|  |  |
| --- | --- |
| Didaktische Hinweise | Fach BK  Chemie |

Lernlandschaften – Was versteht man unter „Lernen sichtbar machen?“

Die Lernlandschaft besteht aus Lernmaterial, welches selbstständiges, eigenverantwortliches Lernen unterstützt und bettet dieses in einen Wirkungszusammenhang methodischer Elemente, wie Kompetenzraster, Offene Lernzeit, kooperative Lernformen, Lernagenda oder Lernberatung ein. Dabei stehen berufsbezogene oder lebensweltbezogene Handlungssituationen im Mittelpunkt eines Lern(feld)projektes, wie z. B. „Mein Auto selbst finanzieren“. Fachliche und überfachliche Kompetenzen werden fachübergreifend miteinander verknüpft. Für die Lernenden bleibt der Lebensweltbezug erhalten, obwohl sie z. B. im Fach Mathematik projektbezogen fachliche Kompetenzen erwerben, mit denen sie in der Folge dann u. a. Zinsen für einen Autokredit ausrechnen können. Teilkompetenzen aus mehreren Kompetenzrastern werden in der Lernlandschaft verknüpft und methodisch angepasst umgesetzt.



Ein Lern(feld)projekt ist die Basis einer Lernlandschaft. Jedes Lern(feld)projekt wird durch einen Advance Organizer (AO) visualisiert, der die Lernthemen und deren Zusammenhänge aufzeigt sowie an das Vorwissen anknüpft. Die Lernwegeliste (LWL) listet alle zu fördernden Teilkompetenzen als „Ich kann“-Formulierung auf, die in diesem Projekt erworben werden können – überfachliche wie fachliche. In der Lernwegeliste werden jeder Teilkompetenz Lernmaterialien auf bis zu drei Niveaus zugeordnet.

Das Lernfeldprojekt ist fächerübergreifend aufgebaut, die Lernthemen sind fächerspezifisch zugeordnet und offen in der Aufgabenstellung. Die Bearbeitung von Lernthemen und/oder Lernschritten ermöglicht den Lernenden, die zu fördernden Kompetenzen zu erwerben.

Mithilfe der Lernwegeliste entscheidet der Lernende, welche Kompetenzen er noch benötigt, um das Lernthema erfolgreich abzuschließen. Zum Erwerb dieser Kompetenzen kann der Lernende die angebotenen Lernschritte zur Hilfe nehmen. Lernschritte sind stark strukturierte, meist geschlossene Arbeitsaufträge, zu denen es Lösungshilfen und selbsterklärende Lösungen gibt. Abschließend reflektiert und dokumentiert er seine erworbenen Kompetenzen in der Lernwegeliste.

**Kurzbeschreibung**

Dieser Kurs behandelt das Lernprojekt „Planung und Durchführung einer Blutalkoholanalyse“. Die Blutalkoholanalyse soll gaschromatographisch durchgeführt werden. Das Projekt ist in zwei Lernthemen unterteilt. Jedes Lernthema kann in mehreren Lernschritten bearbeitet werden.

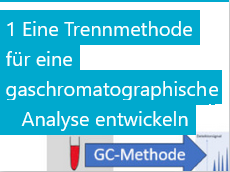
In Lernthema 1 erarbeiten die Lernenden Kriterien für die Auswahl der Probenaufgabetechnik, der stationären Phase und des Detektors. Sie wenden diese Kriterien auf die gaschromatographische Analyse einer Blutalkoholprobe an. Die Vorgehensweise zur Optimierung eines Temperaturprogramms wird ebenfalls erarbeitet. Die Schülerinnen und Schüler erstellen ein Erklärvideo zur gaschromatographischen Blutalkoholanalyse.

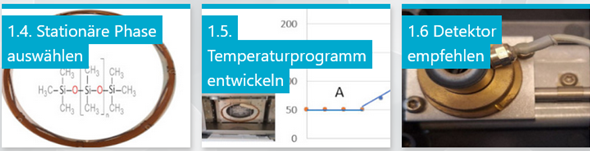
Da Ethanol in der Blutprobe quantifiziert werden soll, wählen die Lernenden eine geeignete Kalibriermethode aus. Dazu erstellen die Lernenden einen Kurzvortrag, der neben der Auswahl des Kalibrierverfahrens auch auf die Durchführung und Auswertung des Kalibrierverfahrens eingeht.

**Aufbau des Projektes**

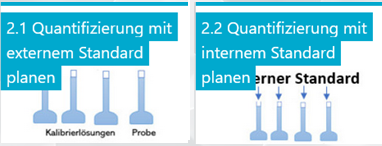
Lernprojekt Lernthemen Lernschritte

****





Eine Blutalkoholanalyse planen und durchführen

****

Projektbeschreibung

Advance Organzier

Kompetenzraster

jeweils mit …

… Kompetenzauflistung

… ggf. Appetizer

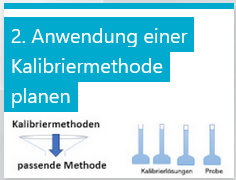
… Arbeitsaufträgen / Aufgaben

… Materialien

… Ergebnissicherung

… Reflexion

… Ablage

****

****

**Verortung im Bildungsplan bzw. Bildungsplanbezug**

Der Kurs ist für Lernende im Ausbildungsberuf „Chemisch-technische Assistenten und Assistentinnen“ und in Teilen auch im Ausbildungsberuf „Chemielaborant und Chemielaborantin“ einsetzbar.

Auszug aus dem Bildungsplan zweijähriges Berufskolleg für Chemisch-technische Assistenten

|  |  |
| --- | --- |
|  | Ver­tie­fung – In­di­vi­dua­li­sier­tes Ler­nen – Pro­jekt­un­ter­richt (VIP) |
| BPE 6.3 | Die Schü­le­rin­nen und Schü­ler un­ter­schei­den das Prin­zip der Flüs­sig- und Ga­sch­roma­to­gra­phie und über­tra­gen die­se auf in­stru­men­tel­le chro­ma­to­gra­phi­sche Ver­fah­ren. Sie entwickeln ge­eig­ne­te Trenn­me­tho­den und be­ur­tei­len das Tren­n­er­geb­nis. |
| BPE 7.1 | Die Schü­le­rin­nen und Schü­ler be­nen­nen ver­schie­de­ne Ka­li­brier­me­tho­den und wen­den die­se sach­ge­recht an. |

**Bezüge zu anderen Fächern**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Fach** | **Schuljahr** | **BPE** |  |
| Berufsbezogene Datenverarbeitung | 1 | 2.2 Die Schülerinnen und Schüler wenden zur Versuchsauswertung Tabellenkalkulationsprogramme an. | Lernschritte 2.1. und 2.2. |
| Berufsbezogene Datenverarbeitung | 1 | 2.4 Die Schü­le­rin­nen und Schü­ler pla­nen und er­stel­len be­rufs­be­zo­ge­ne Prä­sen­ta­tio­nen. | Lernthema 2 |
| Berufsbezogene Datenverarbeitung | 2 | 5.1 Die Schü­le­rin­nen und Schü­ler wen­den be­rufs­be­zo­ge­ne Soft­ware an. Sie wer­ten Mess­wer­te aus und stel­len die­se dar. | Lernschritte 2.1. und 2.2. |
| Mathematik I | 1 | 1 Ganzrationale Funktionen (Geradengleichungen) | Lernthema 2, Lernschritte 2.1. und 2.2. |
| Mathematik I | 2 | 7 Auswerteverfahren (Chromatographie) | Lernthema 2, Lernschritte 2.1. und 2.2. |
| Organische Chemie | 1 | 2.2 Die Schü­le­rin­nen und Schü­ler un­ter­schei­den die zwi­schen Mo­le­kü­len auf­tre­ten­den Kräf­te und lei­ten dar­aus phy­si­ka­li­sche Stof­f­ei­gen­schaf­ten ab. | Lernthema 1, Kernschritte 1.2., 1.4. |
| Organische Chemie | 1 | 3.2 Die Schü­le­rin­nen und Schü­ler er­läu­tern den Zu­sam­men­hang zwi­schen Mo­le­kül­struk­tur, zwi­schen­mo­le­ku­la­ren Kräf­ten und Stof­f­ei­gen­schaf­ten. | Lernthema 1, Kernschritte 1.2., 1.4. |

**Auszug aus dem Bildungsplan Chemielaborant/ Chemielaborantin**

LF 8 – Chromatographische Analysen durchführen

Sie kennen den Aufbau und die Funktionsweise chromatografischer Analysengeräte, wählen für eine Bestimmung eine chromatografische Methode aus und können diese optimieren.

GC:

Geräteaufbau, Aufgabetechniken

Trennsäulen

Trägergase

Temperaturgradienten

Detektoren

Optimierung

Anwendungen der GC

**Vorwissen**

Die Dünnschichtchromatographie wird im Fach Analytische Chemie im 1. Schuljahr behandelt, sodass die Begriffe stationäre Phase, mobile Phase, Detektion, Methodenentwicklung für eine dünnschichtchromatographische Methode als bekannt vorausgesetzt werden können. Die Schülerinnen und Schüler sollten mit Chromatogrammen und deren Kenngrößen (z. B. Retentionszeit, Peakfläche, chromatographische Auflösung) vertraut sein.

Die Schülerinnen und Schüler sollten das Umstellen von Geradengleichungen beherrschen.

Im Fach Berufsbezogene Datenverarbeitung haben die Schülerinnen und Schüler bereits im 1. Schuljahr den Umgang mit Excel oder einem anderen Tabellenkalkulationsprogramm geübt und berufsbezogene Präsentationen erstellt. Diese Vorkenntnisse sind für das Lernthema 2 und die Lernschritte 2.1. und 2.2. hilfreich, wenn es darum geht, ein Tabellenblatt zur Erstellung des Kalibrierdiagramms zu erstellen.

**Allgemeine Umsetzungshinweise**

Der Abschnitt allgemeine Umsetzungshinweise lehnt sich an den folgenden MooveBS Kurs an: „Eine Blutzucker-Messung planen und durchführen (1BFAHT\_DQR-Niveau 3), <https://moodle.moove-bw.de/moodle/course/view.php?id=1045>, Autorinnen: Miriam Fehmann, Laura Sickmüller.

In diesem Kurs arbeiten die Schülerinnen und Schüler auf dem Niveau DQR-4. Die Arbeitsaufträge und Aufgaben sind teilweise in verschiedene Niveaustufen unterteilt.

|  |  |
| --- | --- |
| Icon | Bedeutung |
|  | das niedrigste Niveau |
|  | das mittlere Niveau |
|  | ein hohes Niveau |

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten in unterschiedlichen **Sozialformen** miteinander. Dabei wechseln sich individuelle und kooperative Phasen ab.

|  |  |
| --- | --- |
| Icon | Bedeutung |
|  | Einzelarbeit |
|  | Partnerarbeit |
|  | Gruppenarbeit |
|  | Plenum |

Hilfestellungen sind mit  gekennzeichnet. Durch das Anklicken der Links gelangt man zu den eigentlichen Tipps.

H5P Material ist wie folgt gekennzeichnet: Ein Bild, das Screenshot, Schrift, Symbol, Rechteck enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Durch Anklicken der Links gelangt man zu den Materialien.

Einzelarbeitsphasen können asynchron gestaltet werden.

„Die **Kachelform** unterstützt die Schülerinnen und Schüler beim selbstorganisierten Lernen. Anhand der Zahlen wird deutlich gemacht, ob es sich um ein übergeordnetes **Lernthema** oder einen untergeordneten, vertiefenden oder Hilfestellung-gebenden **Lernschritt** handelt.

Durch unterschiedliche Übungen, Hilfestellungen und Lösungsvorschläge soll es den SuS gelingen, ihre **Selbstwirksamkeit** zu erkennen und sie sollen motiviert werden **selbstorganisiert** zu lernen. Die Lehrperson ist dabei jedoch stets als Ansprechperson erreichbar und sollte sowohl bei technischen, aber auch inhaltlichen Fragen helfen.“ <https://moodle.moove-bw.de/moodle/course/view.php?id=1045>, Didaktische Hinweisen Autorinnen: Miriam Fehmann, Laura Sickmüller.

Der **Advance Organizer (AO)** ist so gestaltet, dass er einen Überblick über das gesamte Thema der gaschromatographischen Blutalkoholanalyse gibt. Die Lernenden können anhand des AO erkennen, wie weit sie in der Thematik bereits vorangeschritten sind und was ihnen noch zur Bearbeitung fehlt.

Neben den **fachlichen Kompetenzen** werden auch **überfachliche** **Kompetenzen** trainiert. Diese sind in der „Ich kann“- Liste kursiv gedruckt.

**Lösungsvorschläge**

Lösungsvorschläge für Aufgaben, die nicht als H5P gestaltet wurden, finden Sie in den Materialien. Vor der Verwendung des Kurses empfiehlt es sich, die Lösungsvorschlage für die Lernenden zu verbergen.

Ein Bild, das Text, Screenshot, Website, Webseite enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Unter den Arbeitsaufträgen bzw. Aufgaben und der Reflexion befinden sich verborgene Textseiten und Dokumente. Die Lösungen sind nicht verborgen.

**Reflexion mit dem Tool Oncoo**

Die Lehrkraft muss ein eigenes Oncoo anlegen.

**Hinweise zu den Lernthemen und den Lernschritten**

Idealerweise soll die Planung im Fach Instrumentell-analytisches Praktikum umgesetzt werden. Im Fach berufsbezogene Datenverarbeitung besteht die Möglichkeit, den Lernschritt 2.1. und Lernschritt 2.2. einzubinden, um die Exceltabellen zu erstellen.

Es gibt einen zentralen Studierendenorder, in dem die Lernenden Ihre Handlungsprodukte und andere Dateien abspeichern. Nachdem die Teilnehmenden im Kurs eingeschrieben sind, werden die Dokumente automatisch hinter dem Namen abgespeichert. Es wird empfohlen, die systematische Benennung der Dateien mit den Schülerinnen und Schülern zu besprechen.

**Lernthema 1**. Zunächst sollen die Lernenden an die Methodenentwicklung einer DC-Analyse anknüpfen, ein Thema, das bereits im ersten Ausbildungsjahr behandelt wurde.

Danach sollen sie einen Überblick über die verschiedenen Möglichkeiten der einzelnen Bauteile eines Gaschromatographen erhalten. Aus diesen Möglichkeiten sollen die für eine Blutalkoholanalyse passenden Optionen ausgewählt werden. Anschließend planen die Schülerinnen und Schüler die Methode, indem sie ein geeignetes Probenaufgabesystem, eine geeignete stationäre Phase, ein Temperaturprogramm und einen Detektor empfehlen. Sie testen und überprüfen ihre Planung mithilfe eines H5Ps. Danach beginnen die Schülerinnen und Schüler mit dem Schreiben des Drehbuchs für das Erklärvideo über die Methodenentwicklung. Bei Niveau A wird ein Teil des Drehbuchs und Hinweise zu den Inhalten des Drehbuchs angeben.

Das Drehbuch sollte mithilfe eines kollaborativen Dokuments geschrieben werden. Die Drehbuchvorlage befindet sich bereits in dem angelegten kollaborativen Dokument. Für jedes Team muss ein eigenes Dokument erstellt werden. Die Teams treffen sich zu viert, um sich auf ein gemeinsames Drehbuch zu einigen. Das kollaborative Dokument ist nützlich, um das gemeinsame Drehbuch zu speichern. Anschließend drehen die Schülerinnen und Schüler den Film und bewerten ihn. Für das Video stehen Fotos und Bilder zur Verfügung. Es kann beispielsweise GoodNotes oder Powerpoint verwendet werden, um einen Screencast zu gestalten. Kriterien für die Bewertung von Videos findet man unter: <https://www.schule-bw.de/faecher-und-schularten/sprachen-und-literatur/deutsch/unterrichtseinheiten/projekte/erklaervideo-deutsch>. Für das Erklärvideo steht ein Musterdrehbuch zur Verfügung, das als Orientierung für den Erwartungshorizont dient. Dieses ist für die Schülerinnen und Schüler verborgen.

**Lernschritte 1.1 bis 1.6.** Die einzelnen Lernschritte können bearbeitet werden, wenn die Schülerinnen und Schüler Kompetenzen für die Bearbeitung des Lernthemas benötigen.

Im **Lernschritt 1.1.** befassen sich die Schülerinnen und Schüler mit dem Bau eines Gaschromatographen, der Funktion der Bauteile und den Voraussetzungen für eine gaschromatographische Analyse. Als Handlungsprodukt soll eine Sprachnachricht aufgenommen werden. Der Lösungsvorschlag ist nur ein Beispiel. Bei Niveau C sollte die Sprachnachricht detaillierter sein.

Bei **Lernschritt 1.2.** vervollständigen die Schülerinnen und Schüler den Steckbrief einer Blutalkoholprobe. Es geht vor allem darum, dass die Schülerinnen und Schüler ermitteln, welche Bestandteile verdampfbar sind, ohne sich zu zersetzen, und welche nicht. Es soll exemplarisch gezeigt werden, dass Blutplasmabestandteile im Gegensatz zu den Begleitalkoholen und Ethanol nicht verdampfbar sind. Diese Informationen werden für die Auswahl der Probenaufgabetechnik benötigt. Die Polarität spielt eine Rolle bei der Wahl der Säule und die Siedetemperaturen der Begleitalkohole beim Erstellen eines Temperaturprogramms.

Im **Lernschritt 1.3.** erarbeiten die Schülerinnen und Schüler verschiedene Probenaufgabetechniken, erstellen einen Entscheidungsbaum für die Auswahl der Probenaufgabetechnik und wählen eine geeignete Technik für eine Blutalkoholprobe aus.

In **Lernschritt 1.4**. befassen sich die Lernenden mit verschiedenen stationären Phasen, damit sie eine geeignete stationäre Phase für die Blutalkoholanalyse auswählen können. Exemplarisch werden vier verschiedene stationäre Phasen mit unterschiedlicher Polarität thematisiert.

In **Lernschritt 1.5.** lernen die Schülerinnen und Schüler, was ein Temperaturprogramm ist, wie man ein Temperaturprogramm schreibt und optimiert. Als Lernprodukt zeichnen die Lernenden das Chromatogramm für den jeweiligen Optimierungsschritt.

In **Lernschritt 1.6**. erhalten die Schülerinnen und Schüler einen Überblick über verschiedene Detektoren. Es geht vor allem darum, welche Stoffe sich mit welchem Detektor nachweisen lassen, welche Nachweisgrenze, welche Empfindlichkeit und welchen linearen Bereich der Detektor hat. Sie wählen einen oder mehrere passende Detektoren für die Blutalkoholanalyse aus, wobei Sie berücksichtigen, dass bei einer Blutalkoholanalyse ein großer linearer Bereich und eine große Empfindlichkeit erforderlich sind. Diese Anforderungen beziehen sich auf eine forensische Blutalkoholanalyse.

Die Lernprodukte der Lernschritte können für das Erklärvideo verwendet werden.

**Lernthema 2**. Nach der Planung des Trenn- und Analyseverfahrens wird in Lernthema 2 die Gehaltsbestimmung geplant. Die Lernenden wählen eine geeignete Kalibriermethode aus, planen die Durchführung und Auswertung der Kalibrierung. In Dreiergruppen überprüfen sie ihre Planung und verifizieren diese mithilfe eines H5Ps. Da aufgrund der Probenvorbereitung eine Kalibrierung mit internem Standard geeignet ist, sollen die Lernenden einen internen Standard auswählen. Mithilfe der Promillewerte im Blut sollen sie die Ethanolkonzentrationen für die Kalibrierlösungen auswählen.

Als Lernprodukt soll eine kurze Präsentation erstellt werden. Vor der eigentlichen Erstellung einigen sich die Lernenden auf einen geeigneten Kriterienkatalog zur Bewertung der Folien. Nach der Erstellung der Präsentation werden die Folien anhand des Kriterienkatalogs bewertet. Es besteht die Möglichkeit, eine Präsentation zu halten, wenn genügend Unterrichtszeit zur Verfügung steht. Ein Lösungsvorschlag ist im Datenkranz hinterlegt, der für die Lernenden verborgen ist.

Im **Lernschritt 2.1** geht es um die externe Standardkalibrierung, im **Lernschritt 2.2** um die Kalibrierung mit internem Standard. Bei der externen Standardkalibrierung (**Lernschritt 2.1**) erhalten die Schülerinnen und Schüler einen Überblick über die Durchführung und Auswertung der externen Standardkalibrierung. Sie schätzen ab, ob eine Ein- oder Mehrpunktkalibrierung bei einer Blutalkoholanalyse sinnvoller ist, und wählen geeignete Ethanolkonzentrationen aus. Schließlich erstellen Sie eine Exceltabelle, mit der sie das Kalibrierdiagramm, die Kalibriergerade und die Probenkonzentration berechnen können. Bei einer forensischen Blutalkoholanalyse werden Kalibrierlösungen mit den folgenden Ethanolkonzentrationen verwendet: 0,2 – 0,5 – 0,8, 1 – 1,5 – 2 -3 und 4 g/L. Bei diesem Projekt werden exemplarisch folgende Konzentrationen verwendet: 0,2 – 1- 2 und 4 g/L. Die Peakflächen sind erfunden.

Im **Lernschritt 2.2**. erarbeiten die Schülerinnen und Schüler, warum eine Kalibrierung mit internem Standard bei einer Probenaufarbeitung notwendig ist, wie Fehler bei der Gehaltsbestimmung korrigiert werden und wie man einen geeigneten, internen Standard auswählt. Sie lernen, wie man eine Kalibrierung mit internem Standard durchführt und auswertet. Im Anschluss ermitteln Sie das Kalibrierdiagramm, die Kalibrierfunktion und die Analytkonzentration der Probe für vorgegebene Messwerte mit einem Tabellenkalkulationsprogramm. Die Peakflächen sind erfunden.

Nach dem Abschluss des Projekts sollen die Schülerinnen und Schüler das gesamte Projekt reflektieren.

**Zeitumfang**

Für die Bearbeitung der Projektbeschreibung und der Lernthemen werden circa 14 Schulstunden veranschlagt., wobei auch Stunden aus VIP-Bereich verwendet werden sollen. Wenn die Lernschritte 1.1. bis 1.6. bearbeitet werden, so benötigt man circa 9 Schulstunden für die Lernschritte 2.1 und 2.2. circa 4,5 Schulstunden.

**Hard- und Software**

Desktop-PC, Laptop oder Tablet-PC werden benötigt. Hinweise zur Software finden Sie in der rechten Spalte der folgenden Tabelle. Ein Office-Programm mit Textverarbeitung, Tabellenkalkulation und Präsentation ist erforderlich bzw. entsprechende Apps. Diese sind teilweise als kollaborative Dokumente in Moodle verfügbar.

|  |  |
| --- | --- |
| Dramaturgie | Fach  Chemie |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Sozial-  form | Lern-phase | Inhalt und Methode | Material/Lernthema, Lernschritt/Verlinkung | Hinweise/Hilfsmittel |
| Lernprojekt: Eine Blutalkoholanalyse planen und durchführen (Dauer: 15 Minuten) | | | | |
|  | i | Projektbeschreibung  Advance Organizer | Audiodatei (Kopfhörer)  Infotext  Advance Organizer | Dauer: 15 Minuten |
| Lernthema 1: Eine Trennmethode für eine gaschromatographische Analyse entwickeln (Dauer: 405 Minuten) | | | | |
|  | i | Einstieg | Vorwissen Methodenentwicklung (H5P) | Dauer 10 min. |
|  | koop | Einstieg | Austausch  Vorüberlegung Methodenentwicklung in der Gaschromatographie | Dauer: 5 - 10 Minuten |
|  | i | Arbeitsauftrag 1 | Auswahlmöglichkeiten bezüglich der Gerätekomponenten  Advance Organizer | Dauer: 10 Minuten |
|  | koop | Arbeitsauftrag 1 | Austausch über verschiedene Auswahlmöglichkeiten | Dauer: 5 Minuten |
|  | i | Arbeitsauftrag 2 (binnendifferenziert A, B, C) | relevante Informationen über eine Blutalkoholprobe für eine GC-Analyse, Auswahl des Probenaufgabesystems, der stationären Phase und des Detektors für eine Blutalkoholanalyse, Temperaturprogramm und Möglichkeiten zur Optimierung des T-Programms | Dauer: 90 Minuten |
|  | koop | Arbeitsauftrag 3 | Austausch bezüglich der Auswahl | Dauer: 30 Minuten |
|  | i | Lernzielkontrolle | Überprüfung der Trenn- und Analysenmethode (H5P) | Dauer: 5 min. |
|  | koop | Arbeitsauftrag 4 (binnendifferenziert A, B, C) | Erstellung Drehbuch für ein Erklärvideo  A: Vorlage Drehbuch mit Beginn und Stichworten  B: Stichworte  C: allgemeine Drehbuchvorlage | Dauer: 90 Minuten  Kollaboratives Dokument anlegen (Für jede Gruppe 1 Dokument) |
|  | koop | Arbeitsauftrag 5 | Einigung auf ein gemeinsames Drehbuch in Vierergruppe | Dauer: 45 Minuten  Kollaboratives Dokument (gemeinsames Drehbuch schneller erstellt) |
|  | koop | Arbeitsauftrag 6 | Erstellung des Handlungsprodukts „Erklärvideo“ in einer Vierergruppe | Dauer: 90 Minuten  z. B. mit GoodNotes, Powerpoint |
|  | koop  i | Reflexion Lernthema 1 | Beurteilung Erklärvideo anhand vorgegebener Kriterien  Individuelle Reflexion des Prozesses: Offene Fragen | Dauer 15 – 20 Minuten  Vorgegebene Kriterien verwenden, z. B. https://www.schule-bw.de/faecher-und-schularten/sprachen-und-literatur/deutsch/unterrichtseinheiten/projekte/erklaervideo-deutsch/bogen.jpg |
| Lernschritt 1.1: Bau und Funktionsweise eines Gaschromatographen beschreiben (Dauer: 50 -55 Minuten) | | | | |
|  | i | Einstieg | H5P „Memory Gaschromatograph“ | Dauer: 2 Minuten |
|  | i | Aufgabe 1 | Austausch über bereits bekannte Bauteile eines Gaschromatographen | Dauer: 3 Minuten |
|  | koop | Aufgabe 2 (binnendifferenziert AB und C) | Interaktives Video (AB)  Interaktives Video + Recherche (C) zu Reihenfolge des Bauteile + Funktion der Bauteile | Dauer: 5 Minuten |
|  | i | Aufgabe 3 (binnendifferenziert AB und C) | H5P „Übung Reihenfolge der Bauteile“ und verschiedene Möglichkeiten der Bauteile (Advance Organizer) | Dauer: 5 Minuten |
|  | koop | Aufgabe 4 | Erarbeitung von Kriterien für eine gute Sprachnachricht. | Dauer: 10 Minuten |
|  | i | Aufgabe 5 (binnendifferenziert AB und C) | Aufnahme der Sprachnachricht | Dauer: 10 -15 Minuten |
|  | koop | Aufgabe 6 | gegenseitige Bewertung der Sprachnachricht | Dauer: 10 Minuten |
|  | koop | Reflexion des Lernschritts 1.1 | Reflexion Lernschritt 1 (H5P) | Dauer: 5 Minuten |
| Lernschritt 1.2: Steckbrief einer Blutalkoholprobe gestalten (Dauer: 75 Minuten) | | | | |
|  | i | Einstieg | Stoffeigenschaften und Stoffkonstanten zur Abschätzung der Verdampfbarkeit | Dauer: 2 Minuten |
|  | p | Einstieg | Austausch über die Überlegungen | Dauer: 3 Minuten |
|  | i | Aufgabe 1 (binnendifferenziert AB und C) | Zusammenhang Molmasse, zwischenmolekulare Kräfte, Aggregatzustand und Verdampfbarkeit | Dauer: 5 Minuten |
|  | koop | Aufgabe 2 | Austausch über Aufgabe 1 | Dauer: 5 Minuten |
|  | i | Aufgabe 3 (binnendifferenziert A, B, C) | Gestaltung eines Steckbriefs einer Blutalkokoholprobe, Steckbriefvorlage | Dauer: 45 Minuten |
|  | koop | Aufgabe 4 | Vergleich der Steckbriefe, Entscheidung bezüglich der unzersetzt verdampfbaren Bestandteile | Dauer: 10 Minuten |
|  | i | Aufgabe 5: | Lernzielkontrolle Sortieraufgabe zur Verdampfbarkeit (H5P) | Dauer: 2 Minuten |
|  | i | Reflexion | Oncoo | Dauer: 3 Minuten |
| Lernschritt 1.3: Probenaufgabetechnik auswählen (Dauer: 68 Minuten) | | | | |
|  | i | Einstieg | Auswirkungen der Injektion nicht verdampfbarer Bestandteile (PDF-Annotation) | Dauer: 5 Minuten |
|  | p | Einstieg | Austausch über die Auswirkungen | Dauer: 5 Minuten |
|  | i | Aufgabe 1 | Probenaufgabetechniken:  Thema 1: Splitless-Injektion, Split-Injektion  Thema 2: On-Column-Technik, Headspaceverfahren  (Interaktive Präsentationen/ Infos zu den Probenaufgabetechniken) | Dauer: 10 Minuten |
|  | koop | Aufgabe 1 | Austausch über das gleiche Thema | Dauer: 5 Minuten |
|  | koop | Aufgabe 1 | Vierergruppe. Jeder stellt eine Probenaufgabetechnik vor. | Dauer: 10 Minuten |
|  | i | Aufgabe 2 (binnendifferenziert A, B, C) | Entscheidungsbaum zur Auswahl der Probenaufgabetechnik gestalten. (Vorlage als PDF) | Dauer: 15 Minuten |
|  | koop | Aufgabe 3 | Vergleich der Entscheidungsbäume. Auswahl einer Probenaufgabetechnik für eine Blutalkoholprobe. | Dauer: 10 Minuten |
|  | i | Aufgabe 4 | Überprüfung der Entscheidung.  (H5P Sortieraufgabe Headspace bei Blutaloholanalyse) | Dauer: 3 Minuten |
|  | i | Reflexion | Pdf Annotation | Dauer: 5 Minuten |
| Lernschritt 1.4: Stationäre Phasen auswählen (Dauer: 60 Minuten) | | | | |
|  | i | Einstieg: | Vorwissen zur Auswahl einer stationären Phase (H5P) | Dauer: 5 Minuten |
|  | i | Aufgabe 1 (binnendifferenziert AB und C) | Benennung der Strukturformel einer stationären Phase (H5P) | Dauer: 5 Minuten |
|  | i | Aufgabe 2 (binnendifferenziert AB und C) | Funktionelle Gruppen und Art der Wechselwirkungen zwischen der stat. Phase und Probenmolekülen | Dauer: 15 Minuten |
|  | koop | Aufgabe 3 | Austausch zu Aufgabe 1 und 2 | Dauer: 10 Minuten |
|  | i | Aufgabe 4 (binnendifferenziert A und BC) | HP5 Zuordnungstabelle | Dauer: 15 Minuten |
|  | koop | Aufgabe 5 | Auswahl einer stationären Phase für die Blutalkoholanalyse (Dreiergruppe) | Dauer: 5 Minuten |
|  | i | Reflexion | Oncoo (Zielscheibe) | Dauer: 5 Minuten |
| Lernschritt 1.5: Temperaturprogramm entwickeln (Dauer: 75 Minuten) | | | | |
|  | i | Einstieg | Trennung abschätzen, Abb. Chromatogramme  Moodle-Abstimmungen, | Dauer: 5 Minuten |
|  | p | Einstieg | Besprechung des Abstimmungsergebnisses. | Dauer: 5 Minuten |
|  | I  p | Aufgabe 1 | isotherme Arbeitsweise (erst selbst Gedanken machen)  danach Austausch | Dauer: 5 Minuten |
|  | koop | Aufgabe 2 | Problemstellung (isotherme Arbeitsweise nicht möglich) | Dauer: 5 Minuten |
|  | i | Aufgabe 3 | H5P T-Programm, Audiodatei | Dauer: 10 Minuten |
|  | I | Aufgabe 4 (binnendifferenziert AB und C) | lineares T-Programm skizzieren | Dauer 10 Minuten |
|  | koop | Aufgabe 5 | Austausch Aufgabe 4 | Dauer: 5 Minuten |
|  | i | Aufgabe 6 (binnendifferenziert A, B und C) | Chromatogramme nach verschiedenen Optimierungsschritten skizzieren | Dauer: 15 Minuten |
|  | koop | Aufgabe 7: | Chromatogramme aus Aufgabe 6 vorstellen und bewerten | Dauer: 10 Minuten |
|  | koop | Reflexion | gegenseitiges Abfragen | Dauer: 5 Minuten |
| Lernschritt 1.6: Detektor empfehlen (Dauer: 75 Minuten) | | | | |
|  | i | Einstieg: Quiz | H5P „Warm Up Detektoren“ | Dauer: 5 Minuten |
|  | i | Aufgabe 1 | wichtigste Informationen zu einem Detektor (Bau, Funktionsweise, detektierbare Stoffe) | Dauer: 20 Minuten |
|  | i | Aufgabe 2 | Detektorkenngrößen | Dauer: 10 Minuten |
|  | koop | Aufgabe 3 | Austausch Detektorkenngrößen | Dauer: 5 Minuten |
|  | i | Aufgabe 4 | H5P Sortieraufgabe (Kenngrößen von GC-Detektoren) | Dauer: 5 Minuten |
|  | i | Aufgabe 5 (binnendifferenziert A, B, C): | Detektor für die Blutalkoholanalyse empfehlen | Dauer: 15 Minuten |
|  | koop | Aufgabe 6 | Austausch über die Detektorempfehlung. | Dauer: 10 Minuten |
|  | i | Reflexion | Smileys | Dauer: 5 Minuten |
| Lernthema 2: Anwendung einer Kalibriermethode planen (Dauer: 190 Minuten) | | | | |
|  | i | Einstieg | Vorwissen zum Thema Kalibrieren in der instrumentellen Analytik (H5P) | Dauer: 5 Minuten |
|  | i | Arbeitsauftrag 1 (binnendifferenziert A, B und C) | Planung einer Kalibriermethode für die gaschromatographische Blutalkoholanalyse | Dauer: 60 Minuten |
|  | koop | Arbeitsauftrag 2 | Austausch über die Planung | Dauer: 15 Minuten |
|  | i | Lernzielkontrolle | H5P Überprüfung der Planung | Dauer: 10 Minuten |
|  | koop | Arbeitsauftrag 3 | Kriterienkatalog Präsentationsfolien erstellen | Dauer: 10 Minuten |
|  | i | Arbeitsauftrag 4 (binnendifferenziert A, B und C) | Gestaltung Präsentationsfolien | Dauer: 60 Minuten |
|  | koop | Arbeitsauftrag 5 | Bewertung der Präsentationsfolien | Dauer: 20 Minuten  Optional kann auch noch präsentiert werden. |
|  | i | Reflexion Lernthema 2 | Smiley-System (Ich-Kann-Fragen und offene Fragen). | Dauer: 10 Minuten |
| Lernschritt 2.1: Quantifizierung mit externem Standard planen (Dauer: 95 Minuten) | | | | |
|  | i | Einstieg | Einfluss der Konzentration auf die Peakfläche (Abbildung) | Dauer: 5 Minuten |
|  | koop | Einstieg | Austausch | Dauer: 5 Minuten |
|  | i | Aufgabe 1 | Externe Standardkalibrierung H5P (interaktive Präsentation) | Dauer: 10 Minuten |
|  | koop | Aufgabe 2 | Austausch über die externe Standardkalibrierung | Dauer: 5 Minuten |
|  | i | Aufgabe 3 (binnendifferenziert A, B und C) | Vergleich Einpunkt- und Mehrpunktkalibrierung | Dauer: 10 Minuten |
|  | koop | Aufgabe 4 | Entscheidung für Blutalkoholanalyse: Einpunkt- oder Mehrpunktkalibrierung, Konzentrationen der Kalibrierlösungen  H5P Lernzielkontrolle | Dauer: 10 Minuten |
|  | i | Aufgabe 5 (binnendifferenziert A, B und C) | Kalibrierdiagramm erstellen und Kalibrierfunktion ermitteln mit einem Tabellenkalkulationsprogramm | Dauer: 20 Minuten  Excel, Tabellenkalkulationsprogramm |
|  | i | Aufgabe 6 (binnendifferenziert AB und C) | Berechnung der Probenkonzentration | Dauer: 10 Minuten |
|  | p | Aufgabe 7 | Präsentation Berechnung | Dauer: 5 Minuten |
|  | koop | Aufgabe 8 | Berechnung der Probenkonzentrationen mit Excel | Dauer: 10 Minuten |
|  | i | Reflexion | Oncoo | Dauer: 5 Minuten |
| Lernschritt 2.2: Quantifizierung mit internem Standard planen (Dauer: 110 Minuten) | | | | |
|  | i | Einstieg | Auswirkung der Handinjektion auf die Gehaltsbestimmung | Dauer: 5 Minuten |
|  | i | Einstieg | Austausch | Dauer: 5 Minuten |
|  | i | Aufgabe 1 | Auswirkung einer Probenaufarbeitung auf die Gehaltsbestimmung (H5P) | Dauer: 10 Minuten |
|  | p | Aufgabe 2 | Austausch zu Aufgabe 1 | Dauer: 5 Minuten |
|  | i | Aufgabe 3 (binnendifferenziert AB und C) | Korrektur von Fehlern durch den internen Standard (Wertetabelle)  H5P Lenrzielkontrolle | Dauer: 10 Minuten |
|  | i | Aufgabe 4 (binnendifferenziert AB und C) | Auswahl eines geeigneten internen Standards. Bei A und B: H5P zur Auswahl des internen Standards. | Dauer: 10 Minuten |
|  | koop | Aufgabe 5 | Austausch über die Wahl des internen Standards | Dauer: 5 Minuten |
|  | i | Aufgabe 6 | Ablauf und Auswertung der Kalibrierung mit internem Standard, H5P interaktive Präsentation | Dauer: 10 Minuten |
|  | koop | Aufgabe 7 (AB) | Kalibrierdiagramm erstellen und Kalibrierfunktion ermitteln mit einem Tabellenkalkulationsprogramm | Dauer: 20 Minuten |
|  | i | Aufgabe 7 (C) | Kalibrierdiagramm erstellen und Kalibrierfunktion ermitteln mit einem Tabellenkalkulationsprogramm | Dauer: 20 Minuten |
|  | koop | Reflexion | Gegenseitige Beantwortung von Fragen und Feedback zur Zusammenarbeit. | Dauer: 10 Minuten |
| Lernprojekt: Eine Blutalkoholanalyse planen und durchführen (Dauer: 15 Minuten) | | | | |
|  | i | Reflexion des gesamten Projekts | Ich-kann-Liste und offene Fragen. | Dauer: 15 Minuten |