**Beispiel für ein konkretisiertes Unterrichtsvorhaben**

**QUALIFIKATIONSPHASE II Grundkurs – UNterrichtsvorhaben VI**

| **UV Q2 VI: Vom Erdöl zur Plastiktüte****Inhaltsfeld:** * **Reaktionswege in der organischen Chemie**
* **Moderne Werkstoffe**

**Zeitbedarf:** ca. 30 Unterrichtsstunden à 45 Minuten | **Fachschaftsinterne Absprachen:****Schwerpunkte:*** Kommunikation (Recherchieren und Auswählen von relevanten und aussagekräftigen Fachinformationen und Daten)
* Bewertung (Chancen und Risiken ausgewählter Technologien bewerten)

**Vernetzung*** EF – UV I (Die Anwendungsvielfalt der Alkohole)
* Q2 – UV VII (Kunststoffe – Werkstoffe für viele Anwendungsprodukte)
 |  |
| --- | --- | --- |
| **Inhaltliche Schwerpunkte:*** Alkene, Alkine, Halogenalkane
* Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)
* Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie)
* inter- und intramolekulare Wechselwirkungen
* Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition,
* Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation
* Rohstoffgewinnung und -verarbeitung
* Recycling: Kunststoffverwertung
 | **Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:**[Auszug aus KLP Chemie (2022)]Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:Die organischen Stoffklassen werden um […] Halogenalkane erweitert sowie der Aufbau und die Eigenschaften verschiedener Stoffklassen vertieft. […]Chemische Reaktion:Die Schrittigkeit chemischer Reaktionen wird fokussiert und ermöglicht eine Klassifizierung nach Reaktionstypen. Nachweise von Produkten und möglichen Zwischenstufen sind Grundlage für die Analyse von Reaktionsmechanismen.Die Polymerisation im Sinne der Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen ermöglicht die Herstellung vielfältiger Kunststoffe. Energie:Das Spektrum bekannter Energieformen wird um die Bedeutung des Lichts als Auslöser chemischer Reaktionen erweitert. Energetische Prozesse werden im Rahmen von Verwertungsprozessen konkretisiert. |  |
| **Übergeordnete Kompetenzerwartungen:** Eine vollständige Auflistung der übergeordneten Kompetenzerwartungen befindet sich im KLP Chemie (2022).* S1, S2, S3, S4, S5, S8, S9, S10, S12, S13, S14, S16
* E5, E7, E9
* K1, K2, K5, K8, K10, K11
* B6, B13
 |  |

| **Sequenzierung:*****Fragestellungen*** | **Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**Die Schülerinnen und Schüler  | **Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** |
| --- | --- | --- |
| *Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?**Wie werden Polyethylen-Abfälle entsorgt?*ca. 30 UStd.  | * stellen den Aufbau von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar und berücksichtigen dabei auch ausgewählte Isomere (S1, E7, K11),
* schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen denReaktionstyp (E5, E7, S4, K10),
* erläutern die Reaktionsmechanismen der radikalischen Substitutions- und elektrophilen Additionsreaktion unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen auch mit digitalen Werkzeugen (S8, S9, S14, E9, K11),
* erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter der Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13),
* erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16),
* beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2),
* bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung aus-gewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8).
 | Kontext: Plastiktüten (Kunststoffverpackungen) aus PolyethylenDiagnose: Grundkenntnisse der organischen Chemie (EF): Wiederholung der organischen Stoffklassen, funktionelle Gruppen, Konstitutionsisomerie, Nomenklaturregeln, Struktur-EigenschaftsbeziehungenBrainstorming zu Produkten, die aus Erdöl hergestellt werden; Fokussierung auf Verpackungsmaterialien aus Polyethylen (z. B. Vorstellung von Plastiktüten, Folien, Bechern aus PE); Ableitung der Fragestellung; Herstellung des Grundbausteins Ethen aus Erdöl (fraktionierte Destillation, Crackprozess):* Experimentelle Herstellung aus Paraffinöl (Lehrerexperiment) [1, 2]
* Nachweis der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mithilfe von Bromwasser (ggf. im Schülerexperiment anhand von Modellsubstanzen wie Heptan, Hepten) [3]
* Erarbeitung des Mechanismus der radikalischen Substitution am Bsp. der Bromierung von Alkanen [4, 5, 6, 7]
* Erarbeitung des Mechanismus der elektrophilen Addition am Bsp. der Bromaddition an Alkene [8]

Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane; Einführung weiterer IsomerieartenVertiefung: Alkene, Ausgangsstoff für viele organische Produkte * Additionsreaktionen von Halogensäuren und Wasser an Ethen
* Vertiefung des Mechanismus der elektrophilen Addition durch Einfluss der Substituenten (Induktive Effekte, sterische Effekte) [9]

Herstellung von Polyethylen:* Erarbeitung der radikalischen Polymerisation anhand von Reaktionsgleichungen [10]
* Definition der Begriffe Kunststoff, Polymer, Monomer [11,12]

Gruppenpuzzle zur Entsorgung von PE-Abfällen [13,14]:* Expertengruppen: Deponierung, thermisches Recycling, rohstoffliches Recycling
* Austauschgruppe: Vorstellung der verschiedenen Recyclingmethoden mit abschließender Bewertung der verschiedenen Verfahren

Abschließende Zusammenfassung:Erstellung eines Schaubilds (Fließdiagramms) über den Weg einer PE-Verpackung (Plastiktüte) von der Herstellung aus Erdöl bis hin zur möglichen Verwertung Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung) |

 **Angegebenes und weiterführendes Material:**

| **Nr.** | **URL / Quellenangabe** | **Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle** |
| --- | --- | --- |
| 1 | <https://www.fachreferent-chemie.de/wp-content/uploads/Cracken-von-Paraffin%C3%B6l-1.pdf> | Homepage von Martin Schwab, Fachreferent für Chemie an der Ministerialdienststelle in Unterfranken: Versuchsbeschreibung eines Lehrerexperiments zum Cracken von Paraffinöl einschließlich Nachweis der ungesättigten Produkte durch Bromwasser |
| 2 | <https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6064> | Unterrichtsmaterial der Uni Göttingen: Versuchsbeschreibung eines Lehrerexperiments zum Cracken von Paraffinöl |
| 3 | <https://www.chemieunterricht.de/dc2/ch/cht-104.htm>  | Versuchsbeschreibung zur Unterscheidung von Alkanen und Alkenen mit Bromwasser bzw. Kaliumpermanganat am Beispiel von Cyclohexan und Cyclohexen[Gefahrstoffpiktogramme H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondre für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden] |
| 4 | <https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6064> | Unterrichtsmaterial der Uni Göttingen: Erarbeitung des Mechanismus der radikalischen Substitution anhand der Bromierung von Heptan und dem Nachweis der Reaktionsprodukte |
| 5 | <https://www.fachreferent-chemie.de/wp-content/uploads/06_Bromierung-von-Heptan1.pdf>  | Homepage von Martin Schwab, Fachreferent für Chemie an der Ministerialdienststelle in Unterfranken: Versuchsbeschreibung zur Bromierung von Heptan in Abhängigkeit der Wellenlänge des eingestrahlten Lichtes  |
| 6 | Unterricht Chemie (2017) Nr. 160, S. 39 – 41; Friedrich Verlag | Bittorf, R., Sieve, B.: Wahrscheinlichkeit und die radikalische Substitution: Modellexperiment zur Erklärung des Reaktionsmechanismus |
| 7 | <https://kappenberg.com/akminilabor/apps/dq_it/radsub/radsub.html> | Arbeitskreis Kappenberg: AK-Minilabor: Animation des Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution am Beispiel der Reaktion von Chlor mit Methan |
| 8 | <https://www.kappenberg.com/akminilabor/apps/dq_it/ethenmitbrom/ethenmitbrom.html>  | Arbeitskreis Kappenberg: AK-Minilabor: Animation des Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition am Beispiel der Reaktion von Ethen mit Brom |
| 9 | <https://www.u-helmich.de/che/Sek2/Organik/Mechanismen/AE/AE-02-Faktoren.html> | Homepage von Ulrich Helmich: Beschreibung von Faktoren, die den Ablauf der elektrophilen Additionsreaktion beeinflussen (z. B. induktive Effekte, sterische Effekte, Lösemitteleffekte) |
| 10 | <https://www.u-helmich.de/che/Q2/kunststoffe/polymerisation-01.html>  | Homepage von Ulrich Helmich: Beschreibung des Mechanismus der radikalischen Polymerisation am Beispiel von Polyethylen |
| 11 | <https://www.seilnacht.com/Lexikon/k_eint.html>  | Homepage von Thomas Seilnacht: Definition wichtiger Fachbegriffe wie z. B. Monomer, Polymer, Makromolekül; Einteilung der Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften; weiterführende Links zu wichtigen Kunststoffen |
| 12 | <https://www.uni-wuerzburg.de/fileadmin/08020000/praktika/tf/einf-polymer.pdf>  | Institut für organische Chemie der Universität Würzburg: Einführung Makromoleküle; Informationsseite für die Lehrkraft zur Definition, Einteilung und Charakterisierung von Polymeren |
| 13 | <https://www.agvu.de/de/141-141/>  | Homepage der Arbeitsgemeinschaft Umwelt und Verpackung: Hintergrundinformationen zur Recyclingfähigkeit von PE |
| 14 | <https://www.umweltbundesamt.de/kunststoffe#hinweise-zum-recycling>  | Informationen des Umweltbundesamtes zu den Stoffströmen bei der Verwertung von Kunststoffabfällen für verschiedene Kunststoffe, u. a. PE |

Letzter Zugriff auf die URL 15.11.2022

*[Diese Liste/Diese Veröffentlichung/Dieses Angebot enthält Links zu externen Websites Dritter, auf deren Inhalte QUA-LiS NRW keinen Einfluss hat. Dementsprechend obliegt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen dem jeweiligen Anbieter bzw. Betreiber. Im Sinne der gesetzlichen Gesamtverantwortung für den Datenschutz an Schulen prüfen Schulleitungen daher vor einem Einsatz der genannten Quellen eigenverantwortlich, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Nutzung der genannten Quellen für den beabsichtigten Zweck datenschutzrechtskonform möglich ist. Ggf. resultiert aus einer solchen Prüfung im konkreten Fall, dass die allgemeine Nutzung weitestgehend nur auf freiwilliger Basis möglich ist, d.h. Schülerinnen und Schüler (oder deren Erziehungsberechtige) bzw. Lehrerinnen und Lehrer nicht oder nur eingeschränkt zur Nutzung verpflichtet werden können.]*