



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

Schriftlicher Unterrichtsentwurf

Fachrichtung:	Chemie
Fach:	Synthesetechnik
Lernfeld:	LF 6 (Präparate unterschiedlicher Stoffklassen synthetisieren) LS 6.5. Synthesewege unter Einsatz von Grignard-Verbindungen
Thema:	"Grignard-Reaktion" Kennenlernen einer wichtigen, organischen Reaktion am Beispiel der Synthese von primären und sekundären Alkoholen auf dem Markt der Möglichkeiten
Kurze Zusammenfassung	Die heutige Unterrichtsstunde hat zum Einen die theoretische Erarbeitung der Herstellung von Ausgangsverbindungen für Grignard-Reaktionen und zum Anderen die Verwendung dieser Ausgangsverbindungen, der Alkylmagnesiumhalogenid-Verbindungen, zur Synthese von primären und sekundären Alkoholen zum Thema.
Bildungsgang/Stufe:	Chemielaboranten, Mittelstufe

1 Lernvoraussetzungen im Hinblick auf die Unterrichtsstunde

1.1 Rahmenbedingungen

Die zweite Lehrprobe im Fach Chemie findet in der Mittelstufe der Chemielaboranten, der Klasse CL 11, statt. Der schulische Teil der insgesamt dreieinhalb jährigen dualen Ausbildung zur Chemielaborantin bzw. zum Chemielaboranten findet in der Berufsschule gemäß APO-BK¹ Anlage A statt.

Die Klasse wird in diesem Block mit insgesamt neun Stunden in der Woche im Fach Synthesetechnik unterrichtet. Ich habe die Klasse am Mittwoch, 06.02.2013 im Rahmen einer Hospitationsstunde kennengelernt und vom 13.02.2013 an den Unterricht im Fach Synthesetechnik für vier Stunden in der Woche unter Anleitung meiner Ausbildungslehrerin übernommen und dabei das Teilthema "Einführung in die Stoffklassen Aldehyde und Ketone" unterrichtet.

In der CL 11 befinden sich zehn Schülerinnen und 14 Schüler im Alter von 17 bis 24 Jahren.

Tabelle 1: Zusammensetzung der CL 11 hinsichtlich ihrer Bildungsabschlüsse

Bildungsabschlüsse				
HS 10	FOR	FOR+Q	FHR	AHR
1	5	3	7	8

Die beiden größten Gruppen der Auszubildenden stellen die Currenta GmbH mit 9 Schülern und die Evonik Industries AG mit 5 Schülern. Die übrigen Laborantinnen und Laboranten kommen von verschiedensten Chemiebetrieben aus der näheren und weiteren Umgebung².

Der Unterricht der heutigen Stunde findet im Klassenraum der Chemielaboranten in 00.25 statt. Dieser Raum ist mit einem interaktiven Smartboard sowie einem Whiteboard und einem OH-Projektor ausgestattet.

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

² Zwei SuS von Thyssen Krupp Nirosta und jeweils ein/e Auszubildende/r von Hansa Group AG, Draftex Automotive GmbH, Florin, Hebro Chemie, Rhenus Lub GmbH, Alberdingk & Boley und Mellerud Chemie

1.2 Vorkenntnisse/Verhalten bezogen auf den Stundeninhalt

Die Schülerinnen und Schüler der CL 11 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, aber natürlich haben auch einige der Laborantinnen und Laboranten einen höheren Förderbedarf, was aber im Unterricht nicht stört, sondern eher Gelegenheit bietet, die Verständnisfragen der Schüler ins Plenum zurückzugeben und so die Leistungsstärkeren zu aktivieren, die Antworten vertiefend zu erläutern oder mit eigenen Worten zu wiederholen. Diese Methode fordert und fördert die betreffenden leistungsschwächeren und leistungsstärkeren Schülerinnen und Schüler gleichermaßen, sodass es kaum Situationen gibt, in denen sich einzelne Unterrichtsteilnehmer langweilen oder auf Grund des Tempos nicht mitkommen. An sich ist das Niveau in der Klasse absolut typisch für Chemielaboranten, was sich durch eine sehr hohe Motivation in allen Unterrichtsbereichen sowie ein sehr starkes Interesse an allen Themen zeigt.

Wie gut die sozialen und methodischen Kompetenzen ausgeprägt sind, könnte ich nur vermuten, da ich hierfür die Klasse noch nicht allzu gut kenne. Von der Klassenlehrerin habe ich erfahren, dass die Schüler die Methode "Markt der Möglichkeiten" noch nicht kennen und sie an der Lehrprobe kennenlernen werden; daher kann man hier davon ausgehen, dass für diese kooperative Methode die methodischen Erfahrungen / methodischen Kompetenzen noch eher gering ausgeprägt sind.

Während des Unterrichts war durchaus ein hoher Grad an Selbstständigkeit der Schülerinnen und Schüler ebenso wie eine - für Laboranten charakteristische - Lernbereitschaft zu bemerken, was sich in freiwilligen Übungsaufgaben und Lernen zu Hause bemerkbar macht.

2 Ziele der Unterrichtsstunde

2.1 Gesamtziel der Unterrichtsstunde

Die Schülerinnen und Schüler präsentieren Gruppenarbeitsergebnisse zum Thema Grignard-Synthese und erwerben durch die kooperative Methode "Markt der Möglichkeiten" Fachwissen (Darstellung von Alkylmagnesiumhalogeniden, Reaktionsbedingungen, Synthese von primären und sekundären Alkoholen mittels Grignard-Verbindung) über die Reaktion.

2.2 Angestrebte Kompetenzerweiterungen

Die Schülerinnen und Schüler vollziehen die Bildung eines Alkylmagnesiumhalogenids nach. Sie zeigen dies, indem sie die Reaktion eines Halogenalkans mit Magnesium sowie die praktische Handhabung der Synthese theoretisch ausarbeiten.

Die Chemielaborantinnen und Chemielaboranten kennen die Herstellung von primären und sekundären Alkoholen aus Grignard-Verbindungen. Sie zeigen dies, indem sie die Reaktionsgleichung eines Alkylmagnesiumhalogenids zum Einen mit Formaldehyd und zum Anderen mit höheren Aldehyden aufstellen.

Die Auszubildenden können arbeitsteilige Gruppenarbeitsergebnisse aufbereitet darstellen. Sie zeigen dies, indem sie Plakate mit ihren Ergebnissen auf dem Markt der Möglichkeiten, einer kooperativen Lernmethode, 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.³

3.1 Curriculare Anbindung

Der Rahmenlehrplan⁴ NRW für Chemielaboranten (i.d.F. vom 18.03.2005) sieht in Lernfeld 6a „Präparate unterschiedlicher Stoffklassen synthetisieren“ folgende Inhalte vor: „Reaktionsverhalten [...] organischer Stoffe“ sowie „Reaktionstypen- und mechanismen“. Im Rahmenlehrplan wird beschrieben, dass die Schülerinnen und Schüler [...] organische Präparate nach verschiedenen Reaktionstypen herstellen können. Ebenso können sie die Reaktionsgleichungen aufstellen und den Zusammenhang zwischen der Struktur der Reaktanden, dem Reaktionsmechanismus und dem Reaktionsergebnis erklären. Um sich über die Möglichkeiten der Herstellung eines Präparates zu informieren, nutzen sie unterschiedliche Datenquellen.

Die Grignard-Verbindungen werden dabei in der didaktischen Jahresplanung⁵ der Chemieabteilung des Berufskollegs Uerdingen in der Lernsituation 6.5. „Synthesewege unter Einsatz von Grignard-Verbindungen“ mit den folgenden Inhalten: "Metallorganische Verbindungen, besonders Grignard-Verbindungen; Reaktionsmöglichkeiten von Grignard-Verbindungen zur Synthese von primären, sekundären und tertiären Alkoholen, Aldehyden, Ketonen und Carbonsäuren" unterrichtet.

3.2 Fachlich-inhaltliche Schwerpunkte

Die heutige Unterrichtsstunde hat zum Einen die theoretische Erarbeitung der Herstellung von Ausgangsverbindungen für Grignard-Reaktionen und zum Anderen die Verwendung

³ nach ZfsL Krefeld, Seminar BK, Unterrichtsentwurfvorlage 2012

⁴ Ist diesem Entwurf am Ende angefügt

⁵ Entsprechender Auszug aus der DJP ist ebenfalls am Ende des Entwurfes einzusehen

dieser Ausgangsverbindungen, der Alkylmagnesiumhalogenid-Verbindungen, zur Synthese von primären und sekundären Alkoholen zum Thema.

Bewusst verzichtet wurde dabei auf die Verwendung der Grignard-Verbindungen zur Synthese von tertiären Alkoholen, Carbonsäuren sowie Aldehyden und Ketonen, da dies für eine 45-minütige Stunde zu viel Inhalt darstellt und weil einige Edukte, wie z.B. die Ester und die Carbonsäuren, den Schülerinnen und Schülern zum aktuellen Zeitpunkt noch nicht bekannt sind.

3.3 Methodische Schwerpunkte

Im Unterricht wird ein „Markt der Möglichkeiten“ aufgebaut, auf welchem die Schüler sich über verschiedene Teilthemen der Grignard-Synthese informieren können. Hierbei stellen die Auszubildenden von ihren Gruppen, an ihren „Marktständen“, Plakate vor, die sie in der vorangegangenen Doppelstunde erstellt haben. Diese Plakate sollten möglichst so gestaltet sein, dass sich jeder die für ihn/sie noch relevanten bzw. neuen Informationen selber anlesen kann.

Die Gruppeneinteilung wurde von mir und meiner Ausbildungslehrerin im Vorfeld vorgenommen, um in jeder Gruppe stärkere und schwächere Schüler gleichermaßen zu haben.

Diese kooperative Lernmethode eignet sich auf der einen Seite besonders gut, da jeder Schüler die Informationen der anderen Gruppen in seinem Tempo aufnehmen kann und auf der anderen Seite, weil somit alle Schüler auch die Verpflichtung haben, bei ihrem Thema den Mitschülern für eine kurze Zeitspanne als Experte („Marktstandleiter“) zum Erläutern etwaiger Fragen zur Verfügung zu stehen und somit zum Lernerfolg für alle beizutragen und dadurch ihr Teilthema dementsprechend vorzubereiten, dass die Gruppe von jedem einzelnen profitiert.

4 Verlaufsplan

Unterrichtsphasen	Inhalte	Methodische Hinweise	Medien / Materialien
Einstiegsphase	<p>Begrüßung</p> <p>Kurze Beschreibung über den Ablauf der heutigen Lernmethode, den sog. "Markt der Möglichkeiten", danach Verteilung der einzelnen Gruppen an ihre Stände</p>	kurzer Lehrervortrag inkl. Erläuterung der Methode zum Einstieg	Die in den vorangegangenen Stunden erstellten Plakate liegen an den einzelnen Gruppentischen
Informationsphase	<p>Die Schülerinnen und Schüler verteilen sich auf dem Markt und gehen allein oder in Kleinstgruppen gemeinsam an die einzelnen Stände und informieren sich über die Inhalte. Jeweils ein Schüler pro Gruppe bleibt als „Standleiter“ für kurze Zeit am Stand und gibt Hilfe, falls Fragen auftreten.</p>	Arbeitsteilige Gruppenarbeitsphase „Markt der Möglichkeiten“	Plakate, Zettel, Stift
Erarbeitungsphase	<p>Nach der Informationsphase bearbeiten die SuS zu zweit oder dritt das Arbeitsblatt zum Thema "Grignard-Verbindungen"</p> <p>Die Plakate stehen in dieser Zeit für ein eventuelles Nachschauen noch zur Verfügung.</p>	Partnerarbeit oder 3er Gruppen	Arbeitsblatt „Grignard-Verbindungen“
Auswertung / Sicherung / Erkenntnisgewinn	<p>Besprechung der Ergebnisse im Plenum. Eintragen der wichtigsten Ergebnisse in ein leeres „Arbeitsblatt“ am OH-Projektor, sodass am Ende der Stunde jede Schülerin/ jeder Schüler alle relevanten Informationen zusammen haben</p>	L-S-Gespräch / Plenumsgespräch	OH-Projektor, AB „Grignard-Verbindungen“
Reflexion	<p>An diesem Punkt ist eine Sollbruchstelle mit zwei weiteren Optionen. Zum Einen kann noch ein kurzer historischer Abriss über Victor Grignard und die Reaktion, die ihn zum Nobelpreisträger machte folgen, zum Anderen kann eine Reflexion am Ende der Stunde gemacht werden. Da beide Themen aufgrund der Zeit nur optional sind, werden sie ansonsten in der darauffolgenden Stunde an den heute gezeigten Unterricht angeknüpft.</p>	<p>Präsentation "Grignard-Info"</p> <p>oder</p> <p>Blitzlicht</p>	

5 Quellenangaben

Didaktische Jahresplanung des Berufskollegs Uerdingen

Katzer F, Katzer G, Kuhn UF, Lamm J (2007) *Fachtheorie nach Lernfeldern für Chemielaboranten*, Holland & Josenhans Verlag, Stuttgart sowie Verlag Handwerk und Technik, Hamburg

Kultusministerkonferenz (2005) *Rahmenlehrplan für den Ausbildungsberuf Chemielaborant / Chemielaborantin - Lernfeld 6a*, S. 14

Merten F (1996) *Der Chemielaborant - Teil 3 Organische Chemie*, Schroedel Schulbuchverlag GmbH, Hannover

Vollhardt KPC, Schore NE (2005) *Organische Chemie*, Wiley-VCH GmbH & Co. KGaA, Weinheim

6 Anlagen

Übungsaufgaben zur Grignard-Synthese

Aufgabe 1:

Stellen Sie die Reaktion von Bromethan ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Br}$) und Magnesium (Mg) dar.

Aufgabe 2:

Welche Maßnahme sollten Sie treffen, wenn sie verhindern möchten, dass durch die exotherme Reaktion die Grignard-Verbindung im zu heftig siedenden Ether zersetzt wird?

Aufgabe 3:

Geben Sie eine Möglichkeit an, wie Sie den Ether vor der Verwendung trocknen (= "wasserfrei bekommen") können.

Aufgabe 4:

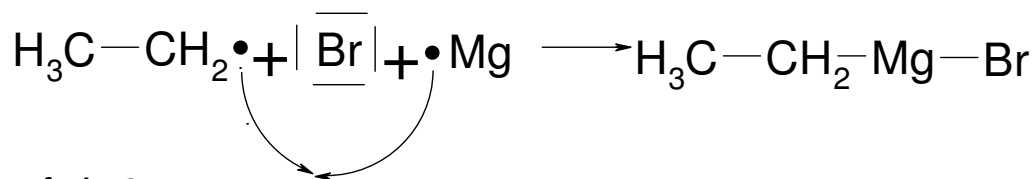
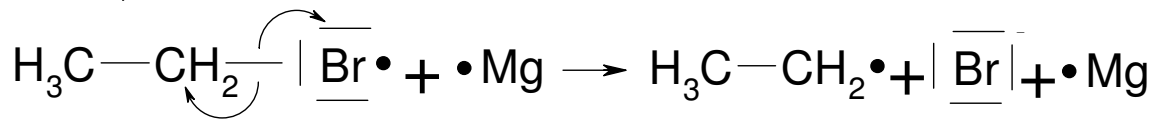
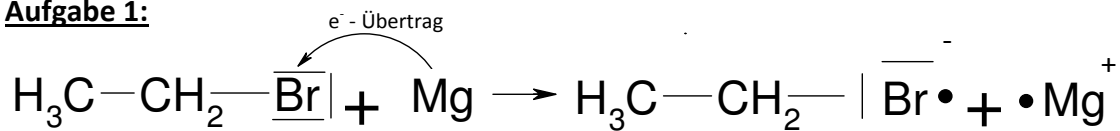
Welche(s) Produkt(e) erwarten Sie bei der Reaktion einer Grignard-Verbindung mit Formaldehyd (Methanal)?

Aufgabe 5:

Welche(s) Produkt(e) erwarten Sie bei der Reaktion einer Grignard-Verbindung mit Acetaldehyd (Ethanal)?

Lösungen zu den Grignardübungsaufgaben:

Aufgabe 1:



Aufgabe 2:

Das Reaktionsgefäß muss gekühlt werden, da sonst der siedende Ether die Grignard-Verbindung zersetzt. Man sollte den Ether nicht zu heftig siedeln lassen und das Eiswasser zur Steuerung der Reaktionsheftigkeit benutzen

Aufgabe 3:

Mögliche Antworten:

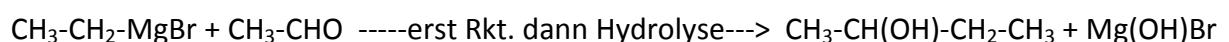
Trocknen von LöMi's (d.h. Entfernung von Wasser) im Labormaßstab z.B. mit:

- Al_2O_3 (für Ether, aliphatische und aromatische KW; NICHT für Ester, Ketone, Aldehyde)
- CaCl_2 , wasserfrei (für Ether, aliphatische und aromatische KW; Aldehyde, Ketone etc. reagieren mit CaCl_2 , daher ungeeignet)
- Natrium, metallisch (Nutzung zur "Endtrocknung", Aufbewahrung von Diethylether über Natriumdraht)
 $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2 \Rightarrow$ solange kleine Na-Stückchen in die benötigte Menge Ether, bis keine Gasentwicklung mehr zu erkennen ist
- Molekularsieb 4Å (synthet., kristalline Aluminiumsilikate mit Hohlräumen, beliebig oft zu regenerieren)

Aufgabe 4:



Aufgabe 5:



Aus dem Rahmenlehrplan Chemielaborant i.d.F. vom 18.03.2005:

Lernfeld 6a Präparate unterschiedlicher Stoffklassen synthetisieren	2. Ausbildungsjahr Zeitrichtwert: 100 Stunden
<p>Zielformulierung:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler können anorganische und organische Präparate nach verschiedenen Reaktionstypen herstellen. Sie stellen die Reaktionsgleichungen auf und erklären den Zusammenhang zwischen der Struktur der Reaktanden, dem Reaktionsmechanismus und dem Reaktionsergebnis. Sie planen den Arbeitsablauf, wählen Edukte aus, variieren die Reaktionsbedingungen, steuern die Reaktion und berechnen Ansätze und Ausbeute.</p> <p>Sie kennen bei ausgewählten Produkten die Umsetzung der Synthese in den großtechnischen Maßstab.</p> <p>Sie nutzen unterschiedliche Datenquellen - auch fremdsprachliche – um sich über die Möglichkeiten der Herstellung eines Präparates zu informieren.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler setzen unter Berücksichtigung der jeweiligen Vorschriften zum Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz Apparaturen für die Synthesen ein.</p> <p>Sie dokumentieren den Arbeitsablauf, beurteilen und präsentieren die Arbeitsergebnisse, kennen Maßnahmen der Qualitätssicherung und beachten die Regeln der GMP.</p>	
<p>Inhalte:</p> <p>Reaktionsverhalten anorganischer und organischer Stoffe funktionelle Gruppen aliphatischer organischer Verbindungen Reaktionstypen, Reaktionsmechanismen Isomeren, Mesomerie großtechnische Verfahren Reaktionsapparaturen Aufbereitung und Charakterisierung der Produkte Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutz Qualitätssicherung, GMP</p>	