

Verein Schweizerischer Naturwissenschaftslehrerinnen und -lehrer (VSN)

Stoffprogramm für den Unterricht im Grundlagenfach Chemie an Schweizer Kantonsschulen und Gymnasien

Das Stoffprogramm beschreibt, ohne die Lehrfreiheit einzuschränken, den Lernstoff einer Maturandin oder eines Maturanden im Grundlagenfach Chemie ohne zusätzliches Schwerpunkt- oder Ergänzungsfach.

Es werden sechs Jahreslektionen Chemieunterricht in den letzten Schuljahren vor den Maturitätsprüfungen vorausgesetzt. Die gerade gesetzten Ziele sind zwingend zu erreichen, *aus den kursiv gesetzten kann eine Auswahl getroffen werden.*

Es sind damit die Ziele des Rahmenlehrplanes für die Maturitätsschulen (2024) und die allgemeinen Ziele der Maturität nach Maturitäts-Anerkennungsverordnung (2023, Art. 6) zu erreichen. Der Lehrplan der betreffenden Schule ist massgebend für die Auswahl. Auf die im Lehrplan der Sekundarstufe I genannten Ziele ist aufzubauen.

Das vorliegende Stoffprogramm ist kein Lehrgang. Dieser ist für den Unterricht zu erarbeiten und berücksichtigt die effektiv zur Verfügung stehende Zeit, die lokalen Gegebenheiten und Lehrpläne. Der Lehrgang bringt die hier fachlogisch gruppierten Themen in eine didaktisch begründete Reihenfolge und Vernetzung.

Zu den Zielen des Chemieunterrichts gehört es, den Lernenden grundlegende Kenntnisse über chemische Phänomene zu vermitteln. Dazu werden die Lernenden darin gefördert, sich ein fundiertes Verständnis der fünf chemischen Basiskonzepte (Stoff-Teilchen-Konzept, Struktur-Eigenschafts-Konzept, Donator-Akzeptor-Konzept, Energiekonzept, Gleichgewichtskonzept; Quelle z.B. https://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/grundbegriffe_fd/A_Basiskonzepte_Klett.pdf) zu erwerben und dieses sinnstiftend auf fachspezifische und alltagsrelevante Situationen anzuwenden.

Der Lernstoff des Chemieunterrichtes ist verbunden mit vielen anderen Themen, Wissensgebieten, Fächern und der Lebenswelt der Jugendlichen. So soll er auch erarbeitet werden.

Das vorliegende Stoffprogramm macht dazu Vorschläge: Bei verschiedenen Lernzielen sind Hinweise auf andere Fächer (→ Biologie, → Physik ...) zu finden. Hier wird eine Zusammenarbeit mit den genannten Fächern als besonderes wichtig erachtet, selbstverständlich ist sie bei allen Themen erwünscht!

Das Grundlagenfach Chemie soll auch zu den im Rahmenlehrplan genannten überfachlichen Kompetenzen beitragen. Im Grundlagenfach Chemie sollen sich Schülerinnen und Schüler auch selbständig mit Medienberichten, Büchern und Internet-Informationen zu naturwissenschaftlichen und technischen Themen kritisch auseinandersetzen.

Bei vielen Themen ist ein unmittelbarer Zugang der Gymnasiastinnen und Gymnasiasten durch eigene experimentelle Erfahrungen notwendig. Die dafür notwendige Organisation und Infrastruktur (Ausrüstung, Schülerlabor, Laborassistenz, Gruppengrösse, Budget ...) muss sichergestellt sein. Das dafür Nötige wird im Dokument „Qualitätssicherung und -entwicklung im Fach Chemie“ der DCK beschrieben.

Dieses Stoffprogramm wurde von der Deutschschweizer Chemiekommission DCK und weiteren interessierten Lehrerinnen und Lehrern erarbeitet.

Provisorische Fassung erarbeitet am 4. November 2023 in der DCK-Sitzung in Biel.

Verabschiedet am xx. Oktober 2024 an der VSN-Generalversammlung.

Kontakt: Dr. Klemens Koch, Präsident VSN, Dorfstrasse 13, 2572 Sutz, klemens.koch@gbsl.ch

1 Stoffe

Die Maturandin / der Maturand mit Grundlagenfach Chemie kann ...

1.1 Stoffe: Reinstoff, Gemisch, Elementarstoff

Stoffe und ihre Eigenschaften

Reinstoffe und Gemische,
Verbindungen und Elementarstoffe
Element
Aggregatzustände

Trennverfahren

- Stoffe mit ihren Eigenschaften charakterisieren: Dichte, Farbe, Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur ...
- Reinstoff, Gemisch, homogenes und heterogenes Stoffsystem (mit Beispielen), Verbindung, Element/Elementarstoff definieren.
- die Aggregatzustände und ihre Änderungen mit einem einfachen Teilchenmodell beschreiben. (→ Physik)
- Trennverfahren beschreiben und Anwendungen erkennen (z. B. *Filtration, Zentrifugation, Destillation, Extraktion, Chromatographie*).

2 Atome und Bindungen

Die Maturandin / der Maturand mit Grundlagenfach Chemie kann ...

2.1 Atommodelle

Historische Entwicklung des Atom-
und Modellbegriffs

Coulomb-Gesetz
Strukturiertes Modell der Atomhülle

Nukleonen- und Ordnungszahl
Isotope
Atomsorte und Atomhülle

Quantenchemie

- *wesentliche Vorstellungen zum Aufbau der Materie von Demokrit über Dalton bis zu modernen Modellen erläutern.*
- sich den Modellcharakter der Vorstellungen bewusst machen und die Bedeutung von Modellen in den Naturwissenschaften erläutern. (→ Physik, → Philosophie)
- das Coulomb-Gesetz anwenden. (→ Physik).
- das Kern-Hülle-Modell nach Rutherford beschreiben.
- ein strukturiertes Modell der Atomhülle (z. B. Schalenmodell) skizzieren und begründen.
- den Aufbau des Periodischen Systems der Elemente (PSE) mit Hilfe von Atommodellen erklären.
- die Begriffe Nukleonenzahl, Isotope und Atommasse definieren und die Atommasse mit Hilfe des PSE anwenden.
- mit Hilfe des PSE für eine Atomsorte bekannter Ordnungszahl die
 - Zuordnung zum Element machen (Symbol, Name).
 - Verteilung der Elektronen in der Atomhülle angeben.
 - Lewis-Schreibweise der Hauptgruppenatome angeben.
- ein geeignetes Modell (z. B. *Kugelwolken-, oder Hybridorbitalmodell*) zur räumlichen Anordnung der Elektronen in der Valenzschale anwenden.
- *mit einem einfachen quantenchemischen Ansatz die elektronische Struktur kleinster Teilchen und Stoffeigenschaften erklären, z. B. Farbigkeit, magnetisches Verhalten ... (→ Physik)*

2.2 Chemische Bindung und Stoffklassen

- die mit der Edelgasregel beschriebene Gesetzmässigkeit bei kleinsten Teilchen erkennen und anwenden.

2.2.1 Kovalente Bindungen und molekular aufgebaute Stoffe

Lewis-Formeln von Molekülen

- die kovalente Bindung (Elektronenpaarbindung) mit einem einfachen Modell beschreiben und damit Eigenschaften molekular aufgebauter Stoffe erklären.
- Lewis-Formeln von Molekülen und mehratomigen Ionen in räumlich korrekter Schreibweise zeichnen, inklusive nichtbindender Elektronenpaare.

Molekülgeometrie

- die räumliche Lage der Atome eines Moleküls mit einem geeigneten Modell angeben.
- die freie oder gehinderte Drehbarkeit um eine Bindung erkennen.

Elektronegativität und Polarität

- die Polarität einzelner Elektronenpaarbindungen und den Dipolcharakter von ganzen Molekülen beurteilen.

Zwischenmolekulare Kräfte/Wechselwirkungen

- Die wichtigen Typen von Kräften/Wechselwirkungen zwischen Molekülen erkennen und ihre Stärke vergleichen.
- Siedetemperaturen von Stoffen als Folge der Kräfte/Wechselwirkungen zwischen den Molekülen interpretieren.
- die Mischbarkeit verschiedener Stoffe abschätzen und interpretieren.
- die Bedeutung der Wasserstoffbrücken am Beispiel von Wasser und von biologisch wichtigen Molekülen illustrieren (z. B. *DNA* oder *Proteine*). (→ Biologie)

2.2.2 Ionenbindung und Salze

Aufbau und Eigenschaften von Salzen

- die Ionenbindung und den Aufbau der Salze mit einem einfachen Modell beschreiben und damit Eigenschaften erklären.
- den energetischen Verlauf bei der Bildung von Salzen aus den Elementarstoffen deuten und dabei die Bedeutung der Gitterenergie erkennen (Coulomb-Gesetz).
- die Ladung einatomiger Ionen der Hauptgruppenelemente angeben und damit Verhältnisformeln von Salzen ableiten.
- häufig vorkommende mehratomige Ionen in Verbindungen erkennen, verwenden und benennen.

Mehratomige Ionen

2.2.3 Metallische Bindung und Metalle

Aufbau und Eigenschaften von Metallen

- die Metallbindung und den Aufbau der Metalle mit einem einfachen Modell beschreiben und die Eigenschaften der Metalle damit deuten.

Reine Metalle und Legierungen

- *charakteristische Unterschiede zwischen reinen Metallen und Legierungen erklären.*

3 Reaktionen

Die Maturandin / der Maturand mit Grundlagenfach Chemie kann ...

3.1 Reaktionsverlauf

Stöchiometrie

Reaktionsgleichung

Reaktionsenergie

Entropie, Reaktionsentropie
Spontaneität chemischer Vorgänge

Reaktionsgeschwindigkeit,
Aktivierungsenergie,
Katalysator
Dynamisches Gleichgewicht

Massenwirkungsgesetz,
Gleichgewichtskonstante
Prinzip von Le Chatelier

- die Begriffe Stoffmenge, molare Masse, molares Volumen von Gasen und Stoffmengenkonzentration definieren.
- Reaktionsgleichungen aufstellen und für einfache Beispiele stöchiometrische Berechnungen anstellen.
- energetische Veränderungen bei exothermen und endothermen Vorgängen aus der Struktur der Edukte und Produkte abschätzen *und die Reaktionsenthalpie mit Hilfe von Tabellenwerten berechnen.*
- *Reaktions-Entropieänderungen an Beispielen erklären und bei einfachen Reaktionen abschätzen.*
- *die Gibbs-Helmholtz-Beziehung zur Abschätzung der Spontaneität einfacher chemischer Vorgänge verwenden.*
- die Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von Temperatur, Konzentration, Zerteilungsgrad erklären.
- die Wirkungsweise eines Katalysators erklären.
- *offene, geschlossene und isolierte Systeme unterscheiden.*
- das dynamische chemische Gleichgewicht mit einem qualitativen Modell auf Stoff- und Teilchenebene beschreiben.
- *das Massenwirkungsgesetz für Vorgänge im Gleichgewicht formulieren.*
- voraussagen, wie sich Konzentrations-, Druck- und Temperaturänderungen auf ein chemisches Gleichgewicht auswirken.

3.2 Allgemeine Reaktionstypen

3.2.1 Lösungs- und Fällungsreaktionen

- die Vorgänge beim Lösen und Kristallisieren von Stoffen auf der Teilchenebene deuten.
- Löslichkeit von Stoffen an ausgewählten Beispielen erläutern.
- die Ion-Dipol-Wechselwirkung bei Lösungsvorgängen von Salzen beschreiben.
- *Ionen durch Fällungsreaktionen nachweisen.*

3.2.2 Säure/Base-Reaktionen

Definition
Protolysegleichgewicht

Autoprotolyse

pH-Wert

- Säuren und Basen nach Brønsted definieren.
- Reaktionsgleichungen zu Protolysegleichgewichten von Säuren und Basen mit Wasser formulieren.
- die Autoprotolyse des Wassers formulieren *und das Ionenprodukt des Wassers angeben.*
- den pH-Wert definieren.
- für ganzzahlige pH-Werte den Zusammenhang mit den Stoffmengen-Konzentrationen von Oxonium- (Hydronium-, Hydroxonium-) und Hydroxid-Ionen (H_3O^+ aq und OH^- aq) angeben.
- saure, neutrale und alkalische Lösungen in die pH-Skala einordnen.

Starke und schwache Säuren und Basen, Säure/Base-Reihe
Säure-Konstante
Base-Konstante

pH-Indikator
Neutralisation, Titration
Säure-Base-Puffer

- den konzeptionellen Unterschied zwischen starken und schwachen Säuren und Basen erkennen (vollständige/unvollständige Protonierung bzw. Deprotonierung).
- für einige starke und schwache Säuren und Basen Namen und Formeln angeben.
- qualitativ den pH-Wert von Salzlösungen interpretieren.
- die Gleichgewichts-Lage von Protolysen aufgrund der Säurestärke der beteiligten Säuren qualitativ angeben.
- die Funktionsweise von pH-Indikatoren qualitativ angeben.
- das Prinzip einer Titration und einer Neutralisation erklären.
- die Wirkungsweisen eines Puffersystems qualitativ erklären.

3.2.3 Reduktions- und Oxidationsreaktionen

Oxidation, Reduktion

Oxidationszahl

Redoxreihe

Galvanisches Element, Elektrolyse

- Oxidation und Reduktion im engeren (O-Übertragung) und weiteren Sinn (e⁻-Übertragung) definieren.
- Reaktionsgleichungen für einfache Redoxvorgänge formulieren.
- die Oxidationszahlen von Atomen in Molekülen und mehratomigen Ionen ermitteln.
- mit Hilfe der Redoxreihe die spontane Richtung von Redoxvorgängen unter Standard-Bedingungen qualitativ voraussagen.
- die elektrochemische Stromerzeugung (Prinzip der galvanischen Zelle/Batterie, Brennstoffzelle) und die Elektrolyse erklären.

3.2.4 Komplex-Reaktionen

Koordinative Bindung

Definition

Aquakomplex

- die koordinative Bindung am Beispiel der Aquakomplexe beschreiben.
- den Aufbau eines Komplexeilchens beschreiben.
- Komplexreaktionen als Änderung der Art und/oder der Anzahl der Liganden beschreiben.
- den Lösevorgang eines Salzes in Wasser als Komplexreaktion formulieren.

4 Organische und Biochemie

Die Maturandin / der Maturand mit Grundlagenfach Chemie kann ...

Vielfalt der Kohlenstoffverbindungen

Stoffklassen

Funktionelle Gruppen
Strukturisomerie

IUPAC-Nomenklatur

Reaktionstypen

- die Vielfalt der Kohlenstoffverbindungen mit der Besonderheit des Kohlenstoffatoms erklären.
- Alkane (offenkettige und zyklische) und weitere Stoffklassen, z. B. Alkene, Alkine, einfache Aromaten, Halogenalkane, Alkohole, Ether, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Carbonsäureester, Amine, Aminosäuren mit ihrer Bedeutung unterscheiden.
- funktionelle Gruppen zu Stoffklassen nennen.
- zu einer Summenformel mögliche Konstitutionsisomere zeichnen.
- E/Z- (cis/trans-) und R/S-Isomerie erläutern.
- einfache Moleküle der Stoffklassen mit IUPAC-Nomenklatur benennen.
- Substitution, Addition und Eliminierung an Beispielen beschreiben.

Polymerisation	<ul style="list-style-type: none"> • <i>an Beispielen mit Hilfe von Lewis-Formeln einen möglichen Ablauf der Polymerisation erklären.</i> • <i>wichtige durch Polymerisation hergestellte Stoffe angeben (z. B. PE, PP, PVC, PS, PTFE) und Polymer-Anwendungen im Alltag nennen.</i> • <i>Lewis-Formeln der Monomere und von Ausschnitten der Polymere skizzieren.</i> • <i>die Bedeutung und Wirkungsweise von Weichmachern beschreiben.</i>
Polykondensation	<ul style="list-style-type: none"> • <i>wichtige durch Polykondensation hergestellte Stoffe mit Anwendungen im Alltag nennen und dafür Lewis-Formeln der Edukte sowie Ausschnitte der Polymere skizzieren.</i>
Kunststoffe	<ul style="list-style-type: none"> • <i>die Eigenschaften von Thermoplasten, Elastomeren und Duroplasten aufgrund des molekularen Aufbaus erklären.</i> • <i>die Bedeutung von Biopolymeren und Mikroplastik kennen.</i> • <i>das Verbrennen und Recyclingwege von Kunststoffen vergleichen und beurteilen.</i>
Fette, Fettsäuren, Seife, Tenside (→ Biologie)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>das Bauprinzip von Fettmolekülen beschreiben.</i> • <i>die Herstellung von Seife aus Fetten erläutern.</i> • <i>die Wirkung waschaktiver Teilchen (Tenside) beschreiben.</i> • <i>das Bauprinzip von Kohlenhydraten beschreiben.</i>
Kohlenhydrate Mono-, Di- und Polysaccharide (→ Biologie)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>die Kondensationsreaktion von Monosacchariden ohne Stereochemie skizzieren.</i> • <i>Mono-, Di- und Polysaccharide unterscheiden.</i> • <i>den Aufbau von Kohlenhydraten (Glucose, Fructose, Saccharose, Stärke und Cellulose) skizzieren.</i>
Aminosäuren, Peptide und Proteine (→ Biologie)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>das Bauprinzip von Aminosäuren und Peptiden beschreiben.</i> • <i>die Struktur und die Funktionen (z. B. Enzyme) von Proteinen beschreiben.</i>
Makromoleküle	<ul style="list-style-type: none"> • <i>mit Kohlenhydraten (Stärke, Cellulose) und Proteinen (Seide, Keratin, Kollagen) die Bedeutung hochmolekularer Stoffe in der belebten Natur aufzeigen.</i>
Medikamente und Gifte (→ Biologie)	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Giftigkeit und Gefahrenpotential von Stoffen aufgrund der Kennzeichnung erkennen: Gefahrensymbole, R- und S-Sätze, LD50, MAK-Wert</i> • <i>chemische Prozesse des Metabolismus von Fremdstoffen (Giften oder Medikamenten) im Körper erklären. (z. B. nach dem LADME-Modell).</i>

5 Stoffkreisläufe Umwelt

Die Maturandin / der Maturand mit Grundlagenfach Chemie kann ...

- *Stoffkreisläufe beschreiben und menschliche Eingriffe in die Kreisläufe beurteilen.*
- *Wirkungen von Stoffen auf die Umwelt diskutieren.*

5.1 Fossile Energieträger und Rohstoffe

Erdöl, Erdgas, Kohle

- *die wichtigsten Verbindungen in Erdgas und Erdöl nennen.*
- *die Bedeutung von Erdgas und Erdöl für die Energieversorgung beurteilen.*
- *Kohlenwasserstoffe als Energieträger und Rohstoff vergleichend beurteilen. (→ Biologie, → Geografie)*
- *nachwachsende und nicht nachwachsende Rohstoffe unterscheiden.*

Raffinerie

- *die Verarbeitung von Erdöl in der Raffinerie beschreiben.*

Crackprozess

Green Chemistry

- *den Reformierprozess an einem Beispiel erläutern und dessen Bedeutung aufzeigen.*
- *den Weg vom Erdöl zu den Grundstoffen der chemischen Industrie am Beispiel von Crackprozessen erläutern.*
- *die Bedeutung des Ersatzes fossiler Brennstoffe und die Schliessung von Stoffkreisläufen erkennen.*
- *Prozesse und Verfahren zur Herstellung von Produkten (z. B. Holzvergasung, Thermolyse, Click Chemistry) beschreiben.*

5.2 Anorganische Werkstoffe

Quarz, Glas, Silikate

Eisen und Stahl

Korrosion

Aluminium

- *den Aufbau von Silikaten (Quarz, Glas ...) vereinfacht beschreiben und damit Eigenschaften erklären.*
- *die Herstellung von Eisen im Hochofen und die Stahlherstellung beschreiben.*
- *die Bedingungen für das Rosten von Eisen beschreiben und mit Reaktionsgleichungen erklären.*
- *Korrosionsschutzmethoden beschreiben und chemisch begründen.*
- *die elektrolytische Herstellung von Aluminium beschreiben.*

5.3 Wasser

Trinkwasser

- *Inhaltsstoffe des Trinkwassers nennen.*
- *die Entstehung der Wasserhärte mit Hilfe von Reaktionsgleichungen erklären. (→ Geografie, → Biologie)*

5.4 Luft und Atmosphäre

Luftschadstoffe

Saurer Regen

Treibhauseffekt

Autokatalysator

Ozonschicht und Ozonloch

Ammoniaksynthese

Salpetersäure

- *Entstehung und Wirkung der Luftschadstoffe SO₂, NO₂, NO, O₃ und PM10 diskutieren. (→ Biologie, → Geografie)*
- *die Bildung von saurem Regen mit Reaktionsgleichungen erklären.*
- *den Treibhauseffekt erklären und die Ursachen für den Anstieg des CO₂-Gehalts seit der industriellen Revolution erläutern.*
- *weitere Treibhausgase nennen und deren ungefähren Anteil am Treibhauseffekt beziffern. (→ Biologie, → Geografie)*
- *Massnahmen zur Stabilisierung des Klimas diskutieren.*
- *den Aufbau des Autokatalysators erklären und die Wirkungsweise mit Worten und Reaktionsgleichungen beschreiben.*
- *die Bildung von Ozon in der Stratosphäre sowie die Zerstörung durch FCKWs mit Hilfe von Reaktionsgleichungen erklären. (→ Geografie, → Biologie)*
- *die Bedeutung der technischen Ammoniaksynthese für die Welternährung und die Kriegsführung beurteilen.*
- *die technische Ammoniaksynthese mit der natürlichen Fixierung vergleichen. (→ Geschichte, → Biologie, → Geografie)*
- *den Weg vom Ammoniak zu Stickstoffdünger mit Hilfe von Reaktionsgleichungen erklären.*