



Orientierungshilfe des PAL-Fachausschusses

**Chemielaborant/-in
Teil 2**

**der gestreckten Abschlussprüfung
(Verordnung vom 25. Juni 2009)**

Version 01/2018

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

	<ul style="list-style-type: none"> - Arbeitsgebiete der Maßanalyse: Acidimetrie, Alkalimetrie, Komplextometrie, Redoxanalysen, Konduktometrie, Potenziometrie - Elektrogravimetrie - Säure-Base-Reaktionen, Puffersysteme - pH-Wert und Indikatorenauswahl, pK_s- und pK_b-Werte - Adsorption, Desorption, Verteilung, Verteilungsgleichgewichte, Nernstscher 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 Titrations - Berechnungen bei gravimetrischen Bestimmungen - Berechnungen bei spektroskopischen Bestimmungen, insbesondere Bouguer-Lambert-Beersches Gesetz - Einfache statistische Berechnungen (Mittelwert, Median, Standardabweichung, Variationskoeffizient)
5 Wichtige großtechnische Herstellungsverfahren	<ul style="list-style-type: none"> - Herstellungsverfahren, wichtige physikalisch-chemische Grundlagen beschreiben (Reaktionsgleichungen): <ul style="list-style-type: none"> - Ammoniaksynthese (insbesondere das Gleichgewicht) - Salpetersäuresynthese - Methanolsynthese - Schwefelsäure (insbesondere die Ab- und Adsorption) - Chlor-Alkali-Elektrolyse

2. Wahlqualifikationen

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

Prüfungsgebiet	Detaillierte Inhalte (durch Festlegung des PAL-Fachausschusses)
Wahlqualifikation, 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 Hydrazonebildung- 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 - Stereoisomerie: Enantiomerie, Diastereomerie, Racemat, D-/L-Nomenklatur - Formulierung mehrstufiger Synthesen - Metallorganische Reaktionen - Untersuchung von Reaktionen unter Berücksichtigung der Reaktionsmechanismen - Berechnungen (Umsatz, chemisches Gleichgewicht, Mischung, etc.) - Aufarbeitung von Reaktionsprodukten

Prüfungsgebiet	Detaillierte Inhalte (durch Festlegung des PAL-Fachausschusses)
<p>Wahlqualifikation, Liste I Nr. 3:</p> <p>Durchführen verfahrenstechnischer Arbeiten</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Chemische Herstellungsverfahren, mechanische und thermische Trennverfahren wie: Fällen, 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: <ul style="list-style-type: none"> - 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 Trennschicht) P: Druck T: Temperatur Q: Qualität D: Differenz - Unterscheidung zwischen Steuern und Regeln Regelkreis: Führungsgröße, Stellgröße, Regelgröße, Störgröße Stellglied, Stellantrieb, Stellort - Berechnungen: <ul style="list-style-type: none"> - Kraft, Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad - Gasgesetze - Volumenstrom, Volumenstromverhältnis, Massenstrom - Wärmemenge (Schmelz-, Verdampfungs- und Temperiervorgänge) - Ausbeute

Prüfungsgebiet	Detaillierte Inhalte (durch Festlegung des PAL-Fachausschusses)
<p>Wahlqualifikation, Liste I Nr. 4:</p> <p>Anwenden probenahmetechnischer und analytischer Verfahren</p>	<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 - mit Unterscheidung zwischen manueller und automatisierter Probenahme - unter 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, zur Reinigung des Analyten und zur Anreicherung des Analyten, insbesondere unter Anwendung der Verfahren <ul style="list-style-type: none"> - Extraktion - Säulen- oder Papierchromatographie - Fällung - Adsorption und Absorption - Umfällung oder Umkristallisation - Analyseverfahren gemäß § 4, Abs. 2 Nr. 7 der Verordnung vom 25. Juni 2009 auswählen und gegebenenfalls validieren 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 - Statistik der Probenahme <ul style="list-style-type: none"> - Stichprobenauswahl - Stichprobenumfang

Prüfungsgebiet	Detaillierte Inhalte (durch Festlegung des PAL-Fachausschusses)
<p>Wahlqualifikation, Liste I Nr. 5:</p> <p>Anwenden chromatografischer Verfahren</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Parameter eines Chromatogramms und daraus abgeleitete Größen, insbesondere <ul style="list-style-type: none"> - Retentionszeiten, Kapazitätsfaktor k' <u>Retentionsfaktor k</u>, Auflösung, Trennfaktor, Trennstufenzahl, Bodenhöhe, Fließgeschwindigkeit, inneres und äußeres Chromatogramm, Van-Deemter-Gleichung - Aufbau und Prinzip von Geräten der Gaschromatografie (GC) und der Hochleistungs-Flüssigkeits-Chromatografie (HPLC), Bauteile und deren Funktionen - HPLC-Methoden und deren Phasen: Umkehrphasen- und Normalphasen-HPLC, Ionenchromatografie mit Suppression - GC-Methoden und deren Phasen (polar bzw. unpolar) - Trennmechanismus der Verteilungs- und Adsorptionschromatografie - Analysenproben vorbereiten - Optimierung chromatografischer Verfahren - Fehlererkennung anhand von Chromatogrammen (HPLC bzw. GC) - Vorschläge zur Fehlerbeseitigung, insbesondere unaufgelöster und unsymmetrischer Peaks (DC, GC, HPLC) - Erstellung von Kalibrierstrategien - Quantitative Auswertung von Chromatogrammen mit Hilfe des externen und internen Standards

Prüfungsgebiet	Detaillierte Inhalte (durch Festlegung des PAL-Fachausschusses)
Wahlqualifikation, 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"> - Atomabsorptionsspektroskopie (AAS) - Atomemissionsspektroskopie (AES); ICP-OES - Infrarot-Spektroskopie (IR, IR-ATR) - UV/VIS-Spektroskopie - Massenspektrometrie (MS) und - Magnetischen Resonanzspektroskopie (NMR) - Analysenproben vorbereiten - Optimierung spektroskopischer Verfahren - Elektromagnetisches Spektrum <ul style="list-style-type: none"> - Bouguer-Lambert-Beersches Gesetz und seine Anwendung - Erstellung von Kalibrierstrategien bzw. Verdünnungsstrategien unter Berücksichtigung von Matrixeinflüssen - Einteilung der Molekülschwingungen durch IR-Strahlung (Valenz- und Deformationsschwingung) - Interpretation grundlegender IR-Spektren, insbesondere folgende Gruppen und Gerüste: <ul style="list-style-type: none"> -OH, NH₂, C=O, COOH, COOR, C-C, C=C, C≡C, Aromat - Interpretation grundlegender MS- und NMR-Spektren - Syntheseverfolgung durch spektroskopische Methoden - Quantitative Auswertung spektroskopischer Messergebnisse

Prüfungsgebiet	Detaillierte Inhalte (durch Festlegung des PAL-Fachausschusses)
<p>Wahlqualifikation, Liste I Nr. 9:</p> <p>Durchführen mikrobiologischer Arbeiten I</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Steriles Arbeiten – Sicherheit im Labor <ul style="list-style-type: none"> - Arbeitssicherheit beim Umgang mit biologischem Material - Berufsbezogene Inhalte – Biostoffverordnung - Arbeit unter Sterilwerkbänken - Entsorgung von kontaminiertem Material - Räumliche Voraussetzungen - Methoden der Sterilisation und Desinfektion <ul style="list-style-type: none"> - Wirkungsweise und Umgang mit den Geräten - Sterilisationsverfahren - Desinfektionslösungen - Kultivierung von Mikroorganismen <ul style="list-style-type: none"> - Nährmedien und Kulturgefäße - Zusammensetzung und Herstellung - Feste und flüssige Nährmedien - Entnahme von Zellmaterial, Impftechniken - Bebrütung - Mikroorganismen und deren Nachweis - Zellarten und Zellbestandteile - Wachstumsbedingungen - Anreicherung und Isolierung von Mikroorganismen - Nachweis von Mikroorganismen in der Umwelt - Aufbewahrung und Beschaffung von Reinkulturen - Lichtmikroskopische Untersuchung von Mikroorganismen <ul style="list-style-type: none"> - Baugruppen des Mikroskops - Hell- und Dunkelfeldmikroskopie - Größenbestimmung (Okularmikrometer, Zählkammer) - Phasenkontrastmikroskopie - Untersuchung fixierter und gefärbter Bakterien - Untersuchung lebender Bakterien und Hefen - Bestimmung der Zellzahl und Zellmasse in einzelligen Mikroorganismen <ul style="list-style-type: none"> - Morphologische Differenzierung - Biologische Stoffumwandlung und biotechnologische Verfahren <ul style="list-style-type: none"> - Atmung als aerober und Gärung als anaerober Vorgang - Arten von Gärungen - Einsatzmöglichkeiten biotechnologischer Verfahren - Fachtypische mathematische Berechnungen z.B. <ul style="list-style-type: none"> - Keimgehalt - Verdünnungen - Bakterienvermehrung - Viren

Prüfungsgebiet	Detaillierte Inhalte (durch Festlegung des PAL-Fachausschusses)
Wahlqualifikation, Liste II Nr. 5: Qualitätsmanagement	<ul style="list-style-type: none"> - Gesetzliche und regulative Vorgaben und deren Unterschiede <ul style="list-style-type: none"> - Qualitätsbegriff - Qualitätsmanagement und Qualitätsmanagementsysteme - Akkreditierung und Zertifizierung - Gerätetechnische Maßnahmen zur Qualitätssicherung <ul style="list-style-type: none"> - Erstellung von Kalibrierfunktionen - Kalibrieren, Justieren, Eichen - Praktische Anwendung der Qualitätssicherung, insbesondere bei Massen- und Volumenmessung und Fotometrie - Statistische Auswertungen <ul style="list-style-type: none"> - Repräsentative Werte, insbesondere Mittelwert, Median, Modalwert - Streumaße, insbesondere Spannweite, Varianz, Standardabweichung, Variationskoeffizient - Gaußsche Normalverteilung, insbesondere Bedeutung der Flächenanteile bei der Normalverteilung sowie Vertrauensbereich von Mittelwerten - Statistische Testverfahren, insbesondere Ausreißertest nach Grubbs, t-Test, F-Test - Validierung analytischer Verfahren <ul style="list-style-type: none"> - Richtigkeit, Präzision, Messunsicherheit, Genauigkeit, Selektivität, Sensitivität, Arbeitsbereich (insbes. Linearität, Nachweisgrenze, Bestimmungsgrenze), Reproduzierbarkeit, Vergleichbarkeit, Robustheit, Wiederfindungsrate - Dokumentation einer Validierung, insbesondere Validierungsplan, Rohdaten, Ergebnisprotokoll und Abschlussbericht - Fehlerarten und Fehlerabschätzung <ul style="list-style-type: none"> - Feststellung von Fehlern insbesondere Reinheitsbestimmung, Kalibrierung unter Einbeziehung von Matrixeffekten - Einteilung der Fehler, Fehlerquellen, Fehlerrechnung - Praktische Anwendung der Fehlerabschätzung insbesondere bei Volumenmessung, Massenmessung, Fotometrie - x-y-Regelkarten <ul style="list-style-type: none"> - Erstellung von Regelkarten insbesondere Ermittlung von Mittelwert und Standardabweichung, Festlegung der Fehlergrenzen, Warn- und Eingriffsgrenzen - Erkennen von Außerkontrollsituationen - Qualitätssicherungskonzept für einen Arbeitsplatz <ul style="list-style-type: none"> - Grundsätze der Dokumentation von Daten und Ergebnissen - Anforderungen an Prüflaboratorien - Gerätequalifizierung und Prüfmittelüberwachung - Verwendung von Referenzmaterialien - Methodenqualifizierung - Unsicherheit von Analyseergebnissen



PAL – Prüfungsaufgaben- und
Lehrmittelentwicklungsstelle
IHK Region Stuttgart

PAL – Prüfungsaufgaben- und Lehrmittelentwicklungsstelle
IHK Region Stuttgart

Jägerstraße 30, 70174 Stuttgart, Telefon +49 (711) 2005-1848, Telefax -1830
pal@stuttgart.ihk.de, www.ihk-pal.de