

Anlage 4

Orientierungshilfe des PAL-Fachausschusses „Chemielaborant/-in“
Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung

Orientierungshilfe des PAL-Fachausschusses

Chemielaborant/-in

Teil 2

der gestreckten Abschlussprüfung

**Die folgende Zusammenstellung dient nur zur Orientierung und wird durch den zuständigen PAL-Fachausschuss ständig aktualisiert.
Sie stellt keinen rechtsverbindlichen Anspruch auf Vollständigkeit dar.**

Anlage 4

Orientierungshilfe des PAL-Fachausschusses „Chemielaborant/-in“

Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung

Teil 2: Prüfungsbereich „allgemeine und analytische Chemie“ (120 Minuten)

Gemäß § 3 Abs. 3 der Erprobungsverordnung vom 17. Juni 2002 soll der Prüfling im schriftlichen Teil von Teil 2 der Abschlussprüfung in den Prüfungsbereichen Allgemeine und Analytische Chemie sowie Wahlqualifikationen zeigen, „...dass er insbesondere durch Verknüpfung von arbeitsorganisatorischen, technologischen und mathematischen Sachverhalten sowie damit zusammenhängender informationstechnischer Fragestellungen praxisbezogene Fälle lösen kann. Dabei sollen Maßnahmen zur Sicherheit und zum Gesundheitsschutz bei der Arbeit, zum Umweltschutz sowie qualitätssichernde Maßnahmen einbezogen werden...“ Diese rechtlichen Bestimmungen werden als übergeordnete Themenbereiche zu den nachfolgend aufgeführten „detaillierten Inhalten“ der Pflicht- bzw. Wahlqualifikationen gesehen.

1. Allgemeine und Analytische Chemie (Pflichtqualifikationen)

Prüfungsgebiet (gemäß Erprobungs- verordnung)	Detaillierte Inhalte (durch Festlegung des PAL-Fachausschusses)
1. Analyseverfahren einschließlich Probenvorbereitung und Reaktionsgleichungen	<ul style="list-style-type: none">- Probenahme und Probenaufbereitung und Probenvorbereitung- Qualitative Analyse anorganischer Stoffe, insbesondere der Nachweis einfacher Anionen und Kationen- Fällungsreaktionen, Prinzip der Gravimetrie- Wellenlänge, Frequenz, Dispersion und Refraktion- Bouguer-Lambert-Beersches Gesetz- Aufbau und Funktionsweise von UV/VIS- und IR-Spektrometern, Zuordnung der IR- und UV/VIS-Spektroskopie zu Einsatzgebieten- Stoffe mit UV/VIS- und IR-Spektrometern qualitativ und quantitativ analysieren- Prinzip der qualitativen und quantitativen Chromatografie- Auswahl von Elutionsmitteln für Säulen- und Dünnschichtchromatografie, Entwicklung von Dünnschicht-Chromatogrammen- Prinzip der wichtigsten chromatografischen Trennverfahren (Dünnschicht-, Gas-, Hochleistungs-Flüssigkeits-Chromatografie)- Gaschromatografie (GC): Methode, Aufbau, Anwendung- Hochleistungs-Flüssigkeits-Chromatografie (HPLC): Methode, Aufbau, Anwendung- Arbeitsgebiete der Maßanalyse: Acidimetrie, Komplexometrie, Redoxanalysen, Konduktometrie, Potenziometrie

Anlage 4

Orientierungshilfe des PAL-Fachausschusses „Chemielaborant/-in“

Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung

	<ul style="list-style-type: none">- Elektrogravimetrie- Säure-Base-Reaktionen, Puffersysteme- pH-Wert und Indikatorenauswahl, pK_s- und pK_b-Werte- Adsorption, Desorption, Verteilung, Verteilungsgleichgewichte, Nernst'scher Verteilungssatz- Kommunikations- und Informationssysteme, elektronische Auswertung
2. Stoffkonstanten und physikalische Größen	<ul style="list-style-type: none">- Physikalische Größen messen, insbesondere pH-Wert, Dichte, Temperatur, Drehwinkel, Brechzahl, Schmelz- und Siedepunkt Viskosität- Volumenmessgeräte und Waagen auswählen und einsetzen- Lösemittel unterschiedlicher Polarität auswählen- Spektroskopische Stoffkonstanten- Lösungs- und Verteilungsgleichgewichte (Konstanten)- Eigenschaften von Elutionsmitteln- Chromatografische Stoffkonstanten
3. Reaktionskinetik und Thermodynamik, chemisches Gleichgewicht	<ul style="list-style-type: none">- Verfahrensoptimierung durch den Einsatz chemisch-physikalischer Maßnahmen- Reaktionsenthalpie, exotherme und endotherme Reaktionen- Reaktionsgeschwindigkeit, Einflussgrößen- Maßnahmen zum Verschieben des Reaktionsgleichgewichts- Katalyse- Berechnungen zum Massenwirkungsgesetz (MWG)
4. Auswerten von Messergebnissen unter Berücksichtigung stöchiometrischer Berechnungen	<ul style="list-style-type: none">- Berechnungen bei maßanalytischen Bestimmungen, insbesondere bei Neutralisations-, Redox- und komplexometrischen Titrationsen- Berechnungen bei gravimetrischen Bestimmungen- Berechnungen bei spektroskopischen Bestimmungen, insbesondere Bouguer-Lambert-Beer'sches Gesetz- Einfache statistische Berechnungen (Mittelwert, Median, Standardabweichung, Variationskoeffizient)

Anlage 4

Orientierungshilfe des PAL-Fachausschusses „Chemielaborant/-in“

Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung

Prüfungsgebiet (gemäß Erprobungs- verordnung)	Detaillierte Inhalte (durch Festlegung des PAL-Fachausschusses)
5. Chemische Bindung, Periodensystem der Elemente	<ul style="list-style-type: none">- Atombau - Aufbau und Prinzip des Periodensystems der Elemente (Elektronegativität, Ionisierungsenergie, Elektronenaffinität) - Chemische Bindung (Ionen-, Atom-, Metall-, Komplex-, polare Atom- und Wasserstoffbrücken-Bindungen, van-der-Waals-Kräfte)

Anlage 4

Orientierungshilfe des PAL-Fachausschusses „Chemielaborant/-in“

Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung

2. Wahlqualifikationen

Nachfolgend sind nur detaillierte Gliederungen für diejenigen Wahlqualifikationseinheiten aufgeführt, die der PAL-Fachausschuss überregional entwickelt.

Prüfungsgebiet (gemäß Erprobungs- verordnung)	Detaillierte Inhalte (durch Festlegung des PAL-Fachausschusses)
Wahlqualifikations- einheit Liste I Nr. 1: Präparative Chemie, Reaktionstypen und -führung	<ul style="list-style-type: none">- Amine: Einteilung, Herstellung, Reaktionen (z. B. Diazotierung) - Additions- und Kondensationsreaktionen bei Carbonylverbindungen:<ul style="list-style-type: none">- Halbacetal- und Acetalbildung- Cyanhydrinbildung und Hydrolyse zu α-Hydroxycarbonsäuren- Imin, Oxim und Hydrazonbildung- Aldol- und Cannizzaro-Reaktion - Substituierte Carbonsäuren:<ul style="list-style-type: none">- Halogen-, Hydroxy-, Keto-, Aminocarbonsäuren - Aromatische Verbindungen:<ul style="list-style-type: none">- Aromatische Amine- Aromatische Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren- Aromatische Carbonsäurederivate, substituierte Carbonsäuren - Zweitsubstitution - Polymerisation, Polyaddition, Polykondensation - Formulierung mehrstufiger Synthesen - Metallorganische Reaktionen - Untersuchung von Reaktionen unter Berücksichtigung der Reaktionsmechanismen - Umsatzberechnungen

Anlage 4

Orientierungshilfe des PAL-Fachausschusses „Chemielaborant/-in“

Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung

Prüfungsgebiet (gemäß Erprobungs- verordnung)	Detaillierte Inhalte (durch Festlegung des PAL-Fachausschusses)
Wahlqualifikations- Einheit Liste I Nr. 3: Durchführen verfahrens- technischer Arbeiten	<ul style="list-style-type: none">- Chemische Verfahren, mechanische und thermische Trennverfahren wie: Fällern Umfällen, Filtrieren, Zentrifugieren, Destillieren, Rektifizieren, Extrahieren, Ab- und Adsorption - Verfahrenstechnische Rohrleitungs- und Instrumentenfließbilder mit folgenden Bauteilen kennen: Behälter, Kolonnen, chemische Reaktoren mit Einbauten, Wärmetauscher, Öfen, Filterapparate, Abscheider, Zentrifugen, Trockner, Zerkleinerungsmaschinen, Rührer, Flüssigkeitspumpen, Kompressor, Verdichter, Vakuumpumpe, Absperrarmaturen, Rückschlagarmaturen, Armaturen mit stetigem Stellverhalten, Sicherheitsarmaturen, Rohrleitungsteile - Funktion und Einsatz der verfahrenstechnischen Bauteile kennen - Messtechnik und Sensoren wie: Temperatur: Widerstandsthermometer, Thermoelement Druck: Rohrfederanometer, Plattenfederanometer Füllstand: Bodendruck Durchfluss: Messblende (Qualität: pH-Wert, Leitfähigkeit,..) - Messstellenbezeichnung nach DIN für: Grafische Symbole, Kennbuchstaben, Messort, Anzeigeort I: Anzeige R: Registrierung C: Regelung S: Schaltung A: Alarm, oberer, unterer Grenzwert F: Durchfluss L: Stand (auch von Trennschicht) P: Druck T: Temperatur Q: Qualität - Unterscheidung zwischen Steuern und Regeln Regelkreis: Führungsgröße, Stellgröße, Regelgröße, Störgröße Stellglied, Stellantrieb, (Stellort)

Anlage 4

Orientierungshilfe des PAL-Fachausschusses „Chemielaborant/-in“

Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung

Prüfungsgebiet (gemäß Erprobungs- verordnung)	Detaillierte Inhalte (durch Festlegung des PAL-Fachausschusses)
Wahlqualifikations- einheit Liste I Nr. 4: Anwenden probenahmetechnischer und analytischer Verfahren	<ul style="list-style-type: none">- Probenahmeverfahren auswählen, insbesondere<ul style="list-style-type: none">- unter Beachtung des Aggregatzustandes- mit dem Ziel des Erhaltes der Spezies, u.a. unter Beachtung eines geeigneten Probentransportes- unter Berücksichtigung von Einflüssen auf die Repräsentativität und die analytische Aussagefähigkeit- Unterscheidung zwischen manueller und automatisierter Probenahme- Beachtung der notwendigen Daten eines Probenahme-protokolls- Auswahl geeigneter Verfahren zur Probenkonservierung, insbesondere<ul style="list-style-type: none">- physikalische Verfahren (z. B. Kühlen, Tiefgefrieren)- chemische Verfahren (Zugabe fester Chemikalien oder Lösungen von Chemikalien)- Proben stoff- und analysenspezifisch vorbereiten, insbesondere durch<ul style="list-style-type: none">- Auswahl und Anwendung von Verfahren zur Herstellung einer repräsentativen Analyseprobe- Auswahl geeigneter Aufschlussverfahren, -mittel und -geräte, insbesondere saure und alkalische Nass- und Schmelzaufschlüsse- Auswahl geeigneter Verfahren zur Abtrennung störender Matrixbestandteile oder Anreicherung des Analyten, insbesondere Verfahren der Extraktion, Säulen- oder Papierchromatographie, Fällung, Adsorption und Absorption- Analyseverfahren gemäß § 4, Abs. 1 Nr. 7 der Verordnung vom 22. März 2002 auswählen unter Berücksichtigung von<ul style="list-style-type: none">- Selektivität und Sensitivität- wesentlichen statistischen Kenngrößen, insbesondere Richtigkeit, Präzision, Robustheit, Wiederfindung- Verfahrensschritte optimieren durch<ul style="list-style-type: none">- Minimierung des Chemikalieneinsatzes- Darstellung und Vereinfachung von Arbeitsabläufen- Integration von Qualitätssicherung- Nutzung von Möglichkeiten zur Automatisierung

Anlage 4

Orientierungshilfe des PAL-Fachausschusses „Chemielaborant/-in“

Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung

Prüfungsgebiet (gemäß Erprobungs- verordnung)	Detaillierte Inhalte (durch Festlegung des PAL-Fachausschusses)
Wahlqualifikations- einheit Liste I Nr. 5: Anwenden chromatografischer Verfahren	<ul style="list-style-type: none">- Parameter eines Chromatogramms und daraus abgeleitete Größen (insbesondere Retentionszeiten, Kapazitätsfaktor, Auflösung, Trennfaktor, Trennstufenzahl, Bodenhöhe, Fließgeschwindigkeit) - Aufbau und Prinzip von Geräten der Gaschromatografie (GC) und der Hochleistungs-Flüssigkeitschromatografie (HPLC), Bauteile und deren Funktionen - HPLC-Methoden und deren Phasen: Umkehrphasen- und Normalphasen-HPLC - GC-Methoden und deren Phasen (polar bzw. unpolar) - Trennmechanismus der Verteilungs- und Adsorptionschromatographie - Fehlererkennung anhand von Chromatogrammen (HPLC bzw. GC) - Vorschläge zur Fehlerbeseitigung, insbesondere unaufgelöster und unsymmetrischer Peaks (Dünnschichtchromatografie, GC, HPLC) - Erstellung von Kalibrierstrategien - Quantitative Auswertung von Chromatogrammen mit Hilfe des externen- und internen Standards - Elektrophorese

Anlage 4

Orientierungshilfe des PAL-Fachausschusses „Chemielaborant/-in“

Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung

Prüfungsgebiet nach Erprobungs- verordnung	Detaillierte Inhalte (durch Festlegung des PAL-Fachausschusses)
Wahlqualifikations- einheit, Liste I Nr. 6: Anwenden spektroskopischer Verfahren	<ul style="list-style-type: none">- Grundlagen, Aufbau und Prinzip von Geräten (Bauteile und deren Funktionen) der:<ul style="list-style-type: none">- Atomabsorptions-/Atomemissionsspektroskopie (AAS/AES),- Infrarot-Spektroskopie (IR),- UV/VIS-Spektroskopie,- Massenspektroskopie (MS) und- Magnetischen Resonanzspektroskopie (NMR)- Elektromagnetisches Spektrum- Bouguer-Lambert-Beer'sches Gesetz und seine Anwendung- Berechnung von Verdünnungsreihen zur Erstellung von Kalibrierstrategien- Einteilung der Molekülschwingungen durch IR-Strahlung (Valenz- und Deformationsschwingung)- Interpretation einfacher IR-Spektren (insbesondere folgende Gruppen und Gerüste: -OH, C=O, C-C, C=C, C≡C, Aromat)- Interpretation einfacher MS- und NMR-Spektren- Syntheseverfolgung durch spektroskopische Methoden- Quantitative Auswertung spektroskopischer Messergebnisse (insbesondere bei der UV/VIS-Spektroskopie)

Anlage 4

Orientierungshilfe des PAL-Fachausschusses „Chemielaborant/-in“

Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung

Prüfungsgebiet nach Erprobungs- verordnung	Detaillierte Inhalte (durch Festlegung des PAL-Fachausschusses)
Wahlqualifikations- einheit Liste I Nr. 9: Durchführen mikrobiologischer Arbeiten I	<ul style="list-style-type: none">- Arbeitssicherheit beim Umgang mit biologischen Material<ul style="list-style-type: none">- Berufsbezogene Inhalte – Biostoffverordnung- Arbeit unter Sterilwerkbänken - Methoden der Sterilisation und Desinfektion<ul style="list-style-type: none">- Wirkungsweise und Umgang mit den Geräten- Sterilisationsverfahren- Desinfektionslösungen - Nährmedien<ul style="list-style-type: none">- Zusammensetzung und Herstellung- Feste und flüssige Nährmedien - Mikroorganismen und deren Nachweis<ul style="list-style-type: none">- Zellarten und Zellbestandteile- Wachstumsbedingungen- Kultivierung von Mikroorganismen- Nachweis von Mikroorganismen - Verfahren und deren Anwendung in der Mikrobiologie<ul style="list-style-type: none">- Gramfärbung, Bunte Reihe, Hängender Tropfen, fraktionierter Ausstrich- Plattengussverfahren, Ausspateln - Mikroskopie<ul style="list-style-type: none">- Baugruppen des Mikroskops- Hell- und Dunkelfeldmikroskopie- Größenbestimmung (Okularmikrometer, Zählkammer) - Keimwachstum dokumentieren und Keimzahlbestimmung<ul style="list-style-type: none">- Morphologische Differenzierung- Zählgeräte - Biologische Stoffumwandlung und biotechnologische Verfahren<ul style="list-style-type: none">- Atmung als aerober und Gärung als anaerober Vorgang- Biotechnologie als fächerübergreifende Wissenschaft- Einsatzmöglichkeiten biotechnologischer Verfahren - Fachtypische mathematische Berechnungen z.B. Keimgehalt, Verdünnungen, Bakterienvermehrung

Anlage 4

Orientierungshilfe des PAL-Fachausschusses „Chemielaborant/-in“

Teil 2 der gestreckten Abschlussprüfung

Prüfungsgebiet nach Erprobungs- verordnung	Detaillierte Inhalte (durch Festlegung des PAL-Fachausschusses)
Wahlqualifikations- einheit Liste II Nr. 5: Qualitätsmanagement	<ul style="list-style-type: none">- Gesetzliche und regulative Vorgaben und deren Unterscheide (GLP/GMP, Akkreditierung EN ISO/IEC 17025, Zertifizierung ISO 9000ff)- Gerätetechnische Maßnahmen zur Qualitätssicherung (insbesondere bei der Massenmessung, Volumenmessung und Fotometrie)- Grundsätze der Dokumentation von Daten und Ergebnissen- Statistische Berechnungen (Mittelwert, Median, Standardabweichung, Variationskoeffizient)- Validierung analytischer Verfahren, Bestimmung der Validierungsparameter „Richtigkeit“, „Präzision“, „Nachweisgrenze“, „Linearität“ und „Robustheit“.- Fehlerarten und Fehlerabschätzung- Umgang mit x-y-Regelkarten, Erkennung von Außerkontroll-situationen