**UV 9.4: Gase – wichtige Ausgangsstoffe für Industrierohstoffe** **(ca. 10 Ustd.) (Ammoniaksynthese)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Fragestellung** | **Inhaltsfeld****Inhaltliche Schwerpunkte**  | **Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung** |
| *Wie lassen sich wichtige Rohstoffe aus Gasen synthetisieren?* | **IF8: Molekülverbindungen*** Katalysator
 | UF1 Wiedergabe und Erklärung* fachsprachlich angemessene Erläutern chemischen Wissens

E6 Modell und Realität* Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen

K2 Informationsverarbeitung * selbständiges Filtern von Informationen und Daten aus digitalen Medienangeboten

B2 Bewertungskriterien und Handlungsoptionen * Festlegen von Bewertungskriterien
 |
| **weitere Vereinbarungen:****… zur Vernetzung:*** Aktivierungsenergie ⭠ UV 7.2
* Treibhauseffekt ⭢ UV 10.5
 |

| **Sequenzierung:*****Fragestellungen*** | **Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**Die Schülerinnen und Schüler können | **Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen** |
| --- | --- | --- |
| *Wie lassen sich Gase zur Synthese neuer Stoffe nutzen?*(ca. 5 Ustd.) | die Synthese eines Industrierohstoffs aus Synthesegas (z. B. Methan oder Ammoniak) auch mit Angabe von Reaktionsgleichungen erläutern (UF1, UF2), die Wirkungsweise eines Katalysators modellhaft an der Synthese eines Industrierohstoffs erläutern (E6). | *Kontext:* Ammoniak - Lösung für das Problem der Welternährung?problemorientierter Einstieg: Auszug aus einem Artikel der FAZ „Brot und Kriege aus der Luft – 100 Jahre Haber-Bosch-Verfahren“ [1]Sammlung möglicher Fragen:* Was ist Ammoniak?
* Wie wird Ammoniak hergestellt?
* Wozu wird Ammoniak genutzt?
* Warum spielt Ammoniak eine Schlüsselrolle für die Welternährung?
* ….

Erarbeitung der Ammoniaksynthese des Haber-Bosch-Verfahrens [2] über ein Video [3]; Ableitung der Reaktionsgleichung und der Reaktionsbedingungen für die eigentliche AmmoniaksyntheseBedeutung des Katalysators für die Reaktion: Heterogene Katalyse [4-8]* Definition und Bedeutung der Katalyse
* Animation zu den Schritten einer heterogenen Katalyse [5,7]
* optional bzw. als Differenzierung: weitere Beispiele für Katalysen

mögliche Vertiefung: Erarbeitung des gesamten groß­technischen Haber-Bosch-Verfahrens ausgehend von Methan, Wasser und Luft |
| *Welche Bedeutung hat Ammoniak für die Welternährung?*(ca. 5 Ustd.) | Informationen für ein technisches Verfahren zur Industrierohstoffgewinnung aus Gasen mithilfe digitaler Medien beschaffen und Bewertungskriterien auch unter Berücksichtigung der Energiespeicherung festlegen (B2, K2). | Rückbezug zum problemorientierten Einstieg: Warum spielt Ammoniak eine Schlüsselrolle für die Welternährung?* Auswertung von Graphiken zur Entwicklung der Weltbevölkerung, der landwirtschaftlichen Nutzfläche und der Ertragssteigerungen durch Kunstdünger [8, 9]
* abschließende Beurteilung der Bedeutung der Ammoniaksynthese für die Landwirtschaft

„Tank oder Teller“ – Pro- und Contra-Debatte zum Thema „Anbau von Energiepflanzen für Biosprit versus Nahrungsmittelproduktion?“ [10, 11, 12]* Positionierung der Lernenden zur Aussage „Ich bin für den Anbau von Energiepflanzen (z. B. Mais)!“ auf einem Meinungsstrahl oder einer Meinungslinie [13]
* arbeitsteilige Internetrecherche zu Pro- und Contra-Argumenten zum Anbau von Energiepflanzen
* Austausch der Argumente z. B. als Fishbowl [14]
* erneute Positionierung der Lerner auf dem Meinungsstrahl bzw. der Meinungslinie und ggf. Kommentierung von Positionsänderungen

Alternativ: Podiumsdiskussion als Rollenspiel [12]mögliche Vertiefung oder Differenzierung: Recherche zu* Vor- und Nachteilen synthetischer Dünger [15, 16, 17, 19];
* Bedeutung des Ammoniaks für die Kriegsführung [18; 19]
* der Person Habers [18, 19, 20]].
 |

**weiterführendes Material:**

| **Nr.** | **URL / Quellenangabe** | **Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle** |
| --- | --- | --- |
| 1 | <https://www.faz.net/aktuell/wissen/physik-mehr/100-jahre-haber-bosch-verfahren-brot-und-kriege-aus-der-luft-1713668.html>  | kritischer Rückblick auf die Person Haber und seine Entdeckungen; gekürzt und in Auszügen als Einstieg geeignet; |
| 2 | <https://docplayer.org/6791801-Lernen-mit-der-basf-die-ammoniaksynthese.html>  | Informationen zum Ammoniak, zur Ammoniaksynthese (Ausgangsstoffe: Luft, Erdgas) und zur Bedeutung von Ammoniak für die Düngemittelindustrie; erstellt von der BASF; sehr ausführlich und als Information für die Lehrkraft geeignet; |
| 3 | <https://www.youtube.com/watch?v=AoHJXW-PSQQ>  | Erklärvideo der BASF für Schülerinnen und Schülereinfaches Erklärvideo zur Ammoniaksynthese, für die Altersstufe geeignet (ohne Aspekte des chemischen Gleichgewichts); |
| 4 | „Alles ganz schön oberflächlich – Warum Forscher noch mehr über Katalyse wissen wollen“, TECHMAX Ausgabe 10, Sommer2008<https://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/5512>  | umfangreiches Informationsmaterial der Max-Planck-Gesellschaft für Lehrkräfte und Schüler zur Katalyse mit Schwerpunkt auf der heterogenen Katalyse; ausführliche Betrachtung des Autokatalysators und der Katalyse beim Haber-Bosch-Verfahren; |
| 5 | <https://www.hschickor.de/abioch/15ammonkat.htm> | Animation einer heterogenen Katalyse am Bsp. der Ammoniaksynthese; für die Altersstufe geeignet; |
| 6 | Katalysatoren – Multitalent Katalysator<https://www.youtube.com/watch?v=1LFXYQej8_c> | interessantes Überblick-Video der Max-Planck-Society zur Bedeutung und Funktion der Katalyse, sehr gut erklärt und verständlich; |
| 7 | <http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/10/heterogene_katalyse/teilschritte_der_katalyse/teilschritte_der_katalyse.vlu.html>  | einfache Flash-Animation zum Ablauf der heterogenen Katalyse; Darstellung aller Teilschritte für eine beliebige Gasreaktion; |
| 8 | <https://www.iva.de/moderne-landwirtschaft-sichere-versorgung-mit-hochwertigen-lebensmitteln/nahrungsmittel-fuer-die-welt-herausforderung>  | Informationsseite des Industrieverbands Agrar mit aufgearbeitetem statistischem Datenmaterial zur Entwicklung und Ernährung der Weltbevölkerung und der Bedeutung der Stickstoffdüngung; |
| 9 | <https://globale-allmende.de/umwelt/biosphaere/nahrungsknappheit>  | private Homepage eines Chemikers;sehr gut aufgearbeitetes Datenmaterial mit vielen Diagrammen zur Entwicklung der Weltbevölkerung und den einhergehenden Problemen der Ernährung; besonders nützlich: ein Diagramm, dass zeigt, welchen Einfluss das Haber-Bosch-Verfahren auf die Welternährung in den letzten Jahrzenten hatte;  |
| 10 | <https://www.hwwi.org/publikationen/hwwi-insights/hwwi-insights-ausgabe-03-2011/pro-und-kontra-biokraftstoffe.html>  | Seite des Hamburgischen Weltwirtschaftsinstituts mit einer Übersicht über diverse Pro- und Contra-Argumente zu Biokraftstoffen; alle Argumente sind kurz, verständlich und z. T. mit Datenmaterial dargestellt;  |
| 11 | <https://kkmosambik.de/content/wp-content/uploads/2014/08/unterricht_tank_teller.pdf>  | sehr umfangreiches Unterrichtsmaterial zu Agrartreibstoffen; der Schwerpunkt bezieht sich auf Mosambik, viele allgemeine Materialien sind jedoch auch ohne Bezug zu Afrika einsetzbar;  |
| 12 | <https://www.welthaus.de/fileadmin/user_upload/Bildung/Downloads/Hunger-durch-wohlstand.pdf>  | Unterrichtsmaterialien zum Thema „Führt die Produktion von Bioenergien zu Hunger?“ mit Vorschlag für ein Rollenspiel;  |
| 13 | <https://uol.de/fileadmin/user_upload/paedagogik/personen/hilbert.meyer/Meinungslinie2.pdf>  | Vorstellung der Methode „Meinungslinie“ von Hilbert Meyer |
| 14 | <https://www.lehrerfreund.de/schule/1s/methoden-kommunikation-fishbowl-kugellager/4098>  | Vorstellung der Methode „Fishbowl“ mit besonderem Blick auf die Pro- und Contra-Debatte |
| 15 | <https://www.vci.de/vci/downloads-vci/pflanzenernaehrung-textheft.pdf>  | Themenheft des FCIs „Informationsserie Pflanzenernährung: Ernährung – Wachstum – Ernte“; enthält umfangreiches Informationsmaterial zu Düngemitteln  |
| 16 | <https://www.vci.de/vci/downloads-vci/pflanzenernaehrung-arbeitsblaetter.pdf>  | Arbeitsmaterialien zum Themenheft des FCIs „Informationsserie Pflanzenernährung: Ernährung – Wachstum – Ernte“; enthält u. a. Material für ein Rollenspiel zum Thema „Düngen – ja oder nein?“ |
| 17 | <http://www.stickstoffausstellung.de/fileadmin/redakteure/materialien/unterricht/Unterrichtseinheit_Stickstoff.pd>f  | Beschreibung einer Unterrichtseinheit rund um den Stickstoff mit Schwerpunkt Haber-Bosch-Verfahren und dem daraus hergestellten Mineraldünger; enthält ein Rollenspiel zum Thema Dünger |
| 18 | https://www.lehrer-online.de/unterricht/sekundarstufen/naturwissenschaften/chemie/unterrichtseinheit/ue/fritz-haber-genie-oder-voelkermoerder/ | WebQuest zu den Personen Fritz Haber und Carl Bosch; thematisiert u. a. die Beteiligung Habers an der Giftgasforschung und die Rolle seiner Frau Clara Immerwahr |
| 19 | <https://www.schule-bw.de/faecher-und-schularten/gesellschaftswissenschaftliche-und-philosophische-faecher/landeskunde-landesgeschichte/module/bp_2016/der_industrialisierte_nationalstaat/wirtschaftliche_und_gesellschaftliche_veraenderungen/brot-und-krieg-fuer-die-welt-carl-bosch-1874-1940-und-die-folgen-der-loesung-des-stickstoff-problems-zu-beginn-des-20-jahrhunderts/materialien.htm>  | Bildungsserver Baden-Württemberg;Unterrichtsmaterialien und Medien zum Thema „Brot und Krieg für die Welt – Carl Bosch (1874-1940) und die Folgen der „Lösung“ des Stickstoff-Problems zu Beginn des 20. Jahrhunderts;enthält verschiedene Texte, Bildmaterialien und Arbeitsblätter |
| 20 | <https://www.daserste.de/unterhaltung/film/themenabend-erster-weltkrieg/der-film/index.html>  | Film über das Leben und Wirken von Clara Immerwahr, der Frau von Fritz Haber; Film im Internet nicht frei verfügbar; Nachfragen zu Bezugsquellen bzw. Streamingmöglichkeiten unter info@daserste.de  |

letzter Zugriff auf die URL: 10.11.2019