

Saarland

Ministerium für Bildung,  
Kultur und Wissenschaft

Achtjähriges Gymnasium

**Lehrplan Chemie**  
**- sprachlicher Zweig -**  
für die Einführungsphase  
der gymnasialen Oberstufe

Februar 2006



## LEHRPLAN CHEMIE FÜR DIE EINFÜHRUNGSPHASE DER GYMNASIALEN OBERSTUFE

Der Lehrplan für die Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe führt das Konzept aus den Klassen 8 und 9 fort und vermittelt weitere grundlegende Kenntnisse über Stoffgruppen und deren Eigenschaften; er schafft damit die Voraussetzungen für den Unterricht im Grund- und Leistungskurs.

Im sprachlichen Zweig beginnt der Lehrplan mit Rücksicht auf den Biologieunterricht mit dem Kapitel „Organische Chemie“, allerdings ohne Besprechung der Naturstoffe (fakultativ). Dabei ist eine Absprache mit dem Biologielehrer / der Biologielehrerin sinnvoll und erwünscht. Anschließend wird im Kapitel „Periodisches System der Elemente“ die Verbindung mit dem Kapitel „Bau der Materie“ der Klasse 9 hergestellt. Dieses Thema leitet über zu der Behandlung der wichtigsten Säuren und ihrer Salze, auf die eine kurze Besprechung von Ammoniak und den Ammoniumsalze folgt.

Im mathematisch-naturwissenschaftlichen Zweig werden ebenfalls organische Stoffe einschließlich der wichtigsten Naturstoffe und ihrer Eigenschaften behandelt. Tiefergehende Strukturbetrachtungen und insbesondere Reaktionsmechanismen bleiben dem Unterricht des Grund- und Leistungskurses vorbehalten. Nach einem kurzen Überblick über die Komplexverbindungen sollen die verbleibenden 30 Stunden für ein chemisches Praktikum eingesetzt werden. Nur wenn kein Praktikum durchgeführt werden kann, soll Stoff in angemessenem Umfang aus den angegebenen Sachgebieten behandelt werden. Diese Zusatzthemen sind nicht durchnummeriert.

**11.1 Analyse organischer Verbindungen**

- Historische Entwicklung des Begriffs „Organische Chemie“
  
- Wichtige Elemente in organischen Verbindungen
  
- Qualitativer Nachweis einiger Elemente in organischen Verbindungen

Harnstoff-Synthese durch WÖHLER als Wendepunkt im Selbstverständnis der Chemie

ursprünglich: Organische Chemie als Chemie der in Organismen gebildeten Stoffe

heute: Organische Chemie als Chemie der Kohlenstoff-Verbindungen

C, H, O, N, S, P, Halogene

**Mögliche Experimente:**

Qualitative Nachweise von C, H und den Halogenen:

- C als Kohlenstoffdioxid
- H als Wasser
- Halogene mit der BEILSTEIN-Probe

**Medienhinweis:** (VHS-Video)

„Friedrich Wöhler“ (FWU 4201694)

**fakultativ:**

Experimentelle Ermittlung der Molekülformel eines gasförmigen Kohlenwasserstoffs

Siehe fakultative Inhalte am Ende des Bereiches!

**11.2 Kohlenwasserstoffe**

- Struktur der Alkan-Moleküle
  - Tetraederstruktur
  - freie Drehbarkeit der C-C-Einfachbindung
  - Isomerie
  - allgemeine Summenformel
  
- Grundlagen der IUPAC-Nomenklatur
  - Namen der ersten 10 Alkane und Alkyl-Reste
  - Benennung kurzkettiger, verzweigter Alkane
  
- Eigenschaften der Alkane
  - Aggregatzustände und Molekülbau
  - Löslichkeitsverhalten

Die **Reaktionsmechanismen** der organischen Chemie sollen in der Einführungsphase noch nicht besprochen werden. Ihre Behandlung bleibt dem Grund- bzw. Leistungskurs vorbehalten.

Auf die neuen IUPAC-Regeln wird hingewiesen!

**Literaturhinweis:**

A. DÖRRENBÄCHER: „IUPAC-Regeln und DIN-Normen im Chemieunterricht“, 2. Auflage, Köln 1995

**Verbindliche Inhalte****Vorschläge und Hinweise**

- Reaktionsverhalten der Alkane
  - Brennbarkeit
  - Reaktionsträgheit gegenüber vielen Chemikalien
- Substitutionsreaktionen mit Halogenen als charakteristische Reaktionen
  
- Verwendung der Alkane
  - als Energieträger
  - als Grundchemikalien
  
- Struktur und Nomenklatur der Alkene
  - $-C=C-$  Zweifachbindung als funktionelle Gruppe
  - Verlust der freien Drehbarkeit bei Mehrfachbindungen
  - Stellungs- und cis-trans-Isomerie
  - allgemeine Summenformel
  
- Additionsreaktionen als charakteristische Reaktionen der Alkene
  
- Alkene als Ausgangsstoffe für die Polymerisation

**Chemische Fachbegriffe:**

- funktionelle Gruppe
- Gerüst-, Stellungs-, cis-trans-Isomerie
- homologe Reihe
- hydrophil, lipophil, hydrophob, lipophob
- Monomer, Polymer, Polymerisation
- Substitutions-, Additionsreaktion
- Tetraederwinkel

**Mögliche Experimente:**

- Verbrennen von Heptan
- Heptan + Natronlauge
- Heptan + Schwefelsäure
- Heptan + Kaliumpermanganat

**Mögliches Experiment:**

Die Bromierung flüssiger Alkane lässt sich als Projektionsversuch auf dem OH-Projektor durchführen. In einer großen Petrischale mit Deckel befinden sich 3 kleine Petrischalen mit:

- a) dem Reaktionsgemisch aus Brom und Alkan
- b) einem Säure-Base-Indikator
- c) einer Silbernitratlösung

Neue IUPAC-Nomenklatur (z.B. But-2-en)

**Mögliche Experimente:**

Hier kann auch gezeigt werden, dass manche Naturstoffe (z.B. Olivenöl, Tomatensaft)  $-C=C-$  Zweifachbindungen enthalten.

Es empfiehlt sich, einige wirtschaftlich bedeutende Polymere, die zugehörigen Monomere und ihre Verwendungsmöglichkeiten vorzustellen.

**Medienhinweise: (VHS-Video)**

- „Gesättigte Kohlenwasserstoffe“ (FWU 4209694)
- „Erdöl – Rohstoff und Energieträger“ (FWU 4201872)
- „Kohlenwasserstoffe mit Mehrfachbindungen“ (FWU 4209699)

Chemie Einführungsphase, sprachlicher Zweig	
Thema 11: Einführung in die organische Chemie	20 Stunden
Verbindliche Inhalte	Vorschläge und Hinweise
<p><b>11.3 Kohle, Erdöl, Erdgas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entstehung von Kohle, Erdöl und Erdgas</li> <li>Aufbereitung, Veredelung und Verwendung von Kohle, Erdöl und Erdgas</li> <li>Ressourcenvergleich</li> <li>Nutzen und Risiken der Verwendung von Kohle, Erdöl und Erdgas</li> </ul>	<p>☞ (Ek, Bi): Absprache mit den Fachlehrern für Erdkunde und Biologie</p> <p>Kohle: Verkokung, Kohlehydrierung  Erdöl: fraktionierte Destillation, Cracken  Erdgas: Reinigung, Entschwefelung</p> <p>Es bietet sich hier an, auf die historische und möglicherweise künftige Bedeutung der Kohle als Rohstoff zur Herstellung von Primärchemikalien einzugehen.  Kohle → Carbide → „Acetylen-Chemie“</p> <p>Auf die Entwicklung der Ressourcen und die Wandlungen der Prognosen soll eingegangen werden.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler sollen zum sparsamen Umgang mit Energie angeleitet werden.</p> <p><b>Medienhinweise:</b> (VHS-Video)  „Entstehung von Erdöl und Erdgas“ (FWU 4201637)  „Erdöl und Erdgas aus der Nordsee“ (FWU 4210360)  „Erdölverarbeitung“ (FWU 4201475)  „Am Anfang war das Öl“ (FWU 4283115)  „Erdöl – Rohstoff und Energieträger“ (FWU 4201872)  „Chemische Schulversuche: Organische Chemie“ (FWU 4202141)</p>

**11.4 Alkohole**

- Alkohol-Herstellung durch Gärung
  
- Reaktionsgleichung der alkoholischen Gärung
- Wichtige Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten von Ethanol
- Gesundheitliche und soziale Aspekte des Alkoholkonsums
  
- Struktur und Nomenklatur kurzkettiger Alkanole
  - Hydroxyl-Gruppe als funktionelle Gruppe
  - homologe Reihe
  - Isomerie bei Alkanolen
  - Einteilung der Alkanole nach Anzahl bzw. Stellung der Hydroxyl-Gruppe(n)
  - ERLENMEYER-Regel
  - Nomenklatur
  
- Zusammenhänge zwischen Struktur und Eigenschaften bei Alkanolen
  - unterschiedlicher Charakter von Hydroxyl- und Hydroxid-Gruppe
  - Polarität der Moleküle
  - Löslichkeitsverhalten, Aggregatzustand
  
- Reaktionsverhalten gegenüber milden Oxidationsmitteln

**Chemische Fachbegriffe:**

- Hydroxyl-Gruppe
- prim., sek., tert., quart. Kohlenstoff-Atom
- prim., sek., tert. Alkohole

**Mögliche Experimente:**

- Gärung von Obst(saft), Nachweis der Bildung von Kohlenstoffdioxid und eines brennbaren Stoffes
- mikroskopische Untersuchung von Hefezellen

**fakultativ:** Experimentelle Ermittlung der Molekülformel von Ethanol

Siehe fakultative Inhalte am Ende des Themas

**Methodischer Hinweis:**

Auch der mehrwertige Alkohol Propantriol („Glycerin“) soll wegen seiner Bedeutung als Fettbestandteil erwähnt werden.

**Mögliche Experimente:**

- Elektrische Leitfähigkeit wässriger Lösungen von Ethanol und Natriumhydroxid
- Reaktionen eines Säure-Base-Indikators auf Ethanol-Lösung und Natronlauge

**Medienhinweise:** (VHS-Video)

„Telekolleg: Alkohole“ (FWU 4209427)  
 „Systematik organischer Stoffe“ (FWU 4281049)

Chemie Einführungsphase: sprachlicher Zweig	
Thema 11: Einführung in die organische Chemie	20 Stunden
Verbindliche Inhalte	Vorschläge und Hinweise
<p><b>11.5 Carbonylverbindungen: Aldehyde, Ketone</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Alkanale <ul style="list-style-type: none"> <li>Bildung</li> <li>funktionelle Gruppe</li> <li>homologe Reihe</li> <li>Struktur und Nomenklatur kurzkettiger Alkanale</li> <li>Reaktionsverhalten der Alkanale gegenüber milden Oxidationsmitteln</li> </ul> </li> <li>Alkanone <ul style="list-style-type: none"> <li>Bildung</li> <li>funktionelle Gruppe</li> <li>homologe Reihe</li> <li>Struktur und Nomenklatur kurzkettiger Alkanone</li> <li>Reaktionsverhalten der Alkanone gegenüber milden Oxidationsmitteln</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Chemische Fachbegriffe:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aldehyd-Gruppe</li> <li>Carbonyl-Gruppe</li> <li>Keto-Gruppe</li> </ul> <p><b>11.6 Carbonsäuren und Carbonsäure-Derivate</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Carbonsäuren <ul style="list-style-type: none"> <li>Bildung</li> <li>funktionelle Gruppe</li> <li>homologe Reihe</li> <li>Struktur und Nomenklatur kurzkettiger Alkansäuren und Alkandisäuren</li> </ul> </li> <li>Eigenschaften der Alkansäuren <ul style="list-style-type: none"> <li>Schmelz- und Siedetemperaturen</li> <li>Löslichkeit</li> </ul> </li> <li>Reaktionen der Alkansäuren <ul style="list-style-type: none"> <li>Salzbildung</li> <li>Reaktion mit Alkoholen (Esterbildung)</li> </ul> </li> </ul>	<p>Aldehyde und Ketone sollen hier nur kurz vorgestellt werden. ☞ (Biologie): Stoffwechselfysiologie im Biologie-Unterricht</p> <p><b>Mögliches Experiment:</b> FEHLING-Probe (Auf die Formulierung exakter Gleichungen soll verzichtet werden.)</p> <p><b>Mögliches Experiment:</b> FEHLING-Probe</p> <p><b>Medienhinweis:</b> (VHS-Video) „Systematik organischer Stoffe“ (FWU 4281049)</p> <p>Die Trivialnamen Ameisensäure, Essigsäure und Oxalsäure sollen mitgeteilt werden.</p> <p>Hier ist an eine vertiefende Wiederholung der bereits bei Alkanen und Alkanolen behandelten Struktur-Eigenschafts-Beziehungen gedacht.</p> <p>IUPAC-Nomenklatur: (z.B. Acetat-Ion = Ethanoat-Ion)</p>

Chemie Einführungsphase; sprachlicher Zweig	
Thema 11: Einführung in die organische Chemie	20 Stunden
Verbindliche Inhalte	Vorschläge und Hinweise
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carbonsäureester               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strukturformel-Gleichung der Esterbildung</li> <li>• funktionelle Gruppe der Ester</li> <li>• Nomenklatur</li> <li>• Fette</li> </ul> </li>   <li>• gesättigte / ungesättigte Fette und Fettkonsistenz</li>   <li>• Seifen               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verseifung als Fetthydrolyse</li> </ul> </li>   <li>• Bau und Wirkungsweise von Seifen</li> </ul> <p><b>Chemische Fachbegriffe:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carbonsäuresalz</li> <li>• Carboxyl-Gruppe</li> <li>• essentielle Fettsäuren</li> <li>• Hydrolyse</li> <li>• Veresterung, Verseifung</li> </ul>	<p>Die Unterschiede im Molekülbau von Mineralölen und Speiseölen sollen den Schülern deutlich werden.</p> <p><b>Mögliche Experimente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verseifung von Palmin</li> <li>• Seifenbildung durch Neutralisation von Ölsäure mit verdünnter Natronlauge oder einer Natriumcarbonat-Lösung</li> <li>• Nachweis des Seife-Charakters der Reaktionsprodukte durch Schaumbildung</li> </ul> <p>Die Waschwirkung soll auf einfache Weise erklärt werden. Auch auf die Nachteile von Seife als Reinigungsmittel kann eingegangen werden.</p> <p><b>Medienhinweis:</b> (VHS-Video) „Fette“ (FWU 4251521)</p>

Chemie Einführungsphase; sprachlicher Zweig	
Thema 11: Einführung in die organische Chemie	20 Stunden
Fakultative Inhalte	Vorschläge und Hinweise
<p><b>Experimentelle Ermittlung der Molekülformel eines gasförmigen Kohlenwasserstoffs</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuchsanordnung</li> <li>• Reaktionsgleichungen</li> <li>• quantitative Bestimmung des Kohlenstoff- und Wasserstoff-Gehalts</li> <li>• Berechnung des Atomanzahl-Verhältnisses</li> <li>• Bestimmung der molaren Masse mit Hilfe der Gasdichte</li> <li>• Ermittlung der Molekülformel</li> </ul>	<p><b>Mögliches Experiment:</b>  Ein mit Kupferoxid beschicktes Reaktionsrohr ist in eine Kolbenprober-Apparatur mit 3-Wegehahn eingebaut. Die Apparatur wird mit Stickstoff gespült und dann mit 50 ml Camping-Gas befüllt. Dieses wird durch das heiße Kupferoxid oxidiert.  Das gebildete Wasser wird an Calciumchlorid, das Kohlenstoffdioxid an Natronkalk gebunden und die jeweilige Massenzunahme bestimmt. (Statt Camping-Gas kann auch Feuerzeug-Gas verwendet werden.)</p> <p>Berechnungsschema:</p> $\frac{m(\text{C})}{m(\text{CO}_2)} = \frac{12\text{g}}{44\text{g}}; \quad m(\text{C}) = \frac{12 \cdot m(\text{CO}_2)}{44}$ $N(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{m(\text{C} - \text{Atom})}$ $\frac{m(\text{H})}{m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{2\text{g}}{18\text{g}}; \quad m(\text{H}) = \frac{2 \cdot m(\text{H}_2\text{O})}{18}$ $N(\text{H}) = \frac{m(\text{H})}{m(\text{H} - \text{Atom})}$ $\frac{N(\text{C})}{N(\text{H})} = \frac{m(\text{C}) \cdot m(\text{H} - \text{Atom})}{m(\text{H}) \cdot m(\text{C} - \text{Atom})}$ $\rho = \frac{M}{V_M}$ <p><b>Mögliches Experiment:</b>  Dichtebestimmung des Alkans mit Hilfe einer Gaswägekugel.</p>



Chemie Einführungsphase; sprachlicher Zweig	
Thema 12: Das Periodensystem der Elemente	3 Stunden
Verbindliche Inhalte	Vorschläge und Hinweise
<p><b>12. Das Periodensystem der Elemente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ursprüngliches und modernes Ordnungsprinzip des PSE</li> <li>• Wichtige Begriffe zum PSE</li> <li>• Einfache Zusammenhänge zwischen der Stellung eines Elementes im PSE und <ul style="list-style-type: none"> <li>• seinem Elementcharakter</li> <li>• der Struktur der Atomhülle</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Chemische Fachbegriffe:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atommasse</li> <li>• Haupt- und Nebengruppe</li> <li>• Ordnungszahl</li> <li>• Periode</li> </ul>	<p>Geschichte des PSE</p> <p>Folgende Elementgruppen sollen den Schülern bekannt sein: Alkali-, Erdalkalimetalle, Halogene, Edelgase;</p> <p>Die Zusammenhänge zwischen Struktur der Atomhülle und Anordnung im PSE sollen auf die Hauptgruppen-Elemente beschränkt bleiben. Auf wichtige Nebengruppenmetalle soll hingewiesen werden.</p>

<p><b>13.1 Schwefeloxide, Säuren des Schwefels, Sulfit und Sulfate</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildungsreaktionen</li> <li>• wichtige Eigenschaften</li> <li>• Verwendung</li> <li>• Umweltproblematik</li> </ul> </li>   <li>• Schweflige Säure und Schwefelsäure             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildungsreaktionen</li> </ul> </li>   <li>• wichtige Eigenschaften</li>           <li>• Verwendung</li> </ul>	<p>Die Reihenfolge der Behandlung der sauerstoffhaltigen Säuren und ihrer Salze ist dem Fachlehrer überlassen.</p> <p>Die folgenden Kapitel sollen den Schülern die Analogie zwischen der Basenbildung aus Metalloxiden und der Säurebildung aus Nichtmetalloxiden verdeutlichen Das Schreiben von Dissoziations- und Ionen-gleichungen soll geübt werden.</p> <p>Auf die Bildung großer Mengen <math>\text{SO}_2</math> und <math>\text{SO}_3</math> bei der Verbrennung von Kohle und Erdöl und die daraus resultierenden Umweltprobleme soll hingewiesen werden.</p> <p>Hinweis auf den nichtionischen Charakter der reinen Schwefelsäure und der Ionenbildung beim Lösen in Wasser.</p> <p>Eigenschaften, die genannt werden sollen: bei schwefliger Säure: - Instabilität - reduzierende, bleichende und desinfizierende Wirkung bei konz. Schwefelsäure: - sehr starke Säure mit ätzender und oxidieren-der Wirkung - hygroskopisch wirkender Stoff mit starker Wärmeentwicklung beim Verdünnen</p> <p>Auf die Bedeutung der Schwefelsäure als eine der wichtigsten Industriechemikalien soll hin-gewiesen werden.</p> <p><b>Mögliche Experimente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wärmeentwicklung beim Verdünnen kon-zentrierter Schwefelsäure</li> <li>• Zuckerkohle-Pilz</li> <li>• Reaktionen von konz. und verd. Schwefel-säure mit Kupfer und anderen Metallen</li> </ul>
--	---

- Sulfite und Sulfate
  - Namen und Formeln
- Bildungsreaktionen
- Sulfat-Nachweis
- Verwendung von Gips
- Schema der Bildung sauerstoffhaltiger Säuren

**Chemischer Fachbegriff:**

- Hydrogensalz
- Säureanhydrid

Salzbildungsmethoden:

- Reaktion eines Metalls mit Säure
- Reaktion eines Metalloxids mit Säure
- Neutralisation
- Ionenaustausch-Reaktionen

Säuren aus Nichtmetalloxid und Wasser

**Medienhinweise:** (VHS-Video)

- „Schwefeldioxid und Schwefelige Säure“ (FWU 4253021)
- „Schwefelsäuresynthese“ (FWU 4210312)
- „Salzbildung“ (FWU 4240210)

**13.2 Kohlenstoffoxide, Kohlensäure und Carbonate**

- Kohlenstoffmonoxid und Kohlenstoffdioxid
  - Bildung der Kohlenstoffoxide
  - wichtige Eigenschaften
  - Bedeutung für die Umwelt
- Kohlensäure
  - Bildungs- und Zerfallsreaktion
  - wichtige Eigenschaften und Verwendung
- Salze der Kohlensäure
  - Namen, Formeln und Verwendung wichtiger Carbonate
  - Kreislauf des Kalks in der Natur
- Kreislauf des Kohlenstoffs in der Natur

**Chemischer Fachbegriff:**

- Umkehrbare Reaktionen

Hier soll auch der Treibhaus-Effekt angesprochen werden.

Auf die Wasserhärte sowie die Entstehung von Tropfsteinhöhlen soll kurz eingegangen werden.

**Medienhinweise:** (VHS-Video)  
„Kreislauf des Kalks in der Natur“ (FWU 4210308)  
„Mineralwasser“ (FWU 4251447)  
„Kohlendioxid und Kohlensäure“ (FWU 4253018)

### 13.3 Phosphorsäure und Phosphate

- Phosphor(V)-säure (Orthophosphorsäure)
  - Eigenschaften
  - Verwendung
- Salze der o-Phosphorsäure
  - Namen und Formeln der drei Reihen von Salzen
  - Verwendung und Bedeutung

Auf andere Phosphorsäuren braucht nicht eingegangen werden.

(Achtung! Geschmolzene, wasserfreie Phosphorsäure leitet auf Grund von Autoprotolyse-Reaktionen den elektrischen Strom.)

Die Bedeutung der Phosphate für den menschlichen Organismus soll nur angedeutet werden.

Die Verwendung der Phosphate als Düngemittel soll erwähnt werden.

**Medienhinweis:** (VHS-Video)  
„Phosphorpentoxid und Phosphorsäure“  
(FWU 4253020)

**13.4 Stickstoffoxide, Salpetersäure und Nitrate**

- Stickstoff
  - Vorkommen
  - wichtige Eigenschaften
  
- Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid
  - Bildung der Oxide aus den Elementen
  - wichtige Eigenschaften
  - Stickoxide als Luftschadstoffe
  
- Salpetersäure
  - Bildung aus Stickstoffdioxid, Sauerstoff und Wasser
  - wichtige Eigenschaften und Reaktionen
  - Verwendungsmöglichkeiten
  
- Nitrate
  - Namen und Formeln
  - wichtige Eigenschaften und Verwendung

Wiederholung (Klasse 8):  
Um die Schüler allmählich mit Struktur-Eigen-schafts-Beziehungen vertraut zu machen, soll die Reaktionsträgheit des Stickstoffs mit Hilfe der Molekülstruktur (Dreifachbindung) begrün-det werden.

**Mögliche Experimente:**

- „Luftverbrennung“ im elektrischen Lichtbo-gen
- Demonstration der Gas-Eigenschaften durch Einleiten von Sauerstoff in einen mit NO gefüllten, unten offenen Zylinder, der in Wasser steht. (NO-Bildung aus Kupfer und halbkonzentrierter Salpetersäure.)

Das OSTWALD-Verfahren soll erst nach der Behandlung des Ammoniaks in Kap. 14 be-sprochen werden.

Auf die unterschiedlichen Reaktionen von ver-dünnter und konzentrierter Salpetersäure mit Metallen soll eingegangen werden.

Die Verwendung der Nitrate als Düngemittel soll erwähnt werden.

Auf die gute Wasserlöslichkeit der Nitrate und die dadurch bedingte Trinkwassergefährdung bei übermäßigem Düngen soll eingegangen werden.

**Medienhinweis:** (VHS-Video)

„Stickoxide und Salpetersäure“ (FWU 4253019)

Chemie Einführungsphase; sprachlicher Zweig	
Thema 14: Ammoniak, Ammoniumsalze, Stickstoffkreislauf und Mineraldünger	2 Stunden
Verbindliche Inhalte	Vorschläge und Hinweise
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ammoniak <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthese aus den Elementen</li> </ul> </li>   <li>• Eigenschaften</li>   <li>• Ammoniak-Wasser</li>   <li>• Ammonium-Salze</li>   <li>• OSTWALD-Verfahren der Salpetersäure-Synthese</li>   <li>• Bedeutung von Ammoniak</li>   <li>• Der Stickstoffkreislauf <ul style="list-style-type: none"> <li>• natürlicher Stickstoffkreislauf</li> <li>• anthropogene Eingriffe</li> </ul> </li>   <li>• Mineraldünger <ul style="list-style-type: none"> <li>• wichtige Elemente in Pflanzen</li> <li>• LIEBIGSs Minimumgesetz</li> <li>• wichtige Inhaltsstoffe des Mineraldüngers</li> </ul> </li> </ul>	<p>Hier ist nur eine sehr vereinfachte Darstellung des HABER-BOSCH-Verfahrens möglich. Auf das Prinzip von Le Chatelier soll noch nicht eingegangen werden.</p> <p>Auf die Formel <math>\text{NH}_4\text{OH}</math> soll zugunsten von <math>\text{NH}_4^+</math> und <math>\text{OH}^-</math> bzw. <math>\text{NH}_3(\text{aq})</math> verzichtet werden.</p> <p><b>Mögliches Experiment:</b> Nachweis von <math>\text{NH}_3(\text{g})</math> mit <math>\text{HCl}(\text{g})</math></p> <p>1995 wurden weltweit ca. 120 Millionen Tonnen Ammoniak produziert. Mehr als <math>\frac{3}{4}</math> davon wurden zur Produktion von Düngemitteln verwendet.</p> <p>Die herausragende Rolle des Ammoniaks bei der Ernährung der Weltbevölkerung soll deutlich werden: mit Hilfe von 1 t Ammoniak können über Mineraldüngung 18 t Getreide erzeugt werden.</p> <p><b>Medienhinweis:</b> (VHS-Video) „Ammoniaksynthese“ (FWU 4210257) „Dünger aus der Luft“ (FWU 4282202)</p>