

PROJEKT SALZ

EXEMPLARISCHE UMSETZUNG DES GBKS UND DES NEUEN CHEMIELEHRPLANS

Mag. Erich Kerzendorfer
BG und BRG St.Pölten, Josefsstraße 84

St.Pölten, 2004

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|---|----------|
| ABSTRACT | 4 |
| | |
| 1 ZIELE UND MOTIVATION..... | 4 |
| 1.1 Übergeordnete Ziele der Innovation..... | 4 |
| 1.2 Ziele des Unterrichtskonzepts „SALZ“ | 5 |
| 1.3 Inhalte – WAS soll vermittelt werden und WARUM? | 6 |
| 1.3.1 Ionenbindung, Salzeigenschaften und Benennung | 6 |
| 1.3.2 Wirtschaftlich und ökologisch wichtige Salze | 6 |
| 1.3.3 Lehrplanbezug | 6 |
| 1.3.4 WARUM eignet sich das Thema SALZ so besonders? | 7 |
| 1.3.5 WIE sollen die Ziele umgesetzt werden? | 7 |
| | |
| 2 PROJEKTDURCHFÜHRUNG | 9 |
| 2.1 Projektplanung und Vorbereitung..... | 9 |
| 2.1.1 Schulische Voraussetzungen am Gymnasium St.Pölten | 9 |
| 2.1.2 Projektwoche | 10 |
| 2.2 Vorbereitende Unterrichtsarbeit | 11 |
| 2.2.1 Grundlagen | 11 |
| 2.2.2 Gemenge und Trennverfahren | 11 |
| 2.2.3 Atombau und Ionenbindung | 12 |
| 2.2.4 Gruppenthemen | 14 |
| 2.3 Projektdurchführung..... | 17 |
| 2.3.1 Reisebewegungen | 17 |
| 2.3.2 Quartier | 17 |
| 2.3.3 Wanderungen und Höhlenbesuche..... | 18 |
| 2.3.4 Salzwelten und Museum Hallstatt | 19 |
| 2.3.5 Saline Ebensee | 21 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 2.3.6 | Sodaerzeugung im Solvay-Werk Ebensee..... | 22 |
| 2.3.7 | Zeitgeschichtemuseum und KZ-Gedenkstätte Ebensee | 22 |
| 2.3.8 | Feedback | 23 |
| 2.3.9 | Abendgestaltung und Freizeit | 23 |
| 2.4 | Evaluation | 24 |
| 2.4.1 | Schülerfragebögen..... | 24 |
| 2.4.2 | Begleiterbericht | 25 |
| 2.4.3 | Elternabend und Projektpräsentation | 27 |
| 3 | DISKUSSION UND ZUSAMMENFASSUNG..... | 28 |
| 3.1 | Lehrplankonformität | 28 |
| 3.2 | Realisierungstiefe | 28 |
| 3.3 | Kritik..... | 31 |
| 3.4 | Zusammenfassung | 31 |
| 4 | LITERATUR..... | 32 |
| 5 | ANHANG | 33 |
| 5.1 | Lernzielkatalog zum Thema Salz | 33 |
| 5.1.1 | Ionenbindung, Salzeigenschaften und Benennung..... | 33 |
| 5.1.2 | Kochsalz und Soda | 34 |
| 5.2 | Zeitplan | 35 |
| 5.3 | Fragebogen zur Themenwanderung..... | 36 |
| 5.4 | Arbeitsaufträge für die Saline..... | 37 |
| 5.5 | Arbeitsaufträge für die Solvay – Werke..... | 38 |

ABSTRACT

SALZ – ein Begriff mit dem jede Schülerin, jeder Schüler schon konfrontiert war. Ein Projekt zu diesem Themenkomplex bietet ausgehend von den nahe liegenden Alltagsbezügen vielfältige Möglichkeiten der Umsetzung der inhaltlichen und methodischen Leitlinien des neuen Chemie – Lehrplans bzw. des IMST² – S1 – Grundbildungskonzeptes für das Fach Chemie. Der fächerübergreifende Ansatz mit dem Fach Geschichte und die Möglichkeit, das Thema Salz hautnah in Form von Exkursionen oder - noch besser - einer Projektwoche vor Ort zu erarbeiten und zu erleben, ermöglichen einen breiten Spielraum bei der konkreten Umsetzung. Der vorliegende Projektbericht kann einerseits eine Hilfestellung für die Umsetzung eines ähnlichen Projektes sein, soll aber auch dazu anregen, die vorliegende erprobte und bewährte Konzeption auf eigene Projektideen zu übertragen.

1 ZIELE UND MOTIVATION

Die vorliegende Innovation aus dem Bereich des projektorientierten Lehrens und Lernens im Chemieunterricht begründet ihre Motivation in zwei Bereichen. Sie soll einen Beitrag zur Kreation einer Handreichung zur Arbeit mit dem neuen Chemielehrplan für die Oberstufe liefern und darüber hinaus zeigen, wie die Teile des IMST² - Grundbildungskonzeptes, die nicht in den Lehrplan eingeflossen sind, bei der Unterrichtsplanung berücksichtigt werden können. Für die konkrete Realisierung des Projektes an möglichst vielen Schulstandorten unter unterschiedlichsten Voraussetzungen sollen Vorschläge für eine minimale und maximale Realisierung ausgearbeitet werden.

Das Projekt wurde mit fünften Klassen des naturwissenschaftlichen RG am BG und BRG St.Pölten in Form einer Projektwoche bereits fünf Mal abgewickelt und konnte durch die dabei gewonnenen praktischen Erfahrungen sukzessive angepasst und optimiert werden.

1.1 Übergeordnete Ziele der Innovation

Handreichung zur Arbeit mit dem neuen Chemielehrplan der AHS - Oberstufe

Der neue Chemielehrplan für die AHS - Oberstufe ist von der Betonung der Bildungs- und Lehraufgabe des Chemieunterrichts, der Formulierung didaktischer Grundsätze und einer zielorientierten Lehrstoffbeschreibung geprägt. Die vorliegende Dokumentation soll an einem konkreten Themenkomplex zeigen, wie diese Vorgaben in Form eines Projektes bzw. von Projekttagen realisiert werden können.

Ganz konkret soll am Beispiel des Themas „SALZ“ gezeigt werden, wie die Lehrplanvorgaben für den Bereich Ionenbindung und Salze sowie Rohstoffe und Stoffumwandlungen unter Berücksichtigung der methodischen und didaktischen Richtlinien des Lehrplans in der Praxis umgesetzt werden können.

1.2 Ziele des Unterrichtskonzepts „SALZ“

In der Planungsphase und bei der Auswahl der Inhalte wurden die inhaltlichen und methodischen Leitlinien des GBK's berücksichtigt, die sich in etwas abgewandelter Form auch im neuen Chemielehrplan wieder finden.

Kulturelles Erbe

Gerade das Thema Salz und die Entwicklung des Salzabbaus im Raum Hallstatt von der Bronzezeit bis in die Gegenwart bieten eine breite Palette von Möglichkeiten, die daraus resultierenden zivilisatorischen und kulturellen Errungenschaften und die Bedeutung der Chemie zu beleuchten. Verstärkt wird dies durch den fächerübergreifenden Charakter des Projekts, der vor allem in der intensiven Zusammenarbeit mit den Fächern Geschichte sowie Geographie und Wirtschaftskunde in der Vorbereitung und der Durchführungsphase manifest wird.

Alltagsbewältigung

SchülerInnen kommen sehr frühzeitig mit „Salz“ in Berührung, wobei natürlich vor allem das Kochsalz im Vordergrund steht. Das Thema „Salz“ bietet eine Vielzahl von Anknüpfungspunkten zur Alltagswelt der Schüler. Von Salz in der Ernährung über Streusalz bis hin zu bekannten, wirtschaftlich wichtigen Salzen seien hier nur die wichtigsten Bereiche genannt. Die Projektarbeit bietet für die Teilnehmer die Möglichkeit, sich auch praktisch mit dem Thema auseinander zu setzen und auch viel für den Umgang mit dem eigenen Körper zu lernen.

Gesellschaftsrelevanz

Die Kontroverse zwischen Ökologie und Ökonomie kann z.B. im Bereich der Salzstreuung oder der Einleitung von Produktionsabfällen in Gewässer und die daraus resultierenden Folgen aufgezeigt und unter Einbeziehung der Spezialisten vor Ort diskutiert werden. Konkret erfolgt dies anhand der Abfallprodukte der Solereinigung in der Saline und der Soda – Erzeugung. Die gesellschaftliche Relevanz von Entscheidungen, die auf naturwissenschaftlichen Fakten beruhen, kann hier an sehr konkreten Beispielen vor Ort eingesehen werden. Sie bieten ein vielfältiges Übungsfeld für die Vorbereitung auf Entscheidungsfähigkeit im gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Bereich sowie den dazu notwendigen rational begründeten Entscheidungen und Handlungen.

Berufliche Orientierung und Studierfähigkeit

Die Betriebsbesuche in Saline, Salzbergwerk und vor allem in den Solvay – Werken bieten einen vielfältigen Einblick in verschiedene Berufsfelder im naturwissenschaftlich technischen Bereich.

Natürlich bietet der projektorientierte Ansatz auch beste Voraussetzungen für die Umsetzung der **methodischen Leitlinien** im Chemie – Lehrplan bzw. dem GBK. Diese werden später bei der konkreten Umsetzung des Projektes und den einzelnen Planungs- und Durchführungsphasen konkretisiert.

1.3 Inhalte – WAS soll vermittelt werden und WARUM?

Die unten stehende Auflistung der konkreten Inhalte ist natürlich sehr eng mit der praktischen Projektdurchführung verzahnt und spricht besonders die wichtigen „Projektsalze“ Natriumchlorid, Natriumcarbonat und Natriumhydrogencarbonat sowie Calciumcarbonat in ihren verschiedenen Erscheinungsformen an. Die Inhalte können bei einer Variation des Projektablaufes leicht an die geänderten Rahmenbedingungen angepasst werden.

1.3.1 Ionenbindung, Salzeigenschaften und Benennung

- Ionisierung und Ionen, Ionisierungsenergie, Ionenradien, Verlauf im PSE
- Ionenbindung: Entstehung von Ionen(ver)bindungen, Ionengitter
- Energetische Abläufe bei der Bildung von Salzen
- Gitterstruktur und Eigenschaften von Salzen
- Benennung von Salzen als leicht erlernbares Beispiel für die chemische Formelsprache
- Lösungsvorgänge und Lösungsgleichgewichte, Löslichkeitsprodukt
- Elektrolyse von Salzlösungen

1.3.2 Wirtschaftlich und ökologisch wichtige Salze

- Steinsalz – das weiße Gold
- Entstehung und Ausbeutung von Salzlagerstätten
- (Prae-)Historische Abbaumethoden (Hallstatt-Zeit)
- Salzverarbeitung: Fördermethoden, Saline, Produkte aus Steinsalz, Streusalz
- Folgeprodukte von Sole: Solvay - Verfahren und Soda, Chlor-Alkali-Elektrolyse
- Kalk als gebirgsbildendes Mineral, Kalkalpen, Karsterscheinungen
- Erosion von Kalk, Wasserhärte, Wasserinhaltsstoffe, Kesselstein
- Kalk als Bau- und Füllstoff, Kalkkreislauf
- Salze und Mineralstoffe in Ernährung, Düngung und Stoffwechsel

Aus den oben genannten Inhalten wird ein schülerzentrierter Lernzielkatalog abgeleitet und erstellt, der die zu erreichenden Inhalte aus Schülersicht formuliert enthält. Die Schülerinnen und Schüler können damit nach jeder Projektphase einfach überprüfen, ob sie effizient gearbeitet haben, sich ausreichend mit den Projektthemen identifiziert haben und in welchem Ausmaß sie die Projektziele erreicht haben. Diese Transformation der Inhaltsvorgaben in konkrete operationalisierbare Lernziele für die SchülerInnen bietet in der Folge auch großen Nutzen in der Leistungsbeurteilung.

Der Lernzielkatalog ist im Anhang 5.1 exemplarisch vorgestellt.

1.3.3 Lehrplanbezug

Das Thema Ionenbindung und Salze bietet in vielen Bereichen Anknüpfungspunkte zum neuen Chemielehrplan:

Strukturen und Modellbildung

Die Entstehung von Ionen und die Bildung von Ionengittern eignen sich besonders gut, den SchülerInnen Einsicht in die Entwicklung chemiespezifischer Modellvorstellungen zu bieten und durch Kombination von Hypothesenbildung und experimenteller Überprüfung Verständnis für die Zusammenhänge von Strukturen und Eigenschaften der Stoffe zu gewinnen. Außerdem bietet sich die Möglichkeit des Erlernens der chemischen Fachsprache.

Rohstoffe, Synthesen und Kreisläufe

Die Entstehung, Gewinnung und Verwendung der wichtigen Salze (NaCl, Kalk etc.) ermöglicht den Erwerb grundlegender Kenntnisse von Funktion und Vernetzung natürlicher und anthropogener Stoffkreisläufe, die Entwicklung von Verantwortung für den nachhaltigen Umgang mit materiellen und energetischen Ressourcen (unter Berücksichtigung regionaler und europäischer Besonderheiten) sowie die Umwandlung von Naturprodukten und die Synthese von neuen Stoffen mit ausgesuchten Eigenschaften.

Auch im Bereich **CHEMIE und Leben** ergeben sich viele Anknüpfungspunkte wie z.B. die physiologische Bedeutung von Kochsalz und anderen Mineralstoffen, Salze in der Ernährung und Konservierung, Pflanzenwachstum und Düngemittel.

Auch bei den wichtigsten Partnerfächern Geschichte und Geographie ergeben sich vielfältige Lehrplanbezüge.

1.3.4 WARUM eignet sich das Thema SALZ so besonders?

Das Thema „Salz“ bietet sich aus verschiedensten Gründen für ein fächerübergreifendes Unterrichtskonzept an:

- Historische und wirtschaftliche Bedeutung der Salzgewinnung in Österreich
- Optimale Eignung für die Umsetzung des Stoff-Teilchen und des Struktur - Eigenschafts – Konzepts
- Vielfältige Anknüpfungspunkte zu den Lehrplaninhalten (siehe 1.3.3.)
- Die Stoffklasse der Salze bietet eine große Bandbreite an Anknüpfungspunkten zur Alltagswelt der SchülerInnen (Salz in der Ernährung, Streusalz, Wasserenthärtung)
- Mannigfaltige fächerübergreifende Aspekte zu BU, PH aber auch GWK, GS
- Besondere Eignung für die Umsetzung von Methodenvielfalt und Projektunterricht

1.3.5 WIE sollen die Ziele umgesetzt werden?

An Voraussetzungen der Schüler/innen anknüpfen

Gerade im Bereich der Salze bestehen viele Erfahrungen der SchülerInnen. In der Ernährung kommen sie früh mit Salz(en) in Berührung:

- Salzen von Speisen (Suppe, Ei etc.)
- Salz auf Gebäck und Knabbergebäck

- Salze zur Konservierung von Lebensmitteln
- Salz im Schweiß

Aber auch die Problematik der Auftausalze und der Salzgehalt von Wasser (hartes Wasser, Wasserenthärtung, Kesselstein) bieten günstige Anknüpfungsmöglichkeiten, was den Einstieg in das Thema sehr erleichtert.

An authentischen Problemen und anwendungsbezogen lernen

Hier eignet sich ein Schülerversuch zur Gewinnung von Kochsalz aus echtem Haselgebirge. Dabei können verschiedene Trennmethoden erprobt werden, aber auch bis hin zur Analyse der Begleitmaterialien komplexere Fragestellungen eingebracht werden.

In Zusammenarbeit mit BU kann ein Projekt zur Problematik von zu viel Salz in der Ernährung gestaltet werden und z.B. der Salzgehalt verschiedener Nahrungsmittel (Chips, Erdnüsse etc.) bestimmt werden. Auch die Bestimmung von Streusalz in Schnee- oder Bodenproben bzw. Analysen der Wasserhärte eignen sich sehr.

Im Durchführungsteil werden Vorschläge für Experimenten vorgestellt, die auf die unterschiedliche Vorbildung der SchülerInnen und die Laborausstattung Rücksicht nehmen und damit eine große Bandbreite der Realisierung zulassen.

Erfahrungsgeleitet lernen - In sozialem Umfeld lernen

Diese Leitlinie kann mit den oben angesprochenen Schülerexperimenten bzw. projektorientiertem, fächerverbindendem Unterricht ideal umgesetzt werden. Besondere Möglichkeiten und Perspektiven bietet aber eine Projektwoche im Salzkammergut (Obertraun – Hallstatt) das **Projekt „SALZ“**, das in der Folge detailliert vorgestellt werden soll.

Die Erfahrung mit dem Projekt zeigt, dass durch die Loslösung vom gewohnten schulischen Alltag und die Verlagerung der Unterrichtsarbeit ins Herzen der „Salzwelten“ um Hallstatt eine völlig neue Dimension des Lernens erreicht werden kann. Daneben haben verschiedene Gruppenbildungen und das intensive Zusammensein der SchülerInnen auch positive Auswirkungen auf die Sozialstruktur der Klasse.

Wissen in verschiedenen Kontexten anwenden lernen

Gerade das Thema Salze ermöglicht eine sehr breit gefächerte Anwendung des erworbenen Wissens. So sind viele fächerübergreifende Ansätze denkbar, bzw. kann das Gelernte durch Ausweitung auf Bereiche wie ionische Wasserinhaltsstoffe und Wasseranalysen bzw. Salze im Alltag gefestigt werden.

Für die Thematik der Salze gibt es bereits verschiedene e-Learning – Applikationen auf dem Markt bzw. im Internet, sowie Programme zur visuellen Darstellung von Kristallgittern bzw. zum computerunterstützten Erlernen der Salznomenklatur, die in der Folge vorgestellt werden sollen.

2 PROJEKTDURCHFÜHRUNG

2.1 Projektplanung und Vorbereitung

2.1.1 Schulische Voraussetzungen am Gymnasium St.Pölten

Am BG und BRG St.Pölten haben sich in den letzten Jahren mehrere Schulzweige etabliert. Neben dem klassischen Gymnasium und Realgymnasium sind das ein Sportzweig, sowie ein **naturwissenschaftlicher Zweig**. Letzterer setzt auf eine vertiefende Ausbildung im mathematisch – naturwissenschaftlichen Bereich und forciert Laborübungen aus Physik, Chemie und Biologie sowie die Durchführung von Projektwochen von der 4. bis zur 7.Klasse.

Naturwissenschaftlich interessierte Schülerinnen und Schüler können sich am Ende der zweiten Klasse für den naturwissenschaftlichen Zweig entscheiden. In der dritten und vierten Klasse erhalten sie eine verstärkte Grundausbildung in den typenbildenden Fächern, wozu auch bereits jeweils vier Wochenstunden Laborunterricht (3.Klasse: je 2h Physik und Biologie, 4.Klasse: je 2h Physik und Chemie) gehören.

Beim Übertritt in die Oberstufe bleibt der Klassenverband weitgehend erhalten. Die Ausbildung in den naturwissenschaftlichen Fächern wird auch weiterhin durch einen Laborunterricht begleitet. Zusätzlich wird die Informatik vermehrt eingesetzt, der anwendungsorientierte Charakter steht hier natürlich im Vordergrund. Eine der naturwissenschaftlichen Klassen wird derzeit als Notebookklasse geführt.

Die **Studentafeln** des naturwissenschaftlichen RG am BG und BRG St.Pölten und nähere Informationen zur Konzeption des Zweiges finden sich auf unserer Schulhomepage www.bgstpoelten.ac.at, bzw. im IMST² – S4 – Bericht „nwRG - Naturwissenschaftliches Realgymnasium – Evaluation“ auf der IMST-Homepage unter <http://imst.uni-klu.ac.at/innovationen/index3.php?back=true&id=240>

Projekteinteilung am nwRG St.Pölten:

- 4.Klasse (US): Projektwoche Ottenstein (fächerübergreifend PH, CH, BU)
- 5.Klasse (OS): Projekt „SALZ“
- 6.Klasse (OS): Projektwoche Linz – München
- 7.Klasse (OS): Ökologische Projektwoche z.B. im Seewinkel

Die Durchführung des Projektes „Salz“ bereits in der 5.Klasse basiert natürlich auf den speziellen Verhältnissen im autonomen Zweig des nwRG. Der verstärkte Unterricht in der Unterstufe und das Chemielabor in der 4.Klasse bieten eine solide naturwissenschaftliche Basis. Das Fach CHEMIE, welches für das Projekt eine zentrale Stellung einnimmt, wird im nwRG bereits in der 5.Klasse unterrichtet (durchgehend von der 3.Klasse US bis zur 8.Klasse OS). Die Projektinhalte passen aber auch sehr gut zu den jeweiligen Lehrplanthemen der Partnerfächer GS und GWK.

In Schulen ohne naturwissenschaftlichem Schwerpunkt und Chemieunterricht in der Oberstufe erst ab der 7.Klasse müsste die Projektdurchführung naturgemäß in die 7.Klasse verlegt werden. Das erschwert zwar die Vernetzung mit dem wichtigsten Partnerfach Geschichte, kann aber durch eine entsprechende Vorbereitungsphase im Vorfeld des Projektes ausgeglichen werden.

Über die Variationsmöglichkeiten bei den Projekthaltungen und der konkreten Durchführung, also dem Spielraum von einer minimalen zu einer maximalen Realisierung soll später in einem eigenen Kapitel gesprochen werden.

2.1.2 Projektwoche

2.1.2.1 Projektregion

Natürlich ist das innere Salzkammergut, speziell die Region um Hallstatt prädestiniert als Standort für die Umsetzung des Projektes. Als konkrete Standorte kommen die Orte Bad Ischl, Bad Goisern, Hallstatt, Obertraun bzw. der Raum Bad Aussee in Frage.

Bei der Auswahl des Projektstandortes müssen folgende Kriterien berücksichtigt werden:

- Gute Erreichbarkeit möglichst mit kostengünstigen öffentlichen Verkehrsmitteln
- Kostengünstiges Quartier mit umfassenden Sport- und Freizeitmöglichkeiten
- Möglichst kurze Wege zu den einzelnen Projektevents, damit diese auch ohne einen sehr kostspieligen, ständig verfügbaren Reisebus erreicht werden können

Nach einigen Recherchen, auch vor Ort, hat sich für mich der Ort **Obertraun** und das dort befindliche Bundessport- und Freizeitzentrum (kurz BSFZ) Obertraun - Winkl als optimaler Kompromiss herausgestellt.

Obertraun ist sehr gut mit den ÖBB erreichbar und das oben genannte BSFZ erfüllt, landschaftlich traumhaft am Fuße des Krippensteins gelegen, alle Kriterien eines optimalen Projektwochenquartiers und ist durch die staatlichen Fördertarif auch äußerst kostengünstig. Alle Projektziele können von Obertraun aus öffentlich oder sogar zu Fuß erreicht werden.

2.1.2.2 Quartier und Anreise

Wie oben schon erwähnt, bietet sich als Quartier für die Projektwoche Salz das BSFZ – Obertraun an:

Bundessport und Freizeitzentrum OBERTRAUN [Leiter: RgR Peter Scheutz]

A-4831 Obertraun, Winkl 49

Telfefon: 06131/239-0

e-Mail: obertraun @bsfz.at

Internet: www.bsfz.at (Standort Obertraun auswählen)

Kosten für Vollpension: € 28,- pro Tag (Stand 06/2004)

Die Anreise nach Obertraun kann aus ganz Österreich äußerst kostengünstig und ökologisch mit öffentlichen Verkehrsmitteln erfolgen. Die landschaftlich herrliche Salzkammergutstrecke verfügt mit Attnang Puchheim (Westbahn) und Stainach - Irdning bzw. Selztahl (Südbahn über Leoben, Tauernstrecke über Bischofshofen) eine gute Anknüpfung an die österreichischen Hauptstrecken. Zusätzlich bietet die Bahnreise neben den phantastischen landschaftlichen Impressionen die Möglichkeit mit den SchülerInnen Vor- bzw. Nachbesprechungen in entspannter Atmosphäre abzuhalten.

2.1.2.3 Exkursionen und Betriebsbesichtigungen

Im Rahmen der Projektwoche werden folgende Programmpunkte durchgeführt:

SALZWELTEN Hallstatt

MUSEUM Hallstatt

SALINE Ebensee der SALINEN AUSTRIA

SOLVAY – WERKE Ebensee

KZ-Gedenkstätte Ebensee – ZEITGESCHICHTEMUSEUM

DACHSTEINHÖHLEN und KARSTLEHRPFAD

Die einzelnen Programmpunkte werden unter 2.3 detailliert besprochen.

2.2 Vorbereitende Unterrichtsarbeit

2.2.1 Grundlagen

Das Thema „Salz“ eignet sich sowohl in der Unterstufe, als auch in der Oberstufe unabhängig von der zur Verfügung stehenden Stundenzahl für projektorientierten Unterricht. Salze und ihre Verwendung sind den SchülerInnen aus ihrem Umfeld wohl bekannt, was es leicht macht, Interesse und Motivation für die Projektarbeit zu wecken. Da das Projekt IMST² auf Innovationen im naturwissenschaftlichen Unterricht der Oberstufe abzielt, möchte ich hier vor allem auf diese eingehen. Es ist aber sicher problemlos möglich, ein Salzprojekt auch in der Unterstufe durchzuführen.

Im Folgenden möchte ich die Vorbereitungsschritte für das Projekt, eingeteilt nach den jeweiligen Projektschwerpunkten, im Überblick behandeln. Damit möchte ich ein Art Baukastensystem kreieren, das eine individuelle Zusammenstellung der Projektinhalte ermöglicht.

2.2.2 Gemenge und Trennverfahren

Dieses Thema wird häufig am Beginn des Chemieunterrichts durchgenommen und bietet sich ideal für einen ersten Einstieg in die Salzthematik an. Natriumchlorid kommt in Österreich fast nirgends in so reiner Form vor, dass es direkt bergmännisch abgebaut werden könnte. Vielmehr ist das Salz durch den Entstehungsprozess in

den warmen, seichten urzeitlichen Meeren und die Gebirgsaufaltung mit Mineralien wie Gips und Kalk vermenget. Aber auch eisenhaltige Mineralien und Tone können beigemengt sein. Bergmännisch wird dieses Gemisch als „Haselgebirge“ bezeichnet.

Es bietet sich nun an, aus Haselgebirge durch physikalische Trennmethoden möglichst reines Salz (NaCl) zu gewinnen. Dieses Experiment kann auf verschiedenen Schwierigkeitsniveaus durchgeführt werden. Im einfachsten Fall extrahiert man das Kochsalz durch Zugabe von Wasser (vergleichbar mit dem Auslaugen der Lagerstätten im Berg) und lässt die entstehende Suspension von Salzlösung (Sole) und Begleitmaterialien abfiltrieren. Mit der gewonnenen Sole kann man je nach Anspruchsniveau verschiedene weiterführende Untersuchungen vornehmen:

- Dichtebestimmung mit Aräometer oder Pyknometer zur Gehaltsbestimmung
- Bestimmung des Brechungsindex mit einem Refraktometer
- Sättigungsversuch: wie viel Salz kann 1 Liter Wasser maximal auflösen
- Flammenfärbung mit der gewonnenen Sole (gelb → Natriumnachweis)
- Chloridnachweis in der Sole z.B. mit Silbernitratlösung (Fällung von AgCl)
- Eindampfen der Sole zu Salz (Simulation der Vorgänge im Sudhaus)
- Untersuchung der Sole auf gelöste Begleitungen (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sulfat etc.)

Optimal ist natürlich echtes Haselgebirge, das man sich bei einem Besuch im Salzbergwerk besorgen kann. Zur Not kann man aber auch Haselgebirge aus Kochsalz, Kalk, Gips und etwas Eisen-III-Salzen bzw. Ton selbst herstellen.

Für tiefergreifende Untersuchungen der Sole, bieten sich folgende Experimente an:

- Quantitative Bestimmung von Ca, Mg, Eisen und Sulfat (komplexometrisch bzw. photometrisch)
- Einleitung von CO_2 bzw. Zugabe von Kalkmilch $\text{Ca}(\text{OH})_2$ zur Solereinigung

Die recht komplexen Betrachtungen zur Solereinigung eignen sich nur für höher dotierte Formen bzw. das Wahlpflichtfach. Voraussetzung sind hier ein vertieftes Verständnis für Lösungen und das Löslichkeitsprodukt. Für die dafür notwendigen, recht aufwändigen Experimente würde sich „richtige“ Sole aus der Saline oder einem Salzbergwerk besser als selbst gewonnene Sole eignen, da nur diese einen realistischen Gehalt an Begleitmineralien aufweist.

Zusammenfassend kann zu diesem Punkt gesagt werden, dass zum Thema Gemenge und Trennmethoden bzw. Lösungen auf verschiedenen Niveaus praktisch gearbeitet werden kann.

2.2.3 Atombau und Ionenbindung

Im Bereich des Atombaus bietet sich, wie oben schon erwähnt, die charakteristische Flammenfärbung des Natriums als Bezug zum Thema Salz an. Die zugehörigen Experimente können auch als Schülerversuche durchgeführt werden.

Die Ionenbindung ist naturgemäß für das Verständnis des inneren Aufbaus und der daraus resultierenden Eigenschaften der Salze besonders wichtig und sollte in der Projektvorbereitung dementsprechend gewürdigt werden. Zu diesem Themenbereich existiert bereits eine breite Palette an Unterrichtssoftware bzw. Online - Inhalten, wodurch sich e-Learning als Unterrichtsmethode anbietet.

Im Folgenden möchte ich einige der von mir in der Projektvorbereitung verwendeten Programme näher vorstellen:

Übung der Salzbenennung mit dem Programm Formel Tutor CHEMIE

Das Programm ermöglicht einen interaktiven Umgang mit dem Thema Salzbenennung. Ausgehend von erklärenden Übungen zum Ladungsausgleich kann der Schwierigkeitsgrad durch Integration von immer mehr auch komplexen Ionen schrittweise gesteigert werden. Motivierend sind besonders die Möglichkeiten der zeitbezogenen Auswertung der Übungsergebnisse, welche zu einer fordernden Wettbewerbssituation führen.

CHEM – BOND CD: Atombau, Ionenbindung und Salze

Die Multimedia – CD von Compuchem bietet Informationen zu Atombau, chemischer Bindung und zum Thema Salze multimedial aufbereitet. Die Lerninhalte werden kapitelweise durch Bilder, Filme und Animationen unterstützt dargeboten. Hyperlinks laden zum Aufsuchen zusätzlicher Informationsquellen ein. Am Ende jedes Kapitels stehen zusammenfassende Übungen zur Festigung des Lernertrages.

ULTRA MOL: Darstellung von Molekülen und Ionengittern

Das Programm dient hauptsächlich zur zwei- und dreidimensionalen Darstellung von Molekülen in verschiedensten Darstellungsformen. Neuere Versionen enthalten auch ein Modul zur interaktiven Darstellung von Ionengittern, was die räumliche Vorstellbarkeit verschiedener Gittertypen unterstützt.

Genauere Informationen und Testversionen der genannten Programme findet man im Internet unter www.compuchem.de

CHEMIE interaktiv – Uni Duisburg

<http://www.theochem.uni-duisburg.de/DC/material/virtklas/chemie/ChemieMult.html>

Diese Website von Prof. Tausch, deren Inhalte auch auf CD erhältlich sind und damit leicht offline verfügbar gemacht werden können, bietet ein „Lernnetz“ zum Thema Salze mit folgende Möglichkeiten:

- Experimente (Video / Dias / Animationen)
- Informationen zum Thema Salze
- Exp. Untersuchungen
- Interaktive Aufgaben: Aufgaben zu den Inhalten; Multiple-Choice-Aufgaben; Anwendungen / Vertiefungen
- Trickdarstellungen mit Aufgaben und Prüfroutinen

- Analoge Experimente
- Verknüpfungen zum Internet
- Vielfältige Zugriffsmöglichkeiten auf die Lern- und Aktionsseiten

Die Site ist so konzipiert, dass die SchülerInnen weitgehend selbständig zu den einzelnen Themenkomplexen navigieren können, sich dort Informationen in den oben angeführten Formen aneignen können und auch eine Festigung des Gelernten durch Lückentexte und Multiple-Choice – Aufgaben möglich ist.

Meine Erfahrung mit dem Lernnetz in der Projektvorbereitung kann als sehr positiv bezeichnet werden. Voraussetzung für eine effiziente Arbeit der SchülerInnen ist meines Erachtens aber ein Arbeitsblatt, das mit Hilfe der im Lernnetz gefundenen Informationen und interaktiven Lerneinheiten bearbeitet werden muss. Die im Programm eingebauten Übungen und Tests sind zwar hilfreich, aber für eine nachhaltige Sicherung des Lernertrages nicht ausreichend.

2.2.4 Gruppenthemen

Für die Arbeit vor Ort und auch die abschließenden Präsentationen der Projekthalte hat sich die Einteilung der Klasse in Gruppen (optimal sind 3 SchülerInnen pro Gruppe) sehr bewährt. Bereits in der Vorbereitungsphase werden den Gruppen Themen aus dem Themenkatalog zugeteilt und in einer Vorpräsentation noch vor der eigentlichen Projektwoche müssen diese Themen aufbereitet und vor der Klasse präsentiert werden.

Diese Vorgangsweise bringt mehrere Vorteile mit sich. Die Gruppen beschäftigen sich schon lange vor der Projektwoche mit dem Thema und sind angehalten für die Präsentation Material zu sammeln. Ein wesentlicher Aspekt dabei ist auch, dass die Gruppe herausarbeiten soll, was sie konkret vor Ort zu ihrem Themenbereich recherchieren will. Dabei soll ein Fragenkatalog bzw. ein Leitfaden für die Gruppenarbeit erstellt werden, der dann mit dem Lernzielkatalog abgestimmt werden muss. Die Erfahrung in mehreren Projektdurchläufen hat gezeigt, dass dadurch die Arbeit vor Ort deutlich effizienter verläuft, weil die Gruppe und durch die Präsentationen auch die Klasse auf einem höheren Wissensniveau an die Arbeit geht.

Im Folgenden möchte ich den von mir verwendeten Themenkatalog kurz vorstellen:

1 (Prä-)Historischer Salzabbau

Salzabbau in der Bronzezeit, Nordgruppe
 Der Bergbau der Hallstattzeit
 Werkzeuge, Kleidung und Lebensweise der Bergleute
 Salzabbau in der Westgruppe, Römerzeit
 Salzlagerstätten im Salzbergtal

2 Entstehung und Gewinnung von Steinsalz, Salzbergwerk

Wie kommt das Salz in den Salzberg?
 Historische Salzabbaumethoden, Laugwerke

Moderne Abbaumethoden, Bohrlochsonden
Das Salzbergwerk in Hallstatt - Betriebsdaten
Sole und Soleleitung

3 Saline, Salzverarbeitung, Produkte der Saline

Produkte der Saline: Speisesalze, Viehsalz, Streusalz, Regeneriersalz
Wirtschaftliche Aspekte der Salinen Austria
Alte Salzgewinnungsverfahren, Sudpfanne
Solereinigungsverfahren, Soleverdampfung, Thermokompressionsverfahren
Energetische Aspekte der Salzgewinnung

4 Sodaerzeugung; Solvay

Rohstoffe zur Sodagewinnung
Das Solvay-Werk in Ebensee
Produkte und ihre Verwendung
Das Solvay Verfahren zur Sodagewinnung

5 Karsterscheinungen; Karstwanderung, Höhlen

Kalk und Karst, chemische Grundlagen
Karstwanderung; Oberflächliche Karsterscheinungen
Karsthöhlen, Karstwasser, Tropfsteine

6 Hallstattkultur und La-Tène-Zeit

Die Epochen
Kelten und Römer im Salzkammergut
Die Handelsbeziehungen der Kelten
Spuren der Kelten in Orts-, Fluss- und Gebirgsnamen

7 Hallstatt: vom Mittelalter zum Weltkulturerbe

J.G. Ramsauer: Das Gräberfeld in Hallstatt
Weltkulturerbe: Begriff und Bedeutung
Bildungswesen; Historischer Überblick

8 Zeitgeschichtemuseum und KZ Ebensee

Überblick: Geschichte der Ersten Republik
Parteien der Ersten Republik
Wegbereiter des Nationalsozialismus
Funktion des KZ - Ebensee
Zeitzeugeninterviews

9 Kochsalz - Kalk und Soda als chemische Stoffe

Aufbau, Struktur, Eigenschaften
Gewinnung und Verwendung im Überblick

10 Salzgewinnungsmethoden im Überblick

- Bergmännischer Abbau (Untertagbau)
- Meersalzgewinnung
- Weitere Gewinnungsmethoden

11 Geographischer Überblick - Salzkammergut, Dachstein-Region

- Wichtige Orte, Infrastruktur
- Wirtschaft im Salzkammergut
- Geographische Gliederung des Salzkammergutes

12 Reise, Quartier, Verpflegung und Umgebung

- BSFZ Obertraun, Unterkunft, Verpflegung
- Umfeld und Umgebung
- Reisebericht

13 Sport und Freizeit

- Sportliche Aktivitäten der Projektwoche
- Freizeitgestaltung

14 Tourismus im Salzkammergut

- Wirtschaft in der Kleinregion um den Hallstättersee
- Verkehrstechnische Erschließung
- Sanfter Tourismus; Umweltproblematik des Tourismus

15 Nationalsozialismus im Salzkammergut

- Die Machtübernahme der Nationalsozialisten
- Das Salzkammergut als Rückzugsgebiet der Nationalsozialisten
- Legenden und Mythen dieser Epoche (Toplitzsee)

16 Evaluation des Projektes

- Auswertung und Analyse der Fragebögen
- Gestaltung eines Evaluationskonzeptes

Dazu muss noch festgehalten werden, dass jede Gruppe ein Thema aus dem Bereich der Hauptthemen (1 – 8) und ein Zweitthema (9 -16) wählen muss. Bei der Auswahl der Zweitthemen wird von mir darauf geachtet, dass die Gruppe einen anderen Bereich wählt, also z.B. nicht 2 Themen aus der Chemie.

Bei der Vorpräsentation etwa 2 Wochen vor der Projektwoche ergibt sich für die Projektlehrer die Möglichkeit korrigierend und ergänzend einzugreifen bzw. was leider auch manchmal vorkommt, von den Gruppen noch zusätzliche Vorbereitungsarbeit einzufordern.

2.3 Projektdurchführung

2.3.1 Reisebewegungen

Die ÖBB bieten mit der Schulcard samt Online – Reservierung und Buchung ein erstklassiges Service, das vor allem preislich alle Alternativen in den Schatten stellt. So kosteten 2004 die An- und Abreise sowie die zusätzliche Fahrt von Obertraun nach Ebensee und retour für 23 SchülerInnen und 3 Begleiter nur € 12,- je Schüler. Je 12 SchülerInnen sind zudem 2 Begleitpersonen kostenfrei, was in einer Zeit von sehr engen Schulbudgets ein wichtiges Argument ist. Planung, Reservierung und auch Buchung (online – Tickets) können bequem und zeitsparend über das Internet erfolgen: www.oebb.at

Für die Buchung benötigt man die ÖBB - Schulcard (sollte normalerweise im Sekretariat aufliegen) und je Online – Ticket eine Stornoetikette. Diese wird auf das ausgedruckte Ticket (wird per Mail zugesandt) aufgeklebt. Erst dadurch erhält das Ticket seine Gültigkeit. Die Reservierung über das Internet funktioniert tadellos, sollte aber möglichst frühzeitig erfolgen, während die Online – Buchung der Tickets eher kurzfristig erfolgen sollte, um auf eventuell ausfallende Teilnehmer Rücksicht nehmen zu können. Eine Reduktion der Teilnehmerzahl ist bei einem gebuchten Ticket nur mehr sehr umständlich möglich.

Die Verwendung eines Reisebusses, der während der gesamten Projektwoche zur Verfügung steht, bietet zwar etwas mehr Bequemlichkeit und Flexibilität bei der Erreichung der lokalen Ziele, kommt aber wesentlich teurer (im konkreten Fall fast um einen Faktor 5!). Insgesamt sprechen also viele Argumente für die Bahn als Transportmittel!

2.3.2 Quartier

Das Bundessport und Freizeitzentrum in Obertraun – Winkl ist zwar eher für die Abhaltung von Sportwochen konzipiert, bietet aber auch für Projektwochen eine optimale Infrastruktur. Die Zimmer (maximal 4 Betten) sind sehr geräumig und mit Dusche und WC ausgestattet.

Das BSFZ bietet umfangreiche Sportmöglichkeiten (Indoor und Outdoor, Freibad) samt kostenfreiem Sportartikelverleih. Die Verpflegung basiert seit 2004 auf Buffetbasis und ist sehr abwechslungsreich und reichlich. Die Lage der Anlage am Fuße des Dachsteinmassivs ist äußerst stimmungsvoll und für ein optimales „Projektwochenklima“ sehr geeignet.

In der Planungsphase muss unbedingt darauf geachtet werden, bereits zu Schulbeginn (etwa Ende September) eine Buchungsanfrage (per Internet möglich) an das BSFZ zu richten. Da das Quartier sehr begehrt ist (vor allem für Sportwochen), ist es später nur sehr schwer möglich, einen geeigneten Termin im Mai oder Juni zu bekommen. Als guten Tipp möchte ich anmerken, dass man am ehesten Termine in Wochen mit Feiertagen (nach Pfingsten, Christi Himmelfahrt, Fronleichnam) bekommt, da diese für Sportwochen nicht so begehrt sind.

2.3.3 Wanderungen und Höhlenbesuche

Die Wanderung am Nachmittag des ersten Projekttagess führt die Traun entlang zur Koppenwinkelalm und bietet eine Vielzahl von Attraktionen:

- Thementafeln zum Thema Salz, Holz, Kohle und Wasser entlang des Weges
- Der Bühlerbach – Ursprung, eine imposante Karstquelle
- Ein weiterer Karstbach, der zum Kneippen einlädt, was bei einer Wassertemperatur um 4°C ein echtes Erlebnis darstellt
- Die bewirtschaftete Koppenwinkelalm
- Die Koppenwinkellacke, ein seichter See, der durch unterirdische Karstquellen gespeist wird und zu einer längeren Rast einlädt
- Die Koppenbrüllerhöhle, eine immer noch wasserführende Karsthöhle

Die Wanderung ist landschaftlich äußerst reizvoll, technisch nicht anspruchsvoll (außer der kurze Aufstieg zum Bühler – Ursprung) und die Schwerpunkte können individuell gesetzt werden. Die SchülerInnen erhalten vorher einen Fragebogen, der mit Hilfe der Informationen auf den Thementafeln ausgefüllt werden muss (im Anhang).

Die zweite große Wanderung führt im hochalpinen Gelände des Dachstein-Plateaus auf dem Karstwanderweg von der Bergstation Krippenstein zum Heilbronnerkreuz. Für eine Wanderung in dieser Höhenlage sind unbedingt folgende Voraussetzungen zu erfüllen und den SchülerInnen auch bereits bei der Vorbereitung (Packliste) einzuschärfen:

- Festes, bergtaugliches Schuhwerk (Turnschuhe reichen keinesfalls!)
- Wetterfeste Wanderbekleidung, die auch bei einem Temperatursturz schützt
- Kopfbedeckung, Sonnenbrille und ausreichender Sonnenschutz

Die Wanderung am Karstwanderweg ist zwar nicht schwierig, es sind aber immer wieder Schneefelder zu überqueren. Entlang des Weges finden sich Stationsnummern, die auf die jeweilige Beschreibung im Karstführer (bei der Mittelstation erhältlich) verweisen. Die wichtigsten Karsterscheinungen wie Dolinen, Karren, Höhlen aber auch die hochalpine Flora können in verschiedensten Ausprägungen beobachtet werden. Immer wieder ergeben sich faszinierende Blicke in die von den eiszeitlichen Gletschern geformten Trogtäler des Salzkammerguts und zum alles überragenden Dachstein. Für viele SchülerInnen, die noch nie im hochalpinen Gelände gewandert sind, ist dies ein prägendes Erlebnis, das auch in der Projektevaluation entsprechend gewürdigt wird.

Problematisch ist einzig die Tatsache, dass diese Karstwanderung nur bei Schönwetter wirklich Spaß macht. Heuer musste sie leider gestrichen werden, da die Bergstation Krippenstein Temperaturen um +2°C, Nebel und Schneefall meldete. Das Tagesprogramm kann aber leicht umgestellt werden, die Höhlenbesuche (Mammuthöhle und Eishöhle, Höhlenmuseum) von der Mittelstation aus sind bei jedem Wetter möglich.

Informationen zur Dachsteinseilbahn

Dachstein Tourismus AG Salzbergstraße 21 A-4830 Hallstatt

Tel. +43 / (0)6134 / 8400-0 Fax: +43 / (0)6134 / 8400-4346

Internet: www.dachstein.at info@dachstein.at

Krippensteinbahn Tel.: +43 / (0)6134 / 8400-2804

Dachstein-Höhlen Tel.: +43 / (0)6134 / 8400-1830

Die Dachsteinseilbahn ist vom BSFZ Obertraun aus bequem in einer viertel Stunde zu Fuß zu erreichen. Von Hallstatt aus gibt es eine Buslinie, welche die Talstation der Seilbahn anfährt.

Es gibt die Wahl zwischen verschiedenen Kombi-Gruppenkarten wie z.B. Berg- und Talfahrt zur Mittelstation plus beide Höhlen (Eishöhle und Mammuthöhle). Man kann aber auch Einzelfahrten buchen bzw. nur jeweils eine der beiden Höhlen besuchen (kommt aber nicht viel billiger). Um den Karstlehrpfad am Dachsteinplateau zu erreichen empfiehlt es sich, gleich die zweite Teilstrecke der Seilbahn von der Mittelstation zum hohen Krippenstein dazu zu nehmen. Die dritte Teilstrecke der Seilbahn vom Krippenstein zu Gjaidalm ist im Mai und Anfang Juni normalerweise nicht in Betrieb.

Die Auffahrt zur Mittelstation samt Höhlenbesuchen ist grundsätzlich bei jedem Wetter problemlos möglich. Der Karstlehrpfad in 2000 m Seehöhe setzt naturgemäß gutes Bergwetter voraus, der Weg von der Bergstation zum Heilbronnerkreuz ist mit ordentlichem Schuhwerk dann völlig gefahrlos zu bewältigen (auf Sonnenschutz achten!).

Zusätzlich könnte man im Tal noch die Koppenbrüllerhöhle besuchen, welche von Obertraun aus in einem Fußmarsch von etwas mehr als 1 Stunde zu erreichen ist. Das faszinierende an dieser Höhle ist, dass sie noch wasserführend ist (besonders während der Schneeschmelze und bei Starkregen) und daher hautnah erlebt werden kann, wie das Wasser riesige Höhlensysteme und Klüfte aus dem Kalk heraus waschen kann.

2.3.4 Salzwelten und Museum Hallstatt

Information und Anmeldung: Tel:+43 6132 200 2490

Internet: http://www.salzwelten.at/cont/salzwelten/salzwelten_hallstatt.aspx

Täglich geöffnet von 09.00 - 18.00 Uhr.

Gesamtaufenthaltsdauer ca. 3 - 3,5 Stunden ab/bis Talstation. Ca. 10 min Gehzeit von der Bergstation über das Hallstätter Gräberfeld bis zum Knappenhaus.

Salzwelten Karte (Berg/Talfahrt Salzbergbahn und Eintritt Salzbergwerk)

Für Schulgruppen nach telefonischer Voranmeldung: €9,95 Person

Alternativ kann man auch andere Kartenkombinationen wählen, z.B. nur mit der Bergfahrt oder nur mit der Talfahrt der Salzbergbahn.

Die oben genannte Kombikarte enthält die Berg- und Talfahrt mit der Salzbergbahn sowie den Eintritt und die Führung im Salzbergwerk Hallstatt. Es ist günstig, einen möglichst frühen Termin für die Auffahrt zum Salzberg zu wählen, da dann die Führungsgruppen erfahrungsgemäß eher klein sind. Alternativ kann man den Salzberg auch gefahrlos auf einem breiten Wanderweg zu Fuß erklimmen, dafür muss man aber ca. 1h zusätzlich einplanen. Wählt man die Schrägseilbahn, so erreicht man das Salzbergwerk vorbei am Hallstätter Gräberfeld in etwa 15 Minuten.

Die Führungen im Salzbergwerk Hallstatt sind zwar touristisch ausgerichtet, bieten aber trotzdem eine Fülle von Informationen zum Salzabbau einst und jetzt. Durch Filme, Multimedia-Shows und interaktive Elemente werden folgende Themenbereiche behandelt:

- Entstehung der Salzlagerstätten im Salzkammergut, Haselgebirge, Geologie
- Arten des Salzabbaus und ihre historische Entwicklung
- Der „Mann im Salz“
- Prähistorischer Salzabbau und Spuren aus dieser Zeit
- http://www.salzwelten.at/cont/salzwelten/salzwelten_hallstatt_attraktionen.aspx

Außerdem übt bereits das Anziehen der Bergmannskleidung und die Tatsache, sich in einem Stollen mehrere hundert Meter unter einem Gebirgsmassiv (Plassen) zu bewegen, eine Faszination auf Schüler aller Altersgruppen aus. Besonders attraktiv sind natürlich die beiden Rutschen im Berg, eine davon mit Geschwindigkeitsmessung.

Je nach Zeitbudget bietet sich auch eine Wanderung durch das Gräberfeld (ebenfalls mit Thementafeln bestückt) bzw. die Wanderung ins Tal an. In etwas mehr als einer Stunde kann man ausgehend vom Rudolfsturm das erste Teilstück des Soleleitungswegs auf den Spuren der ältesten Pipeline der Welt verfolgen. Wer etwas mehr Zeit hat und mit guter Wanderausrüstung bestückt ist, kann auch, vorbei am faszinierenden Waldbachstrub und den Gletschermühlen, den Weg ins Echerntal wählen. Dafür sollte man aber jedenfalls mehr als 2 Stunden einplanen. Details zu den Wandermöglichkeiten findet man im Dachstein – Wanderführer. Alternativ können auch die Schaubergwerke in Bad Ischl oder Bad Aussee in das Projektprogramm integriert werden.

Museum Hallstatt Seestraße 56, A-4830 HALLSTATT

Informationen:

Internet: <http://www.museum-hallstatt.at>; <mailto:kontakt@museum-hallstatt.at>

Telefon: +43 (0) 6134 8280 15

Themen: Geologie und Geschichtsablauf
Jungsteinzeitliche Anfänge, Prähistorischer Salzabbau
Hallstattklutur, Die Kelten und Römer in Hallstatt
Mittelalter und Neuzeit
Wichtige Persönlichkeiten (z.B. Ramsauer)
Das Gräberfeld

Salinenwesen, Salzbergbau der Neuzeit
Arbeit und Handwerk, Tourismus
Lebensraum, Kultur und Weltkulturerbe

Das Museum bietet sich durch seinen logischen Aufbau und die interaktiven Elemente für Arbeitsaufträge in Gruppenarbeit an. Eine Zusammenfassung der oben genannten Themen kann über das Internet eingesehen werden.

Natürlich bietet sich auch eine ausführliche Besichtigung des Ortes Hallstatt an. Die beiden Pfarrkirchen und das Beinhaus gehören zum Pflichtprogramm, eine Wanderung durch die steilen und engen Gassen oder eine Bootsfahrt auf dem Hallstättersee bieten eine wertvolle Abwechslung im Projektwochenprogramm.

2.3.5 Saline Ebensee

Internet: <http://www.salinen.com/salz.html>

Telefon: 06132/200-0

Bahnstation: Ebensee – Steinkogl (zu Fuß 4-5 km nach Ebensee/Zentrum)

Die einzige Saline Österreichs in Ebensee / Steinkogl bietet Führungen für Schulklassen gegen Voranmeldung. Auf Wunsch kann auch auf Spezialthemen wie Solereinigung oder Thermokompression eingegangen werden. Die Führung umfasst einen Videovortrag bzw. eine Präsentation zu Spezialthemen im Vortragsraum und die Werksführung bestehend aus den Stationen Solereinigung, Soleverdampfung nach dem Thermokompressionsverfahren, Aufbereitung und Verpackung der Produkte und die große Streusalz – Lagerhalle.

Der Besuch der Saline in Ebensee stellt damit die logische Fortsetzung des Themenkomplexes Salzgewinnung – Salzverarbeitung – Produkte aus Sole bzw. Salz dar. Für die gesamte Führung sollte man einen halben Tag einplanen.

Die Solereinigung wird in riesigen Tanks durch Zugabe von Kalkmilch bzw. Einblasen von Kohlenstoffdioxid zur Sole bewerkstelligt. Dabei werden die den Sudprozess störenden Begleitmineralien (Ca^{2+} , Mg^{2+} ; SO_4^{2-} etc.) als sich absetzender Schlamm abgeschieden. Das dabei entstehende Abfallprodukt wurde früher in die Traun entsorgt. Einem Versuch, das Mineralstoffgemisch als Dünger zu verkaufen, war leider kein großer Erfolg beschieden. Wegen der wasserrechtlichen Situation und den strengen Emissionsverordnungen für Abwässer aus Salinen, wird der Solereinigungsschlamm seit Kurzem über eine Rohrleitung in die Hohlräume der bereits ausgebeuteten Bohrlochsonden zurückgepumpt. Diese Lösung ist zwar kostspielig, aber für die Umwelt optimal.

Zur fächerübergreifenden Zusammenarbeit mit Physik bietet sich der eigentliche Sudprozess der nun gereinigten Sole an. Während früher der Sudprozess in offenen Sudpfannen enorm viel Energie verbraucht hat, wird beim Thermokompressionsverfahren die Energie der Brüdendämpfe nach dem Prinzip der Wärmepumpe zurück gewonnen.

Der dritte Teil der Führung beschäftigt sich mit den vielfältigen Produkten der Saline und deren Abpackung und Verteilung.

2.3.6 Sodaerzeugung im Solvay-Werk Ebensee

Solvay Österreich GmbH
Bahnhofstr 40
A-4802 Ebensee

Tel. +43(6133)5411...-0 Fax +43(6133)5411-311

Ansprechperson: Ing. Gottlieb Redlinger gottlieb.redlinger@solvay.com

Direkt in Ebensee, gegenüber dem Hauptbahnhof ist das Solvay-Werk Ebensee situiert, welches ein Großabnehmer für Sole ist. Aus den nur im Salzkammergut in dieser Kombination vorkommenden Rohstoffen Sole (Salz, Wasser) und Kalk wird das wirtschaftlich wichtige Produkt Soda hergestellt. Außerdem wird im Werk noch Speisesoda und gefälltes Calciumcarbonat gewonnen.

Auch hier beginnt die Führung mit einem Film, der vor allem auf den Abbau des für den Solvay-Prozess benötigten Kalks eingeht. Der Kalkbergbau am gegenüberliegenden Traunseeufer liefert den zweiten Hauptrohstoff für die Sodagewinnung. Die Werksführung beginnt auch bei den imposanten Kalköfen und führt über die Solereinigung, die hier etwas anders als in der Saline funktioniert in das Herz des Werkes, die Sodaproduktion.

Hier können die SchülerInnen die Komplexität einer chemischen Produktionsanlage und die doch recht rauen Arbeitsbedingungen authentisch kennenlernen. Hohe Temperaturen in der Nähe der Reaktionstürme bzw. der Drehrohröfen zum Calcinieren der Soda bzw. der allgegenwärtige Ammoniakgeruch ermöglichen ein „hautnahes“ Chemieerlebnis. Weitere Führungselemente sind die Produktionsstätten für die Herstellung von Speisesoda und gefälltem Calciumcarbonat. Hier wird hochreiner Kalk aufgelöst und in Form winzigster Kristalle wieder ausgefällt. Die dabei gewonnenen Produkte finden in der Papierindustrie als Füllstoff und im Bereich von Hygieneprodukten wie Zahnpaste Verwendung. Im Betriebslabor werden die Qualitätskontrolle von Rohstoffen und Produkten und die dabei verwendeten Analysemethoden vorgestellt.

2.3.7 Zeitgeschichtemuseum und KZ-Gedenkstätte Ebensee

Kirchengasse 5
A-4802 Ebensee, Austria
Tel. (+43) 6133 5601 Fax (+43) 6133 5601 4
museum@utanet.at
<http://ebensee.org>

Ansprechpersonen :

Dr. Wolfgang Quatember Tel. (+43) 6133 5601 wolfgang@ebensee.org

Mag. Andreas Schmoller Tel. (+43) 6133 5601-2

Das Zeitgeschichtemuseum bietet ein breit gefächertes museumspädagogisches Angebot wie

- Besucherbetreuung und Gruppenführungen im Museum

- Kleingruppenarbeit im Zeitgeschichtemuseum mit anschließender Präsentation
- Zeitzeugengespräch mit einem ehemaligen Insassen des KZ Ebensee
- Zeitgeschichte Workshops nach Vereinbarung

Die Arbeit im Museum kann individuell an das Vorwissen der SchülerInnen angepasst werden bzw. um einen Besuch in der KZ-Gedenkstätte im ehemaligen KZ-Ebensee erweitert werden. Die Gedenkstätte liegt allerdings etwas außerhalb des Orts, sodass eine Anmarschzeit einkalkuliert werden sollte.

Für das Workshop im Zeitgeschichtemuseum samt Zeitzeugengespräch, das für die Schülerinnen erfahrungsgemäß besonders beeindruckend ist sollte man jedenfalls einen Halbtage einplanen.

2.3.8 Feedback

Sehr bewährt hat sich die Strategie, die Arbeitsaufträge der Gruppen (z.B. die Fragebögen) noch am selben Tag, gleich nach dem Abendessen in Form eines Feedbacks zu behandeln. Dabei präsentieren die Gruppen kurz ihre Arbeitsaufträge bzw. die Ergebnisse ihrer Recherchen und werden die Einträge der Arbeitsblätter verglichen. Dies führt zu einer Festigung des Lernertrages und hat auch den Vorteil, dass von einzelnen SchülerInnen eingeholte Spezialinformationen gleich an die ganze Klasse weitergegeben werden.

Von der Abwicklung her muss man aber darauf achten, dass die Feedbackphase nach einem anstrengenden Projekttag nicht zu lange ausgedehnt wird und die verdiente Freizeit nicht zu stark beschneidet. Dieser Punkt wird in der aktuellen Evaluation des Projektes von den SchülerInnen deutlich kritisiert. Die Arbeitszeit sollte deutlich unter einer Stunde bleiben. Bewährt haben sich auch Feedbackphasen bei Rastpausen direkt vor Ort, die dann die abendliche Belastung reduzieren.

2.3.9 Abendgestaltung und Freizeit

Eine wesentliche Komponente eines gelungenen Projektes ist natürlich auch ein ausgewogenes Freizeitprogramm. Wie schon mehrfach erwähnt, bieten sich die bestens gepflegten Sportanlagen des BSFZ für vielfältige sportliche Aktivitäten an. Von Fußball über Beach - Volleyball bis zu Tennis stehen alle Möglichkeiten offen. Bei Schlechtwetter stehen mehrere Sporthallen und ein Tischtennisraum zur Verfügung. Auch das neue Freibad ist eine Alternative.

Wenn für das Projekt nicht so viel Zeit zur Verfügung steht, bietet sich z.B. an, die Wanderung zur Koppenwinkelalm am Abend durchzuführen. Ein Besuch der Koppenbrüllerhöhle ist dann allerdings nicht möglich.

2.4 Evaluation

2.4.1 Schülerfragebögen

Für die Projektevaluation wurde in Zusammenarbeit mit der dafür zuständigen Schülergruppe ein Evaluationsbogen (im Anhang) erstellt. Dieser wurde, bei noch frischen Erinnerungen, gleich in der ersten Schulwoche nach dem Projekt ausgeteilt und anonym (aber unter Angabe des Geschlechts) ausgefüllt.

Die Auswertung der Evaluationsbögen ergibt folgendes Bild:

Abkürzungen: M ... Schüler (17); W ... Schülerinnen (6); G ... gewichteter Gesamtmittelwert

| Nr.: | Inhalt - Bewertung im Schulnotensystem (1-5) | M | W | G |
|----------|---|------------|------------|------------|
| 1 | Reisebewegungen (Bahn) | 1,8 | 1,5 | 1,7 |
| 2 | Themenwanderung Koppenwinkelalm | 1,7 | 1,2 | 1,5 |
| 3 | Abendfreizeit, Sport | 1,4 | 1,3 | 1,3 |
| 4 | Exkursion zur Saline Ebensee | 2,5 | 2,8 | 2,6 |
| 5 | Zeitgeschichtemuseum / Solvay | 1,6 | 1,0 | 1,5 |
| 6 | Salzwelten Hallstatt | 2,0 | 1,2 | 1,8 |
| 7 | Hallstatt Besichtigungen | 2,0 | 1,2 | 1,8 |
| 8 | Museum Hallstatt | 2,4 | 1,7 | 2,2 |
| 9 | Rieseneishöhle | 2,1 | 1,4 | 1,9 |
| 10 | Mammuthöhle | 2,7 | 2,3 | 2,6 |
| 11 | Abschlussabend | 1,3 | 1,0 | 1,2 |
| 13 | Gesamtbewertung chemische Inhalte | 1,8 | 2,0 | 1,8 |
| 14 | Gesamtbewertung historische Inhalte | 1,8 | 1,3 | 1,7 |
| 15 | Gesamtbewertung Rahmenprogramm – Sport – Freizeit | 1,4 | 1,0 | 1,3 |
| 16 | Gesamtbewertung Quartier | 1,2 | 1,0 | 1,2 |
| 17 | Gesamtbewertung Verpflegung | 1,3 | 1,4 | 1,3 |
| 18 | Gesamtbewertung Umfeld und Ambiente | 1,4 | 1,3 | 1,4 |
| 19 | Gesamtbewertung Feedbacks | 3,1 | 1,8 | 2,7 |
| 20 | Kompetenz und Engagement der Projektlehrer | 1,4 | 1,1 | 1,3 |
| 21 | Freundlichkeit und Gerechtigkeit der Projektlehrer | 1,4 | 1,2 | 1,3 |
| 22 | Bewertung der Projektleitung und Organisation | 1,6 | 1,2 | 1,5 |
| G | GESAMTURTEIL | 1,6 | 1,2 | 1,5 |
| 1 | Ich habe Neues zum Thema Salz erfahren. | 1,5 | 1,4 | 1,5 |
| 2 | Die Exkursionen und Führungen waren informativ. | 1,7 | 1,2 | 1,6 |
| 3 | Das Projekt war wertvoller als eine normale Schulwoche. | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| 4 | Das Wetter hat die Projektwoche stark negativ beeinflusst | 3,0 | 3,8 | 3,2 |
| 5 | Die Klassengemeinschaft wurde durch das Projekt gestärkt | 1,6 | 1,3 | 1,5 |

Die Auswertung der Evaluationsbögen zeigt kurz zusammengefasst folgendes Bild:

- Die überwiegende Mehrheit der Projektevents wird sehr positiv beurteilt
- Eine etwas schlechtere Bewertung als Gut (>2 , aber <3) erhalten nur die Saline, das Museum in Hallstatt und die Mammuthöhle. Dies dürfte bei der Saline darauf zurückzuführen sein, dass der theoretische Vortrag über die Solereinigung für die Mehrheit der SchülerInnen doch zu komplex war und der Theorieteil im Verhältnis zur Werksführung etwas zu lang geraten ist. Das Museum in Hallstatt schneidet bei den Burschen signifikant schlechter ab (2,4 zu 1,7), eine genaue Ursache dafür konnte ich noch nicht erheben. Die wesentlich schlechtere Wertung für die Mammuthöhle im Vergleich zur Eishöhle dürfte an der doch deutlich geringeren Attraktivität der eisfreien Höhle liegen. Auch die Tatsache, dass 2 Höhlen kurz nacheinander besichtigt wurden, trägt nicht zur Attraktivität bei.
- Die zugegeben etwas zu langen Feedbacks schneiden, vor allem bei den Burschen, schlecht ab. Hier könnte man durch kürzere und häufigere Feedbackphasen noch Verbesserungen schaffen.
- Bei der Gesamtbewertung der Inhalte fallen die fachlichen Inhalte etwas hinter die Rahmenbedingungen wie Quartier, Umgebung und Verpflegung zurück, bleiben aber mit einer Bewertung besser als Gut im akzeptablen Bereich
- Die Projektorganisation und die Leistung der Projektlehrer wird durchwegs sehr gut bewertet, woraus man erkennen kann, dass sich die Vorbereitungsarbeit und die Lehrerleistung vor Ort auch in der Schülerwahrnehmung widerspiegeln.
- Die SchülerInnen geben überwiegend an, etwas zum Thema Salz dazugelernt zu haben, auch die Qualität der Exkursionen wird sehr gut bewertet.
- Dass das Projekt besser als eine normale Schulwoche bewertet wird, verwundert nicht, fällt aber mit einem Notenschnitt von 1,1 überzeugend aus.
- Nicht einmal das wirklich miese Wetter (4 von 5 Projekttagen waren von Regen beeinträchtigt) konnte die Stimmung nachhaltig trüben.
- Die Klassengemeinschaft wird durch das Projekt nachweislich verbessert.

Zusammengefasst fällt das SchülerInnenurteil über die Projektwoche sehr zufrieden stellend aus (Gesamtnote 1,5), was nicht heißen soll, dass nicht noch Verbesserungen möglich wären.

Zusätzlich zur Evaluation durch die SchülerInnen habe ich die weibliche Begleitlehrerin, die als Unterrichtspraktikantin an unserer Schule war und die Klasse vorher nicht unterrichtet hat, um eine Stellungnahme gebeten. Diese soll Kritikpunkte aufzeigen, die man als Klassenlehrer und langjähriger Projektleiter vielleicht durch die Routine nicht mehr wahrnimmt:

2.4.2 Begleiterbericht

Obertraun – Ebensee – Hallstatt: dies waren die Hauptstationen, von denen aus sich die Projektwoche der 5 N vom 01.06. bis 05.06. gestaltete. Vor allem die letzteren

zwei Orte waren die Angelpunkte für das Projekt Salz, das die Schüler, Schülerinnen und Lehrer der 5 N bereits im Unterricht intensiv vorbereitet hatten. Nun konnten die behandelten Themen an Lebendigkeit gewinnen: die erste Station führte uns in die Saline Ebensee/Steinkogl, wo wir durch den Vortrag eines Mitarbeiters über die Salzgewinnung informiert wurden. Die darauffolgende Führung durch das Werk veranschaulichte den Schülern, welche Prozesse bis zur Abpackung von Salz durchlaufen werden.

Am Nachmittag hatte ein Teil der Schüler die Möglichkeit, die Solvaywerke mit Prof. Erich Kerzendorfer zu besichtigen.

Lebendige Zeitgeschichte bot sich der anderen Gruppe mit Prof. Ernst Haider (an die ich mich anschloss) ein Besuch des Widerstandsmuseums Ebensee. Dies ist ein Ort, der neuere österreichische Geschichte ca. mit Beginn der 1920er Jahre bis nach dem Zweiten Weltkrieg in Daten und Bildern thematisiert. Ein ehemaliger polnischer Häftling und Überlebender des Konzentrationslagers Ebensee wird von dem Museumsleiter immer wieder eingeladen, um Besuchern über seine besondere Geschichte zu erzählen: er heiratete nach der Befreiung 1945 eine Ebenseerin und berichtete mit unglaublicher Offenheit und Genauigkeit über seine Leidensjahre in der Gefangenschaft (Auschwitz, Mauthausen und Ebensee). Wohl alle Zuhörer waren von diesem Bericht berührt und beeindruckt, auf die einfühlsamen Fragen der Schüler antwortete er mit Zuvorkommenheit.

Die Schüler wurden bei den meisten Exkursionen dazu angeleitet, Arbeitsaufträgen nachzugehen und die Ergebnisse entweder direkt vor Ort oder bei den allabendlichen Feedbackrunden zu präsentieren. Diese Vorgehensweise ist eine gelungene Art, die Schüler zur Selbstständigkeit im Umgang mit verschiedenen Themen zu erziehen, eine wirklich wichtige Kompetenz, die nicht früh genug erlernt werden kann. Nicht nur das eigenständige Arbeiten in Gruppen, auch der dadurch entstehende Teamgeist, die soziale Tragweite ist dabei nicht zu unterschätzen und machte den Schülern sichtlich auch großen Spaß. Diese kontinuierliche Reflexion erwies sich sehr fruchtbar, sodass man von einem umfangreichen Lernertrag sprechen kann.

Der Besuch des Salzbergwerkes Hallstatt war durch die multimediale Führung für jeden ein einprägsames Erlebnis. Der Bergwerksbesuch wurde durch die Besichtigung der hübschen Stadt am Hallstätter See und die freie Zeitgestaltung durch die Schüler abgerundet.

Untergebracht im Bundessport- und Freizeitzentrum Obertraun wurde diese Stätte auch wirklich von Schülern und Lehrern als Sportstätte genutzt. Abendliche Volleyball-, Basketball- oder Tischtennisturniere gehörten genauso dazu, wie das gemischte Fußballmatch nach der Wanderung zur Koppenbrüllenhöhle am ersten Tag, an dem wir noch vom Regen verschont blieben.

Unser letzter Tag, für den eine Wanderung zum Heilbronnerkreuz geplant war, musste sich wegen des schlechten Wetters auf die Besichtigung der Mammut- und Eishöhle beschränken. Die beiden Dachsteinhöhlen waren jedoch mit ihren wudnerschönen Formationen Entlohnung genug.

Die Projektwoche „Salz 2004“ ist eine sehr wertvolle Ergänzung zum Unterricht, die nicht nur Abwechslung in den schulischen Alltag bringt, sondern vor allem auch die Tragweite der im Unterricht behandelten Themen beleuchtet und den Schülern vor Augen führt, dass diese im „wirklichen Leben“, in der Gesellschaft einen wesentlichen Stellenwert einnehmen.

Eine letzte Beobachtung, die ich hervorheben möchte und die wohl auch maßgeblich mit der Klasse selbst und den Lehrern zusammenhängt, ist die positive Atmosphäre, die während der Projektstage herrschte. Nicht nur der Abschlussabend würde Bände über die Kreativität der Klasse sprechen, die in Form von Improvisationen kleiner Theaterstücke, von Liedern oder Geschichten einen „word-rap“ mit vergebenen assoziativen Begriffen zur Projektwoche zur Aufführung brachte. Die hohe Aktivität der Schüler in jeder Hinsicht, ob nun in der Rolle von interessierten Gästen in den verschiedenen Werken und Museen, als wissbegierige Fragende oder als sportliche Freizeitgestaltende, war mit Freude zu verfolgen, sodass einer Begleitlehrerin nur bleibt, sich herzlich bei Lehrern und Schülern für diese anregenden Tage zu bedanken.

Mag. Brigitte Lackner

2.4.3 Elternabend und Projektpräsentation

Die Arbeit am Projekt ist mit dem Ende der Projektwoche nicht abgeschlossen. Die Gruppen müssen, basierend auf dem Arbeitsprogramm aus den Vorpräsentationen, eine Abschlusspräsentation ihrer beiden Themen zusammenstellen. Diese werden im Rahmen eines Elternabends vor einem größeren Publikum präsentiert. Das hat den Vorteil, dass die SchülerInnen einmal vor einer völlig anderen Zuhörerkulisse als in der gewohnten Klassengemeinschaft agieren müssen und die Eltern ihre Kinder in Aktion bewundern können.

Der Elternabend bietet die Gelegenheit auf die Fragen der Eltern zum Projektablauf einzugehen, die Projektabrechnung wird vorgestellt und allgemein ist dies ein Anlass zur Stärkung der Verbindung zwischen Schule und Elternhaus. Im Smalltalk nach der Präsentation kann man die Meinung der Eltern zum Projekt heraushören und Dinge, die vielleicht von den SchülerInnen etwas gefärbt weitergegeben worden sind richtig stellen.

3 DISKUSSION UND ZUSAMMENFASSUNG

3.1 Lehrplankonformität

Wie schon unter 1.3.3 besprochen, lässt sich das Thema Salz in unterschiedlichster Realisierungstiefe in den neuen Chemielehrplan der Oberstufe einbetten. Mit der Durchführung des Themenkomplexes werden viele im neuen Chemielehrplan geforderten Konzeptionen der didaktischen Grundsätze verwirklicht. Die inhaltlichen und methodischen Leitlinien des Grundbildungskonzeptes können mit dem Themenkomplex Salz hervorragend umgesetzt werden. Die mannigfaltigen fächerübergreifenden Aspekte vor allem mit Geschichte, Geographie aber auch Physik bieten die Möglichkeit einer ganzheitlichen, die oft engen fachlichen Grenzen sprengenden Betrachtungsweise eines Themas.

3.2 Realisierungstiefe

Eine Projektwoche vor Ort mit ausführlicher Vor- und Nachbereitung stellt sicher die maximale Realisierungstiefe des Projektes Salz dar und kann aus finanziellen oder zeitlichen Gründen nicht in jedem schulischen Umfeld so umgesetzt werden.

Das in dieser Innovation beschriebene Thema ermöglicht weit reichende Variationsmöglichkeiten in den Methoden. Viele wurden im Rahmen der Durchführung dieses Projekts abgedeckt und die im neuen Chemielehrplan der AHS-Oberstufe vorgesehene minimale oder maximale Realisierung erprobt.

Empirisch arbeiten und erfahrungsgeleitet lernen

Die Durchführung und Auswertung von Experimenten und der damit verbundene Fortschritt im sicheren Umgang mit Stoffen gilt als unverzichtbarer Bestandteil des Chemieunterrichts. Da die meisten Experimente bereits in der Vorbereitungsphase des Projekts durchgeführt werden, kann die Realisierungstiefe leicht variiert werden. Die Durchführung der Untersuchungen an Salzen und Sole und die damit verbundenen Experimente können als Schülerversuche vorgenommen werden. Bei geringem Zeitbudget kann ein Teil davon auch als Demonstrationsexperiment verwirklicht werden. Vor allem die Untersuchung von Haselgebirge und die Gewinnung und Reinigung von Sole daraus lässt sich sehr einfach und zeitsparend im Schülerexperiment verwirklichen und sollte daher nicht durch das Lehrerexperiment ersetzt werden.

Situiert und an Hand authentischer Probleme lernen

Ausgangspunkt für Lernen sollen realistische und relevante Probleme sein. Minimal realisiert wird diese Leitlinie, wenn der Einstieg in die Projektarbeit über die Alltagsbezüge zum Themenkomplex Salz erfolgt, also über Salz in der Ernährung bzw. Streusalz. Die Problematik von zu viel Salz in Lebensmitteln bzw. die Vor- und

Nachteile der Salzstreuung sind den SchülerInnen aus ihrer Lebensumwelt meist gut bekannt und bieten einen idealen Einstieg in die Projektthematik.

Vertiefend realisiert wird diese Leitlinie durch den Einsatz von Medien z.B. über die verschiedenen Salzgewinnungsverfahren oder Recherchen zum Thema im Internet. Anzustreben wäre aber auf jeden Fall eine zumindest eintägige Exkursion in ein Salzbergwerk und die Saline Ebensee, um die Faszination der bergmännischen Salzgewinnung real erleben zu können.

Die maximale Realisierung wird in fächerübergreifenden Projekttagen, oder noch besser einer Projektwoche erreicht. Denkbar wäre dazu aber auch ein Modell, bei dem der Aufenthalt in der Projektregion auf 2 Tage beschränkt wird und davor und / oder danach in der Schule am Projekt gearbeitet wird.

In vielfältigen Kontexten lernen

Ursprüngliche und neu erworbene Kenntnisse sollen nicht auf eine bestimmte Situation fixiert bleiben, sondern Inhalte in verschiedenen Zusammenhängen gelernt werden.

Realisiert wird diese Leitlinie durch die Behandlung des Themas Salz aus chemischer, biologischer aber auch historischer und wirtschaftlicher Sicht. Die Realisierungstiefe kann in der Vorbereitungsphase durch unterschiedlich starken Einsatz von fächerverbindendem oder fächerübergreifendem Unterricht angepasst werden.

Bei der Arbeit vor Ort ergeben sich die verschiedensten Kontexte z.B. aus der Darstellung unterschiedlicher historischer und aktueller Abbauverfahren bei der Führung im Salzbergwerk und im Museum Hallstatt. Auch die wirtschaftliche Bedeutung der Salzgewinnung und die durch die Verarbeitung von Sole verursachte Umweltproblematik vor allem bei der Sodagewinnung tragen zur Vielfalt der Herangehensweisen bei.

Unter multiplen Perspektiven lernen

Dabei geht es um die Betrachtung und Behandlung von Inhalten und Problemen aus verschiedensten Blickwinkeln.

Aus der Grundstruktur des Projektes ergibt sich eine vielfältige Betrachtungsweise der Thematik eigentlich automatisch. Bereits in der Vorbereitung wird das Thema aus chemischer, historischer und wirtschaftlicher Sicht angegangen, wobei als Klammer die Bedeutung von Salz für den Menschen allgemein gelten.

In einem sozialen Umfeld lernen

Der Lehrplan fordert, dass gemeinsames Lernen und Arbeiten, wie auch Kooperation von Lernenden und Experten im Rahmen situierter Problemstellungen Bestandteil möglichst vieler Lernphasen sein soll.

Minimal realisiert wird diese Leitlinie z.B. durch Gruppenarbeiten und Schülerexperimente in Gruppen während der Projektvorbereitung. Auch das Gruppenpuzzle bzw. die Präsentation von Rechercheergebnissen im Teamwork eignen sich sehr gut zur Umsetzung.

Die mehrjährige Erfahrung mit der Durchführung von Projektwochen zeigt aber, dass eine länger dauernde Loslösung des Lernprozesses vom normalen Schulbetrieb zu einer völlig neuen sozialen Form des Lernens führt. Die Evaluation zeigt deutlich, dass durch das mehrtägige Zusammensein die Klassengemeinschaft gestärkt wird und das Lernen im Vergleich zum Schulalltag wesentlich weniger belastend empfunden wird. Viele Lernprozesse laufen während der Projektaktivitäten von den Agierenden fast unbemerkt ab und werden von diesen oft erst in den Wochen nach dem Projektaufenthalt realisiert. Auch für die Lehrpersonen ergeben sich oft völlig neue Einblicke in die Struktur einer Klasse. SchülerInnen die im „Normalunterricht“ kaum oder eher negativ auffallen, können in der neuen Arbeits- und Lernsituation richtiggehend aufblühen und ihr wahres Leistungsvermögen zeigen. Alle diese Argumente sprechen also für einen möglichst langen gemeinsamen Aufenthalt in Form von Projekttagen oder einer Projektwoche.

Mit instruktionaler Unterstützung lernen

Am Anfang der Theoriekapitel zur Ionenbindung, Salzbenennung und den Eigenschaften der Salze sollten die Grundkenntnisse durch Lehrervortrag bereitgestellt werden.

Bei der konkreten Projektdurchführung haben sich Arbeitsanweisungen und Fragebögen, wie sie im Anhang exemplarisch zu finden sind, bestens bewährt, da sie die Schüleraktivitäten in die richtige Richtung leiten und den Ertrag enorm steigern. Die SchülerInnen sind von der Fülle der Eindrücke so beeindruckt, dass sie den Blick auf das Wesentliche verlieren. Das kann verhindert werden, wenn vor den einzelnen Projektevents eine Vorbesprechung erfolgt und z.B. auf einzelne Arbeitsgruppen aufgeteilt, konkrete Arbeitsaufträge verteilt werden.

Genau so wichtig ist eine effiziente Nachbearbeitung in Form von Feedbackphasen. Dabei werden am Ende des Projekt(halb)tages die Arbeitsaufträge und Fragebögen aufgearbeitet, wobei es sich als besonders effizient erwiesen hat, wenn die einzelnen Arbeitsgruppen ihre Ergebnisse den MitschülerInnen präsentieren.

Mit medialer Unterstützung lernen

Wie im Kapitel 2.2.3 aufgelistet, ergeben sich zum Thema Salz vielfältige Möglichkeiten des Medieneinsatzes. Die Bandbreite reicht dabei von guten Videos zum Thema Salzgewinnung über die kurz vorgestellten Lernprogramme bis zur interaktiven Behandlung des Themas im Internet.

Maximal realisiert wurde diese Leitlinie dadurch, dass die Gruppen ihre zugewiesenen Themen in Form einer Power-Point Präsentation vor einem größeren Publikum vorstellen mussten. Die Gruppen sind dabei gefordert, die Informationen aus der Projektwoche zusammen mit der Vielzahl an Digitalfotos zu einer kompakten, informativen Show zusammenzustellen. Sie lernen dabei den Umgang mit Grafiken und Fotos ebenso, wie die professionelle Erstellung von Präsentationen. Denkbar wäre weiters die Erstellung von Projektpostern bzw. die Kreation einer Website oder Projektzeitung.

3.3 Kritik

In den vorangehenden Punkten werden vor allem die Vorzüge des projektorientierten Unterrichtsansatzes herausgearbeitet. Es soll aber nicht verschwiegen werden, dass diese Form, einen Themenkomplex zu bearbeiten, auch Nachteile haben kann. Für die fachliche und organisatorische Vorbereitung werden wesentlich mehr Unterrichtsstunden verbraucht, als dies sonst zu diesem Thema der Fall wäre. Zwangsläufig kommen andere Inhalte, die im aktuellen Unterrichtsjahr behandelt werden sollten etwas zu kurz. Es ist also wichtig, aber manchmal recht schwierig, die Projektvorbereitung im Unterricht so straff wie möglich zu halten und die SchülerInnen zu außerschulischer Arbeit an den Projektthemen zu motivieren.

3.4 Zusammenfassung

Für den Projektleiter ist die Abwicklung eines derartigen Projekts mit sehr viel Arbeit verbunden. Fast ein Jahr vor Projektstart muss man sich um das Quartier kümmern und auch die einzelnen Exkursionen müssen rechtzeitig (mindestens 3 Monate vorher) vereinbart werden. Bei der Erstdurchführung ist es ratsam, die Projektregion vorher (in der Freizeit) zu besuchen und die Gegebenheiten vor Ort zu erkunden. Nur wenn die Organisation nahezu perfekt funktioniert, können sich die SchülerInnen auf die Projektziele konzentrieren.

Es gibt aber aus meiner Sicht keine vergleichbare Möglichkeit, einen Themenkomplex in so kurzer Zeit so intensiv und authentisch zu vermitteln. Dazu kommen die äußerst wertvollen sozialen „Nebeneffekte“ einer gemeinsam erlebten Woche für die Klassengemeinschaft, aber auch für das Verhältnis zwischen Lehrpersonen und SchülerInnen. Obwohl man als Projektlehrer vom Morgenlauf um 6 h bis zur letzten Kontrolle der Bettruhe nach 24 h täglich um die 18 Stunden im Einsatz ist, macht die Arbeit in dieser herrlichen Umgebung mit einer (hoffentlich) engagierten Klasse sehr viel Freude.

Warum gerade das Thema Salz? Vom einfachen Anknüpfen an die Alltagswelt der SchülerInnen über die gute Lehrplanintegration, die breiten fächerübergreifenden Aspekte bis zur großen kulturellen und wirtschaftlichen Bedeutung des Themas für unser Land spricht vor allem auch die mögliche unterschiedliche Realisierungstiefe für diesen Themenbereich. Von einer eintägigen Exkursion z.B. in das Salzbergwerk und die Saline über mehrtägige Formen bis hin zur hier besprochenen Maximalversion einer Projektwoche sind alle Variationen denkbar und auch realisierbar.

4 LITERATUR

MAGYAR R., LIEBHART W., JELINEK G.: Elemente – Anorganische Chemie. ÖB-VetHPT, Wien, 1. Auflage, Nachdruck 2002.

G. LATZEL: Praxis der Naturwissenschaften – Themenheft SALZE. Aulis Verlag Deubner & Co Köln, 1996

Siegfried Gamsjäger: Dachstein Karst- und Höhlenführer, Österreichische Bundesforste AG (erhältlich bei der Mittelstation der Dachsteinseilbahn)

Internetadressen:

Projektplanung und Exkursionen:

www.oebb.at

www.bsfz.at

www.salzwelten.at/cont/salzwelten/salzwelten_hallstatt.aspx

www.dachstein.at

www.museum-hallstatt.at

www.salinen.com/salz.html

www.ebensee.org

Gymnasium St.Pölten und naturwissenschaftliches RG

www.bgstpoelten.ac.at

<http://imst.uni-klu.ac.at/innovationen/index3.php?back=true&id=240>

Lernprogramme und interaktive Inhalte

<http://www.compuchem.de>

<http://www.theochem.uni-duisburg.de/DC/material/virtklas/chemie/ChemieMult.html>

5 ANHANG

5.1 Lernzielkatalog zum Thema Salz

Im Folgenden möchte ich exemplarisch einen Lernzielkatalog vorstellen, dessen Punkte durch die Projektvorbereitung und Durchführung erfüllt werden sollten:

5.1.1 Ionenbindung, Salzeigenschaften und Benennung

- Ich verstehe, wie sich Ionen von Atomen unterscheiden
- Ich kenne die energetischen Verhältnisse bei der Ionenbildung
- Ich kann den Verlauf der Ionenradien und der Ionisierungsenergie im PSE interpretieren
- Ich kann die wichtigsten Eigenschaften von Ionen aus dem PSE ablesen
- Ich verstehe die Bildung einer Ionenbindung als Austausch von Elektronen mit dem Ziel, eine volle äußere Elektronenschale zu erreichen
- Ich kenne die Vorgänge und die damit verbundenen Energiebeträge, die schrittweise zur Bildung einer Ionenbindung führen
- Ich kann etwas mit den Begriffen Bindungsenergie, Sublimationsenergie, Ionisierungsenergie, Elektronenaffinität und Gitterenergie und ihr Zusammenwirken bei der Ionenbildung anfangen
- Ich verstehe die Bildung eines dreidimensional regelmäßigen Ionengitters als wesentlichen Aspekt für die Stoffklasse der Salz und ihrer Eigenschaften
- Ich kenne die grundlegenden Gesetzmäßigkeiten der Ionengitter
- Ich weiß, dass die messbaren Eigenschaften von Salzen vom Gitteraufbau abhängig sind
- Ich verstehe den Zusammenhang zwischen Ionenladung, Ionengröße und Anordnung und der Lage von Schmelz- und Siedepunkten von salzartigen Stoffen
- Ich weiß, dass die Sprödigkeit und schlechte Bearbeitbarkeit der Salze mit der Anordnung der Ionen im Gitter zusammenhängt
- Ich kann die Tatsache interpretieren, dass Salze im festen Zustand Isolatoren sind
- Ich verstehe die Vorgänge im Kristallgitter, die dazu führen, dass gelöste oder geschmolzene Salze im Gegensatz zu festen Salzen den Strom leiten
- Ich weiß, dass die Leitfähigkeit von Elektrolyten auf der Wanderung von Ionen basiert
- Ich kann die Leitfähigkeit von Metallen von jener der Elektrolyte unterscheiden
- Ich verstehe, was beim Schmelzen oder Lösen eines Salzes mit dem Gitter passiert
- Ich weiß über die Rolle des Lösungsmittels beim Lösen von Salzen Bescheid
- Ich verstehe die besondere Rolle des Wassermoleküls für das Lösen von Ionenverbindungen
- Ich weiß, was eine Wasserhülle ist und welche Bedeutung sie für Lösungen hat
- Ich kenne die wichtigsten Kenngrößen von Lösungen wie Konzentration, Dichte, Brechungsindex
- Ich kann einfache Salze aus einatomigen Ionen korrekt benennen
- Ich kenne auch die wichtigsten komplexen Anionen samt Formel und Ladung
- Ich bin auch fähig, komplexere Salze mit komplexen Ionen zu benennen
- Ich kann aus der Bezeichnung eines Salzes die korrekte Formel bilden
- Mir ist der Unterschied zwischen leicht und schwer löslichen Salzen klar
- Ich kann die grundlegenden Elektrodenvorgänge bei der Elektrolyse von Salzlösungen interpretieren
- Ich kann die Begriffe Pluspol, Minuspol, Anode, Kathode, Oxidation und Reduktion richtig zuordnen
- Ich weiß, dass an den Elektroden nicht immer jene Produkte entstehen, die auf Grund der Ionenwanderung zu erwarten wären
- Ich kenne einige wichtige technische Elektrolysevorgänge und ihre Produkte
- Ich weiß über die Chlor – Alkali – Elektrolyse Bescheid

5.1.2 Kochsalz und Soda

- Ich weiß über den chemischen Aufbau und die Eigenschaften von Kochsalz Bescheid
- Ich kenne die Arten und Entstehungsgeschichte von Salzlagerstätten
- Ich weiß, was ein Haselgebirge ist und wie es entstanden ist
- Ich kenne die wichtigsten Salzlagerstätten in Österreich
- Ich kann die Vorgänge bei Abbau von Steinsalz und die unterschiedlichen Abbaumethoden erklären
- Ich kann den geschichtlichen Verlauf der Entwicklung von Salzabbauethoden am Beispiel der Salzgewinnung im Hochtal von Hallstatt nachvollziehen
- Ich kenne den Unterschied zwischen Laugwerken und Bohrlochsonden
- Mir ist klar, was Sole ist und welche Eigenschaften sie hat
- Ich bin mir über die wichtigsten Verunreinigungen von Sole im Klaren
- Ich verstehe die grundsätzlichen Abläufe in einer Saline
- Ich weiß, dass aus der Sole vor dem Eindampfen vor allem Calcium-, Magnesium- und Sulfationen entfernt werden müssen und dass dabei ein Abfallprodukt entsteht, das entsorgt werden muss
- Mir sind die grundsätzlichen chemischen Vorgänge und ihre technische Umsetzung zur Abscheidung der Soleverunreinigungen bekannt
- Ich kenne den Unterschied zwischen der alten Technik der Sudpfannen und modernen, energiesparenden Soleverdampfungsverfahren unter Verwendung des Prinzips der Wärmepumpe
- Ich weiß über die Grundlagen des Thermokompressionsverfahrens Bescheid
- Ich kenne die wichtigsten Produkte der Saline, die Produktionsmengen und ihre Verwendung
- Ich bin mir über die Unterschiede zwischen Speise- und Streusalz im Klaren
- Ich kann die Vor- und Nachteile der Salzstreuung abwägen
- Ich weiß über die Bedeutung von Speisesalz für die menschliche Ernährung Bescheid
- Ich kenne die wichtigsten Folgeprodukte von Sole wie Soda, Chlor und Natronlauge
- Ich kenne die Rohstoffe für die Erzeugung von Soda und weiß über die Gewinnung Bescheid
- Mir sind die grundlegenden Ab- und Kreisläufe im Solvay – Soda – Verfahren bekannt
- Ich kenne die wichtigsten Verwendungsmöglichkeiten von Soda und Speisesoda
- Mir ist die Umweltproblematik der Sodagewinnung, bedingt durch die dabei entstehenden Abfallprodukte bewusst

5.2 Zeitplan

| Tag | Zeit | Programmpunkt | |
|-----|--------------------|---|-------|
| 1 | 07:05 | Treffpunkt in der Halle des Hauptbahnhofes St.Pölten | |
| | 07.21 | Abfahrt St.Pölten – IC 940/Wagen 19 bis Attnang Puchheim | 09.08 |
| | 09.13 | Abfahrt A. Puchheim R 3410 bis Obertraun - Dachsteinhöhlen | 10.30 |
| | 12.00 | Mittagessen | |
| | 13.15 | Wanderung zur Koppenbrüllehöhle und in den Ort | 17.00 |
| | 18.00 | Abendessen – danach Feedback / Freizeit / Sport | |
| 2 | 07.10 | Frühstück | |
| | 07.45 | Abmarsch zum Bahnhof Obertraun | |
| | 08.10 | Abfahrt mit R 3411 nach Steinkogl | 08:57 |
| | 09:15 | Saline Ebensee/Steinkogl - Betriebsführung | |
| | 10:54 | Weiterfahrt / Marsch nach Ebensee (ca. 3 km) | 10:58 |
| | 13:30 | Gruppe 1: Betriebsbesichtigung Solvaywerke Gruppe 2: Projekt im Zeitgeschichtemuseum | 16:00 |
| | 16.59 | Abfahrt vom BH Ebensee mit R3424 | 17.51 |
| | 18.30 | Abendessen | |
| | | Feedback – Sport - Freizeit | |
| 3 | 06:05 | Start Morgenlauf (zum Brühler, Kneippen) ca. 45 min (freiwillig) | |
| | 07.30 | Frühstück | |
| | 09.10 | Treffpunkt Busstation (vor BSFZ) – Fahrt nach Hallstatt | |
| | 9:20 | Auffahrt zum Salzberg | |
| | 9:45 | Führung im Salzbergwerk (6° - <i>warme Kleidung, feste Schuhe !</i>) | 11:30 |
| | 13:30 | Besichtigung Hallstatt / Museen | |
| | 17:00 | Rückfahrt mit dem Boot/Bus nach Obertraun | |
| | 18.30 | Abendessen | |
| | | Feedback – Sport - Freizeit | |
| 4 | 7.30 | Frühstück | |
| | Ausrüstung: | <i>Bergschuhe, Warme Kleidung, Rucksack, Sonnenschutz, Kappe</i> | |
| | 8.30 | Abmarsch zur Seilbahn – Talstation | |
| | 9.00 | Auffahrt zum Krippenstein (nur bei Schönwetter) | |
| | 9.30 | Wanderung am Karstwanderweg zum Heilbronnerkreuz | |
| | ca. 12:00 | Mittagsrast / Lunchpaket | |
| | ca. 13.00 | Abfahrt zur Mittelstation – Besuch der Höhle(n) | |
| | 18.00 | Abendessen | |
| | | Feedback, Abendprogramm | |
| 5 | 7.30 | Frühstück | |
| | 9.00 | Abmarsch zum Bahnhof / Gepäcktransport | |
| | 9.28 | Abfahrt mit E 3413 nach Attnang Puchheim | 10.47 |
| | 10.57 | Abfahrt mit IC549 /Wagen 18 nach St.Pölten | 12.41 |

5.3 Fragebogen zur Themenwanderung

Fragebogen zum Themenwanderweg entlang der Traun zum Koppenwinkel

Wie viel t Holz brauchten die Köhler im **Rundmeiler** für die Herstellung von 1t Holzkohle? **4 - 6t**

Wofür wurde im 18.Jh. ein Holzaufzug gebraucht?

Um die Anhöhe zwischen Attersee und Traun zu überwinden

Warum durften nicht einmal Almhütten bzw. teilw. sogar Zäune aus Holz gebaut werden?

Weil das gesamte Holz für die Saline in Ebensee gebraucht wurde.

Was sind „Riesen“, „Klausen“ und „Bögen“ – in welchem Zusammenhang werden sie gebraucht?

Riesen: Holzrutschen **Klausen:** Staudämme aus Erde, Stein und Holz **Bögen:** Flöße von Blochen

Wie viel t Brennstoff (Holz) brauchte man früher zur Herstellung von 1t Salz? **2,5 t**

Wie viel ha Wald wurden im 14.Jh. jährlich für die Saline gerodet: **70 ha**

Welche weiteren vielfältigen Verwendungszwecke gab es für das „grüne Gold“?

Bauten, Wege, Stollenabstützungen, Rohre der Soleleitung, Flösser (Salzlagerung), Boote (Fuhr)

Flussverbauung, Trifteinrichtungen, Traunflößerei, Schiffe

Welche Karstquellen gibt es am Dachstein, wie heißt die größte davon?

Bühler, Koppenbrüller, Kessel, Waldbach - Ursprung

Womit kann der Lauf des Wassers vom Dachsteinplateau bis zur Traun verfolgt werden?

Tracer: Bärlappsporen, Salze, fluoreszierende Stoffe, radioaktive Nuklide, Bakterien

Woher kommt das Wasser im Koppenwinkel und wie lange braucht es bis ins Tal?

Hirzkaralm (Senke südlich des Krippensteins), 3 Tage

Seit wann vermutet man Almen im Dachsteingebiet?

Bronzezeit (2400 – 1600 v. Christi)

Wann erlebte die Almenwirtschaft ihren Höhepunkt, wie viel Almen gab es damals und heute?

Im Mittelalter (um 1700); 95, 2

Was sind die Produkte der Almwirtschaft? **Butterschmalz, Schotten (Käse)**

Was versteht man unter Galtalmen? Almen **für Jungvieh in 1800 – 2100 m**

Welche Milchmenge bracht man für 1kg Butter: Gjaidalm: **18 l** Koppenwinkeldalm: **27l**

Woher bezieht die Koppenwinkellacke ihr Wasser?

Vom Dachsteinplateau, Quellen unterhalb der Wasseroberfläche

Wie groß ist das Dachsteinplateau ungefähr: **840 km²**

Wie heißen die Schlucklöcher, die am Plateau das Niederschlags- und Schmelzwasser aufnehmen?

Ponoren, Klüfte

Welche Gründe können im Kalkgebirge zu Felsstürzen führen?

Frostsprengung

Welche Masse hat eurer Meinung nach der 1987 vom Rauen Koppen gestürzte Steinblock?

5.4 Arbeitsaufträge für die Saline

Fragen

1. Wie viel Sole wurde 2003 produziert bzw. verarbeitet?
2. Auf welche Produktgruppen teilt sich die Produktion auf?
3. Aus welchen Bergwerken bekommt die Saline Austria die Sole?
4. Nenne den Salzgehalt und die Dichte der Sole!
5. Was sind die wichtigsten Verunreinigungen, in welcher Menge treten sie auf?
6. Wie reinigt man die Sole?
7. Wie viel Energie benötigt man um 1 Liter Wasser zu verdampfen?
8. Wie viel Energie benötigt man um 1 Liter Sole zu einzudampfen?
9. Wie viel Energie benötigt man um 1 Tonne Salz zu produzieren?
10. Woher bezieht die Saline Energie?
11. Was ist das Thermokompressionsverfahren?
12. Was ist das Abfallprodukt der Solereinigung und wie wird es verwertet?
13. Was wird dem Speisesalz noch beigesetzt?
14. Was ist in Enthärtersubstanzen enthalten?
15. Welche Spezialprodukte der Saline gibt es?
16. Was ist der Unterschied zwischen Streu- und Speisesalz?
17. Wie lange reicht das Salz im Salzkammergut?
18. Wie wird sich die Produktion entwickeln?

5.5 Arbeitsaufträge für die Solvay – Werke

Fragen

1. Welche Rohstoffe werden für die Soleproduktion benötigt.
2. Aus welchen Quellen und in welchen Mengen bezieht der Betrieb die Rohstoffe.
3. Wie sind die Produktionszahlen der Solvay - Werke Ebensee
4. Welche Stoffe bzw. Produkte werden im Werk hergestellt
5. Wer sind die Hauptabnehmer für die Produkte
6. Welche Probleme gibt es bei der technischen Umsetzung des Solvay-Verfahrens
7. Was ist der Unterschied zwischen „leichter“ und „schwerer“ Soda
8. Wofür wird gefälltes Calciumcarbonat verwendet
9. Wie wird die Energie für das Werk gewonnen
10. Wie steht es um die Problematik der Einleitung der Abfallprodukte (aus Solereini-
gung und dem Solvay – Prozess) in den Traunsee
11. Welche Untersuchungen werden zur Qualitätssicherung im Betriebslabor durch-
geführt (welche könnten auch im Schullabor umgesetzt werden).