

**Lehrplan
für das Berufskolleg
in Nordrhein-Westfalen**

**Staatlich geprüfte Chemisch-technische Assistentin/
Staatlich geprüfter Chemisch-technischer Assistent**

**Bildungsgänge der Berufsfachschule,
die zu einem Berufsabschluss nach Landesrecht
und zur Fachhochschulreife führen**

Fächer des fachlichen Schwerpunktes

Herausgegeben vom Ministerium für Schule und Weiterbildung
des Landes Nordrhein-Westfalen
Völklinger Straße 49, 40221 Düsseldorf

30305/2007 i. d. F. 8/2014

Auszug aus dem Amtsblatt
des Ministeriums für Schule und Weiterbildung
des Landes Nordrhein-Westfalen
Nr. 07/07

Berufskolleg;
Bildungsgänge der Berufsfachschule
nach § 2 Abs. 1 Anlage C (C 1 bis C 4)
der Verordnung
über die Ausbildung und Prüfung
in den Bildungsgängen des Berufskollegs (APO-BK);
Richtlinien und Lehrpläne

RdErl. d. Ministeriums für Schule und Weiterbildung
v. 3. 6. 2007 – 612-6.08.01.13-23252, **geändert** durch RdErl. v. 1.8.2011 (ABl. NRW. 9/11 S. 496),
geändert durch Verordnung zur Änderung der APO-BK vom 30.5.2014 (GV. NRW. S. 314)

Bezug:
RdErl. d. Ministeriums für Schule, Jugend und Kinder
v. 20. 12. 2004 (ABl. NRW. 1/05 S. 12)

Unter Mitwirkung erfahrener Lehrkräfte wurden Richtlinien und Lehrpläne für die Bildungsgänge der Berufsfachschule nach § 2 Abs. 1 Anlage C (C 1 bis C 4) der Verordnung über die Ausbildung und Prüfung in den Bildungsgängen des Berufskollegs (APO-BK) erarbeitet.

Die Richtlinien und Lehrpläne für die in der **Anlage** aufgeführten Bildungsgänge werden hiermit gemäß § 29 Schulgesetz (BASS 1 – 1) mit Wirkung vom 1. 8. 2007 in Kraft gesetzt.

Die Veröffentlichung erfolgt in der Schriftenreihe „Schule in NRW“.

Die Richtlinien und Lehrpläne zur Erprobung sind allen an der didaktischen Jahresplanung für den Bildungsgang Beteiligten zur Verfügung zu stellen und zusätzlich in der Schulbibliothek u. a. für die Mitwirkungsberechtigten zur Einsichtnahme bzw. zur Ausleihe verfügbar zu halten.

Der Erlass vom 7. 5. 2001 - 634. 36-31/2 Nr. 102/01 - (n. v.) wird bezüglich der Fächer, für die nunmehr die Lehrpläne in Kraft treten, mit Wirkung vom 1. 8. 2007 aufgehoben. Die im Bezugserlass aufgeführten Lehrpläne zur Erprobung, die von den nunmehr auf Dauer festgesetzten Lehrplänen abgelöst werden, treten mit Wirkung vom 1. 8. 2007 außer Kraft.

Auf der Grundlage der Verordnung zur Änderung der APO-BK vom 30.5.2014 sowie des Runderlasses zur Änderung der Verwaltungsvorschriften vom 2.6.2014 wurden die Berufsbezeichnungen geändert sowie die Bestimmungen für die Fachhochschulreifeprüfung (4. Prüfungsfach). Die Änderungen gelten für Schülerinnen und Schüler, die am 1.8.2014 in den Bildungsgang eingetreten sind.

Anlage

Heft- Bildungsgang
Nr.

- 40301 Staatlich geprüfte Assistentin für Betriebsinformatik/
Staatlich geprüfter Assistent für Betriebsinformatik (auslaufend gültig bis 31.7.2016)
- 40301 Staatlich geprüfte Kaufmännische Assistentin/
Staatlich geprüfter Kaufmännischer Assistent,
Schwerpunkt Betriebsinformatik (gültig ab 1.8.2014)
- 40302 Staatlich geprüfte Bautechnische Assistentin/
Staatlich geprüfter Bautechnischer Assistent
Schwerpunkt Hoch-/Tiefbau
- 40306 Staatlich geprüfte Bautechnische Assistentin/
Staatlich geprüfter Bautechnischer Assistent, Schwerpunkt Denkmalpflege

- 40303 Staatlich geprüfte Bekleidungstechnische Assistentin/
Staatlich geprüfter Bekleidungstechnischer Assistent
- 40304 Staatlich geprüfte Biologisch-technische Assistentin/
Staatlich geprüfter Biologisch-technischer Assistent
- 40305 Staatlich geprüfte Chemisch-technische Assistentin/
Staatlich geprüfter Chemisch-technischer Assistent
- 40307 Staatlich geprüfte Elektrotechnische Assistentin/
Staatlich geprüfter Elektrotechnischer Assistent
- 40308 Staatlich geprüfte Gestaltungstechnische Assistentin/
Staatlich geprüfter Gestaltungstechnischer Assistent;
Schwerpunkt Grafikdesign und Objektdesign
- 40309 Staatlich geprüfte Gestaltungstechnische Assistentin/
Staatlich geprüfter Gestaltungstechnischer Assistent,
Schwerpunkt Medien/Kommunikation
- 40310 Staatlich geprüfte Informatikerin Medizinökonomie/
Staatlich geprüfter Informatiker Medizinökonomie
- 40311 Staatlich geprüfte Informatikerin Multimedia/
Staatlich geprüfter Informatiker Multimedia
- 40312 Staatlich geprüfte Informatikerin Softwaretechnologie/
Staatlich geprüfter Informatiker Softwaretechnologie
- 40313 Staatlich geprüfte Informatikerin Wirtschaft/
Staatlich geprüfter Informatiker Wirtschaft
- 40314 Staatlich geprüfte Informationstechnische Assistentin/
Staatlich geprüfter Informationstechnischer Assistent
- 40315 Staatlich geprüfte Kaufmännische Assistentin/
Staatlich geprüfter Kaufmännischer Assistent,
Schwerpunkt (bisher Fachrichtung) Betriebswirtschaft
- 40316 Staatlich geprüfte Kaufmännische Assistentin/
Staatlich geprüfter Kaufmännischer Assistent,
Schwerpunkt (bisher Fachrichtung) Fremdsprachen
- 40317 Staatlich geprüfte Kaufmännische Assistentin/
Staatlich geprüfter Kaufmännischer Assistent,
Schwerpunkt (bisher Fachrichtung) Informationsverarbeitung
- 40319 Staatlich geprüfte Kosmetikerin/Staatlich geprüfter Kosmetiker
- 40320 Staatlich geprüfte Lebensmitteltechnische Assistentin/
Staatlich geprüfter Lebensmitteltechnischer Assistent
- 40321 Staatlich geprüfte Maschinenbautechnische Assistentin/
Staatlich geprüfter Maschinenbautechnischer Assistent
- 40322 Staatlich geprüfte Physikalisch-technische Assistentin/
Staatlich geprüfter Physikalisch-technischer Assistent
- 40326 Staatlich geprüfte Physikalisch-technische Assistentin/
Staatlich geprüfter Physikalisch-technischer Assistent
Schwerpunkt Metallographie und Werkstoffkunde
- 40323 Staatlich geprüfte Präparationstechnische Assistentin/
Staatlich geprüfter Präparationstechnischer Assistent
Schwerpunkt Biologie

40324 Staatlich geprüfte Präparationstechnische Assistentin/
Staatlich geprüfter Präparationstechnischer Assistent
Schwerpunkt Geologie

40325 Staatlich geprüfte Präparationstechnische Assistentin/
Staatlich geprüfter Präparationstechnischer Assistent
Schwerpunkt Medizin

40327 Staatlich geprüfte Umweltschutztechnische Assistentin/
Staatlich geprüfter umweltschutztechnischer Assistent

40328 Richtlinien für die Bildungsgänge der Berufsfachschule, die zu einem Berufsabschluss
und zur Fachhochschulreife führen

Inhalt

Seite

1	Der Bildungsgang Staatlich geprüfte Chemisch-technische Assistentin/Staatlich geprüfter Chemisch-technischer Assistent	7
2	Richtlinien und Lehrpläne	8
3	Studentafeln und ihre Handhabung	9
3.1	Studentafel nach APO-BK Anlage C1	9
3.2	Studentafel nach APO-BK Anlage C2	10
4	Vorgaben für die Fächer des fachlichen Schwerpunktes	11
4.1	Anorganisch-analytische Chemie	11
4.1.1	Bedeutung des Faches	11
4.1.2	Struktur des Faches	12
4.2	Organische Chemie/Biochemie	13
4.2.1	Bedeutung des Faches	14
4.2.2	Struktur des Faches Organische Chemie/Biochemie	15
4.3	Instrumentelle Analytik	16
4.3.1	Bedeutung des Faches	16
4.3.2	Struktur des Faches	17
4.4	Chemische Technologie/Physikalische Chemie	18
4.4.1	Bedeutung des Faches	18
4.4.2	Struktur des Faches	19

1 Der Bildungsgang Staatlich geprüfte Chemisch-technische Assistentin/Staatlich geprüfter Chemisch-technischer Assistent

Der Bildungsgang Staatlich geprüfte Chemisch-technische Assistentin/Staatlich geprüfter Chemisch-technischer Assistent im Rahmen der dreijährigen Berufsfachschule für Technik bietet jungen Menschen eine moderne Berufsausbildung in dem naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeld der Chemie und der chemischen Technik. Die Berufskollegs leisten mit diesem Bildungsgang einen Beitrag zur Versorgung des regionalen Wirtschaftsraumes mit Arbeitskräften, die in Ergänzung zu den Chemielaborantinnen und Chemielaboranten die vielfältigen Tätigkeiten und Aufgaben besonders in mittelständischen Betrieben bewältigen können. Ferner erwerben die Absolventen die Fachhochschulreife. Es steht ihnen dann ein Studium im großen Spektrum der Chemiestudiengänge an einer Fach- oder Gesamthochschule offen.

Als Zukunftswissenschaft und –technik entwickelt sich die Chemie mit hoher Eigendynamik in immer kürzeren Zyklen weiter. Die gebührende Berücksichtigung technischer Entwicklungen sowie geänderter Anforderungen des Arbeitsmarktes sind daher zwingend notwendig. Ebenso muss es Ziel des Bildungsganges sein, an diesen Entwicklungen aktiv und gestaltend teilnehmen zu können.

Dies geschieht durch eine breit angelegte Ausbildung in der Chemie und ihrer Nachbardisziplinen. Darauf basierend werden Akzente gesetzt und Schwerpunkte gebildet, die den Bedürfnissen von Wirtschaft, Forschung und Verwaltung nachkommen. Die Entwicklung beruflicher Handlungskompetenz ist Leitziel der Ausbildung zur Chemisch-technischen Assistentin/zum Chemisch-technischen Assistenten.

Die beruflichen Anforderungen sind gekennzeichnet durch eine Vielfalt von Aufgaben und der Dynamik der Arbeitsfelder, in denen Chemisch-technische Assistentinnen und Assistenten tätig sind. Absolventen des Bildungsganges unterstützen dabei den akademisch ausgebildeten Chemiker in Forschung, Anwendungstechnik und Betriebsüberwachung. Typische Arbeits- und Aufgabenfelder sind die Durchführung chemischer und physikalisch-chemischer Untersuchungen nach vorgegebenen Methoden, Materialprüfungen, Kontroll- und Reihenuntersuchungen mit Datenzusammenstellung, -verarbeitung, -auswertung, Erstellen von Versuchsprotokollen, Zusammenstellung von Auswertungsergebnissen und Statistiken, Durchführung und Überwachung anwendungstechnischer Versuche, Ausführung betrieblicher Tätigkeiten wie Probennahme und deren Überwachung sowie Auswertung und Kontrolle der Ergebnisse automatisch arbeitender Betriebsüberwachungssysteme. Diese Aufgabenfelder finden sich in Laboren von Industrie, Handel, Hochschulen, Großforschungseinrichtungen und Verwaltungen. Weiter ergeben sich aber auch außerhalb Tätigkeitsfelder in Ausbildung, Pharmazie, Medizin, Umweltschutz, Akquisition u. a. Diese Aufgaben erfordern eine chemisch ausgebildete Fachkraft mit hoher beruflicher Flexibilität zur Bewältigung der sich ständig wandelnden Anforderungen der Arbeitswelt, die auch die Bereitschaft zur beruflichen Fort- und Weiterbildung benötigt. Gerade deshalb sind solide Basiskompetenzen in

den relevanten Handlungsfeldern der Chemie/Chemietechnik sowie Biotechnologie unverzichtbar.

Fächerübergreifender Unterricht in einem didaktischen Verbund von Fächern der drei Lernbereiche im Sinne der Bildungsziele des Berufskollegs ist als durchgängiges Lern- und Arbeitsprinzip anzustreben. Die Gesamtheit der fächerübergreifenden Aufgabenstellungen soll ein Abbild der beruflichen Wirklichkeit im Rahmen des von der Schule gewählten Profils darstellen. Zu den fächerübergreifenden Aufgabenstellungen leisten die einzelnen Fächer inhaltlich und zeitlich unterschiedliche Beiträge.

Schon die Kurzbeschreibung des Bildungsganges macht deutlich, dass nicht nur die Leistungen in den naturwissenschaftlichen/mathematischen Fächern im Blick gehalten werden müssen, sondern, dass wegen des angestrebten Erwerbs der Fachhochschulreife, auch die Bedeutung der allgemein bildenden Fächer gebührend beachtet werden. Hierbei bekommt das Fach Englisch als Wissenschaftssprache ein besonderes Gewicht.

Arbeitssicherheit und Umweltschutz sind durchgängige Ziele aller Lernbereiche. Die Vermittlung stöchiometrischer Kenntnisse ist ebenfalls durchgängig entsprechenden Fachinhalten zugeordnet, aufgrund deren Bedeutung wird jedoch empfohlen, Stöchiometrie als „Weiteres Fach“ der Rahmenstundentafel zu benennen. Bei der Auswahl „Weiterer Fächer“ durch die Bildungsgangkonferenz sollte insbesondere auch die Qualifikation für ein Studium (Studierfähigkeit) gebührend berücksichtigt werden.

2 Richtlinien und Lehrpläne

Inhalt und Struktur des Bildungsgangs „Staatlich geprüfte Chemisch-technische Assistentin/Staatlich geprüfter Chemisch-technischer Assistent“ sind in den Richtlinien sowie den Lehrplänen für die Fächer des fachlichen Schwerpunktes festgelegt. In den Richtlinien sind die Rahmenbedingungen für die Anwendung der folgenden Fachlehrpläne dargestellt. Ebenso enthalten sie didaktische und methodische Vorgaben für die Anwendung der Fachlehrpläne und beschreiben die Handhabung der Stundentafeln. Die Fachlehrpläne sind Bestandteil der Richtlinien. (Siehe hierzu Richtlinie für die Bildungsgänge „Staatlich geprüfte Assistentin/Staatlich geprüfter Assistent“).

3 Studentafeln und ihre Handhabung

3.1 Studentafel nach APO-BK Anlage C 1

Staatlich geprüfte Chemisch-technische Assistentin/Staatlich geprüfter Chemisch-technischer Assistent und Fachhochschulreife			
Lernbereiche/Fächer:	11	12	13
Berufsbezogener Lernbereich			
Fächer des fachlichen Schwerpunktes: ^{1 7} • anorganisch-analytische Chemie ^{2 3} • organische Chemie/Biochemie ^{2 3} • instrumentelle Analytik ^{2 3} • chemische Technologie/physikalische Chemie ^{2 3} • Weitere Fächer ⁴	720 – 880 160 – 280 80 – 120 80 – 200 120 – 160 mind. 80	720 – 880 80 – 120 160 – 280 80 – 240 80 – 120 mind. 80	720 – 880 120 120 – 200 240 – 320 120 mind. 80
Mathematik ²	80	80	80
Wirtschaftslehre	80	80	80
Englisch ⁵	80	80	80
Betriebspraktika	mind. 8 Wochen		
Berufsübergreifender Lernbereich			
Deutsch/Kommunikation ⁵	80	80	80
Religionslehre	80	80	80
Sport/Gesundheitsförderung	80	80	80
Politik/Gesellschaftslehre	80	80	80
Differenzierungsbereich ⁶			
	0 – 160	0 – 160	0 – 160
Gesamtstundenzahl	1440	1440	1440

Fachhochschulreifeprüfung⁷

Schriftliche Prüfungsfächer:

1. Ein Fach des fachlichen⁸ Schwerpunktes
2. Ein Fach des fachlichen Schwerpunktes aus dem mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Bereich⁸ oder Mathematik
3. Deutsch/Kommunikation
4. Englisch

Berufsabschlussprüfung⁷

Schriftliche Prüfungsfächer:

1. Prüfungsfach
2. Prüfungsfach
3. Prüfungsfach

- 1 Im fachlichen Schwerpunkt soll der Anteil der Laborausbildung/Fachpraxis mindestens die Hälfte des Stundenvolumens betragen.
- 2 Mögliches schriftliches Fach der Fachhochschulreifeprüfung.
- 3 Mögliches schriftliches Fach der Berufsabschlussprüfung.
- 4 Festlegung durch die Bildungsgangkonferenz, als weitere Fächer kommen u. a. in Betracht: Arbeitssicherheit, Biotechnologie, Labordatenverarbeitung, Labormanagement, Lebensmittelchemie, Physikalische Mess- und Prüftechnik, Stöchiometrie, Toxikologie, Umweltanalytik, Werkstofftechnologie. Das Stundenvolumen ist so groß zu wählen, dass unter Berücksichtigung des Differenzierungsbereiches die Gesamtstundenzahl von jeweils 1440 Stunden pro Jahr gewährleistet ist.
- 5 Schriftliches Fach der Fachhochschulreifeprüfung.
- 6 Im Differenzierungsbereich sind über den gesamten Ausbildungszeitraum mindestens 240 Stunden anzubieten. Darin sind bei Bedarf 160 Stunden für die zweite Fremdsprache enthalten.
- 7 Im Rahmen der erlassenen Vorgaben / Richtlinien und Lehrpläne entscheidet die Bildungsgangkonferenz über die Auslegung des fachlichen Schwerpunktes. Zu Beginn des letzten Ausbildungsjahres legt die Bildungsgangkonferenz die Fächer des fachlichen Schwerpunktes als schriftliche Fächer der Fachhochschulreifeprüfung und der Berufsabschlussprüfung fest.
- 8 Wird als schriftliches Fach der Berufsabschlussprüfung gewertet.

3.2 Studentafel nach APO-BK Anlage C 2

Staatlich geprüfte Chemisch-technische Assistentin/Staatlich geprüfter Chemisch-technischer Assistent und Fachhochschulreife		
Lernbereiche/Fächer:	11	12
Berufsbezogener Lernbereich		
Fächer des fachlichen Schwerpunktes: ^{1 5} - organische Chemie/Biochemie² - anorganisch-analytische Chemie² - Instrumentelle Analytik² - Chemische Technologie/physikalische Chemie² - Weiteres Fach/Weitere Fächer³	920 – 1160	920 – 1160
	200 – 320	160 – 240
	160 – 200	120 – 160
	120 – 280	280 – 360
	120 – 160	120 – 160
	mind. 120	mind. 120
Mathematik	40	40
Wirtschaftslehre	40	40
Englisch	40	40
Betriebspraktika	mind. 8 Wochen	
Berufsübergreifender Lernbereich		
Deutsch/Kommunikation	40	40
Religionslehre	40	40
Sport/Gesundheitsförderung	40	40
Politik/Gesellschaftslehre	40	40
Differenzierungsbereich ⁴		
	0 – 240	0 – 240
Gesamtstundenzahl	1440	1440

Berufsabschlussprüfung⁵

Schriftliche Prüfungsfächer:

1. Prüfungsfach
2. Prüfungsfach
3. Prüfungsfach

-
- 1 Im fachlichen Schwerpunkt soll der Anteil der Laborausbildung/Fachpraxis mindestens die Hälfte des Stundenvolumens betragen.
 - 2 Mögliches schriftliches Fach der Berufsabschlussprüfung.
 - 3 Festlegung durch die Bildungsgangkonferenz, als Weiteres Fach/Weitere Fächer kommen u. a. in Betracht: Arbeitssicherheit, Biotechnologie, Labordatenverarbeitung, Labormanagement, Lebensmittelchemie, Physikalische Mess- und Prüftechnik, Stöchiometrie, Toxikologie, Umweltanalytik, Werkstofftechnologie. Das Stundenvolumen ist so zu wählen, dass unter Berücksichtigung des Differenzierungsbereiches die Gesamtstundenzahl von jeweils 1440 Stunden pro Jahr gewährleistet ist.
 - 4 Im Differenzierungsbereich sind über den gesamten Ausbildungszeitraum mindestens 240 Stunden anzubieten. Darin sind bei Bedarf 160 Stunden für die zweite Fremdsprache enthalten.
 - 5 Im Rahmen der erlassenen Vorgaben / Richtlinien und Lehrpläne entscheidet die Bildungskonferenz über die Auslegung des fachlichen Schwerpunktes. Zu Beginn des letzten Ausbildungsjahres legt die Bildungsgangkonferenz die Fächer des fachlichen Schwerpunktes als schriftliche Fächer der Berufsabschlussprüfung fest.

4 Vorgaben für die Fächer des fachlichen Schwerpunktes

Bei der Erstellung der Didaktischen Jahresplanung hat die Bildungsgangkonferenz über die Vorgaben für die Fächer des fachlichen Schwerpunktes hinaus weitere allgemeine Inhalte und rechtliche Bestimmungen für die Ausbildung „Staatlich geprüfter chemisch-technischer Assistentinnen und Assistenten“ zu beachten. Soweit diese Inhalte durch die Fächer dieses Lehrplanes nicht abgedeckt werden, ist sicherzustellen, dass sie in den Weiteren Fächern und im berufsübergreifenden Lernbereich der Stundentafel vermittelt werden.

Beispielhaft sind folgende Aufgaben und Qualifikationen zu nennen:

- Beachten der Vorschriften zur Arbeitssicherheit (Gefahrstoffverordnung, Richtlinien für Laboratorien, Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht) und Regeln der Arbeitshygiene, Handhaben der persönlichen Schutzausrüstung, der Sicherheits- und Brandschutzeinrichtungen
- Beachten der Vorschriften zum Schutz vor Missbrauch personenbezogener Daten
- Kenntnisse zur Datensicherheit als umfassende technische und organisatorische Aufgabe, um die Beschädigung und den Verlust von Daten zu verhindern
- Beachten der Verhaltensweisen bei Unfällen, Ergreifen von Maßnahmen der Ersten Hilfe
- Beachten der Vorschriften zum Umweltschutz, Vermeiden von Umweltbelastungen, rationelles Einsetzen der bei der Arbeit verwendeten Energie
- Einsetzen, Pflegen und Instandhalten der Arbeitseinrichtungen und Arbeitsmittel
- Kennzeichnen, Aufbewahren, Handhaben und Entsorgen von Arbeitsstoffen
- Erarbeiten von Arbeits- und Betriebsanleitungen, Auswerten und Dokumentieren von Arbeits-/Prüfungsergebnissen
- Mitwirkung beim betriebswirtschaftlichen Handling mit Chemikalien (Einkauf, Überwachung des Lagerbestandes, Gefahrstoffkataster)

4.1 Anorganisch-analytische Chemie

4.1.1 Bedeutung des Faches

Die Aufgabe des Faches anorganisch-analytische Chemie besteht neben der Vermittlung grundlegender anorganischer Stoffkenntnisse und Gesetzmäßigkeiten in der Bereitstellung ebenso grundlegender Methoden zur qualitativen und quantitativen Erfassung von Stoffen und Stoffgemischen. Hierzu zählt die Kontrolle von Stoffströmen durch Gehaltsbestimmungen von Ausgangsstoffen Zwischen- und Endprodukten. Wenngleich viele der ursprünglichen Aufgabenstellungen durch instrumentelle Verfahren heute schneller gelöst werden, behält das Fach seine Bedeutung für die Sensibilisierung von Gefahren, die Probenvorbereitung, Probenbehandlung und den direkten Bezug zu chemischen Reaktionen.

Ziel der beruflichen Erstausbildung ist es, die Schülerinnen und Schüler mit den nasschemisch-analytischen Methoden vertraut zu machen und sie zu befähigen, analytische Methoden der Problemstellung entsprechend anzuwenden. Der expe-

rimentelle Umgang mit den Stoffen führt zum Verifizieren von Gesetzmäßigkeiten. Die Anwendung normierter Vorschriften dient dem Erkennen der Notwendigkeit reproduzierbarer Verfahren bei chemischen Analysen. Nichteinhaltung dieser Vorschriften, sowie unpräzises oder unsauberes Arbeiten, führt für die angehenden chemisch-technischen Assistentinnen und Assistenten direkt erkennbar zu schlechten oder falschen Analyseergebnissen.

Damit einher geht die systematische Erarbeitung von anorganisch-chemischen Stoffkenntnissen, stofflichen Umsetzungen und gesetzmäßigen Sachzusammenhängen, die zu der Erkenntnis führen, dass hinter der zunächst verwirrenden Fülle von Einzelbeobachtungen und Daten nur wenige allgemeine Konzepte stehen, die diese Details strukturieren und erklärbar machen.

Besonders in diesem Fach erschließt sich mit der Einheit von theoretischem und praktischem Unterricht die Möglichkeit, stoffliche Gemeinsamkeiten und Unterschiede unmittelbar erfahrbar zu machen, Reaktionsbedingungen experimentell zu erfassen, theoretisch zu reflektieren und in einer Versuchsauswertung zu dokumentieren.

Somit kommt diesem Fach eine besondere didaktische Bedeutung im Rahmen der Ausbildung zu.

4.1.2 Struktur des Faches

Themenbereiche	Inhalte	Anmerkungen
Atombau/PSE	● Elementarteilchen ● Atommodelle (Bohrsches Atommodell, Orbitalmodell) ● Ordnungsparameter (Ordnungszahl, relative Atommasse, Elektronenkonfiguration) ● Stoffklassen, stoffliche Eigenschaften	Exemplarische Beispiele für stoffliche Eigenschaften.
Chemische Bindung	● Ionenbindung, Atombindung, Metallbindung, koordinative Bindung, Ionisierungsenergie, Elektronenaffinität, Dipole, Wasserstoffbrücken, Geometrie der Bindung, Bindungslängen	
Chemische Gleichgewichte	● Massenwirkungsgesetz und seine Anwendungen ● Prinzip von Le Chatelier ● Löslichkeitsprodukt ● Ionenprodukt des Wassers ● Dissoziationsgrad, pH-Wert, Protolysegleichgewichte ● Pufferlösungen	Die Ableitung des MWG aus der Reaktionskinetik ist an dieser Stelle nicht zwingend notwendig.

Typologie anorganisch-chemischer Reaktionen	• Darstellung und Aussagen von Reaktionsgleichungen • Fällungsreaktionen • Säure-Base-Reaktionen (Protolysen) • Redoxreaktionen (Redoxbegriff, Oxidationszahl)	Bei Protolysen liegt der Schwerpunkt auf der Brönsted-Theorie. Nasstechnische-analytische Reaktionen (Hinführung zum Laborunterricht. Hinweise auf großtechnische Anwendungen im Fach CT/PC.
Komplexchemie	• Bindungsverhältnisse, Geometrie, Nomenklatur, Ligandenfeldtheorie, Chelatkomplexe, Stabilität, Eigenschaften und Reaktionen von Komplexen	
Ablauf, Energie und Geschwindigkeit chemischer Reaktionen	• Enthalpiebegriff, Reaktionsenthalpie • Entropie • Freie Energie (Gibb'sche Gleichung) • Energieprofile chemischer Reaktionen • Reaktionsgeschwindigkeit (Definition und Einflussgrößen) • Katalyse	Vermittlung von Grundlagenkenntnissen; Vertiefung und Anwendung erfolgt im Fach CT/PC.
Qualitative Analyseverfahren	• Charakteristische Reaktionen zur Identifizierung anorganischer Stoffe durchführen (Ionen-, Fällungs-, Säure-, Base-, Redoxreaktionen und Komplexe) • Reaktionsgleichungen für Nachweisreaktionen aufstellen • Sicherer Umgang mit Arbeitsstoffen, Vorschriften zum Umgang mit Gefahrstoffen • Giftstoffe (z. B. Schwermetalle) unschädlich bzw. weniger gefährlich machen	Betriebsanweisungen für Schülerinnen und Schüler beachten. GefahrstoffVO für BK beachten.
Quantitative Analyseverfahren	• Einsatz und Handhabung von Volumenmessgeräten und Waagen • Gravimetrie (Fällungstechniken, Filtrationstechniken) • Maßanalytische Verfahren (Säure-Base-Titrationen, Komplexometrie, Redox titrationen u. a.) • Maßlösung, Titer, Indikatoren, Bestimmung von Äquivalenzpunkten • Durchführung qualitätssichernder Maßnahmen	Inhalte können auch im Fach IA in der Unterstufe bearbeitet werden (fließender Übergang zum Fach Instrumentelle Analytik).

4.2 Organische Chemie/Biochemie

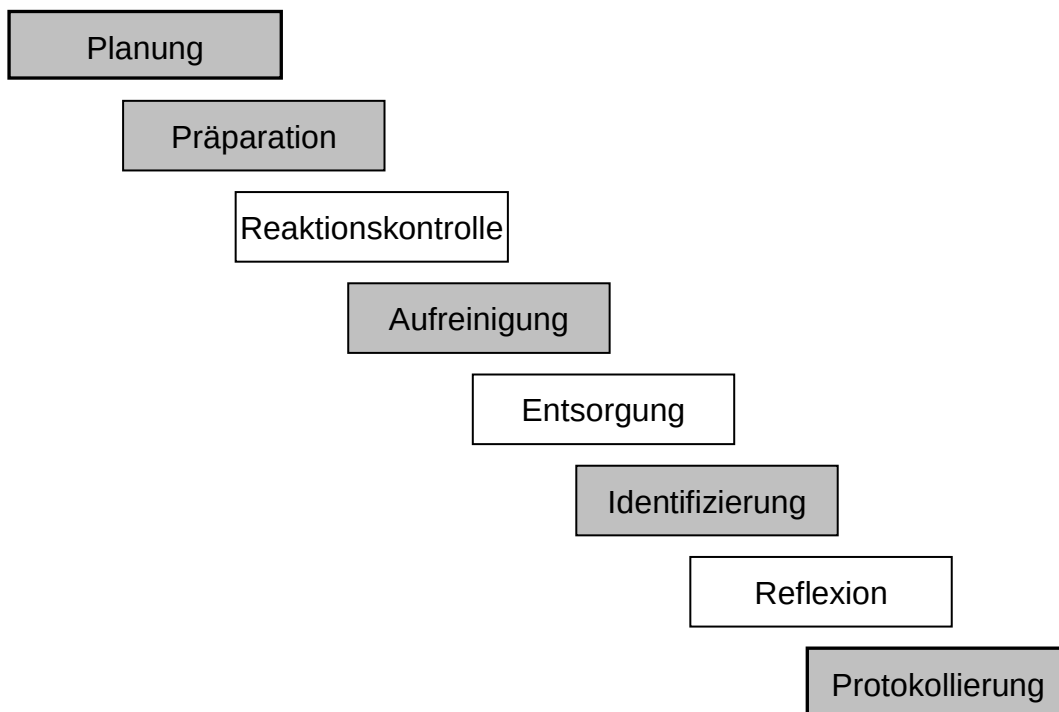
4.2.1 Bedeutung des Faches

Die überwiegende Anzahl bekannter Stoffe sind Verbindungen des Kohlenstoffs, deren Eigenschaften sich in vieler Hinsicht von denen der anorganischen Verbindungen unterscheiden. Die ungeheure Komplexität organisch-chemischer Abläufe, die auf den im Periodensystem einmaligen Bindungseigenschaften von Kohlenstoff beruht, bedingt eine gründliche Behandlung wesentlicher Kernstrukturen.

Die dadurch notwendige Systematik und die speziellen Arbeitstechniken erfordern die Beibehaltung der organischen Chemie als klassisches Unterrichtsfach. Darüber hinaus bestehen aber auch enge Verknüpfungen zur Biochemie und Molekularbiologie welche in Zukunft eher noch an Bedeutung gewinnen werden, wie die Entwicklung in der Biotechnologie und Gentechnik zeigt. Wesentlicher Bestandteil der Ausbildung in diesem Fach ist die Vorbereitung und Durchführung organischer Synthesen, Aufbereitung von Reaktionsgemischen und Identifizierung von Ausgangsstoffen sowie Produkten.

Die in der organischen Synthese benutzten Verfahren, Methoden und Reagenzien sind zahlreich und nehmen ständig zu. Die Auswahl der Aufgaben ist deshalb so vorzunehmen, dass größtmögliche Vielseitigkeit sowohl bei den chemischen Reaktionen als auch bei den Arbeitstechniken erreicht wird.

Bei der Bearbeitung einer komplexen Aufgabe müssen verschiedene Handlungen geplant und durchgeführt werden, welche folgendermaßen konkretisiert werden können:



Einzelne Arbeitsphasen bieten gute Möglichkeiten für fächerübergreifendes Arbeiten. Arbeitssicherheit und Umweltschutz sollten darüber hinaus unabdingbare Bestandteile der Handlungsbereiche der organischen Chemie sein.

4.2.2 Struktur des Faches Organische Chemie/Biochemie

Themenbereiche	Inhalte	Anmerkungen
Aliphatische Kohlenwasserstoffe	• Bindungsverhältnisse und Hybridisierungsmodelle • Struktur und Nomenklatur der Kohlenwasserstoffe • Strukturisomerie, Stereoisomerie • Einfluss der Struktur auf physikalische Eigenschaften und Reaktionsverhalten	Fächerübergreifende Behandlung möglich z. B. in CT/PC (Rohstoffe der industriellen organischen Chemie, petrochemische Erzeugnisse, Brennstoffe).
Aromatische Verbindungen	• Bindungsverhältnisse, Kriterien des aromatischen Zustands • Nomenklatur und Struktur aromatischer Verbindungen • Reaktionsverhalten	Besondere Problematik der Trivialnamen bei Verbindungen dieser Gruppe beachten.
Verbindungen mit funktionellen Gruppen	• Strukturmöglichkeiten unter besonderer Berücksichtigung der Sauerstoff- und Stickstoffverbindungen • Reaktionsverhalten und Nachweisreaktionen • Nomenklatur • Optische Isomerie	Die Anwesenheit bestimmter Atomgruppen verleiht einem organischen Molekül charakteristische, vorhersehbare Eigenschaften. Die Kenntnis funktionseller Gruppen ist daher von großer Bedeutung. Visualisierung durch Einsatz von Molekülbaukästen und spezieller Software. Bedeutung der optischen Aktivität besteht auch im Fach Instrumentelle Analytik.
Spezielle Stoffklassen	• Z. B.: Metallorganische Verbindungen und Silicone • Naturstoffe wie z. B.: Fette, Kohlehydrate, Proteine • Weitere Stoffklassen wie z. B.: Kunststoffe, Farbstoffe, Tenside, Arzneistoffe	Je nach Profilbildung der Schule sind Schwerpunkte zu setzen. Fächerübergreifende Behandlung von Inhalten auch in CT/PC möglich.
Reaktionsmechanismen Spezielle Reaktionen	• Addition, Substitution, Eliminierung, Umlagerung • Namensreaktionen, wie z. B. Grignard-Reaktionen, Friedel-Crafts-Reaktionen • Reaktionsprofile • Biochemische Reaktionen • Katalyse durch Enzyme	Biochemische Reaktionen geben Beispiel dafür, wie sich Reaktionen mit optimalen Ausbeuten und Ergebnissen durchführen lassen. Prinzipien dieser Reaktionen lassen sich auch bei Reaktionen im Labor anwenden und im Rahmen des beschriebenen Schemas in der Laborausbildung (Gang einer vollständigen Synthese) durchführen.

Synthese/Analyse von organischen Verbindungen	● Synthese verschiedener organischer Verbindungen unter Berücksichtigung wichtiger Reaktionsmechanismen und Stoffgruppen ● Analyse verschiedener organischer Verbindungen, wie z. B. Lebensmitteluntersuchungen auf Fette und Eiweiße ● Enzymgesteuerte Reaktionen/Biotechnologische Verfahren	Die Inhalte enzymgesteuerte Reaktionen können auch in größerem Umfang im „weiteren Fach“ Biotechnologie behandelt werden.
Aufreinigungstechniken Produktisolierung und Produktkontrolle	● Filtration, Zentrifugieren, Destillation, Extraktion, Umkristallisation ● Verfahren zur Produktkontrolle (Schmelz- und Siedepunktbestimmung, Refraktometrie, chromatographische Verfahren, IR-Spektrometrie) ● Verfahren zur Strukturaufklärung (z. B. IR-Spektroskopie, NMR-Spektroskopie, Massenspektroskopie)	Fächerübergreifendes Arbeiten mit Inhalten der Fächer IA und CT/PC

4.3 Instrumentelle Analytik

4.3.1 Bedeutung des Faches

Die Erkenntnisgewinnung über stoffliche Systeme mittels komplexer Apparaturen auf der Basis physikalisch-chemischer Methoden ist zentrales Anliegen des Faches. Probennahme, Probenvorbereitung in Verbindung mit spurenanalytischen Arbeitstechniken besitzen dabei besondere Bedeutung. Die analytischen Methoden ergeben sich weitgehend aus den späteren beruflichen Anforderungen der chemisch-technischen Assistentinnen und Assistenten.

Art und Ausstattung der Messplätze müssen gängigem Labor- bzw. Industriestandard entsprechen. Die Ausbildung sollte praxisorientiert erfolgen, was eine gebührende Berücksichtigung der ständigen Neuentwicklungen in der Instrumentellen Analytik erfordert.

Methoden der Instrumentellen Analytik werden z. B. in verschiedenen Bereichen der Technik, der Medizin, der Biologie, der Ökologie und der Geologie eingesetzt.

Es gibt heute kaum ein Gebiet der experimentellen Naturwissenschaft und Technik, das sich nicht der Instrumentellen Analytik bedient. Diese Vielfältigkeit erlaubt es somit ganzheitlich-komplexe und handlungskompetenzfördernde Lehr- und Lernprozesse zu gestalten. Fächerübergreifende und fächerverbindende Sichtweisen finden sich zum Beispiel zum Fach Organische Chemie/Biochemie. Dieser problemorientierte Ansatz setzt jedoch auf jeden Fall eine Methodenübersicht voraus.

Hoher Automatisierungsgrad und große Datenmengen sind ein wesentlicher Aspekt des Faches. Diese Aufgaben lassen sich nur durch Labordatenverarbeitungs- und Steuerungssysteme bewältigen.

Da analytische Daten häufig Grundlagen für politische, juristische, wirtschaftliche und medizinische Entscheidungen sind, kommt der Qualitätssicherung in der Instrumentellen Analytik ein besonderer Stellenwert zu. Der Einsatz informationstechnischer Systeme unter Einbeziehung qualitätssichernder Verfahren muss daher durchgängiges Unterrichtsprinzip sein.

Spezielle mathematisch-naturwissenschaftliche oder physikalisch-chemische Aspekte, die zum Verständnis einzelner Analysemethoden notwendig sind, müssen daher, soweit dies nicht durch Grundlagenvermittlung der anderen Fächer der Rahmenstundentafel geschieht, hier vermittelt werden.

4.3.2 Struktur des Faches

Themenbereiche	Inhalte	Anmerkungen
Optische und Spektroskopische Methoden	• Wechselwirkungen elektromagnetische Strahlung – Materie • Refraktion, Dispersion, Beugung, Interferenz • Lambert-Beersches Gesetz • Gerätetechnik und Einsatzmöglichkeiten von Photometrie, Polarimetrie, Atomabsorptions-/emissionsspektrometrie (AAS/AES), Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA), Infrarot- (IR-)spektroskopie, Kernresonanz- (NMR-)spektroskopie, Massenspektroskopie • Spektreninterpretation	Fächerübergreifendes Arbeiten mit Inhalten der Fächer OC/BC und CT/PC. Die genannten Gerätetechniken stellen exemplarisch Angebote dar, welche je nach Ausbildungsschwerpunkt zum tragen kommen können. Grundstandard in der Laborpraxis sollte sich stets am Stand der Technik orientieren.
Chromatographische Methoden	• Grundlagen chromatographischer Trennverfahren • Adsorption, Desorption, Verteilung, Verteilungsgleichgewichte, Nernstscher-Verteilungssatz • Gerätetechnik und Einsatzmöglichkeiten von DC, SC, GC, HPLC • Kopplungstechniken wie z. B.: GC-MS, GC-AAS	
Elektrochemische Methoden	• Elektrodenarten • Messung von Elektrolytleitfähigkeiten (Konduktometrie) und elektrochemischen Potentialen (Potentiometrie), pH-Messungen (Glaselektrode) • Voltammetrie/Polarographie (Gerätetechnik und Polarographiearten, Auswertverfahren, Anwendbarkeit und Störungen)	Elektrochemische Analysemethoden sind äußerst vielfältig. Eine gezielte Auswahl auf wichtige, häufig angewandte Methoden ist deshalb notwendig. Physikalische Grundla-

	• Elektrophorese	gen zur Elektrik können auch in einem „weiteren Fach“ Physikalische Mess- und Prüftechnik unterrichtet werden.
Probennahme Probenvorbereitung	• Probenahmetechniken für gasförmige, flüssige und feste Matrices • Probenvorbereitungstechniken, z. B.: Homogenisieren, Anreichern, Trennen, Zerkleinern, Aufschließen, Gefriertrocknen, Fällen, Dialyse	Die Probennahme ist von grundlegender Bedeutung. Selbst bei sorgfältigstem Arbeiten ist das Ergebnis nur realistisch, wenn die Probenahme sachgerecht ausgeführt wurde.
Qualitätssicherung	• Fehler, Fehlergrößen, Gerätefehler und andere statistische Größen, z. B.: Präzision, Mittelwert, Standardabweichung, Variationskoeffizient, T-Test, F-Test • Methoden und Gerätevalidierung, Kalibrierung, Blindwerte • Standardarbeitsanweisungen, Kontrollkarten • GMP, GLP • Protokollführung, Messwertaufnahme, Messwertauswertung, Dokumentation, Präsentation	Eine erweiterte Behandlung von Inhalten der Qualitätssicherung kann auch im Differenzierungsbereich erfolgen. Einschlägige DIN-Normen sind zu beachten.

4.4 Chemische Technologie/Physikalische Chemie

4.4.1 Bedeutung des Faches

Ein sehr großer Prozentsatz aller hergestellten Güter wird chemisch-technisch produziert. Im Zentrum der Betrachtung steht daher die industrielle Gewinnung von Synthese- und Naturstoffen sowie deren Umwandlungsprodukte.

Chemische Verfahren, die zu neuen Produkten führen, werden zumeist im Laborexperiment designt, dann mittels Up-scale-Verfahren über den Technikumsmaßstab zur großtechnischen Fertigung geführt. Dies setzt insbesondere physikalisch-chemische Grundlagenkenntnisse voraus.

Aspekte der Verfahrenstechnik sind, soweit sie zum Verständnis des Gesamtprozesses notwendig sind, zu vermitteln. Chemisch-technisch geführte Herstellungsverfahren sind zumeist hochkomplexe Prozesse, zu deren Bewältigung und Analyse neben naturwissenschaftlich-technischen auch wirtschaftswissenschaftliche und umweltrelevante Aufgaben bearbeitet werden müssen. Aspekte des Umweltschutzes und der Arbeitssicherheit werden daher integrativ berücksichtigt.

Teilaspekte vieler Wissenschaftsbereiche können somit nicht einzeln und unabhängig vom konkreten Anwendungsfall behandelt werden, sondern an mehrstufi-

gen Prozesswegen, die jeweils mehrere Teilbereiche der klassischen Fachsystematik umfassen.

Solche Prozesswege eignen sich als praxisorientierte Unterrichtsprojekte, welche nicht nur fächerübergreifend, sondern auch bildungsgangübergreifend (z. B. CTA/BTA) Inhalte und Modellvorstellungen im Zusammenhang erschließen. Die Auswahl entsprechender Prozesswege in den vorgegebenen Themenbereichen gibt dabei den Fachlehrerinnen und Fachlehrern einen großen individuellen Gestaltungsrahmen für ihren Unterricht und ermöglicht die Einbeziehung der Profilbildung der einzelnen Schule. Innovative Entwicklungen sollten dabei in gebührender Weise berücksichtigt werden.

4.4.2 Struktur des Faches

Themenbereiche	Inhalte	Anmerkungen
Gasförmiger Zustand	● Ideale Gase – empirische Gasgesetze – Aggregatzustände, Systembegriff, Druck, Temperatur, Normzustand, Molares Volumen, Gasdichte, ideale Gasgleichung ● Reale Gase – Van-der-Waals-Gleichung, pV-Diagramme, kritische Daten, Joule-Thomson-Effekt	Wichtig für Hinführung zum Molbegriff. Inhalte können auch teilweise in einem „Weiteren Fach“ Stöchiometrie behandelt werden.
Flüssiger Zustand	● Phasenübergänge – Phasenbegriff, Siede- und Schmelzpunkt, Schmelz- und Verdampfungswärme ● Phasengleichgewichte reiner Stoffe ● Thermische Trennverfahren – Siedediagramme, Gleichgewichtsdiagramme, Trennstufenzahl, Rückverlaufverhältnis	Im Rahmen der Laboararbeit können Experimente zu den thermischen Trennverfahren durchgeführt werden.
Mischphasen	● Gasmischungen – Partialdruckgesetze, mittlere molare Masse, Luftfeuchte/Taupunkt ● Lösungen – Homogene und heterogene Stoffverteilung, Verteilungssatz nach Nernst, Diffusion und Osmose, Dampfdruckerniedrigung und Siedepunktserhöhung/Raoult'sches Gesetz, Löslichkeit	Inhalte können auch teilweise in einem „Weiteren Fach“ Stöchiometrie (Konzentrations- und Mischungsrechnung) behandelt werden.
Reaktionskinetik Katalyse	● Reaktionsordnung und Reaktionsmolekularität ● Arrheniusgleichung ● Katalysatorbegriff ● homogene und heterogene Katalyse	

Prozessführung und Überwachung technischer Großverfahren/Verfahrensprinzipien	● Verfahrenstechnische Grundoperationen ● Fließbilder(Grund- und Verfahrensfließbilder) ● RI-Fließbilder ● Messdatenerfassung und –auswertung ● Grundlagen der Prozessleittechnik und Automatisierungstechnik	Besondere Bedeutung auch für die Biotechnologie.
Anorganisch-chemische Produktionsprozesse	● Prozesswege (Rohstoff, Zwischenprodukt, Endprodukt) ● Produktion wichtiger anorganischer Verbindungen ● Verfahren der Metallgewinnung ● Verfahrenstechnische Operationen ● Messtechnische Einrichtungen ● Prozessfaktoren (physik.-chem., ökologisch) ● Qualitätssicherung	Behandlung exemplarischer Beispiele wie Ammoniaksynthese, Schwefelsäureherstellung, Wassertechnologie, Aluminiumgewinnung.
Organisch-chemische Produktionsprozesse	● Prozesswege (Rohstoff, Zwischenprodukt, Endprodukt) ● Produktion wichtiger organischer Basisschemikalien ● Verfahrenstechnische Operationen ● Messtechnische Einrichtungen ● Prozessfaktoren (physikalisch-chemisch, ökologisch) ● Qualitätssicherung	Behandlung exemplarischer Beispiele wie Erdölverarbeitung, Erdölprodukte, PVC-Herstellung, Farbstoffproduktion.
Biologisch-technische Prozesse/Umwelttechnologien	● Prozesswege (Rohstoff, Zwischenprodukt, Endprodukt) ● Verfahrenstechnische Operationen ● Messtechnische Einrichtungen ● Prozessfaktoren (physikalisch-chemisch, ökologisch) ● Biochemische Prozessfaktoren ● Qualitätssicherung	Behandlung exemplarischer Beispiele wie Kläranlagentechnik, Fermentiertechnik, Brennstoffzelle. Die Themenbereiche 6 – 8 bieten sich auch zur Projektarbeit an. Die Behandlung entsprechender Inhalte bei den biologisch-technischen Prozessen ist auch in einem „weiteren Fach“ Biotechnologie möglich.
Elektrochemische Verfahren	● Grundlegende elektrotechnische Gesetzmäßigkeiten ● Galvanische Verfahren ● Batterien ● Elektrolyseverfahren ● Elektrochemische Spannungsreihe ● Korrosion ● Abscheidungspotenziale, Überspannung	Elektrotechnische Grundlagen können auch in einem „weiteren Fach“ Physikalische Mess- und Prüftechnik vermittelt werden.