

**Rahmenlehrplan für  
Unterricht und Erziehung**

**Berufsoberschule (BOS) Jahrgangsstufe 12 und 13**  
**Fachoberschule (FOS) Jahrgangsstufe 12**

**Fachrichtung: Technik**

**Fach: Labortechnik Chemie, Physik und Biologie**

**Gültig ab Schuljahr 2013/2014**

## **Impressum**

### **Erarbeitung**

Dieser Rahmenlehrplan wurde vom Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (LISUM) erarbeitet.

### **Herausgeber**

Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Wissenschaft, Berlin

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Der Herausgeber behält sich alle Rechte einschließlich Übersetzung, Nachdruck und Vervielfältigung des Werkes vor. Kein Teil des Werkes darf ohne ausdrückliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Dieses Verbot gilt nicht für die Verwendung dieses Werkes für die Zwecke der Schulen und ihrer Gremien.

Berlin, Juni 2013

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemein.....</b>	<b>4</b>
1.1	Aufgaben und Ziele der Fachoberschule und Berufsoberschule: Beruflichkeit, Fachlichkeit und Studierfähigkeit.....	4
1.2	Leitidee .....	5
1.3	Aufbau und Verbindlichkeit des Rahmenlehrplans .....	5
<b>2</b>	<b>Kompetenzerwerb und fachliche Standards.....</b>	<b>6</b>
2.1	Kompetenzdimensionen im Fach .....	6
2.1.1	Fachkompetenz .....	6
2.1.2	Methodenkompetenz.....	7
2.1.3	Sozialkompetenz.....	7
2.1.4	Selbstkompetenz .....	7
2.2	Eingangsprofil im Unterrichtsfach.....	8
2.3	Anforderungsbereiche.....	8
2.4	Abschlussprofil im Unterrichtsfach .....	9
<b>3</b>	<b>Stundenkontingente und Themenfelder.....</b>	<b>10</b>
3.1	Übersicht zu Pflicht- und Wahlthemenfeldern.....	10
3.2	Themenfelder der Fachoberschule und Berufsoberschule Jahrgangsstufe 12 .....	11
3.2.1	Pflichtthemenfelder .....	11
3.2.2	Wahlthemenfelder.....	17
3.3	Themenfelder der Berufsoberschule Jahrgangsstufe 13 .....	21
3.3.1	Pflichtthemenfelder .....	21
3.3.2	Wahlthemenfelder.....	26

# 1 Allgemein

## 1.1 Aufgaben und Ziele der Fachoberschule und Berufsoberschule: Beruflichkeit, Fachlichkeit und Studierfähigkeit

Die Bildungsgänge der Fachoberschule (FOS) und der Berufsoberschule (BOS) werden in den §§ 31 und 32 des Schulgesetzes für das Land Berlin beschrieben. Für den Unterricht und die Prüfungen in diesen Bildungsgängen gelten die Ausbildungs- und Prüfungsverordnungen (APO-FOS und APO-BOS) in der jeweils gültigen Fassung.

Der Abschluss der Fachoberschule führt zur allgemeinen Fachhochschulreife, der Abschluss der Berufsoberschule zur fachgebundenen oder bei Nachweis einer zweiten Fremdsprache zur allgemeinen Hochschulreife. Beide Schularten können sowohl in Vollzeitform als auch berufsbegleitend in Teilzeitform mit entsprechend längerer Dauer besucht werden. Die Berufsoberschule nimmt im Berliner Bildungssystem eine besondere Stellung ein. Sie ermöglicht die volle Studierfähigkeit der Absolventen einer beruflichen Erstausbildung und stellt damit eine Schnittstelle zwischen der Berufswelt und den Universitäten dar.

Die Bildungsgänge der Fachoberschule und Berufsoberschule, die eine Berufsausbildung oder eine längere Berufstätigkeit voraussetzen, zeichnen sich durch eine hohe Durchlässigkeit aus: Es ist einerseits möglich am Ende des ersten Schuljahres in der Berufsoberschule die Fachhochschulreife zu erwerben. Andererseits können Absolventen der Fachoberschule mit erworbener Fachhochschulreife in die Jahrgangsstufe 13 der Berufsoberschule eintreten.

Für die Rahmenlehrplangestaltung ergibt sich daraus Folgendes:

- Die Inhalte des Rahmenlehrplans sind für die Jahrgangsstufe 12 der Fachoberschule und der Berufsoberschule identisch.
- Nach einem Schuljahr in der Berufsoberschule müssen Kompetenzen erworben werden, die das Bestehen der Abschlussprüfung der Fachoberschule ermöglichen.
- Das Ziel der Berufsoberschule, die Hochschulreife, erfordert die Orientierung des Unterrichtsniveaus methodisch und inhaltlich an der Entwicklung umfassender Kompetenzen der Studierfähigkeit.

Die Besonderheit im Bildungsauftrag der Fachoberschule und Berufsoberschule zeigt sich in der Verbindung der Prinzipien Beruflichkeit, Fachlichkeit und Studierfähigkeit.

Das Prinzip der Beruflichkeit ist im Hinblick auf die angestrebte Studierfähigkeit für den didaktischen Prozess relevant, gewissermaßen als Ausgangspunkt und Begleiter aller Lehr- und Lernprozesse in der Berufsoberschule.

Während das Prinzip der Beruflichkeit an konkreten beruflichen Erfahrungen festgemacht wird, definiert sich das Prinzip der Fachlichkeit an der Fähigkeit zur abstrahierten Erkenntnis unabhängig von individuellen Erfahrungen.

Das Prinzip der Fachlichkeit als Grundlage für das Erreichen der Studierfähigkeit wird durch die inhaltliche Gestaltung in den verschiedenen Bildungsgängen der Berufsoberschule gewährleistet.

Die Vermittlung der Studierfähigkeit der Schülerinnen und Schüler umfasst die Beherrschung von Grundsätzen und Formen selbstständigen Arbeitens. Dazu gehören u. a. die Fähigkeit, komplexe Problemstellungen selbstständig zu erfassen, moderne Informations- und Kommu-

nikationsmittel kompetent für die Informationsbeschaffung anzuwenden, die Problemlösung zielorientiert anzugehen sowie die Bereitschaft das Ergebnis kritisch zu reflektieren und zu bewerten. Studierfähigkeit umfasst auch das Einüben und die systematische Anwendung grundlegender wissenschaftlicher Verfahrens- und Erkenntnisweisen. Dazu gehört die Einsicht in die Strukturen und Methoden von Wissenschaft, ihren Zusammenhängen und ihren Grenzen sowie die Fähigkeit wissenschaftliche Erkenntnisse anzuwenden und sprachlich darzustellen.

## 1.2 Leitidee

Das Unterrichtsfach Labortechnik Chemie, Physik und Biologie soll grundlegende Kenntnisse über labortechnische Sachverhalte vermitteln, Strukturen in dieser Fachrichtung legen und naturwissenschaftlich-analytische Denkweisen und Methoden einführen und vertiefen.

Die Schülerinnen und Schüler der Fachoberschule und Berufsoberschule im Fach Labortechnik Chemie, Physik und Biologie haben beruflichen Erfahrungen, Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten im labortechnischen Bereich, die durch die Vielzahl zugehöriger Ausbildungsberufe in ihrer Art und in ihrem Ausmaß sehr unterschiedlich ausgeprägt sind. Die praktischen Erfahrungen müssen bei der Gestaltung der Unterrichtsprozesse in der Fachoberschule und Berufsoberschule genutzt werden. Die Beruflichkeit ist hierbei nicht das Ziel des Unterrichtsprozesses, sondern der Ausgangspunkt für die Gestaltung der Lehr- und Lernprozesse in der Fachoberschule und Berufsoberschule. Im Themenfeld Spektroskopie kann beispielsweise direkt an die theoretischen und praktischen Vorkenntnissen von labortechnischem Personal angeknüpft werden.

Ausgehend vom Prinzip der Beruflichkeit zeichnet sich der Unterricht durch einen starken Praxisbezug und einen hohen Theoretisierungsgrad aus. Dabei wird der Praxisbezug durch typische analytische Problemstellungen hergestellt. Der hohe Theoretisierungsgrad im Unterricht fördert die angestrebte Studierfähigkeit. Beispiele hierfür sind:

- Systematisierung,
- Problematisierung,
- Methodenbewusstsein,
- Abstraktionsfähigkeit.

Bei der Lösung analytischer Fragestellungen wenden die Schülerinnen und Schüler mathematische und graphische Darstellungsformen an.

## 1.3 Aufbau und Verbindlichkeit des Rahmenlehrplans

Der vorliegende Rahmenlehrplan Labortechnik Chemie, Physik und Biologie stellt ein Kerncurriculum dar und legt sowohl verbindliche Ziele als auch Inhalte fest. Das für alle Schulen verbindliche Kerncurriculum umfasst 120 der 240 Gesamtstunden pro Schuljahr und ist sowohl in der Fachoberschule als auch in der Berufsoberschule in mehrere Themenfelder mit gleicher Stundenzahl gegliedert. Dem Kerncurriculum schließt sich ein Wahlthemenbereich an, der 60 Stunden pro Schuljahr umfasst. Somit verbleiben pro Schuljahr 60 Stunden unverplant, diese können für Klassenarbeiten, Exkursionen und zur Berücksichtigung individueller Rahmensetzungen sowie pädagogischer Erfordernisse an den Schulen genutzt werden.

Der im Rahmenlehrplan inhaltlich nicht festgelegte Wahlthemenbereich soll den einzelnen Schulen ermöglichen, schulspezifische Schwerpunkte im Rahmen ihres Schulprogramms zu setzen. Der in diesem Sinne inhaltlich auszugestaltende Wahlthemenbereich ist in der Fach-

konferenz festzulegen. Vorschläge für mögliche Themenfelder werden in Kapitel 3.2 angeführt.

Sowohl den Themenfeldern als auch einzelnen Lerngebieten sind Unterrichtsstunden zugeordnet. Es handelt sich dabei um Zeitrichtwerte, die der Orientierung im Rahmen der Unterrichtsplanung dienen.

Jedem Themenfeld sind darüber hinaus Kompetenzformulierungen vorangestellt, die verbindlichen Charakter haben. Diese beschreiben, welche Kompetenzen in dem jeweiligen Themenfeld bei den Schülerinnen und Schülern gefördert werden sollen.

Die Kompetenzformulierungen stellen eine Grundlage für die didaktisch begründete Gestaltung des Lehrens und Lernens dar und bilden gleichzeitig die Grundlage für die Formulierung von Lernerfolgskontrollen und Prüfungsaufgaben.

Die Inhalte sind auf einem mittleren Abstraktionsniveau formuliert und nach fachsystematischen und/oder handlungssystematischen Prinzipien geordnet.

Die den verbindlichen Themenfeldern zugeordneten Inhalte werden um methodische und inhaltliche Hinweise ergänzt. Sie enthalten z. B. Vorschläge für Schwerpunktsetzungen, methodische Vorgehensweisen sowie außerschulische Aktivitäten, aber auch verbindliche Begriffsdefinitionen.

## **2 Kompetenzwerb und fachliche Standards**

### **2.1 Kompetenzdimensionen im Fach**

Von den Schülerinnen und Schülern wird am Ende der Fachoberschule und der Berufsoberschule erwartet, dass sie unterschiedliche und wechselnde Anforderungen in Studium und Beruf sowie aus gesellschaftlicher Betätigung erfolgreich bewältigen. Für eine erfolgreiche Bewältigung dieser Anforderungen ist eine Handlungskompetenz erforderlich, die das Fach Labortechnik durch seine spezifischen Themenfelder fördern will. Die Lernprozesse sollen so gestaltet werden, dass mit den beschriebenen Themenfeldern die vier Kompetenzbereiche der Handlungskompetenz, die Fach-, Methoden-, Sozial-, und Selbstkompetenz, gefördert werden. Die Überprüfung der neu erworbenen Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse soll durch kompetenzorientierte Aufgabenstellungen erfolgen.

#### **2.1.1 Fachkompetenz**

Die Fachkompetenz der Schülerinnen und Schüler wird gefördert durch:

- Beobachten, Analysieren und Erfassen von technischen Problemstellungen und deren Übertragung in geeignete fachwissenschaftliche Modelle und Darstellungen,
- Ermitteln und Formulieren von labortechnischen Wirkungszusammenhängen und Überprüfen deren Wirksamkeit und Validität,
- Lösen labortechnischer Problemstellungen durch Anwendung allgemeiner physikalischer und mathematischer Gesetzmäßigkeiten,
- Bewerten der Aufgabenlösungen unter humanen, ökonomischen und ökologischen Aspekten,
- Auswerten von labortechnischer Fachliteratur zur Entwicklung von Lösungsvarianten.

### **2.1.2 Methodenkompetenz**

Die Methodenkompetenz der Schülerinnen und Schüler wird gefördert durch:

- selbstständiges Recherchieren, Verarbeiten, Präsentieren sowie Abwägen aufgrund von Grenzen der Anwendbarkeit von Analyseverfahren,
- Planen und Beurteilen von analytischen Abläufen,
- Entwickeln, Darstellen und Variieren von labortechnischen Untersuchungen,
- Anwenden von Berechnungsverfahren,
- Darstellen von Berechnungsergebnissen mittels technischer Kommunikationsmittel,
- Beschreiben und Analysieren von technischen Experimenten, um daraus Modellvorstellungen zu entwickeln.

### **2.1.3 Sozialkompetenz**

Die Sozialkompetenz der Schülerinnen und Schüler wird gefördert durch:

- Untersuchen, Darstellen und Bewerten von Alternativlösungen zu analytischen Problemstellungen im Zusammenhang mit ökonomischen, ökologischen und gesellschaftspolitischen Zielsetzungen,
- Kooperieren in Partner- und Gruppenarbeit, um gemeinsame Entscheidungen mitzutragen und die eigene Meinung im Gespräch zu reflektieren,
- Erkennen von stereotypen Verhaltensweisen und Entwickeln von Strategien zur Vermeidung und Schlichtung von zwischenmenschlichen Konflikten,
- Lösen und Übernehmen von Teilaufgaben bei Partner- und Gruppenarbeit aus einer umfassenden labortechnischen Aufgabe.

### **2.1.4 Selbstkompetenz**

Die Selbstkompetenz der Schülerinnen und Schüler wird gefördert durch:

- selbstständige Auseinandersetzung mit technischen Zusammenhängen,
- Analysieren von Arbeitsaufgaben und Entwickeln von Lösungsstrategien,
- selbstorganisiertes eigenverantwortliches Entscheiden über notwendige Lernhandlungen,
- kritische Beurteilung eigener und fremder Arbeitsergebnisse,
- sorgfältige und leistungsbereite Vorgehensweise bei der Bearbeitung von Aufgaben und Projekten,
- Flexibilität bei veränderten Aufgabenstellungen und Rahmenbedingungen,
- Kenntnis und Anwendung von Konfliktlösungsstrategien im Team.

## 2.2 Eingangsprofil im Unterrichtsfach

Voraussetzung für den Besuch der FOS/BOS ist der Mittlere Schulabschluss und eine berufliche Ausbildung oder eine fünfjährige Berufstätigkeit in einem einschlägigen Berufsfeld.

Als gemeinsames Merkmal der Lerngruppe ergeben sich daraus folgend die im Rahmen des Mittleren Schulabschlusses (MSA) und durch die Berufsausbildung und/oder der Berufstätigkeit erworbenen Kompetenzen. Doch gerade aus der Berufsausbildung/Berufstätigkeit ergeben sich die unterschiedlichsten Kompetenzen, zum einen aus den möglichen verschiedenen Berufsfeldern/Arbeitsbereichen und zum anderen aus der unterschiedlichen Zeitdauer der beruflichen Tätigkeit und Ausbildung.

Da zu erwarten ist, dass auch hinsichtlich der wichtigen Standards des MSA bei den Schülerinnen und Schülern graduelle Unterschiede bestehen werden, ergibt sich in der Regel ein heterogener Klassenverband. Es handelt sich dabei um erwachsene Schülerinnen und Schüler mit meist klaren Zielvorstellungen, deren Profil sich durch berufliche Flexibilität, Bereitschaft zu Fort- und Weiterbildung und hohe Motivation auszeichnet. Es ist davon auszugehen, dass ihre Einstellungen wesentlich durch die Erfahrungen in der Arbeitswelt geprägt sind. Daher kann handlungsorientiertes, problemorientiertes und effizientes Verhalten vorausgesetzt werden, wenn auch in unterschiedlichen Ausprägungen.

In der Anfangsphase wird sicherlich die Aktualisierung der in der schulischen Phase erworbenen Kompetenzen im Mittelpunkt stehen, doch sollte die Integration der unterschiedlichen beruflichen Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler ein Ziel sein. Dies lässt sich erreichen, wenn im Unterricht die im Beruf erworbenen Erfahrungen, Fähigkeiten und Kenntnisse aufgegriffen werden und so Berufsbezüge zur Erfahrungswelt der Lernenden hergestellt werden.

## 2.3 Anforderungsbereiche

Sowohl die Prüfungsanforderungen als auch die Anforderungen in den Lernerfolgskontrollen erstrecken sich auf drei Anforderungsbereiche (I, II, III). Aus dieser Vorgabe ergibt sich zwingend die Übernahme der Anforderungsbereiche für den Unterricht.

Der **Anforderungsbereich I** umfasst

- die Wiedergabe von Sachverhalten aus einem Gebiet im gelernten Zusammenhang,
- die Beschreibung und Verwendung gelernter und geübter Arbeitsweisen in einem begrenzten Gebiet und einem wiederholenden Zusammenhang.

Der **Anforderungsbereich II** umfasst

- selbstständiges Ordnen, Bearbeiten und Erklären bekannter Sachverhalte,
- selbstständiges Anwenden des Gelernten auf vergleichbare Sachverhalte,
- eigenständiges Strukturieren komplexer Texte oder umfassender fachspezifischer Sachverhalte.



Der **Anforderungsbereich III** umfasst

- planmäßiges Verarbeiten komplexer Gegebenheiten mit dem Ziel zu selbstständigen Begründungen, Folgerungen, Lösungsansätzen, Deutungen und Wertungen zu gelangen,
- selbstständiges Auswählen und Anwenden geeigneter Arbeitsmethoden und Darstellungsformen in neuen Situationen und deren Beurteilung.

## **2.4 Abschlussprofil im Unterrichtsfach**

Ziel des Unterrichts ist für die Schülerinnen und Schüler der einjährigen Fach- oder Berufsoberschule der Erwerb der Fachhochschulreife; für die Schülerinnen und Schüler der zweijährigen Berufsoberschule der Erwerb der fachgebundenen Hochschulreife oder der allgemeinen Hochschulreife, wenn die Bedingungen zum Erwerb der 2. Fremdsprache erfüllt werden.

Die mit dem Abschluss erworbene Studierfähigkeit lässt sich anhand folgender Kompetenzen aufzeigen:

- Anwenden grundsätzlicher Techniken des wissenschaftspropädeutischen Arbeitens
- Erwerben von Methoden der Gegenstandserschließung
- Anwendung der Methoden und Einhaltung rationaler Standards
- Beurteilen technischer Lösungsmöglichkeiten nach ökonomischen, ökologischen und gesellschaftspolitischen Gesichtspunkten
- Erkennen von Strukturzusammenhängen in technischen Sachbereichen
- Erfassen von interdisziplinären Zusammenhängen
- Transfer von fachlichen in fachübergreifende Fragestellungen
- Theoriegeleitetes Erkennen und Handeln
- Differenzierte sprachliche Artikulation
- Sach- und problembezogene Kommunikation und Kooperation bei der Lösung komplexer Problemstellungen

### 3 Stundenkontingente und Themenfelder

#### 3.1 Übersicht zu Pflicht- und Wahlthemenfeldern

<b>Fachoberschule/Berufsoberschule Jahrgangsstufe 12</b>	
<b>Themenfeld</b>	<b>Zeitrichtwerte (Unterrichts- stunden)</b>
<b>Pflichtthemenfelder</b>	<b>120 Stunden</b>
1. Physikalische Grundlagen der optischen Spektroskopie	40 Stunden
2. Anwendung spektroskopischer Verfahren	40 Stunden
3. Umweltanalytik	40 Stunden
<b>Wahlthemenfelder</b>	<b>60 Stunden</b>
unverplant	<b>60 Stunden</b>
<b>Σ:</b>	<b>240 Stunden</b>

<b>Berufsoberschule Jahrgangsstufe 13</b>	
<b>Pflichtthemenfelder</b>	<b>120 Stunden</b>
1. Physikalische Grundlagen technischer Messverfahren	40 Stunden
2. Biotechnologie und Gentechnologie	40 Stunden
3. Chemische Verfahrenstechnik 1	40 Stunden
<b>Wahlthemenfelder</b>	<b>60 Stunden</b>
unverplant	<b>60 Stunden</b>
<b>Σ:</b>	<b>240 Stunden</b>

## 3.2 Themenfelder der Fachoberschule und Berufsoberschule Jahrgangsstufe 12

### 3.2.1 Pflichtthemenfelder

<b>Fachoberschule/ Berufsoberschule Jahrgangsstufe 12</b>	<b>Fach Labortechnik Chemie, Physik und Biologie</b>	<b>Zeitrichtwert: 40 Stunden</b>
---	--	----------------------------------

#### 1. Pflichtthemenfeld: Physikalische Grundlagen der optischen Spektroskopie

##### Kompetenzerwerb

Die Schülerinnen und Schüler ...

- können den Aufbau eines Spektrometers analysieren,
- sind in der Lage, die Funktionsweise wichtiger Komponenten zu erläutern,
- ermitteln selbstständig Wellenlängen im sichtbaren Spektralbereich und interpretieren die Emissionsspektren verschiedener Lichtquellen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Aufbau von Prismen- und Gitterspektrometer</b></p> <p>Strahlengang, Prinzip der Erzeugung des Spektrums, Lichtquellen, Nachweismöglichkeiten, Bestimmung der Wellenlänge</p> <p>Das Verständnis für die Funktionsweise der Komponenten erfordert die vertiefte Behandlung von Grundlagen der Optik. Die Vorkenntnisse aus dem Unterricht der Mittelstufe und der Berufsschule müssen wiederholt und ergänzt werden.</p> <p>Dazu gehören die folgenden Bereiche:</p>	<p>Je nach experimenteller Ausstattung sollten mehrere Varianten von einfachen Spektrometern am Gerät und/oder anhand von Schnittzeichnungen (z. B. aus Gebrauchsanleitungen) analysiert werden.</p> <p>Zur Vereinfachung sollte mit der Messung von Emissionsspektren begonnen werden.</p> <p>Der Unterricht kann so gestaltet werden, dass der Aufbau eines Spektrometers zu Beginn grob analysiert wird, die Funktion der einzelnen Komponenten dann später anhand der physikalischen Gesetze vertieft wird. Es können alternativ auch zunächst die physikalischen Grundlagen erarbeitet werden und der Aufbau des gesamten Spektrometers danach behandelt werden.</p>
<p><b>Geometrische Optik:</b></p> <p>Reflexions- und Brechungsgesetz, Totalreflexion, Lichtleiter, ggf. Spiegel</p> <p>Abbildung mit der Sammellinse</p> <p>Brechung am Prisma, Dispersion</p>	<p>Die Behandlung des Refraktometers kann in Abstimmung mit einem anderen Themenfeld erfolgen. Lichtleiter werden verstärkt zur Weiterleitung des Strahls eingesetzt.</p> <p>Auswahl von einer oder zwei geeigneten Anwendungen (z. B. Projektor, Mikroskop).</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Licht als Welle</b></p> <p>Kenngößen von Wellen: Wellenlänge, Frequenz, Amplitude und Ausbreitungsgeschwindigkeit</p> <p>Beugung und Interferenz von Wellen am Einfach- und Doppelspalt sowie am Gitter</p> <p>Quantitative Bestimmung von Wellenlängen mit dem Gitter</p>	<p>Analogieversuche sollten an der Wellenwanne demonstriert werden.</p> <p>Ggf. kann auch die Polarisierung von Wellen und die Anwendung im Polarimeter behandelt werden.</p> <p>Mit Experimentiermaterial kann der prinzipielle Aufbau von Spektrometern demonstriert werden. Zur quantitativen Behandlung eignet sich auch die Messung der Beugung an einer CD oder DVD</p>
<p><b>Emission und Absorption von Licht</b></p> <p>Deutung mithilfe eines Atommodells</p> <p>Vergleich von Emissionsspektren: kontinuierliches Spektrum - Linienspektrum</p> <p>Aufbau von Glühlampen und Gasentladungslampen und Leuchtdioden</p> <p>Unterschiede zwischen Gitter- und Prismenspektren</p>	<p>Versuche mit Spektrallampen (H, He, Hg, Ne,...), Laserlicht, LEDs, Energiesparlampen</p>
<p><b>Photoeffekt (qualitativ)</b></p> <p>Zusammenhang zwischen Wellenlänge und Energie der Photonen</p> <p>Anwendung im Photomultiplier und in der Photodiode als Detektor</p>	<p>Die Einheit Elektronenvolt sollte eingeführt werden, eine quantitative Ermittlung der Planckschen Konstanten kann nur bei entsprechenden experimentellen und zeitlichen Voraussetzungen erfolgen.</p>
<p><b>Elektromagnetisches Spektrum</b></p>	<p>Der gesamte Bereich des elektromagnetischen Spektrums sollte dargestellt werden. Geeignet sind auch Versuche mit Mikrowellen.</p>

### Vernetzungen

Das Themenfeld muss in enger Verzahnung mit dem Themenfeld Anwendung spektroskopischer Verfahren unterrichtet werden.

**Fachoberschule/  
Berufsoberschule  
Jahrgangsstufe 12**

**Fach Labortechnik Chemie,  
Physik und Biologie**

**Zeitrichtwert: 40 Stunden**

## 2. Pflichtthemenfeld: Anwendung spektroskopischer Verfahren

### Kompetenzerwerb

Die Schülerinnen und Schüler ...

- kennen Funktionsweise und Anwendungsgebiet ausgewählter in Laboren genutzter Analysegeräte,
- beschreiben verschiedene Messprinzipien,
- sind in der Lage, aus Spektren qualitative und/oder quantitative Rückschlüsse auf die untersuchte Substanz zu ziehen, und reflektieren ihre Ergebnisse.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Massenspektrometer</b></p> <p>Prinzipieller Aufbau, Molpeak, einfache Fragmentierungsregeln</p>	<p>Bei der Auswertung sollten auch Isotope betrachtet werden.</p> <p>Die Betrachtung von Isotopen kann auch in Chemie im Kontext Periodensystem der Elemente erfolgen. Nach Elementaranalyse (→Umweltanalytik, prozentuale Zusammensetzung) bei ermittelter Verhältnisformel erfolgt die Hypothesenprüfung zu vorliegenden Verbindungen.</p>
<p><b>Grundlagen optischer Verfahren</b></p> <p>Intensität, Transmission, Absorption, Extinktion, Lambert-Beersches Gesetz, quantitative Analyse (Einpunkt-, Zweipunkt-kalibrierung)</p>	<p>Die Erarbeitung notwendiger Fachbegriffe kann in die Gerätebesprechung integriert werden.</p> <p>Kalibrierungsgeraden und Blindwert sollten graphisch und rechnerisch bestimmt werden.</p>
<p><b>UV-/Vis-Spektroskopie</b></p> <p>Messprinzip, Zusammenhang Absorptionsmaximum mit Farbe bzw. Stoffmengenkonzentration</p>	<p>Absorptionsspektrum durch Anregung von (<math>\pi</math>-)Elektronen</p> <p>Schwerpunkt bei Auswertung: Erklärung von farbigen Lösungen (additive, subtraktive Farbmischung), Berechnungen mithilfe von Lambert-Beer</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>AAS</b></p> <p>Messprinzip, Funktionsweise der Hohlkathodenlampe, qualitative und quantitative Auswertung</p>	<p>Kombination Emissionsspektrum (Hohlkathodenlampe – Bezug zu Flammfärbung in Chemie, Anregung von Atomen) mit Absorptionsspektrum.</p> <p>Schwerpunkt: quantitative Analyse (Kalibrierung, interner und externer Standard)</p>
<p><b>IR-Spektroskopie</b></p> <p>Messprinzip, Spektrenauswertung mithilfe einer Korrelationstabelle</p>	<p>Absorptionsspektrum durch Anregung von Schwingungen</p> <p>Es genügt die anschauliche Behandlung von Valenz- und Deformationsschwingungen.</p> <p>Schwerpunkt ist die Identifikation charakteristischer Strukturmerkmale (Hydroxylgruppe, Mehrfachbindungen, Aromaten, Sauerstoffverbindungen).</p>

### Vernetzungen

Das Themenfeld muss in enger Verzahnung mit dem Themenfeld **Physikalische Grundlagen der Spektroskopie** unterrichtet werden, in welchem die physikalischen Vorgänge erklärt werden.

**Hinweis:** Die Reihenfolge ist nicht eindeutig festgelegt:

MS ist unabhängig von den anderen Geräten, kann auch auf einfachem Niveau zuerst unterrichtet werden, später im Kontext Isomerie mit IR und NMR aufgegriffen werden. IR und NMR sind rein qualitativ, könnten auch vor UV/Vis und AAS unterrichtet werden.

**Fachoberschule/  
Berufsoberschule  
Jahrgangsstufe 12**

**Fach Labortechnik Chemie,  
Physik und Biologie**

**Zeitrichtwert: 40 Stunden**

### 3. Pflichtthemenfeld: Umweltanalytik

#### Kompetenzerwerb

Die Schülerinnen und Schüler ...

- wählen spezifische Methoden und Verfahren für eine umweltanalytische Problemstellung aus,
- erklären das Prinzip der Methoden zur Analyse von Wasser- und Bodenproben,
- werten Messergebnisse unter Verwendung von Symbolen, Formeln, Gleichungen und theoretischen Grundlagen sachgerecht aus,
- diskutieren und bewerten die umweltanalytischen Messergebnisse auf der Basis der gültigen Grenzwerte.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<b>Verfahren der Umweltanalytik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auswahl der Analysemethode</li> <li>- Arten der Probennahme</li> <li>- Probeaufarbeitung und Auswertung sowie Beurteilung der Messwerte auf der Basis der gültigen Grenzwerte</li> </ul>	<p>In diesem Abschnitt werden die Grundlagen für analytische Arbeitstechniken vermittelt.</p> <p>Außerdem sollte dieser Unterrichtsabschnitt zur Bereitstellung von Grundlagenkenntnissen dienen.</p>
<b>Wasseranalytik 1 (chemisch)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prinzip der Fällungstitrations</li> <li>- Bestimmung der Wasserhärte</li> <li>- Photometrie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- z. B. Chlorid nach Mohr</li> <li>- <math>\text{Ca}^{2+}</math> / <math>\text{Mg}^{2+}</math></li> <li>- z. B. <math>\text{Fe}^{2+}</math> / <math>\text{Cu}^{2+}</math> photometrisch</li> </ul> <p>Weitere Titrationsmethoden wie die Redox-titrations können zur Vertiefung behandelt werden.</p>
<b>Wasseranalytik 2 (biologisch)</b> mikrobiologische Wasseruntersuchungen	<p>Überblick über grundlegende Arbeitstechniken in der Mikrobiologie</p> <p>Bestimmung der Anzahl coliformer Keime in einer Wasserprobe</p>

<b>Inhalte</b>	<b>Hinweise zum Unterricht</b>
<b>Bodenanalytik</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Grundlagen zu Bodenbildung, Bodenschichten, Bodenlebewesen</li><li>- Bestimmung des Kalkgehaltes</li><li>- pH-Wert-Untersuchungen</li><li>- Puffersystem Boden</li><li>- Flora und Fauna in Abhängigkeit vom pH-Wert und vom Kalkgehalt</li></ul>	Bestimmung des Kalkgehaltes und des pH-Wertes mit einfachen pH-Wert-Berechnungen ist zu empfehlen.

### **Vernetzungen**

Vernetzung mit Chemie (z. B. Photometrie, Chemische Analytik)



### 3.2.2 Wahlthemenfelder

Der **Wahlthemenbereich** wird von der Fachkonferenz der Schule festgesetzt. Im Folgenden sind beispielhaft mögliche Wahlthemenfelder aufgeführt.

<b>Fachoberschule/ Berufsoberschule Jahrgangsstufe 12</b>	<b>Fach Labortechnik Chemie, Physik und Biologie</b>	<b>Zeitrichtwert: 20 Stunden</b>
---	--	----------------------------------

#### 1. Wahlthemenfeld: Elektromagnetische Wellen

##### Kompetenzerwerb

Die Schülerinnen und Schüler analysieren eine wichtige Anwendung elektromagnetischer Wellen.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Auswahl <b>eines</b> der folgenden Themen:	
Interferenz an dünnen Schichten	Versuche mit Mikrowellen zur Interferenz an Schichten, Anwendung: Entspiegelung
Interferometrie	Michelson-Interferometer, Anwendung: Messung des Längenausdehnungskoeffizienten, Brechungsindex von Luft
Röntgenstrahlung	Entstehung, Spektren Anwendung: Durchleuchtung, Beugung am Kristallgitter (Bragg-Reflexion)

Fachoberschule/  
Berufsoberschule  
Jahrgangsstufe 12

Fach Labortechnik Chemie,  
Physik und Biologie

Zeitrichtwert: 20 Stunden

## 2. Wahlthemenfeld: NMR-Spektroskopie

### Kompetenzerwerb

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben das Messprinzip der  $^1\text{H}$ -NMR-Spektroskopie und werten einfache Spektrogramme aus.

Inhalt	Hinweise zum Unterricht
<p><b>NMR-Spektroskopie</b> Auswertung von <math>^1\text{H}</math>-Spektren bzgl. shift, Multiplizität und Integrale</p>	<p>Die Erklärung des Messprinzips kann auf die parallele bzw. antiparallele Ausrichtung der Kerne im Magnetfeld beschränkt werden, eine vertiefte Betrachtung ist nicht vorgesehen. Für die Analyse sind einfache Beispiele (Ethanol) zu wählen.</p> <p>Schwerpunkt ist die Identifikation charakteristischer Strukturmerkmale bzgl. H-Atomen (Alkane, Alkene, Aromaten, Hydroxyl-, Carboxylgruppe).</p> <p>Typischer shift wird mithilfe von Tabellen vorgegeben, Erklärung durch Partialladungen ist ausreichend. Bei der Multiplizität ist die Behandlung von Mehrfachaufspaltungen nicht erforderlich. Die Integrale dient zur Bestimmung der Anzahl der H-Atome.</p>

**Fachoberschule/  
Berufsoberschule  
Jahrgangsstufe 12**

**Fach Labortechnik Chemie,  
Physik und Biologie**

**Zeitrichtwert: 20 Stunden**

### 3. Wahlthemenfeld: Lebensmittelanalytik

#### Kompetenzerwerb

Die Schülerinnen und Schüler wählen für die gewählte Stoffklasse geeignete Nachweismethoden aus.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
Auswahl <b>eines</b> der folgenden Bereiche:	
<p><b>Kohlenhydrate</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einteilung der Kohlenhydrate</li> <li>- reduzierende und nicht reduzierende Zucker</li> <li>- Identifizierung von Zuckern durch Polarimetrie</li> </ul> <p>Analyse der Zusammensetzung von kohlenhydrathaltigen Lebensmitteln</p>	<p>Fehling-Probe als Demonstrationsversuch</p> <p>Aufbau und Messprinzip des Polarimeters sollten vorgestellt werden.</p>
<p><b>Fette</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Struktur und Eigenschaften von Fetten</li> <li>- Fett-Analytik (Iodzahl, Verseifungszahl, Säurezahl)</li> <li>- Identifizierung eines Fettes über die Fett-Kennzahlen</li> </ul>	<p>Die Identifizierung eines Fettes kann mit den Fett-Kennzahlen aus der Literatur erfolgen, sofern diese nicht praktisch ermittelt werden können.</p>
<p><b>Aminosäuren und Proteine</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachweis von Aminosäuren durch Dünnschichtchromatographie</li> <li>- Analyse der Zusammensetzung eines Proteins durch Elektrophorese (z. B. RSA)</li> </ul>	

#### Vernetzungen

Vernetzung mit Chromatographie; Polarimetrie

**Fachoberschule/  
Berufsoberschule  
Jahrgangsstufe 12**

**Fach Labortechnik Chemie,  
Physik und Biologie**

**Zeitrichtwert: 20 Stunden**

#### 4. Wahlthemenfeld: Gentechnische Methoden in der Bioanalytik

##### Kompetenzerwerb

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben das Prinzip der Gelelektrophorese und wenden es auf die DNA-Ermittlung an.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<b>DNA-Analyse</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PCR – der DNA-Kopierer</li> <li>- Trennung von DNA-Fragmenten durch Gelelektrophorese</li> <li>- genetischer Fingerabdruck zur Aufklärung von Vaterschaft und Mord</li> </ul>	Einbeziehung der berufspraktischen Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler in Form von Referaten ist möglich.

**Fachoberschule/  
Berufsoberschule  
Jahrgangsstufe 12**

**Fach Labortechnik Chemie,  
Physik und Biologie**

**Zeitrichtwert: 20 Stunden**

#### 5. Profilverfahrenfeld: Chromatographie

##### Kompetenzerwerb

Die Schülerinnen und Schüler beschreiben das Prinzip einer chromatographischen Trennung und wenden es auf ein ausgewähltes Verfahren an. Sie bestimmen Parameter eines Chromatogramms und ziehen hieraus Schlüsse auf das untersuchte Gemisch.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<b>Einteilung</b> chromatographischer Verfahren	Einteilung nach Trennmechanismus, inneres/äußeres Chromatogramm, Phasen
Auswahl zumindest einer der folgenden <b>Chromatographiearten:</b>	
Dünnschichtchromatographie, Gaschromatographie, Säulenchromatographie <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau und Prinzip des Geräts</li> <li>- Parameter eines Chromatogramms (z. B. <math>R_f</math>, <math>\alpha</math>, ...) anwenden bzw. berechnen</li> </ul>	

### 3.3 Themenfelder der Berufsoberschule Jahrgangsstufe 13

#### 3.3.1 Pflichtthemenfelder

<b>Berufsoberschule Jahrgangsstufe 13</b>	<b>Fach Labortechnik Chemie, Physik und Biologie</b>	<b>Zeitrichtwert: 40 Stunden</b>
---	--	----------------------------------

#### 1. Pflichtthemenfeld: Physikalische Grundlagen technischer Messverfahren

##### Kompetenzerwerb

Die Schülerinnen und Schüler ....

- analysieren bei technischen Messverfahren die zugrundeliegenden physikalischen Gesetze,
- grenzen Einsatzbereiche für Messverfahren ab und wählen geeignete Geräte aus,
- schätzen Fehlergrenzen ab und wenden die Prinzipien der Fehlerrechnung an.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Grundlagen elektrischer Schaltungstechnik</b></p> <p>Spannung, Strom, Widerstand: Stromquellen; ohmsches Gesetz; Reihenschaltung und Parallelschaltung; Spannungsteiler; Brückenschaltungen im Abgleich- und im Ausschlagverfahren</p>	<p>An dieser Stelle muss der Stoff vorangehenden Unterrichts ggf. knapp wiederholt werden.</p> <p>Ggf. Integration in die nachfolgenden Inhalte.</p>
<p><b>Messungen von Dehnungen und von Kräften</b></p> <p>Prinzip: Längenänderung entspricht Widerstandsänderung; Einsatz von Dehnungsmessstreifen in Viertel- und Halbbrücken; Elastizitätsmodul; Kräftermessung mit Dehnungsmessstreifen</p>	<p>Bei allen Verfahren sollten die systematischen und zufälligen Fehlerquellen abgeschätzt werden.</p> <p>Eine Fehlerrechnung mit Fehlerfortpflanzung sollte durchgeführt werden.</p>
<p><b>Temperaturmessungen</b></p> <p>PT100 in Zweileiter-, Dreileiter- und Vierleiterschaltung; Gasgesetze; Aufbau und Funktion eines Gasthermometers</p>	<p>Anwendungsbeispiel: Aufnahme von Abkühlkurven</p>
<p><b>Druckmessung</b></p> <p>Statischer Druck; U-Manometer</p>	<p>Anwendungsbeispiel: Messung des Drucks an der Stadtgasleitung im Labor</p> <p>Ggf. Messung mit einem Mikro-Drucksensor</p>

<b>Inhalte</b>	<b>Hinweise zum Unterricht</b>
<b>Dichtemessung</b> Auftrieb; Aufbau und Prinzip eines Aräometers	Anwendungsbeispiel: Bestimmung der Konzentration von Salzlösungen
<b>Interferometrische Messungen von Längenänderungen</b> Aufbau und Anwendungsbereich verschiedener Interferometer	Knappe Wiederholung zum Thema Wellennatur des Lichts, Interferenz Durchführung von Messungen mit dem Michelson-Interferometer, Hinweis auf dessen historische Bedeutung

**Berufsoberschule  
Jahrgangsstufe 13**

**Fach Labortechnik Chemie,  
Physik und Biologie**

**Zeitrichtwert: 40 Stunden**

## 2. Pflichtthemenfeld: Biotechnologie und Gentechnologie

### Kompetenzerwerb

Die Schülerinnen und Schüler ...

- analysieren biologische und technische Probleme sachgerecht,
- beschreiben Eigenschaften von biologischen und technischen Systemen unter Verwendung von Schemata, Formeln und Gleichungen,
- werten Texte, Tabellen, Diagramme und graphische Darstellungen aus,
- beurteilen Versuchsergebnisse und reflektieren sie kritisch,
- verwenden die Fachsprache angemessen,
- arbeiten im Team oder in sachorientierten Arbeitsgruppen,
- erläutern Verfahren der Biotechnologie sowie ihre Anwendungen und erkennen die Zusammenhänge zwischen technischer Entwicklung und gesellschaftlicher Verwendung,
- entwickeln auf der Basis genetischer Grundlagen Erkenntnisse von wesentlichen Prinzipien der Gentechnik und Einsichten in gentechnische Systeme.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Klassische biotechnologische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aqua- und Algenkulturtechniken</li> <li>- Grundlagen der Kultur von Mikroorganismen</li> <li>- Verfahren zur Herstellung von Nahrungs- und Genussmitteln</li> <li>- Abwasserbehandlung</li> </ul>	
<p><b>Technische mikrobiologische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Technologien zur Gewinnung von Biomasse</li> <li>- Aufbau, Funktion und Betrieb von Fermentern als Bioreaktoren</li> </ul>	<p>Mikrobiologische Verfahren stellen die Grundlage für die Anwendbarkeit in biologischen und technischen Systemen dar. Ausgehend vom Bau der Bakterienzellen werden Modellvorstellungen für Stoff- und Energieumwandlungen erarbeitet.</p>

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Grundlagen der Gentechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- DNA-Replikation und Replikationsmechanismen</li> <li>- Wirkung von Restriktionsenzymen</li> <li>- Plasmide und Resistenzgene</li> <li>- Viren und Phagen als Vektoren</li> <li>- DNA-Rekombinationstechnologie</li> <li>- Expression und Genregulation</li> </ul>	<p>Die Bedeutung der Life Science und die Entwicklung der modernen Biologie als interdisziplinäre Wissenschaft werden dargestellt.</p>
<p><b>Gentechnologische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfahren zur Kultur von Zellen mit dem Ziel der Gewinnung von medizinisch relevanten Substanzen (monoklonale Antikörper, Interferon)</li> <li>- Technik zur Fusion von Zellen und ihre Anwendung (Protoplastenkultur)</li> </ul>	<p>Erarbeitung wesentlicher technischer Umsetzungen und Anwendungen, Verfahren, Konstruktionen und Prinzipien biologischer Systeme als Wissenschaftsdisziplin Gentechnik</p>



**Berufsoberschule  
Jahrgangsstufe 13**

**Fach Labortechnik Chemie,  
Physik und Biologie**

**Zeitrichtwert: 40 Stunden**

### 3. Pflichtthemenfeld: Chemische Verfahrenstechnik 1

#### Kompetenzerwerb

Die Schülerinnen und Schüler ...

- beschreiben Chemieanlagen anhand von Fließbildern,
- beschreiben Grundlagen der Regelungstechnik,
- bestimmen Art und Größe von Strömen sowie abgeleiteter Größen,
- beschreiben thermische Trennverfahren wie Destillation und Rektifikation; hierzu ermitteln sie entsprechende verfahrenstechnische Parameter.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Überblick verfahrenstechnischer Grundoperationen</b></p>	
<p><b>Fließbilder</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Graphische Symbole nach DIN EN ISO 10628</li> <li>- Grund-, Verfahrens-, RI-Fließbild</li> <li>- Regelungstechnik (Regelkreis, EMSR-Stellen, Messeinrichtungen für Temperatur, Druck, Füllstand und Durchfluss)</li> </ul>	<p>Exemplarische Erarbeitung anhand ausgewählter Beispiele</p>
<p><b>Strömungslehre</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundgleichungen, Volumenströme</li> <li>- Bernoulli-Gleichung ohne und mit Höhendifferenz</li> <li>- Strömungsarten (laminar und turbulent, Reynold-Zahl)</li> <li>- Druckverlust und Strömungsverluste (Zeta-Wert) berechnen</li> <li>- Förderstrom und Förderhöhe</li> </ul>	<p>Aufgaben zum Druckverlust: beschränkt auf inkompressible Fluide mit kreisrundem Rohrquerschnitt; Rohrwiderstandsbeiwert graphisch (Colebrook-Diagramm) und rechnerisch ermitteln</p>
<p><b>Thermische Trennverfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Destillation und Rektifikation,</li> <li>- Dampfdruck-, Siede- und Gleichgewichtsdiagramme,</li> <li>- Graphisches Verfahren nach McCabe-Thiele</li> </ul>	<p>Rektifikation auch eng siedender und azeotroper Gemische</p> <p>Rücklaufverhältnis, Bodenanzahl rechnerisch und graphisch ermitteln</p>



**Berufsoberschule  
Jahrgangsstufe 13**

**Fach Labortechnik Chemie,  
Physik und Biologie**

**Zeitrichtwert: 20 Stunden**

## 2. Wahlthemenfeld: Chemische Verfahrenstechnik 2

### Kompetenzerwerb

Die Schülerinnen und Schüler ...

- wenden Gesetzmäßigkeiten und Grundprinzipien der Wärmeübertragung an,
- beschreiben verfahrenstechnische Operationen zur Verringerung oder Beseitigung produktionsanfallender, für die Umwelt gefährlicher, Schadstoffe.

Inhalte	Hinweise zum Unterricht
<p><b>Wärmeübertragung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arten der Wärmeübertragung, Gesetzmäßigkeiten</li> <li>- Wärmetauscher</li> </ul>	<p>Beim Aufbau von Wärmetauschern auch Berechnung unter Verwendung der mittleren logarithmischen Temperaturdifferenz</p>
<p><b>Umwelttechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundbegriffe der Umwelttechnik (Abfall, Abwasser, Abgase)</li> <li>- Umgang mit Umweltbelastungen, Arten der Schadstoffverringerung und Beseitigung (Abscheiden, Verbrennen, Absorption, Adsorption, biologische Reinigung, mechanisches und thermisches Trennen, Deponierung)</li> </ul>	<p>Zwischen physikalischer und chemischer Adsorption ist zu unterscheiden</p>