STÄDTISCHES
GYMNASIUM AN DER HÖNNE
MENDEN (SAUERLAND)

GHM

Curriculum Chemie

Sekundarstufe 2 / Q2

Inhalt

Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben I 3
Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben II 8
Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben III 13
Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben I 17
Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben II 23
Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben III 27
Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben IV 31

Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben I

Thema/Kontext:
Wenn das Erdöl zu Ende geht

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Donator-Akzeptor
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines gut vernetzten chemischen Wissens erschließen und aufzeigen (UF4).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- selbstständig in unterschiedlichen Kontexten chemische Probleme identifizieren, analysieren und in Form chemischer Fragestellungen präzisieren (E1).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).

Kompetenzbereich Bewertung:

- an Beispielen von Konfliktsituationen mit chemischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten (B3).
- begründet die Möglichkeiten und Grenzen chemischer und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten (B4).

Inhaltsfeld:
Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltlicher Schwerpunkt:
Organische Verbindungen und Reaktionswege

Zeitbedarf:
ca. 10 Stunden à 45 Minuten

Kontext: Wenn das Erdöl zu Ende geht

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltlicher Schwerpunkt: Organische Verbindungen und Reaktionswege **Zeitbedarf:** 10 Schulstunden	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF4 Vernetzung • E1 Probleme und Fragestellungen • E4 Untersuchungen und Experimente • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen • B4 Möglichkeiten und Grenzen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Kein Fahrspaß ohne Erdöl? - Biodiesel und E10 als mögliche Alternativen? • Struktur und Eigenschaften von Molekülen verschiedener organischer Stoffklassen	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).	**Kurzreferat,** z. B. auf Basis eines **Zeitungsartikels** [1][2], zum vermuteten Ende des Ölzeitalters Ersatz von Kohlenwasserstoffen durch z. B. Ethanol, Methanol, Rapsölmethylester (Biodiesel)	Anknüpfung an den vorherigen Kontext *Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt* Die Recherche kann auch als Webquest durchgeführt werden [3].
• Umesterung (Additions-Eliminierungsreaktion)	erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1).	**Information:** Bioethanol als Bestandteil von Kraftstoffen, z. B. E10, E85 [4] Ausblick auf Biokraftstoffe erster und zweiter Generation [5]	Wiederholung aller Stoffklassen aus dem IF 1 (ggf. Reaktionsstern)

• technische Gewinnung von Biodiesel	erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u. a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrückenbindungen) (UF3, UF4). klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3). verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4). erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4). präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3).	Erhöhte Aldehydemission bei der Nutzung von Alkoholkraftstoffen: Analyse der unvollständigen Verbrennungsprozesse von Ethanol im Verbrennungsmotor unter dem Aspekt „Oxidationsreihe der Alkohole“, ggf. Rolle des Katalysators im Hinblick auf eine vollständige Oxidation **Arbeitsblatt oder Recherche** zu Inhaltsstoffen von Diesel und Biodiesel [7][8][9], deren molekularem Aufbau und Eigenschaften **optionales Experiment**: Herstellung von Rapsölmethylester (Biodiesel) [7][8][9] - Umesterung als Additions-Eliminierungsreaktion - Eigenschaften des Esters im Vergleich zu den Ausgangsstoffen **Präsentation (z. B. als Poster):** Aufbau und Funktion einer Produktionsanlage für Biodiesel [10]	Die Tatsache, dass Fahrzeuge, die mit Alkoholkraftstoff betrieben werden, eine höhere Emission an Aldehyden aufweisen [6], kann genutzt werden, um die Kompetenzerwartungen zur *Oxidationsreihe der Alkohole* zu festigen (siehe die entsprechende Kompetenzerwartung im IF1). Vertiefung der elektrophilen Addition
Ökologische und ökonomische Beurteilung von Biokraftstoffen	diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u. a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3). beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	**Filmausschnitt** zum Einstieg in die Diskussion, z. B. *Die Biosprit-Lüge* [11] **Podiumsdiskussion:** Bewertung der konventionellen und alternativen Kraftstoffe der ersten und zweiten Generation anhand verschiedener Kriterien (z. B. ökonomische, ökologische, technische und gesellschaftliche Kriterien [14])	Pro- und Contra-Diskussion unter Einbeziehung der rechtlichen Grundlagen [12][13] **Ggf. Ausblick:** Zukünftige Bedeutung von Biokraftstoffen im Vergleich zu Antriebskonzepten mit Elektrizität oder Wasserstoff

Diagnose von Schülerkonzepten:

Stoffklassen der organischen Chemie
Ester und chemisches Gleichgewicht
Oxidationsreihe der Alkohole

Leistungsbewertung:

Kurzreferate
Auswertung des Experimentes
Präsentation (Poster)
ggf. Schriftliche Übung

1. http://www.welt.de/wirtschaft/energie/article148323100/Laut-BP-gibt-es-noch-im-Jahr-2050-Oel-im-Ueberfluss.html Bericht über die These der Fa. BP, dass die Erdölvorräte noch lange nicht erschöpft sind
2. http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/studie-ueber-fossile-ressourcen-das-oel-geht-zur-neige-trotz-fracking-1.1632680 Bericht über eine Studie zu fossilen Ressourcen, in der eine Prognose zur Erdölförderung in der Zukunft gestellt wird
3. http://www.lehrer-online.de/biosprit-zukunft.php?sid=647205619605314891453282628267 90 Webquest zur Zukunft des Biosprits
4. http://www.sueddeutsche.de/auto/bioethanol-als-treibstoff-der-zukunft-futter-im-tank-1.1813027 Zeitungsartikel zum Thema „Bioethanol als Treibstoff der Zukunft“
5. http://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/kraft-betriebsstoffe/alternative-kraftstoffe Informationen zu alternativen Kraftstoffen
6. Dreyhaupt, Franz-Joseph [Hrsg.]: VDI-Taschenlexikon Immissionsschutz. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1996, S. 26ff (Stichwort Alkoholkraftstoff) Darstellung der Zusammenhänge zwischen Alkoholkraftstoff, unvollständiger Verbrennung, Aldehydemission und Oxidationskatalysator
7. http://sinus-sh.lernnetz.de/sinus/materialien/chemie/index.php?we_objectID=302 Verschiedene Materialien zu Biodiesel, u. a. Filme, eine Versuchsvorschrift zur Umesterung von Rapsöl etc.
8. http://www.schulbiologiezentrum.info/Arbeitsbl%E4tter%20Raps%20Raps%F6l%20Biodiesel%20Me210212.pdf Umfangreiche Material- und Arbeitsblattsammlung zum Thema „Biodiesel“, die auch Experimente beinhaltet
9. Eilks, Ingo: Biodiesel: Kontextbezogenes Lernen in einem gesellschaftskritisch-problemorientierten Chemieunterricht. In: PdN- Chemie in der Schule, Jg. 2001 (50), H. 1, S. 8-10 Beschreibung einer Unterrichtseinheit zum Thema Biodiesel"
10. https://www.hielscher.com/de/biodiesel_transesterification_01.htm Informationen zu einer Produktionsanlage für Biodiesel
11. Film: Die Biosprit-Lüge Der Film thematisiert die Konkurrenz von Nahrungsmittelproduktion und Biosprither-stellung anhand von Palmenplantagen in Idonesien (Ausführliche Beschreibung s. Details unter der Adresse http://programm.ard.de/TV/Programm/Alle-Sender/?sendung=287246052059380).
12. http://www.lehrer-online.de/biodiesel.php WebQuest zum Thema Biodiesel
13. http://www.lehrer-online.de/tankstelle-der-zukunft.php?sid=647205619605314891453282628267 90 Webquest Tankstelle der Zukunft: Vergleich und Bewertung verschiedener Kraftstoffarten:

14. Brysch, Stephanie: Biogene Kraftstoffe in Deutschland. Hamburg: Diplomica, 2008. Studie zur Bewertung von Biokraftstoffen, die kriteriengeleitet Vor- und Nachteile ermittelt

15. Martin Schmied, Philipp Wüthrich, Rainer Zah, Hans-Jörg Althaus, Christa Friedl: Postfossile Energieversorgungsoptionen für einen treibhausgasneutralen Verkehr im Jahr 2050: Eine verkehrsträgerübergreifende Bewertung, Umweltbundesamt (2015): http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/postfossile-energieversorgungsoptionen-fuer-einen Grundlagenliteratur zur Frage zukünftiger Energieversorgung

16. Ruth Blanck et al. (Öko-Institut): Treibhausgasneutraler Verkehr 2050: Ein Szenario zur zunehmenden Elektrifizierung und dem Einsatz stromerzeugter Kraftstoffe im Verkehr, Berlin (2013) http://www.oeko.de/oekodoc/1829/2013-499-de.pdf

17. http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/bioenergie

18. http://www.biokraftstoffverband.de/index.php/start.html u.a. aktuelle Informationen, z.B. Absatzzahlen für Biodiesel und Bioethanol Informationen zu Biokraftstoffen vom Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie e.V.

19. http://www.ufop.de/biodiesel-und-co/biodiesel/biodiesel-tanken/ Informationen zu Biodiesel von der Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.

Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben II

Thema/Kontext:
Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- zur Lösung chemischer Probleme zielführende Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen chemischen Größen angemessen und begründet auswählen (UF2).
- Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines gut vernetzten chemischen Wissens erschließen und aufzeigen (UF4).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- mit Bezug auf Theorien, Konzepte, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (E3).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E5).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).

Kompetenzbereich Bewertung:

- an Beispielen von Konfliktsituationen mit chemischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten (B3).

Inhaltsfeld:
Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:
Organische Verbindungen und Reaktionswege
Organische Werkstoffe

Zeitbedarf:
ca. 24 Stunden à 45 Minuten

Kontext: Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte: Organische Verbindungen und Reaktionswege Organische Werkstoffe **Zeitbedarf**: 24 Schulstunden	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF2 Auswahl • UF4 Vernetzung • E3 Hypothesen • E4 Untersuchungen und Experimente • E5 Auswertung • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen **Basiskonzepte (Schwerpunkt):** Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Die Vielfalt der Kunststoffe im Alltag: **Eigenschaften und Verwendung** • Eigenschaften von makromolekularen Verbindungen • Thermoplaste • Duromere • Elastomere zwischenmolekulare Wechselwirkungen	erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF2, UF4). 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). ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere und Duromere) (E5).	**Demonstration:** Plastiktüte, PET-Flasche, Joghurtbecher, Schaumstoff, Gehäuse eines Elektrogeräts (Duromer) **S-Exp.:** thermische u. a. Eigenschaften von Kunststoffproben **Eingangstest***:* intermolekulare Wechselwirkungen, funktionelle Gruppen, Veresterung **Materialien:** Kunststoffe aus dem Alltag	Ausgehend von Kunststoffen in Alltagsprodukten werden deren Eigenschaften und Verwendungen erläutert. **Thermoplaste** (lineare und strauchähnlich verzweigte Makromoleküle, Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken; amorphe und kristalline Bereiche), **Duromere** und **Elastomere** (Vernetzungsgrad)

Vom Monomer zum Polymer: **Bau von Polymeren und Kunststoffsynthesen** • Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation • Polykondensation Polyester • Polyamide: Nylonfasern	beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3). präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata. (K3) schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3). erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide) (UF1, UF3). erläutern die Planung der Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4).	**theoretische Behandlung der Polymerisation von Styrol** **Schülerexperimente:** • Polykondensation: Synthese einfacher Polyester aus Haushaltschemikalien, z.B. Polymilchsäure oder Polycitronensäure. • „Nylonseiltrick“ **Schriftliche Überprüfung**	Während der Unterrichtsreihe kann an vielen Stellen der Bezug zum Kontext Plastikgeschirr hergestellt werden. Polystyrol ist Werkstoff für Plastikgeschirr. Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation können in Lernprogrammen erarbeitet werden.
Kunststoffverarbeitung Verfahren, z.B.: • Spritzgießen • Extrusionsblasformen • Fasern spinnen Geschichte der Kunststoffe	recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).	Einsatz von **Filmen** und **Animationen** zu den Verarbeitungsprozessen.	Internetrecherche zu den verschiedenen Verarbeitungsverfahren möglich. Die Geschichte ausgewählter Kunststoffe kann in Form von Referaten erarbeitet werden.

Maßgeschneiderte Kunststoffe: Struktur-Eigenschafts-beziehungen von Kunststoffen mit besonderen Eigenschaften und deren Synthesewege aus Basischemikalien z.B.: • SAN: Styrol- Acrylnitril-Coplymerisate • Cyclodextrine • Superabsorber	verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4). verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3). demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3).	**Recherche:** Syntheseweg zur Herstellung von SAN aus Basischemikalien. Modifikation der Werkstoffeigenschaften von Polystyrol durch Copolymerisation mit Acrylnitril. **Flussdiagramme** zur Veranschaulichung von Reaktionswegen **Arbeitsteilige Projektarbeit** zu weiteren ausgewählten Kunststoffen, z.B.: Superabsorber, Cyclodextrine. **S-Präsentationen** z.B. in Form von **Postern** mit **Museumsgang.**	Als Beispiel für maßgeschneiderte Kunststoffe eignen sich Copolymerisate des Polystyrols, z.B. SAN. Die Schülergruppen informieren sich über die Synthesewege, die Struktur-Eigenschafts-Beziehungen und die Verwendung weiterer Kunststoffe und präsentieren ihre Ergebnisse. Zur arbeitsteiligen Gruppenarbeit können auch kleine S-Experimente durchgeführt werden.
Kunststoffmüll ist wertvoll: **Kunststoffverwertung** • stoffliche Verwertung • rohstoffliche V. • energetische V. Ökonomische und ökologische Aspekte zum Einsatz von Einweggeschirr aus Polymilchsäure, Polystyrol oder Belland-Material.	erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3). diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3). beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	**Schüler-Experiment:** Herstellung von Stärkefolien **Podiumsdiskussion**: z.B. zum Thema „Einsatz von Plastikgeschirr Einweggeschirr auf öffentlichen Veranstaltungen!“	**Fächerübergreifender Aspekt:** Plastikmüll verschmutzt die Meere (Biologie: Ökologie). Einsatz von **Filmen** zur Visualisierung der Verwertungsprozesse.

Diagnose von Schülerkonzepten:

Schriftliche Überprüfung zum Eingang, Präsentationen

Leistungsbewertung:

Präsentationen (Referate, Poster, Podiumsdiskussion), schriftliche Übung, Anteil an Gruppenarbeiten

Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:
Allgemeine Informationen und Schulexperimente:http://www.seilnacht.com
www.chemieunterricht.de/dc2/plaste/
Experimentiervorschrift zum Einbetten von kleinen Gegenständen in Polystyrol:
http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/boc/polystyrol/index
Internetauftritt des Verbands der Kunststofferzeuger mit umfangreichem Material für Schulen. Neben Filmen und Animationen finden sich auch Unterrichtseinheiten zum Download:
http://www.plasticseurope.de/Document/animation-vom-rohol-zum-kunststoff.aspx
Informationen zur Herstellung von PET-Flaschen:
http://www.forum-pet.de
Umfangreiche Umterrichtsreihe zum Thema Kunststoffe mit Materialien zum Belland-Material:
http://www.chik.die-sinis.de/Unterrichtsreihen_12/B__Organik/Belland.pdf
Film zum Kunststoffrecycling und Informationen zum grünen Punkt:
http://www.gruener-punkt.de/corporate/*presse/videothek.html*

Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben III

Thema/Kontext:
Bunte Kleidung

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft
Basiskonzept Energie

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (UF1).
- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen (E6).
- bedeutende naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen (E7).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).

Kompetenzbereich Bewertung:

- begründet die Möglichkeiten und Grenzen chemischer und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten (B4).

Inhaltsfeld:
Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:
Farbstoffe und Farbigkeit

Zeitbedarf:
ca. 20 Stunden à 45 Minuten

Kontext: Bunte Kleidung

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte: Organische Verbindungen und Reaktionswege Farbstoffe und Farbigkeit **Zeitbedarf:** 20 Schulstunden	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E6 Modelle • E7 Arbeits- und Denkweisen • K3 Präsentation • B4 Möglichkeiten und Grenzen **Basiskonzept (Schwerpunkt):** Basiskonzept Struktur – Eigenschaft Basiskonzept Energie

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Farbige Textilien • Farbigkeit und Licht • Absorptionsspektrum • Farbe und Struktur	erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3). werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5)	**Bilder:** Textilfarben – gestern und heute im Vergleich **Erarbeitung:** Licht und Farbe, Fachbegriffe **Experiment:** Fotometrie und Absorptionsspektren **Arbeitsblatt:** Molekülstrukturen von farbigen organischen Stoffen im Vergleich	

Der Benzolring • Struktur des Benzols • Benzol als aromatisches System • Reaktionen des Benzols • Elektrophile Substitution	beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellungen (E6, E7). erklären die elektrophile Erstsubstitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3).	**Film:** Das Traummolekül - August Kekulé und der Benzolring (FWU) **Molekülbaukasten:** Ermittlung möglicher Strukturen für Dibrombenzol Info: Röntgenstruktur **Erarbeitung:** elektrophile Substitution am Benzol **Arbeitsblatt:** Vergleich der elektrophilen Substitution mit der elektrophilen Addition **Trainingsblatt:** Reaktionsschritte	Gelegenheit zur Wiederholung der Reaktionsschritte aus Q1
Vom Benzol zum Azofarbstoff • Farbige Derivate des Benzols • Konjugierte Doppelbindungen • Donator-/ Akzeptorgruppen • Mesomerie • Azogruppe	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). erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe) (E6).	**Lehrerinfo:** Farbigkeit durch Substituenten Einfluss von Donator-/ Akzeptorgruppen, konjugierten Doppelbindungen **Erarbeitung:** Struktur der Azofarbstoffe **Arbeitsblatt**: Zuordnung von Struktur und Farbe verschiedener Azofarbstoffe	
Welche Farbe für welchen Stoff? • ausgewählte Textilfasern • bedeutsame Textilfarbstoffe	erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4).	**Lehrerinfo:** Textilfasern **Arbeitsteilige Gruppenarbeit:** Färben von Textilien, u.a. mit Indigo, einem Azofarbstoff	Rückgriff auf die Kunststoffchemie (z.B. Polyester) Möglichkeiten zur Wiederholung und Vertiefung:

• Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff • Vor- und Nachteile bei Herstellung und Anwendung	beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4). recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).	Erstellung von Plakaten	• pH-Wert und der Einfluss auf die Farbe • zwischenmolekulare Wechselwirkungen • Herstellung und Verarbeitung von Kunststoffen
Diagnose von Schülerkonzepten: Trainingsblatt zu Reaktionsschritten **Leistungsbewertung:** Klausur, Präsentation der Gruppenergebnisse			
Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen: Zahlreiche Informationen zu Farbe und Farbstoffen sind z.B. im folgenden Lexikon zusammengestellt: http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm Auch zu aktuelleren Entwicklungen findet man Material: http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html			

Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben I

Thema/Kontext:
Maßgeschneiderte Kunststoffe - nicht nur für Autos

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft
Basiskonzept Donator-Akzeptor

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (UF1).
- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4).
- Daten/Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder auch mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern (E5).
- bedeutende naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen (E7).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).

Kompetenzbereich Bewertung:

- an Beispielen von Konfliktsituationen mit chemischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten (B3).

Inhaltsfeld:
Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:
Organische Verbindungen
Reaktionsabläufe
Organische Werkstoffe

Zeitbedarf:
ca. 34 Stunden à 45

Kontext: Maßgeschneiderte Kunststoffe – nicht nur für Autos

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte: Organische Verbindungen und Reaktionswege Reaktionsabläufe Organische Werkstoffe **Zeitbedarf**: 34 Schulstunden	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E4 Untersuchungen und Experimente • E5 Auswertung • E7 Arbeits- und Denkweisen • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Struktur – Eigenschaft Basiskonzept Donator-Akzeptor

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Die Vielfalt der Kunststoffe im Auto: • Definition der Begriffe „Kunststoff“ „Makromolekül“ „Polymer“ „Monomer“ • Bsp. für Eigenschaften von Kunststoffen und deren Verwendung		**Demonstration von Kunststoffteilen eines Autos:** • Blinkerabdeckung • Sicherheitsgurt • Keilriemenrolle • Sitzbezug **Mind Map:** Kunststoffe im Auto - Eigenschaften und Verwendung **Eingangstest***:* intermolekulare Wechselwirkungen, funktionelle Gruppen.	Ausgehend von der Verwendung von Kunststoffen im Auto werden Fragestellungen entwickelt und eine **Mind Map** erstellt und im Laufe der Unterrichtssequenz ergänzt. In der **Eingangsdiagnose** wird das für den folgenden Unterricht bedeutsame Vorwissen der SuS abgefragt. **Materialien zur individuellen Wiederholung der Lerninhalte** werden im Verlauf des Unterrichts bereitgestellt.

Eigenschaften, Synthese-reaktionen, Stoffklassen und Verarbeitung von Kunststoffen **1. Transparentes Plexiglas (PMMA):** • Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation • Faserstruktur und Transparenz **2. Reißfeste Fasern aus PET:** • Aufbau von Polyestern • Polykondensation (ohne Mechanismus) • Faserstruktur und Reißfestigkeit • Schmelzspinnverfahren **3. Hitzebeständige Kunststoffe für den Motorraum:** Hitzebeständigkeit und Molekülstruktur der Duromere, Elastomere und Thermoplaste **4. Nylonfasern für Sitzbezüge** • Aufbau von Nylon • Polyamide	beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3). erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E3). beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3). Vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u.a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3). 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). ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere, Duromere) (E5). 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).	**Die folgenden Schüler Experimente werden als Lernzirkel durchgeführt.** • Herstellung einer PMMA Scheibe durch radikalische Polymerisation • Herstellung einer Polyesterfaser mit einer Heißklebepistole • Thermische Eigenschaften von Duromeren, Elastomeren und Thermoplasten • „Nylonseiltrick“ **Protokolle**	Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation können in Lernprogrammen erarbeitet werden. **Materialien zur individuellen Wiederholung:** **zu 1.:** Alkene, elektrophile Addition **zu 2.:** Alkanole, Carbonsäuren, Ester, Veresterung und Verseifung, Intermolekulare Wechselwirkungen **zu 4.:** Alkanole, Carbonsäuren, Ester, Veresterung und Verseifung

Systematisierung der kennen gelernten Stoffklassen und Reaktionstypen.	erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF3, UF4).	**Arbeitsblätter** zur Zusammenfassung der Stoffklassen und Reaktionstypen.	
Kunststoff werden in Form gebracht: Kunststoffverarbeitung Verfahren, z.B.: • Extrudieren • Spritzgießen • Extrusionsblasformen • Fasern spinnen Geschichte der Kunststoffe	recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).	Mögliche Formen der Präsentationen durch die SuS: **Referat, Posterpräsentation, Museumsgang oder WIKI.** Einsatz von **Filmen** und **Animationen** zu den Verarbeitungsprozessen.	In diesem und den folgenden Unterrichtseinheiten können S-**Präsentationen (Referate, Poster, WIKI)** erstellt werden. Mögliche Themen: • Verarbeitungsverfahren • Historische Kunststoffe
Reaktionsweg zur Herstellung von Polycarbonat, dem Kunststoff für Auto-Sonnendächer • Bau der Polycarbonate • Vorteile gegenüber PMMA (Elastizität, Wärmebeständigkeit) • Syntheseweg zum Polycarbonat	präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3) verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4). verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).	**Recherche:** Aufbau der Polycarbonate Reaktionsweg zur Herstellung von Polycarbonaten aus Basischemikalien Eigenschaften in Bezug auf ihre Eignung als Werkstoff für Autodächer Vorteile gegenüber PMMA **Flussdiagramme** zur Veranschaulichung des Reaktionswegs und Herstellungsprozesses	**Weitere mögliche Themen für S-Präsentationen:** Verwendungen von Polycarbonaten (z.B. in LCD-Bildschirmen, als Fassungen für LEDs) und von PMMA.
Maßgeschneiderte Kunststoffe	stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7).	• Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit Schüler-Experimenten zu ausgewählten maßgeschneiderten Kunststoffen, z.B.:	Die SuS suchen sich die Themen nach ihrem Interesse aus. Bei den Vorträgen soll auch auf die Synthesewege eingegangen werden und deren Darstellung eingeübt werden.

z.B.: • Cokondensate und "Blends" auf Basis von Polycarbonaten • Plexiglas (PMMA) mit UV-Schutz • Superabsorber • Cyclodextrine • Silikone	präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3). demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3) beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4).	• Plexiglas mit UV-Schutz • Superabsorber und ihre Wasseraufnahmefähigkeit • Cyclodextrine als "Geruchskiller" Präsentation der Ergebnisse als WIKI oder als Poster (Museumsgang)	Cokondensation und "Blending" dienen der Modifikation von Kunststoffeigenschaften. Der Nachweis der UV-absorbierenden Wirkung der Plexiglasscheibe soll nur qualitativ mit Hilfe einer UV-Lampe erfolgen. Der Versuch eignet sich zur Überleitung zum Thema Farbstoffe.
Kunststoffmüll ist wertvoll: Kunststoffverwertung • Umweltverschmutzung durch Plastikmüll • Verwertung von Kunststoffen: - energetisch - rohstofflich - stofflich • Ökobilanz von Kunststoffen	diskutieren und bewerten Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3). erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3). beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	**Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit Schüler-Experimenten** • Umschmelzen von Polycarbonat (CD) oder PET (Flaschen) • Herstellung von Stärkefolien • Herstellung von kompostierbarem Verpackungsmaterial "Stärkopor" Einsatz von **Filmen** zur Visualisierung der Verwertungsprozesse. **Podiumsdiskussion**: z.B. zum Thema „Einsatz von kompostierbarem Verpackungsmaterial“	**Fächerübergreifender Aspekt:** Plastikmüll verschmutzt die Meere (Biologie: Ökologie).
Diagnose von Schülerkonzepten: Eingangstest, Präsentationen, Protokolle **Leistungsbewertung:** Präsentationen (Referate, Poster, Podiumsdiskussion), Schriftliche Übungen			

Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:
Die meisten Experimente finden sich in der Unterrichtsreihe "Kunststoffe im Auto": http://www.chik.de
Informationen zur Weiterentwicklung von Polycarbonaten (Blends und Cokondensate) zur Verwendung in der Automobilindustrie und in Bildschirmen:
http://www.energiespektrum.de/_misc/drucken/drucken.cfm?pk=29098
http://www.research.bayer.de/de/unterrichtsmaterialien_lcd_bildschirme.aspx
Internetauftritt des Verbands der Kunststofferzeuger mit umfangreichem Material für Schulen. Neben Filmen und Animationen (z. zur Kunststoffverarbeitung) finden sich auch Unterrichtseinheiten zum Download:
http://www.plasticseurope.de/Document/animation-vom-rohol-zum-kunststoff.aspx
Experimentiervorschrift zur Herstellung einer UV-absorbierenden Acrylglasscheibe:
http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/alte_seite_du/material/exarbeiten/pmma/pmma16.pdf
Umfangreiche Umterrichtsreihe zum Thema Kunststoffe mit Materialien zum recyclingfähigen Belland-Material:
http://www.chik.die-sinis.de/Unterrichtsreihen_12/B__Organik/Belland.pdf
Film zum Kunststoffrecycling und Informationen zum grünen Punkt:
http://www.gruener-punkt.de/corporate/presse/videothek.html

Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben II

Thema/Kontext:
Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff bei Synthesen

Basiskonzepte (Schwerpunkte):
Basiskonzept Struktur-Eigenschaft
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können…

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- zur Lösung chemischer Probleme zielführende Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen chemischen Größen angemessen und begründet auswählen (UF2).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- mit Bezug auf Theorien, Konzepte, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (E3).
- Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen (E6).
- bedeutende naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen (E7).

Kompetenzbereich Bewertung:

- begründet die Möglichkeiten und Grenzen chemischer und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten (B4).

Inhaltsfeld:
Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:
Organische Verbindungen und Reaktionswege
Reaktionsabläufe

Zeitbedarf:
ca. 20 Stunden à 45 Minuten

Kontext: Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff bei Synthesen

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte: Organische Verbindungen und Reaktionswege Reaktionsabläufe **Zeitbedarf:** 20 Schulstunden	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF2 – Auswahl • E3 – Hypothesen • E6 – Modelle • E7 – Arbeits- und Denkweisen • B4 – Möglichkeiten und Grenzen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Struktur – Eigenschaft Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Was ist das Besondere an Benzol? Verwendung Mesomerie Aromatizität	beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7). stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u. a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7).	**Recherche:** Krebsgefahr durch Benzin: Benzol als Antiklopfmittel im Benzin [1] **Film**: Das Traummolekül - August Kekulé und der Benzolring [2] **Mindmap:** Benzol als Grundchemikalie für Synthesen von z. B. Farbstoffen, Kunststoffen, Arzneimitteln	Anknüpfung an das Thema Treibstoffe
	bewerten die Grenzen chemischer Modellvorstellungen über die Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B4).	**Hypothesenbildung:** Ringstruktur des Benzols, Ermittlung möglicher Strukturen für Dibrombenzol (Arbeit mit dem Molekülbaukasten)	

		Info: Ergebnisse der Röntgenstrukturanalyse, Existenz von 3 Isomeren des Dibrombenzols statt denkbarer vier Isomere eines (hypothetischen) 1,3,5-Cyclohexatriens	
		Diskussion: Grenzen der Strukturchemie **Arbeitsblatt oder eingeführtes Schulbuch:** Mesomerie und Grenzstrukturen, ggf. Hydrierungsenthalpie	Hinweis auf die Weiterentwicklung der Strukturchemie im Orbitalmodell (ohne weitere Vertiefung)
Wie reagiert Benzol? Mechanismus der elektrophilen Substitution Elektrophile Zweitsubstitution Dirigierende Effekte Reaktivität	erläutern das Reaktionsverhalten von aromatischen Verbindungen (u. a. Benzol, Phenol) und erklären dies mit Reaktionsschritten der elektrophilen Erst- und Zweitsubstitution (UF1, UF2). analysieren und vergleichen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u. a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) (E6). verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3). beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3). machen eine Voraussage über den Ort der elektrophilen Zweitsubstitution am Aromaten und begründen diese mit dem Einfluss des Erstsubstituenten (E3, E6).	**Hypothesenbildung:** Bromierung von Benzol **AB oder Filmsequenz:** Bromierung von Benzol und Cyclohexen **Mechanismenpuzzle:** Elektrophile Substitution, Vergleich zur elektrophilen Addition **Stationenarbeit:** „Verwandte“ des Benzols, z. B. Toluol, Phenol, Anilin, Nitrobenzol, Benzoesäure, Benzaldehyd Einbezug der Acidität von Phenol bzw. der Basizität von Anilin **Arbeitsteilige Gruppenarbeit:** Elektrophile Substitution an Phenol, o-, m- oder p-Position Vergleich der möglichen Grenzstrukturen	**Implizite Wiederholung:** elektrophile Addition an Doppelbindungen Kognitiver Konflikt: Es findet keine elektrophile Addition, sondern eine Substitution statt. Möglichkeit zur Binnendifferenzierung: umfangreiche Informationen zu den Reaktionen der Aromaten samt Übungen [3] Implizite Wiederholung Säure-Base-Theorie, funktionelle Gruppen

		Arbeit mit dem Schulbuch: Tabelle zum Einfluss des Substituenten auf die Zweitsubstitution, Trainingsaufgaben	
Vom Benzol zum Anwendungsprodukt	vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u. a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3). machen eine Voraussage über den Ort der elektrophilen Zweitsubstitution am Aromaten und begründen diese mit dem Einfluss des Erstsubstituenten (E3, E6).	**Lernaufgabe:** Herstellung von Trinitrotoluol oder Pikrinsäure Ausgewählte weitere Beispiele für Aromaten: z. B. Acetylsalicylsäure, Styrol, Napthalin **Reaktionsstern:** Benzol	Der Einstieg kann über das Thema „Sprengstoffe“ erfolgen [4] [5]. Mögliche Überleitung zu Farbstoffen, ggf. Arzneimittel

Diagnose von Schülerkonzepten:
Aufstellen von Valenzstrich-Strukturformeln
Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition
Anwendung der Säure-Base-Theorie auf neue Verbindungen, u. a. Phenol

Leistungsbewertung:
Bewertung von schriftlichen Handlungsprodukten: Mindmap „Benzol als Grundchemikalie“, Reaktionsstern „Benzol“, Trainingsaufgaben zum Einfluss der Substituenten auf die Zweitsubstitution
Vorträge/Beiträge zu den Themen „Mesomerie“, „Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution“, „Herstellen von Trinitrotoluol“
Darstellung und Kommentierung von Molekülstrukturen, die ggf. auch mit Molekülbaukästen modelliert wurden

1. http://www.uniklinikum-saarland.de/fileadmin/UKS/Aktuelles/Zeitschrift_UKS_Report/Medizinlexikon/Meizinlexikon_ab_2005/Benzol-Erkrankungen.pdf Informationen zu den Gefahren des Benzols
2. http://www.br.de/fernsehen/ard-alpha/sendungen/schulfernsehen/meilensteine-traummolekuel-kekule100.html Inhalt des Films über Kekulé
3. http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/12/oc/vlu_organik/aromaten/reaktionen/reaktionen_aromaten.vlu.html Umfangreiche Darstellung der Reaktionen an Aromaten samt Übungsaufgaben
4. http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/oc/explosivstoffe/explosivstoffe.vlu.html Material Sprengstoffe
5. http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/oc/explosivstoffe/explosivstoffe.vlu/Page/vsc/de/ch/16/oc/explosivstoffe/05_nitroaromaten.vscml.html kurzer Film zur Explosion von Bariumpikrat

Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben III

Kontext:
Farbstoffe im Alltag

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:
- Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (UF1).
- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:
- Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen (E6).

Kompetenzbereich Kommunikation:
- chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).
- sich mit anderen über chemische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen (K4).

Kompetenzbereich Bewertung:
- begründet die Möglichkeiten und Grenzen chemischer und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten (B4).

Inhaltsfeld:
Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:
Farbstoffe und Farbigkeit

Zeitbedarf:
ca. 20 Stunden à 45 Minuten

Kontext: Farbstoffe im Alltag

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte: Farbstoffe und Farbigkeit **Zeitbedarf:** 20 Schulstunden	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E6 Modelle • K3 Präsentation • K4 Argumentation • B4 Möglichkeiten und Grenzen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept: Struktur – Eigenschaft

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Farben im Alltag • Farbigkeit und Licht • Absorptionsspektrum	erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3). werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5)	**Mindmap:** Farbe **Erarbeitung:** Licht und Farbe, Fachbegriffe **Experiment:** Fotometrie und Absorptionsspektren	.
Organische Farbstoffe • Farbe und Struktur • Konjugierte Doppelbindungen • Donator-/ Akzeptorgruppen • Mesomerie • Azofarbstoffe • Triphenylmethan-farbstoffe	erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mit Hilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/ Akzeptorgruppen (UF1, E6).	**Arbeitsblatt:** Kriterien für Farbigkeit Einfluss von konjugierten Doppelbindungen bzw. Donator-/ Akzeptorgruppen **Lernaufgabe:** Azofarbstoffe	Wiederholung: elektrophile Substitution

	geben ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes an und erläutern die Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution (UF1, UF3) erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) (E6).	**Demonstrationsexperiment:** Farbwechsel von Phenolphthalein Erarbeitung der Strukturen **Schülerexperiment:** Synthese von Fluorescein	
Verwendung von Farbstoffen • bedeutsame Textilfarbstoffe • Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff	recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3). demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3). beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4). erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoff-brücken (UF3, UF4). beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	**Recherche:** Farbige Kleidung im Wandel der Zeit **Schülerexperiment:** Färben mit Indigo und mit einem Direktfarbstoff **Diskussion und Vergleich** **Arbeitsblatt:** Textilfasern und Farbstoffe (Prinzipien der Haftung) **Moderne Kleidung:** Erwartungen **Recherche:** Moderne Textilfasern und Textilfarbstoffe – Herstellung, Verwendung, Probleme **Erstellung von Postern und Museumsgang**	Rückgriff auf die Kunststoffchemie möglich ggf. weitere Färbemethoden Wiederholung zwischenmolekularer Wechselwirkungen z.B. Azofarbstoffe und reduktive Azospaltung

Diagnose von Schülerkonzepten: Lernaufgabe **Leistungsbewertung:** Klausur, Präsentation, Protokolle
Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen: Zahlreiche Informationen zu Farbe und Farbstoffen sind z.B. im folgenden Lexikon zusammengestellt: http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm Auch zu aktuelleren Entwicklungen findet man Material: http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html

Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben IV

Thema/Kontext:
Nitratbestimmung im Trinkwasser

Basiskonzepte (Schwerpunkte):
Basiskonzept Energie

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können …

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:
- komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden (E2).

- Daten/Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder auch mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern (E5).

Kompetenzbereich Kommunikation:
- bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden (K1).
- chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).

Kompetenzbereich Bewertung:
- fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Maßstäbe bei Bewertungen von naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten unterscheiden und angeben (B1).
- Auseinandersetzungen und Kontroversen zu chemischen und anwendungsbezogenen Problemen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Standpunkte auf der Basis von Sachargumenten vertreten (B2).

Inhaltsfeld:
Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:
Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption

Zeitbedarf:
ca. 10 Stunden à 45 Minuten

Kontext: Nitratbestimmung im Trinkwasser

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltlicher Schwerpunkt: Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption **Zeitbedarf:** 10 Schulstunden	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • E2 Wahrnehmung und Messung • E5 Auswertung • K1 Dokumentation • K3 Präsentation • B1 Kriterien • B2 Entscheidungen **Basiskonzept (Schwerpunkte):** Basiskonzept Energie

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Nitrat im Trinkwasser – ein Problem?		Zeitungsartikel zum Thema „Nitrat im Trinkwasser“ oder „Mineralwasser zur Zubereitung von Babynahrung“ **Recherche:** Gefahren durch Nitrat	Internetrecherche oder Auswertung vorgegebener Materialien der Lehrkraft Erstellung eines Handouts
Bestimmung des Nitratgehaltes Transmission, Absorption, Extinktion Lambert-Beer-Gesetz Erstellen einer Kalibrier-geraden Bestimmung des Nitratgehalts im Wasser	erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3). werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5). berechnen aus Messwerten zur Extinktion mithilfe des Lambert-Beer-Gesetzes die Konzentration von Farbstoffen in Lösungen (E5).	**Schülerexperiment:** Bestimmung des Nitrats im Trinkwasser mit Teststäbchen **Information:** Identifizieren der Nachweisreaktion als Azokupplung **Arbeitsblatt:** Konzentrationsabhängigkeit der Extinktion (Lambert-Beer-Gesetz)	Methodenreflexion Nachvollzug der Reaktionsschritte, ggf. Wiederholung Farbstoffe, Redoxreaktion Alternativ: Ableitung des Lambert-Beer-Gesetzes im Schülerexperiment

		Projekt / Schülerexperiment (unter Einsatz eines Testbestecks zur kolorimetrischen Bestimmung von Nitrat-Ionen)**:** Herstellung von Kalibrierlösungen, Bestimmung der Extinktionen der Lösungen, Grafische Auswertung der Messwerte, Bestimmung der Nitratkonzentration mehrerer Wasserproben	
Wie ist der Nitratgehalt von Wasserproben einzuordnen?	gewichten Analyseergebnisse (u. a. fotometrische Messung) vor dem Hintergrund umweltrelevanter Fragestellungen (B1, B2).	**Diskussion**: Vorgehensweise, Messergebnisse und Methoden **Recherche:** Messwerte Wasserwerk, Grenzwerte, Bedeutung des Nitrats, Problematik bei der Düngung **Bewertung:** Landwirtschaft und Nitratbelastung in den Wasserproben	Möglichkeit zur Wiederholung der analytischen Verfahren und zum Vergleich

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Vortrag zum Aufbau eines Fotometers und des Lambert-Beer-Gesetzes
- Wiederholung „Herstellen eines Azofarbstoffes“: Nachweisreaktion auf Nitrationen

Leistungsbewertung:

- Experimentell ermittelte Werte: Kalibiergerade, Nitratgehalt im Wasser
- Recherche-Ergebnisse: Handout zu den Gefahren durch Nitrat, Problematik durch die Düngung

Nitratbelastung: multiperspektivische Darstellung des Problems samt Bestimmung eines eigenen Standpunkts

1. http://www.chemieunterricht.de/dc2/rk/rk-lbg.htm Material und Versuchsbeschreibung zum Lambert-Beer-Gesetz
2. http://www.zdf.de/planet-e/nitratbelastung-im-grundwasser-durch-guelle-duengung-aus-massentierhaltung-39250414.html Die Reportage thematisiert das Überschreiten des Grenzwertes für Nitrat im Trinkwasser.
3. http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/grundwasser/nutzung-belastungen/naehr-schadstoffe Information des Umweltbundesamtes zur Belastung des Trinkwassers mit Nährstoffen