

Entwurf eines Stoffprogramms des VSN für das Grundlagenfach Chemie

Dieses Programm beschreibt den Stoff, den eine Maturandin oder ein Maturand **ohne** Schwerpunkts- oder Ergänzungsfach beherrschen sollte. Es wurde von den Mitgliedern der Deutschweizer Chemiekommision (DCK) unter Mitwirkung weiterer Lehrerinnen und Lehrer erarbeitet. Besonderer Dank gilt den Kolleginnen und Kollegen der Kantonsschule Bülach.

Als Basis sind wir von fünf Jahresstunden Chemieunterricht ausgegangen. **Beispiele möglicher Lernziele** sind jeweils angegeben. Es ist klar, dass bei dieser Stundenzahl eine Behandlung aller Ziele nicht möglich ist.

Das vorliegende Programm ist **kein Lehrgang**! Es ist Aufgabe der Lehrerinnen und Lehrer einer Schule, solche unter Berücksichtigung der effektiv zur Verfügung stehenden Stunden sowie der lokalen Gegebenheiten zu erarbeiten. Insbesondere sollen die in Abschnitt vier genannten Anwendungen mit Alltagsbezug an geeigneter Stelle in den persönlichen Lehrgang eingebaut werden. Das vorliegende Stoffprogramm ist dazu als Hilfe gedacht. Es hat keine Verbindlichkeit.

(*® Biologie, ® Physik...*) Bei verschiedenen Lernzielen sind Hinweise auf andere Fächer zu finden. Hier erachten wir eine Zusammenarbeit mit den genannten Fächern als besonderes wichtig. Selbstverständlich ist eine solche auch an anderen Stellen erwünscht!

Wir planen, das Stoffprogramm an der VSN-Generalversammlung 1998 zu verabschieden. **Kommentare, Wünsche, Ergänzungen...** zu diesem Programm nimmt die DCK gerne entgegen. Damit wir diese berücksichtigen können, sollten sie bis Ende März 1998 an der Präsidenten der DCK gelangen.

Ein entsprechendes Stoffprogramm für den chemischen Teil des Schwerpunktfachs Biologie und Chemie ist in Vorbereitung.

Chemische Grundlagen

1. Stoffe

1.1. Reinstoff, Gemisch

Reinstoff, Gemisch, Lösung, Phase

Trennverfahren

Aggregatzustände

1.2. Stoffe und ihre Eigenschaften

Schmelztemperatur, Siedetemperatur, Härte, Sprödigkeit,
Duktilität, Leitfähigkeit

1.3. Elementare Stoffe

Element, Isotop

Beispiele möglicher Lernziele

Die Maturandin / der Maturand ohne Chemie als Schwerpunkts- oder Ergänzungsfach kann...

- die Begriffe Reinstoff (Bestandteil eines Stoffsystems), Gemisch, Lösung, homogenes und heterogenes Stoffsystem, Phase eines Stoffsystems definieren.
- die folgenden Trennverfahren beschreiben und erklären: Filtration, Zentrifugation, Destillation, Extraktion, Chromatographie.
- die Aggregatzustände mit einem einfachen Teilchenmodell beschreiben und die Aggregatzustandsänderungen mit der thermischen Bewegung interpretieren. (*@ Physik*)
- aufgrund der unterschiedlichen Bindungsarten die unterschiedlichen Stoffeigenschaften von Ionen-, Molekül- und Atomgitter-Verbindungen und von Metallen interpretieren: Löslichkeit, Schmelz- und Siedetemperatur, Härte, Sprödigkeit, Duktilität, Leitfähigkeit.
- die Begriffe Element (Symbol im PSE), elementarer Stoff und Isotop definieren.
- den Begriff Atommasse definieren und diese mit Hilfe des PSE angeben.

Periodensystem

- die äußerlich feststellbaren Unterscheidungsmerkmale der elementaren Metalle und Nichtmetalle angeben.

2. Atom- und Bindungslehre

2.1. Atommodelle

Historische Entwicklung des Atombegriffs

Kern-Hülle-Modell, Coulomb-Gesetz

Schalenmodell, Ionisierungsenergie

Wolkenmodell der Elektronenhülle

Massen- und Ordnungszahl

Lewis-Schreibweise

Die Maturandin / der Maturand ohne Chemie als Schwerpunkts- oder Ergänzungsfach kann...

- die wesentlichen Vorstellungen über den Aufbau der Materie von Demokrit bis Dalton erläutern. (*@ Physik, @ Philosophie*)
- das Kern-Hülle-Modell von Rutherford beschreiben und das Coulomb-Gesetz formulieren. (*@ Physik*)
- das Schalenmodell skizzieren und die Ionisierungsenergie erklären.
- die Anordnung der Elemente im PSE mit Hilfe von Atommodellen verstehen.
- mit Hilfe des PSE für eine Atomart bekannter Massen- und Ordnungszahl:
 - die Zuordnung zum chemischen Element vornehmen (Symbol, Name)
 - die Zahl der Schalen und Elektronen pro Schale angeben
 - die Ladung des Atomrumpfes angeben
 - die „Elektronenschreibweise“, d. h. die Lewis-Schreibweise der Außenschale der Hauptgruppenatome (Einzelelektronen und Elektronenpaare) angeben.
- sich den Modellcharakter dieser Vorstellungen bewußt machen und die Bedeutung von Modellen in den Naturwissenschaften verstehen. (*@ Physik, @ Philosophie*)

2.2. Chemische Bindung und Stoffklassen

2.2.1. Kovalente Bindungen

Lewis-Formeln von Molekülen

Edelgasregel

- das Zustandekommen kovalenter Bindungen (Elektronenpaarbindungen) zwischen Nichtmetallatomen (Einfach-, Doppel-, Dreifachbindungen) erklären.
- die Lewis-Formeln (Elektronenstrichformeln) von Molekülen und Komplex-Ionen (mehratomige Ionen) wie SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , NO_3^- , CO_3^{2-} , NH_4^+ zeichnen.
- anhand der Beispiele NO_2 und N_2O_4 Grenzen der Edelgasregel erkennen.

- die räumliche Lage der Atome eines Moleküls mit einem geeigneten Modell angeben.
- die mögliche Veränderung der Molekülgestalt mit der Drehbarkeit von Einfachbindungen beschreiben.
- zu einer Summenformel die dazugehörigen Konstitutionsisomeren zeichnen, E- / Z-Isomerie unterscheiden.
- die Vielfalt der Kohlenstoffverbindungen mit den Eigenschaften des Kohlenstoffatoms erklären.
- Moleküle von Alkanen (offenkettige und zyklische), Alkenen und Alkinen zuordnen und den Bau des Benzol-Moleküls beschreiben.
- die funktionellen Gruppen der Moleküle einiger Stoffklassen angeben: z.B. Alkohole, Ether, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Carbonsäureester, Amine, Aminosäuren.
- kleine Moleküle der oben genannten Stoffklassen nach IUPAC-Nomenklatur benennen.
- einige halogenierte Kohlenwasserstoffe mit ihren Vor- und Nachteilen nennen.
- Polarität von Elektronenpaarbindungen beurteilen.
- Schmelz- und Siedetemperaturen von Stoffen als Folge der Kräfte zwischen den Teilchen interpretieren.
- die Größe von zwischenmolekularen Kräften (Van der Waals-Kraft, Dipol-Dipol-Kraft und die Wasserstoffbrücke) vergleichen.
- entscheiden, wann zwischen Molekülen Wasserstoffbrücken möglich sind.
- die Bedeutung der Wasserstoffbrücken am Beispiel von Wasser und Molekülen des Lebens illustrieren (*® Biologie*).
- die Löslichkeit verschiedener Stoffe in unterschiedlichen Lösungsmitteln interpretieren.
- die Wirkungsweise waschaktiver Teilchen (Tenside) beschreiben.
- die Ladung einatomiger Ionen der Hauptgruppenelemente angeben und daraus die Formeln von Verbindungen ableiten.
- einfache Komplex-Ionen mit Namen und Formel nennen. (2.2.1.)
- die Eigenschaften von Salzen erklären.
- die Bedeutung der Gitterenergie für die Bildung und die Eigenschaften der Salze angeben.

Strukturisomerie

Vielfalt der Kohlenstoffverbindungen

Funktionelle Gruppen

IUPAC-Nomenklatur

Halogenierte Kohlenwasserstoffe

Elektronegativität und Polarität

Zwischenmolekulare Kräfte

Van der Waals- und Dipol-Dipol-Kraft, Wasserstoffbrücke

Tenside

2.2.2. Ionenbindung und Salze

Komplex-Ion (mehratomiges Ion)

Gitter- und Hydratationsenergie

Ion-Dipol-Wechselwirkung

- die Ion-Dipol-Wechselwirkung am Beispiel der Aquakomplexe aufzeigen.

2.2.3. Metallische Bindung und Metalle

Elektrische Leitfähigkeit

Duktilität, Legierung

- die elektrische Leitfähigkeit von Metallen mit einem einfachen Modell interpretieren.
- den Unterschied in der Duktilität von Metallen und Legierungen erklären.

2.2.4. Bauprinzip der Atomgitter

Diamant, Graphit, Quarz

- die Eigenschaften von Diamant, Graphit und Quarz anhand ihrer Atomgitter erklären und von den Fullerenen unterscheiden.

2.2.5. Bauprinzip hochmolekularer Stoffe

Thermoplaste, Elaste und Duroplaste

- am Beispiel von Kohlenhydraten (Stärke und Cellulose) und Eiweißen (Seide, Keratin, Kollagen) die Bedeutung der hochmolekularen Stoffe in der belebten Natur aufzeigen.
- die Eigenschaften von Thermoplasten, Elasten und Duroplasten aufgrund des molekularen Aufbaus erklären.

3. Reaktionen

3.1. Stöchiometrie

Mol, molare Masse, molares Volumen, molare Konzentration

Reaktionsgleichung, stöchiometrische Berechnungen

3.2. Chemische Reaktionen

Exotherm, endotherm

Aktivierungsenergie
Enthalpie, Entropie

Reaktionsenergie, Reaktionsgeschwindigkeit, Katalysator

3.3. Gleichgewichte

3.3.1. chemisches Gleichgewicht

Dynamisches Gleichgewicht

Gleichgewichtskonstante, Gleichgewichtsverschiebung

Prinzip von Le Châtelier

3.3.2. Lösung, gesättigte Lösung und Fällung

3.3.3. Protolyse: Protonen-Spender und Empfänger

Protolysegleichgewicht

Die Maturandin / der Maturand ohne Chemie als Schwerpunkts- oder Ergänzungsfach kann...

- die Begriffe Mol, molare Masse, molares Volumen, molare Konzentration definieren.
- Reaktionsgleichungen aufstellen und für einfache Beispiele die Massen- und Volumenverhältnisse berechnen.
- energetische Veränderungen bei exothermen und endothermen Vorgängen berechnen.
- begründen, warum die thermische Bewegung die notwendige Voraussetzung für chemische Reaktionen darstellt.
- die Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von Temperatur, Konzentration, Verteilungsgrad (Vergrößerung der Oberfläche) erklären.
- den Begriff des chemischen Gleichgewichts phänomenologisch umschreiben sowie offene, geschlossene und abgeschlossene Systeme unterscheiden.
- ein dynamisches Gleichgewicht formal verstehen.
- das Massenwirkungsgesetz von Vorgängen im Gleichgewicht formulieren.
- die Auswirkungen von Störungen des Gleichgewichtszustandes durch Konzentrations-, Druck- und Temperaturänderungen voraussagen, insbesondere das Erzwingen des Reaktionsablaufes.
- die Vorgänge beim Lösen von Stoffen auf der Teilchenebene deuten.
- Ionen durch Fällungsreaktionen nachweisen.
- Säuren und Basen als Protonenspender und Protonenempfänger definieren (Brønstedt).
- Protonen-Gleichgewichte von Säuren und Basen mit Wasser formulieren.

| | |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Autoprotolyse | <ul style="list-style-type: none"> • die Autoprotolyse des Wassers formulieren und die Ionen-Konzentration bei 22_C angeben (Ionenprodukt des Wassers). |
| pH-Wert | <ul style="list-style-type: none"> • den pH-Wertes definieren. Für ganzzahlige pH-Werte die molare Konzentration von Hydronium- und Hydroxid-Ionen ($\text{H}_3\text{O}^+_{\text{aq}}$ und OH^-_{aq}) angeben und saure, neutrale und alkalische Lösungen in die pH-Skala einordnen. |
| Starke und schwache Säuren und Basen | <ul style="list-style-type: none"> • für folgende Säuren und Basen Namen und Formeln angeben: starke Säuren (HCl, HNO_3, H_2SO_4), mittelstarke Säuren (H_3PO_4), schwache Säuren (H_2CO_3, NH_4^+, CH_3COOH); starke Basen (OH^-, O^{2-}), mittelstarke Basen (CO_3^{2-}), schwache Basen (NH_3). |
| Säure-Konstante | |
| Base-Konstante | |
| Indikator | <ul style="list-style-type: none"> • qualitativ den pH-Wert von Salzlösungen interpretieren. • die Gleichgewichts-Lage von Protolysen aufgrund der Säurestärke qualitativ angeben. • die Funktionsweise von pH-Indikatoren qualitativ angeben. |
| Neutralisation, Titration | |
| Säure-Base-Puffer | |
| 3.3.4. Redox-Reaktionen | <ul style="list-style-type: none"> • Konzentrationen nach der Durchführung einer Titration berechnen. • qualitativ die Wirkungsweisen eines Puffersystems erklären. |
| Salzbildung, Verbrennung | |
| Oxidation, Reduktion, Oxidationszahl | |
| Redoxreihe | <ul style="list-style-type: none"> • die Begriffe der Oxidation und Reduktion definieren. • Redoxgleichungen für einfache Redoxvorgänge formulieren: Reaktionen zwischen Metall und Nichtmetall, Verbrennungen. • die Oxidationszahlen von Atomen in Molekülen und Komplex-Ionen ermitteln • mit Hilfe der Redoxreihe Redoxvorgänge unter Standard-Bedingungen qualitativ voraussagen. |
| Galvanisches Element, Elektrolyse | <ul style="list-style-type: none"> • an je einem Beispiel die elektrochemische Stromerzeugung (Galvanisches Element) und die Elektrolyse erklären. |
| Batterie | <ul style="list-style-type: none"> • das Grundprinzip der elektrochemischen Stromerzeugung an einem konkreten Beispiel erklären (Prinzip der Batterietypen). |
| Primärbatterien | <ul style="list-style-type: none"> • schematisch eine Kohle-Zink- oder eine Alkalimangan-Batterie zeichnen. Sie/er trägt die Stoffe, den Plus- und Minuspol ein und schreibt die vereinfachte Reaktionsgleichungen an den Polen auf. Sie/er kann erklären, warum Alkali-Manganbatterien leistungsfähiger sind. (<i>® Physik</i>) |

Sekundärbatterien (Akkus)

- das Grundprinzip der Akku erklären. Sie/er kann den Aufbau eines Bleiakkus, eines Nickel-Cadmiumsakkus oder eines Nickel-Metallhydridakkus skizzieren und die vereinfachten Gleichungen der Reaktion an den beiden Polen beim Laden und Entladen aufschreiben. (*@ Physik*)
- ein begründetes Urteil abgeben, welches eine geeignete Batterie für eine gegebene Anwendung im Alltag ist. (*@ Physik*)
- den Begriff Komplexreaktion als Änderung der Art und/oder der Anzahl der Liganden definieren.
- den Lösevorgang eines Salzes in Wasser als Komplexreaktion formulieren.

3.3.5. Komplex-Reaktionen

3.4. Organische Reaktionen

Addition, Elimination, Polymerisation, Substitution

- die Begriffe Substitution (an Alkanen und Aromaten), Addition (an Alkenen, inkl. Polymerisation) und Elimination (aus Alkoholen) an Beispielen beschreiben.

4. Anwendungen mit Alltagsbezug

Die Maturandin / der Maturand ohne Chemie als Schwerpunkts- oder Ergänzungsfach kann...

4.1. Rohstoffe, Energie und technische Chemie

4.1.1. Fossile Energieträger

Erdöl, Erdgas, Kohle

- die wichtigsten Verbindungen im Erdgas und im Erdöl nennen, die entsprechenden Lewisformeln zeichnen sowie einen Strukturausschnitt von Kohle skizzieren.
- die Bedeutung von Erdgas und Erdöl für die Energieversorgung der Schweiz erläutern, für beliebige Kohlenwasserstoffe die Reaktionsgleichung der Verbrennung aufschreiben und die Ursachen für den exothermen Verlauf der Reaktionen erklären. Sie/er ist sich der Tragweite des Eingriffs in den Kohlenstoffkreislauf der Erde bewußt, den der Mensch mit der Verbrennung der fossilen Brennstoffe bewirkt. Sie/er ist sich bewußt, daß mit der Verbrennung der Kohlenwasserstoffe zur Energiegewinnung ein wichtiger Chemierohstoff verschwendet wird. (*@ Biologie, @ Geographie*)

| | |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Raffinerie | <ul style="list-style-type: none"> • die Verarbeitung von Erdöl in der Raffinerie beschreiben, den Vorgang des Reformierens an einem konkreten Beispiel erklären und eine Verbindung zwischen dem Reformierprozeß und den Angaben über die Klopfestigkeit von Benzin an der Tankstelle ziehen. |
| Crackprozeß | <ul style="list-style-type: none"> • den Weg vom Erdöl zu den Grundstoffen der chemischen Industrie am Beispiel von Crackprozessen erläutern. |
| Polymerisation | <ul style="list-style-type: none"> • an einem konkreten Beispiel mit Hilfe von Lewis-Formeln einen möglichen Ablauf der Polymerisation und erklären. • wichtige durch Polymerisation hergestellten Stoffe angeben (z.B. PE, PP, PVC, PS, PTFE), von diesen die Lewis-Formel des Monomers sowie eines Ausschnitts aus dem Polymer aufzeichnen, Anwendungen im Alltag nennen sowie die Umweltverträglichkeit beim Verbrennen beurteilen. |
| Polykondensation | <ul style="list-style-type: none"> • wichtige durch Polykondensation hergestellten Stoffe angeben (z.B. Polyester, PET, Nylon), von diesen die Lewis-Formel der Edukte sowie eines Ausschnitts aus dem Polymer aufzeichnen und Anwendungen im Alltag nennen. • die Wiederverwendungsmöglichkeit von Kunststoffen mit ihrem thermischen Verhalten erklären. |
| 4.1.2. Ammoniak | |
| Ammoniaksynthese | <ul style="list-style-type: none"> • die Bedeutung der Ammoniaksynthese für die Welternährung und die Auswirkung der technischen Ammoniakherstellung auf die Kriegsführung erklären. Sie/er kann die Probleme der technischen Durchführung anhand der Reaktionsgleichung der Synthese aus Stickstoff und Wasserstoff erläutern. (<i>@ Geschichte, @ Biologie, @ Geographie</i>) |
| Salpetersäure | <ul style="list-style-type: none"> • den Weg vom Ammoniak zum Stickstoffdünger mit Hilfe von Reaktionsgleichungen erklären. |
| 4.1.3. Werkstoffe | |
| Glas, Keramik | <ul style="list-style-type: none"> • den prinzipiellen Aufbau von Glas auf der Teilchen-Ebene beschreiben und damit die speziellen Eigenschaften erklären. |
| Eisen und Stahl | <ul style="list-style-type: none"> • die Herstellung von Eisen im Hochofen beschreiben und die Reaktionsgleichung der Eisenbildung aufstellen. |
| Korrosion | <ul style="list-style-type: none"> • die Bedingungen zum Rosten von Eisen beschreiben und mit vereinfachten Reaktionsgleichungen erklären, was dabei geschieht. Sie/er kennt einige Maßnahmen zum Korrosionsschutz und kann deren Wirkung chemisch begründen. |

Aluminium

- den Weg vom Bauxit zum Aluminium erklären, eine Elektrolysezelle vereinfacht aufzeichnen und die Gleichungen der Reaktionen am Plus- und am Minuspol aufschreiben.

4.2. Chemie des Lebens

4.2.1. Fette

Fettsäuren

Seife

4.2.2. Kohlenhydrate

Mono-, Di- und Polysaccharide

4.2.3. Aminosäuren, Peptide und Proteine

4.3. Chemie und Umwelt

4.3.1. Luft und Atmosphäre

Luftschadstoffe

Saurer Regen

Treibhauseffekt

Autokatalysator

Ozon

- den Aufbau eines Fettmoleküls aus Glycerin und Fettsäuren mit Hilfe von Lewisformeln skizzieren und zwischen Fettmolekülen mit gesättigten und ungesättigten Fettsäureestern unterscheiden. (*Ⓡ Biologie*)
- die Herstellung von Seife aus Fetten mit Hilfe von Lewis-Formeln erläutern.
- den Aufbau von Kohlenhydraten (Glucose, Fructose, Saccharose, Stärke und Cellulose) mit Hilfe einer vereinfachten Schreibweise skizzieren. Sie/er kann die Kondensationsreaktion von Monosacchariden zu größeren Molekülen mit Lewis-Formeln aufzeichnen. Sie /er kennt die Begriffe Mono-, Di- und Polysaccharid. (*Ⓡ Biologie*)
- die Grundstruktur der Aminosäuren mit der Lewis-Formel aufzeichnen, zwei Aminosäuren zu einem Dipeptid verknüpfen und den Aufbau von Proteinen skizzieren. (*Ⓡ Biologie*)
- die Herkunft der Luftschadstoffe SO_2 , NO_x , O_3 nennen und deren Entstehung mit Hilfe von Reaktionsgleichungen diskutieren. (*Ⓡ Biologie, Ⓡ Geographie*)
- Meßwerte von Luftschadstoffen interpretieren. (*Ⓡ Biologie, Ⓡ Geographie*)
- die Bildung von saurem Regen mit chemischen Reaktionsgleichungen erklären.
- den natürlichen Treibhauseffekt erklären, die Ursachen für den Anstieg des CO_2 -Gehalts seit der industriellen Revolution erläutern und Maßnahmen zur Verringerung des Anstiegs vorschlagen. Sie/er kennt neben CO_2 weitere Treibhausgase und deren ungefähren Anteil am Treibhauseffekt. (*Ⓡ Biologie, Ⓡ Geographie*)
- den Aufbau des Autokatalysators im Benzinauto erklären, die Wirkungsweise mit Worten und mit den entsprechenden chemischen Reaktionsgleichungen beschreiben.
- die Bildung von Ozon in der Stratosphäre sowie die Zerstörung durch FCKWs mit Hilfe von Reaktionsgleichungen erklären. (*Ⓡ Geographie, Ⓡ Biologie*)
- die Bildung von Ozon in der Troposphäre mit Hilfe von Reaktionsgleichungen verstehen und beschreiben. (*Ⓡ Biologie, Ⓡ Geographie*)

4.3.2. Wasser

Wasserhärte

- die Zusammensetzung des Wassers in der Schweiz erläutern. Dabei geht sie / er vor allem auf die Wasserhärte ein und kann deren Entstehung mit Hilfe von Reaktionsgleichungen erklären. (*® Geographie, ® Biologie*)

4.3.3. Gifte

Wirkungsweise

Giftgesetz

- die Denaturierung von Proteinen durch Säuren, Basen oder Schwermetalle erklären. (*® Biologie*)
- Methoden zur Beschreibung der Giftigkeit von Stoffen erläutern, beispielsweise DL₅₀, MAK-Wert.
- die Wirkungsweise von Giften an einem Beispiel erläutern. Möglichkeiten sind u.a. die Nitrat/Nitritproblematik oder die Beeinträchtigung der Atmung durch Kohlenmonoxid (*® Biologie*)
- sich mit Medienberichten zu naturwissenschaftlichen und technischen Themen kritisch auseinandersetzen.

4.3.4. Medien