



**MNI-Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung**  
**Themenorientierung im Unterricht**  
**Schwerpunkt 3**

---

**UNTERSUCHUNG UND BEOBACH-  
TUNG VON SAUREN NIEDERSCHLÄ-  
GEN UND VERGLEICH VON ORF-  
WETTERPROGNOSEN MIT DEM LO-  
KALEN WETTERGESCHEHEN**

**Dr. Peter Anton Pfeifer**  
**Mag. Irene Stelzel**  
**Akademisches Gymnasium Innsbruck**

Innsbruck, Mai 2006

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>2</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>4</b>
1.1 Ausgangssituation.....	4
1.2 Projektziele und Erwartungen .....	5
1.3 Aktionsplan und Aktivitäten .....	6
<b>2 INHALTE UND METHODEN</b> .....	<b>7</b>
2.1 Inhalte des Projektes.....	7
2.1.1 Fachbezogen chemische Inhalte .....	7
2.1.2 Naturwissenschaftlich-fachdidaktische Inhalte .....	7
2.1.3 Fächerübergreifende Inhalte .....	7
2.2 Methoden.....	8
2.2.1 Datenaufnahme und Analyse.....	8
2.2.2 Auswertung der Daten .....	9
2.2.3 Vermittlung von fachlichen Inhalten .....	9
2.2.4 Dokumentation und Veröffentlichung des Projektes .....	9
2.2.5 Evaluation .....	10
<b>3 ERGEBNISSE UND DISKUSSIONSERGEBNISSE</b> .....	<b>12</b>
3.1 Ergebnisse der externen Evaluation die Lehrpersonen betreffend .....	12
3.2 Ergebnisse der externen Evaluation die Schülerinnen betreffend.....	12
3.2.1 Erwerb von Sachwissen und Fähigkeiten .....	12
3.2.2 Teamarbeit.....	12
3.2.3 Fächerübergreifende Aspekte.....	13
3.2.4 Gender sensitive Aspekte .....	13
3.2.5 Interesse für naturwissenschaftliche Fächer .....	13
3.2.6 Vergleich von Netzwerk- mit Regelklassen.....	13
3.3 Evaluation durch die Lehrpersonen .....	13
3.3.1 Allgemeines .....	13
3.3.2 Steigerung der Methodenvielfalt .....	14
3.3.3 Eigenverantwortung der Schüler/innen .....	14
3.3.4 Verständnis, Problemlösung, Argumentation .....	14
3.3.5 Arbeiten im Team.....	14

<b>4</b>	<b>DISKUSSION.....</b>	<b>15</b>
4.1	Allgemeines .....	15
4.2	Externe Evaluation der Lehrpersonen.....	15
4.3	Erwerb von Sachwissen und Fähigkeiten .....	15
4.4	Teamarbeit.....	16
4.5	Fächerübergreifende Aspekte.....	16
4.6	Gendersensitive Aspekte .....	16
4.7	Vergleich von Netzwerk- und Regelklassen.....	17
<b>5</b>	<b>RESUMEE UND AUSBLICK.....</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>ANHANG .....</b>	<b>20</b>
7.1	Externe Evaluierung.....	20
6.2	Auswahl der Präsentationen.....	33
6.2.1	Jahresbericht .....	33
6.2.2	Homepage: .....	33

# 1 EINLEITUNG

Das Projekt ‚**Untersuchung und Beobachtung von sauren Niederschlägen und Vergleich von ORF-Wetterprognosen mit dem lokalen Wettergeschehen**‘ sollte Schüler/innen der siebten Klassen des Akademischen Gymnasiums Innsbruck die Gelegenheit geben, sich kritisch mit Wetterprognosen, Wettergeschehen, Luftschadstoffen und sauren Niederschlägen auseinander zu setzen. Für die beteiligten Lehrpersonen stand vor allem der Erwerb einer großen Methodenvielfalt (Durchführen von chemischen Analysen, Aufbereiten von wissenschaftlichen Daten, Arbeiten im Team) im Vordergrund.

## 1.1 Ausgangssituation

Anlass des Projektes ist die Gründung des IMST3-Netzwerkes Tirol, in dessen Rahmen das Wetterprojekt angeregt wurde. So haben wir – Dr. Peter A. Pfeifer und Mag. Irene Stelzel – uns entschieden in unserer Schule als Ergänzungsprojekt eine Analyse von Wettervorhersagen und Niederschlägen mit den Schüler/innen von vier siebten Klassen durchzuführen. Im Rahmen des Projektes soll dem Chemieunterricht durch verstärktes Einbinden von praktischen Arbeiten und dem Erlernen von zusätzlichen Analysemethoden ein neues, modernes Gesicht verliehen und den Schüler/innen die Angst vor dem oft gefürchteten Fach Chemie genommen werden.

Das Lehrerteam (Dr. Peter A. Pfeifer und Mag. Irene Stelzel) selber hat bei zwei vorhergehenden IMST-Projekten bereits Erfahrungen mit größeren Projekten sammeln können. Die beiden vorhergehenden Projekte beschäftigten sich mit der Evaluation des Schulbuches ‚Chemie begreifen‘, stehen also in keinem direkten Zusammenhang mit dem aktuellen Projekt. Trotzdem konnte das Lehrerteam aber auf grundlegende Fertigkeiten aus den beiden durchgeführten Projekten zurückgreifen (Organisation von Projekten, externe und interne Evaluation, Dokumentation, u.a.) Es stellen sich aber immer wieder neue Herausforderungen, wie zum Beispiel der Vergleich der Arbeitsweisen der beteiligten Klassen.

Bei den beteiligten Klassen handelte es sich um vier siebte Klassen. Die Klassen 7A und 7C sind sogenannte ‚Regelklassen‘, die nach dem Lehrplan des Gymnasiums unterrichtet werden. Einziger Unterschied ist, dass die Klasse 7A seit der ersten Klasse den Unterrichtsgegenstand Englisch hat und die zweite lebende Fremdsprache ab der fünften Klasse, während die Schüler/innen der 7C-Klasse seit der ersten Klasse in Französisch unterrichtet werden, in Englisch seit der dritten Klasse und in Latein seit der fünften Klasse.

Bei den Klassen 7D und 7E handelt es sich um Netzwerkklassen. In diesen Klassen wird seit der ersten Klasse besonderes Augenmerk auf vernetztes Lernen und kooperative Lernformen gelegt. Das Lehrerteam dieser Klassen trifft sich in regelmäßigen Abständen, um sich auf Themenstellungen zu einigen, die dann zeitgleich in möglichst vielen Gegenständen behandelt werden. Jedes an dem aktuellen Thema teilnehmende Fach steuert eine Stunde pro Woche in einen ‚Lernpool‘ bei. Diese Stunden werden von den Schüler/innen genützt, um alleine, in Paaren oder Gruppen (je nach Aufgabenstellung durch die beteiligten Lehrer) themenbezogene Freiarbeitsaufträge zu lösen. Am Ende jeden Themas steht eine Zusammenfassung bzw.

Präsentation durch die Schüler/innen. In diesen Klassen wird folglich vernetztem Lernen, der Entwicklung einer großen Methodenvielfalt und selbständigem, kooperativem Lernen von Anfang an viel Raum gegeben.

Bei der Klasse 7B handelt es sich um eine bilinguale Klasse (Geographie und Biologie werden seit der ersten Klasse in Englisch unterrichtet). Da diese Klasse im Rahmen ihrer Reise nach Kanada zu Beginn des Jahres in ein eineinhalbjähriges Projekt eingebunden war, nahm sie an ‚Luft-Wetter-Klima in Innsbruck‘ nicht teil. Ursprünglich hätten auch noch die vierten Klassen am Projekt teilnehmen sollen – vor allem auch, weil sich Lehrplanüberschneidungen mit Biologie ergeben hätten. Es zeigte sich aber schon gleich im Herbst, dass die Fragestellung und vor allem die Experimente für 14-jährige Schüler/innen zu komplex sind. Daher wurde auf die Beteiligung dieser Klassen verzichtet. In den siebten Klassen wird Biologie nicht unterrichtet, daher konnte hier leider kein fächerübergreifender Unterricht stattfinden.

Von Seiten der Schüler/innen war kaum Vorwissen zur Problemstellung (Analyse von Niederschlägen, Interpretation von Wetterdaten und Erstellen von Wettervorhersagen) vorhanden. Sie zeigten aber durchaus dem Thema gegenüber großes Interesse. Vor allem auch die Aussicht auf die durchzuführenden chemischen Analysen stellte eine große Motivation für die Schüler/innen dar.

## 1.2 Projektziele und Erwartungen

Ziel des Projekts war es, den Schüler/innen der siebten Klassen im Chemieunterricht an Hand des aktuellen Themas ‚**Luft – Wetter – Klima Untersuchung und Beobachtung von sauren Niederschlägen und Vergleich von ORF-Wetterprognosen mit dem lokalen Wettergeschehen**‘ die Möglichkeit zum Experimentieren, Analysieren, Auswerten und Vergleichen zu geben. Als Ziel soll hier einerseits eine Kompetenzsteigerung der Schüler/innen erreicht werden. Die oft vorhandene Hemmschwelle beim Experimentieren (vor allem auch beim Gebrauch von analytischen Geräten wie pH-Meter, Reflektquant, Leitfähigkeitsmesser, u.a.) soll durch das Sammeln von Erfahrungen herabgesetzt werden. Datenanalyse und Auswertung stellen für Schüler/innen dieser Alterstufe (mangels Gelegenheiten zum Erlernen der zugehörigen Methoden und Denkmuster) große Schwierigkeiten dar. Das zeigt sich oft erst in der Qualität von Fachbereichsarbeiten, die im Maturajahr angefertigt werden. Hier sollte das Projekt ansetzen und den Schüler/innen Gelegenheit geben, selbständig Daten zu analysieren und auszuwerten, Ergebnisse zu vergleichen und graphisch mit Hilfe von einfachen Tabellenkalkulationen (mit Hilfe von EXCEL) darzustellen. Das von uns gewünschte Ergebnis war, den Schüler/innen einen ersten Einblick in wissenschaftliche Arbeitsweisen zur Analyse von Daten zu geben. Das Erreichen dieses Zieles konnte vor allem durch die angefertigten Dokumentationen beobachtet werden.

Der Träger zum Erreichen der oben genannten Ziele war der Themenbereich ‚Luft-Wetter-Klima‘, der vor allem für Schüler/innen im Alpenraum große Relevanz hat. Viele Schüler/innen üben regelmäßig verschiedene Bergsportarten aus, wo exakte Wetterprognosen eine große Rolle spielen. Um zu sinnvollen Analysen zu kommen, ist ein Auseinandersetzen mit den theoretischen Hintergründen (Erstellen von Wetterprognosen, was sagen die gesammelten Daten eigentlich aus) zu diesem Thema nötig. Dieses Hintergrundwissen zu vermitteln war ein weiteres Ziel des Projektes und wurde auf verschiedene Art versucht: z.B. Referate zum Thema Luftschadstoffe

in der Klasse 7C oder Vermittlung von Hintergrundwissen im Physikunterricht der Klasse 7A durch Frau Mag Sonja Zlöbl.

### **1.3 Aktionsplan und Aktivitäten**

Von November 2005 bis Mai 2006 (ausgenommen der Ferientage – Weihnachts-, Semester- und Osterferien) nahmen die beteiligten Schüler/innen selbständig Witterungsdaten (Tageshöchst- und -tiefstwerte und Niederschlagsmengen auf) und verglichen diese mit den Wettervorhersagen in Tirol heute und ZIB1.

Zusätzlich wurden die Niederschläge mittels pH-Meter, Konduktometer, Teststreifen und Reflektanz-Fotometer auf pH-Wert, Leitfähigkeit, Sulfit-, Sulfat-, Nitrit- und Nitratgehalt untersucht.

Die Schüler/innen jeder Klasse übernahmen für etwa einen Monat die oben genannten Analysenaufgaben. Sie organisierten sich dabei selbständig in Zweier- oder Dreier-teams. Die Analysen selbst mussten (nach einer Einführung im Regelunterricht) vor Beginn der ersten Stunde durchgeführt werden – bedeuteten also zusätzlichen Zeitaufwand für die Schüler/innen. Die Auswertungs- und Präsentationsarbeiten wurden zwischen den Klassen aufgeteilt: Während die Klasse 7C eine Posterserie zur Projektpräsentation in der Schule anfertigte, übernahmen Schüler/innen der Klasse 7D Datenanalyse und Darstellung bzw. das Anfertigen einer Posterpräsentation für die Bildungsmesse ‚Tirol-Bildung Online‘ im Juni 2006 in Hall in Tirol und eine Darstellung für den Jahresbericht. Aus der Freiarbeit der 7E resultiert eine Power-Point-CD zum Thema für den Unterricht und die Schul-Homepage.

Dabei übten die Schüler/innen einerseits wichtige Fertigkeiten wie genaues, regelmäßiges, selbständiges Arbeiten, Einspeisen der Daten in die Homepage ([www.wetter.tsn.at](http://www.wetter.tsn.at)) und ihre graphische Darstellung ein. Andererseits standen natürlich auch die fachlich-chemischen Aspekte (Entstehung und Auswirkung von verschiedenen Luftschadstoffen auf die Qualität von Niederschlägen) im Vordergrund und das sich Auseinandersetzen mit einem umweltpolitisch relevanten Problemfeld „Transit und LKW-Transit durch Tirol“ (Welche Folgen haben belastete Niederschläge auf unsere Umwelt? Welche Maßnahmen können zur Verbesserung der Niederschlagsqualität getroffen werden – von jedem einzelnen aber auch auf nationaler Ebene?).

Am Ende des Projektes stand im Mai eine externe Evaluation durch OStR.Mag. Thomas Mair, PI-Tirol. Er analysierte sowohl die Arbeit der Lehrer als auch der Schüler/innen aus verschiedenen Blickwinkeln (siehe Anhang). Außerdem füllten die Schüler/innen einen elektronischen Fragebogen aus (siehe Anhang Interne Evaluation). Hier wurden Wissenserwerb, bevorzugte Arbeiten im Projektverlauf und Gender-sensitive Aspekte behandelt.

Aus Zeitgründen konnte der geplante Vortrag von Dr. Erhard Berger vom ORF Tirol zur Erstellung von Wetterprognosen und die Konfrontation mit dem Projektergebnis bis zum Erstellen des Endberichtes nicht stattfinden, ist aber für Schulbeginn 2006/07 im Herbst dieses Jahres für alle teilnehmenden Klassen als gemeinsamer Projektabschluss geplant.

## 2 INHALTE UND METHODEN

### 2.1 Inhalte des Projektes

Wie oben schon angedeutet können die Projektinhalte in fachbezogen chemische, naturwissenschaftlich-fachdidaktische und fächerübergreifende Aspekte unterteilt werden. Zu den fächerübergreifenden Aspekten muss hier aber noch hinzugefügt werden, dass nur Mag. Sonja Zlöbl bereiterklärte, in der Klasse 7A physikalische Inhalte zum Thema zu bearbeiten; in den anderen Klassen war dies aus organisatorischen Gründen (Übersiedlung der Schule in ein Ausweichquartier) nicht möglich. Der fächerübergreifende Aspekt ist damit im gesamten Projekt sicher weniger stark als ursprünglich geplant vorhanden (siehe auch 2.1.3).

#### 2.1.1 Fachbezogen chemische Inhalte

Fachbezogene Inhalte des Projektes beschäftigten sich vor allem mit dem Themenbereich Luftschadstoffe – saure Niederschläge - saurer Regen – Säuren (Lehrplan Chemie für Gymnasien – 7. Klasse: *4. Chemische Vorgänge und ihre Steuerung in Natur und Industrie: Säure-Base-Reaktionen; 5. Chemie – Der Mensch zwischen Umwelt und Technik: Anhand ausgewählter technologischer Prozesse ist eine fachgerechte Einschätzung der Probleme der Umweltbelastung anzustreben. Aus folgenden Beispielen kann eine Auswahl getroffen werden. Wirtschaftliche und Umweltrelevante Aspekte: Emissionen, Immissionen, Verunreinigungen.*)

Die Schüler/innen sollten Kenntnisse über die wichtigsten Luftschadstoffe (Nitrit, Nitrat, Sulfid, Sulfat, pH, Leitfähigkeit, Temperatur) ihre Entstehung, Auswirkungen auf die Umwelt und Vermeidung erwerben. Diese Inhalte wurden in den einzelnen Klassen mit Hilfe verschiedener Methoden vermittelt (siehe oben).

#### 2.1.2 Naturwissenschaftlich-fachdidaktische Inhalte

Diese Inhalte beschäftigen sich mit allgemein in den Naturwissenschaften gebräuchlichen Methoden, wie zum Beispiel der Anwendung verschiedener Analysemethoden (Bestimmen des pH-Werts mit einem pH-Meter, der Leitfähigkeit mit einem Konduktometer, von Stoffkonzentrationen mit dem Merck Reflektometer) und der Auswertung, Analyse und Interpretation von Daten. (Lehrplan Chemie für Gymnasien: *Das Erfassen der Bedeutung von analytischen Methoden und Verfahren; der Informationsgehalt von chemischen Formeln, Gleichungen und Diagrammen*)

Die Schüler/innen sollten im Laufe des Projektes Kompetenzen in den Bereichen Analyse und Datenauswertung erhalten, um später mit größerer Selbständigkeit an ähnliche Fragestellungen herangehen zu können.

#### 2.1.3 Fächerübergreifende Inhalte

Hierher zählen Informationen betreffend die Entstehung von Wetter, Wetterprognosen, Auswirkungen von sauren Niederschlägen auf biologische Systeme u. ä. Da die Schule zu Jahresbeginn, früher als geplant in ein Container-Ausweichquartier übersiedelte, war durch die daraus resultierende Doppelbelastung der Lehrpersonen eine Koordination zwischen den betreffenden Fächern sehr schwierig und konnte nur in Ausnahmefällen stattfinden (Mag. Sonja Zlöbl in Physik in der Klasse 7A). Außerdem

wird in den siebten Klassen Biologie nicht unterrichtet, so dass hier schon alleine von der Stundentafel her keine fächerübergreifende Kooperation möglich war.

Folglich versuchten die beiden Projektleiter, möglichst viele der oben genannten Inhalte selber im Chemieunterricht zu vermitteln.

## 2.2 Methoden

Die Teilnahme am Projekt war für die Klassen nicht verpflichtend. Den Klassen wurde durch die jeweiligen Chemielehrer (Dr. Pfeifer bzw. Mag. Stelzel) das Projekt vorgestellt. Nach einer Beratungs- und Diskussionsphase stimmten die Klassen über die Teilnahme am Projekt ab. Alle Klassen entschieden sich einstimmig für das Projekt.

### 2.2.1 Datenaufnahme und Analyse

Die Schule erwarb eine Wetterstation, die im Bereich des Schulgeländes installiert wurde. Mit Hilfe der Wetterstation wurden stündlich Messdaten wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit etc. erhoben und automatisch gespeichert. Aufgabe der Schüler/innen war hier, Minimal- und Maximalwerte für jeden Tag herauszufiltern und in einer separaten Datei zu speichern.

Außerdem musste im Fall von Niederschlägen innerhalb der letzten 24 Stunden vor Beginn der ersten Unterrichtsstunde (also vor acht Uhr) die Niederschlagsmenge und Temperatur bestimmt werden. Anschließend untersuchten die Teams die gesammelten Niederschläge auf Leitfähigkeit (Konduktometer), pH-Wert (pH-Meter), Schadstoffgehalt (Nitrit, Nitrat, Sulfid mit Reflektquant) und mussten die gewonnenen Daten in einer eigenen Datei abspeichern.



Reflektquant®-Analysensystem

Um diese Arbeiten selbständig durchführen zu können, erhielten die Schüler/innen im Regelunterricht eine Einführung in die benötigten Methoden. Die Funktionsweise der Geräte wurden von den Lehrpersonen erklärt. Danach konnten die Schüler/innen

in einer Übungsphase den Umgang mit den Geräten einüben. Ebenso wurde die Bedeutung der gewonnenen Ergebnisse erklärt.

Die Schüler/innen arbeiteten dann in selbstgewählten Teams bestehend aus zwei oder drei Personen. Die Teambildung erfolgte einerseits aus freundschaftlichen Aspekten, oft aber auch in Hinblick auf die Möglichkeiten, an einem bestimmten Tag früher in der Schule sein zu können (Busfahrpläne, Prüfungssituation, Schularbeiten) – also auf Grund praktischer Überlegungen. Die Schüler/innenteams erledigten dann an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen die nötigen Analysen.

## **2.2.2 Auswertung der Daten**

Die Auswertung der Daten übernahmen vor allem die Klassen 7D und 7E unter Anleitung von Herrn Dr. Pfeifer. Die Klasse 7C wurde auf Grund einer längeren Abwesenheit von Fr. Mag. Stelzel aus diesem doch sehr zeitaufwändigen Arbeitsschritt herausgehalten.

In den Klassen, die an der Auswertung beteiligt waren, wurde ein Teil der Arbeiten vom Plenum übernommen. Viele Bereiche (z. B. Vergleich der Daten mit dem tatsächlichen Wettergeschehen) wurden – oft in zusätzlicher Arbeit zu Hause – von einzelnen speziell interessierten Schüler/innen übernommen. Dadurch konnte die Unterrichtszeit, die vom Projekt beansprucht wurde, auf ein Mindestmaß reduziert werden. Außerdem konnten sich motivierte Schüler/innen noch zusätzlich einbringen, während für die anderen die Belastung durch das doch sehr zeitintensive Projekt nicht zu groß wurde.

## **2.2.3 Vermittlung von fachlichen Inhalten**

Die Vermittlung von fachlichen Inhalten geschah in den verschiedenen Klassen mit unterschiedlichen, der jeweiligen Klassensituation angepassten, Methoden. Während in der Klasse 7C auf Bitte der Schüler hauptsächlich Referate die fachlichen Kompetenzen vermitteln sollten, wurden in den anderen Klassen mehr oder weniger schüler/innenzentrierte Unterrichtsmethoden (Schüler/innen-Lehrer-Gespräch bis hin zu Freiarbeit in den Netzwerkklassen) eingesetzt. Erwähnt sei hier auch, dass in der Klasse 7A fächerübergreifend in Physik näher auf die Problematik von Wetterentstehung und Wolkenformen eingegangen wurde.

Weiters versuchten die beteiligten Lehrpersonen soweit wie möglich über die direkten chemischen Zusammenhänge hinauszugehen und auch Inhalte aus anderen Fachbereichen mit einfließen zu lassen (z.B. Wetterentstehung, Auswirkung von sauren Niederschlägen auf Gebäude aber auch biologische Systeme, ...)

## **2.2.4 Dokumentation und Veröffentlichung des Projektes**

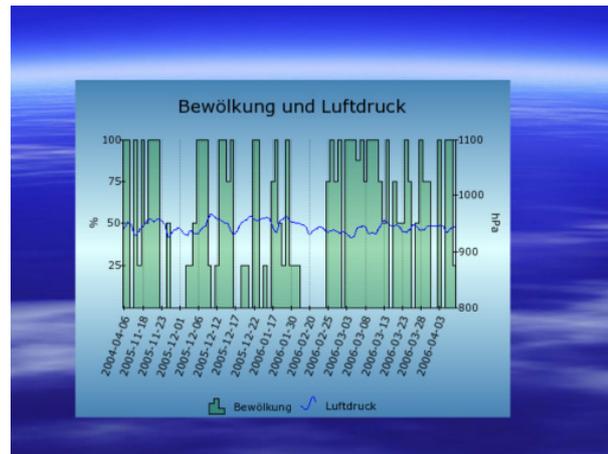
Auch bei der Dokumentation und Veröffentlichung des Projektes teilten sich die Klassen die Arbeit.

Die Schüler/innen der Klasse 7A haben eine Powerpoint Präsentation CD über das Projekt zusammengestellt.

Die Klasse 7C fertigte eine Posterserie an, die verschiedene Aspekte des Projektes darstellte. Diese Poster wurden in der Aula der Schule allen zugänglich gemacht und werden bei der MNI-IMST-Herbsttagung 2006 in der Postersession präsentiert.

Die Klasse 7D war für das Erstellen eines Posters für die Bildungsmesse ‚Tirol-Bildung Online 2006‘ in Hall in Tirol verantwortlich. Zwei Schüler/innen dieser Klasse waren auf der Messe anwesend und haben Fragen zum Projekt beantwortet.

Weiters haben Schüler/innen der Klasse 7E im Jahresbericht des Akademischen Gymnasiums über das Wetterprojekt einen Aufsatz verfasst (vgl. Anhang 6.2).



Beispiel einer Folie aus der Powerpointpräsentation der Klasse 7A

## 2.2.5 Evaluation

### 2.2.5.1 Externe Evaluation

Eine externe Evaluation (vgl. Anhang 6.1.) fand am Ende des Projektes (Mai 2006) durch Herrn Mag. Thomas Mair vom Pädagogischen Institut des Landes Tirol statt. Die Aufgabe von Herrn mag. Mair gliederte sich in zwei Bereiche:

Einerseits war dies eine Evaluation der Zufriedenheit der beiden für das Projekt verantwortlichen Lehrpersonen. Neben strukturellen Aspekten (schulinterne Organisation des Projektes und Organisation durch IMST) wurde auch die Einschätzung des Projekterfolges (Lernerfolg der Schüler/innen, Gewinn an Methodenkompetenz, Zeitaufwand versus Projektertrag, siehe hier als Beispiele genannt) evaluiert.

Diese Evaluation fand in persönlichen Einzelgesprächen (Interview mit Herrn Dr. Pfeifer und Frau Mag. Stelzel statt), die jeweils etwa eine halbe Stunde dauerten. Als Grundlage hatte Herr Mag. Mair zuvor Informationen zum Projekt erhalten. Im Gespräch selbst dienten dann offene Fragen der Informationsfindung.

Andererseits evaluierte Herr Mag. Mair an einem Vormittag auch die Selbsteinschätzung der Schüler/innen das Projekt betreffend. Hier erarbeitete Mag. Mair mit den beteiligten Klassen direkt mit Hilfe der Methoden des Positioning Inhalte betreffend den Lernerfolg des Projektes auf verschiedenen Ebenen (praktische Fertigkeiten, Wissensvermittlung – bzw. Erweiterung, Gender sensitive Aspekte, ..). Im Rahmen dieser Methoden werden den Schüler/innen konkrete Fragen zum Projektverlauf ge-

stellt. Die Schüler/innen stellen sich dann entlang einer im Raum vorgegebenen Linie, die die Zustimmung zur Frage in Prozent darstellt, auf. Die Methode gibt einen schnellen Überblick über die Gesamteinschätzung einer größeren Gruppe zu einem bestimmten Thema.

### **2.2.5.2 Interne Evaluation**

Die beiden verantwortlichen Lehrpersonen fertigten im Projektverlauf ein Projekttagbuch an. Dabei wurde vor allem auf folgende Punkte wertgelegt:

- Methodenvielfalt im Unterricht: Bringt das Projekt eine höhere Vielfalt an Methoden in den Regelunterricht?
- Eigenverantwortung der Schüler/innen: Wie gehen die Schüler/innen mit den ihnen übertragenen Verantwortlichkeiten um? Sind die Anforderungen an die Schüler/innen altersgerecht, oder ergeben sich auf Grund von Unter- od. Überforderung Probleme?
- Verständnis, Problemlösung, Argumentation: Können die Schüler/innen die theoretischen Inhalte auf die aktuelle Situation umsetzen?
- Arbeiten im Team: Wie funktioniert die Arbeit in den einzelnen Teams?

Die im Tagebuch zu diesen Punkten festgehaltenen Beobachtungen wurden durch die tatsächlich von den Schülern produzierten Ergebnisse des Projektes ergänzt. Hierunter fallen z.B. die Vollständigkeit und Genauigkeit der Datenanalyse, Dateninterpretation, Anfertigung von Präsentationsmaterial u. a.

Insgesamt erhielten Herr Dr. Pfeifer und Fr. Mag. Stelzel damit ein möglichst vollständiges Bild des Projekterfolges auf verschiedenen Ebenen.

## **3 ERGEBNISSE UND DISKUSSIONSERGEBNISSE**

### **3.1 Ergebnisse der externen Evaluation die Lehrpersonen betreffend**

Generell brachte die Durchführung des Projektes ‚Luft-Wetter-Klima‘ viele positive Aspekte für die beteiligten Lehrpersonen. Erwähnt seien hier z.B: der Vergleich von Netzwerk- und Regelklassen, die Kontakte zu anderen engagierten KollegInnen im Rahmen der Organisationsstruktur von IMST, u.ä.

Recht positiv wurde der Projekterfolg von den Lehrpersonen bewertet. Die von IMST für ein derartiges Projekt gesteckten Ziele (themenorientierte Unterrichtsgestaltung in Beziehung zur Lebenswelt der Lernenden, Einbeziehung der Spezifika der Lehrpläne in das Unterrichtsdesign, ...) wurden zumindest zum Teil erreicht.

Negative Aspekte waren hauptsächlich der für die Schule beträchtliche finanzielle Aufwand, die zeitliche Belastung (verpflichtende Seminarteilnahmen) und die zu Projektbeginn nicht vorhergesehenen notwendigen Umstellungen der Unterrichtsstruktur.

### **3.2 Ergebnisse der externen Evaluation die Schülerinnen betreffend**

Im Folgenden wird eine kurze Darstellung der Ergebnisse der externen Evaluation gebracht. Genaue Daten können dem vollständigen Text im Anhang entnommen werden.

Am Tag der Evaluation war die Klasse 7E nicht im Schulhaus und konnte daher nicht an der Evaluation teilnehmen.

#### **3.2.1 Erwerb von Sachwissen und Fähigkeiten**

Vor allem die SchülerInnen der Klasse 7A meinten, ihr Fachwissen in Bezug auf die Entstehung von Wetter und Schadstoffe in Niederschlägen verbessert zu haben, die Klasse 7D immerhin mehr über Schadstoffe zu wissen, während die SchülerInnen der Klasse 7C keinen nennenswerten Wissensgewinn beobachten konnten. Einig waren sich aber die SchülerInnen aller befragten Klassen, dass sie ihre praktischen Fertigkeiten – also die Anwendung verschiedener Analysemethoden – deutlich verbessern konnten.

#### **3.2.2 Teamarbeit**

Es wurde in den Klassen eine relativ gute Balance zwischen eigenständigem Arbeiten und Teamarbeit erreicht und von den SchülerInnen auch so wahrgenommen. einzelne SchülerInnen hatten jedoch den Eindruck, mehr alleine gearbeitet zu haben als im Team.

### **3.2.3 Fächerübergreifende Aspekte**

Auffällig ist hier wieder, dass vor allem Schüler der Klasse 7A subjektiv empfunden haben, dass eine Vernetzung mit anderen Fächern stattfand, während die Antworten der SchülerInnen der Klasse 7C und D sehr zurückhaltende ausfielen.

### **3.2.4 Gender sensitive Aspekte**

Hier sticht hervor, dass in von Mädchen dominierten Klassen (7C und D) die betroffenen SchülerInnen den Eindruck hatten, dass Mädchen und Jungen gleiche Arbeitsanteile bewältigten. In der Klasse 7A, in der Mädchen in der Minderzahl sind, wurde über fehlendes Interesse der Mädchen am Projekt und die Dominanz der Burschen geklagt.

### **3.2.5 Interesse für naturwissenschaftliche Fächer**

Das Projekt hat nur bei wenigen SchülerInnen das Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern vergrößert. Die SchülerInnen, die auch zuvor wenig Interesse zeigten, konnten in den meisten Fällen nicht für Naturwissenschaften begeistert werden.

### **3.2.6 Vergleich von Netzwerk- mit Regelklassen**

Im Vergleich der Klassen zeigte sich kein Unterschied in der Fähigkeit zu selbständigem Arbeiten. Im Bereich der Teamarbeit aber war die Netzwerkklassse den Regelklassen eindeutig überlegen – d.h., dass hier alle Schüler das Gefühl hatten, im Team gearbeitet zu haben. Vor allem in der Klasse 7C meinten SchülerInnen, dass sie hauptsächlich alleine gearbeitet hätten.

## **3.3 Evaluation durch die Lehrpersonen**

### **3.3.1 Allgemeines**

Generell nahmen die Lehrpersonen die Motivation der SchülerInnen für das Projekt als recht groß wahr. Vor allem der experimentelle Teil wurde als sehr positiv aufgenommen. Dass ein Teil der Arbeiten (sowohl Analysen als auch Auswertung) in der Freizeit stattfand, war aber für einige Schüler/innen motivationshemmend. Vor allem in diesen Situationen konnten die Lehrenden dann auch Probleme im Teamwork beobachten (Mehrarbeit die einzelne Schüler/innen der Gruppe übernehmen mussten, ...). Schwierig war es auch, die Motivation vom Anfang des Jahres, als die Entscheidung für das Projekt stattfand, bis zum tatsächlichen Einstieg aufrecht zu erhalten. Da die Arbeiten zwischen den Klassen aufgeteilt wurden, konnten zwischen Entscheidung und tatsächlicher aktiver Projektarbeit mehrere Monate liegen (z.B. in der Klasse 7C).

### **3.3.2 Steigerung der Methodenvielfalt**

Das Projekt beinhaltete viele verschiedene Einzeltätigkeiten, die von den Schüler/innen übernommen werden mussten: Von der Datenaufnahmen, Eingabe in den Computer und Verwaltung der Daten, bis hin zur Auswertung, Interpretation und Darstellung der Ergebnisse in verschiedensten Formen (Plakate, Homepage, Präsentation in Bildung Online, Jahresbericht, ...) erlernten die Schüler die verschiedensten Methoden. Wichtig war den Lehrenden hierbei, dass es sich nicht nur um rein chemische Arbeitsweisen handelte sondern auch generell in allen Wissenschaftsbereichen nötige Fertigkeiten von den Schüler/innen eingeübt werden konnten. Diese Vielfalt an Methoden war bisher im normalen Regelunterricht sicher zu kurz gekommen und somit sicher eine Bereicherung durch das Projekt.

### **3.3.3 Eigenverantwortung der Schüler/innen**

Hier beobachteten die beiden Lehrpersonen erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Schüler/innen. Während einige mit den vom Projekt geforderten Aufgaben gut zu Rande kamen, konnten bei anderen größere Schwierigkeiten beobachtet werden. Generell aber waren die Netzwerkklassen den Regelklassen in Bezug auf Eigenverantwortlichkeit nicht überlegen, auch hier konnten Probleme festgestellt werden. Insgesamt aber schienen die Schüler/innen die Verantwortung, die ihnen übertragen wurde zu schätzen. Das zeigte sich etwa in einer lückenlosen Datenaufnahme, aufwändig gestalteten Präsentationsmaterialien, freiwilligem Zusatzeinsatz u.ä.

### **3.3.4 Verständnis, Problemlösung, Argumentation**

In diesem Bereich konnten die Lehrenden relativ große Unterschiede zwischen den einzelnen Schüler/innen entdecken. Einige schienen die geforderten Tätigkeiten relativ mechanisch durchzuführen. Bei anderen war aber eine gedankliche Auseinandersetzung mit dem Thema durchaus gegeben. Diese Schüler lieferten dementsprechend auch die schlüssigeren Argumente im Bereich der Ergebnisdiskussion und Darstellung der Ergebnisse.

### **3.3.5 Arbeiten im Team**

Wie schon erwähnt zeigte sich die Qualität der Teamarbeit vor allem in fordernden Situationen, wo der Zusammenhalt des Teams auf die Probe gestellt wurde (Wer kommt früher in die Schule zur Datenaufnahme,...). Generell hatten die Lehrpersonen aber den Eindruck, dass die meisten Teams recht gut funktionierten. Nur in Ausnahmefällen beklagten sich einzelnen direkt bei den Lehrern über fehlenden Einsatz des restlichen Teams.

## **4 DISKUSSION**

### **4.1 Allgemeines**

Generell wurde das Projekt von den Schülerinnen sehr positiv aufgenommen. Vor allem die praktischen Arbeiten - also die Schadstoffanalyse – stellten einen sehr wertvollen Teil des Projektes dar. Andere Bereiche müssen aber sicher einer genauen Analyse unterzogen werden. Vor allem im Bereich des Wissenserwebs und der Leistungsfestigung zeigten sich im Rahmen der externen Analyse Mängel. Interessant ist sicher auch der Unterschied in der Wahrnehmung der Lehrenden und Schüler/innen. Während die Lehrenden den Wissenserwerb der Schüler/innen auf Grund von Gesprächen und der Qualität der Ergebnisse als recht hoch einschätzten, waren die Schüler/innen davon nicht sehr überzeugt.

### **4.2 Externe Evaluation der Lehrpersonen**

Für die beteiligten Lehrer gestaltete sich die Durchführung des Projektes schwieriger als zu erwarten war. Dazu trugen die äußeren Umstände bei: Erst nach der Bewilligung des Projektes wurde kurzfristig der Umzug der Schule in ein Containerdorf beschlossen und in den ersten Wochen des Schuljahres dann durchgeführt. Das resultierte in einer Doppelbelastung der Lehrer. Außerdem verschob sich dadurch auch der Projekteinstieg um einige Wochen.

Ein zweites Problem zeigte sich, als die vierten Klassen in das Projekt eingeführt wurden. Für vierzehnjährige SchülerInnen war das Hantieren mit den verwendeten Analysegeräten zu anspruchsvoll. Daher entschlossen sich die beteiligten Lehrpersonen, diese Schülergruppe aus dem Projekt herauszunehmen und nur mit den siebten Klassen weiter am Thema zu arbeiten. Es zeigte sich aber im Laufe des Projektes, dass die Größe des tatsächlich durchgeführten Projektes für alle Beteiligten eine nicht zu unterschätzende Herausforderung darstellte.

Die Teilnahme an den von IMST geforderten Seminaren stellte auch ein Problem dar. Da beide Lehrer auch in anderen Bereichen des Schullebens aktiv involviert sind, konnten sie nicht die erforderliche Zeit dafür aufbringen, ohne den eigenen Unterricht über Gebühr zu belasten.

Insgesamt aber war das Projekt durchaus motivierend für die Lehrenden.

### **4.3 Erwerb von Sachwissen und Fähigkeiten**

Hier handelt es sich um einer der Schwachpunkte des Projektes. Das subjektive Empfinden der SchülerInnen in Bezug auf den Erwerb von neuem Wissen ergibt ein denkbar schlechtes Ergebnis. Überraschend ist hier zum Beispiel das schlechte Feedback der Klasse 7C. Hier wurden die gefragten Inhalte im Dezember und Jänner in Form von Referaten behandelt. Als nicht adäquat erwies sich auch, dass die Inhalte der Projektpräsentation auf die beteiligten Klassen verteilt wurden. Denn dadurch musste sich wieder nur eine ausgewählte Gruppe mit den Sachinhalten beschäftigen. Generell stellt sich also die Frage nach einer geeigneten Form der Ver-

mittlung und vor allem Festigung von Sachwissen in praxisorientierten Projekten. Ob sich aber das Abprüfen in Form von Stundenwiederholungen oder Tests hier anbietet, ist sicher fraglich. Ein wichtiger Ansatz des Projektes war ja das selbständige Arbeiten. Ein von den Lehrpersonen aufgezwungener Test würde dem widersprechen. Andere Möglichkeiten wären z. B. eine Präsentation des Projektes in jüngeren Klassen. Hier müssten die SchülerInnen Rede und Antwort stehen. Um das zu bewältigen, ist eine fundierte Sachkenntnis Voraussetzung.

Positiv ist aber sicher das Erlernen der verschiedene Analysemethoden zu bewerten. Hier zeigte sich ein einheitliches Bild (Beobachtungen der Lehrpersonen und Selbsteinschätzung der SchülerInnen). Der Teil des Projektes verstärkt die schon bekannte These, dass Experimente im Unterricht die Einstellung der SchülerInnen zu naturwissenschaftlichen Fächern positiv beeinflussen können.

#### **4.4 Teamarbeit**

Teamwork scheint in den höheren Klassen generell recht gut zu funktionieren und von den SchülerInnen auch gerne durchgeführt zu werden. Eine ausgewogene Balance zwischen Teamwork und Einzelarbeit zu finden, stellt sicher immer einen Herausforderung dar. Dass sich einige SchülerInnen vom Team allein gelassen fühlen, bzw. andere SchülerInnen offenbar die zugeteilten Aufgaben nicht erfüllten, kann für die Gruppe einen wichtigen Lernprozess darstellen. In diesem Zusammenhang war sicher die externe Evaluation sehr wichtig, die den Betroffenen Gelegenheit gab, ihre Bedürfnisse in einem geeigneten Rahmen zu artikulieren. Außerdem wurden auch den Lehrenden Probleme innerhalb der Teams bewusst, die sie sonst so nicht wahrgenommen hätten.

#### **4.5 Fächerübergreifende Aspekte**

Hier findet sich ein zweiter verbesserungswürdiger Punkt des Projektes. Luft-Wetter-Klima beinhaltet verschiedenste Sachgebiete, so dass ein Ausweiten des Projektes auf mehrere Fächer sicher wünschenswert gewesen wäre. Dafür, dass das nicht oder in nur sehr bescheidenem Maße geschehen ist, gibt es mehrere Gründe: Der Anstoß für das Projekt ging vom Fach Chemie aus. Biologie und Umweltkunde wird in der siebten Klasse nicht unterrichtet, genauso wie Informatik – hier würden sicher genügend gemeinsame Themen finden. In einzelnen Klassen funktionierte die Zusammenarbeit vor allem mit Physik sehr gut. In den anderen Klassen hätten die beiden Chemielehrer sicher verstärkt den Kontakt suchen müssen. Es stellt sich aber auch hier wieder die Frage, wie viel Zeit für ein Projekt aufgewendet werden kann. Vor allem, da andere Klassen nicht zu kurz kommen sollen.

#### **4.6 Gendersensitive Aspekte**

Hier zeigt sich ein gemischtes Bild. Klassen mit einem großen Mädchenanteil scheinen zumindest bei diesem Projekt eine gleichmäßige Interessens- und Arbeitsverteilung aufzuweisen.

Problematisch gestaltete sich die Arbeitsverteilung- und Zusammenarbeit in den Klassen, in denen mehr Burschen als Mädchen unterrichtet wurden. Hier klagten die Burschen über fehlendes Interesse der Mädchen, bzw. die Mädchen über die Dominanz der Burschen. Insgesamt ergab sich also ein den alten Rollenvorstellungen entsprechendes Bild („Mädchen interessieren sich nicht für Naturwissenschaften; Burschen verdrängen Mädchen“). Die Lehrpersonen selbst können diese Eigeneinschätzung der Schüler/innen teilweise durchaus bestätigen. Beobachtungen zeigten, dass in gemischten Gruppen oft die Burschen dominierten.

Hier ist also offensichtlich Handlungsbedarf gegeben. In projektorientierten Einheiten könnten die Lehrpersonen steuernd eingreifen, indem sie die Arbeitsgruppen nach Geschlechtern aufteilen. Falls das vermieden werden soll, wäre eine genaue Aufgabenverteilung innerhalb der Gruppe eine Möglichkeit, bei der darauf geachtet wird, dass die Mädchen stark miteinbezogen werden.

## **4.7 Vergleich von Netzwerk- und Regelklassen**

Hier zeigte sich ein für die Lehrpersonen überraschendes Bild. Da in Netzwerkklassen von der ersten Klasse ein Schwerpunkt auf fächerübergreifendes und teamorientiertes Arbeiten gelegt wird, wäre ein Herausstechen der Netzwerkklassen in diesen Bereichen zu erwarten gewesen.

Nach der eigenen Einschätzung der SchülerInnen aber, konnte das nicht belegt werden. Auch die Beobachtungen der Lehrpersonen konnten das nicht bestätigen. Das ergibt insgesamt also ein sehr positives Bild für den Unterricht in Regelklassen. Auch hier wird offensichtlich von den verschiedenen Lehrern Wert auf kooperative Arbeitsformen gelegt. Überraschend ist wieder das Ergebnis der Befragung der Klasse 7C, die von der Lehrperson generell als sehr kooperativ und erfahren in offenen Arbeitsformen wahrgenommen wurde.

## 5 RESUMEE UND AUSBLICK

Insgesamt gesehen war das Projekt sicher ein Erfolg. Vor allem die Methodenvielfalt im Unterricht wurde sowohl von den Lehrenden als auch den Schüler/innen als großes Plus wahrgenommen. Dies ist ein wichtiger Aspekt der auch weiterhin im Regelunterricht verfolgt werden wird. Das Einbeziehen von praktischen Arbeiten ist im Chemieunterricht ohnehin mittlerweile ein Muss, auch wenn die strukturellen Bedingungen in den Schulen dies nicht unbedingt erleichtern. Trotzdem haben sich die beiden Lehrpersonen zum Ziel gesetzt, dies weiter zu verfolgen. Größeres Augenmerk soll in Zukunft auch auf die Auswertung in Interpretation von wissenschaftlichen Daten gelegt werden. Dieser kreative Lernprozess ermöglicht den Schüler/innen eine detaillierte Auseinandersetzung mit den Lerninhalten. Außerdem ist ein tiefes Verständnis für das aktuelle Thema absolute Voraussetzung.

Auf der anderen Seite geben vor allem die problematischen Aspekte des Projektes Anlass, hier weiterzuarbeiten. Verstärkte Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Fächern wäre hier wünschenswert, und wenn möglich nicht nur zwischen den Naturwissenschaften. Gerade im Bereich der Ergebnispräsentation könnten auch bildnerische Fächer oder Sprachen wichtige Partner sein.

Ein Punkt der bei zukünftigen Projektarbeiten besser gestaltet werden muss, ist die Überprüfung der erlernten Inhalte. Ob in Form von schriftlichen Wiederholungen, Präsentationen vor anderen Schülern oder anderer Art kommt sicher auf den jeweiligen Fall an.

Abschließend möchten wir aber anmerken, dass das Durchführen von einem Projekt dieser Art sicher ein Gewinn für alle Beteiligten war.

## 6 LITERATUR

ACKERL, B., LANG, C. & SCHERZ, H. (2001). Fächerübergreifender Unterricht mit experimentellem Schwerpunkt am Beispiel NWL BG/BRG Leibnitz. MS Pilotprojekt IMST<sup>2</sup> 2000/01.

<http://imst2.uni-klu.ac.at/innovationen/> (31.5.2005).

ALTRICHTER, H. & POSCH, P. (1998). Lehrer erforschen ihren Unterricht. Eine Einführung in die Methoden der Aktionsforschung. Dritte erw. Aufl. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

ARNOLD, M. (2002). Aspekte einer neuen Neurodidaktik – Emotionen und Kognitionen im Lernprozess, München: Ernst Vögel.

BARKE, H.D. (2001). Chemie Didaktik heute – Diagnose und Korrektur von Schüler/innenvorstellungen. Berlin: Springer.

FULLAN, M. (1993). Change Forces. Probing the Depths of Educational Reform. London, New York & Philadelphia: Falmer Press.

KÜHNELT, H. (2002). Physikalische Grundbildung – eine Annäherung in Beispielen. In: Krainer, K., Dörfler, W., Jungwirt, H., Kühnelt, H., Rauch, F., Stern, Th. (Hsrg.). Lernen im Aufbruch: Mathematik und Naturwissenschaften. Pilotprojekt IMST<sup>2</sup>. Innsbruck, Wien, München, Bozen: StudienVerlag.