte Wiederholung aus Sek I ○ Struktur von α-Aminosäuren ○ Nachweis und Eigenschaften (Aggregatzustand, Löslichkeitsverhalten, Säure-Base-Verhalten) - Zwitterion ○ Aminosäuren nach den Eigenschaften der Aminosäurereste einteilen ○ Essenzielle Aminosäuren ○ Peptidbildung und -spaltung ○ biologische Bedeutung von Aminosäuren <p>[ca.12h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ beschreiben und begründen Ordnungsprinzipien für Aminosäuren und wenden diese an. (S 1) ○ leiten Voraussagen über die Eigenschaften von Aminosäuren auf Basis ihrer zwitterionischen Struktur begründet ab. (S 2) ○ bestimmen den Reaktionstyp der Bildung und der Spaltung von Peptiden. (S 4) ○ erstellen ein Di- oder Tripeptid online und können die 3D-Struktur darstellen lassen. (S11) / (K 7) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ninhydrin-Reaktion (LV)
<p>Möglicher Kontext: Proteinshakes</p> <p>Struktur und Denaturierung der Proteine</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Strukturebenen von Proteinen unter Berücksichtigung der inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (einschließlich Ionen-Dipol-Wechselwirkungen) ○ Denaturierung von Proteinen ○ Nachweis von Proteinen ○ Bedeutung / Funktion der Proteine ○ Proteine nach den biologischen Funktionen (Sklero- und Sphäroproteine) einteilen 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ erklären Sekundär- und Tertiärstrukturen der Proteine als Folge zwischenmolekularer Wechselwirkungen. (S 13) ○ wählen geeignete Realmodelle aus, um Strukturebenen von Proteinen darzustellen, und nutzen diese, um chemische Fragestellungen zu beantworten. (E 7) ○ leiten den Sachverhalt der Denaturierung von Proteinen aus Alltagssituationen ab (E 1) und identifizieren und entwickeln Fragestellungen zur Denaturierung. (E 2) ○ erklären die Denaturierung und argumentieren fachlich schlüssig. (K 10) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Biuret-Reaktion (SV) ○ Xanthoprotein-Reaktion (LV) ○ Denaturierung von Proteinen (SV) ○ Nachweis von Proteinen z.B. in Lebensmitteln (SV)

<p>[ca.12h]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ führen Nachweisreaktionen für Proteine durch und wenden diese zum Nachweis von Proteinen in Lebensmitteln an. (E 5) ○ treffen mithilfe fachlicher Kriterien begründete Entscheidungen in Alltagssituationen, z. B. zu Garmethoden von Lebensmitteln. (B 10) 	
Bezug zur Sprachbildung (Teil B, RLP)	Bezug zur Medienbildung (Teil B, RLP)	Bezug zu den übergreifenden Themen (üT, Teil B, RLP)
<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ erschließen Fachtexte zur Bedeutung der Proteine für den Menschen und beurteilen ihre Wirkungsabsicht → Textrezeption ○ erweitern den Fachwortschatz und fachsprachliche Wendungen, insbesondere beim Thema Isomerie. → Sprachbewusstheit 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ nutzen digitale Tools, um den räumlichen Bau von Molekülen zu erstellen, zu modifizieren und zu präsentieren. → Produzieren und Präsentieren 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ beurteilen Trends der Jugendkultur (z.B. Proteinshakes), indem sie mit wissenschaftlichen Quellen arbeiten und Informationen kritisch bewerten. → üT: Gesundheitsförderung
<p>Fachinterne Vereinbarungen:</p>		
<p>Fachbegriffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Amino-Gruppe ○ Zwitterion ○ Primärstruktur, Sekundärstruktur, Tertiärstruktur, Quartärstruktur ○ Kondensation und Hydrolyse ○ Peptidbindung ○ essenzielle Aminosäuren 		

Mögliche Kontexte:

- Fäden des Lebens: Haare, Wolle, Seide
- Struktur eines chemischen Türöffners – Das Insulin-Molekül
- Enzyme – Die wichtigsten Helfer im Stoffwechsel der Organismen
- Glutenfreie Ernährung – Kleberproteine in der Diskussion
- Glutamat und Co. – Geschmacksverstärker chemisch betrachtet
- Vom Knochen zum Gummibärchen – Gelatine als tierisches Protein
- Wunderbar praktisch und auch wunderbar gesund? – Die Chemie der Fertiggerichte
- Schön sein mit Schnecken Schleim
- Proteinshakes – Gesundes Nahrungsmittel?

Filme:

3.1.2. Kunststoffe – problematische Alleskönner (ca. 25h)

Inhalte	Schwerpunktkompetenzen (Bezug zu den Bildungsstandards)	Experimente (fett: verbindlich)
<p>Bau, Eigenschaften und Einteilung</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ nach Struktur und Eigenschaften in Kunststoffklassen einteilen (Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere) ○ Eigenschaften (Verhalten beim Erwärmen, Brennbarkeit, Dichte, Verhalten gegenüber Lösungsmitteln) <p>[ca. 6h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ beschreiben das Ordnungsprinzip der Kunststoffklassen anhand des Zusammenhangs zwischen Struktur und Eigenschaften der Kunststoffe und wenden Modelle zur Beschreibung an. (S 1) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Experiment zur Untersuchung der Eigenschaften von Kunststoffen z.B. Untersuchung der Löslichkeit von Kunststoffen (z.B. wasserlösliche Waschmittelkapseln) (SV) oder Tischtennisball in Aceton) z.B. Schwimm-Sink-Verhalten verschiedener Kunststoffe (Dichte) z.B. Verhalten von Kunststoffen beim Erwärmen
<p>Vom Monomer zum Polymer – Polymerisation</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Addition, Substitution ○ Vinylchlorid (PVC-Monomer) aus Ethin und Chlorwasserstoff bilden – <u>Mechanismus der elektrophilen Addition</u> ○ Kunststoffe durch Polymerisation (z. B. PE, PVC) herstellen ○ Möglichkeiten, Polymerketten durch Einsatz unterschiedlicher Monomere zu vernetzen <p>[ca. 6h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ beschreiben die Reaktionstypen Addition und Substitution an verschiedenen Beispielen. (S 4) ○ beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition. (S 14) ○ beschreiben die Reaktionstypen der Kunststoffherstellung. (S 4) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Polymerisate herstellen z.B. Synthese von Polystyrol (LV)
<p>Polykondensation</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Polyester durch Polykondensation (z. B. PET) herstellen 	<p>Die Lernenden ...</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Polykondensate herstellen

<p>[ca. 4h]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ nutzen geeignete Darstellungsformen für Reaktionsmechanismen und überführen diese ineinander. (K 7) 	<p>z.B. Synthese eines Polyesters aus Glycerin und Adipinsäure (SV) z.B. Herstellung eines Nylonfadens</p>
<p>Möglicher Kontext: von der PET-Flasche zum Fleece-Pulli Verarbeitung und Wiederverwertung</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ zwei Verfahren Thermoplaste zu verarbeiten, um Alltagsgegenstände herzustellen ○ Recycling: werkstoffliche, rohstoffliche und thermische Verwertung ○ Umweltproblematik ○ ein Beispiel für eine nachhaltige Alternative zu klassischen Kunststoffen (z.B. Polymilchsäure) <p>[ca. 9h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ recherchieren zur Umweltproblematik durch Kunststoffe und zu modernen Werkstoffen zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke die passenden Quellen aus. (K 1) ○ beurteilen und bewerten, wie sich die Verwendung von Kunststoffen und das eigene Handeln im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökonomischer, ökologischer und sozialer Perspektive auswirkt. (B 12) ○ tauschen sich mit anderen konstruktiv über die chemischen Sachverhalte des Recyclings aus und vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls ihren eigenen Standpunkt. (K 13) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Herstellung von z.B. Polymilchsäure (SV)

Bezug zur Sprachbildung (Teil B, RLP)	Bezug zur Medienbildung (Teil B, RLP)	Bezug zu den übergreifenden Themen (Teil B, RLP)
<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ übertragen Textinhalte zu Reaktionsmechanismen in andere Darstellungsformen und umgekehrt. → Textrezeption/Textproduktion ○ nehmen aktiv an Diskussionen und Debatten zur Nachhaltigkeit von Kunststoffen teil, indem sie sich in eigenen Gesprächsbeiträgen explizit und zielführend auf das Thema und auf Beiträge an-derer beziehen sowie eigene Positionen vertreten und begründen. → Interaktion 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ nutzen digitale Tools, um einen Stoffkreislauf darzustellen oder ggf. zur Veranschaulichung eines oder mehrerer Reaktionsmechanismen als Stop-Motion-Film → Produzieren und Präsentieren 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ erarbeiten sich Argumentationsstrategien (Pro & Contra Kunststoffe). ○ setzen sich mit Vor- und Nachteilen verschiedener Recyclingverfahren auseinander und entwickeln Argumentationsstrategien → üt: Nachhaltige Entwicklung/Lernen in globalen Zusammenhängen

Fachbegriffe:

- Monomer, Makromolekül, Polymer
- Elektrophil, elektrophiler Angriff, Polarisierung, Übergangskomplex, heterolytische Spaltung, Carbenium-Ion
- Veresterung, Kondensationsreaktion
- Polymerisat, Polykondensat
- Pyrolyse, Hydrolyse
- Schwimm-Sink-Verfahren

Mögliche Kontexte:

- Endliche Rohstoffquelle – Vom Erdöl zu Kunststoffmonomeren
- Bratpfanne und Funktionskleidung: Der Hochleistungskunststoff Teflon
- Vom Kaugummi zum Autoreifen: Kautschuk
- Von der Seide zum Nylon
- Formel 1 – Mehr Sicherheit mit Kevlar
- Hightech in Babywindeln: superabsorbierende Polymere
- Die nachwachsende Kunststofftüte
- PLA versus PET: Ist biobasiert wirklich besser als erdölbasiert?
- Recycling: Von der PET-Flasche zum Pullover

Filme:

3.2. Q2 Verlauf chemischer Reaktionen

3.2.1. Chemische Thermodynamik (ca. 16h)

Inhalte	Schwerpunktkompetenzen (Bezug zu den Bildungsstandards)	Experimente (fett: verbindlich)
<p>Energie und Reaktionswärme</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Energiediagramme chemischer Reaktionen ○ 1. Hauptsatz der Thermodynamik (nur als Energieerhaltungssatz) ○ Energieformen / Energieumwandlungen ○ System und Umgebung ○ Zusammenhang zwischen Temperatur, kinetischer Energie der Teilchen und Aggregatzustand des Stoffes ○ Kalorimetrie: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ <p>[ca. 12h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ deuten Phänomene der Energieumwandlung beim Ablauf chemischer und physikalisch-chemischer Vorgänge als exotherm oder endotherm. (S 3) ○ wenden die Kalorimetergleichung an, um Reaktionsenthalpien zu ermitteln. (S 17) ○ nehmen kalorimetrische Untersuchungen vor, dokumentieren und werten sie aus, wobei eine detaillierte Fehlerbetrachtung besonders wichtig ist. (E 5, E 6, E 10) ○ überführen experimentell oder rechnerisch gewonnene Daten in maßstabsgerechte und beschriftete Diagramme. (K 7) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ je eine endotherme und eine exotherme Reaktion kalorimetrisch untersuchen (z. B. Lösungs- oder Verbrennungsenthalpie) ○ Neutralisationswärme von z.B. Natronlauge und Salzsäure ○ Ermitteln der Temperaturänderung beim Lösen von z.B. Ammoniumchlorid oder Ammoniumnitrat
<p>Enthalpie</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Satz von HESS ○ Berechnung der molaren Standardreaktionsenthalpie: ○ $\Delta_r H_m^0 = \sum \Delta_f H_m^0 (\text{Produkte}) - \sum \Delta_f H_m^0 (\text{Edukte})$ <p>[ca. 2h]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ wenden den Satz von HESS an, um Reaktionsenthalpien rechnerisch zu ermitteln. (S 17) ○ beurteilen, je nach Kontext, Chancen und Risiken ausgewählter Produkte und Verhaltensweisen fachlich und bewerten diese. (B 6) 	
<p>Struktur, chemische Bindung und Eigenschaften von Ionen- bzw. Molekülsubstanzen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Ionenbindung – Ionengitter – Solvatation <p>[ca. 2h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ unterscheiden konsequent zwischen Stoff- und Teilchenebene bei der Beschreibung von Lösevorgängen von Salzen. (S 6) ○ entwickeln, indem sie den Aggregat- oder Lösungszustand der Reaktanden angeben, geeignete Reaktionsgleichungen für thermodynamische Betrachtungen. (S 16) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Lösen von z.B. Natriumhydroxid und Ammoniumnitrat in Wasser (Temperaturänderung messen)

Bezug zur Sprachbildung (Teil B, RLP)	Bezug zur Medienbildung (Teil B, RLP)	Bezug zu den übergreifenden Themen (Teil B, RLP)
<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ formulieren Hypothesen zur Spontanität von chemischen Reaktionen, Ableiten von Schlussfolgerungen und Begründen von Thesen. <p>→ Textproduktion (Schreiben)</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ können die Rolle von digitalen Medien für die Meinungsbildung in Bezug auf verschiedene Energiequellen analysieren und beurteilen <p>→ Analysieren und Reflektieren</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ setzen sich mit neuen, alternativen Antriebstechniken und Fahrzeugen auseinander. <p>→ üT: Mobilitätsbildung und Verkehrserziehung</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ thematisieren Klimawandel, Verknappung natürlicher Ressourcen, alternative Energiequellen u. ä. <p>→ üT: Nachhaltige Entwicklung/Lernen in globalen Zusammenhängen</p>
<p>Fachinterne Vereinbarungen:</p>		
<p>Fachbegriffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Aktivierungsenergie ○ offenes, geschlossenes, isoliertes System ○ molare Standardenthalpien: Reaktions-, Bildungs-, Lösungs- und Verbrennungsenthalpie ○ spezifische Wärmekapazität ○ Kennzeichnung der Reaktanden mit (s), (l), (g) oder (aq) ○ Ion-Dipol-Wechselwirkungen 		
<p>Mögliche Kontexte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diesel, Benzin & Co. – Treibstoffe der Zukunft? - Selbsterhitzende Getränke- oder Suppendosen - Linderung durch Lösungsvorgänge: Die Kälte-Sofortkomresse - Selbsterhitzende Hand- bzw. Taschenwärmer - Chemie am Bau: innovative Materialien als Latentwärmespeicher 		
<p>Filme:</p>		

3.2.2. Reaktionsgeschwindigkeit und Katalyse (ca. 20h)

Inhalte	Schwerpunktkompetenzen (Bezug zu den Bildungsstandards)		Experimente (fett: verbindlich)
<p>Reaktionsgeschwindigkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von Temperatur, Konzentration und Zerteilungsgrad ○ Stoßtheorie ○ RGT-Regel ○ Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit vom Licht oder von Wärme bei der Reaktion von Alkanen mit Halogenen – <u>Mechanismus der radikalischen Substitution</u> ○ die Veränderung der Reaktionsgeschwindigkeit während einer Reaktion qualitativ betrachten <p>[ca. 10h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ beschreiben Einflussfaktoren auf chemische Reaktionen und Möglichkeiten der Steuerung durch Variation von Reaktionsbedingungen. (S 8) ○ formulieren Fragestellungen zur Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit (E 2) und planen das experimentelle Vorgehen zur Überprüfung. (E 4) ○ führen eine quantitative Untersuchung zum zeitlichen Verlauf einer Reaktion durch, protokollieren und werten mit Diagrammen aus. (E 5) ○ erklären unterschiedliche Reaktionsverläufe. (S 9) ○ beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution. (S 14) 		<ul style="list-style-type: none"> ○ Untersuchung der Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von Temperatur, Konzentration und Zerteilungsgrad: z.B. Reaktion von Kalk (unterschiedlicher Korngröße, Konzentration und Temperatur) mit Essigsäure und Nachweis von Kohlenstoffdioxid ○ ein Experiment zur Aufnahme des zeitlichen Verlaufs einer chemischen Reaktion: z.B. Reaktion von Zink mit Salzsäure und Auffangen des Wasserstoffs im Kolbenprober
<p>Katalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Eigenschaften von Katalysatoren (Reaktionsweg, Übergangszustand) ○ Wirkungsweise von Katalysatoren ○ Biokatalysatoren (Enzyme) ○ homogene und heterogene Katalyse ○ energetischer Verlauf katalysierter und nichtkatalysierter Reaktionen <p>[ca. 10h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ beschreiben Einflussfaktoren auf chemische Reaktionen durch den Einsatz von Katalysatoren. (S 8) 		<ul style="list-style-type: none"> ○ ein Experiment, bei dem die Reaktionsgeschwindigkeit durch einen Katalysator beeinflusst wird: z.B. Zersetzung von Wasserstoffperoxid mit Braunstein z.B. Katalase aus Kartoffel
<p>Bezug zur Sprachbildung (Teil B, RLP)</p>	<p>Bezug zur Medienbildung (Teil B, RLP)</p>	<p>Bezug zu den übergreifenden Themen (Teil B, RLP)</p>	

<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ präsentieren Mess- und Beobachtungsergebnisse kontextbezogen unter funktionalem Einsatz geeigneter analoger oder digitaler Medien. <p>→ Textproduktion (Sprechen)</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ erstellen ein digitales Protokoll basierend aus experimentellen Messwerten (zeitlicher Verlauf); ggf. erstellen ein GIF zur Stoßtheorie <p>→ Produzieren und Präsentieren</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ setzen sich im Zusammenhang mit Schadstoffverringerung durch Abgaskatalysatoren mit neuen, alternativen Techniken z.B. bei Fahrzeugen auseinander. <p>→ üT: Mobilitätsbildung und Verkehrserziehung</p>
<p>Fachinterne Vereinbarungen:</p>		
<p>Fachbegriffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Aktivierungsenergie ○ wirksamer Zusammenstoß ○ Mindestenergie, kinetische Energie ○ mittlere Reaktionsgeschwindigkeit ○ Inhibitor ○ Radikal, Radikalbildung, homolytische Spaltung, Kettenstart, Alkylradikal, Kettenfortpflanzung, Kettenabbruch (Rekombination) ○ Enzyme ○ Schlüssel-Schloss-Prinzip 		
<p>Mögliche Kontexte:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Kinetik in der Küche: Kühlschrank, Dampfdrucktopf usw. – Explosionen – Superschnelle Reaktionen – Autoabgaskatalysatoren – Saubere Luft aus dem Auspuff? – Biokatalysatoren: Die Katalase in Kartoffeln – Katalyse bei Kontaktlinsenreinigern 		
<p>Filme:</p>		

3.2.3. Chemisches Gleichgewicht (ca. 15h)

Inhalte	Schwerpunktkompetenzen (Bezug zu den Bildungsstandards)		Experimente (fett: verbindlich)
<p>Das chemische Gleichgewicht</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen als Voraussetzung für das chemische Gleichgewicht ○ Merkmale des chemischen Gleichgewichts ○ Massenwirkungsgesetz (MWG) ○ Berechnung und Interpretation der Gleichgewichtskonstante ○ Berechnungen von Gleichgewichtskonzentrationen mit dem MWG nur für Fälle mit $\Delta v = 0$ (Differenz der Stöchiometrieffaktoren nach und vor der Reaktion) auch am Beispiel der Estersynthese <p>[ca. 9h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ beschreiben die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen. (S 7) ○ beschreiben, auch mithilfe von Modellen, das dynamische Gleichgewicht und wenden es auf verschiedene Beispiele an. (S 7) ○ wenden mathematische Verfahren auf chemische Sachverhalte an. (S 17) ○ wählen geeignete Real- oder Denkmodelle, um das dynamische Gleichgewicht zu illustrieren (E 7) und diskutieren Möglichkeiten der Grenzen von Modellen. (E 9) ○ grenzen mithilfe von Modellen beim chemischen Gleichgewicht den statischen Zustand auf Stoffebene vom dynamischen Zustand auf Teilchenebene ab. (S 15) 		<ul style="list-style-type: none"> ○ Modellversuch zum chemischen GG: z.B. Stechheberversuch
<p>Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Abhängigkeit der Gleichgewichtskonstante von der Temperatur ○ Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch Temperatur-, Druck- und Konzentrationsänderung, Prinzip von LE CHATELIER <p>[ca. 6h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ beschreiben die Einflussfaktoren auf die Gleichgewichtslage und wenden das Prinzip von LE CHATELIER auf verschiedene Reaktionen an. (S 8) 		<ul style="list-style-type: none"> ○ ein Experiment, um die Verschiebung des Gleichgewichts zu veranschaulichen: z.B. Eisen(III)-chlorid und Kaliumthiocyanat (Konzentrationsänderung) (SV) <i>oder</i> z.B. Stickstoffdioxid und Distickstofftetroxid-Gleichgewicht (Temperaturänderung)
Bezug zur Sprachbildung (Teil B, RLP)	Bezug zur Medienbildung (Teil B, RLP)	Bezug zu den übergreifenden Themen (Teil B, RLP)	
Die Lernenden ...	Die Lernenden ...	Die Lernenden ...	

<ul style="list-style-type: none"> ○ präsentieren Mess- und Beobachtungsergebnisse kontextbezogen unter funktionalem Einsatz geeigneter analoger oder digitaler Medien. → Textproduktion (Sprechen) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ erstellen ein digitales Protokoll basierend aus experimentellen Messwerten (Leitfähigkeitsmessung) → Produzieren und Präsentieren 	<ul style="list-style-type: none"> ○ diskutieren im Zusammenhang mit dem Haber-Bosch-Verfahren den Einsatz von synthetischen Düngemitteln. → üT: Nachhaltige Entwicklung/Lernen in globalen Zusammenhängen
<p>Fachinterne Vereinbarungen:</p>		
<p>Fachbegriffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Gleichgewichtspfeil ○ Prinzip des kleinsten Zwangs 		
<p>Mögliche Kontexte</p> <ul style="list-style-type: none"> - Düngemittel und Sprengstoffe: Das OSTWALD- und HABER-BOSCH-Verfahren - Vom Schwefel zur Schwefelsäure: Das Doppelkontaktverfahren - Lebensmittelaromen: Die Estersynthese - Wasserkocher und Tropfsteine: Das Carbonat-Hydrogencarbonat-Gleichgewicht - Oxalsäure-Gehalt von Rhabarber und Co. - 12 Kriterien von Green Chemistry 		
<p>Filme:</p>		

3.3. Q3 Das Donator-Akzeptor-Prinzip

3.3.1. Säure-Base-Reaktionen (ca. 21h)

Inhalte	Schwerpunktkompetenzen (Bezug zu den Bildungsstandards)	Experimente (fett: verbindlich)
<p>Säure-Base-Theorie von BRÖNSTED Säure-Base-Reaktionen Möglicher Kontext: Säuren und Basen im Haushalt und Labor</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Donator-Akzeptor-Prinzip von Protolysereaktionen ○ Definition und typische Strukturmerkmale von Säure- und Base-Teilchen nach BRÖNSTED 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ leiten aus typischen Strukturmerkmalen von Teilchen deren Funktion als Protonendonator bzw. -akzeptor begründet ab. (S2) ○ wenden es exemplarisch auf Säure-Base-Reaktionen aus Natur, Technik und Alltag an. (S 7) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Untersuchung von z.B. Citronensäure und Natronlösung mit Universalindikator ○ Untersuchung von z.B. Citronensäure und Natronlösung auf elektrische Leitfähigkeit
<p>Protolysegleichgewichte</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Umkehrbarkeit von Protolysereaktionen ○ Nachweisreaktionen ○ das MWG auf Protolysereaktionen anwenden 	<p>Die Lernenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ beschreiben die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen und das Donator-Akzeptor-Prinzip und wenden es exemplarisch auf Säure-Base-Reaktionen aus Natur, Technik und Alltag an. (S 7) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Reaktion von z.B. Chlorwasserstoffgas mit Ammoniak ○ z. B. Ammoniakspringbrunnen (LV) ○ Nachweis von Halogenid-, Carbonat-, Hydroxid-, Oxonium-, Ammonium-Ionen (SV)
<p>Der pH-Wert</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Autoprotolyse des Wassers ○ das Ionenprodukt des Wassers herleiten ○ pH-Wert ○ pH-Wert bei vollständiger Protolyse berechnen: $\text{pH} = -\lg c(\text{H}_3\text{O}^+)$ <p>[ca.12h]</p>	<p>Die Lernenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ wenden bekannte mathematische Verfahren auf pH-Wertberechnungen an. (S 17) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ z.B. Untersuchung verschiedener Wasserproben mit dem pH-Meter
<p>Starke und schwache Säuren und Basen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Interpretation von Säure-Base-Konstanten und pK_S- und pK_B-Werten 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ treffen mithilfe fachlicher Kriterien begründete Entscheidungen in Alltagssituationen, denen Säure-Base-Reaktionen zugrunde liegen. (B 7) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Bestimmung des pH-Wertes von z.B. Salz- und Essigsäure gleicher Konzentration

[ca. 3h]		<ul style="list-style-type: none"> ○ z.B. Reaktion von sauren Lösungen gleicher Ausgangskonzentration mit unedlen Metallen
<p>Quantitative Analyse auf der Grundlage von Säure-Base-Reaktionen Säure-Base-Titrationsen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Säure-Base-Titration zur Konzentrationsbestimmung unter Verwendung von Indikatoren mit Äquivalenzpunkt im neutralen Milieu <p>[ca. 6h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ führen, den chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln entsprechend, Säure-Base-Titrationsen als quantitative experimentelle Untersuchungen durch, protokollieren sie und werten sie rechnerisch und grafisch aus. (E 5) ○ wenden bekannte mathematische Verfahren auf Säure-Base-Titrationsen an. (S 17) ○ nutzen ggf. digitale Werkzeuge und Medien, um Messwerte aufzunehmen, darzustellen und auszuwerten oder für Berechnungen bei Säure-Base-Titrationsen. (E 6) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ eine Säure-Base-Titration bei vollständiger Protolyse (z.B. Salzsäure/ Natronlauge) ○ Säure-Base-Titrationsen mit verschiedenen Indikatoren (SV) ○ Titration von z.B. Weißwein oder Cola (SV)
Bezug zur Sprachbildung (Teil B, RLP)	Bezug zur Medienbildung (Teil B, RLP)	Bezug zu den übergreifenden Themen (Teil B, RLP)
<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ präsentieren ihre Messergebnisse von Titrationsen kontextbezogen unter funktionalem Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien <p>→ Textproduktion (Schreiben und Sprechen)</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ erstellen ein digitales Protokoll basierend aus experimentellen Messwerten (pH-Werte) <p>→ Produzieren und Präsentieren</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ wenden chemische Kenntnisse an, die sie darin unterstützen, fachlich Handlungsmöglichkeiten für ein gesundes Leben zu entwickeln <p>→ üT: Gesundheitsförderung</p>
Fachinterne Vereinbarungen:		
<p>Fachbegriffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ BRÖNSTED-Säure, BRÖNSTED- Base ○ Protonendonator, -akzeptor ○ korrespondierende Säure-Base- Paare ○ Oxonium-Ion (Hydronium-Ion) ○ amphoter, Ampholyt ○ Neutralisationstiteration ○ Umschlagpunkt ○ Äquivalenzpunkt 		

Mögliche Kontexte:

- Traditionelle Hausmittel oder moderne Haushaltsreiniger?
- Cola – Starke Erfrischung mit schwachen Säuren
- Äpfel, Weintrauben & Co – Saure Früchtchen?
- Wenn sauer sauber macht – Reinigung des Swimmingpools
- Antazida – Wenn der Magen sauer wird
- Genialer Trick der Natur: Blutpuffer
- Die Chemie der Zahnpflegekaugummis
- Der Salzkristall-Deostick

FILME:

3.3.2. Redox-Reaktionen (ca. 20h)

Inhalte	Schwerpunktkompetenzen (Bezug zu den Bildungsstandards)		Experimente (fett: verbindlich)
<p>Grundlagen von Redoxreaktionen Elektronenübetragungsreaktionen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Bau, Eigenschaften und Verwendung von Metallen ○ Metallbindung, Metallgitter ○ Redoxreihe der Metalle ○ Regeln zur Bestimmung von Oxidationszahlen bei anorganischen und organischen Verbindungen ○ Gleichungen für Redoxreaktionen unter Angabe der Teilgleichungen aufstellen <p>Angewandte Redoxreaktionen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Oxidationsreihe vom Alkohol zur Alkansäure ○ Rohstoffgewinnung durch Redoxreaktion am Beispiel eines Metalls. Eisen oder Kupfer <p>[ca. 20h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ interpretieren Phänomene der Stoffumwandlung bei Redoxreaktionen. (S 3) ○ bestimmen den Reaktionstyp Redoxreaktion. (S 4) ○ unterscheiden konsequent zwischen Stoff- und Teilchenebene bei der Betrachtung von Redoxreaktionen. (S 6) ○ beschreiben das Donator-Akzeptor- Prinzip und wenden dieses an. (S 7) ○ nehmen qualitative experimentelle Untersuchungen ausgewählter Redoxreaktionen vor, beachten dabei die chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln, protokollieren und werten aus. (E 5) ○ nutzen das Modell der Oxidationszahlen, um Redoxreaktionen zu erkennen und zu beschreiben. (E 7) ○ strukturieren die Informationen zum Redoxverhalten von Metall-Atomen und Metall-Ionen und leiten Schlussfolgerungen ab. (K 8) <p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ treffen mithilfe fachlicher Kriterien begründete Entscheidungen in Alltagssituationen. (B7) ○ beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit im Labor, z. B. bei der Durchführung stark exothermer Redoxreaktionen zur Metallgewinnung. (B 11) 		<ul style="list-style-type: none"> ○ Metalle aus Metallsalzlösungen abscheiden ○ Nachweis der reduzierenden Wirkung der Aldehydgruppe durch FEHLING- oder TOLLENS-Probe
Bezug zur Sprachbildung (Teil B, RLP)	Bezug zur Medienbildung (Teil B, RLP)	Bezug zu den übergreifenden Themen (Teil B, RLP)	

<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ nutzen unterschiedliche Schreibgelegenheiten, z. B. bei der Beschreibung der Redoxreihe der Metalle. → Textproduktion (Schreiben) 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ können digitale Lern-Apps zu Redoxreaktionen auswählen, einsetzen, anpassen und organisieren. → Problemlösen und Handeln 	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ wenden chemische Kenntnisse an, die sie darin unterstützen, fachlich Handlungsmöglichkeiten für ein gesundes Leben zu entwickeln (Ascorbinsäure - frisches Obst) → üT: Gesundheitsförderung
<p>Fachinterne Vereinbarungen:</p>		
<p>Fachbegriffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Elektronengas, Valenzelektronen ○ Oxidation, Reduktion, korrespondierende Redoxpaare, Oxidationsmittel, Reduktionsmittel ○ Elektronen-Donator, Elektronen-Akzeptor ○ Oxidationszahl 		
<p>Mögliche Kontexte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vom Eisenerz zum Roheisen - Kupfergewinnung in der Frühzeit – Ötzi's Kupferbeil - Vom Quarzsand zum Mikrochip - Rost und Wärmepflaster - Farbenspiel der Redoxreaktionen - Bleich- und Desinfektionsmittel – Oxidationsmittel im Alltag - OLED-Display – Phänomenale Farben mit Metall-Ionen 		
<p>Filme:</p>		

3.4. Q4 Elektrische Energie aus chemischen Reaktionen (ca. 33h)

Inhalte	Schwerpunktkompetenzen (Bezug zu den Bildungsstandards)	Experimente (fett: verbindlich)
<p>Elektrochemische Spannungsquellen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Bau und Arbeitsweise einer galvanischen Zelle am Beispiel des DANIELL-Elements ○ elektrochemische Spannungsreihe ○ Zellspannung unter Standardbedingungen berechnen: $U = E^0(\text{Akzeptor}) - E^0(\text{Donator})$ ○ Arten elektrochemischer Spannungsquellen (Primär-, Sekundärelement und Brennstoffzelle) ○ Vielfalt moderner Batterien ○ Rohstoffe für Batterien → ‚bedrohte‘ Elemente <p>[ca. 15h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ interpretieren Phänomene der Stoff- und Energieumwandlung bei elektrochemischen Reaktionen. (S 3) ○ unterscheiden konsequent zwischen Stoff- und Teilchenebene bei Betrachtung der elektrochemischen Reaktionen. (S 6) ○ entwickeln Reaktionsgleichungen für elektrochemische Reaktionen. (S 16) ○ nehmen qualitative experimentelle Untersuchungen ausgewählter elektrochemischer Reaktionen vor, beachten dabei die chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln, protokollieren und werten aus. (E 5) ○ beschreiben Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen. (S 7) ○ leiten chemische Sachverhalte aus Alltagssituationen ab (z. B. eine Batterie entladen, einen Akku laden). (E 1) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Galvanische Elemente bauen und die Zellspannung messen (z.B. Daniell-Element) (SV) ○ z.B. Zitronenbatterie (SV) ○ z.B. Experimente mit einer Brennstoffzelle
<p>Elektrochemische Korrosion</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Lokalelement ○ Vorgänge bei der Sauerstoff- und Säurekorrosion von Metallen ○ Korrosionsschutz mit Opferanoden <p>[ca. 10h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu chemischen Sachverhalten (z. B. Korrosion von Metallgegenständen). (E 2) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Vorgänge bei Korrosion untersuchen ○ z.B. Metallnägel auf Gel
<p>Elektrolysen</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ theoretische Grundlagen der Elektrolyse ○ technische Elektrolyse an einem Beispiel <p>[ca. 8h]</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ nehmen qualitative experimentelle Untersuchungen ausgewählter elektrochemischer Reaktionen vor, beachten dabei die chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln, protokollieren und werten aus. (E 5) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Elektrolyse einer wässrigen Lösung (z.B. Zinkiodid)

Bezug zur Sprachbildung (Teil B, RLP)	Bezug zur Medienbildung (Teil B, RLP)	Bezug zu den übergreifenden Themen (Teil B, RLP)
<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ erschließen Sachtexte mithilfe von Lesestrategien z. B. Gewinnung von Aluminium aus Bauxit. <p>→ Textrezeption (Lesen)</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ sind in der Lage, Medien zum Thema „Elektromobil durch die Zukunft?“ reflektiert auszuwählen, selbstständig Suchinteressen festzulegen, digitale Inhalte zu suchen, zu filtern, zu organisieren und zu prüfen <p>→ Suchen, Verarbeiten, Aufbewahren</p>	<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ argumentieren und diskutieren zum Thema der nachhaltigen Energiebereitstellung <p>→ üT: Nachhaltige Entwicklung/Lernen in globalen Zusammenhängen</p>
<p>Fachinterne Vereinbarungen:</p>		
<p>Fachbegriffe:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ elektrochemische Doppelschicht ○ elektrochemische Elektrode ○ Donator- und Akzeptor-Halbzelle ○ Kathode, Anode ○ Elektrolysezelle 		
<p>Mögliche Kontexte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle - Von der VOLTA-Säule zum Lithium-Ionen-Akkumulator - Damit der Rost nicht alles frisst ... - Elektromobil durch die Zukunft? - Reinigung von Silberbesteck – Eine elektrochemische Reaktion im Haushalt - Autarke Energieversorgung für Herzschrittmacher durch Glucose-Brennstoffzelle (Firma Biotronik, Grenzallee) - Aluminium: Leichtes Metall, leicht zu gewinnen? - Die Feststoffbatterie – Eine nachhaltige Alternative? 		
<p>Filme:</p>		