

# Kompetenzprofile der Fächer an den Studienkollegs

Chemie

Kurs T und M

## 1. Selbstverständnis des Faches und sein Beitrag zur Kompetenzförderung

Als Wissenschaft von den Stoffen, ihren Eigenschaften und den wissenschaftlichen Methoden, Stoffe zielgerichtet zu verändern, ist die Chemie eine naturwissenschaftliche Basisdisziplin vieler Studiengänge. In Wissenschaft und Forschung sind Kenntnisse und Fähigkeiten aus der Chemie für viele Fächer demnach grundlegend: Studierende der T- und M-Kurse benötigen diese fachspezifischen Kompetenzen sowohl in den medizinischen und biologischen, als auch technischen Studiengängen, wie z. B. den Ingenieurwissenschaften und der Nanotechnologie.

Da die Teilchen, aus denen die Stoffe bestehen, für eine direkte experimentelle Untersuchung kaum zugänglich sind, stehen die Arbeit von Chemikerinnen und Chemikern und somit auch der Chemieunterricht immer im Spannungsfeld der konkreten Versuchsbeobachtungen und ihrer Interpretation mithilfe von Modellen, die sich in manchen Fällen auf anschaulich-ikonische Mittel, in anderen Fällen auf abstrakt-mathematische Methoden stützen.

Die Studierenden erlangen im Chemieunterricht durch die Entwicklung und Förderung von Sach- und Methodenkompetenzen die inhaltlichen und praktischen Grundlagen, die sie für ein erfolgreiches technisches, naturwissenschaftliches oder medizinisches Studium benötigen. Um dieses Ziel zu erreichen, folgt der Chemieunterricht am Studienkolleg den didaktischen Prinzipien der Handlungs- und Kontextorientierung, sowie einer erfahrungsbasierten Wissensgenese. Er fördert die im Folgenden näher beschriebenen Kompetenzen, um komplexes und vernetztes Denken in übergreifenden Zusammenhängen zu schulen.

Darüber hinaus fördert der Unterricht die Verantwortungsbereitschaft für die Umwelt sowie für Mitmenschen und die eigene Person, z. B. im sicheren Umgang mit Gefahrstoffen oder durch die kritische Reflexion von Nutzen und Risiken der Chemie bis hin zu ethischen Fragestellungen der modernen Wissenschaft, beispielsweise in der Umwelt- und Klimaproblematik. Angesichts der multikulturellen Lerngruppen am Studienkolleg und der weltweit stark vernetzten Naturwissenschaften können diese Fragen mit einem globalen und interkulturellen Blick diskutiert werden.

## 2. Kompetenzbereiche

### Sachkompetenz

Der Kompetenzbereich „Sachkompetenz“ beschreibt das Vermögen, neue Unterrichtsinhalte zu erarbeiten und jeweils in den Kontext einer der folgenden übergeordneten, fachspezifischen Konzepte einzubetten: Stoff-Teilchen-Konzept, Struktur-Eigenschafts-Konzept, Donator-Akzeptor-Konzept, Reversibilitäts-Gleichgewichts-Konzept, Energie-Konzept. Die Studierenden gleichen ihre bereits vorhandenen Kenntnisse mit den neu erworbenen ab und erweitern bzw. korrigieren ggf. dabei ihr Fachwissen.

### **Erkenntnisgewinnung**

Der Kompetenzbereich „Erkenntnisgewinnung“ ist gekennzeichnet durch die Fähigkeit zum reflektierten Umgang mit Modellen der Chemie sowie den fachgerechten Einsatz naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden (v. a. von Experimenten) für erfahrungsbezogene problemlösungs- und hypothesengeleitete Erkenntnisgewinnungsprozesse.

### **Kommunikation**

Der Kompetenzbereich „Kommunikation“ beschreibt den sicheren Einsatz der wissenschaftlichen Fachsprache, der Voraussetzung für die mündliche oder schriftliche Teilhabe an wissenschaftlichen und fachbezogenen Diskursen ist. Er schließt dabei den sachgerechten Umgang mit unterschiedlichen fachlichen Informationsträgern wie Texten, Graphen, Formeldarstellungen, Reaktionsgleichungen, Tabellen mit ein, um Informationen aus der Chemie selbstständig zu erschließen, aufzubereiten und adressatengerecht auszutauschen sowie die Qualität unterschiedlicher Quellen kritisch zu hinterfragen.

### **Bewerten**

Der Kompetenzbereich „Bewerten“ beschreibt die Fähigkeit, auf der Grundlage gesellschaftlich akzeptierter und persönlich relevanter Werte und Normen, Handlungsoptionen zu aktuellen Sachverhalten abzuleiten, sowie Chancen und Risiken unterschiedlicher Anwendungen der Chemie zu beurteilen. Dabei erkennen und berücksichtigen die Studierenden für ihr Studium in Deutschland kulturspezifische Besonderheiten und Abweichungen von Werten und Normen im Vergleich zu ihrer Herkunftskultur.

## **3. Kompetenzerwartung**

### **Grundlagen: Stoffe, Atombau, Periodensystem, chemische Reaktionen**

Die Studierenden ...

- definieren den Materie- bzw. Stoffbegriff mithilfe des Teilchenmodells, um exemplarische Stoffe den Reinstoffen oder Stoffgemischen zuzuordnen und unter Nutzung geeigneter Stoffeigenschaften Gemische in Reinstoffe zu zerlegen.
- erläutern mithilfe unterschiedlicher Modelle den Bau von Atomen, um eine Grundvorstellung von den verschiedenen Elementarteilchen und ihren Wechselwirkungen zu entwickeln und dabei auch ein Verständnis für die historische Genese naturwissenschaftlichen Wissens zu erlangen.
- beschreiben den Aufbau von Atomen, um die Abfolge der Elemente im PSE zu erklären und für eine Prognose möglicher chemischer Reaktionen zu nutzen.
- interpretieren die bei Versuchen beobachtbaren Eigenschaftsänderungen der beteiligten Stoffe sowie Licht- und Wärmeerscheinungen, um eine Deutung des Begriffes der chemischen Reaktion auf Teilchenebene zu erarbeiten und um den Zusammenhang von chemischen Vorgängen und Energieänderungen mithilfe von Diagrammen darzustellen.
- berechnen mithilfe von Stoffmenge und Konzentration die Massen bzw. Volumina der Reaktanden oder der Komponenten eines Gemisches, um Experimente unter Anleitung zu planen oder Gemische zu charakterisieren.

### **Bindungstheorien**

Die Studierenden ...

- beschreiben die kovalente, sowie die Metall- und die Ionenbindung mithilfe geeigneter Modelle auf der Teilchenebene, um die Wechselwirkungen zwischen den Teilchen der

Bindungspartner als Voraussetzung für die Entstehung chemischer Bindungen zu erkennen und um ausgewählte physikalische Eigenschaften der Stoffe zu erklären.

- leiten aus dem räumlichen Bau von Molekülen und der Elektronegativität Aussagen zur Polarität des Moleküls ab, um anhand der jeweiligen intermolekularen Kräfte, verschiedene Stoffeigenschaften (Siedetemperatur etc.) zu erklären.
- bestimmen mithilfe ihrer Kenntnisse über das PSE die Ladungen der Ionen in Ionenverbindungen, um die Verhältnisformel zu begründen und den systematischen Namen anzugeben.

### **Kinetik**

Die Studierenden ...

- beschreiben die Reaktionsgeschwindigkeit als Änderung einer Mengengröße (z. B. Masse, Stoffmenge, Konzentration) pro Zeiteinheit, um die Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit aus einem Diagramm zur Reaktionsgeschwindigkeit zu entnehmen.
- beschreiben die Vorgänge bei einer chemischen Reaktion mithilfe einer einfachen Modellvorstellung zur Stoßtheorie, um die Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von den Reaktionsbedingungen auf Teilchenebene zu begründen.

### **Chemisches Gleichgewicht**

Die Studierenden ...

- beschreiben das chemische Gleichgewicht auf Stoff- und Teilchenebene, um den dynamischen Zustand auf Teilchenebene vom statischen Zustand auf Stoffebene abzugrenzen.
- wenden das Prinzip vom kleinsten Zwang an, um Möglichkeiten und Grenzen der Einflussnahme auf die Reaktionsführung zu diskutieren.

### **Säure-Base-Reaktionen**

Die Studierenden ...

- wenden das Donator-Akzeptor-Konzept auf Protolyse-Reaktionen an, um die Vorgänge bei der Bildung saurer, neutraler und basischer Lösungen und außerhalb von Lösungen auf Teilchenebene zu veranschaulichen.
- vorwiegend M-Kurs: leiten die Reversibilität von Protonenübergängen nach Möglichkeit aus experimentellen Beobachtungen ab, um ausgehend vom Gleichgewichtskonzept die Stärke von Säuren und Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes beziehungsweise der Säuren- und Basenkonstante abzuschätzen und zu vergleichen.
- vorwiegend M-Kurs: planen die experimentelle Bestimmung der Säurekonzentration einer unbekanntem Lösung, um diese nach Möglichkeit selbstständig und sicherheitsgerecht durchzuführen, zu dokumentieren und die erhobenen Daten der Titration auszuwerten.

### **Redoxreaktionen und Elektrochemie**

Die Studierenden ...

- charakterisieren Redoxreaktionen auf der Basis des Donator-Akzeptor-Konzepts als Elektronenübergangsreaktionen, um auf Stoffebene beobachtbare Veränderungen auf Teilchenebene mithilfe von Reaktionsgleichungen zu erklären.
- vorwiegend T-Kurs: beschreiben den Bau und die Funktionsweise galvanischer Zellen und nutzen die elektrochemischen Spannungsreihe, um Spannungen von galvanischen Zellen zu berechnen und Vorhersagen über den Verlauf von Redoxreaktionen zu treffen.

## **vorwiegend M-Kurs: Organische Chemie**

Die Studierenden ...

- beschreiben den Bau organischer Moleküle sowie Wechselwirkungen zwischen diesen, um physikalische Eigenschaften (z. B. Siedetemperatur, Schmelztemperatur, Dichte, Viskosität, Löslichkeit, Farbigkeit) und das Reaktionsverhalten verschiedener organischer Stoffe zu erklären.
- skizzieren organische Moleküle und Molekül-Ionen in unterschiedlichen Formeldarstellungen und charakterisieren sie anhand bestimmter Strukturmerkmale (u. a. Molekülpolarität, funktionelle Gruppe, Aromatizität), um sie Stoffklassen zuzuordnen und nach den IUPAC-Regeln zu benennen.

## **Inhaltsübergreifende Kompetenzerwartungen**

Die Studierenden ...

- recherchieren zunehmend selbstständiger in Nachschlagewerken, Sachbüchern und fachwissenschaftlichen Quellen und interpretieren Tabellen und Diagramme, um chemische Sachverhalte adressatengerecht in korrekter Fachsprache zu präsentieren. Dabei reflektieren sie auch Ungenauigkeiten der Alltagssprache, um Fach- und Alltagssprache kontextbezogen einzusetzen.
- gehen im Labor und Alltag sachgerecht mit Gefahrstoffen um, was die Vermeidung und Entsorgung von Schadstoffen einschließt, um ein verstärktes Verantwortungsbewusstsein für den Schutz der Gesundheit und der Umwelt zu entwickeln.
- wenden Prinzipien der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung an, indem sie Fragestellungen formulieren und zur Beantwortung dieser Fragen hypothesengeleitet vorgehen, um die Chemie als einen Weg zur Erschließung der Welt zu verstehen. Hierzu planen sie naturwissenschaftliche Untersuchungen (z. B. Einsatz von Experimenten, Modellen) und dokumentieren und interpretieren die erhobenen Daten, um sich ein zunehmend tieferes Verständnis für die Entwicklung naturwissenschaftlichen Wissens und der naturwissenschaftlichen Methoden zu erarbeiten.
- diskutieren Chancen und Risiken (bio)chemisch-technischer Entwicklungen, um über die Bedeutung der Chemie für eine weltweit nachhaltige Gestaltung der Zukunft zu reflektieren. Dabei leiten sie durch Einnehmen verschiedener Sichtweisen (z. B. als Verbraucher, als Hersteller, als Wissenschaftler) unterschiedliche Handlungsoptionen ab und beziehen ethische und weitere (z. B. ökologische, ökonomische) Aspekte bei der Entscheidungsfindung mit ein, um sich über komplexe Sachverhalte eine fundierte, persönliche Meinung zu bilden.

## **4. Inhalte des Fachunterrichts**

### **a) Basisinhalte**

- Allgemeine Grundlagen (Stoffe, Atombau, Periodensystem, chemische Reaktionen)
- Bindungstheorien (kovalente Bindung, Metallbindung, Ionenbindung)
- Kinetik (Geschwindigkeitsgesetz, Stoßtheorie)
- chemisches Gleichgewicht (Massenwirkungsgesetz, Prinzip von Le Chatelier)
- Säure-Base-Reaktionen (Donator-Akzeptor-Konzept, nur M-Kurs: Acidität, pH-Wert, Titrationsen)

- Redoxreaktionen und Elektrochemie (Donator-Akzeptor-Konzept, vorwiegend T-Kurs: Elektrolyse, elektrochemische Stromerzeugung, elektrochemische Spannungsreihe)
- vorwiegend M-Kurs: Organische Chemie (Alkane, Alkene, Alkine, Aromaten, Alkohole, Carbonylverbindungen, Carbonsäuren und Ester)

## b) mögliche Ausdifferenzierungen bzw. Erweiterungen der Basisinhalte

### Grundlagen: Stoffe, Atombau, Periodensystem (PSE), chemische Reaktionen

- Stoffe: Gemische und Reinstoffe, Elemente und Verbindungen, Kenn-/Stoffeigenschaften (z. B. Siedetemperatur, Dichte, Löslichkeit)
- Modelle und Fachbegriffe der Aggregatzustände, Zustandsgrößen, allg. Gasgleichung
- historische Entwicklung der Atomvorstellung: Kern-Hülle-Modell, Bohrsches Atommodell, Protonen, Neutronen, Elektronen, Isotope
- PSE: Perioden, Gruppen, Reaktionsverhalten von Elementen, Edelgaselektronenkonfiguration, Ionisierungsenergie, Elektronenaffinität
- Modellvorstellung zur chemischen Reaktion, Reaktionsgleichungen, Temperatur, Aktivierungsenergie, Reaktionsenthalpie, innere Energie, endo- und exotherme Vorgänge
- Teilchenzahl, Stoffmenge, Masse, Volumen, Konzentration, Massen-/Volumenanteil

### Bindungstheorien

- Modellvorstellungen zu Molekülen: Summenformeln und Nomenklatur, Strukturformeln, räumliche Struktur, Elektronegativität, polare und unpolare Elektronenpaarbindung, Einfach- und Mehrfachbindungen
- Polarität von Molekülen: räumlicher Bau, Bindungswinkel, intermolekulare Kräfte
- Metallbindung: Elektronengasmodell, z. B. Leitfähigkeit, Glanz und Duktilität
- Ionenbindung: Verhältnisformel, Nomenklatur, Sprödigkeit, elektrische Leitfähigkeit

### Kinetik

- zeitlicher Verlauf chemischer Reaktionen, mittlere und momentane Reaktionsgeschwindigkeit, Geschwindigkeitsgesetz, Stoßtheorie, Aktivierungsenergie
- Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von den Reaktionsbedingungen

### Chemisches Gleichgewicht

- reversible Reaktionen, statischer Zustand des chemischen Gleichgewichts auf Stoffebene, dynamisches Gleichgewicht auf Teilchenebene
- Massenwirkungsgesetz, Gleichgewichtskonstante  $K_c$ , Rechenbeispiele für homogene Gleichgewichte
- Prinzip von Le Chatelier und die Bedeutung für Natur und Technik, Beeinflussung der Gleichgewichtslage und Ausbeute

### Säure-Base-Reaktionen

- Indikatoren und ihre Färbung, pH-Skala, Brønsted-Konzept, Ampholyt, saure bzw. basische Lösungen als wässrige Lösung mit Oxoniumionen bzw. Hydroxidionen, Namen wichtiger Säuren und Basen, Gleichgewichtspfeil, Neutralisation

- vorwiegend M-Kurs: Acidität (Bindungspolarität und I-Effekte, mesomere Effekte), Konstanten  $K_S$  und  $pK_S$  sowie  $K_B$  und  $pK_B$ , Autoprotolyse und Ionenprodukt des Wassers, pH-Wert, pOH-Wert, Näherungsformeln zur Berechnung des pH-Wertes wässriger Lösungen starker und schwacher Säuren und Basen
- vorwiegend M-Kurs: quantitative Interpretation von Titrationskurven wässriger Lösungen einprotoniger Säuren und Basen, charakteristische Punkte der Titrationskurve, Konzentration, Halbtitration, Auswahl geeigneter Indikatoren
- vorwiegend M-Kurs: Henderson-Hasselbalch-Gleichung, Anwendung und Vorkommen von einfachen Beispielen; Puffersäure, Pufferbase, Pufferkapazität

### Redoxreaktionen und Elektrochemie

- Oxidation und Reduktion, Oxidations- und Reduktionsmittel, korrespondierende Redoxpaare, Oxidationszahlen, Regeln zum Aufstellen von Redoxreaktionen
- vorwiegend T-Kurs: Reversibilität der Redoxreaktionen, Elektrolyse, elektrochemische Stromerzeugung, Bau und Funktionsweise galvanischer Zellen, elektrochemische Spannungsreihe, Energieumsatz bei der Reaktion von Metallen und Salzlösungen (Reaktionsenthalpie)

### vorwiegend M-Kurs: Organische Chemie

- Nomenklatur und Bau der Alkane, Alkene, Alkine (homologe Reihe, Konstitutionsisomerie, Stereoisomerie, u. a. Chiralität): Auswirkung des Molekülbaus auf physikalische Eigenschaften (z. B. Siedetemperatur, Schmelztemperatur, Dichte, Viskosität, Löslichkeit) und Reaktionsverhalten (z. B. Verbrennung, radikalische Substitution, elektrophile Addition)
- Bau der Aromaten (Aromatizität, Mesomerie): Auswirkung des Molekülbaus auf das Reaktionsverhalten (elektrophile aromatische Substitution)
- Nomenklatur und Bau der Alkohole, Carbonylverbindungen, Carbonsäuren und Ester: Auswirkung des Molekülbaus auf das Reaktionsverhalten (z. B. Oxidierbarkeit verschiedener Alkohole, Acidität, Veresterung und Ester-Hydrolyse, nukleophile Addition und Substitution)