

Wolf Rainer Less (Hrsg.)  
Franz Laut  
Rolf Schauder  
Jens Schröder

PRÜFUNGSVORBEREITUNG

BAND 3:

Die handlungsorientierte  
Ausbildung für  
**Laborberufe**

 **VOGEL**

**LaborPraxis**

Die handlungsorientierte Ausbildung für Laborberufe  
Band 3: Prüfungsvorbereitung

Wolf Rainer Less (Hrsg.)  
Franz Laut  
Dr. Rolf Schauder  
Jens Schröder

# Die handlungsorientierte Ausbildung für Laborberufe

**Band 3: Prüfungsvorbereitung**  
Aufgaben und Lösungen

**2., überarbeitete und erweiterte Auflage**

**Vogel Buchverlag**

**WOLF RAINER LESS,**

Jahrgang 1948, absolvierte 1967 seine Ausbildung zum Chemielaboranten. Über seine berufsbegleitenden Weiterbildungen unterschiedlichster Art wurde er 1977, nach seiner Ausbildung zum Labortechniker, Ausbilder für Chemielaboranten im Ausbildungszentrum der Farbwerke Hoechst AG. 1994 übernahm W. R. LESS, zu seiner Teamleitertunktion 1986 in der Produktionstechnik (Berufsgruppe Chemikanten), die Sprecherfunktion der Aus- und Weiterbildung Labortechnik. Seit 1997 ist er Leiter des Kompetenzzentrums Labortechnik bei PROVADIS Partner für Bildung und Beratung, die aus der Hoechst AG hervorgegangen ist. 2001 wurde W. R. LESS zusätzlich Geschäftsführer der NOVIA Chromatographie- und Messverfahren GmbH, hatte zwischenzeitlich die Führung des Kompetenzzentrums Business Administration bei PROVADIS inne, war Mitglied der AN-Fraktion im Berufsbildungsausschuss der IHK-Frankfurt und Mitglied der Arbeitsgruppe «Neuordnung der Chemielaborantenausbildung» des BAVC Wiesbaden.

**DR. ROLF SCHAUDER,**

Jahrgang 1960, hat an der Universität Konstanz Biologie studiert. Seine wissenschaftliche Laufbahn führte ihn danach an die Universität Ulm, an die Virginia Technic Institute and State University in Blacksburg (VA, USA) und an die Goethe-Universität Frankfurt. Seit 1999 bildet er bei Provadis Partner für Bildung und Beratung GmbH hauptsächlich Biologielaboranten aus. Daneben ist Dr. ROLF SCHAUDER in der Erwachsenenbildung tätig und übernimmt Lehraufträge an akademischen Einrichtungen. Seine Spezialgebiete sind allgemeine Mikrobiologie, Biochemie und Molekularbiologie.

**JENS SCHRÖDER,**

Jahrgang 1979, absolvierte nach einer Ausbildung zum Chemielaboranten bei der Provadis International School of Management and Technology eine berufsbegleitende Weiterbildung zum Bachelor of Science – Fachrichtung Chemical Engineering. Von 2002 bis 2009 war er Ausbilder für Chemie- und Biologielaboranten und ist seit 2009 für die Ausbildung in Verfahrenstechnik zuständig. JENS SCHRÖDER bildet darüber hinaus bei Provadis Erwachsene mit dem Schwerpunkt Instrumentelle Analytik weiter.

**FRANZ LAUT,**

Jahrgang 1960, hat nach der Ausbildung zum Chemielaborant in der Hoechst AG im Bereich Mikrobiologie gearbeitet. Hier war sein Hauptaufgabengebiet die Isolierung von Naturstoffen mittels Chromatografie. Seit 1997 bildet FRANZ LAUT bei Provadis Partner für Bildung und Beratung GmbH Chemielaboranten, Chemikanten und Pharmakanten aus. Seine Spezialgebiete sind Chromatografie, Allgemeine Mikrobiologie, Umweltschutz.

---

**Weitere Informationen:****[www.vogel-buchverlag.de](http://www.vogel-buchverlag.de)**

---

ISBN 978-3-8343-3257-8

2. Auflage. 2012

Alle Rechte, auch der Übersetzung, vorbehalten.

Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (Druck,

Fotokopie, Mikrofilm oder einem anderen Verfahren)

ohne schriftliche Genehmigung des Verlages

reproduziert oder unter Verwendung elektronischer

Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Hiervon sind die in §§ 53, 54 UrhG ausdrücklich

genannten Ausnahmefälle nicht berührt.

Printed in Germany

Copyright 2008 by

Vogel Business Media GmbH &amp; Co. KG, Würzburg

Umschlaggrafik: Vogel Business Media GmbH &amp; Co. KG, Würzburg

## Vorwort des Herausgebers

Vorwort des Herausgebers

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,  
sehr geehrte Damen und Herren,

die Erprobungsverordnung von 2002 findet jetzt modifiziert als endgültige Ausbildungsverordnung für Chemielaborantinnen und Chemielaboranten Anwendung. Inhaltlich und strukturell wurden mit den Erfahrungen aus der Erprobungsphase neue Rahmenbedingungen geschaffen. Die große Nachfrage nach unserer praxisbezogenen dreiteiligen Fachbuchreihe «Die handlungsorientierte Ausbildung für Laborberufe» und die abschließende Fixierung der Erprobungsverordnung haben uns deshalb veranlasst, Band 3, die «PRÜFUNGSVORBEREITUNG», gründlich zu überarbeiten.

Die Inhalte der Abschlussprüfungen haben eine neue Struktur bekommen. Diverse Fachgebiete, die bisher in Teil 1 behandelt wurden, werden nach neuer Verordnung in Teil 2 der Abschlussprüfung bearbeitet – und umgekehrt.

In der endgültigen Form der theoretischen Abschlussprüfung ist in Teil 1 «Die Allgemeine und Präparative Chemie» Gegenstand der theoretischen Prüfung. Teil 2 dient der Überprüfung der theoretischen Kenntnisse zur «Analytischen Chemie» und der vom Ausbildungsbetrieb gewählten Wahlqualifikationen. Das Wissen zu «Wirtschafts- und Sozialkunde» wird künftig nur im 2. Teil der Prüfung behandelt. Ich weise ausdrücklich darauf hin, dass Prüfungsinhalte zu Wirtschafts- und Sozialkunde in diesem Fachbuch nicht behandelt werden.

Die detaillierte Struktur der diesem Buch zu Grunde liegenden theoretischen Abschlussprüfung ist in der Einführung zu Kapitel 2 dargestellt. Die neue Struktur führte zu einer Reduzierung der Prüfungszeit in den theoretischen und praktischen Prüfungsteilen insgesamt.

Die 2. Auflage von Band 3 «PRÜFUNGSVORBEREITUNG» bietet praxisbezogen das Fachwissen, das die für theoretische Abschlussprüfungen von Chemielaborantinnen und Chemielaboranten aktuell geforderten Kenntnisse wesentlicher Fachgebiete umfasst. Sie können damit Ihr Wissen anhand zahlreicher Übungsaufgaben und prüfungsnaher Fragestellungen sowie in Musterklausuren – jeweils mit den zugehörigen Lösungsvorschlägen – überprüfen, trainieren, vertiefen und verfeinern.

Besonders danke ich den Lesern, die mit Anregungen eine Intensivierung unserer Fachbücher ermöglicht haben. Eine Resonanz zum Buch ist stets willkommen, weil ein lebendiger Wissensaustausch Forschungs- und Lehrbetrieb immer wieder motivieren und inspirieren kann.



## Vorwort der Autoren

Die beiden ersten Bände dieser Buchreihe befassen sich mit den Pflichtqualifikationen bzw. Wahlqualifikationen in der Ausbildung von Laborberufen. Diese beiden Bände wurden als Lehrbücher konzipiert, die die theoretische Ausbildung der Laborberufe begleiten und unterstützen.

Band 3 dieser Reihe – Prüfungsvorbereitung, Aufgaben und Lösungen – hat eine andere Aufgabe. Er dient der gezielten und strategisch geplanten Wiederholung des gesamten theoretischen Lehrstoffes, besonders aber zur Vorbereitung der beiden «gestreckten» Abschlussprüfungen, die jeder Auszubildende der Laborberufe nach der aktuellen Verordnung von 2009 absolvieren muss.

Eine moderne Abschlussprüfung besteht aus gebundenen («programmierten») Prüfungsfragen, mit denen die Breite des Lernfeldes abgeprüft werden kann und nicht gebundenen («nicht programmierten», «offenen») Aufgaben. Mit letzteren kann das tiefer gehende Fachwissen mit Verknüpfungen zu anderen Stoffgebieten abgeprüft werden. Dadurch ist die berufliche Handlungsfähigkeit des zukünftigen Fachpersonals besser einschätzbar. Schließlich soll der Auszubildende in der Abschlussprüfung nachweisen, dass er in der Ausbildung eine mindestens ausreichende Methodenkompetenz erworben hat.

Übungsbücher für den «gebundenen» Teil der Prüfung gibt es mittlerweile viele (z.B. die PAL-Aufgabenbank). Bücher, die explizit auf den «ungebundenen» Teil der 1. und 2. gestreckten Prüfung im Laborbereich zugeschnitten sind, gibt es jedoch nur ganz wenige. Dazu kommt noch, dass nach Erfahrung der Autoren dieses Buches, die alle Prüfer in IHK-Kommissionen sind, die «ungebundenen» Aufgaben von den meisten Prüflingen nur ungenügend und meist mit geringerem Erfolg als die «gebundenen» Aufgaben bewältigt werden.

Deshalb beschränkten sich die Autoren auf die gezielte Stellung und möglichst genaue Beantwortung von ungebundenen Aufgaben, die den gesamten Inhalt der beiden Teilprüfungen abdecken. Es ist aber ausdrücklicher Anspruch dieses Buches, die Auszubildenden beim wissenschaftlichen Formulieren von Antworten zu unterstützen.

Selbstverständlich können nicht alle in Frage kommenden Aufgaben eines Lernfeldes in einem Buch aufgeführt werden, das würde völlig den Rahmen sprengen. Aber die Auswahl der Fragen wurde so vorgenommen, dass sie in ihrer Breite den gesamten Bereich des jeweiligen Lernfeldes abdecken. Alle Aufgaben sind neu erstellt und nicht mit bereits in vergangenen Prüfungen gestellten Aufgaben identisch.

Zusätzlich bekommt der Auszubildende in den ersten beiden Kapiteln des Buches wertvolle Hinweise, wie er sich taktisch und strategisch klug auf die Abschlussprüfungen vorbereiten kann. Tipps, wie man sich in solchen Prüfungen verhält, runden das Thema ab. Mit Hilfe von Musterprüfungen kann sich der Prüfling kurz vor der Prüfung testen, wo er leistungsmäßig steht und dann ggf. noch gezielt Lücken schließen.

Die Reihenfolge der Übungsfragen erfolgt analog den Orientierungsempfehlungen, die die PAL (Prüfungsaufgaben- und Lehrmittelentwicklungsstelle der IHK Region Stuttgart) in Stuttgart herausgegeben hat. Somit wird es dem Auszubildenden leicht gemacht, sich für die Prüfungen und Klausuren in bestimmten Lernbereichen durch intensive Wiederholung vorzubereiten.

Dieses Buch ist natürlich nicht nur für das intensive Lernen vor den Prüfungen gedacht, sondern es soll den Auszubildenden während der gesamten Ausbildung begleiten und so ein ständig gebrauchtes «Wiederholungsbuch» sein. Die Autoren haben die jeweiligen Fragen so ausführlich beantwortet, dass sie auch als Ergänzungen zum Unterricht und zu vorliegenden Unterrichtsmaterialien dienen. Lehrer von berufsbildenden Schulen können von diesem Buch profitieren, wenn sie es als Hilfe zu gezielten Wie-

derholungsmaßnahmen in ihren Unterricht einbauen. Wir sind überzeugt, dass wir mit der Herausgabe dieses Buches eine Lücke schließen.

Danken wollen wir unseren Kolleginnen und Kollegen Bianca Stieglitz, Melanie Fleckenstein, Birgit Walter, Dr. Markus Kettner, Stefan Eckhardt, Wolfgang Gottwald und Frank Schmitt, die uns mit vielen Ideen und Aufgaben versorgt haben. Es sind die Autoren der beiden ersten Bände, Pflichtqualifikationen und Wahlqualifikationen, die uns Anregungen und Input aus ihren jeweiligen Fachgebieten zukommen ließen. Ein herzlicher Dank gilt auch Herrn Michael Strauß und Herrn Michael Scheu für die Unterstützung und die Bereitstellung einiger Bilder aus dem Bereich der Verfahrenstechnik.

Wir sind sicher, dass wir mit Band 3 dieser Reihe ein Buch geschaffen haben, das die Wiederholung des Lernstoffes für angehende Labormitarbeiter einfacher macht und hilft, die «Prüfungsangst» aufgrund verbesserten Formulierungsvermögens und erhöhter Stoffsicherheit deutlich zu reduzieren.

Weitere Informationen und Hinweise zum Thema Prüfungsvorbereitung sowie zu Band 1 und Band 2 dieser Reihe bietet der Service InfoClick des Vogel Buchverlags.

Frankfurt-Höchst

Franz Laut  
Dr. Rolf Schauder  
Jens Schröder



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Ausbildung und Erwerb fachlicher Kompetenz</b>	<b>23</b>
1.1	Prozess der Wissensverfestigung	23
1.2	Motivation als Motor des Wissenserwerbs und der Wissensverfestigung	24
1.3	Langfristige Strategie zur Wissensverfestigung	26
<b>2</b>	<b>Vorbereitung auf die theoretische Prüfung</b>	<b>29</b>
2.1	Theoretische Prüfungen für Laborberufe	29
2.2	Rechtlicher Hintergrund von Abschlussprüfungen	30
2.3	Inhalt und Bewertung von Prüfungen	31
2.3.1	Gestreckte Abschlussprüfung, Teil 1	32
2.3.2	Gestreckte Abschlussprüfung, Teil 2	33
2.4	Countdown vor der schriftlichen Prüfung	35
2.5	Verlauf der beiden schriftlichen Prüfungen	36
2.6	Teilnahme an der mündlichen Prüfung	38
2.7	Vorbereitung auf die schriftliche und mündliche Prüfung mit diesem Buch	39
2.7.1	Ständiges Training während der Ausbildung	40
2.7.2	Gezieltes Training vor der Abschlussprüfung	41
<b>3</b>	<b>Gestreckte Abschlussprüfung, Teil 1 – Allgemeine und Präparative Chemie</b>	<b>43</b>
3.1	Atombau, chemische Bindung, Periodensystem der Elemente	43
3.1.1	Elektronegativität und Beurteilung der Polarität	43
3.1.2	Radioaktivitätsbegriff: $\alpha$ -, $\beta$ - und $\gamma$ -Strahlung	43
3.1.3	Aufbau und Begriffe des Periodensystems (PSE)	44
3.1.4	Identifizieren eines Elements mittels Ordnungszahl und molarer Masse	45
3.1.5	Zuordnung von Elementarteilchen	45
3.1.6	BOHR'SCHES Atommodell	45
3.1.7	Isotope	46
3.1.8	Unterscheiden von Ionenbindung und polarisierter Atombindung	46
3.1.9	Ableiten von Eigenschaften der Elemente aus dem Periodensystem	46
3.1.10	Elektronenaffinität und Ionisierungsenergie	47
3.1.11	Intermolekulare und intramolekulare Bindungen	47
3.1.12	Komplexbindungen	48
3.1.13	Metallkomplexe und deren Gehaltsberechnung	48
3.1.14	Benennung von Komplexen	49
3.1.15	Elektrostatische Anziehungskräfte bei Metallbindungen	50
3.1.16	Atomdarstellung nach BOHR	50
3.2	Stoffkunde	51
3.2.1	Säurestärken in Abhängigkeit zur Stellung der Elemente im PSE	51
3.2.2	Verhalten von Ampholyten	51
3.2.3	Bedeutung von Gitterenergie und Hydratationsenergie beim Lösen von Salzen	51
3.2.4	Herstellung von Hydrogenchlorid	52

3.2.5	Reaktionsfähigkeit von Alkanen, Alkenen und Alkinen	52
3.2.6	Löslichkeit von Alkoholen in Wasser	53
3.2.7	Peroxidprüfung bei Ethern	53
3.2.8	Nachweis von Wasser in Ethern	53
3.2.9	Basizität von Aminen	54
3.2.10	Intermolekulare Kräfte zwischen Carbonsäuren bzw. Alkoholen	54
3.2.11	Einfluss der Polarität auf die Reaktivität organischer Verbindungen	55
3.2.12	Einfluss intermolekularer Kräfte auf physikalische Stoffeigenschaften	55
3.2.13	Bildung von Molekülagglomeraten	55
3.2.14	Säurestärke von Carbonsäuren	56
3.2.15	Funktionelle Gruppen	57
3.2.16	Aussagen zu Aggregatzustandsänderungen	58
3.2.17	Unterschiede primärer und sekundärer Alkohole am Beispiel von Propan-1-ol und Propan-2-ol	59
3.2.18	Reaktion von 3-Hydroxycyclohexanon mit Kaliumdichromat in schwefelsaurer Lösung	59
3.2.19	Reaktion von Mangandioxid mit Salzsäure	60
3.2.20	Bestimmen von Oxidationszahlen	61
3.2.21	Reaktion von Kalilauge mit Chlorgas	62
3.2.22	Betrachtung von Metalloxiden und Nichtmetalloxiden	62
3.2.23	Benennung anorganischer Verbindungen	62
3.2.24	Beispiele für Anhydride	63
3.2.25	Aussagen zu induktiven und mesomeren Effekten	64
3.2.26	Benennung der Salze anorganischer Chlorsäuren	64
3.3	Syntheseverfahren, Reaktionsgleichungen und Beeinflussung von Reaktionen	65
3.3.1	Chlorierung von Toluol	65
3.3.2	Nitrierung von Benzol unter katalytischen Bedingungen	66
3.3.3	Stöchiometrisches Vervollständigen von Reaktionsgleichungen	66
3.3.4	Addition von HBr an 3-Methylpent-1-en	67
3.3.5	Substitutionsprodukte bei Dreifachsubstitutionen	68
3.3.6	Herstellung von Cyclohexanol durch Hydrierung	68
3.3.7	Bestimmung funktioneller Gruppen	69
3.3.8	Reaktion von Ethanal mit 2-Methylbutyl-1-magnesiumbromid und anschließender Hydrolyse	69
3.3.9	Acetylierung von Benzol, Ethylbenzol und Nitrobenzol unter Einfluss von Aluminiumchlorid	70
3.3.10	Herstellung von Benzoesäure durch Oxidation	71
3.3.11	Herstellungsmethoden von Aminen	72
3.3.12	Umsetzung von Propen mit Bromwasserstoff	72
3.3.13	WILLIAMSONSCHE Ethersynthese	73
3.3.14	Reaktion von Phenol mit Kalilauge	73
3.3.15	Reaktion von Ethylenoxid mit Wasser und Ethanol	74
3.3.16	Neutralisation von Phenol mit Natronlauge	74
3.3.17	Reaktion von 3-Methylbutanal unter Einfluss von Natronlauge bei anschließender Hydrolyse	75
3.3.18	Zuordnung und Benennung von Monomeren und dazugehörigen Polymeren	76
3.3.19	Reaktion von Ethan mit Brom unter Einfluss von UV-Licht	77
3.3.20	Reaktion von Chlorethan mit Natronlauge	77
3.3.21	Reaktion von But-2-en mit Brom	78

3.3.22	Reaktion von Bromethan und 2-Brompropan mit Natrium	78
3.3.23	Herstellung von Diethylether	79
3.3.24	Unterschied zwischen intermolekularer und intramolekularer Wasserabspaltung	79
3.3.25	Säurekatalysierte Reaktion von Propensäure mit Ethanol	79
3.3.26	Reaktion von Diazoniumverbindungen bei Erwärmung	80
3.3.27	Übersicht einiger GRIGNARD-Reaktionen	80
3.3.28	Wertigkeit von Alkoholen	81
3.3.29	Oxidation von primären, sekundären und tertiären Alkoholen	81
3.3.30	Vervollständigen von Reaktionsgleichungen	82
3.3.31	Reaktionen von Carbonsäurederivaten	83
3.3.32	Umlagerung von Ketonen	83
3.3.33	FRIEDEL-CRAFTS-Reaktion zur Herstellung von Ethylbenzol	84
3.3.34	Addition an Alkinen	84
3.3.35	Benennung einer aliphatischen Verbindung	84
3.3.36	Z/E-Nomenklatur nach CAHN-INGOLD-PRELOG	85
3.3.37	Veresterung als Beispiel für eine Gleichgewichtsreaktion	85
3.3.38	Herstellung einer Zielverbindung durch Substitution am Aromaten	88
3.3.39	Beschreibung einer Gleichgewichtsreaktion und Einflussnahme auf die Lage des Gleichgewichts	86
3.3.40	Reaktionsfähigkeit von Carbonylverbindungen	86
3.3.41	Strukturformeln und Benennung organischer Verbindungen	87
3.4	Trennen und Reinigen von Stoffen, allgemeine Labortechnik	88
3.4.1	Methoden zum Trennen, Anreichern und Reinigen von Stoffen	88
3.4.2	Prinzip der chromatografischen Trennung	88
3.4.3	Trennwirkung von Elutionsmitteln bei der Dünnschichtchromatografie	88
3.4.4	Auswahl der mobilen Phase bei der Chromatografie	89
3.4.5	Siedepunkt	89
3.4.6	Phasendiagramm von Wasser	90
3.4.7	Aufbau einer Gleichstromdestillationsapparatur	90
3.4.8	Anwendung der Gleichstromdestillation	91
3.4.9	Rektifikation bzw. Gegenstromdestillation	91
3.4.10	Beeinflussen der Trennleistung	92
3.4.11	Interpretation eines Gleichgewichtsdiagramms zur Destillation	92
3.4.12	Reinigen durch Umfällen	93
3.4.13	Reinigen durch Umkristallisieren	93
3.4.14	Auskristallisieren von Stoffen	94
3.4.15	Filtern von nicht gelösten Stoffen	95
3.4.16	Adsorbieren von Verunreinigungen	95
3.4.17	Anwenden der Papierfilter	95
3.4.18	Anwenden verschiedener Filtrationsarten	95
3.4.19	Trocknen von Präparaten	95
3.4.20	Test auf Wasserrückstände und Entfernen von Wasser	96
3.4.21	Verschiedene Trockenmittel	96
3.4.22	Begriffe zur Flüssig-Flüssig-Extraktion	96
3.4.23	Feststoffextraktion	97
3.4.24	Arbeitsgeräte für die Flüssig-Flüssig-Extraktion	97
3.4.25	Betrachten von Aggregatzustandsänderungen	98
3.4.26	Sublimieren als Reinigungsmethode	98
3.4.27	Destillationsverfahren	98

3.5	Allgemeine Labortechnik	99
3.5.1	Einsatz verschiedener Kühlmittel	99
3.5.2	Kühlen mit Salz-Wasser-Mischungen	99
3.5.3	Direktes und indirektes Heizen	100
3.5.4	Anwenden von Heizbädern	100
3.5.5	Verwenden von Heizquellen	100
3.5.6	Kühlertypen	101
3.5.7	Aufbauen einer 4-Hals-Apparatur	101
3.5.8	Verwenden von Volumenmessgeräten	102
3.5.9	Wägefehler	102
3.5.10	Massenbestimmung mit Analysenwaagen	102
3.5.11	Verwenden von Normschliffen	103
3.5.12	Herstellen von Gasen	103
3.5.13	Reinigen von Gasen	104
3.5.14	Gaswäsche	104
3.5.15	Arbeiten mit Lösungsmitteln	104
3.6	Charakterisieren von Produkten und Arbeitsstoffen	105
3.6.1	Bestimmen von $pH$ -Werten	105
3.6.2	Berechnen der Hydroniumionen-Konzentration	105
3.6.3	Charakterisieren der Viskosität	106
3.6.4	Bestimmen der Viskosität	106
3.6.5	Arbeiten mit dem Kugelfallviskosimeter	107
3.6.6	Bestimmen der Dichte	107
3.6.7	Arbeiten mit dem Pyknometer	108
3.6.8	Bestimmen der Konzentration einer Saccharose-Lösung	108
3.6.9	Analysieren von optisch aktiven Substanzen	108
3.6.10	Messen mit dem Polarimeter	109
3.6.11	Schmelzpunkt als Fixpunkt einer Probe	110
3.6.12	Identifizieren mittels Mischschmelzpunkt	110
3.6.13	Schmelzpunktdepression	111
3.6.14	Bestimmen von Brechungsindizes (Brechzahlen)	111
3.6.15	Identifizieren mittels Brechungsindex	112
3.6.16	Messen mit dem Abbe-Refraktometer	112
3.6.17	Bestimmen der Konzentration eines flüssigen Eduktes mittels Refraktometer	113
3.6.18	Analysieren mit der Dünnschichtchromatografie	114
3.6.19	Interpretieren einer dünnenschichtchromatografischen Analyse	114
3.6.20	Bestimmen von Azidität und Basizität	115
3.6.21	Analytische Messmethoden	116
3.6.22	Polarimetrie	116
3.7	Stöchiometrie, insbesondere Ausbeute- und Konzentrationsrechnungen	117
3.7.1	Massenanteilsberechnung zu einer Ammoniummolybdatlösung	117
3.7.2	Massenanteilsberechnung zu einer Natriumcarbonatlösung	118
3.7.3	Berechnen des Volumenanteils einer Aceton-Wasser-Mischung	118
3.7.4	Berechnen der Volumenkonzentration einer Ethanol-Wasser-Mischung	118
3.7.5	Berechnen der Anzahl an Doppelbindungen in einer organischen Verbindung	119
3.7.6	Ermitteln der empirischen Formel einer organischen Verbindung	119
3.7.7	Neutralisieren von Kaliumhydroxid	120
3.7.8	Verdünnen einer Essigsäure	120
3.7.9	Herstellen einer Calciumchlorid-Lösung	121

3.7.10	Mischen einer Natronlauge	121
3.7.11	Berechnungen zur Stoffmengenkonzentration einer Schwefelsäure	122
3.7.12	Berechnen von Massenanteil und Massenkonzentration einer Kaliumchlorid-Lösung	122
3.7.13	Aufstellen einer Reaktionsgleichung und Berechnen von Massenanteilen einer Feststoffprobe	123
3.7.14	Ausfällen von Bariumcarbonat aus einer Bariumhydroxid-Lösung	124
3.7.15	Herstellen von Acetanilid aus Anilin, Essigsäure und Acetylchlorid	124
3.7.16	Ermitteln der empirischen Formel einer organischen Verbindung	125
3.2.17	Berechnen der Einsatzmenge an Nitrit-Lösung	125
3.7.18	Ausbeuteberechnung einer Veresterung	126
3.7.19	Umsatzmengenberechnung bei einer Veresterung	126
3.7.20	Ausbeuteberechnung bei einer Nitrierung	127
3.7.21	Gasgewinnung durch Säureeinwirkung	129
<b>4</b>	<b>Musterklausuren zur gestreckten Abschlussprüfung, Teil 1 – Allgemeine und Präparative Chemie</b>	<b>129</b>
4.1	Musterklausur 1 (12 Aufgaben)	129
4.2	Lösungsvorschlag zur Musterklausur 1 (12 Lösungen)	131
4.3	Musterklausur 2 (12 Aufgaben)	135
4.4	Lösungsvorschlag zur Musterklausur 2 (12 Lösungen)	137
<b>5</b>	<b>Gestreckte Abschlussprüfung, Teil 2 – Analytische Chemie</b>	<b>143</b>
5.1	Analysenverfahren einschließlich Probenvorbereitung und Reaktionsgleichungen	143
5.1.1	Trennung mittels Flüssig-Flüssig-Extraktion	143
5.1.2	Verteilungskoeffizient nach NERNST	144
5.1.3	Überprüfen der Struktur von Substanzen mit IR-Spektroskopie	145
5.1.4	Verhalten von Puffersystemen	147
5.1.5	Komplexometrisches Bestimmen von Metallionen	147
5.1.6	Aufbau einer HPLC	148
5.1.7	Aufbau eines GC (Gaschromatografen)	148
5.1.8	Verfahrensschritte eines Analyseverfahrens	149
5.1.9	Auswahl des Indikators einer Säure-Base-Titration	149
5.1.10	Analysieren von Chlorionen mit potentiometrischer Titration	151
5.1.11	Analysenmethoden zur quantitativen Bestimmung	152
5.1.12	Qualitativer Ionennachweis	153
5.1.13	Gravimetrische Bestimmungen	153
5.1.14	Gravimetrisches Bestimmen von Chlorionen als Silberchlorid	154
5.1.15	Aufbau eines UV/VIS-Gerätes und physikalische Grundlage	155
5.1.16	Bestimmen der Lichtbrechzahl mit dem Refraktometer	155
5.1.17	Durchführung von permanganometrischen Titrationen	156
5.1.18	Durchführung einer indirekten iodometrischen Titration	157
5.1.19	Kalibrieren und Justieren eines pH-Wert-Systems	157
5.1.20	Bestimmen des Titers einer Maßlösung	157
5.1.21	Durchführung von konduktometrischen Titrationen	158
5.1.22	Physikalische Messmethoden	159

5.1.23	Gravimetrische Bestimmungen	159
5.1.24	Eisenbestimmungen	159
5.1.25	Reaktion mit Kaliumpermanganat	160
5.2	Stoffkonstanten und physikalische Größen	160
5.2.1	Bestimmen von Stoffkenngrößen zur Identifizierung von Stoffen	160
5.2.2	Ermitteln des $R_f$ -Wertes bei einer DC (Dünnschichtchromatografie)	162
5.2.3	Umgang mit Volumenmessgeräten	162
5.2.4	Umgang mit $pH$ -Metern	163
5.2.5	Messprinzipien von Dichtemessgeräten	164
5.2.6	Messprinzipien von Temperaturmessgeräten	164
5.2.7	Messprinzipien von Viskositätsmessgeräten	164
5.2.8	Veresterung von Benzoesäure	165
5.3	Reaktionskinetik und Thermodynamik, chemisches Gleichgewicht	166
5.3.1	Beeinflussen der Reaktionsgeschwindigkeit	166
5.3.2	Bestimmen der Reaktionsenthalpie	166
5.3.3	Beurteilen von Reaktionsmerkmalen	167
5.3.4	Reaktionsordnung einer Veresterung	168
5.3.5	Ausbeuteberechnung einer Gleichgewichtsreaktion	169
5.3.6	Beurteilung von exothermen Reaktionen	170
5.3.7	Reaktionsgeschwindigkeit und Gleichgewicht	171
5.4	Auswertung von Messergebnissen unter Berücksichtigung stöchiometrischer Berechnungen	171
5.4.1	Bestimmen des Titers einer EDTA-Maßlösung	171
5.4.2	Bestimmen des Titers einer Natronlauge-Maßlösung	172
5.4.3	Bestimmen des Titers einer Natriumthiosulfat-Maßlösung	173
5.4.4	Bestimmen des Calciumgehalts in der Komplexometrie	174
5.4.5	Bestimmen des Wasserstoffperoxidgehalts in der Permanganometrie	174
5.4.6	Bestimmen des Titers einer Natronlauge-Maßlösung	175
5.4.7	Ermitteln des Masseanteils einer Carbonsäure	175
5.4.8	Bestimmen des Massenanteils einer verunreinigten Sulfanilsäure	175
5.4.9	Bestimmen des Massenanteils von verunreinigter Anthranilsäure	176
5.4.10	Bestimmen des Massenanteils einer Calciumcarbonatprobe bei einer Rücktitration	176
5.4.11	Bestimmen des Antimongehalts in der Iodometrie	177
5.4.12	Gravimetrisches Bestimmen von Magnesium	178
5.4.13	Gravimetrisches Bestimmen von Mangan	179
5.4.14	Gravimetrisches Bestimmen von Chlorid	179
5.4.15	Gravimetrisches Bestimmen von Eisen	180
5.4.16	Bestimmen der Massenkonzentration eines Analyten aus einer Kalibrierreihe mit UV/VIS-Messungen	181
5.4.17	Berechnen der Massenkonzentration eines Analyten aus einer Messung mit dem UV/VIS-Spektralfotometer	182
5.4.18	Bestimmen der Stoffmengenkonzentration einer Kobaltprobe aus einer fotometrischen Doppelbestimmung	182
5.4.19	Berechnen der mittleren Konzentration, der Standardabweichung und des Variationskoeffizienten aus einer Kalibrierreihe	183
5.4.20	Berechnen des Mittelwertes einer Peakfläche, der Standardabweichung und des Variationskoeffizienten aus der Kalibrierreihe einer chromatografischen Bestimmung	184
5.4.21	Bestimmen des Massenanteils mittels Titration	186
5.4.22	Bestimmen des Titers einer Maßlösung	186

5.4.23	Permanganometrische Bestimmungen von Eisen	186
5.4.24	Fotometrische Bestimmung von Zink	187
5.5	Wichtige großtechnische Verfahren	188
5.5.1	Berechnungen zur Chloralkali-Elektrolyse	188
5.5.2	Betrachtungen zur galvanischen Spannungsreihe der Elemente	189
5.5.3	Bedingungen für elektrolytische Abscheidungen	189
5.5.4	Vergleich von Diaphragma- und Membranverfahren	190
5.5.5	Großtechnische Herstellung von Ammoniak	191
5.5.6	Reaktionsbedingungen bei der technischen Herstellung von Ammoniak	192
5.5.7	Absorption von Schwefeltrioxid im Doppelkontaktverfahren	193
5.5.8	Großtechnische Herstellung von Methanol	194
5.5.9	Gleichgewichtsreaktion der Methanolsynthese	194
5.5.10	Herstellen von Stickstoffmonoxid	195
5.5.11	Reaktionsbedingungen beim OSTWALD-Verfahren	196
5.5.12	Vergleich von Doppelkontaktverfahren und OSTWALD-Verfahren	196
5.5.13	Herstellung von Chlor	197
5.5.14	Doppelkontaktverfahren	198

## 6 Gestreckte Abschlussprüfung, Teil 2 – Wahlqualifikationen (WQ) 199

6.1	WQ: Präparative Chemie, Reaktionstypen und Reaktionsführung	199
6.1.1	Beispielreaktionen	199
6.1.2	Reaktion von 2,2-Dimethylbutanal mit Kalilauge	199
6.1.3	GRIGNARD-Reaktion zur Carbonsäure	200
6.1.4	GRIGNARD-Reaktion von Aldehyden	200
6.1.5	Durchführung von GRIGNARD-Synthesen	201
6.1.6	Strukturisomere von Bromchlorpropan	201
6.1.7	Reaktionen von Halogenalkanen in wässrigem Alkohol	202
6.1.8	Reaktion von 2-Methylcyclohexanol mit HBr	202
6.1.9	Reaktion von Tetrabrommethan an Propen	203
6.1.10	GHS und Gefahrenpiktogramme	203
6.1.11	Kondensreaktionen von Aldehyden	204
6.1.12	Primäre, sekundäre und tertiäre Amine	205
6.1.13	Herstellen von $\alpha$ -Aminosäuren aus Aldehyden	205
6.1.14	Herstellen von Essigsäureethylester aus Ethanol	206
6.1.15	Herstellen von Säurechlorid, Säureamid, Säureanhydrid und Ester	207
6.1.16	Herstellen von Nitrilen	207
6.1.17	Erstsubstitutionsreaktionen am Benzol	208
6.1.18	Hydrolyse von Benzylchlorid, Benzalchlorid und Benzotrichlorid	208
6.1.19	Umgang mit organischen Lösemitteln	209
6.1.20	Eliminierungsreaktionen	209
6.1.21	Reaktion von Benzol mit Halogenalkanen	210
6.1.22	Dirigierende Wirkung von Substituenten am Benzolring	210
6.1.23	Elektrophile Zweitsubstitutionsreaktionen	212
6.1.24	Reaktionstypen bei gegebenem Edukt und Produkt	214
6.1.25	Reaktion von Benzol zu Benzylalkohol	215
6.1.26	Erst- und Zweitsubstitution am Benzolring	216
6.1.27	Reaktion von Bromethan mit Brombenzol bei Anwesenheit von Natrium	217

6.1.28	Ausbeuteberechnung am Beispiel einer Nitrierung	217
6.1.29	Ausbeuteberechnung am Beispiel einer Bromierung	218
6.1.30	Ausbeuteberechnung am Beispiel einer Acetylierung	219
6.1.31	Berechnung der Edukteinsatzmengen bei einer gegebenen Analogvorschrift am Beispiel der Synthese von Salicylsäuremethylester	220
6.1.32	Berechnung der Edukteinsatzmengen bei einer gegebenen Analogvorschrift am Beispiel der Synthese von 2,4-Dihydroxybenzoesäure	221
6.1.33	Berechnung einer Gleichgewichtsreaktion	223
6.1.34	Gekreuzte CANNIZZARO-Reaktion	223
6.1.35	Diazotierung und Kupplung	224
6.1.36	Cyanhydrinbildung von Butanon	224
6.1.37	Aufarbeitungsmöglichkeiten von Produkten	225
6.1.38	Strukturen von Milchsäure	225
6.1.39	Schutzgruppe	225
6.1.40	Strukturen von Polymeren	226
6.1.41	Polymerisation, Polyaddition und Polykondensation	226
6.1.42	Säurekonstanten organischer Verbindungen	227
6.1.43	Extraktionsschritte bei der Produktaufbereitung	228
6.2	WQ: Anwenden probenahmetechnischer und analytischer Verfahren	229
6.2.1	Grundgesamtheit und Stichprobe	229
6.2.2	Auswahlverfahren zur Stichprobennahme	229
6.2.3	Bestimmen des Stichprobenumfangs	229
6.2.4	Volumenproportionale Probenahme	230
6.2.5	Berechnen des Fehlers der Probenahme von Feststoffen	230
6.2.6	Unterscheidung der Probenahmetechniken	231
6.2.7	Identifizieren von Probenahmegeräten	231
6.2.8	Wesentliche Bestandteile eines Probenahmeprotokolls	233
6.2.9	Techniken der mechanischen Probenvorbereitung	233
6.2.10	Begriffe einer Siebanalyse	233
6.2.11	Erläutern von Proben-Teilungsverfahren	234
6.2.12	Genauigkeit von Teilungsverfahren	234
6.2.13	Bestimmen von Stickstoff nach KJELDAHL	235
6.2.14	Verfahren aus der chemisch-physikalischen Probenvorbereitung	235
6.2.15	Zuordnen von Analyseverfahren	235
6.2.16	Begriffe und Analyseverfahren	236
6.2.17	Schutzausrüstungen bei der Probenahme von Altlasten	237
6.2.18	Durchführung einer Probenahme	237
6.2.19	Einflüsse bei der Probenahme	238
6.2.20	Sättigungsgehalt von Adsorptionsröhrchen	238
6.2.21	Bestimmen des Trocknungsgrades	238
6.2.22	Substanzklassen und Konservierungsverfahren	239
6.2.23	Vor- und Nachteile von Probenahmeverfahren	240
6.2.24	Orte der Probenahme	240
6.2.25	Kennzeichnung von Probegefäßen	240
6.2.26	Dokumentation des Probentransportes	240
6.2.27	Berechnung der notwendigen Extraktionsvorgänge bei einer Flüssig-Flüssig-Extraktion	241
6.2.28	Benötigte Teilungsschritte zur Verjüngung einer Probe	242
6.2.29	Siebung einer eisenhaltigen Probe	242
6.2.30	Verfahren für die Probenkonservierung	244



6.2.31	Begriffe im Prozessablauf der chemisch-physikalischen Probenvorbereitung	244
6.3	WQ: Anwenden chromatografischer Verfahren	245
6.3.1	Prinzip und Arten der Chromatografie	245
6.3.2	Inneres und äußeres Chromatogramm	245
6.3.3	Unterscheidung zwischen HPTLC und DC sowie Beschreibung des $R_F$ -Wertes	246
6.3.4	Ein- und zweidimensionale Arbeitsweise der DC	246
6.3.5	Auswählen eines geeigneten Laufmittels	247
6.3.6	Quantitatives Auswerten von DC- oder HPTLC-Platten	247
6.3.7	Auswählen von angemessenen Bedingungen für Probenauftrag und Trennvorgang	248
6.3.8	Chromatografische Begriffe	248
6.3.9	Quantitative Multikomponentenanalyse mit GC oder HPLC	250
6.3.10	Aufgaben des Liners im Verdampfungsinjektor eines GC	250
6.3.11	Erklären der Splitdiskriminierung	250
6.3.12	Vor- und Nachteile sowie Kennzeichnung von Kapillarsäulen	251
6.3.13	Vergleich von Detektoren in der GC	251
6.3.14	Veränderungen des Trennverhaltens	252
6.3.15	Einfluss der Trägergasgeschwindigkeit	252
6.3.16	Qualifizieren eines GC-Gerätes	254
6.3.17	Quantifizieren mit der Methode des externen Standards in der GC	254
6.3.18	Nachweis einer Referenzsubstanz in der Probe (GC/HPLC)	255
6.3.19	Aufbau einer HPLC mit einem Hochdruckgradienten und Eigenschaften der verwendeten Eluenten	255
6.3.20	Auswirkungen einer defekten HPLC-Pumpe	256
6.3.21	Senken des Vorsäulendruckes in einer HPLC-Anlage	257
6.3.22	Zusammenhang von Trennstufenzahl, Retentionszeit Schreibergeschwindigkeit und Peakfußbreite	257
6.3.23	Bestimmen und Berechnen von Parametern aus einem vorliegenden GC-Chromatogramm	258
6.3.24	Skizzieren eines Chromatogrammes mit gegebenen Chromatogramm-Parametern	259
6.3.25	Veränderungen von Chromatogrammparametern und deren Ursachen	260
6.3.26	Peakdeformation durch «Fronting» und «Tailing»	261
6.3.27	Beurteilen der Richtigkeit eines Verfahrens mit der Wiederfindungsrate	262
6.3.28	Quantifizierung mit der Aufstock-Methode	263
6.3.29	Berechnen des Responsefaktors und Beurteilen der Linearität einer Methode	264
6.3.30	Quantifizierung mit der Methode des inneren Standards	265
6.4	WQ: Anwenden spektroskopischer Verfahren	266
6.4.1	Identifizieren von spektroskopischen Gleichungen	266
6.4.2	Skizzieren der Abhängigkeit der Transmission, Absorption und Extinktion von der Stoffmengenkonzentration	266
6.4.3	Unterscheiden von Spektroskopie und Spektrometrie	267
6.4.4	Skizzieren eines Atomabsorptionsspektrometers (AAS) mit einem Brenner	267
6.4.5	Beschreiben der Flammen-AES und der Plasma-Anregung (ICP)	268
6.4.6	AAS-Störungen und deren Auswirkungen	269
6.4.7	Chromophore und auxochrome Gruppen	269

6.4.8	Skizzieren eines 2-Strahl-UV/VIS-Spektalfotometers	269
6.4.9	Beschreiben von 1-Punkt- und Mehrpunktkalibrierungen in der UV/VIS-Spektroskopie	270
6.4.10	Eigenschaften von Lösemitteln in der UV/VIS-Spektroskopie	271
6.4.11	Qualifizieren der Messanzeige eines UV/VIS-Spektalfotometers	271
6.4.12	IR-aktive und IR-inaktive Substanzen	271
6.4.13	Verwendung der Wellenzahl als Abszissenwert	272
6.4.14	Normalschwingungen von CO <sub>2</sub>	273
6.4.15	ATR-Technik in der IR-Spektroskopie	274
6.4.16	Identifizieren des IR-Spektrums der Benzoesäure	274
6.4.17	Begriffsdefinitionen der Massenspektrometrie (MS)	275
6.4.18	Interpretation des Massenspektrums von Methan	276
6.4.19	Erzeugen eines Massenspektrums mit EI oder CI	276
6.4.20	Lokalisieren von Bruchstellen bei der MS	276
6.4.21	Untersuchen von Atomkernen mit NMR-Spektroskopie	277
6.4.22	Skizzieren und Identifizieren der Signale im <sup>1</sup> H-NMR-Spektrum	277
6.4.23	Ursache der Signal-Aufspaltung und Identifizieren der Signalmuster-Anzahl mit einer einfachen Regel	278
6.4.24	Definieren der «chemischen Verschiebung» in der <sup>1</sup> H-NMR-Spektroskopie	278
6.4.25	Unterscheidung der Signallage im <sup>1</sup> H-NMR-Spektrum in «tiefes» und «hohes» Feld	279
6.4.26	Charakterisieren von Protonengruppen und Identifizieren einer Verbindung	279
6.4.27	Berechnen des molaren Extinktionskoeffizienten $\epsilon$	280
6.4.28	Berechnen der Konzentration eines Analyten durch eine Mehrpunktkalibrierung	281
6.4.29	Berechnen der Energie einer elektromagnetischen Welle aus der Wellenlänge	282
6.4.30	Identifizieren einer reinen Flüssigkeit anhand dreier Spektren: IR-, <sup>1</sup> H-NMR- und Massenspektrum	282
6.4.31	Identifizieren einer reinen Flüssigkeit anhand dreier Spektren: IR-, <sup>1</sup> H-NMR- und Massenspektrum	284
6.4.32	Identifizieren einer reinen Flüssigkeit anhand dreier Spektren: IR-, <sup>1</sup> H-NMR- und Massenspektrum	286
6.4.33	Identifizieren einer reinen Flüssigkeit anhand dreier Spektren: IR-, <sup>1</sup> H-NMR- und Massenspektrum	288
6.4.34	Identifizieren einer reinen Flüssigkeit anhand dreier Spektren: IR-, <sup>1</sup> H-NMR- und Massenspektrum	290
6.4.35	Bezeichnen der Bauteile eines Massenspektrometers	292
6.5	WQ: Qualitätsmanagement	293
6.5.1	Zuordnung von Qualitätssicherungssystemen	293
6.5.2	Elemente eines Qualitätsmanagementsystems	294
6.5.3	Unterscheidung von «Zertifizierung» und «Auditierung»	295
6.5.4	Bestimmung von Validierungsparametern	295
6.5.5	Dokumentation von Rohdaten in GLP-relevanten Bereichen	295
6.5.6	Ringversuche in akkreditierten Prüflaboratorien	296
6.5.7	Grundlagen eines QM-Handbuches	296
6.5.8	Validierung analytischer Methoden	296
6.5.9	Definition von Validierungsparametern	297
6.5.10	Vergleichs- und Wiederholbedingungen bei Präzisionsuntersuchungen	297

6.5.11	Berechnung der Wiederfindungsrate (WFR)	297
6.5.12	Berechnung der WFR durch Aufstockung	398
6.5.13	Ermittlung des arithmetischen Mittelwertes, der OEG und der UEG	398
6.5.14	Messwerte- und Spannweitenspur einer Qualitätsregelkarte	398
6.5.15	Berechnung von arithmetischem Mittelwert, Modalwert und Medianwert	399
6.5.16	Berechnung des Variationskoeffizienten	300
6.5.17	Berechnung des Vertrauensbereichs	300
6.5.18	Überprüfung von Stichprobenmittelwert und Sollwert mit Hilfe des Sollwert- <i>t</i> -Tests	300
6.5.19	Überprüfung der Varianzhomogenität mit Hilfe eines <i>F</i> -Tests	301
6.5.20	Ermittlung der Nachweis- und Bestimmungsgrenze mit Hilfe der Signal-Rausch-Methode	301
6.5.21	Berechnung der Funktionsgleichung einer Regressionsgeraden und Angabe des Bestimmtheitsmaßes	303
6.5.22	Beurteilen der Güte verschiedener Kalibrierungsgeraden	304
6.5.23	Fehlerursachen der visuellen Schmelzpunktbestimmung	305
6.5.24	Beurteilung der Genauigkeit einer Messung	306
6.5.25	Unterscheidung von absoluter und relativer Messunsicherheit	306
6.5.26	Unterscheidung von zufälliger und systematischer Abweichung	306
6.5.27	Berechnung der Gesamtunsicherheit eines Prozesses	306
6.5.28	Beschreibung von IQ, OQ und PQ	307
6.5.29	Definition von: Messen, Justieren, Kalibrieren, Eichen, Prüfung, Prüfmittel, Referenzmaterial	307
6.5.30	Aufgaben von «Q7-Werkzeugen»	308
6.6	WQ: Durchführen mikrobiologischer Arbeiten	309
6.6.1	Kennzeichen einer lebenden Zelle und die Bedeutung für Viren	309
6.6.2	Zuordnen von Aufgaben der Zellorganellen	309
6.6.3	Unterscheiden von prokaryontischen und eukaryontischen Zellen	310
6.6.4	Unterscheiden von eukaryontischen Zellen und Bakterienzellen	310
6.6.5	Zuordnen von Zellstrukturen und deren Substanzklassen	311
6.6.6	Benennen von Begeißelungstypen der Bakterien	312
6.6.7	Verhalten von Zellen in einer Gramfärbung	312
6.6.8	Bedingungen für das Bilden von Endosporen	313
6.6.9	Bewegungsformen von Bakterien	313
6.6.10	Mikrobiologie und der Begriff «Taxis»	313
6.6.11	Zellwand eines Bakteriums («bakteriostatisch», «bakteriozid»)	314
6.6.12	Vorkommen von Bakterien	314
6.6.13	Wirkung und Einfluss der Mikroorganismen	315
6.6.14	Energie, Atmung und Gärung eines Bakteriums	315
6.6.15	Primär- und Sekundärmetabolismus	316
6.6.16	Ethanoloxidation durch <i>Acetobacter spec.</i>	316
6.6.17	Stoffwechselbilanz: Glucose aerob	317
6.6.18	Stoffwechselbilanz: alkoholische Gärung	318
6.6.19	Nachweis von Bakterien anhand ihres Wachstums	320
6.6.20	Begriffserklärungen aus der Mikrobiologie	320
6.6.21	Herstellen von Nährmedien für Bakterien	321
6.6.22	Verwenden von Selektivmedien und Differenzierungsmedien in der mikrobiellen Diagnostik	322
6.6.23	Vermehren von Bakterien und Viren	323
6.6.24	Temperatureinfluss bei Wachstum und Vermehrung von Bakterien	323

6.6.25	Bezeichnen von temperaturabhängigen Wachstumsbereichen	324
6.6.26	Berechnen der Bakterien-Anzahl in der Bakterienkultur	324
6.6.27	Berechnen der Generationszeit eines Bakteriums	324
6.6.28	Verfestigungsstoff für Nährmedien	325
6.6.29	Unterscheiden von synthetischen und komplexen Nährmedien	326
6.6.30	Submerskulturen und Emerskulturen	326
6.6.31	Identifizieren und Charakterisieren von Bakterien mit Reinkulturen	327
6.6.32	Kolonien von Bakterien	327
6.6.33	Mikroskopischer Nachweis von Bakterien mit eingefärbten Präparaten	328
6.6.34	Mikroskopisches Untersuchen mit dem Nativpräparat	328
6.6.35	Fixieren von Bakterienpräparaten	329
6.6.36	Konservieren von Bakterienkulturen	329
6.6.37	Überwachen von Trinkwasser	329
6.6.38	Kultivieren durch Animpfen	331
6.6.39	Bestimmen der Lebendkeimzahl und der Gesamtkeimzahl	331
6.6.40	Berechnen von Generationen, Zellzahlen und Anzahl der Teilungen	332
6.6.41	Berechnen des Volumens der zuzusetzenden Kultur	333
6.6.42	Bestimmen der Gesamtkeimzahl einer unverdünnten Probe	334
6.6.43	Berechnen der Lebendkeimzahl	335
6.6.44	Wachsen von Mikroorganismen auf Oberflächen oder in Kulturlösungen	335
6.6.45	Beschreiben von Fermentationstechniken	336
6.6.46	Beschreiben von Biotechnologie und Gentechnik	336
6.6.47	Fed-Batch-Verfahren, Zelldichte berechnen, Dampfsiegelung, Bebrüten zur Inkubation, Gramfärbung, biotechnologische Verfahren	337
6.6.48	Arbeiten mit dem Mikroskop	340
6.6.49	Definitionen und Stufen der Risikogruppen von Mikroorganismen	341
6.6.50	Definition der Begriffe bakteriozid, bakteriostatic, Desinfektion, Sterilisation	342
6.6.51	Wirkungsweise eines Desinfektionsmittels	343
6.6.52	Zulassung von Desinfektionsmitteln	343
6.6.53	Funktionen eines Laborautoclaven und Validierung	344
6.7	WQ: Durchführen verfahrenstechnischer Arbeiten	344
6.7.1	Erkennung von Pumpenzeichen	344
6.7.2	Darstellung verschiedener Behälterzeichen	345
6.7.3	Erkennen und Beschreiben von Apparaten	345
6.7.4	Benennen von Rührern	346
6.7.5	Zeichnen von grafischen Symbolen nach DIN	347
6.7.6	Funktionsweise einer Flüssigkeitsringpumpe	347
6.7.7	Einteilung von Armaturen	348
6.7.8	Verhindern der Überschreitung des zulässigen Betriebsdrucks	348
6.7.9	Identifizierung von Absperrvorrichtungen	348
6.7.10	Funktionsweise und Besonderheiten von Absperrvorrichtungen	349
6.7.11	Definition des Begriffes «Steuern»	349
6.7.12	Definition des Begriffes «Regeln»	350
6.7.13	Kennbuchstaben für Messstellenbezeichnungen	350
6.7.14	Füllstandsmessung mit der Bodendruckmessung	351
6.7.15	Temperaturbestimmung	352

6.7.16	Abwasseraufbereitungsanlagen	353
6.7.17	Identifizierung von Apparaten und Beschreibung der Funktionen anhand von Fließbildern	353
6.7.18	Identifizierung von Verfahren und Behältern anhand eines Fließbildes	355
6.7.19	Identifizierung von Vorgängen und Behälterinhalten anhand eines Fließbildes	355
6.7.20	Identifizierung von Pumpen und Erläuterung der Funktion	355
6.7.21	Identifizierung von Armaturen und Symbolen einer Extraktionsanlage	357
6.7.22	Verfahrenstechnische Schritte einer Umfällung	357
6.7.23	Regeln mit EMSR	358
6.7.24	Benennung von Messstellen	358
6.7.25	Benennung und Funktionsweise von Sicherheitseinrichtungen	360
6.7.26	Identifizierung von zu- und abgeführten Medien aus einem Fließbild	361
6.7.27	Identifizierung von Buchstabensymbolen	361
6.7.28	Identifizierung von Kennzeichnungen und Messstellen	361
6.7.29	Identifizierung verfahrenstechnischer Apparate anhand von Symbolen	363
6.7.30	Identifizierung verfahrenstechnischer Apparate anhand von Symbolen	363
<b>7</b>	<b>Musterklausuren zur gestreckten Abschlussprüfung, Teil 2 – Analytische Verfahren und Wahlqualifikationen</b>	<b>365</b>
7.1	Musterklausur – Wahlqualifikationen	365
7.1.1	Präparative Chemie, Reaktionstypen und Reaktionsführung	365
7.1.2	Lösungsvorschlag zu 7.1.1	367
7.1.3	Anwenden probenahmetechnischer und analytischer Verfahren	371
7.1.4	Lösungsvorschlag zu 7.1.3	372
7.1.5	WQ Musterklausur: Anwenden chromatografischer Verfahren	374
7.1.6	Lösungsvorschlag zu 7.1.5	377
7.1.7	WQ Musterklausur: Anwenden spektroskopischer Verfahren	380
7.1.8	Lösungsvorschlag zu 7.1.7	384
7.1.9	WQ Musterklausur: Qualitätsmanagement	385
7.1.10	Lösungsvorschlag zu 7.1.9	387
7.1.11	WQ Musterklausur: Durchführen mikrobiologischer Arbeiten	388
7.1.12	Lösungsvorschlag zu 7.1.11	391
7.1.13	WQ Musterklausur: Durchführen verfahrenstechnischer Arbeiten	395
7.1.14	Lösungsvorschlag zu 7.1.13	397
<b>8</b>	<b>Thematische Klammer</b>	<b>399</b>
8.1	Synthese von Acetanilid, 1. Beispiel für eine «Thematische Klammer»	400
8.1.1	Prüfungsfragen mit Lösungsvorschlag zu Beispiel 1	401
8.2	Quantifizierung von Eisenionen, 2. Beispiel für eine «Thematische Klammer»	405
8.2.1	Prüfungsfragen mit Lösungsvorschlag zu Beispiel 2	406



# 1 Ausbildung und Erwerb fachlicher Kompetenz

Ziel einer beruflichen Ausbildung ist es, den Auszubildenden in die Lage zu versetzen, objektive Handlungspotenziale zu erkennen und sie für Problemlösungen einzusetzen. In der Neuordnung der Laborantenberufe hat der Ordnungsgeber die Handlungsorientierung in den Vordergrund gestellt. Dadurch soll gesichert werden, dass die Handlungen in einer Ausbildung überwiegend ziel- bzw. zweckorientiert sind. Die Bewältigung von realen Arbeitsaufgaben erfordert ein umfangreiches Sach- und Handlungswissen. Dabei enthält das Sachwissen Informationen über Fakten, Ereignisse und Sachverhalte, während das Handlungswissen als Wissen über die Handlungen, die ein Ziel beschreiben, definiert ist. So ist z.B. das Wissen über den Stoff, die Apparaturen und die chemischen Vorgänge bei einer Synthese als Sachwissen zu deklarieren. Dagegen wird die Planung der Synthese,

- auf welchen Wegen,
- mit welchen Arbeitsmitteln,
- mit welchen Arbeitstechniken und
- wer die Synthese durchführen soll,

in den Bereich des Handlungswissens fallen. Die frühere strenge Einteilung des Wissens und Könnens in «praktische» und «theoretische» Teilbereiche wird dadurch gelockert.

Bei der Einführung der Neuordnung mussten sich die betriebliche und schulische Ausbildung in relativ kurzer Zeit auf das neue Ausbildungssystem umstellen. Das schulische System folgte dem Konzept der auf Handlungsfeldern aufbauenden «Lernfelder», die als übergreifender methodisch-didaktischer Ansatz an die Stelle der bisherigen Fächer getreten sind.

Für den Auszubildenden ergeben sich daraus mannigfaltige Veränderungen zum früheren Ausbildungssystem. Sie müssen während der Ausbildung auch im theoretischen Bereich «praktischer» denken und sich für einen Gesamtprozess Sach- und Handlungswissen aneignen. Dieses erworbene Wissen muss dann während der gesamten Ausbildung – und natürlich auch darüber hinaus – ständig präsent sein. Das erfordert neben dem Prozess des **Wissenserwerbs** den ständigen Prozess der **Wissensverfestigung**. Getreu dem Motto, dass «die Wiederholung die Mutter der Weisheit ist», muss das erworbene Wissen bei der Wissensverfestigung ständig und regelmäßig wiederholt werden, damit es nicht aus dem Hardwarespeicher «Gehirn» verschwindet. Nur dann kann der Auszubildende in idealer Weise Handlungs- und Sachwissen verknüpfen und berufliche Kompetenz zum Lösen realer Probleme erwerben.

Auch die Abschlussprüfungen folgen zum Teil dem ganzheitlichen, handlungsorientierten Ausbildungsansatz. So ist das Fachrechnen kein eigenständiger Prüfungsteil mehr, sondern es wurde in andere Prüfungsbereiche integriert. Im praktischen Teil der Prüfung werden die bisher verlangten «Arbeitsproben» weitgehend durch «praktische Aufgaben» ersetzt. Dabei geht es immer um die Bewertung des gesamten Arbeitsprozesses.

## 1.1 Prozess der Wissensverfestigung

Ein grundsätzlicher Fehler, den viele Schüler aufgrund ihrer Erfahrungen in den allgemein bildenden Schulen in der Ausbildung wiederholen, ist die Strategie des «Schub-

ladenlernens». Solche Schüler fangen sehr kurzfristig vor einer Klausur an zu lernen und bringen sich in kurzer Zeit mehr oder weniger umfangreiches Faktenwissen bei. Allerdings vergessen sie es oft schnell nach einer Klausur wieder. Meistens gelingt diese Strategie in der Schule, man hält sich so mehr oder weniger gut über Wasser. Zusammenhänge oder gar eine umfangreiche Handlungskompetenz erreicht man durch diese Art des Lernens absolut nicht.

Leider setzen viele Schüler dieses Verhalten in ihrer Ausbildung fort. Wie bereits erwähnt, soll die Ausbildung den Auszubildenden in die Lage versetzen, objektive Handlungspotenziale und subjektive Entwicklungsmöglichkeiten zu erkennen und daraus Lösungsansätze zu entwickeln. Das ist einfach nicht möglich, indem man kurz vor der Abschlussprüfung schnell ein paar Fakten auswendig lernt und hofft, die Prüfungen gerade so zu überstehen. Die Abschlussprüfungen sind heute so ausgelegt, dass auch die Handlungskompetenz geprüft wird. Nicht zuletzt darum kommen viele – auch durchaus intelligente – Auszubildende bei den theoretischen Abschlussprüfungen, bei denen die Kompetenz der gesamten Ausbildung in wenigen Stunden abgefragt wird, in erhebliche Schwierigkeiten und bestehen die Prüfung nur ganz knapp oder fallen gar durch.

Die Autoren dieses Buches sind fest davon überzeugt, dass es bei der weiteren Reduzierung von «Faktenaufgaben» in den Prüfungen zu viel höheren Durchfallraten kommen würde. Die weitere Umstellung der Prüfungen vom Abfragen der Fakten hin zur Bewertung der Methodenkompetenz ist jedoch zurzeit in vollem Gange.

Es ist den Auszubildenden als zukünftigen Prüflingen dringend zu raten, dass sie – falls sie sich als «Faktenlerner» wiedererkennen – ihre Lernstrategie ändern.

## 1.2 Motivation als Motor des Wissenserwerbs und der Wissensverfestigung

Eine Motivation zum Beruf ist zwingend notwendig. Schließlich kann man davon ausgehen, dass der Auszubildende freiwillig seinen Beruf gewählt hat. Sicherlich war es nicht immer der Wunschberuf, aber es war eine Wahl, wobei der «hochwertige» und anerkannte Beruf des Chemielaboranten sicherlich nicht als «Beruf zweiter Wahl» gilt. Jeder kennt den Spruch aus der Schule: «Nicht für die Schule, sondern fürs Leben lernen wir.» Dieser Spruch wird in der Ausbildung eindeutig. Sollte man gar keine Motivation mehr aufbringen, gilt es, diesen Zustand schnellstens zu überwinden oder in letzter Konsequenz die Berufsausbildung abzubrechen. Eine Resignation über längere Zeit ist nicht zu verantworten, denn dabei wird kein Ausbildungspartner – weder der Auszubildende noch sein Ausbildungsbetrieb – glücklich. Natürlich gibt es wie in jedem Lebensbereich auch in der Ausbildung persönliche Krisen, die sich nicht gerade motivierend auf die Ausbildungssituation auswirken. Gute Ausbilder, Lehrer oder Kollegen in den Betrieben können das aber meistens gut von einer «allgemeinen Unlust» unterscheiden und dabei eine handfeste Hilfestellung zur Überwindung der Krise geben. Auch professionelle Hilfe, z.B. von Betriebspsychologen oder von Vertretern des Jugendamtes usw., steht zur Verfügung. Erfahrungsgemäß kommen Azubis gestärkt aus einer solchen Krise heraus und können sich dann wieder unbeschwert ihrer Ausbildung (und dem Privatleben) widmen.

Ein paar Gedanken und Anregungen sollen dem Leser helfen, die Anfangsmotivation über lange Zeit zu behalten und die Begeisterung über seinen selbst gewählten Beruf zu steigern. Dann stellt sich der berufliche Erfolg – auch in Prüfungen – von selbst ein.



## 1. Zieldefinition

Schreiben Sie am Anfang ihrer Ausbildung alle beruflichen Wünsche auf ein Stück Papier, und versuchen Sie dabei realistisch zu bleiben. Mit einem Hauptschulabschluss – so gut er auch sein mag – ist z.B. ein Studium nicht zu bewerkstelligen (über eine Ausbildung und einen Abschluss über den zweiten Bildungsweg geht das, genügend Motivation und Beharrlichkeit vorausgesetzt).

Setzen Sie sich lieber viele Zwischenziele, die Sie einfacher erreichen können, als wenige, aber dafür mächtige Ziele. Behalten Sie trotzdem immer die Richtung Ihres Hauptziels im Auge, die Gefahr der Verzettlung ist nicht zu unterschätzen.

## 2. Zielüberprüfung

Überlegen Sie sich, warum es wichtig ist, gerade dieses Ziel erreichen zu wollen. Sie brauchen eine eigene, innere Bereitschaft für Ihren Beruf. Sie sollten Ihre Ausbildung nicht nur begonnen haben, weil ein Freund von Ihnen den gleichen Abschluss anstrebt.

## 3. Fähigkeitszuweisung

Was können Sie besonders gut, was befähigt Sie, dieses Ziel zu erreichen? Stellen Sie fest, welches Ziel am besten zu Ihrer Persönlichkeit passt. Nicht in jedem Lehrfach muss man brillieren! Macht mir die Analytik oder die präparative Arbeit besonders viel Spaß? Wo könnte ich meine Talente, die ich habe, einbringen?

## 4. Programmierung

Wie wird Ihr Leben aussehen, wenn Sie Ihr Ziel erreicht haben? Ist die Situation besonders positiv, haben Sie es natürlich einfacher, das Ziel zu erreichen. Sind Sie mit dem Geld, das Sie als Laborant nach der Ausbildung verdienen, in der Lage, selbstständig Ihr Leben zu gestalten?

## 5. Soziale Kompetenz

Viele junge Kollegen haben Angst, bei guten Leistungen im Betrieb oder in der Schule als «Streber» abgestempelt zu werden. Wenn man sich an seine Schulzeit zurück erinnert, waren Streber aber meist Mitschüler, die ihr Wissen nicht mit anderen teilen wollten oder arrogant über das «Nichtwissen» ihrer Mitschüler urteilten. Gute Schüler, die die soziale Kompetenz hatten, ihren Mitschülern zu helfen, waren in den meisten Fällen gut angesehen und hatten einen hohen Stellenwert in der schulischen Gemeinschaft. Es lohnt sich, diese soziale Kompetenz weiterzuentwickeln und schwächeren Schülern Hilfe anzubieten. Viele Freundschaften, die auch die Ausbildung überdauern, sind oft so entstanden.

## 6. Belohnung

Haben Sie ein Zwischenziel erreicht oder gar das Hauptziel, dann ist eine Belohnung fällig. Gehen Sie z.B. mit Freunden essen, und lassen Sie diese am Erfolg teilhaben.

Alle erfolgreichen Menschen haben ein klares und realistisches Ziel gehabt. Sie haben erkannt, dass nur sie für die Erreichung der Ziele verantwortlich waren. Treten bei einem Erfolg Probleme auf, so werden die entsprechenden Probleme als Chance begriffen, die gestellten Ziele gestärkt zu erreichen.

Ein solches Hauptziel ist für alle Auszubildenden die erfolgreiche Teilnahme an der Abschlussprüfung, denn ohne Bestehen dieser Prüfung ist eine Ausübung in einem anerkannten Beruf in Deutschland nicht oder nur eingeschränkt möglich.

Es sollte auch klar sein, dass die Chance auf eine fundierte Weiterbildung im gewählten Berufsfeld heute nur schwer erreichbar ist, wenn die Abschlussprüfung gerade so bestanden wurde. Auch eine sehr gute Prüfung garantiert noch nicht eine

steile Karriere in einem Unternehmen, aber mit einer schlechten Prüfung müssten schon allerhand Zufälle eintreten, dass trotzdem ein Aufstieg auf der Karriereleiter möglich ist.

Es gilt zu bedenken, dass die Prüfung nicht mehr wiederholbar ist, falls sie bestanden wurde. Mit einem Gesamtergebnis von 51 von 100 Punkten muss der Ausgelernete dann sein gesamtes berufliches Leben klarkommen.

Nachfolgend werden die wichtigsten Regeln aufgeführt, wie Wissen am besten langfristig gefestigt werden kann.

### 1.3 Langfristige Strategie zur Wissensverfestigung

Lernpsychologen und Pädagogen haben schon seit langem Verhaltensweisen zusammengetragen, die helfen sollen, das erworbene Wissen zu festigen.

1. Lernen Sie regelmäßig! Erstellen Sie sich einen festen Arbeitsplan, den Sie strikt einhalten. Achten Sie dabei auf Ihren eigenen Biorhythmus. Tägliche Lernzeiten mit einem geringeren Umfang (ca. 1 Stunde) einzuplanen ist sinnvoller, als sich am Wochenende einmal für 6 Stunden zu plagen. Fangen Sie in jedem Fall zu lernen an, auch wenn Sie keine sehr große Lust dazu haben. Wenn Sie einmal angefangen haben, wird es dann meistens leichter, sich weiter in das Arbeitsgebiet zu vertiefen.
2. Die Lernzeit sollte mit 30 bis 40% aus Wiederholungen bestehen. Den neuen Lernstoff sollten Sie einteilen und dabei öfters die Fächer wechseln. Nehmen Sie sich jeweils einen Teilbereich vor, machen Sie eine kurze Pause, und wechseln Sie das Stoffgebiet. Nehmen Sie nicht zu viele Informationen auf einmal auf, irgendwann schaltet man ab, und dann war die investierte Zeit nutzlos.
3. Strukturieren Sie Ihren Lernstoff. Nachdem Sie einen Teilaspekt des Lernstoffs durchgelesen haben, fassen Sie ihn mit kurzen Worten mündlich oder schriftlich zusammen und versuchen Sie ihn dann in Gedanken wiederzugeben. Falls das Schwierigkeiten macht, muss der Lernstoff intensiver wiederholt werden. Beim Lösen von Rechenaufgaben sollte zunächst über den Lösungsweg nachgedacht werden. Fällt Ihnen dieser Weg nach spätestens 10 Minuten nicht ein, geben Sie zunächst auf und legen Sie die Aufgabe zur Seite. Fällt Ihnen der Lösungsweg später auch noch nicht ein, suchen Sie nach «Musteraufgaben» oder bitten später einen Kollegen, Ausbilder oder Lehrer um einen Lösungsvorschlag. Gehen Sie aber nie einfach zur «Tagesordnung» über und akzeptieren Sie dabei nie, dass Sie diese Aufgabe nicht lösen können!
4. Faktenwissen lernt man am besten mit kleinen Karteikarten. Auf die eine Seite kommt die Frage, auf die andere Seite die Antwort. Bereits beim Schreiben der Fragen und Antworten werden eine Menge Informationen gespeichert. Gleichzeitig lernt man, knapp und exakt zu formulieren, da auf den Karten nicht viel Platz ist. Beim Abarbeiten eines Fragenstapels werden die Fragen, die man einfach beantworten konnte, nach rechts gelegt, die anderen nach links. Diese nach links hingelegten Karten studiert man nochmals aufmerksam und arbeitet dann wieder den gesamten, gemischten Stapelkatalog durch. Bleiben keine Karten mehr auf der linken Seite liegen, hat man (für diesen Moment!) den Lernstoff gelernt. Vor einer neuen Lerneinheit sollte man nochmals schnell zur Wiederholung einen Karteikartenkatalog durcharbeiten. Ideal wird es, wenn Sie aus gelesenen Texten eigene Fragen formulieren, die dann auch umgehend beantwortet werden können.

5. Wenn Sie Bücher oder andere Materialien durcharbeiten, z.B. Ihre Aufzeichnungen aus den Unterrichten, seien Sie kritisch und fragen Sie sich, «warum» die Fakten so sind. Holen Sie sich mit Hilfe von Suchmaschinen aus dem Internet (z.B. <http://www.google.de> oder <http://scholar.google.de/schhp?hl=de>) oder Lexiken (z.B. <http://de.wikipedia.org/wiki/Hauptseite>) Informationen und vergleichen Sie diese mit Ihren Aufzeichnungen oder Literaturangaben.
6. Versuchen Sie – falls das möglich ist – das Gelernte in einen Kontext mit Ihrem beruflichen oder privaten Umfeld zu bringen. Wo können Sie evtl. das eben Gelernte anwenden, um eine Information besser zu verarbeiten oder eine praktizierte Arbeitsweise besser zu verstehen? Wenn man sich z.B. die Zusammenhänge zwischen der kinetischen Energie und der Geschwindigkeit seines Autos bewusst gemacht hat, wird man folgerichtig seine Geschwindigkeit besser den Umständen anpassen.



## 2 Vorbereitung auf die theoretische Prüfung

### 2.1 Theoretische Prüfungen für Laborberufe

Die Ausbildungsverordnung für Chemielaboranten vom 01.08.2009 legt fest, wie die Abschlussprüfung für diese auszubildenden Laboranten nach ihrer Abschlussausbildung abzulegen ist.

Die «Gestreckte Abschlussprüfung» besteht seitdem aus 2 zeitlich getrennten Teilen. Teil 1 der 1. gestreckten Abschlussprüfung muss bis zum Ende des 2. Ausbildungsjahres abgelegt werden. Der praktische und der schriftliche Teil dieser «Gestreckten Prüfung, Teil 1» werden zu je 17,5% (zusammen also mit 35%) in das Gesamtergebnis der Abschlussprüfung Chemielaborant eingehen. Ein kurzer Auszug aus der Verordnung vom 01.08.2009.

«Der Prüfling soll nachweisen, dass er ... fachliche Aufgaben in Hinblick auf arbeitsorganisatorische, naturwissenschaftliche und technologische Sachverhalte und deren Verknüpfung analysieren, bewerten und geeignete Lösungswege darstellen, chemisch-physikalische Methoden und Arbeitsstoffe prozessbezogen einsetzen, berufsbezogene Berechnungen durchführen sowie Maßnahmen zur Sicherheit und zum Gesundheitsschutz bei der Arbeit sowie zum Umweltschutz und Qualitätsmanagement einbeziehen kann.»

Dem Prüfungsbereich «Allgemeine und Präparative Chemie» sind folgende Gebiete und Tätigkeiten zugrunde zu legen:

- Atombau, chemische Bindung und Periodensystem der Elemente,
- Stoffkunde,
- Syntheseverfahren, Reaktionsgleichungen und Beeinflussung von Reaktionen,
- Stöchiometrie, insbesondere Ausbeute- und Konzentrationsberechnungen,
- Trennen und Reinigen von Stoffen,
- allgemeine Labortechnik,
- Charakterisieren von Produkten und Arbeitsstoffen.

Der schriftliche Teil der «gestreckten Prüfung, Teil 1» soll maximal 135 Minuten für den Prüfungsbereich «Allgemeine und Präparative Chemie» dauern.

Zum Ende der Ausbildung, also im Regelfall nach 3 bis 3,5 Jahren, ist die Prüfung Teil 2 der Abschlussprüfung notwendig. Im Verordnungstext heißt es zur schriftlichen Prüfung, Teil 2:

«Teil 2 der Abschlussprüfung besteht aus den Prüfungsbereichen: ... Analytische Chemie und Wahlqualifikationen, Wirtschafts- und Sozialkunde. Der Prüfling soll nachweisen, dass er fachliche Aufgaben in Hinblick auf arbeitsorganisatorische, naturwissenschaftliche und technologische Sachverhalte und deren Verknüpfung analysieren, bewerten und geeignete Lösungswege darstellen, berufsbezogene Berechnungen durchführen sowie Maßnahmen zur Sicherheit und zum Gesundheitsschutz bei der Arbeit, zum Umweltschutz und Qualitätsmanagement einbeziehen kann. Der Prüfling soll nachweisen, dass er allgemeine wirtschaftliche und gesellschaftliche Zusammenhänge der Berufs- und Arbeitswelt darstellen und beurteilen kann.»

Im Prüfungsbereich «Analytische Chemie und Wahlqualifikationen», Teilbereich «Analytische Chemie»:

- Analyseverfahren einschließlich Probenvorbereitung und Reaktionsgleichungen,
- Stoffkonstanten und physikalische Größen,
- Reaktionskinetik und Thermodynamik, chemisches Gleichgewicht,
- Auswerten von Messergebnissen unter Berücksichtigung stöchiometrischer Berechnungen,
- wichtige großtechnische Herstellungsverfahren.

Teilbereich «Wahlqualifikationen»:

- Es sind 3 der 6 vom Ausbildungsbetrieb ausgebildeten Wahlqualifikationseinheiten zu prüfen.

Prüfungsbereich «Wirtschafts- und Sozialkunde»:

- rechtliche Grundlagen des Berufsausbildungsverhältnisses, insbesondere von Berufsbildungsgesetz, Handwerksordnung, Berufsausbildungsvertrag, gegenseitige Rechte und Pflichten im Berufsausbildungsvertrag,
- Arbeits- und Tarifrecht sowie Arbeitsschutz, insbesondere Lohn und Gehalt, Sozialversicherung, Kündigung und Kündigungsschutz, Jugendarbeitsschutz, Urlaub, betriebliche Mitbestimmung: insbesondere Betriebsverfassungsgesetz, Mitbestimmungsgesetz, Betriebsrat und Jugendvertretung,
- allgemeine wirtschaftliche und gesellschaftliche Zusammenhänge der Berufs- und Arbeitswelt.

Der schriftliche Teil von Teil 2 der Abschlussprüfung dauert im Prüfungsbereich «Analytische Chemie und Wahlqualifikationen» maximal 195 Minuten und im Prüfungsbereich «Wirtschafts- und Sozialkunde» maximal 60 Minuten.

Inhalt dieses Buches ist nur die schriftliche Prüfung.

## 2.2 Rechtlicher Hintergrund von Abschlussprüfungen

Wie Abschlussprüfungen in anerkannten Berufen ablaufen sollen, regelt das Berufsbildungsgesetz vom 23.03.2005. Darin heißt es in § 47 der Prüfungsordnung:

«Die zuständige Stelle hat eine Prüfungsordnung für die Abschlussprüfung zu erlassen. Die Prüfungsordnung bedarf der Genehmigung der zuständigen obersten Landesbehörde.»

Die Prüfungsordnung (PO) muss die Zulassung, die Gliederung der Prüfung, die Bewertungsmaßstäbe und die Erteilung von Prüfungszeugnissen, die Folge von Verstößen gegen die Prüfungsordnung und die Wiederholungsprüfung regeln. Sie kann vorsehen, dass Prüfungsaufgaben, die überregional oder von einem Aufgabenerstellungsausschuss bei der zuständigen Stelle erstellt oder ausgewählt werden, von der einzelnen Prüfungskommission übernommen werden. Das gilt nur, sofern die Aufgaben von Gremien erstellt oder ausgewählt werden, die entsprechend § 40, Abs. 2, zusammengesetzt sind (d.h. paritätische Zusammensetzung der Gremien).

Die Organisation der Prüfungen ist nach dem Berufsbildungsgesetz Aufgabe der IHKs. Die Bewertung von Prüfungsleistungen liegt dagegen bei den Prüfungsausschüs-