

Name	Analytische Chemie [AC]
Semester lt. Studienablaufplan	3.
Dauer	1
ECTS-Punkte	5
Gesamtworkload	150 h
Präsenzzeit	<b>40,00 h:</b> 4 SWS: 2 SWS Vorlesung und 2 SWS Praktika.
Anteil Vor- und Nachbereitung von Lehrveranstaltungen	<b>62,00 h:</b> - 16,00 h Versuchsvorbereitung für 8 Versuche (Testat), - 16,00 h für Protokollanfertigung, - 30,00 h Vorlesungsnachbereitung.
Anteil Prüfung inkl. Prüfungsvorbereitung	<b>20,00 h:</b> - Prüfungsvorbereitung, <b>2,00 h:</b> - Prüfung (PK 120),
Anteil sonstiges Selbststudium	<b>26,00 h</b>
Lehr- und Lernformen	<p><b>1. Vorlesungen (2 SWS)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Der Vorlesungsstoff wird durch eine Kombination von Tafelbild, Folien und Powerpointpräsentationen vermittelt. Dazu erhalten die Studenten ausgewählte <i>handouts</i>, die vor der Lehrveranstaltung aus dem Internet entnommen werden sollen.</li> <li>- Ziel ist auch, eine kurze Zusammenfassung jeder Vorlesung in Englisch anzubieten.</li> <li>- Eine LV kann von einem auswärtigen Experten (z.B. zur Kapillargaschromatographie) gehalten werden. Dazu soll ein <i>handout</i> für die Nachbearbeitung des Stoffes verfügbar sein.</li> <li>- Für das weitere Selbststudium (ca. 2 SWS) erhalten die Studenten Skripte zu ausgewählten Themen (z.B. Extraktionen, UV/VIS-Spektroskopie, IR-Spektroskopie oder Elektroanalytik).</li> <li>- Weiterhin werden Fachbücher in das Selbststudium einbezogen, die - wie auch die Vorlesungsskripte - zunehmend in englischer Sprache verfasst sind.</li> </ul> <p><b>2. Praktika (2 SWS)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Den Studenten werden 8 verschiedene Praktika angeboten. Die Versuchsdurchführung muß aus didaktischen Gründen in kleineren Gruppen (3-4 Studenten) erfolgen.</li> <li>- Zur Vorbereitung des Praktikums dienen Skripte mit entsprechenden Literaturstellen sowie Teile des Vorlesungsstoffes.</li> <li>- Das erfolgreiche Bestehen des Testates ist die Voraussetzung zur Teilnahme am Praktikumsversuch.</li> <li>- Jede Praktikumsgruppe fertigt zum durchgeführten Versuch ein Protokoll an.</li> </ul>
Prüfungsleistungen	Erfolgreiche Absolvierung aller Testate und Praktika, termingerechte Abgabe aller Protokolle. Klausur zum Inhalt der Vorlesung: PK120.

Bewertung	Die Bewertung erfolgt differenziert: Klausur: Wichtungsfaktor (WF): 0.7, Praktikum/Testate/Protokolle: WF: 0.3.
Niveaustufe	Bachelor
Lerninhalt	<p><b>1. Inhalte und Zielstellung</b></p> <p>Die LV Analytische Chemie setzt Kenntnisse naß-chemischer Methoden wie Gravimetrie (z.B. Wägen, Fällungen) oder Volumetrie (Titration) voraus.</p> <p>Die Inhalte basieren auf der Einteilung in Analysenprinzipien (A), -methoden (B) und -verfahren (C).</p> <p>Die WW<sup>1</sup> von Analyten mit elektromagnetischer Strahlung (A) [Spektroskopie, (B)], die WW von Analyten mit einer mobilen und stationären Phase (A) [Chromatographie, (B)] oder die Wanderung von geladenen Molekülen im elektrischen Feld (A) [Elektrophorese, (B)] sind Beispiele naturwissenschaftlicher Prinzipien (A) und Methoden (B) der Analytischen Chemie.</p> <p>Unterschieden wird zwischen optischen Methoden (Emission, Absorption), Trennmethoden (Chromatographie, Elektrophorese) und elektroanalytischen Methoden (Elektrodenreaktionen, Potentiometrie, Voltammetrie).</p> <p>Die spektroskopischen Methoden gliedern sich in die Atomspektroskopie (OES, AAS) und Molekülspektroskopie (UV/VIS, IR).</p> <p>Analysenverfahren (C) beinhalten die gesamte Palette einzelner Analysenschritte: Probennahme, -transport, -lagerung, -vorbereitung, -analyse und -auswertung sowie die Interpretation der Ergebnisse. Wichtiger integraler Bestandteil einzelner Analysenschritte ist die Qualitätssicherung (QS).</p> <p>Ziel ist, Analysenverfahren in Theorie, Methodik und Applikation vollständig darzustellen und anzuwenden.</p> <p><b>2. Gliederung der LV</b></p> <p>(1) <b>Probennahme-Techniken</b> von Gasen, festen und flüssigen Stoffen.</p> <p>(2) <b>Lösen von Stoffen</b> (hydrophile: Zucker; hydrophobe: KW<sup>2</sup>; wasser- und fettlösliche Vitamine, Phospholipide, Gold, Silikate).</p> <p>(3) <b>Probenvorbereitung</b> mittels Flüssigflüssig-Extraktion (LLE<sup>3</sup>), "solid phase extraction" (SPE); SPME<sup>4</sup>, ACE<sup>5</sup>).</p>

<sup>1</sup> Wechselwirkungen

<sup>2</sup> Kohlenwasserstoffe

<sup>3</sup> Liquid Liquid Extraction

<sup>4</sup> Solid Phase Micro Extraction

<sup>5</sup> Accelerated Solvent Extraction

	<p>(4) <b>Arbeitsweisen von Aufschlüssen-I:</b> z.B. Schmelzaufschlüsse (sauer, oxidierend), Naßaufschlüsse (mit Mikrowellenanregung), Trockenveraschung (<i>Parr-Bombe</i>) oder Verbrennungen (<i>Schöniger-Kolben</i>).</p> <p>(5) <b>Aufschlüsse-II</b> von Sediment, Boden, Klärschlamm, biologischen Proben (Serren), Öl/Fett, Kunststoff, Pharmaka.</p> <p>(6) <b>Grundlagen chromatographischer Trennmethoden</b> (Flüssigchromatographie: LC, TLC<sup>6</sup>; Gaschromatographie: GC).</p> <p>(7) <b>Theorie der Chromatographie</b> (Chromatogramm und -parameter, Van-Deemter-Gleichung und -Kurven, reduzierte Größen).</p> <p>(8) <b>Klassische Flüssigchromatographie</b> (LC) vs. High-performance liquid chromatography (HPLC).</p> <p>(9) <b>Apparative Grundlagen</b> (Pumpen, Injektoren, Säulen, Detektoren) und Effizienz der HPLC, Applikationsgebiete.</p> <p>(10) <b>Mechanismen</b> der Normalphasen, Reversed-Phase-Chromatographie (RPC) bzw. Chromatographie mit chemisch gebundenen Phasen.</p> <p>(11) <b>Theorie und Methodik der GC</b> (Gaschromatographie) mit gepackten Säulen und mit Kapillarsäulen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Abhängigkeiten v. Dampfdruck, Selektivität, Formel nach Herington, Trennstufenmodell, Van-Deemter-Kurven).</li> <li>- Injektionen (Splitinjektion, splitlose Injektion), Headspace-Technik.</li> <li>- Gas-flüssig-Chromatographie (GLC) und GSC<sup>7</sup>, Filmkapillar- (WCOT<sup>8</sup>) und Schichtkapillarsäulen (PLOT, SCOT<sup>9</sup>).</li> <li>- Isotherme GC vs. temperaturprogrammierte GC anhand ausgewählter Applikationen (Alkohole, Fettsäuren u.a.).</li> <li>- Wärmeleitfähigkeitsdetektor (WLD), (FID<sup>10</sup>, ECD<sup>10</sup>).</li> </ul> <p>(12) <b>Atomspektroskopie:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Historisches (Kirchhoff und Bunsen, Frauenhofer, Max Planck).</li> </ul>
--	---

<sup>6</sup> Liquid Chromatography, Thin Layer Chromatography

<sup>7</sup> Gas Solid Chromatography

<sup>8</sup> Wall Coated Open Tubular Columns

<sup>9</sup> Porous Layer Open Tubular Columns, Supported Coated Open Tubular Columns

<sup>10</sup> Flammen-Ionisations-Detektor (Electron Capture Detector)

<sup>11</sup> Infrarotspektroskopie

- Theorie und apparative Grundlagen, "Spektralanalyse".
- Linienspektren (Na), Vergleich mit Bandenspektren (Benzol).
- Vergleiche zwischen Atomabsorption, -emission und -fluoreszenz.

**(13) Optische Atomemissionsspektroskopie (OES):**

- Vorgänge bei der Atomisierung (NaCl in der Flamme).
- Atomisatoren (technische Realisierung, Charakterisierung und Effektivität von Flammen, Öfen, Bögen, Funken, Plasmen) sowie Monochromatoren, Detektoren.
- Qualitative und quantitative Auswertung ("Fotoplatte").
- Applikationen aus der Klinischen Analytik (Alkali-, Erdalkalimetalle im Harn und Serum), Mineralogie, Halbleitertechnik.

**(14) Atomabsorptionsspektrometrie (AAS):**

- OES vs. AAS (Apparatur, Multielement-/ "Elementanalyse").
- Aufbau und Funktion der Hohlkathodenlampe.
- Vorteile der Graphitrohrküvette gegenüber Flammen.
- Hydridtechnik (As, "Marsh-Probe"), Kaltdampftechnik (Hg).
- Vergleiche bzgl. Sensitivität und Selektivität: AAS vs. OES.

**(15) Molekülspektroskopie:**

- Spektralbereiche, UV, VIS, IR<sup>11</sup>; Lambert-Beersches-Gesetz.
- Welle-/Teilchencharakter, Emission vs. Absorption.
- Zusammenhang zwischen Energie, Wellenlänge, Wellenzahl.

**(16) UV/VIS-Spektroskopie:**

- Elektronenanregung, Energieschemata.
- Bandenspektren von Aromaten.
- Komplementärfarben, Chromophore Verschiebungen.
- Farbstoff-Spektren und Interpretation.

**(17) IR-Spektroskopie:**

- Lichtquellen, Küvetten, Monochromatoren, Detektoren.
- Anregung v. Molekülrotationen/ -schwingungen, Valenz- vs. Deformationsschwingungen (sym-/asymmetrische Schwingungen).
- Interpretation von IR-Spektren (Paraffin, Aceton, Folien).

	<p><b>(18) Qualitätssicherung (QS):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kenngrößen (Genauigkeit, Kalibrierung, Kalibrierfunktion).</li> <li>- Standardadditionsverfahren, Bereichsgrenzen (Nachweis-, Erfassungs-, Bestimmungsgrenze; Recovery-Werte).</li> <li>- Trennschärfe (Selektivität, Spezifität, Auflösung).</li> </ul> <p><b>(19) Elektroanalytik-I:</b> Elektroden/-reaktionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Red-Ox-Elektroden, Ionen-Elektroden, Elektroden 1. u. 2. Art.</li> <li>- Ionenselektive Elektroden: Fluoridanalyse.</li> </ul> <p><b>(20) Elektroanalytik-II:</b> Strom, Spannung, Widerstand, Ladung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Potentiometrie,</li> <li>- Konduktometrie,</li> <li>- Coulometrie,</li> <li>- Amperometrie</li> <li>- Voltammetrie/Polarographie.</li> </ul>
<p>Lernergebnis/Kompetenzen</p> <p>1. Fachkompetenzen (subject-related competences):</p> <p>2. Fachunabhängige Kompetenzen (generic competences)<sup>i</sup></p>	<p><b>1. Fachkompetenzen (Auswahl):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verständnis und Kompetenz für die differenzierte Analytik von organischen und anorganischen Species.</li> <li>- Unterscheidung von Analysenprinzipien, -methoden und -verfahren.</li> <li>- Verständnis der Funktion von analytischen Geräten (Spektrometer, Chromatographen, Elektroden/Elektroanalytik).</li> <li>- Kenntnisse der Unterschiede und Applikationsmöglichkeiten zwischen chromatographischen und spektroskopischen Methoden (Chromatogramm vs. Spektrum).</li> <li>- Möglichkeiten und Potential von Trennmethode und strukturanalytischen Methoden in der Analytischen Chemie.</li> <li>- Qualitative vs. quantitative Bestimmung von Analyten in einfachen Medien und in komplexen (biologischen) Matrices, Qualitätssicherung von Analysendaten.</li> <li>- Fachgerechtes und sicheres Umgehen mit Konzentrationsmaßen.</li> </ul> <p><b>2. Fachunabhängige Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vertiefung des naturwissenschaftlichen und logischen Denkens.</li> <li>- Ausprägung einer „Analytischen“ Denkweise, die sich nicht nur auf die chemische Analyse bezieht.</li> <li>- Aneignung praktischer und experimenteller Fähigkeiten, Verbesserung der Geschicklichkeit.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mut zur Improvisation bei geringer Ausstattung an Materialien, Methoden und Geräten.</li> <li>- Zurückführung von komplizierten Zusammenhängen auf einfache Sachverhalte.</li> <li>- Stärkung der Teamarbeit. Entwicklung und Transparenz individueller Fähigkeiten und Fertigkeiten. Stärkung der Kreativität.</li> <li>- Stärkung des Selbstbewusstseins durch Schaffen von Erfolgserlebnissen während des experimentellen Arbeitens.</li> <li>- Erarbeitung und Perfektionierung interessanter und praxisrelevanter Versuche.</li> </ul>
Notwendige Voraussetzung für die Teilnahme	Der Student sollte über ausreichend gute Abiturkenntnisse in Chemie und Physik verfügen. Weiterhin sind solide Grundkenntnisse in physikalischer, organischer und anorganischer Chemie erforderlich.
Status	Pflichtmodul
Module, die im Austausch für dieses Modul anerkannt werden	keine
Häufigkeit des Angebotes	nur im Wintersemester
Literatur	<p><b>Gey, Manfred: „Instrumentelle Analytik und Bioanalytik“; 2008, Verlag: Springer, (ISBN 978-3-540-73803-9).</b></p> <p>Hesse, Manfred u.a.: „Spektroskopische Methoden in der organischen Chemie“; Verlag: Georg Thieme.</p> <p>Otto, Matthias: „Analytische Chemie“, Verlag: Wiley-VCH.</p> <p>Schwedt, Georg: „Analytische Chemie“, Verlag: Georg Thieme.</p>
Verantwortlich für den Inhalt:	Prof. Dr. rer. nat. habil. Manfred H. Gey
Bei Änderung des Moduls Info an:	Studiengangsbeauftragten für die BS-Studiengänge Biotechnologie und Chemie.
Letzte Änderung:	14.09.2008
Zugehörige Studienordnung:	BS-Studiengänge Biotechnologie und Chemie.