



## **Orientierungshilfe des PAL-Fachausschusses**

**Chemielaborant/-in  
Teil 2**

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

---

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

# Prüfungsbereich „Analytische Chemie und Wahlqualifikationen“ (195 Minuten)

Gemäß § 8 Abs. 4 Nr. 1 der Verordnung vom 25. Juni 2009 soll der Prüfling im Prüfungsbereich Analytische Chemie und Wahlqualifikationen nachweisen, dass er

- fachliche Aufgaben im 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 sowie zum Umweltschutz und Qualitätsmanagement einbeziehen

kann.

Diese rechtlichen Bestimmungen werden als übergeordnete Themenbereiche zu den nachfolgend aufgeführten „detaillierten Inhalten“ der Pflicht- bzw. Wahlqualifikationen gesehen.

## 1. Analytische Chemie (Pflichtqualifikationen)

Prüfungsgebiet	Detaillierte Inhalte (durch Festlegung des PAL-Fachausschusses)
1 Analyseverfahren einschließlich Probenvorbereitung und Reaktionsgleichungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Probenahme und Probenaufbereitung und Probenvorbereitung</li> <li>- Qualitative Analyse anorganischer Stoffe, insbesondere der Nachweis einfacher Anionen und Kationen</li> <li>- Fällungsreaktionen, Prinzip der Gravimetrie</li> <li>- Wellenlänge, Frequenz, Dispersion und Refraktion</li> <li>- Bouguer-Lambert-Beersches Gesetz:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Extinktion (spektrales Absorptionsmaß)</li> <li>- Transmissionsgrad</li> <li>- Absorptionsgrad</li> </ul> </li> <li>- Aufbau und Funktionsweise von UV/VIS- und IR-Spektrometern, Zuordnung der IR- und UV/VIS-Spektroskopie zu Einsatzgebieten</li> <li>- Stoffe mit UV/VIS- und IR-Spektrometern qualitativ und quantitativ analysieren</li> <li>- Prinzip der qualitativen und quantitativen Chromatografie</li> <li>- Auswahl von Elutionsmitteln für Säulen- und Dünnschichtchromatografie, Entwicklung von Dünnschicht-Chromatogrammen</li> <li>- Prinzip der wichtigsten chromatografischen Trennverfahren (Dünnschicht-, Gas-, Hochleistungs-Flüssigkeits-Chromatografie)</li> <li>- Gaschromatografie (GC): Methode, Aufbau, Anwendung</li> <li>- Hochleistungs-Flüssigkeits-Chromatografie (HPLC): Methode, Aufbau, Anwendung</li> <li>- Arbeitsgebiete der Maßanalyse: Acidimetrie, Alkalimetrie, Komplextometrie, Redoxanalysen, Konduktometrie, Potenziometrie</li> </ul>
<i>Fortsetzung auf Seite 3</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektrogravimetrie</li> <li>- Säure-Base-Reaktionen, Puffersysteme</li> <li>- pH-Wert und Indikatorenauswahl, <math>pK_s</math>- und <math>pK_b</math>-Werte</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adsorption, Desorption, Verteilung, Verteilungsgleichgewichte, Nernstscher Verteilungssatz</li> <li>- Kommunikations- und Informationssysteme, elektronische Auswertung</li> </ul>
2 Stoffkonstanten und physikalische Größen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Physikalische Größen messen, insbesondere pH-Wert, Dichte, Temperatur, Drehwinkel, Brechzahl, Schmelz- und Siedepunkt Viskosität</li> <li>- Volumenmessgeräte und Waagen auswählen und einsetzen</li> <li>- Lösemittel unterschiedlicher Polarität auswählen</li> <li>- Spektroskopische Stoffkonstanten</li> <li>- Lösungs- und Verteilungsgleichgewichte (Konstanten)</li> <li>- Eigenschaften von Elutionsmitteln</li> <li>- Chromatografische Stoffkonstanten</li> </ul>
3 Reaktionskinetik und Thermodynamik, chemisches Gleichgewicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfahrensoptimierung durch den Einsatz chemisch-physikalischer Maßnahmen</li> <li>- Reaktionsenthalpie, exotherme und endotherme Reaktionen</li> <li>- Reaktionsgeschwindigkeit, Einflussgrößen</li> <li>- Maßnahmen zum Verschieben des Reaktionsgleichgewichts</li> <li>- Katalyse</li> <li>- Berechnungen zum Massenwirkungsgesetz (MWG)</li> </ul>
4 Auswerten von Messergebnissen unter Berücksichtigung stöchiometrischer Berechnungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Berechnungen bei maßanalytischen Bestimmungen, insbesondere bei Neutralisations-, Redox- und komplexometrischen Titrationsen</li> <li>- Berechnungen bei gravimetrischen Bestimmungen</li> <li>- Berechnungen bei spektroskopischen Bestimmungen, insbesondere Bouguer-Lambert-Beersches Gesetz</li> <li>- Einfache statistische Berechnungen (Mittelwert, Median, Standardabweichung, Variationskoeffizient)</li> </ul>
5 Wichtige großtechnische Herstellungsverfahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herstellungsverfahren, wichtige physikalisch-chemische Grundlagen beschreiben (Reaktionsgleichungen): <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ammoniaksynthese (insbesondere das Gleichgewicht)</li> <li>- Salpetersäuresynthese</li> <li>- Methanolsynthese</li> <li>- Schwefelsäure (insbesondere die Ab- und Adsorption)</li> <li>- Chlor-Alkali-Elektrolyse</li> </ul> </li> </ul>

## 2. Wahlqualifikationen

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

<b>Prüfungsgebiet</b>	<b>Detaillierte Inhalte (durch Festlegung des PAL-Fachausschusses)</b>
<b>Wahlqualifikation, Liste I Nr. 1:</b>  Präparative Chemie, Reaktionstypen und -führung	<ul style="list-style-type: none"><li>- Amine: Einteilung, Herstellung, Reaktionen (z. B. Diazotierung)</li> <li>- Additions- und Kondensationsreaktionen bei Carbonylverbindungen:<ul style="list-style-type: none"><li>- Halbacetal- und Acetalbildung</li><li>- Cyanhydrinbildung und Hydrolyse zu <math>\alpha</math>-Hydroxycarbonsäuren</li><li>- Imin, Oxim und Hydrazonebildung</li><li>- Aldol- und Cannizzaro-Reaktion</li></ul></li> <li>- Substituierte Carbonsäuren:<ul style="list-style-type: none"><li>- Halogen-, Hydroxy-, Keto-, Aminocarbonsäuren</li></ul></li> <li>- Aromatische Verbindungen:<ul style="list-style-type: none"><li>- Aromatische Amine</li><li>- Aromatische Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren</li><li>- Aromatische Carbonsäurederivate, substituierte Carbonsäuren</li></ul></li> <li>- Zweitsubstitution</li> <li>- Polymerisation, Polyaddition, Polykondensation</li> <li>- Stereoisomerie: Enantiomerie, Diastereomerie, Racemat, D-/L-Nomenklatur</li> <li>- Formulierung mehrstufiger Synthesen</li> <li>- Metallorganische Reaktionen</li> <li>- Untersuchung von Reaktionen unter Berücksichtigung der Reaktionsmechanismen</li> <li>- Berechnungen (Umsatz, chemisches Gleichgewicht, Mischung, etc.)</li> <li>- Aufarbeitung von Reaktionsprodukten</li></ul>

Prüfungsgebiet	Detaillierte Inhalte (durch Festlegung des PAL-Fachausschusses)
<p><b>Wahlqualifikation, Liste I Nr. 3:</b></p> <p>Durchführen verfahrens-technischer Arbeiten</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chemische Herstellungsverfahren, mechanische und thermische Trennverfahren wie: Fällen, Umfällen, Filtrieren, Zentrifugieren, Destillieren, Rektifizieren, Extrahieren, Ab- und Adsorption</li> <li>- 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</li> <li>- Funktion und Einsatz der verfahrenstechnischen Bauteile kennen</li> <li>- Messtechnik und Sensoren wie: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatur: Widerstandsthermometer, Thermoelement</li> <li>- Druck: Rohrfederanometer, Plattenfederanometer</li> <li>- Füllstand: Bodendruck</li> <li>- Durchfluss: Messblende</li> <li>- Qualität: pH-Wert, Leitfähigkeit,..</li> </ul> </li> <li>- 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</li> <li>- Unterscheidung zwischen Steuern und Regeln Regelkreis: Führungsgröße, Stellgröße, Regelgröße, Störgröße Stellglied, Stellantrieb, Stellort</li> <li>- Berechnungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kraft, Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad</li> <li>- Gasgesetze</li> <li>- Volumenstrom, Volumenstromverhältnis, Massenstrom</li> <li>- Wärmemenge (Schmelz-, Verdampfungs- und Temperiervorgänge)</li> <li>- Ausbeute</li> </ul> </li> </ul>

Prüfungsgebiet	Detaillierte Inhalte (durch Festlegung des PAL-Fachausschusses)
<p><b>Wahlqualifikation, Liste I Nr. 4:</b></p> <p>Anwenden probenahmetechnischer und analytischer Verfahren</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Probenahmeverfahren auswählen, insbesondere <ul style="list-style-type: none"> <li>- unter Beachtung des Aggregatzustandes</li> <li>- mit dem Ziel des Erhaltes der Spezies, u. a. unter Beachtung eines geeigneten Probentransportes</li> <li>- unter Berücksichtigung von Einflüssen auf die Repräsentativität und die analytische Aussagefähigkeit</li> <li>- mit Unterscheidung zwischen manueller und automatisierter Probenahme</li> <li>- unter Beachtung der notwendigen Daten eines Probenahme-Protokolls</li> </ul> </li>   <li>- Auswahl geeigneter Verfahren zur Probenkonservierung, insbesondere <ul style="list-style-type: none"> <li>- physikalische Verfahren (z. B. Kühlen, Tiefgefrieren)</li> <li>- chemische Verfahren (Zugabe fester Chemikalien oder Lösungen von Chemikalien)</li> </ul> </li>   <li>- Proben stoff- und analysenspezifisch vorbereiten, insbesondere durch <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswahl und Anwendung von Verfahren zur Herstellung einer repräsentativen Analyseprobe</li> <li>- Auswahl geeigneter Aufschlussverfahren, -mittel und -geräte, insbesondere saure und alkalische Nass- und Schmelzaufschlüsse</li> <li>- 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"> <li>- Extraktion</li> <li>- Säulen- oder Papierchromatographie</li> <li>- Fällung</li> <li>- Adsorption und Absorption</li> <li>- Umfällung oder Umkristallisation</li> </ul> </li> </ul> </li>   <li>- 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"> <li>- Selektivität und Sensitivität</li> <li>- wesentlichen statistischen Kenngrößen, insbesondere Richtigkeit, Präzision, Robustheit, Wiederfindung</li> </ul> </li>   <li>- Verfahrensschritte optimieren durch <ul style="list-style-type: none"> <li>- Minimierung des Chemikalieneinsatzes</li> <li>- Darstellung und Vereinfachung von Arbeitsabläufen</li> <li>- Integration von Qualitätssicherung</li> <li>- Nutzung von Möglichkeiten zur Automatisierung</li> </ul> </li>   <li>- Statistik der Probenahme <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stichprobenauswahl</li> <li>- Stichprobenumfang</li> </ul> </li> </ul>

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

Prüfungsgebiet	Detaillierte Inhalte (durch Festlegung des PAL-Fachausschusses)
<b>Wahlqualifikation, Liste I Nr. 6:</b>  Anwenden spektroskopischer Verfahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen, Aufbau und Prinzip von Geräten (Bauteile und deren Funktionen) der: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Atomabsorptionsspektroskopie (AAS)</li> <li>- Atomemissionsspektroskopie (AES); ICP-OES</li> <li>- Infrarot-Spektroskopie (IR, IR-ATR)</li> <li>- UV/VIS-Spektroskopie</li> <li>- Massenspektrometrie (MS) und</li> <li>- Magnetischen Resonanzspektroskopie (NMR)</li> </ul> </li> <li>- Analysenproben vorbereiten</li> <li>- Optimierung spektroskopischer Verfahren</li> <li>- Elektromagnetisches Spektrum <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bouguer-Lambert-Beersches Gesetz und seine Anwendung</li> </ul> </li> <li>- Erstellung von Kalibrierstrategien bzw. Verdünnungsstrategien unter Berücksichtigung von Matrixeinflüssen</li> <li>- Einteilung der Molekülschwingungen durch IR-Strahlung (Valenz- und Deformationsschwingung)</li> <li>- Interpretation grundlegender IR-Spektren, insbesondere folgende Gruppen und Gerüste: <ul style="list-style-type: none"> <li>-OH, NH<sub>2</sub>, C=O, COOH, COOR, C-C, C=C, C≡C, Aromat</li> </ul> </li> <li>- Interpretation grundlegender MS- und NMR-Spektren</li> <li>- Syntheseverfolgung durch spektroskopische Methoden</li> <li>- Quantitative Auswertung spektroskopischer Messergebnisse</li> </ul>



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

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



PAL – Prüfungsaufgaben- und  
Lehrmittelentwicklungsstelle  
IHK Region Stuttgart

PAL – Prüfungsaufgaben- und Lehrmittelentwicklungsstelle  
IHK Region Stuttgart

Jägerstraße 30, 70174 Stuttgart, Telefon +49 (711) 2005-0, Telefax -1830  
pal@stuttgart.ihk.de, www.ihk-pal.de



*Zertifizierte Qualität bei der  
Prüfungsaufgaben-Erstellung*