

# **BERUFSAUSBILDUNG IN ANALYTI- SCHER CHEMIE – TROCKEN, ODER DOCH RECHT SPANNEND?**

**DI Dr. Veronika EBERT, Mag. Dr. Cornelia KAMMERER**

**In Zusammenarbeit mit DI Dr. Bibiana MEIXNER, DI Dr. Christoph BRUNMAIR,  
Mag. Dr. Robert ZONA, DI Dr. Christoph NEUMANN und weiteren Lehrkräften  
der HBLVA17**

**Höhere Bundeslehr- und versuchsanstalt für chemische Industrie,  
Rosensteingasse 79, 1170 Wien**

Wien, Juni 2004

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>ABSTRACT .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>5</b>
2.1	Die Unterrichtsgegenstände „Analytische Chemie“ und „Analytisches Laboratorium“ .....	5
<b>3</b>	<b>AUFGABENSTELLUNG .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>TEIL 1 – ANALYTISCHES LABORATORIUM .....</b>	<b>10</b>
4.1.	Vorerhebungen .....	10
4.2	Evaluation des Laborbetriebs durch Schüler/innen der 2. Klasse.....	12
4.3	Diskussion .....	14
<b>5</b>	<b>TEIL 2 – STATIONSBETRIEB IM THEORIEUNTERRICHT .....</b>	<b>16</b>
5.1	Vorerhebungen .....	16
5.2	Durchführung und Evaluation des Stationsbetriebs durch Schüler/innen und Lehrer/.....	16
5.3	Diskussion des Stationsbetriebs .....	21
<b>6</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>ANHANG - METHODEN UND ERGEBNISSE IM DETAIL.....</b>	<b>25</b>
7.1	Befragung von Schüler/innen der 4. und 5. Klassen .....	25
7.2	Erstellung und Evaluation eines neuen Laborarbeitsprogramms .....	27
7.3	Stationsbetrieb .....	41

# 1 ABSTRACT

Gespräche mit Schüler/innen und Erfahrungen von Lehrer/innen ließen vermuten, dass der Theorie- und Laborunterricht in analytischer Chemie der 2.Klasse Fachschule bzw. des 2. Jahrgangs Höhere Abteilung wenig Abwechslung bietet und bei den Schüler/innen eher unbeliebt ist.

Eine Abänderung des Laborarbeitsprogramms (Gliederung der Laborarbeit nach Themengebieten statt nach fachsystematischen Kriterien, Einführung von Proben mit Praxisbezug) berücksichtigte den Wunsch der Schüler/innen nach Praxisrelevanz. In der vorliegenden Arbeit konnte kein klar erkennbarer Zusammenhang zwischen der Neugestaltung des Laborarbeitsprogramms und der Gesamtzufriedenheit der Schüler/innen mit dem Laborunterricht nachgewiesen werden.

Für den Theorieunterricht konnte gezeigt werden, dass eine geänderte Arbeitsform (Stationsbetrieb) dem Bedürfnis der Schüler/innen selbstständig zu arbeiten entgegen kommt. Vor- und Nachteile der verwendeten Methode werden analysiert.

*The dialog with pupils and teachers led to the assumption that the lessons in analytical chemistry in the 2<sup>nd</sup> class lacks sufficient alternations. In addition, pupils seem to dislike the subject a little bit.*

*Changing the working programme (grouping the jobs into themes instead of following systematic aspects) in the laboratory took into consideration that pupils enjoy practical aspects related to their work in the laboratory. Though, no clear relation between the working programme and the general satisfaction with the lessons in the laboratory could be detected.*

*In theoretical lessons, working at different stations followed the wish of pupils to work by themselves. Advantages and disadvantages of the method used are discussed.*

## Abkürzungen

AHS	allgemeinbildende höhere Schulen
BMHS	berufsbildende mittlere und höhere Schulen
HBLVA	Höhere Bundeslehr- und versuchsanstalt

## Vorspann

*„Mein erster Eindruck im Analytischen Laboratorium der 2.Klasse lässt sich nur so beschreiben:*

*Das ist ja stinklangweilig....*

*Was soll einen 15-16-jährige/n Schüler/in daran interessieren? Am 1. Labortag bekommt er/sie einen Kolben mit einer Probe ausgehändigt, von der er/sie z.B. feststellen soll, wie viel Eisen darin enthalten ist. Zu Weihnachten bekommt er/sie einen Kolben ausgehändigt, von dem er/sie feststellen soll, wie viel Kupfer darin enthalten ist. Und zu Ostern ist es noch immer die gleiche Fragestellung“.*

Veronika EBERT, im Zuge der Vorbereitungsarbeiten auf das Analytische Laboratorium der 2. Klasse

*„Immer nur titrieren.“, Bemerkung aus Schülermund*

*Nachsatz:*

*„Kann der/die Schülerin überhaupt die Bedeutung erkennen, die quantitative Analysen in der Praxis habe? Sieht er/sie überhaupt einen Sinn darin, Proben öfter zu wiederholen und ganz genau zu bearbeiten?“ „Was motiviert Schüler/innen, sich mit quantitativen Bestimmungen auseinanderzusetzen?“*

Unser Dank richtet sich an alle mitarbeitenden Kollegen/innen der HBLVA für chemische Industrie, an Gertraud Benke (Beratung Fragebogenerstellung), Brigitte Koliander für die Durchsicht des Berichts, Andrea Kiss (Beratung Evaluation) und alle anderen, die wir möglicherweise vergessen haben.

## 2 EINLEITUNG

### 2.1 Die Unterrichtsgegenstände „Analytische Chemie“ und „Analytisches Laboratorium“

Im Gegensatz zum Unterricht in den meisten anderen Oberstufenschulformen (AHS, BMHS anderer Fachrichtungen), wo Chemie eher den Status eines Nebenfachs hat, konzentriert sich die Ausbildung an der HBLVA auf die Chemie. In den ersten beiden Ausbildungsjahren liegt das Hauptgewicht auf analytischer Chemie (inklusive einem ganzen Tag im analytischen Laboratorium; siehe *Lehrplan Fachschule und Höhere Lehranstalt*).

Der Unterricht in analytischer Chemie ist klar in einen theoretischen Teil (Gegenstand „Analytische Chemie“ und in einen praktischen Teil (Gegenstand „Analytisches Laboratorium“) getrennt. Während im Theorieunterricht - im Gegensatz zum Chemieunterricht in anderen Schulformen – so gut wie keine Demonstrationsexperimente durchgeführt werden, arbeiten die Schüler/innen im analytischen Laboratorium weitgehend eigenständig. Im Labor können die Schüler/innen wesentlich intensiver betreut werden, da in der Regel mehrere Lehrkräfte/Klasse zur Verfügung stehen. Der Unterricht in der Fachschule ähnelt jenem der Höheren Abteilung inhaltlich stark – Unterschiede gibt es nur in der fachlichen Tiefe (Theorie) bzw. in der Anzahl der durchzuführenden Experimente.

#### Ausbildungsziele

##### 1. Jahr

Die Ausbildung im 1. Unterrichtsjahr versucht, den Schüler/innen allgemeine Fähigkeiten für die Arbeit im chemischen Labor zu vermitteln (Umgang mit Laborgeräten, Laborsicherheit etc.). Zusätzlich werden Experimente, die sich mit qualitativer Analytik beschäftigen, durchgeführt. (Fragestellung in der qualitativen Analytik: „Welche Stoffe sind in einer unbekanntem Probe enthalten?“)

##### 2. Jahr

Im 2. Unterrichtsjahr werden quantitative chemische Analysen durchgeführt (Fragestellung in der quantitativen Analytik: „Welche Menge eines bestimmten Stoffes ist in einer unbekanntem Probe enthalten?“).

#### Lehrziele laut Lehrplan (Auszug)

- Erlernen der Prinzipien und gebräuchlichen Methoden
- Bescheid wissen über ihren sinnvollen Einsatz und ihre Grenzen zur Lösung praxisnaher Aufgaben

### Weitere Lehrziele (nach Angaben von dazu befragten Lehrkräften)

- genau und zuverlässig arbeiten lernen
- „quantitativ“ denken und arbeiten  
(worauf ist bei quantitativen Bestimmungen zu achten?)
- Selbstständige Versuchsplanung- und Durchführung
- kritische Interpretation von Ergebnissen
- Fehleranalyse („Trouble Shooting“) durchführen können
- protokollieren können
- Sicherheitsmaßnahmen anwenden können
- Zeiteinteilung erlernen
- Arbeiten im Team

### Laborarbeitsprogramm

Für den Gegenstand „Analytisches Laboratorium“ wurde von den meisten Lehrkräften ein **Laborarbeitsprogramm**, eingesetzt,...

- (1) bei dem die Übungen nach fachsystematischen (methodischen) Kriterien gruppiert sind
- (2) das sich aus gut ausgearbeiteten und funktionierenden Experimenten aufbaut
- (3) für das es sehr gut ausgearbeitete schriftliche Unterlagen gibt, die ein eigenständiges Erarbeiten der verwendeten Methoden ermöglichen sollten  
Die Unterlagen dürften jedoch das fachsprachliche Niveau vieler Schüler/innen überfordern.
- (4) handwerkliche Routine der Schüler/innen sehr stark fördert  
häufige Wiederholungen unter relativ großem Zeitdruck
- (5) das von den Schüler/innen prinzipiell in beliebiger Reihenfolge absolviert werden kann  
Empfohlen wird allerdings, die vorgegebene Reihenfolge einzuhalten, da der Theorie-Unterricht darauf abgestimmt ist. Repetenten arbeiten oft in abgeänderter Reihenfolge, der Andrang auf bestimmte Gerätschaften hält sich dadurch in Grenzen.
- (6) das keine klar erkennbaren Zwischenziele aufzeigt  
- im Gegensatz zum Laborarbeitsprogramm der 1 Klasse, bei dem das Jahresprogramm in Teilprogramme unterteilt ist und sich die Gesamtbenotung aus den Einzelnoten der Teilprogramme errechnet
- (7) das eine hohe Vergleichbarkeit der Leistungen innerhalb und zwischen unterschiedlichen Klassen ermöglicht  
bestimmte Zahl von Punkten pro Arbeitstag

(8) sehr klare, für die Schüler/innen leicht nachvollziehbare Benotungskriterien bietet

(9) das für den Schüler/die Schülerin wenig klar erkennbare Praxisbezüge aufweist

Erst am Ende des Schuljahres konnte von den schnelleren Schüler/innen eine sogenannte „Praxisprobe“ bearbeitet werden; Praxisproben verringern die Vergleichbarkeit der Leistung unterschiedlicher Schüler/innen, da sich die Aufgabenstellungen voneinander unterscheiden; Praxisproben haben für die Lehrer den Nachteil, dass die Korrektheit der von den Schüler/innen durchgeführten Analyse nur mit relativ hohem Arbeitsaufwand überprüft werden kann. Außerdem können Störungen von anderen in der Probe enthaltenen Stoffen die Ergebnisse leicht verfälschen.

(10) bei dem keine klare Trennung in „Erarbeitungsphase“ und Leistungsphase realisiert wird

(11) Bei dem eine permanente Prüfungssituation besteht

richtige Analyse der jeweiligen Probe mit einer vorher definierten Genauigkeit

# 3 AUFGABENSTELLUNG

## Erheben der Ausgangssituation

- Erhebung der Schüler/innenzufriedenheit mit dem Analytischen Laboratorium
- Definition von Lehr/Lernzielen durch Lehrkräfte
- Analyse von Problemen und Lösungsansätzen

## Gestaltung eines neuen Laborarbeitsprogramms

Um die Stärken des bisher verwendeten Laborarbeitsprogramms maximal ausnutzen zu können und die unserer Meinung nach vorhandenen Schwächen zu reduzieren, sollte das Laborarbeitsprogramm wie folgt abgeändert werden:

- Gliederung des Jahresarbeitsprogrammes in 4 Teilprogramme (Setzen von Zwischenzielen)
- Aufgliederung der Arbeitsaufgaben nach themenbezogenen, anstelle von fachsystematischen Kriterien (Themen „Wasser“, „Abwasser“, „Boden“, „Lebensmittel und Haushalt“) zur Steigerung des Lebensweltbezugs
- Einbau von „Praxisbeispielen“ in jedes Teilprogramm mit folgenden Zielen:
  - Steigerung des Lebensweltbezugs, und damit der Motivation der Schüler/innen
  - Variation der Aufgabenstellung zur Reduktion der Monotonie, zur Förderung der geistigen Flexibilität der Schüler/innen; dadurch Anregung, die Arbeitsmethodik genauer zu durchdenken, gefolgt von einer verbesserten Fähigkeit der Schüler/innen, Fehlersuche zu betreiben

## Gestaltung eines Stationsbetriebs für den Theorieunterricht

Ziele:

- Unterstützung der Teamfähigkeit der Schüler/innen  
Der Stationsbetrieb sollte die Zusammenarbeit zwischen den Schüler/innen fördern, da er in Partnerarbeit durchgeführt werden sollte.
- Verstärkung der Handlungsorientierung - auch im Theorieunterricht  
durch Selbst-Erarbeiten der Laborarbeitsmethoden und ihrer fachlichen Hintergründe; dadurch Aktivierung der Aufmerksamkeit der Schüler/innen und Erhöhung der Verständnistiefe
- Förderung des Methodenspektrums der Lehrkräften - Ausprobieren/Einsatz von Alternativen zum Frontalunterricht

- Reduktion von Wartezeiten/Stress im Laborbetrieb durch gestaffelte Bearbeitung verschiedener Aufgaben durch die die Gerätschaften im Labor gleichmäßiger ausgelastet werden
- Synchronisation des theoretischen Unterrichts mit den Schüler/innen-aktivitäten im Labor

## **4 Teil 1 – Analytisches Laboratorium**

### **4.1.Vorerhebungen**

#### **Analyse des Ist-Zustandes durch die Autorinnen**

Das 2.Klasselabor bestand nach Ansicht der Autorinnen aus recht monotonen Aufgabenstellungen, die Arbeitsabläufe zeigen eine hohe Redundanz (z.B. Titratio-  
nen). Es wurde von uns in Frage gestellt, ob die bisherige Vorgangsweise für das Er-  
reichen der Ausbildungsziele notwendig ist. Hinterfragt wurde auch, ob die Schü-  
ler/innen den Sinn von Wiederholungen erkennen können. Wir hofften, durch einen  
stärkeren Praxisbezug die Monotonie zu reduzieren und den Sinn der Ausbildungs-  
inhalte transparenter machen zu können.

#### **Analyse des Ist-Zustandes durch andere Lehrkräfte**

Im Sommer 2003 wurden 12 Lehrer/innen in die Diskussion über den Reformations-  
bedarf eingebunden und schriftlich und mündlich befragt.

Einige Lehrer/innen bestätigten unseren persönlichen Eindruck.

Andere übten Kritik an unseren Änderungsvorschlägen und hoben die Vorteile des  
bisher am häufigsten praktizierten Laborarbeitsprogramms hervor (siehe Einleitung).  
So wurde die Ansicht vertreten, dass die Schüler/innen in erster Linie daran interes-  
siert sind, zu möglichst guten Noten zu kommen. Alles andere sei sekundär. Sie wie-  
sen auf Nachteile des neuen Systems hin (geringere Vergleichbarkeit, nicht ganz  
korrekte analytische Ergebnisse bei manchen Praxisproben etc.). Kritisiert wurde  
auch, dass die von uns vorgeschlagene thematische Gruppierung der Arbeitsaufga-  
ben nicht der beruflichen Praxis entspreche – d.h, dass für Analysen in der Praxis oft  
andere Bestimmungsmethoden (in der Regel aufwendigere apparative Analysenver-  
fahren) eingesetzt werden. Es bestünde die Gefahr, dass die Schüler/innen die je-  
weilige Methode dann eindimensional als Lösungsweg mit einer bestimmten Art von  
Praxisprobe verbinden würden.

Die Autorinnen kamen zu dem Schluss, dass sowohl das alte, als auch das neue La-  
borarbeitsprogramm Vor- und Nachteile haben. Der Unterschied liegt vor allem in  
den jeweiligen didaktischen Prioritäten. So erschien uns der exemplarische Zugang  
zur analytischen Methodik und Förderung der Motivation der Schüler/innen durch ei-  
nen größeren Praxisbezug vorrangig. Andere bewerteten die absolute Notengerech-  
tigkeit und Vergleichbarkeit der Schülerleistungen höher.

## Analyse des Ist-Zustandes durch andere Lehrkräfte durch Absolventen und Schüler/innen höherer Klassen

Im persönlichen Gespräch mit einzelnen Schüler/innen fiel auf, dass das Labor der 2.Klasse nicht besonders geschätzt wurde („immer nur titrieren“, „sehr stressig“, „keine Zeit, Fehler zu suchen“, „stumpfsinniges Wiederholen“).

Um ein klareres Bild zu bekommen, wurden Schüler/innen der 4. und 5.Klassen mittels anonymer Fragebögen befragt (Fragebogen und Detailergebnisse siehe Anhang).

Die Ergebnisse in Kürze:

- Interesse am 2.Klasse Labor

Der Großteil der befragten Schüler/innen (59%) bezeichnete den Laborunterricht als „mittelmäßig interessant“, 35% empfanden ihn sogar „nicht interessant“. Da wir annehmen, dass der Laborunterricht ein wichtiger Grund ist, warum Schüler/innen sich für unsere Schule entschieden haben, orteten wir hier tatsächlich einen Verbesserungsbedarf.

- Sinn des Laborunterrichts der 2.Klasse

Den Sinn, sich mit quantitativen Bestimmungen (und damit verbundenen häufigen Wiederholungen) zu beschäftigen, hat der Großteil der Schüler/innen in der 2.Klasse nur teilweise erkannt (51%), dies änderte sich nach eigenen Angaben mit zunehmendem „chemischen Weitblick“ in der 4. bzw. 5.Klasse (75% gaben an, den Sinn zum Befragungszeitpunkt zu verstehen).

- Interesse an verschiedenen Methoden (offene Frage)

Die Hälfte der Schüler/innen fand Gefallen an Analysen, die mit Geräteunterstützung durchgeführt werden (Potentiometer, Konduktometer, Destillationsapparatur, Elektrolysekammern). Interessant erschienen auch Praxisbeispiele (25% der befragten Schüler/innen).

Gravimetrische Bestimmungsmethoden wurden von etwa der gleichen Zahl von Schüler/innen geschätzt bzw. abgelehnt.

Die größte Ablehnung (62% der befragten Schüler/innen) erfuhren „die zahlreichen Titrationsen“ (Neutralisationstitrationsen, komplexometrische Titrationsen, Redoxstitrationsen, Fällungstitrationsen). (14% der Schüler/innen erwähnten dezidiert eine Titrationsart in der Positivliste.)

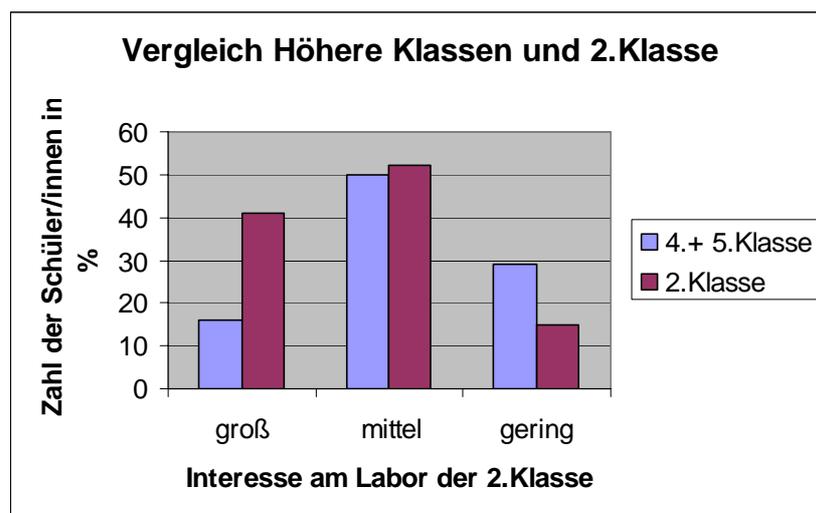
Immerhin 10% der Schülerinnen gaben bei einer offenen Frage an, dass das Labor langweilig gewesen sei. Ein Interview mit einem Absolventen zeigte auch auf, dass unter sehr hohem Zeitdruck gearbeitet werden musste, und daher zuwenig Zeit blieb, um Fehlersuche zu betreiben. Er betonte, dass die Praxisprobe das „einzig Interessante gewesen sei“.

## 4.2 Evaluation des Laborbetriebs durch Schüler/innen der 2. Klasse

Mitte April wurde alle Schüler/innen des 2. Ausbildungsjahres (zwei Klassen Fachschule und vier Klassen der Höheren Abteilung) mittels Fragebogen zum Labor der 2.Klasse interviewt (Fragebogen siehe Anhang).

Während sich die Lehrkräfte der Fachschulklassen für das neu entwickelte Laborprogramm entschieden hatten, arbeiteten alle Klassen der Höheren Abteilung mit einem fachsystematisch gegliederten Laborarbeitsprogramm. Dies schränkt die Vergleichbarkeit der Daten unserer Ansicht nach ein, da Fachschulklassen meist schwerer zu begeistern sind als Klassen der Höheren Abteilung. Dennoch wurde durch indirekte Fragestellungen versucht, ein Bild von den Auswirkungen des modifizierten Laborprogramms auf das Interesse der Schüler/innen zu bekommen. (Detailergebnisse siehe Anhang)

Die Ergebnisse in Kürze:



### Diagramm 1 Interesse am Labor der 2.Klasse

Vergleich zwischen Schüler/innen der 4.+ 5. Klassen und Schüler/innen der 2.Klasse

Wie in Diagramm 1 ersichtlich, empfand die Mehrheit der Schüler/innen das Labor der 2.Klasse „mittelmäßig“ interessant.

Das Interesse jener Schüler/innen, die zum Befragungszeitpunkt gerade im 2.Klasse Labor arbeiteten, war insgesamt höher als jenes der Schüler/innen höherer Klassen. Ob dieser Unterschied durch besseren Unterricht oder andere Erfahrungen (Schüler/innen höherer Klassen kennen auch andere Labors; der Unterrichtsstil könnte sich geändert haben) verursacht worden sind, ist unklar.

Ein unerwartetes Ergebnis war, dass die meisten Schüler/innen (55%) das Labor der 2. Klasse interessanter fanden als jenes der 1.Klasse.

Wir hatten im Vorfeld der Untersuchung vermutet, dass das Labor der 1.Klasse für die Schüler/innen interessanter ist, da es abwechslungsreicher gestaltet ist. Als Gründe für ihr Interesse am Labor der 2.Klasse nannten die Schüler/innen vor allem die „Möglichkeit, selbstständig zu arbeiten“ (15%), und die „Arbeit mit Geräten“ (14%).

Generell gefallen hat den Schüler/innen der 2.Klasse die „Arbeit mit Geräten“ (13%), die „selbstständigen Arbeits- und Zeiteinteilung“ (9%), aber auch „der persönliche Erkenntniszuwachs“ (9%) und die „Praxisbeispiele“.

So zeigte sich, dass fast die Hälfte der Schüler/innen der 2Fc (Fachschule) in der Liste der „fünf interessantesten Proben“ ein „Praxisbeispiel“ nannte. Das ist insofern bemerkenswert, als zu diesem Zeitpunkt nur 2/3 aller Schüler/innen ein Praxisbeispiel analysiert hatten. Neben den so titulierten „Praxisbeispielen“ fanden auch Proben mit klarem Praxisbezug (Vitamin C-Bestimmung, Perboratbestimmung, Wasserhärtebestimmung) eine hohe Zustimmung.

Nach dem Interesse an einem Praxisbezug wurde auch direkt gefragt: 73% aller Schüler/innen gaben an, dass sie an „der praktischen Anwendung der erlernten Methoden sehr interessiert“ seien, 20% interessierten sich „teilweise“ dafür, nur 4% überhaupt nicht.

Die größte Zustimmung fanden Methoden, die „gut“ und/oder „rasch funktionieren“ wie zum Beispiel komplexometrische Bestimmungen.

53% aller Schüler/innen begründeten zumindest eine Probe aus ihrer Liste der „fünf interessantesten Proben“ mit diesem Argument. Sehr wichtig war vielen den Schüler/innen (28%) auch bei dieser Frage die „Arbeit mit Geräten“. Möglichweise liegt dies daran, dass 85% aller Schüler/innen Analysen mit Geräten – im Gegensatz zu gravimetrischen und maßanalytischen Verfahren - als „praxisrelevant“ empfinden.

Für uns unerwartet war, dass 20% Schüler/innen angaben, dass sie eine bestimmte Probe interessiert, weil es visuelle Effekte (meist Farbeffekte) gab.

Das Interesse wurde ebenfalls geweckt, wenn eine Probe als „Herausforderung“ (20% der Schüler/innen) empfunden wurde, der „Praxisbezug“ kam hier mit 7% an fünfter Stelle der Begründungen.

Kritisiert wurden von den Schüler/innen der 2.Klasse ebenso wie in den höheren Klassen die „Titrationen, die mit der Zeit langweilig werden“.

Mit weiteren Fragen wurde erhoben, inwieweit den Schüler/innen der Praxisbezug im Theorieunterricht aufgezeigt worden ist und inwieweit die Schüler/innen eine konkrete Vorstellung haben, welche Methoden praxisrelevant sind – Details siehe Anhang.

Da es an der Schule die Erfahrung gab, dass viele Schüler/innen durch die Erfahrungen im Labor der 2.Klasse von der Chemie abgeschreckt werden (Monotonie und Leistungsdruck), wurde auch nach der Zunahme oder Abnahme des generellen Interesses an der Chemie gefragt. Dieser Parameter wird durch mehrere Fächer beeinflusst (Theorieunterricht zu Analytischer Chemie, Organischer Chemie, Allgemeiner Chemie, Mikrobiologie; Analytisches Laboratorium). Erfreulicherweise gaben mehr als 40% aller Schüler/innen an, dass ihr „Interesse an Chemie größer geworden ist“, 43% meinten, es „sei gleich geblieben“, nur 12% bemerkten bei sich selbst eine Abnahme des Interesses an der Chemie.

## 4.3 Diskussion

Der Unterricht in Analytischer Chemie der 2.Klasse berücksichtigt den in den IMST-*Grundbildungsrichtlinien* geforderten Alltagsbezug durch (1) den Einbau von Praxisbeispielen im Labor und (2) durch die Besprechung des Praxisbezugs der im Labor eingesetzten Methoden im Theorieunterricht.

Die Änderung des Laborarbeitsprogramms berücksichtigt den Praxisbezug noch stärker, weil (1) Praxisproben nicht erst am Ende des Schuljahres durchgeführt wurden und weil (2) die Arbeitsmethoden nach alltagsrelevanten Themen geblockt wurden.

Es zeigte sich, dass das Interesse am Labor der 2.Klasse in den Fachschulklassen trotz des modifizierten Laborarbeitsprogramms geringer war als in den meisten Klassen der Höheren Abteilung, in denen mit einem fachsystematisch gegliederten Laborarbeitsprogramm unterrichtet worden ist. Da erfahrungsgemäß die Fachschüler/innen schwerer für den Unterricht zu begeistern sind als Schüler/innen der Höheren Abteilung, zogen wir daraus keine negativen Schlüsse für unsere Änderungen. Wir vermuten sogar, dass das Interesse der Fachschüler/innen bei geringerem Praxisbezug noch deutlich geringer gewesen wäre.

Bestätigt wurden wir in unserer Annahme, dass der Praxisbezug von einer großen Mehrheit der Schüler/innen gewünscht wird.

In Summe gaben 93% (!) aller Schüler/innen an, an der praktischen Anwendung der Methoden „interessiert“ oder „teilweise interessiert“ zu sein. Praxisproben zählten bei Schüler/innen, die bereits Erfahrungen mit Praxisproben hatten, zu den „interessantesten Proben“.

Ebenfalls bestätigt wurde unserer Beobachtung, dass Schüler/innen besonders gerne mit Geräten arbeiten.

Möglicherweise liegt das daran, dass sie gerätetechnische Analysen als „wichtig für die Praxis“ empfinden (85%).

Dennoch scheint das Interesse am Labor der 2.Klasse unterschiedlichsten Motiven zu folgen: die „Arbeit mit Geräten“ ist ebenso ein Kriterium wie das „selbstständige Arbeiten“, „visuelle Effekte“, „einfache Durchführung“, aber auch „Herausforderung“, „abwechslungsreiche Arbeit“, „persönlicher Erkenntniszuwachs“, „Praxisbezug“, bestimmte Auswerteverfahren, „theoretische Prinzipien einer Methode“, „Partnerarbeit“, bestimmte Rahmenbedingungen etc..

Die negativsten Erfahrungen mit dem Labor waren „Leistungsdruck“, „Misserfolge“ sowie einzelne ungeliebte Methoden. Langweilig dürfte den Schüler/innen sein, wenn ein bestimmter Typ der Methode (Titationen) sehr oft hintereinander ausgeführt wird.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass nicht das Laborarbeitsprogramm, sondern viel mehr die Art und Weise wie dieses vom jeweiligen Lehrer/innenteam umgesetzt wird, die Zufriedenheit der Schüler/innen steuern dürfte. Die vorliegende Untersuchung enthält eine Fülle von Detailinformationen, die es den einzelnen Lehrkräften/teams ermöglichen sollte, den Laborbetrieb zunehmend motivierender und schülerfreundlicher zu gestalten.

#### Einige Ideen, die in den kommenden Jahren eingebaut werden könnten:

- Wiederholung der Fragebogenaktion in den 2. und in den höheren Klassen in den kommenden Jahren zur Absicherung der Ergebnisse/zur Feinadaptation des Arbeitsprogramms/der Arbeitsmodalitäten im Labor
- Abbau der Zahl von Titrationsen, da diese vielen Schüler/innen langweilig werden. Zu hinterfragen wäre, ob die große Zahl der Titrationsen tatsächlich für die berufliche Qualifikation erforderlich ist
- Erhöhung des Abwechslungsgrades der einzelnen Übungen durch geänderte Aufgabenstellungen (Fehlersuche, Methodenvergleich,..)
- Punktuelle Kombination von quantitativer Arbeit mit qualitativer Arbeit (Verbindung des Stoffes der 2.Klasse mit Inhalten der 1.Klasse)
- Stufenweise Steigerung von Anforderungen – nicht von Anfang an die gleiche Analysegenauigkeit und die gleiche Protokollierungsqualität zu verlangen wie am Jahresende
- Klare Trennung in „Pflichtproben“ und „Kürproben“ im Laborarbeitsprogramm
- Klarere Trennung in Lern- und Leistungsphase wie in der PISA-Studie gefordert; Es wäre denkbar, dass in den Lernphasen – in Analogie zu einer praktischen Einschulung in einem Betrieb – Lehrer/innen und Schüler/innen gemeinsam eine Methode üben; Rolle der Lehrkraft weg von der Kontrollfunktion hin zu einer helfenden Institution
- Einbeziehung alternativer Benotungsparameter (neben Richtigkeit der Analyse und Ausführung des Protokolls) – Mitarbeit, Erfolg bei der Fehlersuche; Teamarbeit
- Einbau von „fun“- Faktoren mit visuellen Effekten, die von den Schüler/innen besonders geschätzt werden

## 5 Teil 2 – Stationsbetrieb im Theorieunterricht

### 5.1 Vorerhebungen

Die Autorinnen empfanden den theoretischen Unterricht in Analytischer Chemie als Frontalunterricht phasenweise langweilig: nicht nur methodische Prinzipien, sondern auch die Arbeitsmethoden müssen Schritt für Schritt mit den Schüler/innen besprochen werden. Die Annahme lag nahe, dass dieser Unterricht auch von den Schüler/innen nicht als besonders anregend wahrgenommen wird.

### 5.2 Durchführung und Evaluation des Stationsbetriebs durch Schüler/innen und Lehrer/

#### Durchführung

Die Arbeitsform „Stationsbetrieb“ wurde in vier Klassen getestet:

Klasse	Lehrer/in	Ausbildungsform
2Fb	ZONA Robert	Fachschule
2Fc	KAMMERER Cornelia	Fachschule
2Hb	BRUNMAIR Christoph	Höhere Abteilung
2Hc	MEIXNER Bibiana	Höhere Abteilung

Für den Stationsbetrieb wurden 3 verschiedene Mappen („Neutralisationstitation“, „Gravimetrie“, „Komplexometrie“) mit theoretischen Informationen zum Thema vorbereitet. Jede Mappe wurde durch Zwischenblätter in Kapitel gegliedert, enthielt kurze Informationen, wie die Mappe zu verwenden ist („basic rules“) und eine Aufgabenstellung (detaillierter Aufbau der Mappen siehe Anhang).

Die Bearbeitung der 3 Themenkreise erfolgte in Partnerarbeit (zumeist konnte sich ein/ schwächerer Schüler/in eine/n bessere/n Schüler/in aussuchen). Von verschiedenen Schüler/innenpaaren wurde gleichzeitig unterschiedliche Themenkreise behandelt.

Nach einer kurzen Einführung (Gebrauch der Mappen, Vorgangsweise, erwartetes Endprodukt) wurde den Gruppen – nach dem Zufallsprinzip - eine der drei Mappen ausgehändigt und die Aufgabenstellung von den Schüler/innen eigenständig bearbeitet. Die Lehrkraft stand für Fragen zur Verfügung.

Nach Ende eines Durchgangs wurde ein kurzer Mitarbeitstest (4 Fragen) ausgegeben, der mit Hilfe der eigenen Mitschrift gelöst werden sollte.

In drei Klassen (2Fc, 2Ha, 2 Hb) wurden die von den Schüler/innen erstellten Mitschriften eingesammelt und korrigiert, in der 2Fb wurden die Mitschriften während des Unterrichts angesehen und – wenn notwendig - auf Fehler hingewiesen.

## **Evaluation**

Der Stationsbetrieb wurde kurz nach Abschluss der Arbeiten durch Lehrer/innen und Schüler/innen wie folgt evaluiert: Schüler/innen und Lehrer/innen füllten zur gleichen Zeit einen analog aufgebauten Fragebogen aus (Detailergebnisse siehe Anhang). Zusätzlich wurden alle Lehrkräfte und einige Schüler/innen jeder Klasse interviewt. (Daten nicht gezeigt). Die dabei gewonnenen Rückmeldungen werden im Folgenden zusammengefasst.

### **Sozialfaktoren - Partnerarbeit**

Einig waren sich Lehrer/innen und Schüler/innen dass die Arbeitsform „Partnerarbeit“ „gut“ war (alle Lehrkräfte und 68% der Schüler/innen).

Die Lehrkraft der 2Fc (Kammerer) betonte im Interview, dass ihre sozial sehr schwierige Klasse (Konflikte Repetenten – andere Schüler/innen; Konflikte Ausländer/innen – Inländer/innen, geringe Konfliktlösungsfähigkeit der meisten Schüler/innen) nun deutlich besser zusammenarbeite als vor der Partnerarbeit. Jene Schüler/innen, die die Arbeitsform nicht mochten, begründeten dies durch: „Abschreiben voneinander“, „wünsche freie Partnerwahl“, „eine/r der beiden arbeitete deutlich weniger“, „Einzelarbeit sollte möglich sein“.

### **Arbeitsatmosphäre in der Klasse**

Der Großteil der Schüler/innen der Höheren Abteilung meinte, dass es während des Stationsbetriebs „teilweise chaotisch“ war (49%), die meisten Fachschüler/innen und die Lehrkräfte wiesen diesen Eindruck zurück.

Erwartungsgemäß war das Empfinden von „Chaos“ in der kleinsten Klasse (2Fb, 16 Schüler/innen) am geringsten. Nur in einer Klasse (2Hb) fühlten sich sowohl der Lehrer als auch die Schüler/innen durch den Lärm gestört.

Einige Schüler/innen erwähnten im Interview, dass das Verhältnis zur/m Lehrkraft bei dieser Arbeitsform besser ist – Die Lehrkräfte geben weniger vor und haben eher eine helfende Rolle als im Frontalunterricht.

### **Schriftliche Unterlagen**

Die schriftlichen Unterlagen eigneten sich nach Meinung der Schüler/innen unterschiedlich gut für die selbstständige Bearbeitung.

Während die meisten mit den Unterlagen zu den Themen „Neutralisationstiteration“ und „Gravimetrie“ recht gut zu Recht gekommen sind, war die Mappe zum Thema „Komplexometrie“ für viele weniger gut geeignet. Die Lehrkräfte empfanden sie als zu umfangreich und das Niveau der Texte zu hoch.

Interessanterweise gaben viele Schüler/innen an, dass ihr jeweiliger Partner größere Probleme mit der Bearbeitung der Unterlagen habe als er/sie selbst.

Bei den offenen Fragen bezeichneten Schüler/innen die Mappen als „gute Stoffsammlung“, es gab aber auch Kritik: „teilweise etwas unübersichtlich“, „teilweise schwer/Erklärungen unverständlich“, „Aufgabenstellung zu lange“, „Mappen zu umfangreich“ etc..

### **Erarbeitung des Stoffes**

Mit der Erarbeitung des Stoffes kamen die Schüler/innen – nach ihrem eigenen Empfinden gut zurecht.

Die meisten gaben an, es sei „mittelmäßig“ (49%) oder „nicht schwierig“ (41%) gewesen, wobei sich die Fachschüler/innen etwas schwerer taten.

Sie empfanden die Arbeitsform auch nicht sonderlich anstrengend („nein“ 44%; teilweise 40%), jedenfalls nicht anstrengender als „normalen“ (Frontal-)unterricht.

Positiv war für viele Schüler/innen die Möglichkeit, den Stoff eigenständig zu erarbeiten (20% bei einer offenen Frage) und sich die Zeit frei einteilen zu können (12% bei einer offenen Frage). Immerhin 6% glauben, sich mehr gemerkt zu haben.

Es fällt jedoch auf, dass sehr viele Schüler/innen angaben, zu wenig Zeit für die Erarbeitung bekommen zu haben (30% bei offenen Fragen).

Viele Schüler/innen gaben an, dass die neue Arbeitsform zu Beginn schwierig gewesen sei, sie sich aber dann daran gewöhnt hätten. Dieses Gefühl deckt sich mit dem Eindruck der befragten Lehrer/innen.

### **Stoffverständnis/Stoffverankerung im Gedächtnis**

Die Mehrheit der befragten Schüler/innen gab an, sich „mehr“ (43%) oder „genauso viel“ (40%) gemerkt zu haben wie im „normalen“ (Frontal-)unterricht. Die Schüler/innen der Höheren Abteilung kamen etwas besser zurecht als jene der Fachschule.

Kritisiert wurde von Schüler/innen, dass sie „die Wichtigkeit der einzelnen Inhalte nicht bewerten können“. Dies wurde auch von einer Lehrkraft so gesehen. Einige Schüler/innen zeigten Präferenzen für den Frontalunterricht.

Aufgeschlüsselt nach Fachgebieten zeigte sich, dass die meisten Schüler/innen bei den Kapiteln „Neutralisationstiteration“ und „Gravimetrie“ meinten, sich gut auszukennen. Weniger sicher fühlten sie sich bei dem Kapitel „Komplexometrie“.

### **Leistungsanalyse**

Auf einen Leistungsvergleich zwischen verschiedenen Klassen wurde bewusst verzichtet, weil

- a) 2 der 4 Klassen mit Stationsbetrieb Fachschulklassen waren, für diese keine „Kontrollklasse“ gab und weil
- b) die Leistungsunterschiede zwischen verschiedenen Klassen generell relativ hoch sein können.

Um dennoch eine Information über das beim Stationsbetrieb erzielte Wissen zu erhalten, wurden die Lehrkräfte befragt: Nach deren Ansicht zeigten sich bei Leistungsfeststellungen (Tests) keine deutlich erkennbaren Unterschiede zu Tests nach Frontalunterricht.

### **Synchronisation theoretische Vorbereitung - Laborarbeit**

Der Lehrkräfte berichteten, dass – ähnlich wie im Frontalunterricht – auch mit Stationsbetrieb nicht gelungen ist, das die Schüler/innen alle methodischen Informationen im Theorieunterricht erworben haben, bevor sie die entsprechende Methode im Labor durchführten. Auch in diesem Fall „hinkten“ die theoretischen Kenntnisse meist hinter dem Laborunterricht nach.

### **Kommunikation unter den Lehrenden**

Die Lehrer/innenbefragung zeigte, dass das Ausmaß der Kommunikation zwischen den Lehrkräften durch das Projekt nicht signifikant gesteigert wurde.

Die Beteiligten gaben an, grundsätzlich mit Kollegen/innen viel zu kommunizieren – wenn dies durch den Stundenplan möglich ist.

Die Kommunikation über das Projektthema („2.Klasse-Labor“) wurde stimuliert, didaktische Gespräche über den Unterricht in diesem Jahrgang scheinen vermehrt stattzufinden (persönliche Eindrücke).

### **Belastung der Lehrkräfte**

Aufwendig war die – allerdings nur einmal notwendige - Zusammenstellung der schriftlichen Unterlagen für die Schüler/innen. (Zukünftige Überarbeitungen werden sicher mit weniger Arbeitsaufwand verbunden sein.) Die Vorbereitung von Tests war arbeitsaufwendiger, da unterschiedliche Tests für verschiedene Schüler/innengruppen erstellt werden mussten.

Während des Stationsbetriebs waren die Lehrkräfte vor allem durch zahlreiche Fragen der Schüler/innen belastet. Der erhöhte Lärmpegel bei dieser Arbeitsform wurde von den meisten Lehrkräften nicht als störend empfunden wurde. Sehr groß war der Aufwand für die Nachbereitung (vor allem die Kontrolle der Mitschriften).

### **Einstellung zur Arbeitsform „Stationsbetrieb“**

Uneinigkeit unter den Schüler/innen herrschte bei der Frage, ob Unterricht in Form des Stationsbetriebs zukünftig wieder angeboten werden soll.

Jeweils 36% der Schüler/innen stimmten zu bzw. teilweise zu. 30% lehnten die Arbeitsform ab (geschlossene Frage). Es zeigten sich relativ große Unterschiede zwischen den verschiedenen Klassen – unabhängig von der Schulform (Fachschule oder Höhere Abteilung). Während die Schüler/innen der 2Fc (Kammerer) und der 2Hc (Meixner) die Unterrichtsmethode schätzten, wurde sie von den Schüler/innen der beiden übrigen Klassen eher abgelehnt.

Dieser Gesamteindruck passt recht gut zu den Lehrer/inneninterviews – Dr. Kammerer betrieb die Unterrichtsform mit großem Enthusiasmus und möchte sie unbedingt weiterführen, Dr. Meixner war ebenfalls sehr zufrieden. Die Lehrkräfte Dr. Brunmair

und Dr. Zona zeigten sich weniger begeistert, gaben dennoch an, die Arbeitsform in abgeänderter Form erneut einsetzen zu wollen.

### **Pädagogisch/didaktische Vor- und Nachteile der eingesetzten Methode**

In der folgenden Tabelle sind die – nach Meinung der beteiligten Lehrkräfte – wichtigsten Vor- und Nachteile des Stationsbetriebs zusammengefasst.

<b>Vorteile</b>	<b>Nachteile</b>
Förderung der Eigenaktivität der Schüler/innen (selbst denken, aktiv arbeiten, sich konzentrieren)	In manchen Klassen erhöhter Arbeitslärm (Konzentrationschwierigkeiten bei manchen Schüler/innen)
Förderung der Eigenverantwortung der Schüler/innen für den Lernprozess	In manchen Fällen fehlendes Verständnis bei der Schüler/innen, warum bereits von anderen ausgearbeiteter Stoff nochmals erarbeitet werden soll
Abwechslung durch andere Unterrichtsmethode	Erfordert (für das Alter der Schüler/innen) teilweise zu hohe Konzentrationsfähigkeit
Förderung der sozialen Kompetenz (Partnerarbeit)	Schwierig für Schüler/innen, die schlecht verbalisieren können (Fachschule!)
Förderung der organisatorischen Kompetenz (Aufgabenteilung, eigenständige Zusammenfassung des Stoffes, Zeiteinteilung, Umgang mit umfangreichen Unterlagen)	In manchen Fällen Überforderung schwächerer Schüler/innen
Besserer Schüler des Teams erlernt Tutorenfunktion	

Tabelle 1 Vor- und Nachteile des Stationsbetriebs

Keine Übereinstimmung herrschte bei der Frage, ob die Methode bessere Schüler/innen mehr fördert als schwächere.

Es wurde kein prinzipieller Unterschied bei der Eignung der Methode für Fachschulklasse und Klassen der Höheren Abteilung geortet.

Keine Einigung gab es bei der Frage, ob es besser wäre, alle Schüler/innen synchron dasselbe Kapitel bearbeiten zu lassen, oder ob die hier gewählte Form - verschiedene Kapitel zu selben Zeit – günstiger ist.

## 5.3 Diskussion des Stationsbetriebs

### Einführung einer neuen Unterrichtsmethode

Die Einführung einer neuen Unterrichtsmethode an der HBLVA scheint gelungen zu sein, da alle beteiligten Lehrkräfte angaben, wieder eine Art von Stationsbetrieb machen zu wollen.

### Unterrichtsvorbereitung

Die Erfahrungen zeigten, dass es für einen erfolgreichen Stationsbetriebs nötig ist, vor Beginn

- a) die Aufgabenstellungen genau zu analysieren. Bestehen in der jeweiligen Klasse die fachlichen Voraussetzungen oder ist sie zu schwer, muss sie modifiziert werden oder es müssen die fehlenden Inhalte frontal vorgetragen werden (z.B. Berechnungen).
- b) klare Modalitäten des Stationsbetriebs und Anforderungen an die Schüler/innen zu definieren: Bearbeitung im Unterricht oder auch zu Hause, Zeitabläufe, Organisation der schriftlichen Dokumentation, Leistungsüberprüfungen, Benotung

### Soziale Aspekte – Partnerarbeit

Obwohl es von einzelnen Schüler/innen Kritik an der Partnerarbeit gab, („mit dem Partner nicht zufrieden“, „arbeite lieber alleine“, „andere ruhen sich auf meine Kosten aus“, und Ähnliches.) erzielte die Partnerarbeit sehr hohe Akzeptanz. Die Variante, jeweils eine/n gute/n Schüler/in mit einer/m schlechten Schüler/in zu koppeln, verringerte die Zeitunterschiede zwischen den Gruppen.

Die Alternative - freie Partnerwahl - würde es erfordern, wesentlich mehr innere Differenzierung in die Aufgabenstellung einzubeziehen (Note hängt von Zahl der bearbeiteten Aufgaben ab, siehe *Mayer*).

### Handlungsorientierung

Das Prinzip verstärkter Handlungsorientierung kann mit der gewählten Arbeitsmethode weitgehend realisiert werden:

Interviews (Lehrer/innen und Schüler/innen) zeigten, dass der Stationsbetrieb viele Schüler/innen stärker aktivierte als der Frontalunterricht. Lehrer/innen berichteten, dass sehr viele Schüler/innen sehr konzentriert gearbeitet hätten (mit Abstrichen beim letzten Durchgang). Auch gaben einige Schüler/innen an, dass sie sich den „Stoff besser merken, wenn sie ihn selbst erarbeiten“. In anderen Studien (*Koliander und Faissner*) hat sich gezeigt, dass das subjektive Gefühl der Schüler/innen „mehr zu können“, oft nicht objektiv verifizierbar ist.

Obwohl es sicher möglich wäre, die Unterlagen optisch zu verbessern und mehr „Begreifbares“ einzuführen, erschien dies den beteiligten Lehrkräften nicht essentiell – trainiert wurde auf jeden Fall das Extrahieren von Wissen aus komplexen Texten, veranschaulicht wird durch die praktische Arbeit im Labor.

### **Kontrolle des Unterrichtsertrags**

Die Ergebnisse der Lehrer/inneninterviews zeigten, dass Kontrolle der von den Schüler/innen durchgeführten Arbeiten durch die Lehrkraft essentiell für den Erfolg sein dürfte.

So zeigt die Kontrolle der Mitschriften, ob mitgearbeitet wurde, ob alle Aufgabenstellungen erfüllt worden sind, ob wichtigen Inhalte von den Schüler/innen als solche erkannt wurden und ob fachliche Fehler auftreten. Nur dann können entsprechende „Nachbesserungen“ zum Beispiel durch Frontalvortrag vorgenommen werden.

Das Lösen von Kontrollfragen und die Verwendung einer Frageliste, die den Schüler/innen vor dem Test ausgehändigt wurde, half ebenfalls den Unterrichtsertrag zu sichern.

### **Kontrolle der Arbeitsatmosphäre**

Die Ergebnisse der Schüler/innenbefragungen zeigten, dass es für einen erfolgreichen Stationsbetrieb essentiell ist, die Lautstärke soweit zu drosseln, dass die Konzentration nicht gestört wird. Es erscheint sinnvoll, während des Stationsbetriebs bei den Schüler/innen nachzufragen, wie sie mit der Lautstärke zu Recht kommen.

### **Leistung im Vergleich zum Frontalunterricht**

Die Unsicherheit bei Schüler/innen und Lehrer/innen, ob das Wesentliche tatsächlich in den Unterlagen gefunden und verstanden worden ist, war beim Stationsbetrieb größer als beim konventionellen Frontalunterricht.

Die konventionellen Tests zeigten nach Meinung der Lehrenden, dass das Wissen der Schüler/innen mit jenem nach konventionellem Frontalunterricht vergleichbar war. Diese Beobachtung stimmt mit jener von *Koliander und Faissner* überein.

### **Planungen für die Zukunft**

Alle am Stationsbetrieb beteiligten Lehrkräfte gaben an, diese oder eine ähnliche Unterrichtform in Zukunft wieder einsetzen zu wollen. Einigkeit herrschte, dass einiges verbessert werden sollte:

### **Überarbeitung der Materialien („Mappen“)**

Überarbeitung der Arbeitsunterlagen nach den Prinzipien „kleinere Portionen“ „erhöhte Übersichtlichkeit“ und „verringerte Komplexizität“:

- Arbeitsaufträge in kleinere Einheiten aufteilen
- Inhaltsverzeichnis erstellen
- Kontrollfragen, die in den Arbeitsauftrag eingebaut waren, entfernen (verwirrend)
- Umfang der Mappe zum Thema „Komplexometrie“ reduzieren

- Aufnahme fehlender Inhalte
- Übernahme von schwer verständlichen Abschnitten in Frontalphasen (Berechnungen, mathematische Zusammenhänge)

### **Vorbereitung der Schüler/innen auf die neue Unterrichtsform**

Bevor mit der in diesem Projekt eingesetzten aufwendigen Form des Stationsbetriebs begonnen wird, sollten einige Voraussetzungen überprüft werden bzw. die Arbeitsform vorbereitet werden – in diesem Fall am Ende der 1. Klasse oder am Beginn der 2. Klasse.

Tabelle 2 Checkliste für den Start des Stationsbetriebs

Können die Schüler/innen die Arbeitsform überhaupt?	Das 1. Kapitel alle Schüler/innen gleichzeitig bearbeiten lassen und nachbesprechen.  Alternative: Arbeitsform in verringertem Umfang bereits in der 1. Klasse einführen.
Können die Schüler/innen Texte exzerpieren und eine sinnvolle Mitschrift erstellen?	Mit kurzen Texten üben lassen und Erfolge überprüfen.
Können die Schüler/innen mit umfangreichen Materialien umgehen?	Aus Büchern etwas heraussuchen lassen – z.B. durch kleine Literaturrecherchen („Frage der Woche“)

## 6 LITERATUR

*Berger A.*; *Arbeitsbuch für analytische Chemie und das analytische Laboratorium*; Band 1 Einführung in das analytische Praktikum, Herausgeber Andreas Berger, 1170 Wien, Weissgasse 48; Schulbuchliste 7467

*Berger A.*; *Arbeitsbuch für analytische Chemie und das analytische Laboratorium*; Band 2 Quantitative Methoden, Herausgeber Andreas Berger, 1170 Wien, Weissgasse 48; Schulbuchliste 6289

*Kiss A.* 2001. IMST S4-Projekt „Lass mich selbstständig arbeiten und ich engagiere mich“; <http://imst.uni-klu.ac.at>

*Koliander und Faissner*, NWW-Projekt „Schülerzentrierte Lernformen in der Chemie“; [www.nww-web.at](http://www.nww-web.at)

*Lehrplan der Höheren Lehranstalt für Chemie* (BGBl. II Nr. 302/1997)

*Lehrplan der Fachschule für Chemie* 1987. BGBl. 631. Verordnung: Änderung der Verordnung über Lehrpläne für technische Fachschulen; Bekanntmachung der Lehrpläne für den Religionsunterricht

*Merck*; *Komplexometrische Bestimmungsmethoden mit Titriplex*, E.Merck, Frankfurter Straße 250, 6100 Darmstadt

*Felber W. Rätke C.*; *Laborpraxis Quantitative Analyse*, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1976; ISBN 3-527-25647-4

# 7 ANHANG - METHODEN UND ERGEBNISSE IM DETAIL

## 7.1 Befragung von Schüler/innen der 4. und 5. Klassen

Schüler/innen wurde durch persönliche Gespräche, E-Mails und einen Fragebogen nach ihrer Einstellung zum Labor der 2.Klasse befragt.

### Auswertung der abgegebenen Fragebögen

#### Geschlossene Fragen

Klasse	4HO/LN	?*	4Hb	5HO/LN	5HU/I	5Hb	Summe	
							Schüler	in %
Abgegebene Bögen	23	8	14	17	12	18	92	100

#### Das Labor war.....

sehr interessant	1	2	3	2	3	4	15	16
mittelmäßig interessant	12	5	11	6	3	9	46	50
uninteressant	10	1	0	8	3	5	27	29
keine Meinung	0	0	0	0	2	0	2	2

#### Habe den Sinn der Übungen damals

erkannt	4	2	7	4	6	7	30	33
teilweise erkannt	14	5	5	8	2	6	40	43
nicht erkannt	3	1	2	4	2	5	17	18
weiß nicht	1		0	1	2	0	4	4

#### Erkenne den Sinn der Übungen heute

ja	10	6	14	10	6	13	59	64
teilweise	10	2	1	2	4	5	24	26
nein	1	0	0	5	0	0	6	7
weiß nicht	1	0	0	0	2	0	3	3

Tabelle 4

Prozentzahlen (letzte Spalte) auf ganze Prozent gerundet.

Angaben, die von mindestens 10% der Schüler/innen gemacht wurden, sind grau unterlegt

\*..Fragebogen wurden retourniert ohne die Klasse anzugeben

## Offene Fragen

							Summe	
							Schüler	in %
Klasse	4HO/LN	?	4Hb	5HO/LN	5HU/I	5Hb		
Schüler/innenzahl	23	8	14	17	12	18	92	100

### POSITIV

Geräteanalysen	12	4	9	4	0	10	39	42
Projekte/Praxisbeispiel	2	3	7	1	2	5	20	22
Gravimetrie	4	0	3	3	0	4	14	15
Titrationen	0	3	4	1	2	1	11	12
Komplexometrie	3	2	2		0	0	7	8
nicht/fast nichts	0	0	0	2	2	0	4	4
alles	0	0	0	1	0	0	1	1

### NEGATIV

Titrationen	16	4	6	5	5	12	48	52
Gravimetrie	9	1	6	2	0	0	18	19
Geräteanalysen	2	3	10	2	0	0	17	18
Chlorid nach Mohr	0	3	1	0	0	2	6	7
Komplexometrie			0	0	0	1	1	1

### KOMMENTARE

Labor stressig/zu viele Proben	3	1	5	5	1	3	18	20
Labor langweilig	3	0	1	2	0	2	8	9
wünsche mehr theoretische Hintergrundinformation	2	0	0	1	1	0	4	4
wünsche mehr Projekte	2	0	2	0	1	0	5	5
keine Praxisrelevanz	1	0	0	1	0	0	2	2
ungerecht	3	0	0	0	0	0	3	3
Zeitdruck positiv	0	0	0	0	0	1	1	1

Tabelle 5

Die offenen Fragen „positiv war...“, „negativ war...“ und „Kommentare“ wurden mit Clusteranalyse ausgewertet. Die Zahlen berücksichtigen, wie viele Schüler/innen eine entsprechende Bemerkung machten (es gab Mehrfachnennungen, z.B. zu verschiedenen Geräteanalysen)

Zahlen auf ganze Prozent gerundet.

Angaben, die von mindestens 10% der Schüler/innen gemacht wurden, sind grau unterlegt

\*..Fragebogen wurden retourniert ohne die Klasse anzugeben

## 7.2 Erstellung und Evaluation eines neuen Laborarbeitsprogramms

### Erstellung eines neuen Laborarbeitsprogramms

Das neu erstellte Arbeitsprogramm umfasste 4 Teilbereiche: „Wasser“, „Abwasser“, „Boden“, „Lebensmittel und Haushalt“. Die in der 2.Klasse üblicherweise durchgeführten Methoden wurden möglichst sinnvoll diesen Bereichen zugeordnet, ohne damit den Anspruch zu erheben, dass es sich um in der Praxis übliche Methoden für diese Anwendungsbereiche handelt. Die fachsystematische Anordnung ging durch die Neugliederung verloren.

Analysen mit einfachen Geräten wurden in Partnerarbeit –statt wie bisher von jedem/r Schüler/in alleine - durchgeführt.

### Überarbeitetes Laborarbeitsprogramm

	Analyse	Datum 1. Ausgabe	Datum 1. Abgabe	Datum 2. Abgabe	Vorbe- spre- chung	Aus- füh- rung	Proto- koll	$\Sigma$
<b>Wasser</b>	HCl (Neutralisation)							
	HAc (Neutralisation)							
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (Neutralisation)							
	Ca <sup>2+</sup> (Komplexometrie)							
	Mg <sup>2+</sup> (Komplexometrie)							
	Ca <sup>2+</sup> und Mg <sup>2+</sup> (Komplexometrie)							
	Fe <sup>3+</sup> (Gravimetrie)							
	Praxisbeispiel							
	Zusatzproben							

<b>Abwasser</b>	Zn <sup>2+</sup> (Komplexometrie)							
	Ni <sup>2+</sup> (Komplexometrie)							
	Al <sup>3+</sup> od. Ni <sup>2+</sup> od. Zn <sup>2+</sup> (Gravimetrie)							
	HCl und HAc (Kon- duktometrie)							
	NH <sub>3</sub> -Destillation (optional)							
	Cu <sup>2+</sup> (el. Grav.) (op- tional)							
	Praxisbeispiel							
	Zusatzproben							
Cl <sup>-</sup> nach Mohr (Demoübung) (Fällungtitration)								

	<b>Analyse</b>	<b>Datum 1. Ausgabe</b>	<b>Datum 1. Abgabe</b>	<b>Datum 2. Abgabe</b>	<b>Vorbe- spre- chung</b>	<b>Aus- füh- rung</b>	<b>Proto- koll</b>	<b>Σ</b>
<b>Haushaltschemikalien und Lebensmittel</b>	Äquivalentmolmasse (Neutralisation)							
	Persulfat oder H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (Permanganometrie)							
	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (Permanganometrie)							
	Vitamin-C (Iodometrie)							
	Perborat oder H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (Iodometrie)							
	HCl (Partnerbsp.) (Potentiometrie)							
	Praxisbeispiel							

<b>Boden</b>	Fe <sup>3+</sup> (Komplexometrie)							
	Al <sup>3+</sup> (Komplexometrie)							
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (Gravimetrie)							
	Farbstoff (Photometrie)							
	Cu <sup>2+</sup> oder Fe <sup>3+</sup> oder PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , .. (Photometrie)							
	NH <sub>3</sub> -Destillation (optional)							
	Cu <sup>2+</sup> (el. Grav.) (optional)							
	HCl und HAc (Part- nerbsp.) (Potentiometrie)							
	Praxisbeispiel							
	Zusatzproben							

## Evaluation des neuen Laborarbeitsprogramms

Die Evaluation des Laborunterrichts wurde Anfang April in allen 2.Klassen durchgeführt. Die Befragung erfolgte bewusst VOR der Zeit, in der die Noten vergeben werden, da die Meinung der Schüler/innen danach durch die zu erwartende Note beeinflusst werden könnte.

Folgende Klassen nahmen daran teil:

Klasse	Lehrer/innenteam	
2Fb	ZONA Robert*, DUFEK Georg	Fachschule
2Fc	KAMMERER Cornelia*, EBERT Veronika, ANDERSON Christian (bis November 2003), KANDIOLLER Wolfgang (2. Semester)	Fachschule
2Ha	BRUNDA Monika*, KEHRER Ingeborg, WEBER Maria, DOKUSOVIC Ludwig (bis November 2003)	Höhere Abteilung
2Hb	BRUNMAIR Christoph*, MEIXNER Otto, REITSAMER Gerhard, DOKUSOVIC Ludwig (bis November 2003)	Höhere Abteilung
2Hc	MEIXNER Bibiana*, KEHRER Ingeborg, NEUMANN Christoph, DOKUSOVIC Ludwig (bis November 2003)	Höhere Abteilung
2Hd	SCHEUER Fred*, LICKL Eleonore, MUNZ Heinz	Höhere Abteilung

\*...Lehrkraft, die in der jeweiligen Klasse den Theorieunterricht („Analytische Chemie“) abgehalten hat.

**Schüler/innenfragebogen zum Analytischen Labor der 2. Klasse** (gekürzt)

**Bitte fülle alle Felder aus!**

**Klasse:**

1 a) War das analytische Labor der 2.Klasse bisher interessant? 

ja	mittel	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

b) Begründe deine Antwort.

2 Vergleiche das Labor der 2.Klasse (2.Kl.) mit jenem der 1.Klasse (1.Kl.)

a) Welches hat dich mehr interessiert? 

1. Kl.	2. Kl.	gleich
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

b) Begründe deine Antwort

**3**

Nenne die fünf interessantesten Proben, die du bisher im 2.Klasse-Labor durchgeführt hast.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

b) Begründe, warum diese Übungen für dich interessant waren:

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

**4**

(zum Beispiel für die Umwelt, die Medizin, für den Alltag)

b) Wenn ja, wurde das im Unterricht genug besprochen? 

ja	mittel	nein
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

b) Wenn ja, wurde das im Unterricht genug besprochen? 

ja	nein	weiß nicht
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5 a) Glaubst du, dass Titrationsen in den heutigen analytischen Labors wichtig sind?

ja	nein	weiß nicht
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

b) Wenn ja, gib an, welche Titrationsen wichtig sind. Gib auch an, wofür.

---

6 a) Glaubst du, dass gravimetrische Bestimmungen in den heutigen analytischen Labors wichtig sind?

ja	nein	weiß nicht
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

b) Wenn ja, gib an, welche Bestimmungen wichtig sind. Gib auch an, wofür.

---

7 a) Glaubst du, dass gerätetechnische Analysen in den heutigen analytischen Labors wichtig sind?

ja	nein	weiß nicht
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

b) Wenn ja, gib an, welche Bestimmungen wichtig sind. Gib auch an, wofür.

---

8 a) Was mir an dem Labor gefallen hat

b) Was mir an dem Labor nicht gefallen hat:

Und zum Schluss noch eine ganz allgemeine Frage:

9 a) Wie hat sich dein Interesse an der Chemie seit der 1. Klasse geändert?

gleich geblieben	geringer geworden	größer geworden
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

b) Falls sich dein Interesse an Chemie geändert hat, begründe bitte, warum.

## Auswertung des Schüler/innenfragebogens

### Geschlossene Fragen

Name der/s Lehrer/in des Theorieunter- richts	Zona	%	Kammerer	%	Meixner	%	Brunmair	%	Scheuer	%	Brunda	%	Summe	%
<b>Klasse</b>	2Fb		2Fc		2Hc		2Hb		2Hd		2Ha			
Zahl Fragebögen	14		23		26		19		20		26		128	
<b>Interesse Labor</b>														
groß	4	29	6	26	2	8	10	53	13	65	13	50	48	38
mittelmäßig	9	64	15	65	19	73	10	53	6	30	11	42	70	55
gering	1	7	2	9	0	0	0	0	1	5	2	7,7	6	13
<b>Interesse größer..</b>														
..1.Klasse Labor	4	29	8	35	8	31	5	26	0	0	10	38	35	27
..2.Klasse Labor	7	50	12	52	12	46	12	63	16	80	11	42	70	55
gleich	2	14	3	13	1	4	3	16	4	20	5	19	18	14
<b>Interesse an Chemie..</b>														
zugenommen	9	64	10	43	6	23	10	53	7	35	11	42	53	41
gleich	5	36	9	39	12	46	8	42	10	50	11	42	55	43
abgenommen	0	0	4	17	3	12	2	11	2	10	4	15	15	12
<b>bin an praktischer Anwendung interessiert</b>														
ja	13	93	15	65	17	65	11	58	18	90	20	77	94	73
teilweise	1	7	6	26	4	15	8	42	1	5	5	19	25	20
nein	0	0	2	9	0	0	1	5,3	1	5	1	3,8	5	4
<b>praktische Anwendung im Unterricht genug berücksichtigt</b>														
ja	6	43	4	17	6	23	6	32	9	45	19	73	50	39
weder noch	3	21	11	48	5	19	3	16	9	45	3	12	34	27
nein	5	36	7	30	9	35	10	53	2	10	9	35	42	33
<b>Titration praxisrelevant</b>														
ja	5	36	11	48	9	35	16	84	4	20	5	19	272	39
weiß nicht/teilweise	3	21	9	39	8	31	2	11	6	30	4	15	164	25
nein	6	43	1	4	6	23	2	11	10	50	12	46	168	29
<b>Gravimetrie praxisrelevant</b>														
ja	4	29	4	17	7	27	2	11	2	10	4	15	116	18
weiß nicht/teilweise	5	36	11	48	9	35	5	26	6	30	10	38	220	36
nein	5	36	6	26	7	27	13	68	12	60	22	85	282	51
<b>Geräte praxisrelevant</b>														
ja	14	100	16	70	22	85	17	89	18	90	22	85	543	85
weiß nicht/teilweise	0	0	5	22	0	0	4	21	2	10	3	12	67	11
nein	0	0	0	0	1	4	0	0	1	5	0	0	11	2

Frage Nummer..	Offene Fragen									
		Zona	Kammerer	Meixner	Brunmair	Scheuer	Brunda		Summe	% aller Schüler
	<b>Klasse</b>	2Fb	2Fc	2Hc	2Hb	2Hd	2Ha			
	Zahl	14	23	26	19	20	26		128	100
<b>1</b>	<b>Mich interessiert das Labor der 2.Klasse, weil...</b>									
	Arbeit mit Geräten	1	3	2	2	3	6		17	13
	Selbstständigkeit	1	2		4	2	2		11	9
	abwechslungsreich	0		5	2	1	1		9	7
	persönlicher Erkenntnisgewinn		1		2	3	3		9	7
	Praxisbeispiele		4			4			8	6
	Herausforderung		3			2			5	4
	bestimmte Methoden	3							3	2
	visuelle Effekte						2		2	2
	für Praxis wichtig			1			2		3	2
	bin sehr gut					2			2	2
	einfach				2				2	2
	Lebensweltbezug		1						1	1
	bin theoretisch informiert						1		1	1
<b>2</b>	<b>Mich interessiert das Labor der 2.Klasse nicht, weil...</b>									
	Titrationen werden langweilig	4		6	4		6		20	16
	langweilig				2	3	3		8	6
	keine visuellen Effekte	2	3						5	4
	langwierige Schritte		1	3					4	3
	Leistungsdruck						3		3	2
	Repetent - nichts Neues			2					2	2
	Gerätmangel				1		1		2	2
	Druck zu hoch			2					2	2
	schlechte Arbeitsorganisation						1		1	1
	nur Arbeitsvorschriften lernen			1					1	1
	Proben zu einfach			1	2				3	2
	Proben zu schwer					1			1	1
	Laborantin unangenehm			1					1	1
	viel zu lernen			1					1	1

<b>Ich bevorzuge das Labor der 1.Klasse, weil..</b>									
abwechslungsreich	2	4	5	1		6		18	14
Neuheitswert	3					5		8	6
einfacher	1	2		1		3		7	5
noch keine Geräte		1	1					2	2
Arbeitsablauf interessanter			2					2	2
visuelle Effekte	1				1	1		3	2
Teilprogramme			2					2	2
Leistungsdruck geringer		1				1		2	2
Benotungssystem besser			1					1	1
Erkenntnisgewinn höher		1						1	1
keine Wiederholungen nötig						1		1	1
<b>Ich bevorzuge das Labor der 2.Klasse, weil..</b>									
Selbstständigkeit	2	1	1	4	5	6		19	15
Arbeit mit Geräten	3	2	2	5	2	4		18	14
Herausforderung	2	2	1			1		6	5
abwechslungsreicher			4	1		1		6	5
Praxisbezug		2	1			1		4	3
Erkenntnisgewinn		1		2	1			4	3
mag Inhalte der 1.Klasse nicht		2						2	2
viele Titrationsen						2		2	2
einfacher	1			1		1		3	2
gute Arbeitsatmosphäre					2			2	2
Lehrer besser					3			3	2
Arbeitsablauf interessanter			1					1	1
mehr Arbeit			1					1	1
Praxisbeispiele					1			1	1
moderne Einrichtung	1							1	1
mehr Vorzeigeexperimente		1						1	1
Fragestellung interessanter			1					1	1
Protokollierung					1			1	1
Leistungsdruck höher						1		1	1
zuwenig Betreuung						1		1	1
<b>3 Die 5 interessantesten Proben waren für mich..</b>									
Alle Proben wurden einzeln gezählt (Mehrfachnennungen der Schüler/innen)									
<b>ohne Geräte</b>									
Komplexometrie	9	26	23	22	14	24		118	
Gravimetrie	9	9	16	8	12	18		72	
<i>Vitamin C Bestimmung</i>	1	9	10	6	11	9		46	
Permanganometrie	4	8	2	1	2	2		19	
Perborat		1	7	1	4	4		17	
Chlorid nach Mohr	1		5	2	4	1		13	

Neutralisationstitr.	2	1	4	1	2	2		12	
Wasserhärte	5	4	2					11	
Äquivalentmolmasse	4	4						8	
Persulfat						3		3	
Chlorid nach Fajans			1	2				3	
Nitrit						3		3	
Redox titrationen			1					1	
Aluminium				1				1	

<b>mit Geräten</b>									
N-Destillation	15	7	10	4	10	9		55	
Potentiometrie	1	10	2	8	13	13		47	
Elektrogravimetrie	5	9	4	2	4	10		34	
Konduktometrie	3	6	1	5	8	10		33	
Photometrie	3		11	6	9	3		32	
Projekt/Praxisbeispiel		10			9			19	
ionenselektive Elektr.			1	6	3	3		13	
Kolorimetrie			1		1			2	
Bleibestimmung			1					1	
Ionenaustauscher					1			1	
<b>Die jeweilige Probe war Probe interessant, weil..</b>									
Angabe pro Schüler/in									
einfach/schnell/geht gut	8	15	10	7	9	19		68	53
Gerät	5	5	7	5	7	7		36	28
visueller Effekt/Farbe	3	4	4	4	1	9		25	20
herausfordernd	1	3	4	4	2	11		25	20
Praxisbezug	2	1			2	4		9	7
Auswertung Diagramm/PC		2				6		8	6
theoretisches Prinzip interessant			1	2		3		6	5
Abwechslung			3			1		4	3
Ablauf anschaulich	3					1		4	3
genau				1	2			3	2
Praxisproben		2						2	2
Praxisprobe nicht von Lehrer hergestellt		2						2	2
Lebensweltbezug		2						2	2
hohe Selbstständigkeit		1		2				3	2
neue Methodik		1				2		3	2
Partnerarbeit	1	2						3	2
Auswertung interessant	1							1	1
habe Probe als Erster gemacht					1			1	1
Arbeit wertvolles Reagens						1		1	1
mehr als 1 Lösungsweg					1			1	1
freie Methodenwahl		1						1	1
Methodenvielfalt					1			1	1
außergewöhnlicher Vorfall					1			1	1
Wiederholung ermöglich Können		1						1	1

<b>5</b>	<b>Titrationen sind (nicht) praxisrelevant, weil..</b>								
	händisch unbedeutend/mit Dosimat schon	3		3			1		7 5
	bessere Methoden verfügbar				1				1 1
	<b>Titrationen mit praktischer Bedeutung</b>								
	Vitamin C Bestimmung	2	1		3	1			7 5
	Wasserhärte	3				2	2		7 5
	Komplexometrie		2				2		4 3
	Neutralisation		1				1		2 2
	Redoxrücktitration				1		1		2 2
	Kationen			1			2		3 2
	Silberbestimmung			1					1 1
	N-Bestimmung				1				1 1
	Proteingehalt				1				1 1
	Mangan					1			1 1
	Chromerzeugnisse				1				1 1
	Nitrit			1					1 1
	Perborat					1			1 1
	<b>Titrationen werden angewendet bei/in</b>								
	Wasseruntersuchung	1	5	2	5				13 10
	Umweltproben			3			1		4 3
	Waschmitteluntersuchungen		1		1				2 2
	Industrie (Komplexometrie)				2				2 2
	Iodometrie				1				1 1
	Überprüfung von Reagentien						1		1 1
	Bodenproben		1						1 1
	Medizin		1						1 1
	polizeilichen Ermittlungen		1						1 1
	Lebensmittel				1				1 1
	Weinsäure				1				1 1
	Essigsäuregehalt				1				1 1
	Fruchtsäfte				1				1 1
	Bier brauen				1				1 1
<b>6</b>	<b>Gravimetrie (nicht)praxisrelevant, weil..</b>								
	dauert zu lange	1			1		1		3 2
	genau		1						1 1
	einfach		1						1 1
	bessere Alternativen bekannt		1						1 1
	zu schwer				1				1 1
	<b>praktische Bedeutung der Gravimetrie</b>								
	Einzelnennung diverse Kationen/Anionen		2	8			1		11 9
	Kalkbestimmung	1							1 1
	für Brausetabletten				1				1 1
	Abfalluntersuchung	1							1 1



<b>8</b>	<b>positiv im Labor war bisher..</b>								
	<b>Unterrichtsgestaltung</b>								
	Arbeit mit Geräten	2	7	3	5	1	5	23	18
	Selbstständiges Arbeiten (Zeit, Ablauf)	2	2	5		7	5	21	16
	abwechslungsreich			3	2		2	7	5
	Partnerarbeit		4				2	6	5
	Praxisbeispiel		3			1	1	5	4
	Proben wiederholen dürfen						2	2	2
	visuelle Effekte bei Experimenten				2			2	2
	weniger Teilprogramme	3						3	2
	genug Arbeitszeit		1				1	2	2
	Unterhaltung möglich			1				1	1
	Diskussionen mit Lehrern		1					1	1
	Praxisnähe						1	1	1
	Protokolle					1		1	1
	Musik hören				1			1	1
	Pausen			1				1	1
	Punktesystem					1		1	1
	<b>Rahmenbedingungen</b>								
	Arbeitsplatz größer	2	1	1	1		1	6	5
	Raumklima	1				6		7	5
	mehr Ausstattung als 1.Klasse		1	1				2	2
	Ordnung im Labor		1					1	1
	zeitlicher Umfang				1			1	1
	PC vorhanden		1					1	1
	<b>Soziales</b>								
	Lehrer nett	2	2	1	5		2	12	9
	nette Laborantin		1	1	1	5	1	9	7
	gute Stimmung		5	1	3			9	7
	<b>persönlicher Gewinn</b>								
	Proben erfolgreich analysiert	1			4		6	11	9
	Erkenntnisgewinn					1	1	2	2
	Verständnisgewinn Theorieunterricht						1	1	1
	<b>Diverses</b>								
	Einzelnennungen Methoden		2		1		4	7	5
	besser als Theorieunterricht					1		1	1
	Art der Arbeit		1					1	1



	Geruchsbelästigung				1	1			2	2
	Raumklima		1				1		2	2
	zu wenig Erklärungen	1							1	1
	wenig Platz im Kasten	1							1	1
	lange Arbeitsschritte	1							1	1
	<b>Soziales</b>									
	Laborantin	5	1		1				7	5
	Mitschüler		1	1	2				4	3
	gute Stimmung			2					2	2
	Schüler gegeneinander ausgespielt					2			2	2
	Labor im Keller				1				1	1
	Stimmung am Tagesende					1			1	1
	Leistungsheterogenität der Schüler						1		1	1
	Stimmung nicht locker					1			1	1
	zu hohe Lautstärke		1						1	1
	<b>10 Interesse an Chemie positiv beeinflusst durch..</b>									
	persönlicher Erkenntnisgewinn	1	3	2	3	2	1		12	9
	Organische Chemie interessant	1	2	1	1	3	1		9	7
	Praxisbezug				1	2	2		5	4
	Mikrobiologie interessant	2							2	2
	Herausforderung	1		2					3	2
	Allgemeine Chemie interessant				1	1	1		3	2
	Arbeit mit Geräten					1			1	1
	Selbstständigkeit	1							1	1
	abwechslungsreich		1						1	1
	Berufsaussichten erkennbar			1					1	1
	<b>Interesse an Chemie negativ beeinflusst durch..</b>									
	Praxisbezug zu gering		1				1		2	2
	einfacher, weil ich mehr weiß				2	1			3	2
	mag Methodik 2.Klasse nicht		2						2	2
	außergewöhnliche Aktivitäten (Science Week)						2		2	2
	zuviel Theorie			1					1	1
	Theorieunterricht langweilig						1		1	1
	Organische Chemie uninteressant								1	1
	Allgemeine Chemie uninteressant								1	1
	zuwenig Toxikologie		1						1	1
	zuwenig Mikrobiologie		1						1	1
	zu schwierig			1					1	1
	langweilig, weil Repetent					1			1	1
	2.Klasse abwechslungsreicher				1				1	1
	Leistungsdruck negativ						1		1	1
	von bestimmten Lehrern abgeschreckt						1		1	1
	negative persönliche Vorfälle		1							1

Die Antworten auf offene Fragen wurden geclustert.

## 7.3 Stationsbetrieb

### Mappen für den Stationsbetrieb

Für den Stationsbetrieb wurden 3 verschiedene Mappen („Neutralisationstitation“, „Gravimetrie“, „Komplexometrie“) mit theoretischen Informationen zum Thema vorbereitet (Gestaltung: Dr. Cornelia Kammerer, Dr. Veronika Ebert, Dr. Christoph Neumann in Zusammenarbeit mit anderen Lehrenden).

Kapitel	Inhalt	Seiten
„Basic rules“	Arbeitshinweise in Kurzform	1
Aufgabenstellung	Erstellen einer Mitschrift	2
	Kontrollfragen zum Selbstcheck	1
	1 Kreuzwörterrätsel * <sup>1</sup>	1
	1 Arbeitsblatt zum Thema „Titrationskurven“	1
Theoretische Unterlagen	Kopien aus dem Lehrbuch der 1.+2 Klasse ( <i>Berger – 1. und 2. Band</i> )	18
	Kopien aus einem Lehrbuch (Universitätsniveau) ( <i>Felber und Rätke</i> )	10
	Glossar	1
Arbeitsanleitungen	Arbeitsanleitungen durch Lehrer erstellt	14
	Summe der Seiten (ohne Deckblätter)	48

Tabelle 6 Inhalt der Mappe „Neutralisationstitation“

\*<sup>1</sup> erstellt mit Software „Crossword Construction Kit“; Insight Software Solutions, Inc. Kaysville, USA

Kapitel	Inhalt	Seiten
„Basic rules“	Arbeitshinweise in Kurzform	1
Aufgabenstellung	Erstellen einer Mitschrift	4
	Kontrollfragen zum Selbstcheck	
	Arbeitsmethoden erarbeiten	
	Berechnungen	
Theoretische Unterlagen	Durch Lehrerin erstellter Text (Kammerer)	17
Arbeitsanleitungen	Kopien aus Lehrbuch der 2. Klasse	5
	Kopien aus Lehrerskriptum	13
	Summe der Seiten (ohne Deckblätter)	40

Tabelle 7 Inhalt der Mappe „Gravimetrie“

Kapitel	Inhalt	Seiten
„Basic rules“	Arbeitshinweise in Kurzform	1
Aufgabenstellung	Erstellen einer Mitschrift Kontrollfragen zum Selbstcheck Arbeitsmethoden erarbeiten Berechnungen	4
Theoretische Unterlagen	Kopien aus dem Lehrbuch der 1. und 2. Klasse Durch Lehrerin erstellter Text (Ebert) Durch Lehrer erstellter Text (Neumann) Kopie aus Lehrbuch (Universitätsniveau) <i>Kunze</i> Indikatoren, Lösungen, Methoden aus Lehrbuch*1 Glossar	7 4 4 13 31 2
Arbeitsanleitungen	Arbeitsanleitungen durch Lehrer erstellt Kopien aus Methodenbuch; <i>Merck</i> Schülerprotokoll	3 30 3
	Summe der Seiten (ohne Deckblätter)	101

Tabelle 8 Inhalt der Mappe „Komplexometrie“

## Befragung nach Abschluss des Stationsbetriebs

Nach Abschluss des Stationsbetriebs wurde den Schüler/innen der folgende Fragebogen ausgeteilt:

### Schüler/innenfragebogen zum Stationsbetrieb

#### Bitte ankreuzen, was für Dich zutrifft

alle anderen Bemerkungen schreibe bitte unten dazu

	stimmt	stimmt teilweise	stimmt nicht	weiß nicht/war nicht da
Für mich war eine interessante Abwechslung, einmal den Stoff selbst zu erarbeiten.				
Für mich war es schwierig, den Stoff selbst zu erarbeiten				
Für mich war es anstrengend, den Stoff selbst zu erarbeiten				
Für mich war der Unterricht viel anstrengender als normaler Unterricht				
Ich bin bei dieser Art zu arbeiten gut zurecht gekommen				
Ich hätte gerne, dass auch in Zukunft Stoff bei Stationen erarbeitet wird				
Meiner Ansicht nach herrschte ein ziemliches Chaos beim Stationsbetrieb				
Die Lehrer/in hat mir bei der Bearbeitung der Aufgaben geholfen				
Ich glaube, dass ich mir mehr gemerkt habe als im normalen Unterricht				
Ich habe es gut gefunden, dass wir zu zweit arbeiten durften				

<b>Neutralisationstitrations</b>				
Ich selbst bin mit den Unterlagen gut zurechtgekommen				
Ich glaube, dass mein/e Partner/in ist mit den Unterlagen gut zurechtgekommen ist				
Ich glaube, dass ich mich jetzt bei der Neutralisationstitrations gut auskenne				
<b>Komplexometrie</b>				
Ich selbst bin mit den Unterlagen gut zurechtgekommen				
Ich glaube, dass mein/e Partner/in mit den Unterlagen gut zurechtgekommen ist				
Ich glaube, dass ich mich jetzt beim Kapitel Komplexometrie gut auskenne				
<b>Gravimetrie</b>				
Ich selbst bin mit den Unterlagen gut zurechtgekommen				
Ich glaube, dass mein/e Partner/in ist mit den Unterlagen gut zurechtgekommen ist				
Ich glaube, dass ich mich jetzt beim Kapitel Komplexometrie gut auskenne				

**Was mir am Stationsbetrieb gefallen hat:**

**Was mir am Stationsbetrieb nicht zugesagt hat**

Die Lehrer/innen füllten zur gleichen Zeit wie die Schüler/innen den folgenden Fragebogen aus (Die Fragestellungen waren analog zu jenen des Schüler/innenfragebogens, nur wurde nach der „Mehrheit der Schüler/innen gefragt“ statt nach der Einzelmeinung).

### Lehrer/innenfragebogen Stationsbetrieb

**Bitte ankreuzen, was für Dich zutrifft**

alle anderen Bemerkungen schreibe bitte unten dazu

**ICH FINDE,.....**

	stimmt	stimmt teilweise	stimmt nicht	weiß nicht
dass es für die Schüler/innen eine interessante Abwechslung war, einmal den Stoff selbst zu erarbeiten				
dass es für die meisten Schüler/innen schwierig war, den Stoff selbst zu erarbeiten				
dass es für die meisten Schüler/inne anstrengend war, den Stoff selbst zu erarbeiten				
dass für die meisten Schüler/innen der Unterricht viel anstrengender als normaler Unterricht war				
dass die meisten Schüler/innen mit dieser Art zu arbeiten gut zurecht gekommen sind				
dass es aufgrund der Erfahrungen sinnvoll wäre, dass auch in Zukunft Stoff bei Stationen erarbeitet wird				
dass beim Stationsbetrieb ein ziemliches Chaos herrschte				
dass ich den Schüler/innen bei der Bearbeitung der Aufgaben geholfen habe				
dass sich die Schüler/innen mehr gemerkt haben als im normalen Unterricht				
dass es gut war, dass die Schüler/innen zu zweit arbeiten durften				

Für die folgenden drei Fachgebiete wurde jeweils getrennt gefragt:

**Neutralisationstitation, Komplexometrie Gravimetrie**

Ich glaube, dass die Schüler/innen mit den Unterlagen gut zurechtgekommen sind

Ich glaube, dass mein/e Partner/in ist mit den Unterlagen gut zurechtgekommen ist

dass sich die Schüler/innen bei dem Kapitel jetzt gut auskennen

Weitere Stellungnahmen/Präzisierungen - positiv war:

Weitere Stellungnahmen/Präzisierungen - negativ war:

## Ergebnisse der Fragebögen zum Stationsbetrieb

Geschlossene Fragen	2Fs - Zona	2Fc - Kammerer	2Hc - Meixner	2Hb - Brunmair	Summe Fachschule	Summe Fachschule %	Summe Höhere	Summe Höhere %	%	Summe	Summe in %
Klasse - Lehrer/in											
Schüler/innenzahl theoretisch	15	23	24	24							
Zahl der Fragebögen	14	23	24	23	37		47			84	
interessante Abwechslung											
+	4	10	14	12	14	38	26	55		40	48
+/-	6	13	9	7	19	51	16	34		35	42
-	4	0	1	4	4	11	5	11		9	11
schwierig, Stoff selbst zu erarbeiten											
+	2	1	1	2	3	8	3	6		6	7
+/-	7	13	11	10	20	54	21	45		41	49
-	5	9	12	11	14	38	23	49		37	44
anstrengend, Stoff selbst zu erarbeiten											
+	2	4	1	6	6	16	7	15		13	15
+/-	8	8	10	8	16	43	18	38		34	40
-	4	11	13	9	15	41	22	47		37	44
viel anstrengender als Frontalunterricht											
+	1	4	2	6	5	14	8	17		13	15
+/-	5	9	7	6	14	38	13	28		27	32
-	8	10	15	11	18	49	26	55		44	52

ich bin gut zurecht gekommen							0			0		
+	5	11	<u>11</u>	6		16	43		17	36		33 39
+/-	<u>9</u>	<u>8</u>	11	8		17	46		19	40		36 43
-	1	2	2	<u>2</u>		3	8		4	9		7 8
wünsche in Zukunft auch Stationsunterricht												
+	<u>3</u>	<u>8</u>	<u>11</u>	<u>8</u>		11	30		19	40		30 36
+/-	4	11	9	6		15	41		15	32		30 36
-	7	4	4	9		11	30		13	28		24 29
es herrschte ziemliches Chaos												
+	2	3	2	<u>9</u>		5	14		11	23		16 19
+/-	2	10	12	11		12	32		23	49		35 42
-	<u>10</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	3		19	51		13	28		32 38
Lehrer/in hat geholfen												
+	<u>10</u>	12	<u>9</u>	<u>17</u>		22	59		26	55		48 57
+/-	3	<u>9</u>	13	2		12	32		15	32		27 32
-	1	2	2	4		3	8		6	13		9 11
glaube, mir mehr gemerkt zu haben als im normalen Frontalunterricht												
+	5	8	<u>12</u>	11		13	35		23	49		36 43
+/-	4	<u>12</u>	9	<u>9</u>		16	43		18	38		34 40
-	<u>5</u>	3	3	3		8	22		6	13		14 17
zu zweit arbeiten gut												
+	<u>12</u>	<u>16</u>	<u>15</u>	<u>14</u>		28	76		29	62		57 68
+/-	0	5	7	5		5	14		12	26		17 20
-	2	2	2	3		4	11		5	11		9 11
<b>Neutralisationstitrations</b>												
mit Unterlagen gut zurecht gekommen												
+	6	<u>9</u>	<u>12</u>	16		15	41		28	60		43 51
+/-	<u>8</u>	11	10	<u>5</u>		19	51		15	32		34 40
-	0	1	0	2		1	3		2	4		3 4
?			2			0	0		2	4		
Partner/in gut zurecht gekommen												
+	6	8	13	11		14	38		24	51		38 45
+/-	6	12	6	9		18	49		15	32		33 39
-	1	1	3	2		2	5		5	11		7 8
?	1		2	1		1	3		3	6		4 5
glaube, mich gut auszukennen												
+	4	12	13	15		16	43		28	60		44 52
+/-	<u>9</u>	<u>11</u>	<u>9</u>	<u>8</u>		20	54		17	36		37 44
-	1	0	0	0		1	3		0	0		1 1
?			2			0	0		2	4		2 2
<b>Komplexometrie</b>												
mit Unterlagen gut zurecht gekommen												
+	8	10	9	<u>11</u>		18	49		20	43		38 45
+/-	<u>6</u>	9	<u>14</u>	8		15	41		22	47		37 44
-	0	<u>4</u>	1	4		4	11		5	11		9 11

Partner/in gut zurechtgekommen													
+	7	4	11	8		11	30		19	40		30	36
+/-	5	<u>14</u>	8	6		19	51		14	30		33	39
-	2	5	4	7		7	19		11	23		18	21
?	1		2	2		1	3		4	9		5	6
glaube, mich gut auszukennen							0			0			
+	9	12	9	6		21	57		15	32		36	43
+/-	<u>4</u>	<u>11</u>	<u>15</u>	<u>11</u>		15	41		26	55		41	49
-	0	0	0	6		0	0		6	13		6	7
<b>Gravimetrie</b>													
mit Unterlagen gut zurechtgekommen													
+	6	<u>14</u>	12	12		20	54		24	51		44	52
+/-	<u>8</u>	7	<u>12</u>	<u>9</u>		15	41		21	45		36	43
-	0	2	0	1		2	5		1	2		3	4
Partner/in gut zurechtgekommen							0			0			
+	6	8	15	10		14	38		25	53		39	46
+/-	5	12	5	11		17	46		16	34		33	39
-	2	3	3	1		5	14		4	9		9	11
?	1		1	1		1	3		2	4		3	4
glaube, mich gut auszukennen							0			0			
+	6	<u>16</u>	12	14		22	59		26	55		48	57
+/-	<u>8</u>	6	<u>12</u>	<u>6</u>		14	38		18	38		32	38
-	0	1	0	2		1	3		2	4		3	4
?				1		0	0		1	2		1	1

Tabelle 10 Schüler/innenbefragung Stationsbetrieb – geschlossene Fragen

unterstrichen - die Meinung der/s Klassenlehrer/in auf eine analoge Frage

grau - häufigste Antwort, bei der prozentuellen Auswertung wurde eine Markierung von mehreren Kästchen vorgenommen, wenn die Werte innerhalb von 10 Prozent lagen

<b>Offene Fragen</b>												
Klasse - Lehrer/in	2 Fb - Zona	2Fc - Kammerer	3Hc - Meixner	3Hb - Brunmair			Summe Fachschule		Summe Höhere		Summe	Summe in %
Schüler/innenzahl theoretisch	15	23	24	24								
Zahl der Fragebögen	14	23	24	23			37		47		84	100
<b>POSITIV WAR</b>												
<b>Sozialfaktoren</b>												
Partnerarbeit	5	5	2	1			10		3		13	15
entspannte Arbeitsatmosphäre/lockerer	1	4	1	2			5		3		8	10
Hilfe durch Lehrkraft	1	1	1	1			2		2		4	5
Lehrer konnte auf einzelnen besser eingehen	0	0	0	1			0		1		1	1
<b>Erarbeitung des Stoffes</b>												
Stoff eigenständig erarbeiten	2	4	7	4			6		11		17	20
freie Zeiteinteilung	2	3	1	4			5		5		10	12
merke/verstehe mir Stoff besser	0	1	2	2			1		4		5	6
besseres Verständnis durch Partnerarbeit	1	2	0	0			3		0		3	4
kein Stress, mehrmals lesen möglich	0	0	3	0			0		3		3	4
Konzentration auf das, was man braucht möglich	0	0	3	0			0		3		3	4
Abwechslung/andere Unterrichtsmethode	0	0	0	2			0		2		2	2
genauere Durchlesen möglich-gute Testvorbereitung	0	0	1	0			0		1		1	1
Erstellen einer individuellen Mitschrift möglich	0	0	1	0			0		1		1	1
<b>Unterlagen</b>												
Unterlagen waren gute Stoffsammlung	1	0	2	2			1		4		5	6
<b>allgemeine Statements</b>												
lustig	2	0	0	1			2		1		3	4
viel	0	0	0	1			0		1		1	1
toll	0	0	1	0			0		1		1	1
<b>weitere Kommentare</b>												
Note leicht verbesserbar	0	0	0	3			0		3		3	4

rascheres Arbeiten im Labor	1	0	0	0	1	0	1	1
Synchronisation Kenntnisse - Laborarbeit	0	0	1	0	0	1	1	1
<b>NEGATIV WAR</b>								
<b>Zeitablauf</b>								
zuwenig Zeit/Stress	1	5	12	7	6	19	25	30
musste viel zuhause nachholen	0	0	0	1	0	1	1	1
<b>Stoffverständnis</b>								
Chaos/Lärm	3	1	0	8	4	8	12	14
Lehrervortrag-Stoff verständlicher	2	0	0	0	2	0	2	2
Ungewissheit über Wichtigkeit der verschiedenen Inhalte	0	0	2	0	0	2	2	2
keine Korrektur von falsch Erarbeitetem	2	0	0	0	2	0	2	2
gute Idee, konventioneller Unterricht besser	1	0	0	0	1	0	1	1
Abschreiben voneinander	0	0	0	1	0	1		0
<b>Materialien</b>								
Materialien etwas unübersichtlich	0	4	1	1	4	2	6	7
teilweise schwer/Erklärungen unverständlich	2	1	3	0	3	3	6	7
Aufgabenstellung zu lange	0	3	0	1	3	1	4	5
Mappen zu umfangreich	0	1	1	0	1	1	2	2
für jeden eine Mappe wäre besser	0	1	0	0	1	0	1	1
Komplexometriemappe zu dick	0	0	1	0	0	1	1	1
Mappen sollten Inhaltsverzeichnis haben	0	1	0	0	1	0	1	1
wünsche mehr Arbeitsanleitungen	0	1	0	0	1	0	1	1
wünsche Bedeutung des Stoffes für Mensch, Natur	0	1	0	0	1	0	1	1
<b>Soziale Faktoren</b>								
wünsche freie Partnerwahl	0	3	1	0	3	1	4	5
anderer Partner	0	3	1	0	3	1	4	5
Abschreiben durch andere	1	2	0	0	3	0	3	4
Einer der beiden arbeitet deutlich weniger	0	2	0	0	2	0	2	2
1 Lehrer ist zuwenig	0	0	0	2	0	2	2	2
Einzelarbeit sollte möglich sein	0	0	1	0	0	1	1	1
größere Gruppen	0	1	0	0	1	0	1	1
<b>Arbeitsklima in der Klasse</b>								
Tafel total verschmiert - stört Konzentration	0	0	0	1	0	1	1	1
wünsche Lernen an frei gewählten Orten	0	1	0	0	1	0	1	1
Ausarbeitung zuhause nicht erlaubt	0	0	0	1	0	1	1	1
<b>weitere Kommentare</b>								
kleine Experimente dazu/mehr mit Labor verbinden	0	2	0	0	2	0	2	2
Laborbeispiel variieren von Schüler zu Schüler	0	0	2	0	0	2	2	2

Mitschrift nicht so hart benoten	0	1	0	0		1		0		1	1
Mitschrift wurde bewertet	0	0	0	1		0		1		1	1
wenig/nichts	0	0	0	2		0		2		2	2

Tabelle 11 Schüler/innenbefragung Stationsbetrieb – offene Fragen

grau - häufigste Antwort, bei der prozentuellen Auswertung wurde eine Markierung von mehreren Kästchen vorgenommen, wenn die Werte innerhalb von 10 Prozent lagen

In die gleiche Richtung gehende Antworten wurden geclustert.

## Lehrer/inneninterviews

Nach Abschluss des Stationsbetriebs wurden Lehrer/innen durch Veronika EBERT zu folgenden Fragen interviewt: Ablauf des Stationsbetriebs in der jeweiligen Klasse, persönlicher Eindruck – Positives und Negatives, persönliche Belastung, Vorschläge für die Zukunft.

## Schüler/inneninterviews

Aus jeder Klasse wurden mehrer Schüler/innen zufällig ausgewählt und zu folgenden Fragen interviewt:

- Welcher Typ von Schüler/in bist du? (gut, schlecht, engagiert, minimalistisch etc.)
- Wie war der Stationsbetrieb für dich persönlich, was war gut, was war weniger gut?
- Wie glaubst du, dass der Stationsbetrieb für deine Mitschüler/innen war?
- Wie glaubst du, dass der Stationsbetrieb für die/den Lehrer/in war?
- Würdest du gerne nochmals im Stationsbetrieb arbeiten?
- Was würdest du beim nächsten Mal anders machen?