



**MNI-Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
S 6 „Anwendungsorientierung und Berufsbildung“**

SAMMLUNG UND BEWERTUNG VON SCHULVERSUCHEN IN ZUSAMMENAR- BEIT MIT KÄRNTNER WIRTSCHAFTSBE- TRIEBEN

Mag. Andreas Jantscher

Berufsschule St.Veit/Glan

St.Veit/Glan, August 2006

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	3
1 EINLEITUNG	4
1.1 Befragung durch die Direktion.....	4
2 AUFGABENSTELLUNG/PLÄNE	6
3 DURCHFÜHRUNG/ERGEBNISSE	7
3.1 Anforderungen der Wirtschaft	7
3.2 Arbeitsplatzbeschreibung.....	8
3.2.1 Chemielabortechniker der ersten und zweiten Klasse	8
3.2.2 Chemielabortechniker der dritten und vierten Klasse.....	9
3.3 Auszug aus dem Lehrplan	9
4 VERSUCHSBESCHREIBUNGEN	12
4.1 Bestimmung von Blei in Stabilisatoren	12
4.2 Bestimmung von H ₂ O ₂ mit Kaliumpermanganat.....	15
4.3 Besprechung und Bewertung der Unterrichtseinheiten.....	18
4.4 Lehrplanbezug	19
5 DISKUSSION/INTERPRETATION/AUSBLICK	20
6 LITERATUR	21

ABSTRACT

Bei der Durchführung des Projektes wurde auf zwei Punkte Hauptaugenmerk gelegt. Der erste Aspekt beschäftigt sich mit der Ausgangssituation. In welchem Beziehungsdreieck steht der Bereich Schüler-Schule-Lehrbetriebe.

Der zweite Aspekt beschäftigt sich damit, interessante Prüfmethode aus der Wirtschaft in die Schule zu transferieren und zu bewerten.

Ich möchte Sie einladen, an meinen Erfahrungen teilzunehmen und vielleicht das eine oder andere für den eigenen Unterricht mitzunehmen.

Schulstufe: Chemielabortechniker im 3. Lehrjahr

Fächer: Laborübungen,

Kontaktperson: Mag. Andreas Jantscher

Kontaktadresse: Berufsschule St.Veit/Glan Dr.Arthur-Lemischstr.5 ; 9300 St.Veit

E-Mailadresse jantscher@hotmail.com

1 EINLEITUNG

Seit vier Jahren unterrichte ich an der Berufsschule in St.Veit /Glan. Gemeinsam mit meinen Kollegen und Kolleginnen sind wir für die schulische Ausbildung der Chemielabortechniker in Kärnten verantwortlich. Die Lehrlingsausbildung basiert auf einem dualen System; das bedeutet, dass sowohl die Lehrbetriebe als auch die Schule für die Ausbildung der Schüler zuständig sind. Die Schüler absolvieren in den 3½ Jahren ihrer Lehrzeit 1440 Schulstunden, wobei neben dem theoretischen und praktischen Wissen aus dem Bereich der Chemie eine Reihe an allgemein und wirtschaftlich bildenden Fächern belegt wird.

Derzeit werden etwa 40 Schüler zu Chemielabortechnikern ausgebildet, wodurch sich eine Klassenschülerzahl von zehn Schülern ergibt. Die Lehrlinge kommen aus verschiedensten Sparten der Rohstoff- und Fertigprodukterzeugendenindustrie sowie aus pharmazeutischen Betrieben. Neben diesen Betrieben mit industriellem Hintergrund bilden auch Klein- und Mittelbetriebe sowie das Land Kärnten Chemielabortechniker aus.

Abschluss und Ziel der Ausbildung stellt die Lehrabschlussprüfung dar, die von der Wirtschaftskammer organisiert und durchgeführt wird. Die theoretische und praktische Prüfung findet an der Berufsschule in St.Veit statt, um den Lehrlingen der dritten Klasse Einblicke zu gewähren (Zuhörer der theoretischen Prüfung) und um allen Schülern die gleichen Voraussetzungen („kein Heimvorteil im eigenen Labor“) zu bieten.

1.1 Befragung durch die Direktion

Unabhängig vom Projekt wurde im Herbst des Jahres 2005 von der Direktion der Berufsschule St.Veit/Glan eine schriftliche Befragung aller Lehrbetriebe im Auftrag des Kärntner Landesschulrats durchgeführt. Ziel dieser Befragung war es die Zufriedenheit der Lehrbetriebe mit der Berufsschule im Allgemeinen und dem Unterricht im Speziellen hinterfragt. Außerdem hatten die Lehrbetriebe die Möglichkeit, Veränderungswünsche zu formulieren.

Für den Bereich der Chemielabortechniker haben sich folgende Aspekte ergeben, die die Ausgangssituation widerspiegeln. Die Ausbildungsbetriebe schätzen die proaktive Art der Berufsschule, auf die Lehrbetriebe einzugehen und freuen sich über Aktivitäten, die die Beziehung zwischen Lehrbetrieben und Berufsschule stärken.

Wünschenswert wäre aber eine stärkerer **Anpassung des Unterrichts an die Leistungsfähigkeit und die Voraussetzungen** der Lehrlinge sowie ein noch **höherer Praxis- und Aktualitätsbezug** des Unterrichts.

Diese Forderungen kann ich aus meiner Sicht nur voll und ganz unterstützen und sehe sie auch als Herausforderungen für die nächsten Jahre.

Im Bezug auf den Punkt Leistungsfähigkeit der Schüler möchte ich anmerken, dass die Berufsschule in einer ganz besonderen Lage steckt. Rund 20% der Schüler und Schülerinnen haben Maturaabschluss oder sind auf bestem Wege diesen nachzuholen. Allerdings gibt es eine große Gruppe an Auszubildenden, der dieser Ausbildungsvorsprung fehlt wodurch es große Leistungsunterschiede aufgrund der Vorbildung gibt.

Weiters auffällig ist die Altersstruktur, die von 16 Jahren bis 40 Jahren reicht und sich dadurch erklären lässt, dass manche Schüler die Ausbildung zum Chemielabortechniker erst nach mehreren anderen Ausbildungen/Lehrabschlüssen in Angriff nehmen. Bei den älteren Schülern lässt sich zumeist eine höhere Selbstmotivation feststellen.

Aufgrund der Klassenschülerzahl, die bei rund zehn Schülern liegt, kommt es zu keinem Leistungsdifferenzierten Unterricht. Somit muss der Lehrer auf die inhomogene Klassenstruktur eingehen und kann sie wenn möglich als Gestaltungsmöglichkeit in den Unterricht einfließen lassen.

Die zweite Forderung der Lehrbetriebe nach einem höheren Praxis- und Aktualitätsbezug des Unterrichts stellt einen Schwerpunkt meines MNI-Projekts dar. Die Defizite in diesem Bereich sind sicherlich teilweise durch meinen persönlichen Werdegang zu erklären. Als Abgänger einer Universität bin ich nur im Rahmen meiner Ferialtätigkeit mit Industriebetrieben im Allgemeinen und Lehrlingsausbildung im Speziellen in Kontakt gekommen.

2 AUFGABENSTELLUNG/PLÄNE

Neben einer Reihe an didaktischen und pädagogischen Zielen sehe ich die professionelle Vorbereitung der Schüler auf die Lehrabschlussprüfung und die spätere Arbeitswelt als Hauptziel meiner Arbeit an. Wie kann man aber das Erreichen dieser Ziele feststellen und messen? Sicherlich wäre es interessant, den weiteren beruflichen Werdegang der Schüler zu verfolgen und zu interpretieren. Diese Entwicklung entzieht sich aber in vielen Fällen meiner Kenntnis und wird von einer Vielzahl anderer Faktoren, wie etwa der wirtschaftlichen Entwicklung, beeinflusst.

Leichter ist der Erfolg der Kandidaten bei der Lehrabschlussprüfung festzustellen. Hier kann man einen deutlichen Trend zu einer höheren Erfolgsquote erkennen. So erreichten 50% der Kandidaten bei der Lehrabschlussprüfung 2006 einen guten bzw. sehr guten Erfolg. Lediglich eine Kandidatin von zwölf konnte die theoretische Prüfung nicht positiv abschließen. Bei der Lehrabschlussprüfung 2002, die die erste Lehrabschlussprüfung war, bei der ich die Schüler vorbereitete, hatten rund 40% der Kandidaten keinen positiven Erfolg. Das schlechte Ergebnis ist einerseits dadurch zu erklären, dass ich nur ein halbes Jahr Zeit hatte die Abschlussklasse vorzubereiten und, und andererseits einen großen Informationsmangel hatte.

Ich konnte beispielsweise folgende Fragen nicht ausreichend beantworten:

Was wird von den Schülern bei der Lehrabschlussprüfung verlangt? Was müssen die Lehrlinge in den Betrieben leisten? Welche Qualifikationen sollen sie in der Berufsschule erlangen?....

Aus diesen Überlegungen schlussfolgernd ist es ein Ziel dieses Projekts, Informationen über die Anforderungen an die Schüler und die Berufsschule zu sammeln.

Ein weiteres Ziel stellen die Versuchsbebeschreibungen dar, mit deren Hilfe wir versuchen die selbstgestellten Anforderungen (Verbesserung des Laborunterrichts) und die Anforderungen von außen zu erfüllen (Lehrplan, Anforderungen der Wirtschaft).

Über die Ergebnisse wird in den folgenden Kapiteln näher eingegangen.

3 DURCHFÜHRUNG/ERGEBNISSE

3.1 Anforderungen der Wirtschaft

Um mehr über die Anforderungen der Lehrbetriebe zu erfahren, habe ich in Absprache mit der Direktion der Berufsschule eine schriftliche Befragung der Lehrbetriebe durchgeführt, die auf die Ansprüche der Lehrbetriebe abgezielt hat.

Es wurden folgende Fragen formuliert:

Welche Aufgaben sollte ein Lehrling am Ende seiner Lehrzeit beherrschen?

- *Wichtige Aufgaben, die in die Grundausbildung fallen:*
- *Aufgaben, die über die Grundbildung hinausgehen:*

Welche zusätzlichen Fähigkeiten wünschen Sie sich von den Lehrlingen?

Wie könnte die Ausbildung und die Zusammenarbeit zwischen den Betrieben und der Berufsschule noch verbessert werden?

Leider wurde der Fragebogen nur von drei Lehrbetrieben beantwortet. Gründe dafür sehe ich darin, dass eine Befragung mittels eines Fragebogens zu unpersönlich ist und die Zielrichtung der Fragen für die Lehrbetriebe nicht klar genug formuliert wurde. In einem möglichen Nachfolgeprojekt möchte ich mittels Interviews durch eine externe Stelle noch mehr über die fachlichen und praktischen Anforderungen der Lehrlingsausbildner an die Lehrlinge in Erfahrung bringen.

Trotz der geringen Beteiligung möchte ich auf die Antworten eingehen, die sich mit dem decken, was ich in Gesprächen bei der Lehrabschlussprüfung oder bei Exkursionen von Lehrlingsausbildnern bereits erfahren habe.

Grundsätzlich sollen die Schüler in der Lage sein, nasschemische, spektroskopische und physikalische Untersuchungsmethoden zu planen, durchzuführen und die Analyseergebnisse interpretieren zu können. Über diese Grundforderung hinaus sollen sie befähigt werden, aufgrund der Analyseergebnisse Prozesse zu steuern und qualitätssichernde Maßnahmen zu treffen.

Neben diesen fachlichen und handwerklichen Tätigkeiten ist die Dokumentation und Auswertung von Ergebnissen mit EDV-Systemen unerlässlich.

Weiters werden aber auch Werte gefordert wie Genauigkeit, Verlässlichkeit und soziale Umgangsformen.

3.2 Arbeitsplatzbeschreibung

Um weitere Aspekte zum Thema Lehrlingsausbildung zu sammeln, führte ich eine Arbeitsplatzbeschreibung unter den Lehrlingen aller Ausbildungsjahrgänge durch. Diese Befragung sollte mir ein Bild liefern welche Tätigkeiten und Anforderungen die Jugendlichen aus ihrer Sicht am Arbeitsplatz zu erfüllen haben.

Die Befragung umfasste sowohl einen schriftlichen Teil, der auf die alleinige und selbstständige Auseinandersetzung mit dieser Fragestellung abzielte, als auch einen Diskussionsteil, der als gegenseitiger Erfahrungsaustausch diente.

Die Schüler sollten folgende Fragestellungen beantworten:

Diese Aufgaben erfülle ich täglich!

Diese Aufgabe erfülle ich manchmal!

Diese Fähigkeiten werde ich nach der Lehre benötigen?

Es stellte sich heraus, dass eine Einteilung in die Bereiche tägliche Arbeiten und gelegentliche Arbeiten nicht haltbar ist, da verschiedene Schüler ein und dieselbe Tätigkeit mit unterschiedlicher Frequenz ausführen. Es hat sich aber eine Einteilung in die Bereiche Physikalische Untersuchungen und Chemische Analysen herauskristallisiert. Weiters wurde eine Zusammenfassung der Ergebnisse für die erste und zweite sowie für die Ergebnisse der dritten und vierten Klasse vorgenommen.

3.2.1 Chemielabortechniker der ersten und zweiten Klasse

Physikalische Untersuchungen dienen hauptsächlich dazu, die Eigenschaften der Produkte und der Rohstoffe zu untersuchen. Beispielhaft untersuchen die Lehrlinge die Porosität, die mechanische Belastbarkeit, die Partikelgröße, verschiedene Dichtebestimmungen, Schmelz- und Siedepunkte, Härte, Viskosität, Brechungsindex und viele andere Untersuchungen.

Generell kann man sagen, dass die Schüler dieser Ausbildungsstufe ein breites Spektrum an physikalischen Untersuchungen durchführen, die aber nur einen geringen bis mittleren apparativen Aufwand erfordern.

Auch bei den chemischen Analysen kann man deutlich ein Heranführen der Schüler an komplexere Aufgabenstellungen erkennen. So werden die Lehrlinge in den ersten Ausbildungsjahren für Tätigkeiten, die der Instandhaltung des Labors und dem „Kennen lernen“ der Chemikalien dienen, herangezogen. Sie führen folgende Tätigkeiten aus: das Herstellen und das Auffüllen von Lösungen, das Reinigen und Kalibrieren von Laborgeräten, das Ordnen von Chemikalien und Proben, die Probenentnahme, die elektronische Datenverarbeitung und die Entsorgung von Chemikalien. Über diese Tätigkeiten hinaus werden sie zur Probenvorbereitung und zur Probenanalyse herangezogen. So zählen Wasseranalysen, chromatographische und quali-

tative Untersuchungen, maßanalytische und gravimetrische Untersuchungen zu den Haupttätigkeitsbereichen der Chemielabortechniker.

3.2.2 Chemielabortechniker der dritten und vierten Klasse

Bei den physikalischen Untersuchungen lässt sich eine klare Tendenz zu apparativen Untersuchungen mit hohem technischen Aufwand feststellen. Es werden Photometer, AAS, ICP, RFA, IC GC und noch weitere Analysegeräte eingesetzt, die einen hohen Anschaffungswert besitzen und genaueste Analyseergebnisse erlauben. Hier ist das Know-how der Anwender gefordert, die Geräteabweichungen erkennen und notfalls kleine Wartungsarbeiten durchführen können.

Auch bei den chemischen Analysen verändert sich der Tätigkeitsbereich. So werden von den Lehrlingen verstärkt probenvorbereitende Maßnahmen und Probenanalysen mit komplexen Aufgaben in verantwortungsvollen Feldern gefordert. Es entscheiden schon geringe Abweichungen über den Verkaufserlös von großen Produktmengen. Weiters überwachen sie Hygiene- und Umweltstandards, was für die Reputation der Firmen nach außen hin sehr wichtig ist. Wer will schon ein Produkt mit E. Coli Bakterien?

Im verantwortungsvollen Umgang mit diesen Herausforderungen sehe ich die Chance für jene Lehrlinge, die sich durch theoretisches und praktisches Wissen von angelernten Kräften unterscheiden.

3.3 Auszug aus dem Lehrplan

Einen wichtigen Aspekt des Unterrichts stellt natürlich der Lehrplan dar, da er den gesetzlichen Rahmen bildet.

Im Folgenden beziehe ich mich auf den Lehrplan für Berufsschulen im Fach Chemielabortechniker des Landesschulrats für Kärnten.

C h e m i e

Bildungs- und Lehraufgabe:

Der Schüler soll die für den Lehrberuf bedeutsamen Begriffe, Systeme und Gesetze der Chemie kennen.

Er soll über die Eigenschaften und Reaktionen organischer und anorganischer Stoffe und deren Auswirkungen auf die Umwelt Bescheid wissen.

Er soll Kenntnisse über die berufseinschlägigen Sicherheitsvorschriften sowie über den Brand- und Explosionsschutz haben.

Der Schüler der Leistungsgruppe mit vertieftem Bildungsangebot bzw. der Schüler, der sich auf die Berufsreifeprüfung vorbereitet, soll zusätzlich komplexe Aufgaben zu einzelnen Lehrstoffinhalten lösen können.

Lehrstoff 3. Klasse:

Organische Chemie:

Chemie des Kohlenstoffs (Kohlenstoffverbindungen, Strukturen und Herstellung organischer Moleküle, Systematik organischer Verbindungen).

Lehrstoff der Vertiefung:

Komplexe Aufgaben.

Allgemeine Chemie:

Reaktionstypen und Reaktionsmechanismen.

A n g e w a n d t e M a t h e m a t i k

Bildungs- und Lehraufgabe:

Der Schüler soll mathematische Aufgaben, deren Kenntnisse zur Ausübung des Berufes erforderlich sind und das Verständnis für Funktionsgänge unterstützt, lösen können.

Er soll sich der mathematischen, physikalischen und chemischen Symbolik bedienen sowie Rechner, Tabellen und Formelsammlungen zweckentsprechend benutzen können.

Der Schüler der Leistungsgruppe mit vertieftem Bildungsangebot bzw. der Schüler, der sich auf die Berufsreifeprüfung vorbereitet, soll zusätzlich komplexe Aufgaben zu einzelnen Lehrstoffinhalten lösen können.

Lehrstoff 3. Klasse:

Physikalische Berechnungen:

Gase. Wärmelehre. Elektrochemie.

Ergänzende Fertigkeiten:

Gebrauch der in der Praxis üblichen Rechner, Tabellen und Formelsammlungen.

Volumetrie:

Gehalt von Maßlösungen. Berechnung von Titrationsen.

C h e m i s c h - p h y s i k a l i s c h e s L a b o r a t o r i u m

Bildungs- und Lehraufgabe:

Der Schüler soll die Prüfinstrumente handhaben und instand setzen sowie qualitative und quantitative Analysen sauber und präzise durchführen können.

Er soll analytische Verfahren, Trenn-, Reinigungs- und Aufkonzentrierungsverfahren anwenden sowie Synthesen durchführen können.

Er soll technisch-analytische Aufgaben ausführen können und über die einschlägigen Sicherheitsvorschriften, über die Unfallverhütung und die Schutzmaßnahmen Bescheid wissen.

Lehrstoff 3. Klasse:

C h e m i s c h e s L a b o r a t o r i u m

Quantitative Analyse:

Komplexe gravimetrische und volumetrische Bestimmungen.

Trenn-, Reinigungs- und Aufkonzentrierungsverfahren:

Filtrieren. Zentrifugieren. Destillieren. Verdampfen. Extrahieren. Kristallisieren.

Technisch-analytische Aufgaben:

Prüfen (Präzision, Richtigkeit). Modifizieren und Entwickeln von Analysemethoden. Identifizieren und Charakterisieren von Stoffen. Computergestütztes Darstellen und Berechnen von Analyseergebnissen.

P h y s i k a l i s c h - c h e m i s c h e s L a b o r a t o r i u m

Prüfinstrumente:

Arten. Handhaben. Instandsetzen.

Analytische Verfahren:

Optische, elektrische, physikalische und chromatographische Methoden.

4 VERSUCHSBESCHREIBUNGEN

Ein Hauptziel meiner Arbeit ist es, geeignete Schulversuche zu finden. Nach einer Anfrage bezüglich Prüfvorschriften und Proben bei Laborleitern und Lehrlingsausbildern, die mir schon von der Lehrabschlussprüfung und diversen Exkursionen bekannt waren, stand mir eine große Reihe an Prüfvorschriften zur Verfügung. Doch erst bei genauerer Betrachtung stellte es sich heraus, dass eine große Anzahl von Versuchen nicht durchführbar ist. So lässt sich Hydrazin im Kesselwasser nicht bestimmen, da es sich sehr schnell abbaut und für den Transport und die Lagerung nicht eignet. Eine andere Einschränkung stellte die Ausstattung des Labors dar. Beispielfähig steht nur ein Kugelfallviskosimeter zur Verfügung, wodurch kein Reibungsloser zeitlicher Ablauf möglich ist. Das bedeutete, dass eine Reihe von Vorentscheidungen zu treffen waren. Wie: (Zeitlicher Aufwand bei der Durchführung, Aktualität des Versuchs, Machbarkeit, Kostenaufwand, mittlerer Schwierigkeitsgrad, möglicher Lernzuwachs,...)

Schließlich entschied ich mich für zwei maßanalytische Bestimmungen, die all diese Anforderungen in einem hohen Maß berücksichtigen und auch zu den Hauptanforderungen der Betriebe an die Lehrlinge zählen. So gab der Großteil der Schüler bei der Arbeitsplatzbeschreibung an, regelmäßig volumetrische Bestimmungen durchzuführen.

Weiters kann auf die Erfüllung zentrale Forderung des Lehrplans verwiesen werden und auch auf die Tatsache, dass maßanalytische Bestimmungen einen Teil der praktischen Lehrabschlussprüfung darstellen.

4.1 Bestimmung von Blei in Stabilisatoren

Grundlage: Die Probe (Bleisterat) wird mit Salpetersäure in der Hitze aufgeschlossen und das Blei je nach Konzentration titrimetrisch oder spektroskopisch bestimmt.

Thomas Referat

Anwendungsbereich : Alle Typen von Stabilisatoren und Compounds.

Genauigkeit : Pb, (titrimetrisch) ± 0.7 % relativ

Reagenzien:

Salpetersäure, 65 %, p.a.

EDTA-Lösung, 0.02 M (7,44g/l)

Hexamethylentetramin-Lösung, gesättigt 625g/l

Xylenolorange Tertratriumsalz Verreibung 1:100 mit KCl

Blei fein gepulvert als Ursubstanz

Wenn nicht anders angegeben, wird bei allen Operationen ausschließlich destilliertes oder deionisiertes Wasser verwendet!

Geräte:

Analysenwaage

Millipore Filtrationsapparatur oder Trichter mit Weißbandfilter

Diverses Laborglas

Titrierstand mit Automatik-Bürette oder 50ml Bürette

Elektrische Heizplatte

Aufschluss:

1 g der Probe werden auf 1 mg genau in einem 250ml Maßkolben eingewogen (= E). 15ml HNO₃ conc. werden zugesetzt und die Aufschlusslösung einige Minuten auf der elektrischen Heizplatte gekocht (Wegen der Entwicklung nitroser Gase ist diese Arbeit ausschließlich im Abzug durchzuführen!). Anschließend wird mit ca. 100 ml dest. Wasser verdünnt und abermals 5 - 7 min lang gekocht. Nach dem Abkühlen auf 20 Grad wird mit dest. Wasser zur Marke aufgefüllt und dann über einem Weißbandfilter oder Faltenfilter abfiltriert.

Titrimetrische Bestimmung von Blei, Cadmium und Zink

Vorbemerkung :

Diese Bestimmung bezieht sich in einer Probe immer auf eines der genannten Elemente, wobei die Abwesenheit der jeweils anderen Elemente, die ansonsten irrtümlich mitbestimmt würden, gesichert sein muss. Im Zweifelsfalle ist die Abwesenheit von Störelementen mittels AAS oder ICP-OES zu prüfen!

25ml der filtrierten Aufschlusslösung werden in ein 250ml Becherglas pipettiert, mit einer Spatelspitze Xylenorange versetzt und mit Wasser auf 150ml verdünnt. Anschließend wird so lange gesättigte Hexamethylentetramin-Lösung zugesetzt, bis die Lösung violett gefärbt ist. Nun wird mit 0.02 M EDTA-Lösung zum Umschlag auf gelb titriert.

Auswertung :

$$\% \text{ Me} = \frac{V1 * f * 0.02 * \text{AG} * 100}{E * 0.1}$$

V1 = Verbrauch von 0.02 M EDTA-Lösung in ml

f = Titerfaktor der EDTA-Lösung

AG = Atomgewicht des bestimmten Metalls Me

Titerstellung mit Blei:

Die Titerstellung der EDTA-Lösung kann mit reinem Blei erfolgen, was aber nicht unbedingt notwendig ist, da das Dihydrat des Dinatriumsalzes (EDTA) sehr rein im Handel vorkommt und bei 80°C massenkonstant getrocknet werden kann. [vgl. JAN- DER, JAHR, S.214]

0,9500g reines Blei werden in einem 250ml Kolben eingewogen mit 15ml HNO₃ conc. versetzt und für einige Minuten auf der Heizplatte gekocht. (Wegen der Entwicklung nitroser Gase ist diese Arbeit ausschließlich im Abzug durchzuführen!) Anschließend wird mit ca. 100ml dest. Wasser verdünnt und abermals 5 - 7 min lang gekocht. Nach dem Abkühlen auf 20 Grad wird mit dest. Wasser zur Marke aufgefüllt und dann über einem Weißbandfilter oder Faltenfilter abfiltriert.

20 ml der filtrierten Aufschlusslösung werden in ein 250 ml Becherglas pipettiert, mit einer Spatelspitze Xylenorange versetzt und mit Wasser auf 150ml verdünnt. Anschließend wird so lange gesättigte Hexamethylentetramin-Lösung zugesetzt, bis die Lösung violett gefärbt ist. Nun wird mit 0.02 M EDTA-Lösung zum Umschlag auf gelb titriert.

20ml dieser Lösung entsprechen 18,34ml 0,02 molarer EDTA Lösung

$$f = \frac{\text{Verbrauchte Lösung}}{18,34\text{ml}}$$

Sicherheitsdatenblatt:

Die Sicherheitsdatenblätter der verwendeten Chemikalien befinden sich im Anhang. Gefahren gehen von den Chemikalien Blei und Bleisterat aus. Diese Chemikalien können möglicherweise die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigen und können das Kind im Mutterleib schädigen. Das bedeutet, dass vor dem Arbeiten mit diesen Chemikalien das sensible Thema Schwangerschaft angeschnitten werden muss, um sicher zu gehen, dass keine Gefährdung für Mutter und Kind gegeben ist.

Besondere Aufmerksamkeit ist auf die Schutzbekleidung zu richten, die aus Arbeitsmantel, Schutzbrille und Schutzhandschuhen aus Nitrilkauschuk bestehen muss, um einen direkten Kontakt zu vermeiden. Außerdem soll bei allen Arbeiten die Entwicklung von Stäuben verhindert werden, die sonst über die Lungen aufgenommen werden können.

Weiters muss besonders auch auf die Entsorgung geachtet werden, da die Stoffe sehr giftig für Wasserorganismen sind und in Gewässern langfristig schädliche Wirkung haben. Die Abfälle müssen entsprechend den Vorschriften in Behältnissen für Schwermetalle der Entsorgung zugeführt werden.

Komplexometrische Titration:

Bei der Bestimmung von Blei in Stabilisatoren handelt es sich um eine direkte Komplexbildungstitrations. Das Blei bildet mit EDTA stabile Chelate und reagiert mit dem Schwermetall im Verhältnis 1:1. Wesentliche Voraussetzung für die Eignung einer chemischen Reaktion zu maßanalytischen Bestimmungen ist die sprunghafte Abnahme der Konzentration der zu bestimmenden Ionenart in der Nähe des Äquivalenzpunktes und die Auffindung geeigneter Indikationsmethoden hierfür. Die Erkennung des Äquivalenzpunktes erfolgt mit dem Metallindikator Xylenorange der auch seinerseits Metall-Indikator-Komplexe bildet, die aber eine geringere Stabilität als der Metall-EDTA-Komplex aufweisen. Das bedeutet, dass am Äquivalenzpunkt der Metallindikator ungebunden vorliegt und so die Farbe des freien Indikators auftritt (Xylenorange gelb).

[vgl. CD RÖMPP Chemie Lexikon, 9.Aufl., 1995]

4.2 Bestimmung von H₂O₂ mit Kaliumpermanganat

Grundlage: Die Bestimmung des Wasserstoffperoxids erfolgt mittels Kaliumpermanganat in saurer Lösung, wobei das H₂O₂ durch das noch stärkere Oxidationsmittel (Kaliumpermanganat) nach folgender Gleichung oxidiert wird.



Die Verwendung eines Indikators ist bei dieser Titration nicht notwendig, da das Mangan der Oxidationsstufe +II im Vergleich zum Mangan der Oxidationsstufe +VII keine Violettfärbung besitzt.

Anwendungsbereich: Wasserstoffperoxid ist eine Chemikalie, die aufgrund ihrer oxidativen Wirkung als Bleich- und Desinfektionsmittel Anwendung findet. In den Handel kommen zumeist 3%-30%ige Lösungen, die mittels Stabilisatoren wie Natriumphosphat gegen den Zerfall stabilisiert werden. Den Zerfall beschleunigen Licht, Staub, Wärme, Schwermetalle und Alkalien.

Reagenzien:

Kaliumpermanganat z.A.

Wasserstoffperoxid 30% z.A.

di-Natriumoxalat z.A. Ursubstanz

H₂SO₄ 5N = (Verdünnung 98% H₂SO₄ 1:8)

Wenn nicht anders angegeben, wird bei allen Operationen ausschließlich destilliertes oder deionisiertes Wasser verwendet!

Geräte:

Dosimat mit 20 ml Bürette (Braunglas) / Bürette 50ml

Halbmikrowaage (Messgenauigkeit 0,01mg)

Heizplatte, Sample Cups Volumen 1,5ml

Diverse Glasgeräte

Herstellung der Kaliumpermanganatlösung:

In ein trockenes 100ml Becherglas werden genau 15,85g KMnO_4 eingewogen und in etwas VE-Wasser angelöst. Auf einer Heizplatte werden 4 Liter VE-Wasser in einem 5 Liter Erlenmeyerkolben bis zum Sieden erhitzt. Zur Vermeidung eines Siedeverzuges befinden sich Siedesteinchen im Erlenmeyerkolben. Mittels Spritzflasche wird kaltes VE-Wasser (ca. 100ml) am Rand des Kolbens in das erhitzte Wasser gespült. Nun wird vorsichtig das angelöste KMnO_4 in den Kolben überführt und gründlich nachgespült. Bis zum vollständigen Lösen des Feststoffes wird 30 Minuten gekocht, mit einem Uhrglas abgedeckt und über Nacht im Dunklen gelagert. Am nächsten Tag wird die Lösung mittels Glastrichter in einen 5 Liter Maßkolben überführt, mit VE-Wasser nachgespült und bis zur Marke aufgefüllt. Nach gründlichem Homogenisieren und einer weiteren Standzeit von mindestens 3 Tagen in der Dunkelheit filtriert man die Lösung durch eine Glasfritte in eine Saugflasche und füllt anschließend in Braunglasflaschen ab.

Sämtliche Glasgeräte müssen vor der Verwendung mit Reinigungslösung (ca. 2% H_2SO_4 und ca. 0,5% H_2O_2) gereinigt und mit VE-Wasser gründlich nachgespült und getrocknet werden.

Titer:

Zur Titerstellung wird di-Natriumoxalat verwendet, welches sich mit Kaliumpermanganat in saurer Lösung nach folgender Gleichung umgesetzt wird.



Auf ein Wägeschiffchen werden mittels Halbmikrowaage 225 bis 230mg di-Natriumoxalat eingewogen. Die exakte Einwaage ergibt sich durch Rückwiegen des leeren Wägeschiffchens. Das eventuell an der Innenwand des Titrierkolbens anhaftende di-Natriumoxalat wird mit VE-Wasser hinuntergespült bevor ca. 25 ml H_2SO_4 5N und 100ml VE-Wasser zugesetzt werden.

Es wird nun auf der Heizplatte bis fast zum Sieden erhitzt und noch heiß mit der zu bestimmenden KMnO_4 -Lösung titriert. Die Titration verläuft in der Art, dass anfangs nur kleine Portionen an KMnO_4 -Lösungen zugegeben werden und erst nach jeweils erfolgter Entfärbung in mäßigem Tempo bis zum Endpunkt weitertitriert wird. Der

Endpunkt ist erreicht, wenn die titrierende Lösung eine feine, bleibende Rosafärbung zeigt. Um den Faktor exakt zu ermitteln, muss die Bestimmung mindestens zweimal reproduziert werden. Erlaubte Abweichung der Einzelwerte vom errechneten Mittelwert ist +/- 0,0005.

$$\text{Theoretischer Verbrauch (ml)} = \frac{\text{Einwaage (mg)}}{6,7}$$

$$\text{Faktor 0,1 N KMnO}_4 = \frac{\text{theoretischer Verbrauch (ml)}}{\text{Gemessener Verbrauch (ml)}}$$

Titrimetrische Bestimmung von Wasserstoffperoxid:

Mittels einer Halbmikrowaage werden 80-160mg Probe in ein Sample Cup eingewogen (Messgenauigkeit 0,01mg). Dieses kommt in einen Titrierkolben, der eine Vorlage von 25ml 5N H₂SO₄ enthält.

- Empfohlene Einwaage: H₂O₂ 35 G% = 150 – 160mg
- H₂O₂ 50 G% = 110 – 120mg
- H₂O₂ 60 G% = 90 – 100mg
- H₂O₂ 70 G% = 80 – 90mg

Unter gutem Schwenken wird nun in mäßigem Tempo bis zum Auftreten einer leichten bleibenden Rosafärbung titriert.

[vgl. SCHRÖDEL, GEHLEN, S.205]

Berechnung:

$$\% \text{ H}_2\text{O}_2 = \frac{V \cdot F \cdot 170.07}{E}$$

- V = Verbrauch an 0,1 N KMnO₄
- F = Faktor 0,1 N KMnO₄
- E = Einwaage der Probe in mg

[vgl. WITTENBERG, S. 143]

4.3 Besprechung und Bewertung der Unterrichtseinheiten

Am Ende jeder Unterrichtseinheit habe ich unter den Schülern eine schriftliche Befragung durchgeführt, um mehr über meinen Unterricht zu erfahren und um die Aufmerksamkeit der Schüler für unterschiedliche Unterrichtsformen zu schärfen.

Den Schülern wurden folgende Fragen gestellt:

Was hat Ihnen am Unterricht besonders gefallen?

Was hat Ihnen weniger gefallen? Wie könnte man das ändern?

Positiv bewertet wurde die intensive Vorbereitung der Schüler auf die Titration aus verschiedenen Blickwinkeln. So erfuhren die Schüler am Beispiel „Blei in Stabilisatoren“, welche Funktion Bleistabilisatoren bei der Verarbeitung von PVC-Rohren einnehmen, was eine komplexometrische Titration ist, wie dieses Beispiel berechnet werden kann, welche Sicherheitsmaßnahmen man ergreifen muss, wie diese Titration durchzuführen ist (durch Lehrling des Betriebs) und wie dieses Produkt hergestellt wird (Exkursion Ende Juni). Durch diese vielschichtige Betrachtungsweise war es für die Schüler möglich einen Kontext herzustellen und ihr Wissen zu vernetzen. Für mich ist dies ein Auftrag für die Zukunft, auch weiterhin und noch intensiver den Unterrichtsstoff der verschiedenen Fächer aufeinander abzustimmen.

Weiters wurde die Auswahl der Übungen positiv empfunden, da die Analysen einen genau zu bestimmenden Äquivalenzpunkt besitzen und keine langen „Stehzeiten“ haben.

Ein Wunsch der Schüler war, dass die Herstellung der Lösungen z.B. die des Kaliumpermanganats durch den Lehrer erfolgt, um Zeit zu sparen. Meiner Meinung nach besteht trotzdem die Notwendigkeit der selbstständigen Lösungsherstellung, da die Schüler lernen müssen, im Team Verantwortung für andere zu übernehmen und auch die Fähigkeit erlangen sollen, im Voraus zu planen.

Der zweite Teil der Schülerbefragung zielt auf den Lernzuwachs der Schüler ab.

Führen Sie diesen oder ähnliche Versuche in der Arbeit aus?

Was war für Sie neu? / Was haben Sie dazu gelernt?

Glauben Sie durch diese Unterrichtseinheit besser auf die Lehrabschlussprüfung vorbereitet zu sein?

Die Antworten der Schüler fielen durchwegs positiv aus, was die Vorbereitung auf die Lehrabschlussprüfung betrifft, obwohl ein Großteil der Schüler diese oder ähnliche Titrations in der Arbeit ausführen.

Positiv bewertet wurden vor allem die Maßnahmen zur Qualitätssicherung. So wurden im Vorfeld die Waagen durch eine Firma kalibriert, die Büretten, die Pipetten und die Maßkolben durch die Schüler gereinigt und auf ihre Genauigkeit überprüft und gegebenenfalls nochmals gereinigt. Dadurch lernten die Schüler nicht nur qualitätssichernde Maßnahmen, sondern hatten die Gewissheit, dass die instrumentellen Fehler auf ein Minimum reduziert wurden. Durch die Analysewerte die wir von den Betrieben hatten, konnten die Schüler Rückschlüsse auf ihre eigene Arbeitsweise zie-

hen. Die Schüler hatten die Gelegenheit, die Übungen zu wiederholen und so eventuelle Fehler auszubessern.

Für mich war neben all diesen Aspekten das positive und konstruktive Arbeitsklima ausschlaggebend dafür, die Unterrichtseinheiten als gelungen zu bezeichnen.

Ein Grund dafür war das Arbeiten in Kleingruppen (zwei bis drei Schüler), wobei leistungsstärkere und leistungsschwächere Schüler zusammenkamen und sich gegenseitig unterstützen und von einander lernen konnten.

Ein weiterer wichtiger Punkt war, dass die Schüler aus deren Betrieben die Proben stammten, die Möglichkeit hatten die Durchführung der Analyse vorzuzeigen. Dadurch wurden die Schüler in ihrer Arbeit bestätigt und alle auch ich als Lehrer hatte die Möglichkeit mehr über andere Arbeitstechniken zu erfahren.

Schließlich möchte ich noch erwähnen, dass ich ein hohes Maß an Selbstmotivation feststellen konnte, da die Schüler das Gefühl hatten, dass diese oder ähnliche Beispiele zur Lehrabschlussprüfung kommen könnten.

4.4 Lehrplanbezug

Die durchgeführten Schulversuche im Fach Chemisch-Physikalisches Laboratorium haben einen starken Bezug zu den Fächern Angewandte Mathematik und Chemie. Diese Querverbindungen wurden natürlich berücksichtigt und ausgenutzt.

Der Lehrplan sieht für den Bereich Chemisch-Physikalisches Laboratorium Volumetrische Bestimmungen und unter anderem das Modifizieren und Entwickeln von Analysemethoden vor. Diese Bereiche können durch die vorgenommenen maßanalytischen Bestimmungen von H_2O_2 und Blei in Stabilisatoren abgedeckt werden. Eine weitere Forderung des Lehrplans für den Laborunterricht ist der sichere und sachgemäße Umgang mit gefährlichen und giftigen Chemikalien. Die Schüler sollen auch auf diesen Aspekt ihres Arbeitslebens gut vorbereitet sein. Hier versuche ich anhand weniger Übungen mit intensiver Vorbereitung ein Maximum an Sicherheit zu erreichen.

Die Verbindung zur Mathematik besteht dadurch, dass in der dritten Klasse der Chemielabortechnikerausbildung die Gehaltsbestimmung von Lösungen und die Berechnung von Titrationsen gefordert werden. Um diese Bestimmungen durchzuführen, ist es natürlich notwendig Rechner, Tabellen und Formelsammlungen einzusetzen. Somit werden zentrale Forderungen des Lehrplans erfüllt

Lehrplanschwerpunkte im Bereich Chemie sind Reaktionstypen und Reaktionsmechanismen. Vor allem die Gehaltsbestimmung an H_2O_2 eignet sich hervorragend zur Wiederholung und Vertiefung des Themas Redoxreaktionen.

5 DISKUSSION/INTERPRETATION/AUSBLICK

Kritisch betrachtet, stellt sich die Frage nach der Sinnhaftigkeit eines solchen Projekts. Es gibt eine Vielzahl an Büchern, Zeitschriften und Internetseiten, die sich mit dem Thema Schulversuche beschäftigen. Das bedeutet, dass man auf einem kostengünstigen, schnellen und energieeffizienten Weg zu einer großen Anzahl an Versuchen kommen könnte.

Was sind nun die Beweggründe, diesen Weg zu wählen. Einerseits sind es die positiven Wechselwirkungen zwischen den Faktoren Berufsschule-Schüler-Lehrbetriebe. So ist es im Rahmen dieses Projekts gelungen, Kontakte zu knüpfen und Informationen auszutauschen, wodurch es zu einer Verbesserung der gegenseitigen Wertschätzung gekommen ist. Notwendig ist aber der persönliche Kontakt, was man anhand der Befragung der Lehrbetriebe über die Anforderungen der Wirtschaft feststellen konnte. Erklärt man die Notwendigkeit und den Sinn eines Fragebogens nicht ausreichend, kann es passieren, dass man in den Papierkorb zu einer Reihe anderer Befragungen wandert.

Andererseits stellt die Berufsschule sicher eine Sonderstellung im Kanon der Schulformen dar. Durch das duale Ausbildungsprinzip kommt es zu einer Ausbildung der Lehrlinge im Betrieb und in der Schule. Das bedeutet, dass man auf die sich verändernden Anforderungen aus der Wirtschaft reagieren muss und versuchen sollte, den Schülern ein höchstmögliches Maß an Aktualität und Praxisbezug zu liefern.

Für mich persönlich ist es wichtig, dass die Berufsschule auf einem hohen praktischen und theoretischen Wissensstand nivellierend wirkt und so sicherstellt, dass jeder unserer Abgänger einen Qualitätsstandard erreicht, der ihn befähigt, nicht nur im eigenen Lehrbetrieb Fuß zu fassen. Der große Vorteil der Proben aus den Lehrbetrieben ist, dass man die eigenen Analyseergebnisse mit jenen der Betriebe vergleichen kann und so in der Lage ist, Rückschlüsse zu ziehen.

Ein Schritt in die richtige Richtung ist sicherlich der Schulversuchskatalog, der mein Projekt für die nächsten Jahre darstellt und eine Sammlung an Versuchen beinhalten soll. Dieser Katalog sollte auch eine umfassende und angepasste Ausbildung sicherstellen. Hier möchte ich den Schwerpunkt auf die Adaptierung und Bewertung von Schulversuchen legen, die dann Teil der Lehrabschlussprüfung werden können. Die Bewertung soll durch die Schüler und die Lehrer erfolgen, wobei kein offener Fragebogen zum Einsatz kommen soll, sondern ein Fragebogen, der in Kategorien wie z.B.: Lernzuwachs, praktischer Bezug, zeitlicher Aufwand oder Schwierigkeitsgrad konkrete Antworten verlangt.

Besonderes Augenmerk möchte ich auf den Punkt Lernzuwachs legen, um herauszufinden, was die Schüler innerhalb eines Jahres im Laborbereich lernen können und ob es überhaupt möglich ist, dass die Berufsschule alle Anforderungen aus der Wirtschaft abdecken kann.

6 LITERATUR

Falbe, J., Regitz, M., CD RÖMPP Chemie Lexikon 9. Auflage. Thieme Verlag: 1995.

JANDER, JAHR: Maßanalyse 15. Auflage. Walter de Gruyter: Berlin, New York 1989.

Merten, F., Der Chemielaborant Teil 1. Schroedel Schulbuchverlag GmbH: Hannover 1975.

Wittenberger, W., Rechnen in der Chemie 14. Auflage. Springer Verlag: Wien, New York 1995.