



**Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung  
(IMST-Fonds)**

**S6 „Titel des Schwerpunktes“**

---

# **SCHULVERSUCHSKATALOG ZUR VORBEREITUNG AUF DIE LEHRABSCHLUSSPRÜFUNG**

**ID 749**

**Mag. Andreas Jantscher  
Berufsschule St.Veit/Glan**

St.Veit/Glan, Juli, 2007

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>2</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>4</b>
1.1 Schulische Situation an der Berufsschule St.Veit/Glan .....	4
1.2 Vorjahresprojekt .....	5
1.3 Projektbesuch .....	6
<b>2 AUFGABENSTELLUNG / PLÄNE</b> .....	<b>7</b>
2.1 Ziele des Projektes .....	7
<b>3 METHODEN / DURCHFÜHRUNG</b> .....	<b>8</b>
3.1 Befragung der Lehrbetriebe .....	8
3.2 Auswahl der Schulversuche .....	8
3.3 Befragung der Schüler/innen .....	9
3.4 Unterrichtsablauf .....	10
3.4.1 Seltenerdmetalle .....	10
3.4.2 Natriumhypochlorit .....	11
<b>4 ERGEBNISSE</b> .....	<b>12</b>
4.1 Anforderungen der Wirtschaftsbetriebe .....	12
4.2 Verordnung: Chemielabortechnik-Ausbildungsordnung .....	13
4.3 Ergebnisse der Schüler/innenbefragung zu den Schulversuchen .....	14
4.3.1 Natriumhypochlorit .....	14
4.3.2 Seltenerdmetalle .....	15
4.4 Persönliche Beobachtungen und Einschätzungen .....	15
<b>5 DISKUSSION/INTERPRETATION/AUSBLICK</b> .....	<b>17</b>
<b>6 ANHANG</b> .....	<b>19</b>
6.1 Bestimmung von Seltenen Erden .....	19
6.2 Bestimmung des Chlorgehalts einer Natriumhypochloritlösung .....	21

## ABSTRACT

*Das diesjährige Projekt ist ein Nachfolgeprojekt meiner Arbeit des Vorjahrs und hat sich aus zwei Umständen ergeben. Einerseits ist für die Durchführung eines MNI Projektes ein großer zeitlicher Rahmen notwendig, andererseits kann man am Ende eines Projektes viele Fragen beantworten, es ergeben sich jedoch eine Vielzahl neuer Fragen, die auch untersucht werden sollten.*

*Ziel und Idee meines Projektes war es, chemische Prüfvorschriften aus der Wirtschaft in die Berufsschule zu bringen und sie dort den Gegebenheiten und den Erfordernissen anzupassen. Ich erwartete mir neben einem fachlichen und pädagogischen Austausch auch ein gegenseitiges Kennen lernen.*

*Das Erreichen dieses Zieles glückte mir durch die Durchführung zweier chemischer Bestimmungen in enger Zusammenarbeit mit den Schüler/innen und Laborleitern.*

Schulstufe: Chemielaboranten zweites und drittes Lehrjahr

Fächer: Laboratoriumsübungen

Kontaktperson: Mag. Andreas Jantscher

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

E-Mailadresse [jantscher@hotmail.com](mailto:jantscher@hotmail.com)

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 Schulische Situation an der Berufsschule St.Veit/Glan

Ich bin seit fünf Jahren an der Berufsschule in St.Veit/Glan tätig. Durch die Umsetzung eines Berufsschulkonzeptes durch das Land Kärnten ist es zu einer Konzentration artverwandter Berufe an den Berufsschulstandorten in Kärnten gekommen. Neben anderen Schwerpunkten findet man eine Reihe an Lehrberufen mit einem chemischen Hintergrund am Standort St.Veit wie Pharmazeutisch-kaufmännische Assistenz, Schädlingsbekämpfung, Chemielabortechnik und neu Chemielabortechnik/Chemieverfahrenstechnik.

Die Lehrlingsausbildung basiert auf einem dualen System; das bedeutet, dass sowohl die Lehrbetriebe als auch die Schule für die Ausbildung der Schüler/innen zuständig sind. Die Schülerinnen (Chemielabortechniker/innen) 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.

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/Glan statt, um den Lehrlingen der dritten Klasse Einblicke zu gewähren (Zuhörer der theoretischen Prüfung) und um allen Schüler/innen die gleichen Voraussetzungen („kein Heimvorteil im eigenen Labor“) zu bieten.

Durch meinen persönlichen Werdegang (AHS-Matura, Hochschulstudium) kam ich erst durch meine Anstellung an der Berufsschule in Kontakt mit dem Thema Lehre. Nach anfänglicher Skepsis und Unsicherheit meinerseits habe ich jetzt ein durchwegs positives Bild von der Berufsgruppe der Chemielabortechniker.

Besondere Vorteile sind die praxisnahe, moderne Ausbildung und die sehr guten Arbeitsplatzchancen. Dadurch ergibt sich eine große Vielfalt an Lehrstellensuchenden, die von Maturanten/innen und Studienabbrechern/innen hin zu Hauptschulabgängern reichen. Aber auch Umschulungen in den naturwissenschaftlichen Sektor sind fest zu stellen. Daraus ergibt sich nicht nur ein breites Spektrum an unterschiedlichen Vorbildungen und Voraussetzungen, sondern man findet eine sehr inhomogene Altersverteilung, die von 16 bis 40 reicht. Diese Vielfalt ist aber nicht als Nachteil zu bewerten, sondern als Herausforderung, der sich alle zu stellen haben, und die die Möglichkeit bietet, die unterschiedlichen Anforderungen der Wirtschaftsbetriebe abzudecken.

## 1.2 Vorjahresprojekt

Der Titel meines Vorjahresprojektes lautet „Sammlung und Bewertung von Schulversuchen in Zusammenarbeit mit Kärntner Wirtschaftsbetrieben“. Vorrangige Ziele dieses Projektes waren der Transfer von Prüfvorschriften von Laboratorien aus der Wirtschaft in die Berufsschule und der Informationsgewinn.

Ich konnte auf eine Reihe von Prüfvorschriften zurückgreifen, die mir von den Lehrbetrieben zu Verfügung gestellt wurden. Diese reichten von Trink- und Brauchwasseruntersuchungen über Rohstoffuntersuchungen hin zu Gehaltsbestimmungen von Arzneimitteln.

Ich spezialisierte mich im Vorjahr auf zwei Titrationsverfahren, die die Möglichkeit einer umfassenden Betrachtung innerhalb des Projektes boten. So konnten die Schüler/innen nicht nur einiges über die Verwendung und Untersuchung von Wasserstoffperoxid erfahren, sondern hatten auch im Rahmen einer Exkursion die Möglichkeit, vor Ort die Produktion zu studieren und „anzufassen“. Die ähnlichen Vorteile ergaben sich auch für die Bestimmung von Blei in Kunststoffstabilisatoren.

Aber nicht nur die umfassende Betrachtung der Themenkreise war Grund für den aus meiner Sicht erfolgreichen Verlauf des Projektes, sondern vor allem die verbesserte Rückmeldungsmöglichkeit für die Schüler/innen und das Schullabor. So stellten die Lehrbetriebe nicht nur Prüfvorschriften, sondern auch Proben und Analysewerte zur Verfügung. Die Schüler/innen hatten die Möglichkeit, die Untersuchungen zu wiederholen und so ihre Arbeitstechnik zu verbessern und mögliche Fehler zu korrigieren.

Die zweite wichtige Zielsetzung des Vorjahresprojektes stellte der Informationsgewinn dar. Die Schüler/innen führten eine Arbeitsplatzbeschreibung durch, wodurch ich die Gelegenheit hatte, mehr über die Tätigkeitsbereiche der Lehrlinge zu erfahren. Hier stellte sich heraus, dass die Aufgabenbereiche der Schüler/innen sehr unterschiedlich sind und auch innerhalb eines Betriebes unterschiedliche Schwierigkeitsgrade innerhalb eines Lehrjahres anzutreffen sind. Entsprechend der Leistungsfähigkeit der Schüler/innen werden sie dann eingesetzt.

Prinzipiell lässt sich aber ein verstärkter Einsatz von apparativen Untersuchungsmethoden bis hin zur Bedienung von ICP, AAS, GC, HPLC in höheren Lehrgängen feststellen. Hier lasten auf den Schultern der Lehrlinge nicht nur Routineuntersuchungen, die sie täglich mehrmals durchführen müssen, sondern der verantwortungsvolle Umgang mit hochtechnischen Geräten, die wichtige Ergebnisse zu allen Bereichen eines Produktionsbetriebes liefern.

Ich wollte aber über die Arbeitsplatzbeschreibung hinaus Informationen über die Ansprüche der Lehrbetriebe an die Berufsschule einholen und führte zu diesem Zweck eine schriftliche Befragung der Lehrbetriebe durch.

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.

Dieses unerreichte Ziel des Vorjahres war eine Herausforderung für das diesjährige Projekt. Mehr dazu im Kapitel Ziele des Projektes.

## 1.3 Projektbesuch

Ende Oktober 2006 wurde die Abschlussklasse der Chemielabortechniker/innen von meiner Betreuerin besucht. Sie beobachtete den Unterrichtsverlauf von vier Laborstunden und gab mir wertvolle Rückmeldungen zu meinem Unterricht. Besonders wichtig war für mich dabei, dass es sich dabei um die Projektklasse des Vorjahres handelte und ich so eine Rückmeldung von einer neutralen Stelle bekam.

Einige dieser Rückmeldungen möchte ich erwähnen und kommentieren. Aus ihren Beobachtungen geht hervor, dass ein sehr lockeres und freundschaftliches Verhältnis zwischen der Lehrkraft und den Schülern besteht. Sie bemerkte weiters, dass es zu keinem „erzwungenen“ Zuhören der Schüler/innen durch den Lehrer kommt. Während der kurzen „frontalen Phase“ wandte ein Schüler mir bewusst den Rücken zu. Weiters herrschte Unklarheit bei manchen der Schüler/innen nach der Erklärungsphase.

All diese Beobachtungen sind richtig. Mir ist es wichtig nichts den Schülern aufzuzwingen. Die Schüler/innen sollen in einem gewissen Maße selbst entscheiden, was sie tun und wie sie es tun wollen. Die Unterrichtseinheit war als eine Wiederholungseinheit angelegt. Deshalb sollten die Schüler/innen einer Abschlussklasse auch in der Lage sein, einige Unklarheiten selbst zu meistern oder schlussendlich mich oder andere Klassenkollegen/innen zu fragen.

Die Ablehnung meiner Person durch den Schüler, der mir den Rücken zugewandt hatte, ist mir erst in weiterer Folge bewusst geworden.

Weiters stellte mir meine Betreuerin einige wichtige Fragen, die ich für mich beantworten sollte.

Was ist die Hauptmotivation der Lehrlinge?

Welche Rolle spielt die Dokumentation der Ergebnisse?

Ist es sinnvoll begabte Schüler/innen nur als Tutoren wirken zu lassen oder sollte man sie mit Zusatzaufgaben fordern?

Wie weit soll die Verständnistiefe der Schüler/innen reichen? Wie wichtig ist das Handwerk?

Werden Burschen und Mädchen gleich behandelt?

Jede dieser Fragen ist es eigentlich wert, eine eigene Untersuchung zu starten. Aus persönlicher Erfahrung kann ich sagen, dass beispielhaft die Verständnistiefe sehr differenziert behandelt werden kann und muss. So kann ich aus der Praxis sprechen und sagen, dass die Lehrbetriebe sehr unterschiedliche Ansprüche an ihre Lehrlinge stellen. Einige Lehrbetriebe verlangen bereits von Lehrlingen Höchstleistungen und ein hohes Maß an Eigenverantwortung. Andere Ausbilder verstehen unter Lehrlingen Hilfskräfte, die einer Riege an hochqualifizierten Arbeitskräften hauptsächlich unterstützend zur Seite stehen.

Für all diese Aspekte sollte man eine maßgeschneiderte Lösung und Unterstützung seitens des Lehrers finden.

An dieser Stelle möchte ich meiner Betreuerin danken, die mir nicht nur fachlich unter die Arme greift, sondern vor allem sehr viel Geduld beweist.

## 2 AUFGABENSTELLUNG / PLÄNE

### 2.1 Ziele des Projektes

Wie man aus dem Kapitel Vorjahresprojekt entnehmen kann, gelang es mir nicht in ausreichendem Maß, die Ansprüche der Lehrbetriebe an die Berufsschule und die Lehrlinge in Erfahrung zu bringen. Aus diesem Grund ist es ein primäres Ziel des Projektes, den Wissensstand in diesem Bereich zu heben. Es sollen wie im Vorjahr Fragen über Zusammenarbeit, Grundbildung, Begabtenförderung und zusätzliche Qualifikationen beantwortet werden.

Basierend auf diesen Informationen soll es zur Entwicklung eines Lehrabschlusskatalogs kommen, der eine zielgerichtete Ausbildung ermöglicht und somit die Basis für einen erfolgreichen Abschluss der Lehrabschlussprüfung darstellt.

Was stelle ich mir unter einem Lehrabschlusskatalog vor? Der praktische Teil der Lehrabschlussprüfung ist in vier Teilbereiche gegliedert. Zu jedem dieser Teilbereiche soll es fünf bis zehn Beispiele geben, die dann die Grundlage der Lehrabschlussprüfung darstellen.

Dieser Lehrabschlusskatalog soll aber nicht nur der Berufsschule als Standard dienen, sondern auch den Lehrbetrieben Informationen über die Berufsschule liefern. Somit können auch die Lehrbetriebe ihre Ausbildung auf die Berufsschule abstimmen.

Ein weiteres Ziel des Projektes ist die Verbesserung des Unterrichtes. Dabei möchte ich mich mit dem Thema Lernzuwachs auseinandersetzen und mich mit folgender Frage beschäftigen: *Was lernten die Schüler/-innen in dieser Unterrichtseinheit und wie könnte man diesen Lernzuwachs optimieren?* Die Reflexionen sollen den Schülern und vor allem dem Lehrer die Möglichkeit geben, sich kritisch mit der eigenen Arbeit auseinanderzusetzen. Weiters möchte ich herausfinden, ob die Berufsschule die Lehrlinge gezielt auf die Lehrabschlussprüfung vorbereitet.

## **3 METHODEN / DURCHFÜHRUNG**

### **3.1 Befragung der Lehrbetriebe**

Einen wichtigen Teil des Projektes stellt die Befragung der Lehrbetriebe dar. Diese Befragungen wurden hauptsächlich in den Betrieben oder am Rande des praktischen Teils der Lehrabschlussprüfung durchgeführt.

Die Fragen wurden basierend auf dem Fragebogen des Vorjahr- Projektes formuliert.

*Welche Aufgaben sollte ein Lehrling am Ende seiner Lehrzeit beherrschen?*

- *Wichtige Aufgaben, die in die Grundausbildung fallen:*
- *Aufgaben, die über die Grundausbildung 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?*

Die persönlichen Befragungen in den Betrieben hatten im Vergleich zu den schriftlichen Fragebögen des Vorjahres mehrere Vorteile. Der Zweck und die Zielrichtung der Befragung können erklärt und Missverständnisse ausgeräumt werden. Sehr schlecht für den Status und das Ansehen der Berufsschule wäre es den Anschein zu erwecken, die Lehrbetriebe auf ihre Ausbildung hin überprüfen zu wollen. Ich bin mir bewusst, dass die Lehrbetriebe unterschiedliche Ausbildungsmöglichkeiten und Ausbildungsziele haben; es liegt ihnen aber allen das Wohl und die Entwicklung der Lehrlinge am Herzen.

Das Internet war für eine gute Vorbereitung sehr hilfreich, da es über viele Betriebe wichtige Informationen über Produkte und Herstellungsverfahren liefert. Über diese Themen gelang mir der Einstieg in das eigentliche Thema. Ich näherte mich dabei sehr behutsam an die Themen Grundausbildung, Begabtenförderung und Zusatzqualifikationen an und versuchte so gut wie möglich „zuzuhören“. Die Ergebnisse schrieb ich im Anschluss an das Gespräch in einem Gedankenprotokoll nieder.

### **3.2 Auswahl der Schulversuche**

Bei der Auswahl der Schulversuche ließ ich sowohl die Anforderungen der Wirtschaft wie auch die Vorgaben der Verordnung der Chemielabortechnik-Ausbildung einfließen.

So sind maßanalytische und gravimetrische Bestimmungen eine zentrale Grundlagenforderung der Wirtschaft. Dabei geht es nicht nur darum, dass die Schüler/innen den Umgang mit den Glasgeräten lernen, sie sollen auch in der Lage



sein ein Verständnis für die Theorie hinter der Praxis zu entwickeln. Beide Forderungen können mit diesen Beispielen erfüllt werden.

Das Berufsprofil der Verordnung der Chemielabortechnik-Ausbildung sieht für die Lehrlinge eine Ausbildung in den Bereichen Qualitätssicherung, sowie Sicherheits- und Umweltstandards vor. Auch diese Forderungen können in einem hohen Maß erreicht werden.

Unter diesen Aspekten und dem Umstand, dass ich durch das Auslaufen des Schuljahres unter zeitlichen Druck geriet, entschied ich mich zu folgenden zwei Bestimmungen.

### **Bestimmung von freiem Chlor in Natriumhypochlorit (Maßanalytisch)**

### **Bestimmung von Seltenen Erden als Oxide (Gravimetrisch)**

Der große praktische Vorteil dieser Untersuchungen war die gute Verfügbarkeit der Proben und das Vorwissen, das diese Analysen ohne große Unsicherheiten klappen werden. Trotzdem erfüllen sie den Anspruch modern, lehrreich und innovativ zu sein.

## **3.3 Befragung der Schüler/innen**

Die Befragung der Schüler/innen erfolgte in zwei Abschnitten. Der erste Teil der Befragung wurde mittels Fragebogen durchgeführt.

Folgende Fragen wurden formuliert.

- *Was gefiel Ihnen am Unterricht besonders?*
- *Was gefiel Ihnen weniger? Wie könnte man das ändern?*
- *Führen Sie diesen oder ähnliche Versuche in der Arbeit aus?*
- *Was war für Sie neu? Was lernten Sie dazu?*
- *Glauben Sie durch diese Unterrichtseinheit besser auf die Lehrabschlussprüfung vorbereitet zu sein.*

Dieser Abschnitt diente dazu, dass sich die Schüler/innen alleine Gedanken über den Unterricht machen. Nach dieser, etwa zehn minütigen Einheit diskutierten wir gemeinsam die Punkte, damit die Schüler/innen ihre Gedanken austauschen konnten. Auch für mich war die Diskussion wichtig, da dadurch die Auswertung der Fragebögen leichter wurde. Oft geben die Schüler/innen nur einsilbrige Antworten, die schwer zu interpretieren sind.

## 3.4 Unterrichtsablauf

Das Projekt wurde mit einer zweiten und dritten Klasse der Chemielabortechniker/innen durchgeführt. Die Schülerzahlen betragen vierzehn in der zweiten und sechs in der dritten Klasse. Die Lehrlinge kommen aus verschiedensten Sparten der rohstoff- und fertigerzeugenden Industrie sowie aus pharmazeutischen Betrieben. Neben diesen Betrieben mit industriellem Hintergrund bilden auch Klein- und Mittelbetriebe sowie das Land Kärnten Chemielabortechniker/innen aus.

### 3.4.1 Seltenerdmetalle

Der Unterrichtsverlauf zu dem Thema Seltenerdmetalle gliederte sich in drei Hauptteile.

Der erste Teil war dem Unterrichtsfach Angewandte Chemie zuzuordnen. Ziel dieses Abschnitts war, die Schüler/innen mit dem Thema Seltenerdmetalle bekannt zu machen. Man sollte etwa bedenken, dass Cer beispielsweise häufiger in der Erdkruste vorkommt als die Elemente Blei oder Arsen. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden die Schüler/innen aufgefordert, Referate zu diesem Thema zu halten. Die Schüler/innen bildeten Gruppen zu zwei Schülern und hielten ihre Referate unterstützt von Overheadfolien und Tafelzeichnungen. Besonders gut gefiel mir die Auswahl der Themen, die von der Gewinnung und Verarbeitung bis zur Verwendung der Metalle reichte. Aber auch einer ganz besonderen Person wurde ein Referat gewidmet: Carl Auer von Welsbach. Er ist nicht nur Entdecker dreier Seltenerdmetalle, sondern hat eine Reihe von wichtigen Entdeckungen wie den Gasglühstrumpf oder den Feuerstein gemacht. Als Quellen dienten sowohl das Internet wie auch die Fachbibliothek Chemie.

Der zweite Teil des Unterrichts spielte sich im Labor ab. Auch hier war es mir wichtig, dass ich mich als Lehrer zurücknahm und die Schülerarbeit im Vordergrund stand. Wie schon im Vorjahresprojekt griff ich hier auf das Know-how der Schüler/innen zurück, die die Prüfanweisung bereits im Betriebslabor durchführen. Dadurch hatten die Lehrlinge die Gelegenheit, ihre Arbeit und ihr Können unter Beweis zu stellen.

Das bedeutet, dass nach einer kurzen allgemeinen Planungsphase ein Schüler die Durchführung und Erklärung der Prüfanweisung übernommen hat. Mir war es lediglich wichtig, dass auf qualitätssichernde Maßnahmen und die Laborsicherheit nicht vergessen wurde.

Die Schüler/innen hatten am nächsten Schultag die Gelegenheit die Analyse zu wiederholen und mögliche Fehler auszumerzen.

Der letzte Teil dieser Unterrichtseinheit beschäftigte sich mit der mathematischen Auswertung der Ergebnisse. Die vorliegende Probe ist eine Mischung der Metalle La, Ce, Nd und Pr. Durch die gravimetrische Bestimmung können aber nicht die einzelnen Metalle bestimmt werden, sondern nur ein Gesamtoxid der Seltenen Erden. Erst die Bestimmung der Probe am ICP liefert eine genaue Verteilung der Metalle untereinander. Aber auch diese Analysenmethode hat einen Nachteil. Obwohl von einem Gehalt der Seltenerdmetalle in der Probe von annähernd 100% ausgegangen werden kann, ergibt die Summe der Metalle nicht 100%, sondern beispielhaft 98%. Grund dafür ist, dass ein ICP für die Spurenanalyse und nicht für Hochkonzentrationsbestimmungen geeignet ist. Das bedeutet, dass man die

Verteilung der Seltenerdmetalle mittels ICP und die Masse der Seltenerdmetalle gravimetrisch bestimmt.

### 3.4.2 Natriumhypochlorit

Auch diese Unterrichtseinheit gliederte sich in drei Hauptblöcke, wobei auch hier das „Kennen lernen“ der Substanz am Anfang stand.

Der Zugang war hier jedoch ein anderer. Ich versuchte anhand eines Lehrer-Schüler/innengesprächs, Grundbegriffe zu vermitteln. Grundlage der Diskussion waren verschiedene Informationsblätter zum Thema Natriumhypochlorit.

Der Laborunterricht verlief jedoch anders. Da kein Schüler der Firma die Natriumhypochlorit produziert, die zweite oder dritte Klasse besucht, zeigte ich nach einer gemeinsamen Besprechung selbst den Ablauf der Bestimmung vor. Danach bildeten sich kleine Schüler/innengruppen, die gemeinsam die Bestimmung durchgeführt hatten. Besonders gefiel mir dabei, dass es innerhalb der Gruppen zu einer regen Diskussion kam, wie man den Ablauf verbessern könnte.

Im dritten Teil dieser Unterrichtseinheit ging es darum, nicht die Probe aus dem Industriebetrieb herzunehmen, sondern das Wissen anzuwenden, um eine unbekannte Probe, in diesem Fall Danklorix®, zu bestimmen. Der Wirkstoff dieses Desinfektions- und Reinigungsmittels ist Natriumhypochlorit und ist zu rund vier % enthalten. Durch die Minimierung der Konzentration kommt es zu einer Risikominderung im Vergleich zur Industrieprobe.

Durch all diese Teilbereiche hatten sich zwei Schwerpunkte herauskristallisiert. Einerseits das Thema Sicherheit und andererseits das Thema Oxidationszahlen. Natriumhypochlorit ist als eine ca. 13% Lösung ein ätzender Stoff, der in Berührung mit Säuren giftige Gase bildet. Das bedeutet, dass neben üblicher Laborschutzbekleidung auf laugenbeständige Handschuhe geachtet werden muss.

Weiters ist beim Umgang mit dieser Substanz von der Lagerung bis hin zur Entsorgung höchste Aufmerksamkeit geboten. So muss man im Labor trotz der geringen Probenmengen (0,2g) eine Aerosolbildung vermeiden.

Der Einstieg in den zweiten Themenschwerpunkt ist über die Bestimmung der Oxidationszahlen von Chlorsäuren gelungen. Hier reicht die Bandbreite von der Oxidationszahl +VII (Perchlorsäure) bis – I (Salzsäure). Weiters wurden die Salze der entsprechenden Säuren benannt.

Danach wurden Redoxreaktionen im Allgemeinen besprochen und Iodometrische Bestimmungen im Speziellen behandelt. Auch hier wurde versucht, soviel Querverbindungen und Praxisbezüge wie möglich zu schaffen. Die Schüler/innen brachten sich beispielsweise dadurch ein, dass sie erklärten wie sie Blei(-IV)oxid oder Wasserstoffperoxid iodometrisch bestimmen.

## 4 ERGEBNISSE

### 4.1 Anforderungen der Wirtschaftsbetriebe

Ich konnte bei den Gesprächen beobachten, dass die Lehrbetriebe eine klare Vorstellung davon haben, was sie sich von den Lehrlingen am Ende ihrer Lehrzeit wünschen.

Die Schüler/innen sollen zumindest mit grundlegenden Laboreinrichtungsgegenständen wie Waagen oder Glasgeräten umgehen können. Zu der Grundbildung gehören auch Volumetrische, Gravimetrische und Nasschemische Bestimmungen.

Bei den volumetrischen Bestimmungen sollen sowohl Säure-Base-, Redox- und Komplexometrische Titrationsverfahren vorkommen. Wichtig ist den Lehrlingsausbildnern dabei nicht nur, dass die Schüler/innen das Handling beherrschen, sondern dass sie auch in der Lage sind, eine Fehlerabschätzung zu machen. Dies ist notwendig, da die meisten Lehrbetriebe den Umgang mit Titroprozessoren forcieren, die zwar scheinbar ein sehr genaues Analysenergebnis liefern, dieses muss aber stets auf seine Richtigkeit hinterfragt werden.

Dieser Anspruch gilt natürlich für alle anderen Untersuchungsmethoden im gleichen Ausmaß.

Ein weiterer wichtiger Teil der Grundbildung sind physikalisch-chemische Untersuchungsmethoden zur Bestimmung der Dichte, der Viskosität, des Schmelzpunktes usw. Auch hier steigt der apparative Aufwand. Die Schüler/innen müssen und sollen in der Lage sein, diese Geräte zu bedienen, die Werte direkt am Computer abzulesen oder die Werte im Computer einzutragen.

Als unumgänglich sehen die Ausbilder/innen den verantwortungsvollen und sparsamen Umgang mit Chemikalien und Materialien an. Neben dem Personenschutz wird der Umweltschutz und der Spargedanke groß geschrieben.

Über die Grundbildung hinaus geht die Probenvorbereitung und das Bedienen von Analysengeräten mit einem hohen bis sehr hohen finanziellen und technischen Aufwand. Darunter fallen Geräte wie GC, IC, HPLC, AAS oder ICP. Sehr gute Lehrlinge werden bereits am Ende ihrer Lehrzeit auf solche Geräte eingeschult und müssen sie selbstständig bedienen. Hier ist sehr viel Feingefühl und Verständnis für die chemischen und technischen Hintergründe notwendig.

Eine weitere Forderung an Begabte ist die Fähigkeit, Analysenwerte nicht nur zu messen, sondern sie zu interpretieren und sie mittels ansprechenden Diagrammen darzustellen. Sie können dann dazu verwendet werden etwaige Produktionsabläufe zu steuern und zu optimieren.

Es hat sich auch herausgestellt, dass die Lehrbetriebe von der Berufsschule eine Ergänzung der betriebsinternen Ausbildung erhoffen. Das bedeutet, dass Betriebe mit einem anorganischen Schwerpunkt diesen Bereich selbst sehr gut abdecken, aber nicht immer die Möglichkeit haben, die Lehrlinge in den Bereichen Organische Chemie oder Biochemie auszubilden. Hier soll die Berufsschule ansetzen und für eine umfassende Ausbildung sorgen.

Die Frage über zusätzliche Fähigkeiten wurde von den Lehrlingsausbildnern sehr unterschiedlich aufgefasst und lieferte auch ein großes Spektrum an Antworten. Manche Lehrbetriebe wünschen sich zusätzliche Fremdsprachen, andere Qualitäten im sozialen Umgang wie Teamfähigkeit oder Führungsqualitäten.

Alle aber sind sehr bedacht darauf, dass für die Lehrlinge Begriffe wie gutes Benehmen, Höflichkeit, Pünktlichkeit und Ordentlichkeit keine Fremdwörter sind.

Um die Zusammenarbeit zwischen Schule und den Lehrbetrieben zu verbessern, ist eine verstärkte Kommunikation notwendig. Die Lehrlingsausbildner wollen sehr genau über die Leistungen und das Benehmen ihrer Mitarbeiter/innen in der Schule informiert werden.

Großen Anklang finden auch die Schulexkursionen, die den Lehrbetrieben die Möglichkeit bieten, sich vorzustellen und den Lehrlingen Wissen zu vermitteln.

Diese Auflistung an Anforderungen kann aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit erfüllen, da es aus zeitlichen Gründen nicht möglich ist, mit allen Lehrbetrieben und allen dort Verantwortlichen zu sprechen. Außerdem glaube ich, dass ich trotz intensiver Gespräche nicht in der Lage bin, als Einzelperson alle Anforderungen herauszufiltern.

Nichtsdestotrotz bin ich der Meinung, dass die Anforderungen eine klare Tendenz erkennen lassen und somit richtungweisend für mich und die Berufsschule sind.

## **4.2 Verordnung: Chemielabortechnik-Ausbildungsordnung**

Im Folgenden möchte ich auf Teile der Ausbildungsordnung für Chemielabortechnik eingehen. Diese Verordnung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit stellt die rechtliche Grundlage für die Inhalte der Ausbildung und den Ablauf der Lehrabschlussprüfung dar.

Basierend auf dieser Vorlage wird der Rahmenlehrplan und die Landeslehrpläne für den Lehrberuf Chemielabortechnik formuliert.

Noch detailliertere Ausführungen mit Vorgaben über den Zeitpunkt der Unterrichtsinhalte sieht das Berufsbild innerhalb der Verordnung vor.

### **Berufsprofil**

**§ 2.** Durch die Berufsausbildung im Lehrbetrieb und in der Berufsschule soll der ausgebildete Lehrling befähigt werden, die nachfolgenden Tätigkeiten fachgerecht, selbstständig und eigenverantwortlich auszuführen:

1. Technische Unterlagen lesen und anwenden,
2. Arbeitsschritte, Arbeitsmittel und Arbeitsmethoden festlegen,
3. Arbeitsabläufe planen und steuern, Arbeitsergebnisse beurteilen, Qualitätsmanagementsysteme anwenden,
4. Arbeiten unter Berücksichtigung der einschlägigen Sicherheitsvorschriften, Normen, Sicherheitsstandards und Umweltstandards ausführen,
5. Erforderliche Materialien auswählen, beschaffen und überprüfen,
6. Technische Daten über den Arbeitsablauf und die Arbeitsergebnisse erfassen,

7. Versuchs- und Untersuchungsapparate aufbauen und daran arbeiten,
8. Messungen durchführen sowie Rohstoffe und Zwischenprodukte bestimmen,
9. Physikalische, chemische und biologische Prozesse überwachen und steuern,
10. Präparative Tätigkeiten in labor- und halbtechnischem Maßstab durchführen,
11. Berechnungen physikalischer und chemischer Natur durchführen,
12. Kalibrierungen durchführen,
13. Maßnahmen zur chemischen Qualitätssicherung durchführen.

Zusammenfassend kann man bemerken, dass sich die Anforderungen der Wirtschaft mit jenen des Bundesministeriums decken, die Formulierungen der Verordnung jedoch allgemeiner gehalten sind als die der Lehrbetriebe. Übereinstimmend wird der Anspruch an die Lehrlinge gestellt die Fähigkeit zu erlangen, Arbeitsprozesse vom Anfang bis zum Ende selbstständig zu planen, durchzuführen und zu bewerten. Dabei müssen natürlich alle Auflagen (Umweltschutz, Personenschutz,...) berücksichtigt und eingehalten werden.

Eine weitere interessante Übereinstimmung zwischen den gewünschten zusätzlichen Qualifikationen der Wirtschaft und dem allgemeinen Teil des Berufsbildes ist, dass von beiden Seiten folgende Schlüsselqualifikationen gefordert werden: Sozialkompetenz (wie Offenheit, Teamfähigkeit, Konfliktfähigkeit), Selbstkompetenz (wie Selbsteinschätzung, Selbstvertrauen, Eigenständigkeit, Belastbarkeit), Methodenkompetenz (wie Präsentationsfähigkeit, Rhetorik in deutscher Sprache, Verständigungsfähigkeit in den Grundzügen der englischen Sprache) und Kompetenz für das selbstgesteuerte Lernen (wie Bereitschaft, Kenntnis über Methoden, Fähigkeit zur Auswahl geeigneter Medien und Materialien)

## **4.3 Ergebnisse der Schüler/innenbefragung zu den Schulversuchen**

Ich fasste bei der Auswertung der Schüler/innenbefragung die ersten beiden Fragen, die sich mit der Zufriedenheit bzw. der Unzufriedenheit der Schüler/innen beschäftigten, zusammen. Die drei weiteren Fragen, die den Lernzuwachs untersuchen, wurden bei der Auswertung auch gemeinsam betrachtet.

### **4.3.1 Natriumhypochlorit**

Die Bestimmung an Natriumhypochlorit wurde sowohl in der dritten als auch in der zweiten Klasse durchgeführt.

Bei beiden Klassen wurde das selbstständige Arbeiten als positiv empfunden. Wichtige Voraussetzung dafür war die ausführliche und genaue Vorbesprechung. Dadurch hatten die Schüler/innen die Sicherheit, genau die Abläufe zu kennen. Nichtsdestotrotz ist es beim praktischen Arbeiten unter den Schülern zu einer regen Diskussion über Verbesserungsmöglichkeiten gekommen. Der Umstand, dass sich der Lehrer bewusst zurücknimmt ist sowohl erkannt als auch positiv bewertet worden.

Besonders gut gefiel den Schülern/innen die Möglichkeit, die Analysenergebnisse untereinander und mit denen der Firma zu vergleichen. Durch diese Form der Eigenkontrolle konnten die Schüler/innen ihre Arbeitsweise verbessern und kritisch hinterfragen.

Als problematisch empfunden wurde der Umstand, dass die Unterrichtseinheit nicht in einem Guss abgelaufen ist. So fanden zeitliche Abstände zwischen den praktischen und theoretischen Fächern statt. Manche Schüler/innen konnten ihre praktischen Arbeiten aus Zeitmangel nicht am gleichen Tag wiederholen, was zu einer Verfälschung der Ergebnisse führt, da sich das freie Chlor in der Probenlösung abbaut.

### **4.3.2 Seltenerdmetalle**

Die Bestimmung der Gesamtoxidzahl der Seltenen Erden erfolgte nur in der dritten Klasse. Hier standen die Schüler/innen der Bestimmung sehr kritisch gegenüber, was den Lernerfolg angeht. Die Gründe dafür liegen darin, dass die Schüler/innen bereits in der Berufsschule und den Lehrbetrieben eine große Anzahl von gravimetrischen Bestimmungen durchgeführt hatten und durchführen. So war nur die Filtration mittels eines Büchnertrichters und einer Wasserstrahlpumpe für einige Schüler/innen neu.

Nichtsdestotrotz hatten die Schüler/innen das Empfinden besser auf die Lehrabschlussprüfung vorbereitet zu sein. Gründe dafür sind wieder in der guten Rückmeldemöglichkeit der Ergebnisse zu suchen.

Neu war für einen sehr guten Schüler die Rolle des Vortragenden. Er hatte die Aufgabe den Klassenkollegen zu zeigen, wie die Bestimmung durchzuführen ist. Für ihn ergaben sich neue Aspekte und Schwierigkeiten in der Lehrerrolle. Er löste jedoch mit viel Elan und Durchsetzungsvermögen die Probleme.

Allgemein als positiv empfunden wurde die Möglichkeit, mit neuen Medien ein Thema selbstständig zu bearbeiten.

## **4.4 Persönliche Beobachtungen und Einschätzungen**

### **Unterrichtsform**

Für mich überraschend ist, dass eigentlich nur rund die Hälfte der Schüler/innen es wahrnehmen und positiv empfinden, wenn man von einem eher Lehrer bezogenen Unterricht auf einen Schüler/innenzentrierten Unterricht umschaltet. Hier zeigte sich für mich, dass einige Schüler/innen diese Formen des eigenverantwortlichen Lernens sehr genießen und daraus ihre Vorteile ziehen, andere hingegen können mit diesen Freiheiten im Unterricht nicht so gut umgehen. Beispielhaft möchte ich den Laborunterricht des sehr guten Schülers erwähnen, der die Bestimmung von Seltenerdenmetallen zeigte. Mir gefiel sein Einsatz sehr gut, für andere war es die Gelegenheit sich vom Unterricht zu verabschieden.

Ich glaube die Schwierigkeiten, die sich aus sehr offenen und freien Unterrichtsformen ergeben, haben den Ursprung in zwei Tatsachen. Einerseits sind es die Schüler/innen trotz oder gerade wegen ihrer neunjährigen Schulausbildung

nicht gewohnt einverantwortlich zu arbeiten. Sehr viele Schüler/innen kommen nur mit Frontalunterricht in Kontakt.

Andererseits verlangt ein offener Unterricht ein hohes Maß an Selbstorganisation und die Fähigkeit, die wesentlichen Aspekte zu erfassen und zusammenzufügen. Was für die größere Zahl der Schüler/innen eine große bzw. zu große Herausforderung darstellt.

Nichtsdestotrotz glaube ich, dass dieser Weg der richtige ist, wenn man von einem sturen Auswendiglernen und einem reinem Anwenden weg kommen will.

Ich stehe mit dieser Forderung nicht alleine da. Um in der Wirtschaft nach der Lehre als Chemielabortechniker/in Fuß zu fassen ist es notwendig, selbstständig und eigenverantwortlich zu arbeiten. Mitarbeiter/innen, die keine Aufgaben ohne ständige Hilfe erfüllen können, werden als Belastung empfunden.

### Lernzuwachs

Neben dem selbstständigen und eigenverantwortlichen Arbeiten möchte ich auf die Verständnistiefe und den Lernzuwachs eingehen. Mein Eindruck war, dass alle Schüler/innen am Ende der Einheit Natriumhypochlorit bestimmen konnten und wussten, wie eine Maßanalytische Bestimmung abläuft. Im Gegensatz dazu verstanden nur rund die Hälfte der Schüler/innen die Theorie (Redoxreaktionen, Iodometrische Bestimmung,...) im vollen Ausmaß. Auch bei der Berechnung der Ergebnisse hat sich einerseits gezeigt, dass die meisten Schüler/innen in der Lage sind, bei vorgegebenen Formeln und Faktoren das Ergebnis zu bestimmen. Andererseits sind nur rund 50% der Schüler/innen fähig alleine die Faktoren aus den Reaktionsgleichungen abzuleiten. Leider fehlt mir eine vor dieser Einheit durchgeführte Lernzielkontrolle zu diesem Thema, die mir genauere Ergebnisse zum Lernzuwachs liefern würde.

Aus diesen unterschiedlichen Verständnistiefen lässt sich für mich aber nicht direkt eine Note ableiten, weil man noch den individuellen Lernzuwachs berücksichtigen muss. Nicht jede/r Schüler/in hat die gleiche Vorbildung und nicht die gleiche Unterstützung im Lehrbetrieb. Dadurch sind absolut erbrachte Leistungen natürlich auch relativ zu den Voraussetzungen zu sehen. Dadurch ergibt sich für den Lehrer die Anforderung in einer Einheit verschiedene Schwierigkeitsstufen anzubieten. Ich bin in der glücklichen Lage nur jeweils rund 11 Schüler/innen pro Klasse zu unterrichten und muss auch nicht in vielen verschiedenen Klassen unterrichten. Dadurch ist es für mich leichter den Überblick zu bewahren und kann mir ein Bild von jedem Lehrling machen, ob es mir immer glückt ist eine andere Frage.

Prinzipiell kann ich aber sagen, dass es notwendig ist von allen Schülern das Erreichen der Lehrinhalte der Grundbildung zu verlangen, um den Schülern die Möglichkeit zu bieten, bei einem Ausscheiden aus dem eigenem Lehrbetrieb wo anders Fuß fassen zu können.



## 5 DISKUSSION/INTERPRETATION/AUSBLICK

Die Auswahl der Schulversuche ist im heutigen Schuljahr unter großem zeitlichen Druck erfolgt.

Gründe dafür sind sowohl privater Natur (Hausbau) als auch in einer großen Anzahl an beruflichen Veränderungen und Herausforderungen zu sehen. So ist es im Schuljahr 2006/07 zur Einführung des Lehrberufes Schädlingsbekämpfer an der Berufsschule (Bundesberufsschule) gekommen. Meine Aufgabe war es, den Landeslehrplan basierend auf dem Rahmenlehrplan zu verfassen und die chemische Ausbildung zu organisieren.

Weiters ist es zur Einführung des Doppellehrberufes Chemielabortechniker-Chemieverfahrenstechniker gekommen. Auch hier galt es Landeslehrpläne zu formulieren und die Berufsschule sowohl organisatorisch wie auch fachlich vorzubereiten.

Aus meiner persönlichen Sicht und aus der Sicht der Leitung geht der Regelunterricht und die organisatorischen Tätigkeiten der Berufsschule vor zusätzlichem Projektunterricht.

Diese Umstände sind zwar sehr bedauerlich, weil das MNI-Projekt dem Schuljahr wieder die Krone aufsetzen sollte, aber Produkt von teilweise unvorhersehbaren Aufgaben.

Obwohl ich nicht alle Ziele meines Projektes aus zeitlichen Gründen erreichte (Lehrabschlussprüfungskatalog), empfinde ich keine Wehmut wenn ich auf das Projektjahr zurückblicke. Warum ist das so?

Einerseits neige ich sicher dazu, mir mehr vorzunehmen, als ich dann wirklich umsetzen kann, andererseits merke ich, dass ich mir über viele Schwächen und Stärken meines Unterrichts bewusst wurde. Durch die Verfassung des Projektberichtes ist man zu einer nochmaligen und gründlichen Reflexion des eigenen Unterrichts angehalten. Die Betrachtung des Unterrichts erfolgt aber nicht nur aus der Betrachtungsweise des Lehrers, sondern man gewinnt Einblick in die Wahrnehmungsweise der Schüler/innen.

Ein wichtiger Aspekt meines Projektes war das selbstständige und eigenverantwortliche Arbeiten. Hier zeigte sich, dass es eine große Bandbreite bei den Lehrlingen gibt. Die Unterschiede ergeben sich aus den unterschiedlichen Vorbildungen und auch aus dem Alter der Lehrlinge. Ziel der Ausbildung an der Berufsschule kann es nur sein, dass die Auszubildenden die Fähigkeit erlangen, gestellte Aufgaben selbstständig zu erfüllen, was nicht im Gegensatz, sondern als Ergänzung zur Teamfähigkeit zu sehen ist. Diese Forderung ist ein klarer Anspruch, den die Wirtschaft an Mitarbeiter/innen stellt.

Die Ausbildungsordnung Chemielabortechnik und die Wirtschaft verlangen von den Lehrlingen auf die Qualitätssicherung, den Umwelt- und Personenschutz zu achten. Ich glaube, mit den durchgeführten Analysen einen Beitrag zu einer Ausbildung in diesen Bereichen geliefert zu haben. Erwähnen möchte ich dabei die verbesserte Rückmeldemöglichkeit für die Schüler/innen, die aufgrund der genauen Analysenwerte aus der Wirtschaft auf ihre eigene Arbeit rückschließen können.

Im Rahmen dieses Projektes beschäftigte ich mich auch mit dem Thema Verständnistiefe. Es zeigte sich wieder, dass es wichtig ist, passende Versuche richtig auf- und vorbereitet in der richtigen Schulstufe zu bringen. Ein und die selbe Analyse kann eine Über- bzw. Unterforderung einer Schulklasse oder einzelner Schüler/innen bedeuten. Es ist daher wichtig, unterschiedlich schwierige Aufgaben zu einem Thema zu stellen. Es reicht nicht nur gute Schüler/innen als Hilfslehrer zu beschäftigen, sondern man soll sie auch fachlich fordern.

Wichtig ist es eine Grundbildung als Berufsschule sicher zu stellen. Damit kann man Mindeststandards in der Ausbildung von Lehrlingen definieren und einfordern. Wenn man diese Anforderung der Wirtschaft erfüllt, können sich Lehrlinge von - auf Geräten angelernten - Hilfskräften unterscheiden und durch ihr Hintergrundwissen durchsetzen.

Dazu ist es aber auch notwendig, dass man mit der Ausstattung der Schule nicht hinter den Lehrbetrieben nachhinkt. Hier hat die Berufsschule in manchen Bereichen Aufholbedarf. Man darf aber nicht auf die optimale Ausnützung und Anpassung der vorhandenen Gerätschaft vergessen.

Ein Ziel für die Zukunft ist es, die Beziehungen zu den Lehrbetrieben aufrecht zu erhalten und weiterhin im Diskurs zu bleiben. Der Stellenwert der Gespräche kann auch durch den Umstand erahnt werden, dass sich die Laborleiter/ Lehrlingsausbilder Zeit nahmen und ausführlich über die Ausbildung im Betrieb sowie Ihre Ansprüche an die Berufsschule sprachen.

Man darf dabei aber nicht vergessen, dass man jeweils nur einen Teil der Betriebe und der Ausbilder erreichen kann, die jeweils andere Vorstellungen von Lehrlingen haben. Dadurch ist der Rahmenlehrplan und andere gesetzlich Vorgaben nicht als Bürde sondern als Rückhalt und Leitfaden zu sehen, die es gilt mit Leben (aktuelle Beispiele) zu füllen.

# 6 ANHANG

## 6.1 Bestimmung von Seltenen Erden

### Grundlage:

Eine metallische Probe die aus einer Mischung Seltener Erden (La, Ce, Nd, Pr) besteht, wird aufgeschlossen und gravimetrisch als Oxid bestimmt.

### Geräte:

Kühlbecken,  
pH-Papier, Faltenfilter, Blaubandfilter  
Büchnertrichter, Saugflasche,  
Porzellantiegel  
Muffelofen

### Reagenzien:

Salzsäure, 32%  
Wasserstoffperoxid, 3%  
Ammoniak 12%  
Oxalsäure

Als Chemikalien sind nur solche des Reinheitsgrades „zur Analyse“ zu verwenden. Das Wasser muss vollentsalzt sein.

### Aufschluss:

5,0000g Probe (SE Mischmetall) werden in einem 500ml Messkolben eingewogen, mit ca. 20ml Wasser versetzt und portionsweise mit 25ml konzentrierter Salzsäure vorsichtig gelöst; nach Beendigung des Lösevorgangs mit einigen Tropfen  $H_2O_2$  3%ig versetzen, das  $H_2O_2$  anschließend verkochen und nach dem Erkalten im Kühlbecken zur Marke auffüllen.

Wenn man eine Trübung der Lösung feststellt, die durch Kieselsäure oder freien Kohlenstoff entstehen kann, muss man durch einen Faltenfilter abfiltrieren.

### Durchführung:

Von der klaren Lösung werden 50ml (= 0,5g Probe = Einwaage = EW) in ein hohes 400ml Becherglas pipettiert und mit Wasser auf 250ml verdünnt.

Der pH-Wert wird wenn notwendig mit Ammoniak auf ca. pH 2 eingestellt. Die Lösung wird zum Sieden erhitzt und durch eine umgekehrte Fällung mit ca. 60g

kaltgesättigter Oxalsäurelösung (ebenfalls zum Sieden erhitzt) in einem 600ml Becherglas gefällt.

Nach erfolgter Fällung lässt man die Fällung ca. eine Stunde absitzen und abkühlen (Kühlbecken). Die Seltenerd-Oxalate werden quantitativ über einen Blaubandfilter abfiltriert. Zur Beschleunigung der Filtration verwendet man Büchnertrichter (Blaubandfilter einlegen), die über eine Saugflasche mit einer Wasserstrahlpumpe verbunden sind.

Den Niederschlag mit wenig Wasser (50ml) nachwaschen und in einen gewogenen Porzellan-Tiegel überführen. Nach dem Trocknen (Trockenschrank oder Heizplatte) wird der Niederschlag in einem Muffelofen bei 950 °C zu Oxiden geglüht.

Nach dem Abkühlen wird der Tiegel + Inhalt gewogen und das vorher ermittelte Leergewicht abgezogen (Auswage).

### **Berechnung:**

Die Auswage (AW) besteht aus Se-Oxiden. Die Umrechnungsfaktoren auf die Seltenerdmetalle sind in nachfolgender Tabelle angegeben.

La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /La	0,8525
CeO <sub>2</sub> /Ce	0,814
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Nd	0,8575
Pr <sub>6</sub> O <sub>11</sub> /Pr	0,8275

Durch die Gravimetrische Bestimmung ist das Verhältnis der SE-Metalle zueinander nicht bekannt. Diese Verteilung erhält man über eine Bestimmung am ICP. Da die Summe der ermittelten Werte am ICP nicht 100% ergibt, aber von 100% SE ausgegangen werden kann, werden diese Werte auf 100% korrigiert und mit den Umrechnungsfaktoren Seltenerdoxide/Seltenerdmetall multipliziert.

Die Summe dieser Werte ergibt den neuen Umrechnungsfaktor (UF), der sowohl die Verteilung wie Seltenerdmetalle wie auch die Zusammensetzung der Oxide berücksichtigt.

$$\%SE = \frac{AW * UF * 100}{EW}$$

## 6.2 Bestimmung des Chlorgehalts einer Natriumhypochloritlösung

### Grundlage:

Die Prüfanweisung beschreibt die jodometrische Bestimmung von freiem Chlor (=Aktivchlor) in Natriumhypochlorit-Lösung.

Die Iodometrie stellt eine vielseitige maßanalytische Methode dar. Diese Vielseitigkeit beruht auf der oxidierenden Wirkung des Iods einerseits, zum anderen auf der reduzierenden Wirkung der Iodidionen.

In unserem Fall wird das Reduktionsmittel Chlor mit angesäuerter Kaliumiodidlösung im Überschuss reduziert. Das dabei entstandene Iod wird dann mit dem Reduktionsmittel Natriumthiosulfat bestimmt.

### Geräte:

Automatikbürette oder Glasbürette

Analysenwaage (+/- 0,1mg)

Transferpette, Nennvolumen 200µl

Übliches Laborgerät

### Chemikalien:

Kaliumjodid, KJ

Schwefelsäure 98%, Dichte 1,84 g/ml

Schwefelsäure ~10%; 100g konzentrierte Schwefelsäure in 900ml Wasser lösen, vermischen und abkühlen lassen;

Natriumthiosulfat,  $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,1 \text{ mol/l}$ , z.B.: Fixanal, zur Herstellung von volumetrischen Lösungen Best.Nr: 38200, Riedel-de HAEN; den Ampulleninhalt laut Gebrauchsanweisung in den Messkolben überführen und mit Wasser auf 1000ml auffüllen;

Stärkelösung, 3g lösliche Stärke werden mit wenig kaltem Wasser in einer Reibschale solange verrieben bis ein Brei gleichmäßiger Konsistenz entsteht. Diesen Brei gibt man zu 600ml siedendem Wasser und kocht einige Minuten weiter. Nach dem Abkühlen wird dekantiert. Um den Bakterien- und Pilzbefall zu verhindern, kann man einige ml Quecksilber(II)-iodidlösung dazugeben.

Als Chemikalien sind nur solche des Reinheitsgrades „zur Analyse“ zu verwenden. Das Wasser muss vollentsalzt sein.

### Durchführung:

In einem Erlenmeyerkolben werden 1g KJ in 40ml Wasser gelöst und mit 10ml Schwefelsäure 10% versetzt. Zu dieser Lösung werden 0,2g (+/- 0,1mg) Natriumhypochloritlösung z.B. mit einer Transferpette oder einer kleinen Pipette hinzugefügt.

Das sich gebildete Jod wird mit der Natriumthiosulfatlösung zuerst auf hellgelb titriert. Nach Zugabe einiger ml Stärkelösung wird auf farblos zu Ende titriert.

### **Berechnung:**

$$w = \frac{V * UF * \rho}{EW}$$

w = g Chlor/l

V = Verbrauch in ml

UF = Umrechnungsfaktor = 3,5453g/l (Molekulargewicht Cl \*0,1)

$\rho$  = Dichte der Natriumhypochloritlösung in g/ml

EW = Einwaage in g

Die Dichte der Natriumhypochloritlösung kann mit einem Pyknometer oder einer Spindel bestimmt werden.

### **Abkürzungen:**

ICP : Induktiv gekoppeltes Plasma

AAS : Atomabsorptionsspektroskopie

GC : Gaschromatographie

HPLC : Hochleistungsflüssigkeitschromatographie

La : Lanthan

Ce : Cer (Element)

Nd : Neodym (Element)

Pr : Praseodym (Element)