



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

Schriftlicher Unterrichtsentwurf

Fachrichtung:	Chemietechnik
Fach:	Produktions- und Anlagentechnik
Lernfeld:	WLF 1 ("Stoffsysteme thermisch aufarbeiten")
Thema:	"(VAKUUM-)GEFRIERTROCKNUNG – Erstellung eines Verfahrensfliessbildes zur Herstellung gefriergetrockneter Produkte"
Kurze Zusammenfassung	Die heutige Unterrichtsstunde hat die Erstellung eines Verfahrensfliessbildes einer Anlage zur großtechnischen (Vakuum-)Gefriertrocknung von u.a. Alltagsprodukten wie Instant-Kaffee oder gefriergetrockneten Früchten zum Inhalt. Da dieses Trocknungsverfahren in der chemischen, pharmazeutischen und der Lebensmittelindustrie häufig genutzt wird ist der Berufsbezug für die angehenden Chemikanten besonders hoch.
Bildungsgang/Stufe:	Chemikanten, Oberstufe

1 Lernvoraussetzungen im Hinblick auf die Unterrichtsstunde

1.1 Rahmenbedingungen

Die vierte Lehrprobe in meiner beruflichen Fachrichtung 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-BK¹ Anlage A statt.

Im Folgenden verwende ich ausschließlich die männliche Form der Anrede, da die Klasse nur aus männlichen Auszubildenden besteht.

Ich kenne die Klasse bereits aus dem vergangenen Schuljahr 2012/2013, wo ich die Schüler im Rahmen des selbstständigen Unterrichts im Fach Produktions- und Anlagentechnik unterrichtet habe. Im aktuellen Block unterrichte ich die Klasse wiederum im eigenständigen Unterricht im Wahllernfeld 1 mit vier Stunden in der Woche. Für die Oberstufenschüler der Klasse ist es der erste Schulblock in diesem Schuljahr, welcher aber auf Grund der bevorstehenden Weihnachtsferien mit drei Wochen recht kurz ist.

In der Klasse befinden sich insgesamt 22 Schüler im Alter von 18 bis 25 Jahren.

Tabelle 1: Zusammensetzung der SuS hinsichtlich ihrer Bildungsabschlüsse

Bildungsabschlüsse			
FOR	FOR+Q	FHR	AHR
9	5	3	5

Alle Auszubildenden sind bei der Firma Currenta GmbH & Co. OHG angestellt.

Der Unterricht der heutigen Stunde findet im Raum 00.20 statt. Dieser Klassenraum ist mit einem Whiteboard, einem Smartboard und einem PC mit Scanner und Drucker ausgestattet.

¹ Verordnung über die Ausbildung und Prüfung in den Bildungsgängen des Berufskollegs

1.2 Vorkenntnisse/Verhalten bezogen auf den Stundeninhalt

Die Schüler zeigen, vor allem in Bezug auf die fachlich-inhaltliche Kompetenz, eine sehr große Vielfalt. So sind manche der Auszubildenden sehr leistungsstark, was sich teilweise durch rege Mitarbeit im Unterricht zeigt, ebenso sind aber auch einige Schüler in der Klasse, denen manchmal die zu besprechenden Inhalte etwas schwerer fallen und die hierdurch teilweise ein wenig länger benötigen um gestellte Aufgaben zu bewältigen.

In Einzel- und Partnerarbeitsphasen ist aber häufig zu beobachten, dass sich diejenigen Schüler, die die bereits gestellten Probleme gelöst haben, sich Kollegen anbieten, die noch etwas Hilfestellung benötigen. Durch dieses Verhalten und auch durch den kollegialen, freundschaftlichen Umgang untereinander – möglicherweise dadurch bedingt, dass alle Schüler demselben Betrieb angehören - herrscht in der Klasse ein angenehmes Unterrichtsklima.

Die methodische Kompetenz der Schüler ist recht gut und bisher hat sich die CK 13 allen ihnen vorgestellten Methoden recht offen gegenüber gezeigt.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine kurze Übersicht über den Verlauf der Unterrichtsreihe meines Unterrichtes im Fach Produktions- und Anlagentechnik im Wahlpflicht-Lernfeld 1²:

Tabelle 2: Übersicht über die Unterrichtsreihe

Themen der einzelnen Stunden in diesem Block	
<u>Datum</u>	<u>Thema</u>
05.12.2013	Einführung in das Thema „Thermische Trennverfahren – Trocknen“ durch Berechnungen zur Trocknung von Feuchtgütern inkl. physikalischer Grundlagen, Einflüsse auf den Trocknungsvorgang und div. Feuchtigkeitsarten
06.12.2013	Kennenlernen der Trocknungsart „Konvektionstrocknung“ und entsprechender Apparate, wie Kammertrockner (Hordentrockner), Bandtrockner oder Etagentrockner u.ä.
12.12.2013	Kennenlernen von „Kontaktstrocknung“ und „Strahlungstrocknung“ und Vergleich mit der Konvektionstrocknung, Apparate zur Trocknung; Grundlagen zur Maxwell Geschwindigkeit

² vgl. Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Chemikant/Chemikantin (Beschluss der KMK vom 01.12.2000 i.d.F. vom 23.04.2009)

13.12.2013	Erstellung eines Verfahrensfließbildes zur Herstellung von gefriertrockneten Produkten (Unterrichtsbesuch mit Lehrprobe)
18.12.2013	Klausur zum Thema Trocknen
19.12.2013	Zeit für evtl. weitere Besprechung der Fließbilder; Rückgabe und Korrektur der Klassenarbeit; Besprechung der Vor- und Nachteile von Gefriertrocknung
20.12.2013	Betrachtung einer industriellen Zentrifugier- und Trocknungsanlage inkl. entsprechender DIN-Symbole und Verfahrensabläufen

Vorkenntnisse zum Stundenthema und zur Unterrichtsreihe sollten bei den Schülern nur teilweise vorhanden sein, da die Kenntnisse über die Trocknungsverfahren und –apparate im schulischen Kontext neu sind und erstmals behandelt werden. Die Erstellung eines Verfahrensfließbildes sollte den Schülern bekannt sein, sodass sie dies leicht auf die neuen Inhalte übertragen können sollten.

In wie fern die Auszubildenden bereits im Betrieb mit den entsprechenden Trocknungstechniken und Trocknern gearbeitet haben, kann an dieser Stelle nicht beantwortet werden. Mögliche Erfahrungen und Berichte werden aber gern im Unterricht gesehen um direkte Einblicke in den betrieblichen Alltag zu haben.

Spezielle Kenntnisse hinsichtlich der (Vakuum-)Gefriertrocknung sind nicht zu erwarten, da dieses Verfahren meines Wissens nach in der alltäglichen Berufswelt in der Firma der Schüler nicht zu finden ist.

2 Ziele der Unterrichtsstunde

2.1 Gesamtziel der Unterrichtsstunde

Die Auszubildenden erstellen ein Verfahrensfließbild für eine Anlage zur großtechnischen (Vakuum-)Gefriertrocknung von verschiedenen Produkten mit Hilfe entsprechender DIN-Symbole. Hierfür nutzen sie ihre Kenntnisse zur Gefriertrocknung.

2.2 Angestrebte Kompetenzerweiterungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erklären die prinzipiellen Abläufe der Gefriertrocknung. Sie zeigen dies, indem Sie bereits vorhandene Kenntnisse über die Maxwell-Geschwindigkeit auf eine neue, unbekannte Situation - unterhalb des Gefrierpunktes - anwenden.
- erarbeiten sich den Verfahrensablauf zur großtechnischen Herstellung von gefriergetrockneten Produkten. Sie zeigen dies, indem Sie einzelne Verfahrensschritte zur Herstellung von Instant-Kaffee, Antibiotika oder gefriergetrockneten Früchten unter Zuhilfenahme der entsprechenden DIN-Symbole in einem Verfahrensfließbild darstellen.

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.³

3.1 Curriculare Anbindung

Das heute behandelte Trocknungsprinzip ist eines von vier großen Trocknungsverfahren, welche als Inhalte im Wahlpflicht-Lernfeld 1 „Stoffsysteme thermisch aufarbeiten“ im Rahmenlehrplan⁴ der KMK für die Chemikantinnen und Chemikanten vorgesehen sind. Die Umsetzung der Inhalte in der Schule ist in der didaktischen Jahresplanung geregelt, welche u.a. die physikalischen Grundlagen der (Vakuum-)Gefriertrocknung sowie entsprechende Apparate zur Durchführung vorsieht.

Der Erwerb neuer Kenntnisse zur Gefriertrocknung und die Erstellung eines Verfahrensfließbildes zum Thema im Unterricht sind eng mit Inhalten aus den vorangegangenen Lehrjahren verknüpft, als zum einen die Aggregatzustände von Stoffsystemen (Sublimation) und zum anderen die unterschiedlichen Arten und die Erstellung von Fließbildern besprochen wurden.

3.2 Fachlich-inhaltliche Schwerpunkte

Die heutige Unterrichtsstunde hat die Erstellung eines Verfahrensfließbildes einer Anlage zur großtechnischen (Vakuum-)Gefriertrocknung von u.a. Alltagsprodukten wie Instant-Kaffee oder gefriergetrockneten Früchten zum Inhalt. Da dieses Trocknungsverfahren in der chemischen, pharmazeutischen und der Lebensmittelindustrie häufig genutzt wird ist der Berufsbezug für die angehenden Chemikanten besonders hoch. Wichtig für die Schüler sind vor allem die Auswahl der richtigen Apparate sowie die Erarbeitung des Prozessablaufes. In

³ nach ZfsL Krefeld, Seminar BK, Unterrichtsentwurfvorlage 2012

⁴ vgl. Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Chemikant/Chemikantin (Beschluss der KMK vom 01.12.2000 i.d.F. vom 23.04.2009)

einer der folgenden Stunden wird dann nochmal genauer thematisiert, weshalb z.B. bestimmte Lebens- und Bedarfsgegenstände nicht "klassisch" mittels Wärmetrocknung getrocknet werden können/dürfen sondern durch das Verfahren der Gefriertrocknung bearbeitet werden.

In der Einstiegs- und Problematisierungsphase soll bei den Schülern ein kognitiver Konflikt erzeugt werden, indem ihnen Bilder präsentiert werden, wo Wäsche im Winter draußen auch bei Temperaturen unter 0°C getrocknet wird. Desweiteren wird das generelle Prinzip dieses Trocknungsverfahrens anhand eines Videos gezeigt.

Der inhaltliche Schwerpunkt der Stunde liegt dann darin, die (Vakuum-)Gefriertrocknung als großtechnisches Verfahrensprinzip mittels eines Verfahrensfließbildes als Anlage zur Herstellung eines bestimmten gefriergetrockneten Produktes (Kaffee, Früchte, Antibiotikum) umzusetzen.

3.3 Methodische Schwerpunkte

Zu Beginn der Stunde möchte ich in einem Plenumsgespräch bei den Schülern einen kognitiven Konflikt mit Hilfe zweier Bilder (s. Kap. 6 „Anlage“) erzeugen. Durch die Darstellung trocknender Wäsche im Winter sollen die Schüler an die Thematik geführt werden. Idealerweise verknüpfen die Schüler ihr Wissen aus der vorangegangenen Stunde (die Maxwell-Geschwindigkeitsverteilung bei Raum- und höheren Temperaturen) und der neuen Situation, dass wir uns unterhalb von 0°C befinden. Über diese Energiebetrachtung sollte sich der Trockenvorgang in der Kälte den Schülern recht zügig erschließen.

In der folgenden Informations- und Problematisierungsphase soll weiterhin im Plenumsgespräch mit den Schülern dann das Prinzip der Gefriertrocknung anhand des Beispiels von frischen und gefriergetrockneten Früchten kurz diskutiert werden. Die hier aufgestellten Hypothesen sollen dann mittels eines kurzen Videos (als Variante zu einem Experiment mit Vakuum) überprüft werden.

In der Erarbeitungsphase wird dann in Gruppenarbeit der im Video gesehene Prozess in den - für Chemikanten üblichen - großtechnischen Maßstab überführt werden und die Aufgabe

der Auszubildenden während der Gruppenphase ist, eine geeignete Anlage für ein für die (Vakuum-)Gefriertrocknung eines vorgegebenen Produktes planen und als Verfahrensfließbild erstellen.

Die Gruppen werden im Voraus bereits von mir festgelegt und direkt in einer entsprechenden Sitzordnung berücksichtigt.

In der abschließenden Sicherungsphase findet eine Präsentation der Schüler statt. Hierzu werden der vorhandene Scanner und das Whiteboard als Präsentationsmedien - und später als Speichermedien - genutzt. Die Schüler bekommen zu Beginn der nächsten Stunde dann alle eingescannten Verfahrensfließbilder als Ausdruck oder kopiert, sodass wir mögliche Unklarheiten oder Diskussionen fortführen können und die Unterlagen der Auszubildenden vollständig sind.

In dieser Sicherungsphase ist eine erste Sollbruchstelle eingeplant, da - je nach Art oder Umfang der einzelnen Präsentationen und einer möglichen, sich anschließenden Plenumsdiskussion - eventuell nicht alle Gruppen die Chance haben, ihre Ergebnisse vorzustellen. Die restlichen Ergebnisse werden dann auch für alle Schüler kopiert und in der nächsten Stunde ausführlich besprochen.

Eine zweite Sollbruchstelle ist vor der Reflexionsphase eingeplant, die auch in eine der folgenden Stunden verlegt werden kann um den Diskussionsfluss und einen regen Austausch während des Unterrichts nicht zu unterbrechen.

4 Verlaufsplan

Tabelle 3: Verlaufsplan der heutigen Unterrichtsstunde

Unterrichtsphasen	Inhalte	Methodische Hinweise	Medien / Materialien
Einstiegsphase	<p>Begrüßung</p> <p>Präsentation des Bildes der Wäschetrocknung</p> <p>"Was ist hier zu sehen?"</p> <p>"Wieso funktioniert dieses Prinzip, was wir hier sehen?"</p>	Plenumsgespräch	Smartboard mit Bild der Wäschetrocknung
Informations- und Problematisierungsphase	<p>Präsentation von frischen und gefriergetrockneten Früchten:</p> <p>"Wie ist die frische Frucht getrocknet worden? Welche Ideen haben Sie zum Trocknungsvorgang?"</p> <p>Video (Experiment) zur Gefriertrocknung als Überprüfung der Hypothese</p>	L-S-Gespräch, S-S-Gespräche	Frische und gefriergetrocknete Früchte; Video der Gefriertrocknung der ARD; Smartboard
Erarbeitungsphase	<p>"Großtechnisch kann nun ja nicht mit der gezeigten Apparatur gearbeitet werden um viele tausend t Produkt herzustellen."</p> <p>"Erstellen Sie ein Verfahrensfleißbild einer Anlage zur großtechnischen Herstellung von (Vakuum)gefriergetrockneten Produkten (Gr. 1: Kaffee, Gr. 2: Früchte, Gr. 3 Antibiotikum)"</p>	Gruppenarbeit in voreingeteilten 3er und 4er Gruppen; insgesamt 6 Gruppen, je zwei Gruppen für ein Produkt	<p>Instant-Kaffee, gefriergetrocknete Früchte, Antibiotika-Verpackungen</p> <p>Smartboard mit Timer (17:00 Min.)</p> <p>Liste mit DIN-Symbolen</p>
Auswertung / Sicherung / Erkenntnisgewinn	<p>"Präsentieren Sie Ihr Verfahrensfleißbild am Smartboard. Vergleichen Sie Ihre Ergebnisse mit denen der zweiten Gruppe, die dasselbe Produkte hatte und geben Sie auch Auskünfte an das Plenum."</p> <p>An dieser Stelle ist eine erste Sollbruchstelle eingebaut, falls die Zeit der Besprechung nicht für alle Fließbilder reicht.</p>	Präsentationen, S-S-Gespräch, L-S-Gespräch, Plenumsgespräch	Smartboard, Scanner
Reflexion	<p>An diesem Punkt ist eine zweite Sollbruchstelle. Der Teil der Stundenreflexion kann im Anschluss an den Unterricht durchgeführt werden oder - wenn es zeitlich nicht passt - wird die Reflexion am Donnerstag, 19.12.2013, durchgeführt.</p>	Blitzlicht	

5 Quellenangaben

ARD Kopfball Sendung vom 24.10.2010: <http://www.wdr.de/tv/kopfball/>

Didaktische Jahresplanung

Drösser C (2010) *In Windeskälte*, DIE ZEIT, Ausgabe 49/2010 vom 02.12.2010

Freezies® Gefriertrocknung GmbH, Uwe Bösing, Rhede-Ems; www.freezies.de (zuletzt abgerufen am 05.12.2013 um 18:35 Uhr)

Hackenberg, U (1962) *Die kontinuierliche Gefriertrocknung von Lebensmitteln*, Sonderdruck der Dechema-Monographien, Band 46, S. 161-171

Ignatowitz E, Fastert G (2011) *Chemietechnik*, Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten

Pfeifer P *et al* (2002) *Konkrete Fachdidaktik Chemie*, Oldenbourg Schulbuchverlag GmbH, München

Prof. Blume's Medienangebot unter: http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/12_11.htm (zuletzt abgerufen am 02.12.2013 um 21:17 Uhr)

6 Anhang - Materialien

Bilder von Wäsche, die in der Kälte trocknet:



Abb.1: Bilder zum Unterrichtseinstieg von Wäsche die in der Kälte trocknet

Link zum ARD-"Kopfball"-Video zur Vakuumgefriertrocknung von Früchten:

Video vom 24.10.2010:

<http://www.wdr.de/tv/kopfball/sendungsbeitraege/2010/1024/gefriertrocknung.jsp>

Arbeitsauftrag an die Schüler:

Der hier gezeigte Arbeitsauftrag wird den Schülern am Smartboard eingeblendet:

Erstellen Sie in Ihrer Gruppe ein Verfahrensfleißbild für eine Anlage zur großtechnischen Herstellung des gefriergetrockneten Produktes auf Ihrem Gruppentisch.

Eine mögliche Schülerlösung: Fließbild zur großtechnischen Herstellung von Instant-Kaffee

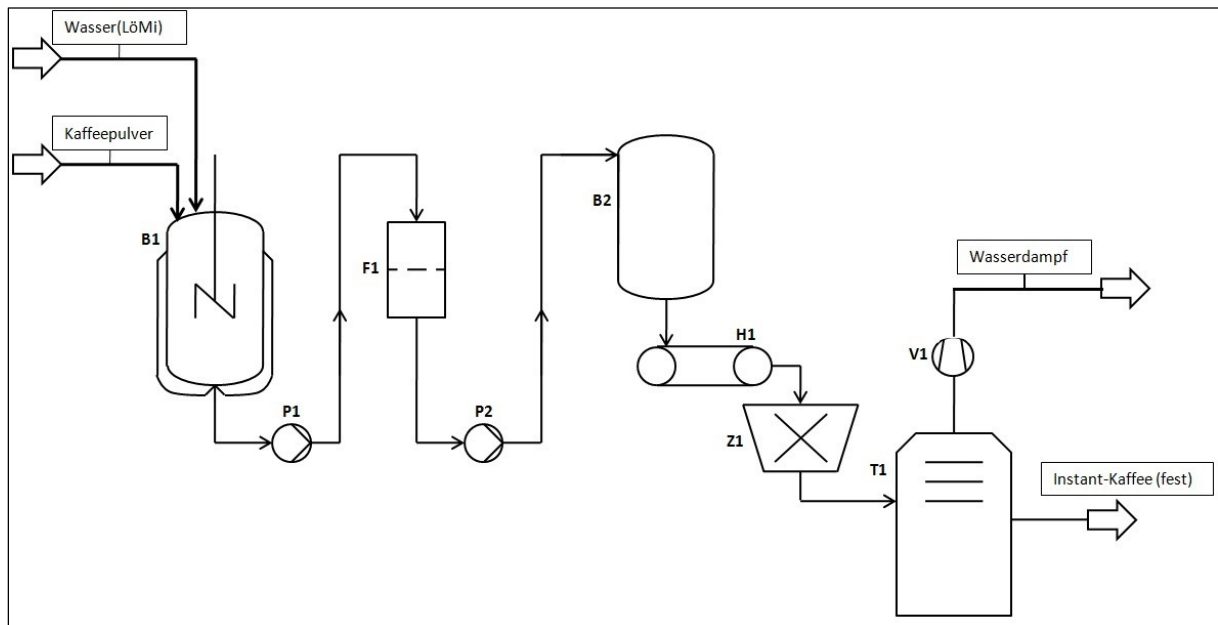


Abb. 2: Mögliches Fließbild zur großtechnischen Herstellung von Instant-Kaffee (selbsterstellt)

Das oben gezeigte Fließbild ist eine Option, wie ein mögliches Fließbild aussehen könnte. Aufgrund der Vielzahl an verfahrenstechnischen Apparaten die nutzbar sind, wären viele korrekte Möglichkeiten denkbar.

Bei der Erstellung einer Anlage zur Produktion von Antibiotika oder gefriergetrockneten Früchten sind auch ähnliche Bauweisen denkbar, wobei dann z.B. bei Antibiotika am Ende noch Apparate zur Portionierung oder Pillenpressung denkbar. Bei gefriergetrockneten Früchten könnten sich noch Apparate zur vorsichtigen Verpackung oder Konfektionierung anschließen.