



Zentrum für schulpraktische Lehrerbildung Krefeld  
Seminar für das Lehramt an Berufskollegs  
Johansenaue 3, 47809 Krefeld

## Schriftlicher Unterrichtsentwurf

<b>Fachrichtung:</b>	Chemietechnik
<b>Fach:</b>	Produktions- und Anlagentechnik
<b>Lernfeld:</b>	WLF 1 ("Stoffsysteme thermisch aufarbeiten") LS 1.3. ("Anwendung von Tieftemperaturtechniken und Gasgesetze")
<b>Thema:</b>	Die Luftzerlegung nach dem Linde-Verfahren als Beispiel einer Tieftemperaturrektifikation, dargestellt mit Hilfe von präsentierten Ergebnissen aus arbeitsteiliger Gruppenarbeit
<b>Kurze Zusammenfassung</b>	Die heutige Unterrichtsstunde hat zum Einen die Erarbeitung der Grundprinzipien des LINDE-Verfahrens, mit Aspekten wie Luftverflüssigung und Rektifikation der flüssigen Bestandteile der Luft zum Thema und zum Anderen werden Informationen über die Bestandteile der Luft gezeigt sowie die Verwendung von flüssigem Stickstoff und flüssigem Sauerstoff in der Industrie thematisiert.
<b>Bildungsgang/Stufe:</b>	Chemikanten, Oberstufe

# 1 Lernvoraussetzungen im Hinblick auf die Unterrichtsstunde

## 1.1 Rahmenbedingungen

Die zweite Lehrprobe im Fach Chemietechnik findet in einer Oberstufenklasse der Chemikanten statt. Der schulische Teil der insgesamt dreieinhalb jährigen dualen Ausbildung zur Chemikantin bzw. zum Chemikanten findet in der Berufsschule gemäß APO-BK<sup>1</sup> Anlage A statt.

Die Klasse wird in diesem Block mit insgesamt fünf Stunden in der Woche im Fach Produktions- und Anlagentechnik unterrichtet.

Im Rahmen des selbstständigen Unterrichts habe ich die Klasse in diesem Block im Fach Synthesetechnik kennengelernt und unterrichte sie zudem im Ausbildungsunterricht bei meiner Ausbildungslehrerin im Fach Produktions- und Anlagentechnik im Lernfeld WLF 1, mit der Lernsituation 1.3. "Anwendung von Tieftemperaturtechniken". Der Unterricht in zwei Fächern bedeutet, dass ich die Schülerinnen und Schüler für bis zu acht Stunden in der Woche sehe und daher recht gut kenne.

In der Klasse befinden sich fünf Schülerinnen und 16 Schüler im Alter von 19 bis 27 Jahren.

**Tabelle 1: Zusammensetzung der Klasse hinsichtlich ihrer Bildungsabschlüsse**

Bildungsabschlüsse				
HS 10	FOR	FOR+Q	FHR	AHR
2	4	6	3	2

Die größte Gruppe der Auszubildenden stellt mit Abstand die Currenta GmbH mit zwölf Schülerinnen und Schülern. Die übrigen Chemikantinnen und Chemikanten kommen von verschiedensten Chemiebetrieben aus der näheren und weiteren Umgebung<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Verordnung über die Ausbildung und Prüfung in den Bildungsgängen des Berufskollegs

<sup>2</sup> Crenox (3 SuS), klkoleo (2 SuS), AB(AIR) (2 SuS), Bausion und Rhenus (je 1 Schüler)

Der Unterricht der heutigen Stunde findet im Raum 00.20 statt, da dieser von der Ausstattung und der Größe für den Unterrichtsbesuch gut geeignet ist. Dieser Raum ist mit einem interaktiven Smartboard sowie einer Tafel und einem OH-Projektor ausgestattet.

## **1.2 Vorkenntnisse/Verhalten bezogen auf den Stundeninhalt**

Die Schülerinnen und Schüler zeigen - bezogen auf die fachlich-inhaltliche Kompetenz - eine sehr große Bandbreite. So sind manche der Auszubildenden sehr leistungsstark, was sich teilweise durch eine rege Mitarbeit im Unterricht zeigt. Ebenso sind natürlich auch einige Schülerinnen und Schüler dabei, denen manche Inhalte etwas schwerer fallen und die hierdurch teilweise ein wenig länger benötigen um gestellte Aufgaben zu bewältigen. In dieser Phase ist aber häufig zu beobachten, dass sich diejenigen, die die bereits gestellten Probleme gelöst haben, sich um Mitschülerinnen und Mitschüler kümmern, die noch Hilfe benötigen.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine kurze Übersicht über den Verlauf der Unterrichtsreihe meines Ausbildungsunterrichts im Fach Produktions- und Anlagentechnik im Lernfeld WLF 1:

**Tabelle 2: Übersicht über die Unterrichtsreihe zur Lernsituation "Gasgesetze und Tieftemperaturtechniken"**

<b>Themen der einzelnen Stunden in diesem Block</b>	
<b><u>Datum</u></b>	<b><u>Thema</u></b>
<b>07.03.2013</b>	Herleitung und Erläuterung der Zustandsgleichung von Gasen, molares Normvolumen
<b>08.03.2013</b>	Berechnung der Gaskonstante R aus der Zustandsgleichung der Gase; Herleitung der allgemeinen Gasgleichung
<b>14.03.2013</b>	Berechnung von Aufgaben mit Zustandsgleichung der Gase und allgemeiner Gasgleichung
<b>15.03.2013</b>	Begriffsklärung von Überdruck/Unterdruck/absolutem Druck; Berechnungen mit $p_e$ , $p_{amb}$ , $p_{abs}$
<b>21.03.2013</b>	Großtechnische Gasgewinnung: Gruppenarbeit zur Luftzerlegung nach dem Linde-Verfahren
<b>22.03.2013</b>	<b>Großtechnische Gasgewinnung: Präsentation der Ergebnisse der Gruppenarbeit (Unterrichtsbesuch mit Lehrprobe)</b>

Mögliche Besonderheiten in dieser Unterrichtsstunde stellen sowohl die Tatsache, dass es sich um die letzte Stunde im Block und die letzte Stunde vor den Osterferien handelt, dar, als auch die Gegebenheit, dass einige der teilnehmenden Schülerinnen und Schüler die Ausbildungszeit verkürzen und dieser Tag somit den letzten Schultag ihrer Ausbildung darstellt.

Da ich in dieser Klasse bisher die mathematiklastigen Gasgesetze unterrichtet habe, hatte ich noch keine Gelegenheit die Schülerinnen und Schüler während einer Gruppenarbeitsphase zu erleben und kann somit schlecht einschätzen, in wie fern der Ablauf der Erarbeitungsphase und die Vorbereitung auf die Präsentation der Ergebnisse durchgeführt werden. Im Lernfeld 12 (Synthesetechnik), welches ich im selbstständigen Unterricht durchführe, hatte ich allerdings bereits die Möglichkeit einige wenige der Auszubildenden bei der Präsentation mit Hilfe von PowerPoint zu erleben. Die Methode der Präsentation von Arbeitsergebnissen vor dem Klassenplenum sollte den Schülerinnen und Schülern daher bekannt sein.

## **2 Ziele der Unterrichtsstunde**

### **2.1 Gesamtziel der Unterrichtsstunde**

Die Schülerinnen und Schüler präsentieren Gruppenarbeitsergebnisse zum Thema "Großtechnische Gasgewinnung - Das Linde-Verfahren" und erwerben hierdurch Fachwissen (Zusammensetzung der Luft, Tieftemperaturrektifikation, großtechnische Verwendung der hergestellten Gase  $N_2$  und  $O_2$ ) über den technisch wichtigen Prozess der Luftzerlegung nach Carl Linde.

### **2.2 Angestrebte Kompetenzerweiterungen**

Die Schülerinnen und Schüler vollziehen die Gewinnung von Sauerstoff und Stickstoff aus der Luft nach. Sie zeigen dies, indem sie die Luftzerlegung und die Tieftemperaturrektifikation basierend auf dem Verfahren von Carl Linde ausarbeiten.

Die Chemikantinnen und Chemikanten kennen die Verwendung von Produkten der Luftzerlegung. Sie zeigen dies, in dem sie Anwendungsgebiete für die großtechnisch gewonnenen Gase Sauerstoff und Stickstoff aufzeigen und dieses Wissen mit Inhalten aus dem Lernfeld 12 (großtechnische Verfahren) verknüpfen.

Die Auszubildenden können arbeitsteilige Gruppenarbeitsergebnisse aufbereitet darstellen. Sie zeigen dies, indem sie mit Hilfe von Informationsübertragungsmedien (Folie, Video, Plakat) ihre Ergebnisse dem Klassenplenum präsentieren.

### **3 Didaktische Entscheidungen der Unterrichtsstunde und ihre Begründungen**

In diesem Kapitel geht es um die Vorstellung, Einordnung und Begründung der wesentlichen fachlich-inhaltlichen und methodischen Entscheidungen für die anstehende Unterrichtsstunde.<sup>3</sup>

#### **3.1 Curriculare Anbindung**

Der Rahmenlehrplan NRW für Chemikanten (i.d.F. vom 24.04.2009) sieht im Wahllernfeld 1 „Stoffsysteme thermisch aufarbeiten“ folgende Inhalte vor: „Verfahren und Anlagenteile zur Erzeugung tiefer Temperaturen in der Technik“, „Lager- und Transportgefäße für Stoffe mit tiefen Temperaturen“ sowie „Tiefemperaturdestillationstechnik“.

Das LINDE-Verfahren zur Luftzerlegung wird dabei in der didaktischen Jahresplanung der Chemieabteilung des Berufskollegs Uerdingen in der Lernsituation 1.3. „Anwenden von Tiefemperaturtechniken“ mit den Inhalten „Tiefemperaturdestillationstechnik (Lindeverfahren) – Zustandsgleichung der Gase“<sup>4</sup> unterrichtet.

Da das Linde-Verfahren zu den großtechnischen Verfahren zählt, können hier Beziehungen zwischen dem Wahllernfeld 1 und dem Lernfeld 12 hergestellt und somit Fachinhalte aus zwei Fächern miteinander verknüpft werden.

#### **3.2 Fachlich-inhaltliche Schwerpunkte**

Die heutige Unterrichtsstunde hat zum Einen die Erarbeitung der Grundprinzipien des LINDE-Verfahrens, mit Aspekten wie Luftverflüssigung und Rektifikation der flüssigen Bestandteile der Luft zum Thema und zum Anderen werden Informationen über die Bestandteile der Luft gezeigt sowie die Verwendung von flüssigem Stickstoff und flüssigem Sauerstoff in der Industrie thematisiert.

---

<sup>3</sup> nach ZfsL Krefeld, Seminar BK, Unterrichtsentwurfvorlage 2012

<sup>4</sup> Zitiert aus der DJP des BKU

Bewusst verzichtet wurde dabei auf die tiefergehende Besprechung von Plattenwärmetauschern und Turboverdichtern da dies auf der einen Seite bereits Stoff in vorangegangenen Schulblöcken war und auf der anderen Seite für eine 45-minütige Stunde zu viel Inhalt darstellt. Daher wird in dieser Stunde nur nochmal ganz kurz das Thema „Verdichter“ bzw. „Wärmetauscher“ in einer Präsentation wiederholt.

### **3.3 Methodische Schwerpunkte**

In der heutigen Stunde werden die Ergebnisse einer vorangegangenen Gruppenarbeit präsentiert. Die Auszubildenden haben im Unterricht aus Informationstexten die wichtigsten Daten und Fakten extrahiert und konnten in der anschließenden Phase frei wählen ob sie Folien oder Plakate gestalten wollen um ihre Ergebnisse dem Rest der Klasse vorstellen.

Die Präsentation der Gruppenarbeitsergebnissen passt sehr gut in die letzte Stunde vor den Ferien - für manche Schülerinnen und Schüler ist es der letzte Schultag überhaupt - weil hier den Auszubildenden noch einmal die Möglichkeit gegeben wird, ein wichtiges, prüfungsrelevantes Thema in einer, von Mitschülern, aufbereiteten Form präsentiert zu bekommen. Die Chemikantinnen und Chemikanten kennen das Vortragen von Präsentationen und Ergebnissen bereits, da sie dies auch im Fach Stoffsystemtechnik im Lernfeld 12 zu den großtechnischen Verfahren durchführen.

Die Gruppeneinteilung wurde von mir und meiner Ausbildungslehrerin in grundlegenden Strukturen im Vorfeld vorgenommen, um in jeder Gruppe stärkere und schwächere Schüler gleichermaßen zu haben. Hierbei wurde aber nicht klassisch sortiert und zugewiesen sondern ein gewisser "Zufallsfaktor" spielte in die Gruppeneinteilung mit herein. Diese Art der "zufälligen Zuordnung" ist bei den Schülerinnen und Schülern beliebt und wird daher im Unterricht öfters eingesetzt.

Die spätere Bearbeitung eines Arbeitsblattes in Partnerarbeit zum Stundenthema hat eine sinnvolle Sicherung des Erlernten zum Ziel. Um zu gewährleisten, dass alle Auszubildenden am Ende der Stunde dieselben Informationen besitzen, wird das Arbeitsblatt nach der Erarbeitungsphase im Klassenverbund besprochen.

## 4 Verlaufsplan

Tabelle 3: Verlaufsplan der heutigen Unterrichtsstunde

Unterrichtsphasen	Inhalte	Methodische Hinweise	Medien / Materialien
Einstiegsphase	Begrüßung  Kurze Beschreibung über den Ablauf der heutigen Stunde		
Informationsphase	Kurzvorträge: „Luftzusammensetzung und Luftverdichtung“ „LINDE-Verfahren: Vorkühlung und Reinigung“ „Auftrennung der Luft in ihre Bestandteile“ „Verwendung und Einsatzgebiete von O <sub>2</sub> und N <sub>2</sub> “	Präsentation der Gruppenarbeitsergebnisse als Kurzvorträge	Plakate oder Folien + OHP  Smartboard zur Visualisierung eines Films
Erarbeitungsphase	Bearbeitung der Fragen des AB mit Hilfe der gehörten Vorträge zur Festigung der gerade erhaltenen Informationen, z.B. Aus welchen wesentlichen Bestandteilen setzt sich die Luft zusammen? Wie läuft das LINDE-Verfahren ab? Welche Verwendungs- und Anwendungszwecke gibt es für flüssigen Stickstoff oder flüssigen Sauerstoff?	Partnerarbeit oder 3er Gruppen zur Bearbeitung des AB zum LINDE-Verfahren	Arbeitsblatt „LINDE-Verfahren“
Auswertung / Sicherung / Erkenntnisgewinn	Besprechung der Ergebnisse des AB in der Klasse, z.B. als Bestandteile der Luft sind N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> oder auch Argon zu nennen, Ablauf des LINDE-Verfahrens durch Verdichtung und Abkühlung der Luft, und nach der Verflüssigung durch Tieftemperaturrektifikation	L-S-Gespräch / Plenumsgespräch	OH-Projektor,  AB „LINDE-Verfahren“
Reflexion	An diesem Punkt ist eine Sollbruchstelle. Der Teil der Stundenreflektion kann im Anschluss an den Unterricht durchgeführt werden oder - wenn es zeitlich nicht passt - wird die Reflektion in der 6. Stunde am selben Tag durchgeführt.	Blitzlicht	



## 5 Quellenangaben

Didaktische Jahresplanung des Berufskollegs Uerdingen

<http://www.linde-engineering.com/de/index.html> (zuletzt aufgerufen am: 20.03.2013)

Kultusministerkonferenz (2009) *Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Chemikant / Chemikantin - Wahllernfeld 1*

Neufingel F (2009) *Chemie 1 - Allgemeine und anorganische Chemie*, Verlag Jugend & Volk GmbH, Wien