

**EFFEKTIVES ARBEITEN BEIM
EXPERIMENTIEREN IN CHEMIE
DURCH
GEEIGNETE METHODENWAHL**

HOLⁱⁿ Dipl. Päd.ⁱⁿ Maria Justl

NMS St. Marienkirchen bei Schärding

St. Marienkirchen bei Schärding, Juli 2014

INHALTSVERZEICHNIS

	ABSTRACT.....	3
1	EINLEITUNG	4
2	BEGRIFFSKLÄRUNG	5
2.1	Das Experiment	5
2.2	Das effektive Arbeiten	7
2.3	Die Langeweile	7
3	NATURWISSENSCHAFTLICHES ARBEITEN	9
3.1	Das Experiment im Chemieunterricht.....	9
3.2	Naturwissenschaftliches Arbeiten im Chemieunterricht	10
4	FORSCHUNGSFRAGEN UND INTERVENTIONSMASSNAHMEN.....	14
4.1	Forschungsfragen und Hypothesen	14
4.2	Interventionsmaßnahmen	15
5	METHODEN DER DATENERHEBUNG	18
5.1	Der Fragebogen	18
5.2	Die Videoaufzeichnung	19
6	DURCHFÜHRUNG DER ERHEBUNG	20
6.1	Der Fragebogen	20
6.2	Die Videoaufzeichnung	20
7	ERGEBNISSE UND INTERPRETATION	22
7.1	Ergebnisse und Interpretation der Befragung	22
7.2	Ergebnisse und Interpretation der Videoaufzeichnung	28
8	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK.....	33
	LITERATUR	34
	ANHANG.....	37

ABSTRACT

In dieser Studie wird die Problematik der störenden Nebentätigkeiten der Lernenden im Chemieunterricht der 8. Schulstufe und des zeitlichen Leerlaufs beim Experimentieren aufgegriffen. Durch die Schulung der Schülerinnen und Schüler nach den Kriterien der zunehmenden Selbständigkeit und der schrittweisen Förderung beim Experimentieren zur nächst höheren Niveaustufe soll eine positive Veränderung hinsichtlich effektiven Arbeitens erzielt werden. Es zeigte sich eine Verbesserung im Bereich des selbständigen Experimentierens. Im Weiteren wurde festgestellt, dass die Lernenden Nebentätigkeiten nachgehen, wenn ihnen die Relevanz des Unterrichtsstoffes nicht klar ist oder sie ein Thema als langweilig empfinden.

2 EINLEITUNG

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollen am Beispiel des Chemieunterrichts der Sekundarstufe I zwei Forschungsfragen zum selbständigen Experimentieren der Schülerinnen und Schüler beantwortet werden. Die erste Untersuchung beschäftigt sich mit der Frage, ob Langeweile als Ursache für die unerwünschten Nebentätigkeiten der Lernenden beim selbständigen Experimentieren gesehen werden kann. Mit der zweiten Erhebung soll ermittelt werden, inwieweit durch eine gezielte Förderung im Bereich des Experimentierens ein effektives selbständiges Arbeiten erreicht werden kann. Der Schwerpunkt der Studie wird auf die zweite Frage gerichtet, denn es soll herausgefunden werden, ob der zeitliche Leerlauf durch eine veränderte Unterrichtsmethode minimiert werden kann.

Die Beweggründe zu dieser Arbeit waren die Erkenntnisse einer im Schuljahr 2012/13 durchgeführten Studie im Chemieunterricht der 8. Schulstufe in der Neuen Mittelschule zum Thema „Die Ergebnisse der schriftlichen Überprüfung versus der Anwendung des Wissens im Experiment“. Verglichen wurde der Zusammenhang zwischen den Ergebnissen einer schriftlichen Leistungsfeststellung und der Fähigkeit, das überprüfte theoretische Wissen zu einem späteren Zeitpunkt beim selbständigen Experimentieren anwenden zu können. Die Erhebung ergab, dass vom auswendig gelernten Wissen zwar viel vergessen wurde, die Versuche aber dennoch erfolgreich durchgeführt werden konnten. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass Situationen, in denen die Lernenden unproduktiv waren, von der Chemielehrerin nicht erkannt wurden. Zu sehr ließ sie sich vom Bild des geschäftigen Treibens beeinflussen. Mittels Tonbandaufnahmen und Fremdbeobachtung wurde herausgefunden, dass Schülerinnen und Schüler die Versuche in einem gemütlichen Tempo durchführten und sie öfters die Gelegenheit für etwaige Nebentätigkeiten nutzten. Besonders störend wurde der zeitliche Leerlauf beim Experimentieren in Gruppen empfunden. Ähnliche Ergebnisse ergab eine Studie von Sumfleth, Nicolai & Rumann. Sie bemängelten, dass das Potential der Gruppenarbeit nicht vollständig genutzt wird (vgl. Sumfleth et al. 2004, S. 284ff). Zur Förderung des Lernprozesses sollen weitgehende, strukturgebende, instruktionale Hilfen angeboten werden (vgl. Walpuski, 2006, S. 5). Zudem war es zermürend, viel Zeit in die Vorbereitung von Experimenten gesteckt zu haben, die Ergebnisse den Erwartungen aber nicht entsprachen. Diese unbefriedigenden Erkenntnisse brachten die Lehrperson dazu, neue Wege und Möglichkeiten des Unterrichtens zu suchen.

Gegenstand dieser Arbeit ist es, aufbauend auf die Ergebnisse des Fragebogens bezüglich der Nebentätigkeiten der Schülerinnen und Schüler, die Wirksamkeit der gesetzten Interventionsmaßnahmen mittels Videoaufzeichnungen zu überprüfen. Im Laufe des Schuljahres wurden die Lernenden schrittweise vom angeleiteten zum freien Experimentieren hingeführt. Die Lehrperson geht davon aus, dass sowohl die unterschiedlichen individuellen Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt werden müssen als auch eine strikte Zeitvorgabe beim Experimentieren notwendig ist.

3 BEGRIFFSKLÄRUNG

Um einen Einblick in die systematische Förderung der Schülerinnen und Schüler mit einem besonderen Augenmerk auf das effektive Arbeiten beim selbständigen Experimentieren zu gewähren, werden im Folgenden verwendete Begriffe beschrieben bzw. Definitionen angeführt. Im Anschluss soll geklärt werden, was unter dem Begriff Langeweile zu verstehen ist und warum eine Berücksichtigung der Ursachen für die Unterrichtsgestaltung sinnvoll ist.

3.1 Das Experiment

Der Begriff „Experiment“ leitet sich vom lateinischen Wort *experiri* ab und bedeutet übersetzt so viel wie versuchen oder erproben. In den Naturwissenschaften versteht man darunter eine methodisch-planmäßige Herbeiführung von meist variablen Umständen zum Zwecke wissenschaftlicher Beobachtung. Das Experiment nimmt eine wichtige Stellung in allen Erfahrungswissenschaften ein. In der Antike war man an den natürlichen Abläufen der Welt interessiert und wollte diese möglichst ungestört beobachten. Heutzutage greift das moderne Experiment gezielt in die Natur ein. Experimente sollen künstlich herbeiführbar und wiederholbar sein, was ihre intersubjektive Überprüfbarkeit sichert. Neben Beobachtungs- und Entdeckungszwecken dient es auch zu Prüfzwecken. Im Experiment wird eine Hypothese (im weiteren Sinn eine Theorie) überprüft, indem man untersucht, ob die daraus folgenden Prognosen tatsächlich eintreten. Ist dies der Fall, spricht man von Bestätigung oder Bewährung der Hypothese. Treffen jedoch die Prognosen auch nach einer Zufallsergebnisse ausschließenden Wiederholung des Experiments nicht zu, z. B. aufgrund von Beobachtungsfehlern, so wird entweder die Hypothese verworfen (Falsifikation) oder diese durch Zusatzhypothesen (Exhaustion) ergänzt (vgl. brockhaus-wissensservice.com).

Laut der freien Enzyklopädie Wikipedia stammt der Terminus „Experiment“ vom lateinischen Wort *experimentum* ab und bedeutet so viel wie Versuch, Prüfung, Beweis oder Probe. Im Sinne der Wissenschaft ist ein Experiment eine methodisch angelegte Untersuchung zur empirischen Gewinnung von Information oder Daten. Experimente werden in Naturwissenschaften, Ingenieurwissenschaften, Medizin, Psychologie und Soziologie benötigt und durchgeführt.

Im allgemeinen Sinn versteht man unter Experimentieren einen planmäßig ausgelösten, reproduzierbaren Vorgang zum Zweck der Beobachtung. Dieser Begriff schließt auch das Gedankenexperiment und das Modellexperiment mit ein. Ein Experiment ist nach Pfeifer (2002, S. 90): *„ein planmäßig ausgelöster und durchgeführter Vorgang zum Zweck der Beobachtung. Es soll eine Antwort auf eine gezielte Frage geben: es ist letztlich eine „Frage an die Natur“. Dabei müssen alle Parameter, die den Ablauf des Vorgangs beeinflussen, kontrolliert werden können. Wichtig ist die Genauigkeit der gewonnenen Erkenntnisse und der Reproduzierbarkeit aller Effekte.“*

Beim wissenschaftlichen Experiment kennt naturgemäß niemand das Ergebnis, beim Experiment im Unterricht muss es dem Lehrenden bekannt sein. In Bezug auf den naturwissenschaftlichen Unterricht unterscheidet man zwischen Lehrereperiment und Schülerexperiment. Wird ein Versuch von einer Lehrperson durchgeführt, spricht man von einem Lehrereperiment. Es werden hierfür auch häufig Ausdrücke wie Demonstrationsversuch und Lehrerversuch verwendet. In deren Rahmen geht es primär um die Vorführung einer Methode, einer Theorie oder der Überprüfung einer Aussage bzw. Hypothese. Das Experiment kann im Unterricht je nach Einsatz durch den Lehrenden durch eine präexperimentelle Phase (Entwurf oder Planung) eingeleitet und durch eine postexperimentelle Phase (Interpretation und Darstellung von Ergebnissen) abgeschlossen werden (vgl. Reich, 2008, S. 5).

Das Schülerexperiment steht für das eigenständige Experimentieren von Lernenden. Meist wird eine didaktische Situation vorgegeben, in der die Schülerinnen und Schüler durch Probieren oder Untersuchen Sachverhalte erforschen oder beweisen. Als Synonyme werden die Bezeichnungen Schülerübung und Schülerversuch angegeben. Bei Schülerübungen im naturwissenschaftlichen Unterricht unterscheidet man zwischen dem angeleiteten Experiment und dem freien Experiment. Liegt eine Vorschrift vor, wie das Experiment abgearbeitet werden muss, ähnlich einem Kochrezept, spricht man von einem angeleiteten Experiment.

Eine genaue begriffliche Klärung vom freien Experiment gestaltet sich indes als schwierig. Die Anzahl der hierfür verwendeten Synonyme zeigt, dass ein großes Interesse an diesem Bereich zu erkennen ist. Man findet die Begriffe „selbständiges Experimentieren“, „problemlösendes, -orientiertes, bzw. -basiertes Experimentieren“ ebenso wie die Bezeichnungen „forschendes Lernen“, „Inquiry Learning“, „entdeckendes und exploratives Lernen“. Bei den letztgenannten Ausdrücken gehen die Lernenden eigenständig einer Fragestellung, die frei oder gesteuert sein kann, experimentell nach. Die Schülerinnen und Schüler finden eine Frage, bilden Hypothesen, entscheiden über die geeignete Untersuchungsmethode, beobachten und messen, interpretieren die Daten und diskutieren über Fehlerquellen. Eine andere Form ist das „problemorientierte Experimentieren“. Hier steht zunächst ein Problem im Vordergrund. Die Schülerinnen und Schüler sollen weitgehend selbständig eine Lösung finden (vgl. Hotarek, 2013, S. 18f). Die Konzeption von Schülerexperimenten im Sinne des „forschenden Experimentierens“ stellt die anspruchsvollste Form dar.

Um dem Begriff des Problemlösens, wie dieser in der vorliegenden Arbeit verwendet wird, folgen zu können, muss zunächst der Begriff Problem charakterisiert werden. Ein Problem liegt vor, wenn man auf eine unbekannte Situation in der Problemstellung, eine Lösung finden muss. Bei einer Aufgabe hingegen ist bekannt, wie man die Lösung erreichen kann, d.h. die Aufgabenstellung bezieht sich auf eine bekannte Situation (vgl. Haim, 2013, S. 11).

3.2 Das effektive Arbeiten

Der Begriff „effektiv“ kommt aus dem Lateinischen (effectivus) und bedeutet übersetzt bewirkend. Eine direkte Definition von effektivem Arbeiten liefert die freie Enzyklopädie Wikipedia: *„Effektiv arbeiten bedeutet, so zu arbeiten, dass ein angestrebtes Ergebnis erreicht wird.“* Spricht man von effektivem Arbeiten im Unterricht, meint man damit das wirksame, wirkungsvolle, lohnende, nutzbringende, sich tatsächlich feststellen lassende und wirkliche Agieren der Lernenden (vgl. brockhaus-wissensservice.com). In der vorliegenden Arbeit wird dem Faktor Zeit besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Effektives Arbeiten ist eine nutzbringende Tätigkeit mit möglichst geringem zeitlichem Leerlauf.

3.3 Die Langeweile

Spricht man von Langeweile, so stellt sich zunächst die Frage, was dieser Begriff bedeutet. Laut der freien Enzyklopädie Wikipedia wird das unwohle Gefühl, welches durch erzwungenes Nichtstun hervorgerufen wird oder bei einer als monoton oder unterfordernd empfundenen Tätigkeit aufkommen kann, als Langeweile verstanden. Diese ist meist vorübergehender Natur und wird als erzwungen empfunden.

Es stellt sich die Frage, ob die Langeweile als Ursache für die unerwünschten Nebentätigkeiten der Schülerinnen und Schüler im Unterricht gesehen werden kann. Um eine Antwort hierfür zu finden, wurde im Auftrag des Goethe-Instituts das Lernverhalten von Jugendlichen erforscht. Mehr als die Hälfte der befragten Schülerinnen und Schüler gab an, dass sie sich langweilen, wenn der Lernstoff im Frontalunterricht dargeboten wird. Die Langeweile ist deutlich geringer, wenn jeder selbständig arbeiten kann oder gemeinsam in einer Gruppe ein Arbeitsauftrag erledigt werden muss. Wird die Lernsituation als unwichtig erlebt, entstehen die vielfältigen unerwünschten Nebentätigkeiten. Fehlt den Schülerinnen und Schülern die Relevanz des Unterrichtsstoffes, das heißt, es ist ihnen nicht klar, wozu sie etwas lernen müssen und was sie mit dem Gelernten anfangen können, sind sie nicht motiviert, sich am Unterricht zu beteiligen und versuchen sich abzulenken. Die Lernenden beschäftigen sich mit anderen Dingen und ihre Gedanken schweifen ab. Sie werden unruhig, reden mit den Mitschülerinnen und Mitschülern oder entwickeln Strategien, die nicht lernfördernd sind (vgl. www.goethe.de).

Die vielfältigen Nebentätigkeiten, denen Schülerinnen und Schüler während des Unterrichtes nachgehen und Lehrpersonen als störend empfinden, können als Indiz für das „Langeweile-Syndrom“ angesehen werden. Sieht man diese Nebentätigkeiten als bewusste oder unbewusste Unterrichtskritik, sprechen sie für eine Veränderung des Unterrichtskonzeptes. Da die Nebentätigkeiten ein hohes Maß an Selbständigkeit und eine Kooperation mit den Mitschülerinnen und Mitschülern aufzeigen, liegt die Lösung dieses Problems möglicherweise in einer Ausweitung des selbständigen Handelns und Lernens (vgl. Jank & Meyer, 1991, S. 324f).

Wenige Arbeiten verweisen auf das positive Potential von Langeweile: die Möglichkeit zu (Selbst-)Reflexion, die Entspannung und die Ideenfindung können die Grundlagen kreativer Prozesse sein. Lohrmann berichtet, dass vor allem leistungsstarke Lernende Langeweile auch als durchaus positiv erleben. Sie nutzen die Zeit für Wiederholungen und Denkpausen (vgl. Lohrmann, 2009, S. 269ff).

Nach Wikipedia werden die Gründe der Langeweile in der Pädagogik nach Götz & Frenzel (2006) wie folgt angegeben: *„Als Auslöser von Langeweileempfinden gelten:*

- *die Beurteilung einer Situation als subjektiv unbedeutend*
- *Unter- oder Überforderung durch den Unterrichtsinhalt und die Aufgaben*
- *fehlende Anregung*
- *ein zu hohes oder ein zu geringes Maß an subjektiver Kontrolle über das zu Lernende und die Unterrichtssituation“*

Demnach ist es von großer Bedeutung, den Unterricht so zu gestalten, dass den Lernenden der Bezug zur Lebenswelt klar wird. Ein abwechslungsreicher Einsatz verschiedener Arbeits- und Sozialformen, praktisches Arbeiten und eine aktive Rolle der Schülerinnen und Schülern im Unterricht verringern die Langeweile (vgl. Salomo, 2012, S. 2).

Um die Methodenkompetenz der Lernenden zu fördern, ist es sinnvoll, die zunehmende Selbständigkeit im Denken und Handeln in mehreren Schritten zu vermitteln. Meyer (2013, S. 168) erläutert: *„Methodenkompetenz eines Schülers besteht in der Fähigkeit, die methodischen Anteile der Lernarbeit bewusst, zielorientiert, ökonomisch und kreativ zu gestalten. Diese Kompetenz wird im Unterrichtsprozess eingeübt und schrittweise auf höhere Niveaustufen gebracht.“*

4 NATURWISSENSCHAFTLICHES ARBEITEN

4.1 Das Experiment im Chemieunterricht

In der aktuellen Version des österreichischen Kompetenzmodells Naturwissenschaften 8. Schulstufe in der Fassung vom Oktober 2011 sind die Handlungsdimension, die Anforderungsdimension und die Inhaltsdimension definiert. Die Handlungskompetenzen werden in die Bereiche „Wissen organisieren“, „Erkenntnisse gewinnen“ und „Schlüsse ziehen“ unterteilt (vgl. bifie, 2011). Im Kompetenzmodell NAWI8 werden nachhaltige Lernergebnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten benannt und bringen die Tätigkeiten in ein theoretisch fundiertes System. Der Erwerb von Fähigkeiten zur Lösung von Problemen in bestimmten Themengebieten stellt ein wesentliches Lernziel dar (vgl. Mathelitsch et al., 2012, S. 2f). Nach Weinert (2001, S. 27f) sind Kompetenzen die erlernbaren Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen und die Bedeutung der Lösungen für Mensch und Natur zu erkennen. Das Experimentieren im Chemieunterricht rückt verstärkt in den Blickpunkt. Schülerversuche erlangen eine zentrale Bedeutung, denn das Fragen, Untersuchen und Interpretieren wird gefordert.

Der Lehrplan der Neuen Mittelschule sieht die Individualisierung und die innere Differenzierung als Eckpfeiler der neuen Lernkultur. Einerseits soll den Lernenden genügend Zeit und Unterstützung geboten werden, um die Lerninhalte im eigenen Lerntempo erfassen zu können, andererseits sollen sie frühzeitig zusätzliche Angebote erhalten, um besondere Begabungen intensiv zu fördern (vgl. bm:uk, 2013, S. 7). Die Experimente im Chemieunterricht sind demnach so zu planen, dass die Lernenden diese in einem ihnen zumutbaren Ausmaß nachvollziehen können. Walpuski (2005, S. 25) schreibt: *„Relevantes Fachwissen kann daher nicht anhand von experimentellen „Kochrezepten“ oder feststehenden Tatsachen vermittelt werden.“* Den Lernenden soll gezeigt werden, mit welchen Methoden naturwissenschaftliche Erkenntnisse gewonnen werden und wie diese in die Theorie einfließen. Laut Walpuski (2005, S. 25) werden: *„im Rahmen der Delphi-Studie [...] dem Experiment folgende fünf Hauptzielkategorien zugeschrieben:*

- 1. Theorie und Praxis miteinander verbinden*
- 2. Experimentelle Fähigkeiten erwerben*
- 3. Methoden wissenschaftlichen Denkens kennen lernen*
- 4. Motivation, Persönlichkeit und soziale Kompetenz weiter entwickeln*
- 5. Wissen der Lernenden überprüfen“*

Das Basiswissen bietet den Ausgangspunkt für die Übertragung der Verantwortung von der Lehrperson hin zum Lernenden. Schrittweise werden sie zur nächst höheren Niveaustufe geführt und vom angeleiteten Schülerexperiment hin zum forschenden Lernen begleitet. In der höchsten Stufe tragen die Teams selbständig die Verantwortung für den gesamten Forschungsprozess.

4.2 Naturwissenschaftliches Arbeiten im Chemieunterricht

Im Chemieunterricht spielen das Experimentieren, Beobachten, Vergleichen und Systematisieren eine herausragende Rolle. Die Besonderheiten und der Sinn der naturwissenschaftlichen Denk- und Vorgehensweisen erschließt sich den Lernenden, wenn sie im Unterricht von Anfang an daran gewöhnt werden. Ein Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichtes ist es, dass die Schülerinnen und Schüler lernen, eine wissenschaftliche Frage gedanklich vorzubereiten, zielgerichtet sowie systematisch zu experimentieren, genau zu beobachten und die Ergebnisse zu dokumentieren. Das Formulieren von Fragestellungen und Vermutungen, die Aufbereitung und Interpretation der Ergebnisse und das Reflektieren der Vorgehensweise sollten zur Selbstverständlichkeit werden.

Meyer (2013, S. 169) entwickelte nach dem Kriterium der zunehmenden Selbständigkeit methodischen Denkens und Handelns das unterrichtsmethodische Kompetenzstufenmodell und es: „[...] werden in Anlehnung an die PISA-Studie fünf Stufen zunehmender unterrichtsmethodischer Selbstständigkeit unterschieden.

Unterrichtsmethodische Kompetenzstufen

- (1) *Ausführen einer Handlung durch naiv-ganzheitliches Nachvollziehen*
- (2) *Ausführung einer Handlung nach Vorgabe*
- (3) *Ausführen einer Handlung nach Einsicht*
- (4) *Selbstständige Prozesssteuerung*
- (5) *Didaktische Reflexion der Verwendung“*

Auf Stufe 1 geht es um das imitatorische Nachmachen von Handlungen oder ein spielerisches Nacherfinden einer Handlungsfigur. Die Stufe 2 beginnt, wenn die Schülerinnen und Schüler eine Methode exakt so nutzen können, wie diese ihnen vorgeschrieben wird. Sie verstehen die Regeln der Sozialform, halten sich an Anweisungen und erwerben grundlegende Kenntnisse über den Ablauf von Handlungsmustern. In der nächsten Stufe wissen die Lernenden, wie eine Handhabung funktioniert. Sie erkennen, warum ein Fehler in der Anwendung die Arbeitsergebnisse beeinträchtigt. Die zielbezogene Reflexion des eigenen adäquaten Handelns ist demnach gegeben. In Stufe 4 verfügen Schülerinnen und Schüler über ein Repertoire an Methoden und können diese zügig fachlich und fächerübergreifend einbringen. Die eigenständige Prozesssteuerung durch selbstregulierten und kreativ variierenden Einsatz der Methode und der Moderation von Gruppenprozessen ist gegeben. Die Lernenden haben die höchste Stufe erreicht, wenn sie in der Lage sind, ihre eigene Vorgehensweise und die anderer zu analysieren, zu bewerten und über den Nutzen nachzudenken. Zudem können sie eigene Urteile über die Stärken und Schwächen vieler Methodenarrangements fällen (vgl. Meyer, 2013, S. 170).

Ziele, die mit der Durchführung von Experimenten verbunden werden, sind sehr vielfältig. Je nachdem, in welchem Kontext diese durchgeführt werden, weichen die Intentionen voneinander ab. Übereinstimmungen hinsichtlich der schrittweisen Förderung zur nächst höheren Niveaustufe lassen sich in verschiedenen Literaturangaben finden.

So sieht Haim (2011, S. 7) mit der von ihm entwickelten KOPEX- und KLEEx-Methode praxistaugliche Wege, wie im Chemieunterricht durch Experimente die kreative Problemlösekompetenz erworben und trainiert werden kann. Der Begriff KOPEX steht für „Kompetent durch Problemorientiertes Experimentieren“ und beinhaltet das Vermitteln von Grundkompetenzen durch ein Basisexperiment. Im „Kreativen Lösungsorientierten Experimentieren“ (KLEEx) geht es darum, Bekanntes neu zu vernetzen. Für die neue Problemstellung sollen die Lernenden möglichst viele Lösungsvarianten entwickeln und zumindest eine davon sollte experimentell durchgeführt werden.

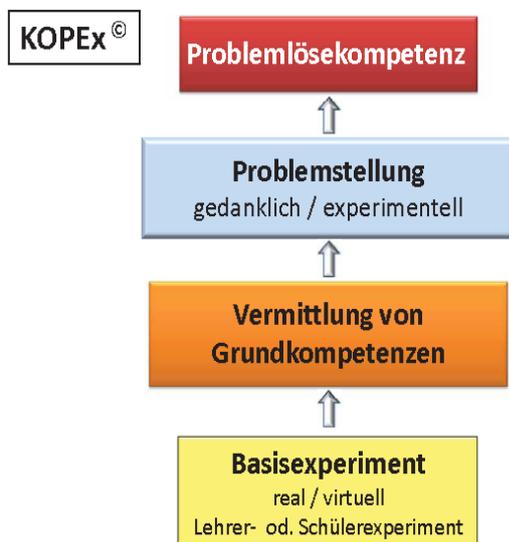


Abb. 1: KOPEX (Haim, 2012, S. 17)

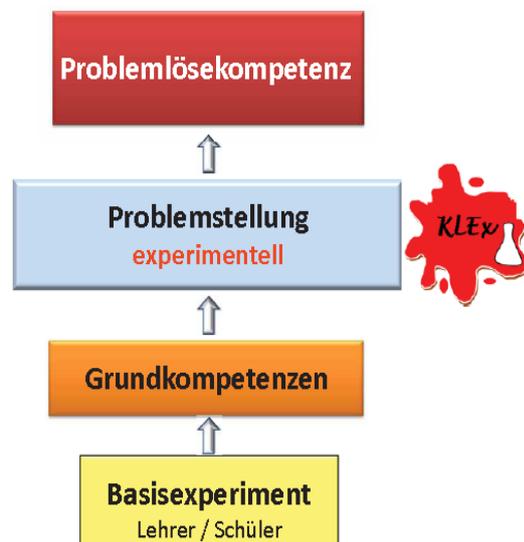


Abb. 2: KLEEx (Haim, 2012, S. 22)

Wie aus der Abbildung ersichtlich ist, bildet ein Basisexperiment den Ausgangspunkt der KOPEX- Methode. Dieses kann von einer Lehrperson oder von den Schülerinnen und Schülern durchgeführt werden. Das Basisexperiment dient zur Vermittlung von Faktenwissen sowie grundlegender Fähigkeiten und Fertigkeiten. Um die Lernenden in ihrer Problemlösekompetenz zu schulen, werden die sogenannten sieben Grundkompetenzen trainiert. Dazu zählen das Fachwissen, die experimentelle Fertigkeiten, die Abstraktionsfähigkeit, welche das Bilden von Hypothesen beinhaltet, die Interpretationsfähigkeit der Ergebnisse, die Bewertungs- sowie Kommunikations- und Teamfähigkeit. Im dritten Schritt der KOPEX- Methode, dem Training der kognitiven Fähigkeiten, werden die Grundlagen des perspektivischen, logisch-analytischen, kritisch-schöpferischen und sensorischen Denkstils geübt. Umso besser ein Querdenken vom Konvergenten und Divergenten funktioniert, desto mehr Lösungsvorschläge können später in der kreativen Denkphase der KLEEx-Methode gefunden werden.

Das divergente Denken entspricht der Kreativität, das konvergente Denken mehr der Intelligenz. Im vierten Schritt kommt es zur Koppelung eines Experiments mit einer neuen Problemstellung. Ein vorgeschlagener Lösungsweg wird entweder gedanklich oder experimentell überprüft.

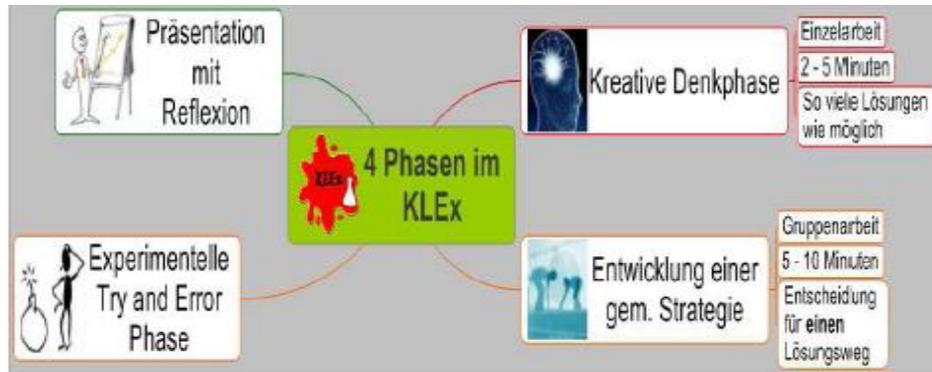


Abb. 3: 4 Phasen in KLEx (Haim, 2012, S. 26)

Die KLEx-Experimente werden erst durchgeführt, wenn im Chemieunterricht die Grundkenntnisse und Fertigkeiten eines Themas vermittelt wurden. Ziel ist es, Bekanntes neu zu vernetzen, wodurch das problemlösende kreative Potenzial der Lernenden gefordert wird. Bei der Aufgabenstellung ist darauf zu achten, dass möglichst viele Lösungen entwickelt werden können.

In der kreativen Denkphase wird das erworbene Wissen auf eine völlig neue Situation angewandt. In der Einzelarbeit werden die Schülerinnen und Schüler angewiesen, möglichst viele Lösungsvorschläge zu notieren. In der darauffolgenden Phase der Gruppenstrategie werden in kleinen Gruppen die Ideen ausgetauscht und sie entscheiden sich für einen Lösungsweg. Je strikter der zeitliche Rahmen ist, desto weniger lassen sich die Teams von den anderen Lernenden beeinflussen und umso konzentrierter arbeiten sie an der Problemlösung. In der experimentellen Phase werden die Versuche durchgeführt. Ein fehlgeschlagener Lösungsweg wird nicht negativ bewertet. Vielmehr geht es um Taktik, Kooperationsfähigkeit und Arbeitsmoral. In der Präsentations-Reflexionsphase werden die Teams aufgefordert, ihre zu Papier gebrachten Ergebnisse vorzustellen. Im Anschluss erhalten die Lernenden ein Ergänzungsblatt mit allen Lösungsstrategien, die bei einer Leistungsfeststellung genannt und begründet werden müssen (vgl. Haim, 2011, S. 7ff).

Beim selbständigen Experimentieren ist es wichtig, dass freie Lösungsmöglichkeiten erlaubt sind. Auch Fehler werden zugelassen, um aus diesen zu lernen. Werden keine Fehler akzeptiert, kommt es zu einer Stagnation. Zu viele Misserfolge führen jedoch zu Frustration und Desinteresse. Oft wird kritisiert, dass im Chemieunterricht zwar die naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen eingesetzt werden, aber die Denkweisen, die zu einem Experiment gehören, vernachlässigt werden. Beispiele dafür sind die kochbuchartigen Experimentiervorschriften und „Hands on“, die von den Schülerinnen und Schülern abzuarbeiten sind, ohne darüber nachdenken zu müssen, was Sinn und Zweck dieses Experiments sein könnte.

In den Naturwissenschaften wird oft der englische Begriff „Inquiry“ verwendet, um experimentelles Handeln zu beschreiben.

	Traditional Hands-on	Structured	Guided	Student Directed	Student Research
Topic	Teacher	Teacher	Teacher	Teacher	Teacher/Student
Question	Teacher	Teacher	Teacher	Teacher / Student	Student
Materials	Teacher	Teacher	Teacher	Student	Student
Procedures/ Design	Teacher	Teacher	Teacher / Student	Student	Student
Results/ Analysis	Teacher	Teacher / Student	Student	Student	Student
Conclusions	Teacher	Student	Student	Student	Student
Level of Inquiry	0 Verification	1 Structured	2 Guided	3 Open	3 Open

Abb. 4: Inquiry as an Evolutionary Process - Stufen der Öffnung (vgl. Bonnsetter, 1998, S.3)

Die Tabelle zeigt, wie durch das Zurücknehmen der Vorgaben seitens der Lehrperson die Schülerinnen und Schüler Verantwortung übernehmen müssen. In manchen Beispielen variiert die Hauptverantwortung bzw. kann sie nicht eindeutig zugeordnet werden. Durch die systematische Förderung werden die Lernenden vom „Traditional Hands-on“ zum „Student Research“ geführt. Die Lehrperson unterstützt den Prozess. Es ist sinnvoll, mit stark angeleiteten Experimenten, die dem Inquiry Level 0 entsprechen, zu beginnen und in weiteren Versuchen schrittweise eine Öffnung vorzunehmen (vgl. Koriander, 2011, S. 18ff). Für Arbeitsaufträge, welche dem Inquiry Level 1 zugeordnet werden können, gibt die Lehrperson die Verantwortung der Ergebnisanalyse und die daraus resultierenden Schlussfolgerungen an die Schülerinnen und Schüler ab. Wählen sie zusätzlich das Untersuchungsdesign, wird das Arbeiten dem Inquiry Level 2 zugewiesen. Neben dem selbständigen Arbeiten sind Kreativität, Organisationsfähigkeit und methodisches Wissen von großer Bedeutung. In der nächsten Stufe der Öffnung, dem Inquiry Level 3, wird geübt, wie man eine naturwissenschaftliche Frage stellt. Die Lernenden erhalten Verantwortung für den gesamten Forschungsprozess innerhalb eines Themas. Sie entscheiden, welche Materialien und Geräte verwendet werden. Um die Lernenden nicht zu überfordern, kann man den Prozess in zwei Teile gliedern: Im ersten Teil wird an das eigene Wissen angeknüpft, im Internet und in Büchern recherchiert, nach offenen Fragen gesucht und das Experiment geplant. Im zweiten Teil erfolgen Durchführung und Auswertung des Versuches. Im Anschluss werden die Ergebnisse präsentiert und mit denen der anderen Gruppen verglichen.

5 FORSCHUNGSFRAGEN UND INTERVENTIONS- MASSNAHMEN

Die Beobachtungen, dass die Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren öfters die Gelegenheit für etwaige Nebentätigkeiten ergreifen und es zeitliche Leerläufe gibt, weckten das Interesse, diese Problematiken genauer zu hinterfragen, um die vorherrschende Situation zu verbessern.

5.1 Forschungsfragen und Hypothesen

Basierend auf den Beobachtungen wurden folgende zwei Forschungsfragen formuliert:

- Inwieweit gehen die Schülerinnen und Schüler aus Langeweile den vielfältigen Nebentätigkeiten nach?
- Inwieweit kann durch die veränderte Unterrichtsmethode der zeitliche Leerlauf beim Experimentieren in Gruppen minimiert werden?

Diese Forschungsfragen wie auch die Erfahrungen, die durch die Teilnahme an einem Forschungsprojekt mit KOPEx- und KLEx-Beispielen gesammelt wurden, haben zu folgenden Hypothesen geführt:

- Die Schülerinnen und Schüler gehen Nebentätigkeiten dann nach, wenn sie sich entweder überfordert oder unterfordert fühlen.
- Durch eine gezielte Schulung der Lernenden nach den Kriterien der zunehmenden Selbständigkeit und der schrittweisen Förderung beim Experimentieren zur nächst höheren Niveaustufe können Schülerinnen und Schüler vom angeleiteten zum freien Experimentieren geführt werden und zudem selbst die Verantwortung für ein effektives Arbeiten übernehmen.
- Ein fundiertes Basiswissen sowie vermittelte Grundkompetenzen und eine strikte Zeitvorgabe minimieren den zeitlichen Leerlauf und die Nebentätigkeiten.

Die Vermutung, dass die Lernenden aus Langeweile den vielfältigen Nebentätigkeiten nachgehen, wird mittels Fragebogen überprüft.

Die Analyse der Videodaten soll klar machen, ob die Annahme, dass eine veränderte Unterrichtsmethode zu einem effektiven Arbeiten in der Zweiergruppe führt, zutrifft. Der Fokus wird dabei auf die sinnvolle Nutzung der zur Verfügung stehenden Zeit gerichtet.

5.2 Interventionsmaßnahmen

Um die im Zusammenhang mit dieser Studie angestrebten Ziele erreichen zu können, wurden alters- und niveaustufengerechte Experimente ausgewählt. Im Laufe des Schuljahres wurden die Schülerinnen und Schüler vom angeleiteten Experimentieren zum selbständigen Forschen hingeführt. Die Lehrperson informierte die Lernenden zu Beginn jeder Unterrichtseinheit über die Lernziele. So sollten sie den Sinn und Zweck des Unterrichtsinhaltes erkennen. Am Ende der Chemiestunde wurde der Wissensstand der erarbeiteten Inhalte durch mündliche Mitarbeitskontrollen überprüft. Mit diesen Maßnahmen sollte ein Basiswissen geschaffen werden. Die Erfahrung lehrt, dass Wissen ein wichtiger Grundbaustein für das selbständige Experimentieren ist. Die Schülerinnen und Schüler sollten an Bekanntes anknüpfen, Wissen vertiefen und erweitern können.

Den Lernenden sind die Strukturen des Experimentierens, wie das Bilden einer Frage oder Hypothese, die experimentelle Überprüfung und das Ziehen von Schlussfolgerungen aus dem Experiment, bekannt. Das Hauptinteresse der Schülerinnen und Schüler liegt auf der praktischen Durchführung der Experimente. Andere Arbeitsschritte, wie das sorgfältige, gewissenhafte Protokollieren, die Auswertung und die Interpretation der Daten sind weniger beliebt. Das Beobachten von Phänomenen, der zentraler Punkt der naturwissenschaftlichen Arbeitsweise, wird von den Lernenden gerne gemacht, die Verschriftlichung jedoch oberflächlich gehandhabt. Ähnliche Erfahrungen beschreibt Eberts (vgl. Eberts, 2008, S. 37) zur Protokollführung im Labor. Im Weiteren wurden die Schülerinnen und Schüler auf die Sicherheitsvorkehrungen hingewiesen. Sie lernten die Bezeichnungen der Geräte kennen und haben erfahren, wo sie sich im Chemiesaal befinden.

Die Ergebnisse der Fragebogenauswertung (vgl. S. 22ff) wurden als Grundlage für Optimierungsansätze herangezogen. Bisher waren die Experimente nur auf das Thema abgestimmt und nicht explizit auf die verschiedenen Bedürfnisse der Lernenden ausgerichtet. Nun wurden von der Lehrperson Zusatzaufgaben ausgearbeitet und für schneller arbeitende Teams angeboten. In dieser Arbeit werden Gruppen von Schülerinnen und Schülern als schneller arbeitend bezeichnet, wenn sie nicht nur in einer kürzeren Zeit als andere zu Lösungen kommen, sondern auch die Ergebnisse ordentlich und gewissenhaft dokumentieren. Ein zügiges Arbeitstempo sollte unerwünschte Nebentätigkeiten verhindern. Die Lernenden wussten, dass ihr Tun im Rahmen der Schülerversuche und die Protokolle zur Leistungsfeststellung herangezogen wurden und somit auch Teil der Chemienote waren. Um das Interesse und die Neugier der Schülerinnen und Schüler zu wecken, wurden Kontexte gewählt, bei denen sie einen Bezug zum Alltag und zu ihrer Lebenswelt herstellen konnten.

Begonnen wurde mit einem stark angeleiteten Experiment zum Thema „Einführung in die Chemie“. Die Fragestellung: „Organisch oder Anorganisch? - Finde heraus, um welche Stoffe es sich handelt?“ wurde von der Lehrperson vorgegeben. Alle Lernenden arbeiteten am gleichen Experiment. Jede Zweiergruppe erhielt drei nummerierte Dosen mit unbekanntem Feststoffen. Im Klassenverband wurde erarbeitet, wie man

an das Problemlösen herangeht. Aufbauend auf die gelernten Eigenschaften der organischen Stoffe wurde vermutet, dass durch starkes Erhitzen und folgende Verkohlungsorganische Stoffe erkannt werden können. Die Lehrperson teilte in jeder Gruppe je eine Person ein, die für das Material verantwortlich war. Zusätzlich wurde erklärt, wie mit den Geräten hantiert werden sollte. Beim Experimentieren gab die Lehrperson das Arbeitstempo vor und alle Schülerinnen und Schüler mussten den mündlichen Anweisungen der Lehrperson möglichst exakt folgen. Die Lernenden wurden angewiesen, genau zu beobachten, Farb- und Geruchsveränderungen wahrzunehmen und die Zustandsänderung gewissenhaft in Stichworten zu notieren. Die Daten wurden gemeinsam ausgewertet und ein Protokoll verfasst. Beim Vergleichen der Ergebnisse war zu erkennen, dass manche Teams genauer gearbeitet hatten, da sie mehrere bzw. genauere Beobachtungen als andere aufzählen konnten. Diese Form des Experimentierens wird nach Bonnstetter (vgl. Abb. 4, S. 13) der untersten Stufe „Verification“ zugeordnet.

In der folgenden Chemiestunde erhielten die Lernenden eine schriftliche Versuchsanleitung. Da es sich um eine Abfolge von einfachen Experimenten handelte, wurden diese von der Lehrperson nicht vorgezeigt. Die vorgegebenen Experimente zu dem Thema „Was brennt an einer Kerze? – Das Wachs oder der Docht?“ sollten genau nach Anleitung durchgeführt werden. Die Lehrperson gab eine knappe Zeitvorgabe vor. In Zweiergruppen wurden Vermutungen zu Papier gebracht. Dazu konnten sie angelerntes Wissen und eventuelle Alltagstheorien anwenden. Beim Experimentieren wurden die Beobachtungen stichwortartig niedergeschrieben. Der Vergleich der Ergebnisse, die Diskussion über unterschiedliche Beobachtungen und die schriftliche Dokumentation erfolgten im Klassenverband. Die Schülerinnen und Schüler verwendeten das Schriftstück als Vorlage für die weiteren Versuchsprotokolle. Während der Experimentierphase hatte die Lehrerin Blickkontakt mit den Lernenden und stand für Hilfestellungen bei der Handhabung und dem Umgang mit den Geräten zur Verfügung. Es war zu beobachten, dass die Beschaffung der aufgelisteten Materialien für manche Teams eine Herausforderung war, andere scheiterten am genauen Lesen der Anleitung. Bei dieser Versuchsreihe lag die Hauptverantwortung für die Ergebnisse und Schlussfolgerungen bei den Lernenden. Diese Aufgaben können dem Inquiry Level 1 zugeordnet werden.

Experimente zu den physikalischen Trennverfahren bildeten die Grundlage für das Erreichen der Niveaustufe 2, dem Guided Inquiry. Im regulären Chemieunterricht wurden die Trennungsmöglichkeiten von Gemengen mit Demonstrationsversuchen erarbeitet und anschließend ein Merkstoff ins Chemieheft geschrieben. Die Basisexperimente und das erworbene Wissen sollten nun mit neuen Aufgaben vernetzt werden. Die Lehrperson gab ein Arbeitsblatt mit Forscheraufgaben (s. Anhang, S 39f) aus. Zuerst sollten in Einzelarbeit Lösungsvorschläge notiert und diese begründet werden. In der Zweiergruppe wurden die Ideen ausgetauscht. Die Lernenden entschieden sich dann für eine Strategie und wählten aus den zur Verfügung gestellten Geräten und Materialien jene aus, die sie für ihre Durchführung zweckmäßig fanden. Nach der Ausarbeitung des Protokolls durften schneller arbeitende Schülerinnen und

Schüler eigene Aufgaben zur Trennung von Gemengen aus je drei verschiedenen Stoffen für andere Gruppen zusammenstellen. Im Anschluss wurden die Angaben ausgetauscht. Es sollten Strategien entwickelt werden, um diese Gemenge wieder zu trennen und Aussagen zu den Eigenschaften der Stoffe zu finden. Alle Lernenden wurden aufgefordert, zügig zu arbeiten. In der darauffolgenden Chemiestunde präsentierten sie die gewählten Trennungsmethoden und Ergebnisse. Es wurde darauf geachtet, dass jede Vorgehensweise, also auch jene, die nicht zum Erfolg führte, genannt wurde. Da den Schülerinnen und Schülern bekannt ist, dass ein fehlgeschlagener Lösungsweg nicht negativ beurteilt wird, trauen sie sich, auch einen nicht ziel führenden Versuch zu beschreiben. Alle möglichen Trennmethode wurden notiert. Sie sollten später bei einer Lernzielkontrolle genannt und begründet werden können.

Zum Thema Proteine wurden die Aufgabenstellungen zur Gerinnung (s. Anhang, S. 41f) und das Material von der Chemielehrerin vorgegeben. Die Lernenden mussten für die Ergebnisse der Beobachtungen selber Schlussfolgerungen finden. Bei Bedarf durften das Heft und das Chemiebuch als Nachschlagewerke verwendet werden. Als Zusatzaufgabe für die schneller arbeitenden Schülerinnen und Schüler gab es eine wissenschaftliche Fragestellung zu diesem Thema. In Bezug auf das Bilden einer Hypothese sollten sie ein zweckmäßiges Experiment finden und durchführen. Im Anschluss wurde die Beobachtung mit der gebildeten Hypothese verglichen. Es ging nicht darum, ein Endergebnis im Sinne von richtig oder falsch zu ermitteln, sondern vielmehr stand der Prozess der Erfahrung und des eigenständigen Handelns im Mittelpunkt.

Nach einigen Monaten sollten die Lernenden die Verantwortung für den gesamten Forschungsprozess übernehmen. In Partnerarbeit wurde ihnen bei nahezu freier Wahl von Geräten und Chemikalien eine selbständige Bearbeitung der KLEx-Aufgabe „Vom Wein zum Weinbrand“ ermöglicht. Die Entwicklung der unterrichtsbezogenen Aufgabenstellung orientierte sich an den Erfahrungen beim Experimentieren in einer vorhergegangenen Unterrichtseinheit und dem erworbenen Wissen zu den physikalischen Trennverfahren. Die kreativen Lösungsvorschläge der heterogenen Gruppen ermöglichten verschiedene Durchführungsvarianten. Teamarbeit und Zeitmanagement waren ebenso gefragt wie Taktik, denn alle sollten mitarbeiten. Langsamer arbeitende Schülerinnen und Schüler konnten Aufgaben übernehmen, die einfacher waren, während andere sich mit den kniffligen Problemen beschäftigten. Gemeinsam mussten die jeweiligen Teams zu einem Ergebnis gelangen, ein Protokoll erstellen und die Idee im Klassenverband präsentieren. Die Ergebnisse waren sozusagen die Antworten auf die Frage, die zu Beginn der Unterrichtseinheit gestellt wurde. Das Protokoll diente zur Nachvollziehbarkeit des Versuches. Diese Form des Experimentierens entspricht der höchsten Stufe der Öffnung, dem „Open“ Inquiry.

6 METHODEN DER DATENERHEBUNG

Für diese Studie wurde eine Felduntersuchung mit quasiexperimentellem Design gewählt. Eine Felduntersuchung ist eine Untersuchung, die in der natürlichen Umgebung, z. B. in der Schule, stattfindet. Im Gegensatz zur Laboruntersuchung sind dabei störende Faktoren nur begrenzt beeinflussbar. Beim experimentellen Design werden die Probanden randomisiert und personenbezogene Störvariablen ausgeschlossen, während beim quasiexperimentellen Design natürliche Gruppen, z.B. eine Klasse gewählt werden (vgl. Walpuski, 2005, S. 43).

6.1 Der Fragebogen

Die Anwendung eines Fragebogens dient dazu, Informationen von Personen oder Personengruppen zu einem bestimmten Themenbereich zu erhalten, welche im Anschluss ausgewertet und interpretiert werden. Als wissenschaftliche Methode zur Datenerhebung gilt die Durchführung einer Befragung mittels Fragebogens, wenn ein Aspekt oder mehrere Vermutungen sinnvoll durch die formulierten Fragen beantwortet werden können. Bevor ein Fragebogen erstellt wird, sollte die eigentliche Zielsetzung der Untersuchung so präzise wie möglich ausgearbeitet werden. Sind die Vorüberlegungen vage, werden meist die Fragen ungenau formuliert und somit wird die Auswertung schwieriger und zeitraubender. Zusätzlich besteht die Gefahr, dass unbrauchbares Datenmaterial erzeugt wird und andere wichtige Informationen fehlen (vgl. Altrichter & Posch, 2007, S. 167ff). Bei der Erstellung des Fragebogens ist auf eine sinnvolle Reihenfolge der Fragen zu achten. Bewährt hat sich das sogenannte „Trichterprinzip“, damit meint man, einfache vor den schwierigen Fragen und allgemeine vor den persönlichen Erkundungen zu platzieren. Es hat sich gezeigt, dass Personen dazu neigen, Antworten zu geben, von denen sie annehmen, dass sie gesellschaftlich erwarteten Maßstäben entsprechen. Möglichst neutral formulierte Fragen ohne Wertung sorgen für ehrliche Antworten (vgl. Aschemann-Pilshofer, 2001, S. 10f). In einem Fragebogen wird meist eine Sammlung von geschlossenen Fragen von einigen offenen Fragen ergänzt, um Hinweise auf noch nicht berücksichtigte Aspekte zu erhalten. Falls eine persönliche Meinungsäußerung zu einem Sachverhalt erwünscht wird, sollte eine direkte Frageweise gewählt werden. Wird die Reaktion auf die Meinung anderer Personen oder auf vorgegebene Situationen bevorzugt, empfiehlt sich die indirekte Frageweise. Wichtig ist, dass die Fragen eindeutig gestellt werden, da es keine Möglichkeit für Rückfragen bei Unklarheiten gibt. Nach der Datenerhebung folgen die Eingabe der Antworten nach den gewünschten Kriterien, die Auswertung und schließlich die Interpretation.

Es wird zwischen offenen und geschlossenen Fragen unterschieden. Bei den geschlossenen Fragen sind die Antwortalternativen vorgegeben und vom Befragten nur noch auszuwählen. Diese Form wird verwendet, wenn die Antwortverteilung durch statistische Kennzahlen ausgedrückt werden soll. Die Vorteile der geschlossenen

Fragen liegen darin, dass eine relativ schnelle Auswertung erfolgen kann und es möglich ist, eine größere Anzahl an Personen zu befragen. Ein Nachteil ist, dass Aspekte, die nicht als Antworten vorgesehen sind, auch nicht erfasst werden können. Bei offenen Fragen müssen die befragten Personen eigene Antworten finden. Diese sind freier und authentischer als bei der geschlossenen Frage. Offene Fragen sind anzuwenden, wenn die Einstellung und Orientierung einer Person von Bedeutung sind, ohne dass diese gleich durch bestimmte Kategorien eingeschränkt werden. Es ist hierbei vorteilhaft, nur eine kleine Stichprobe zu untersuchen, da die Auswertung sehr umfangreich ist (vgl. Wester, 2006, S. 5ff).

6.2 Die Videoaufzeichnung

Die audiovisuelle Aufzeichnung vereinigt die auditive und visuelle Dokumentation und weist zusätzlich noch bewegte Bilder auf. Der Vorteil, Ton und Bild synchron in realer Zeit ablaufen zu lassen, ermöglicht eine relativ ganzheitliche Rekonstruktion der aufgenommenen Situation. Es wird verbales und nonverbales Verhalten ermittelt. Die visuellen Daten spiegeln Einblicke von vorherrschenden Rahmenbedingungen, des sozialen Gefüges und der persönlichen Signale wider. Die Aufnahme hängt jedoch von der Position der Kamera ab. Der Einsatz der Kamera kann sich störend auf die Klassensituation auswirken. Damit das Filmen nicht als bedrohlich empfunden wird und die Beobachtungssituation keine Grenzverletzung gegenüber den Schülerinnen und Schülern darstellt, müssen ethische Gesichtspunkte besonders beachtet werden (vgl. Altrichter & Posch, 2007, S. 149f). Die kameraführenden Personen sollen Erfahrung mit dem Filmen aufweisen. Um technische Probleme am Tag der Aufzeichnung weitgehend ausschließen zu können, sollte die Technik am Vortag getestet und auf Vollständigkeit überprüft werden.

Nachteile der Unterrichtsvideographie sind die oft mangelnde Lehrerkooperation sowie Fragen des Datenschutzes und technische Probleme. Zu erwähnen ist die relativ zeitaufwendige Ausarbeitung des Datenmaterials. Es ist sinnvoll, die Auswertungskriterien präzise zu formulieren, damit man aus der Datenflut Wesentliches vom Unwesentlichen trennen kann. Die Videoaufnahme steht zu einem späteren Zeitpunkt auch für andere Personen zur Verfügung und ist nachvollziehbar.

7 DURCHFÜHRUNG DER ERHEBUNG

Den fünf Schülerinnen und acht Schülern der 4b Klasse wurde mitgeteilt, dass die Lehrperson, im Rahmen der Teilnahme an dem Universitätslehrgang PFL Naturwissenschaften, den Chemieunterricht genauer erforschen möchte. Die Lernenden wurden um ihre Unterstützung gebeten. Nach der Bereitschaft zur Kooperation erhielten sie die Information, dass ein Fragebogen und Videoaufzeichnungen geplant sind. Bereits zu Schulbeginn wurde eine Einverständniserklärung der Eltern für etwaige Aufnahmen eingeholt.

7.1 Der Fragebogen

Der Fragebogen diente der Erhebung von Daten über die von der Chemielehrerin als störend empfundenen Nebentätigkeiten der Lernenden beim Experimentieren. Die Schülerinnen und Schüler wurden darüber informiert, dass die Erhebung anonym durchgeführt wird und es sich um keine Leistungsüberprüfung handelt. Es wurde gebeten, den Buchstaben M für Mädchen und K für Knaben anzugeben.

Zunächst wurde der Fragebogen kurz gehalten, damit die Befragten das Ausfüllen nicht abbrechen bzw. ein beliebiges Ankreuzen ohne zu überlegen, möglichst verhindert werden sollte. In der Pilotstudie wurde der Fragebogen in der Parallelklasse überprüft. Aufgrund der vorgetäuschten Ergebnisse musste dieser für den weiteren Gebrauch überarbeitet werden. Die Schülerinnen und Schüler erkannten nämlich, dass der Fokus der Befragung auf den Nebentätigkeiten lag. Im Gespräch wurde ermittelt, dass sie bewusst falsche Angaben machten, um die Mitarbeit nicht in ein negatives Licht zu bringen. Bei der aktuellen Version (s. Anhang, S 37f) wurden die Statements zu den Nebentätigkeiten in den Fragekomplex zum Experimentieren integriert. Die Lernenden schätzten auf einer fünfstufigen Skala („trifft völlig“ zu bis „trifft überhaupt nicht zu“) ihre persönliche Meinung zu den Aspekten Gruppenarbeit und Experimentieren ein. Zur Datenerhebung wurden die Angaben zur Teambildung und zu den Nebenbeschäftigungen der Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren herangezogen. Die Aufzeichnungen der Pilotstudie gingen nicht in die Datenanalyse ein. Die Dateneingabe, Auswertung und Interpretation erfolgten vor den Interventionsmaßnahmen und vor der Videoaufzeichnung.

7.2 Die Videoaufzeichnung

Die Untersuchung der zweiten Fragestellung, inwieweit durch die veränderte Unterrichtsmethode der zeitliche Leerlauf beim selbständigen Experimentieren vermindert werden kann, wurde anhand der Experimentiersequenz zum Thema „Proteine“ durchgeführt. Unter Experimentiersequenz wird in diesem Zusammenhang die Dauer des Experimentierens in der Zweiergruppe verstanden, die zirka zwanzig Minuten der Unterrichtseinheit in Anspruch nahm. Die Vor- und Nachbesprechung wurden

nicht aufgezeichnet. Die verbale Instruktion vor Versuchsbeginn wurde allgemein gehalten, um nicht zu viel Zeit zu verlieren. Die Experimentieraufgaben zur Gerinnung von Proteinen (s. Anhang, S 41f) wurden schriftlich gegeben. In der vorhergegangenen Unterrichtseinheit wurden die Namensableitungen der Begriffe Protein und Eiweiß ermittelt und die Einteilung in pflanzliche und tierische Proteine schriftlich festgehalten. Den Lernenden wurde mitgeteilt, woran man die Gerinnung von Eiweiß erkennt. Unter welchen Bedingungen es zu einer Denaturierung kommt, sollten die Schülerinnen und Schüler im Experiment erarbeiten. Während des Experimentierens mussten sie die Beobachtungen und Ergebnisse im Arbeitsblatt eingetragen. Im Anschluss sollte eine vorgegebene Forscherfrage beantwortet und im Experiment überprüft werden. Die Geräte und Chemikalien wurden von der Lehrperson vorbereitet und auf einem Rollwagen platziert.

Wichtig erschien die Anwesenheit von zwei Kolleginnen in mehreren Chemiestunden. Sie machten sich während der ersten Unterrichtsbegleitung mit der Kamera vertraut und ermittelten die geeigneten Standpositionen für die Aufnahmen der vereinbarten Gruppen. Zudem lernten sie die Lernenden kennen. Die Schülerinnen und Schüler konnten sich an die Begleitung weiterer Lehrpersonen gewöhnen. Schließlich sollte die Situation keinen Prüfungscharakter haben. Da die Reichweite der Kameramikrophone für die Aufzeichnung der gesamten Klasse während der Experimentierphase zu gering war, wurden drei Kameras verwendet. Das fixe Aufstellen von Videogeräten war aufgrund der räumlichen Situation nicht möglich. So erhielten zwei Kolleginnen den Auftrag, mit einer Kamera die Gruppen zu filmen. Um einen unmittelbaren Einblick in das Geschehen während der Experimentierphase zu erhalten, wurde mit den Kolleginnen vereinbart, mit je einer Kamera jeweils vier Lernende in Partnerarbeit aufzunehmen. Zum einen handelte es sich hierbei um vier Mädchen, die sich an einer Tischreihe an der Wandseite platzierten. Zum anderen führte die zweite Lehrperson eine Videoaufzeichnung von zwei Knabengruppen der Fensterreihe durch. Zusätzlich machte die Chemielehrerin mit einem Smartphone ein Video von vier Knaben, die in der ersten Reihe in Partnerarbeit den Arbeitsauftrag durchführten. Die kameraführenden Personen verblieben an einer Stelle. Das Eingreifen der begleitenden Lehrpersonen in die Gruppenarbeit war nicht vorgesehen. Es war den Schülerinnen und Schülern erlaubt, miteinander zu sprechen.

Jede kameraführende Person speicherte ihre Aufzeichnungen auf einem eigenen Datenstick. Gegenstand, Unterrichtsthema, Ort, Datum und Zeit wurden ergänzt. Um einen ersten Eindruck der Aufnahme zu bekommen, wurde die Aufzeichnung vorerst unvoreingenommen angeschaut. Das nonverbale Verhalten der Lernenden konnte durch das Ansehen der Aufzeichnung ohne Ton erfasst werden. Schließlich wurde nach mehrmaligem Ansehen die benötigte Information in einem Raster (s. Anhang, S. 43ff) eingetragen.

8 ERGEBNISSE UND INTERPRETATION

8.1 Ergebnisse und Interpretation der Befragung

Mit dem Fragenbogen soll ermittelt werden, inwieweit die fünf Schülerinnen und acht Schüler der 4b Klasse beim Experimentieren aus Langweile den von der Lehrperson als störend empfundenen Nebenbeschäftigungen nachgehen.

Betrachtet man die Ergebnisse, der für die Auswertung gewählten Fragen, so zeigen sich folgende Tendenzen:

- Insgesamt bevorzugen es die Schülerinnen und Schüler, die Wahl der Teambildung zu übernehmen. Im Weiteren zeigt sich, dass alle, bis auf eine Ausnahme, die Partnerarbeit befürworten und gemeinsam an den Aufgaben arbeiten (siehe Abbildungen 5 bis 7).
- Die Lernenden beschäftigen sich beim Experimentieren anderweitig und unterhalten sich über Themen, die nicht dem Unterrichtsstoff zuzuordnen sind (siehe Abbildungen 8 bis 12).
- Die Versuche zu den vorgegeben Themen werden nicht als langweilig empfunden (siehe Abbildung 13).
- Lernschwache Schülerinnen und Schüler neigen eher zu Nebentätigkeiten als leistungsstarke Lernende und sie finden das Experimentieren manchmal langweilig (siehe Abbildungen 12 bis 14).

Vorerst wird auf die Sozialform beim Experimentieren (siehe Abbildung 5 bis 7) eingegangen. Die Zusammensetzung der Kleingruppe wählten die Schülerinnen und Schüler selbst.

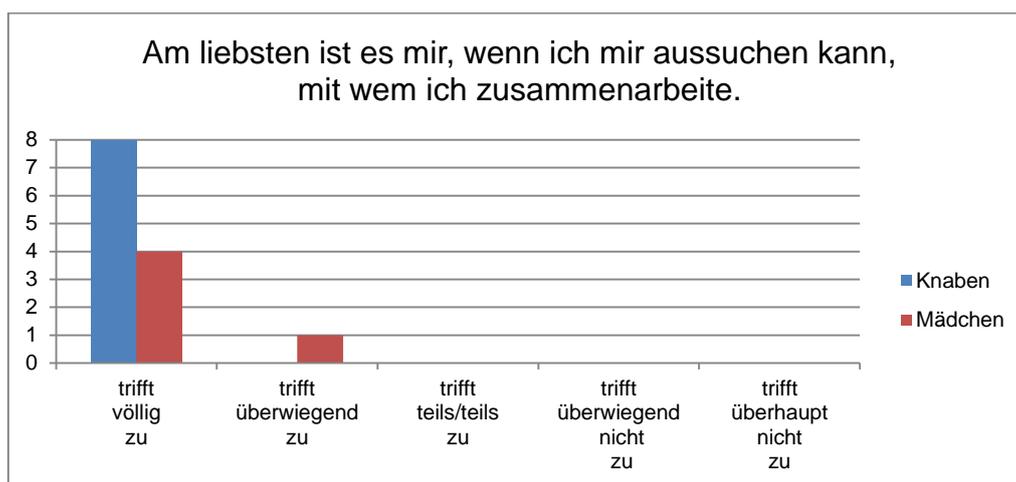


Abb. 5: Am liebsten ist es mir, wenn ich mir aussuchen kann, mit wem ich zusammenarbeite.

Betrachtet man das Diagramm, kann man sehen, dass es alle Knaben sowie vier der fünf Mädchen bevorzugen, selber die Wahl der Gruppenbildung zu treffen. Für eine Schülerin trifft dies überwiegend zu.

Abbildung 6 zeigt, dass 75% der Buben die Arbeit in Gruppen befürworten. Für 25% der Knaben trifft der Wunsch nach alleinigem Arbeiten teilweise zu. Drei der fünf Mädchen arbeiten überhaupt nicht gern alleine und eine Schülerin bevorzugt es, Versuche überwiegend in Gruppenarbeit durchzuführen. Ein Mädchen gibt an, dass sie die Einzelarbeit begrüßen würde.

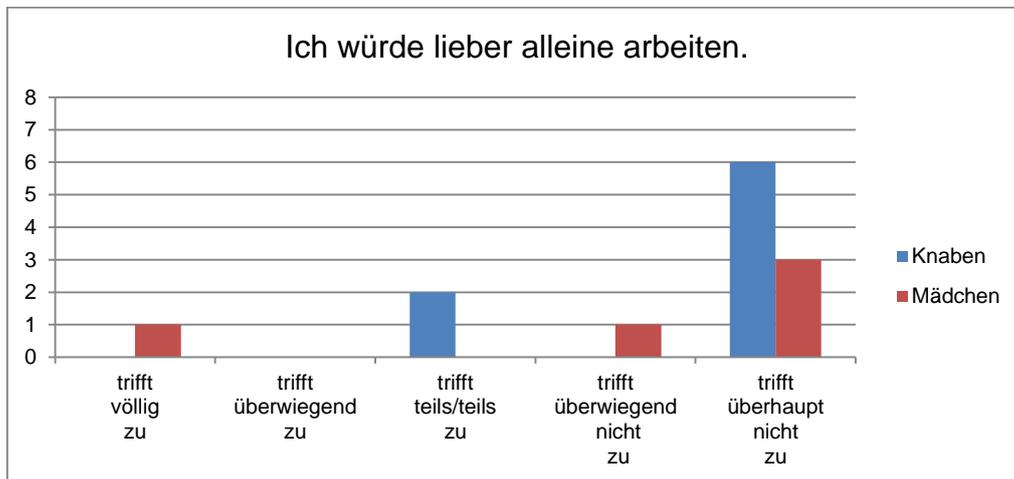


Abbildung 6: Ich würde lieber alleine arbeiten.

Wiederum führt ein Mädchen an, dass sie immer die Hauptverantwortung für das Arbeiten im Team trage. Die Auswertung ergibt, dass dieses Mädchen auch die Versuche alleine durchführen möchte. Die anderen Mädchen bearbeiten den Experimentierauftrag gemeinsam. Die Knaben beschäftigen sich meist gemeinsam mit den Aufgaben. Lediglich ein Knabe ist der Meinung, dass er hin und wieder alleine arbeiten müsse.

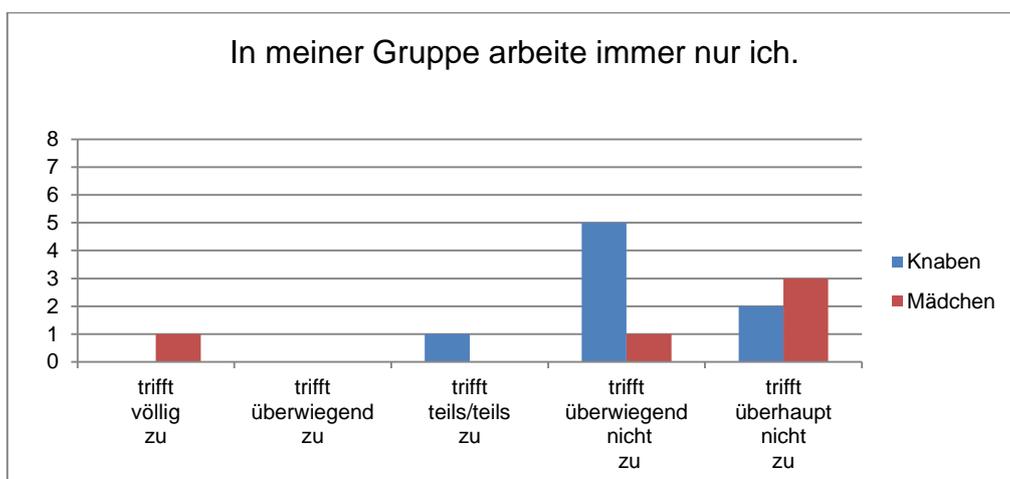


Abbildung 7: In meiner Gruppe arbeite immer nur ich.

Die folgenden Diagramme sollen Auskunft über die unerwünschten Nebentätigkeiten geben:

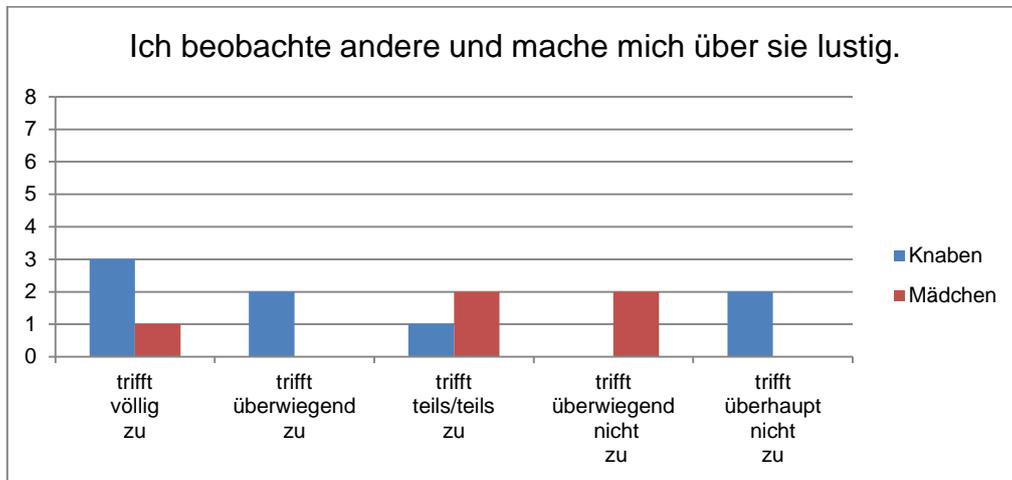


Abbildung 8: Ich beobachte andere und mache mich über sie lustig.

Es fällt auf, dass 69% der Lernenden Zeit finden, andere zu beobachten und sich über diese lustig zu machen. Lediglich zwei Knaben und zwei Mädchen gaben an, dass sie beim Experimentieren die anderen Gruppen nicht bzw. kaum beobachten.

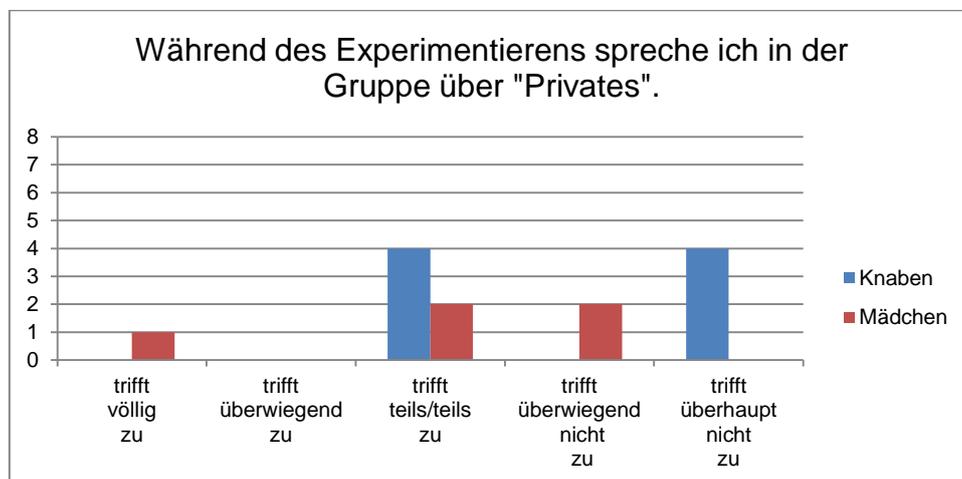


Abbildung 9: Während des Experimentierens spreche ich in der Gruppe über „Privates“.

Vergleicht man die Diagramme hinsichtlich der Gesprächsthemen, kann man feststellen, dass die Knaben entweder überhaupt nie oder gelegentlich über Privates im Unterricht sprechen. Ein Mädchen erzählt sehr gerne über sich. Allgemein lässt sich sagen, dass 53% der Lernenden die Gelegenheit nutzen, zumindest manchmal „Privatgespräche“ zu führen.

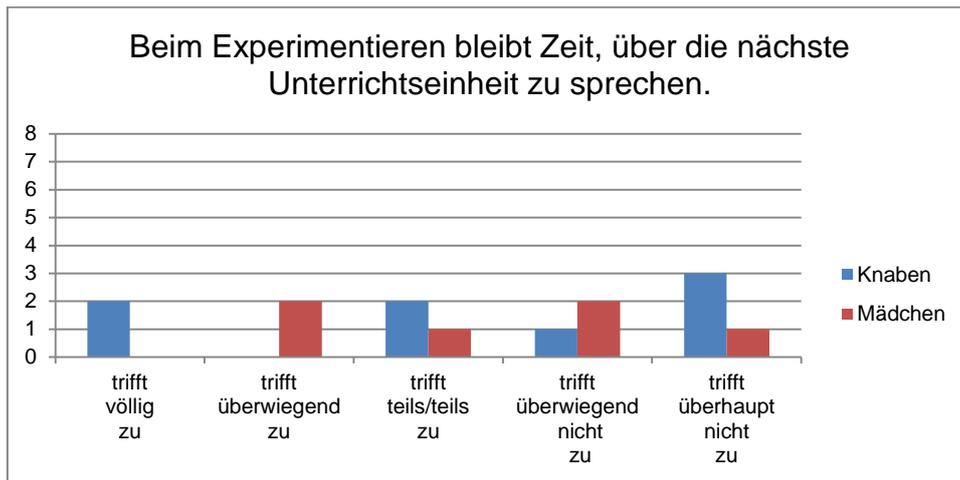


Abbildung 10: Beim Experimentieren bleibt Zeit, über die nächste Unterrichtseinheit zu sprechen.

Das Sprechen über die nächste Unterrichtseinheit ist für drei Knaben überhaupt nicht interessant. Zwei der acht Knaben führen an, dass es für sie völlig zutreffend ist, während der Versuche Zeit für Gespräche zur nächsten Unterrichtseinheit zu finden. Die anderen Lernenden plaudern auch gern zu diesem Thema.

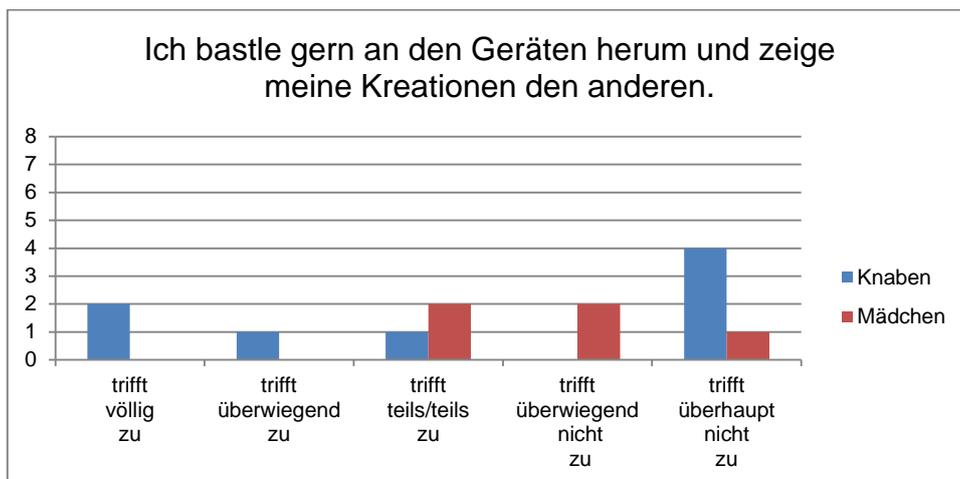


Abbildung 12: Ich bastle gern an den Geräten herum und zeige meine Kreationen den anderen.

Abbildung 12 zeigt, dass zwei Knaben besonders gern und ein Mitschüler gern an den Geräten basteln und die selbstgebauten Produkte den Mitschülerinnen und Mitschülern zeigen. Für die anderen Lernenden stimmt dies eher nicht.

Um sinnvolle Verbesserungsvorschläge für den Chemieunterricht treffen zu können, wurde versucht, den Ist-Zustand möglichst präzise zu erfassen. Die Untersuchung durch den Fragebogen kann jedoch nur begrenzte Teilaspekte bzw. die gewählten Fragestellungen abdecken, außerdem sind die Aussagen auf einen bestimmten Zeitpunkt begrenzt. Die Ergebnisse des Fragebogens zeigen, dass häufig dieselben zwei bzw. drei Knaben Nebenbeschäftigten nachgehen. Deshalb wurden zusätzlich noch

drei Aussagen in Bezug auf das Experimentieren ausgewertet. Es soll in Erfahrung gebracht werden, ob die Experimente als langweilig betrachtet werden, es Schwierigkeiten beim Experimentieren gibt und ob im Unterricht deutlich wird, dass der Lernstoff im Alltag wichtig ist. Zusätzlich ist zu erwähnen, diese zwei bzw. drei Knaben aufgrund der Mitarbeit und den schriftlichen Leistungen mit „Genügend“ beurteilt wurden.

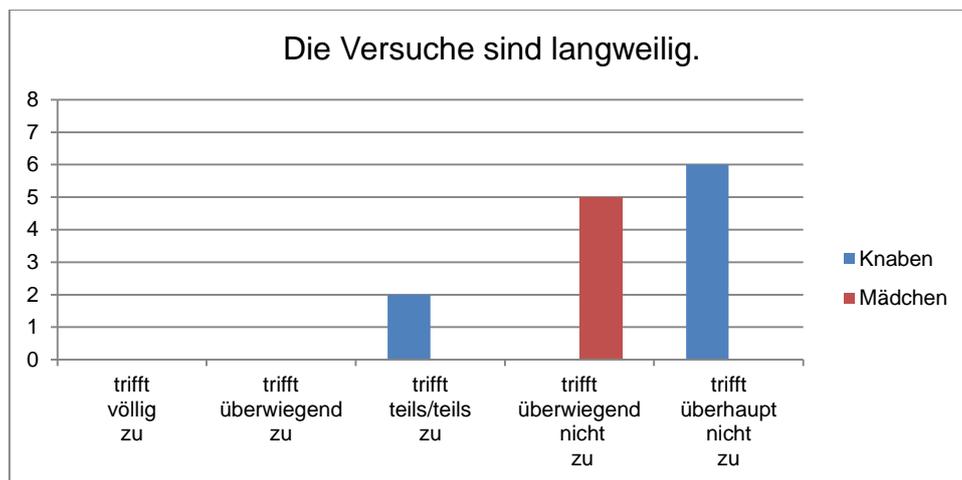


Abbildung 13: Die Versuche sind langweilig.

Wie aus Abbildung 13 ersichtlich ist, sind zwei Knaben der Meinung, dass die Versuche teilweise langweilig sind. Alle anderen Knaben stimmen dieser Aussage überhaupt nicht zu. Alle Mädchen geben an, dass die Experimente von ihnen überwiegend nicht als langweilig empfunden werden. Zudem zeigt Abbildung 14, dass es wiederum zwei Knaben sind, die beim Experimentieren hin und wieder Probleme haben, obwohl sie sich bemühen. Bei der Datenauswertung der Fragebögen ist zu erkennen, dass es sich stets um dieselben zwei Schüler handelt.

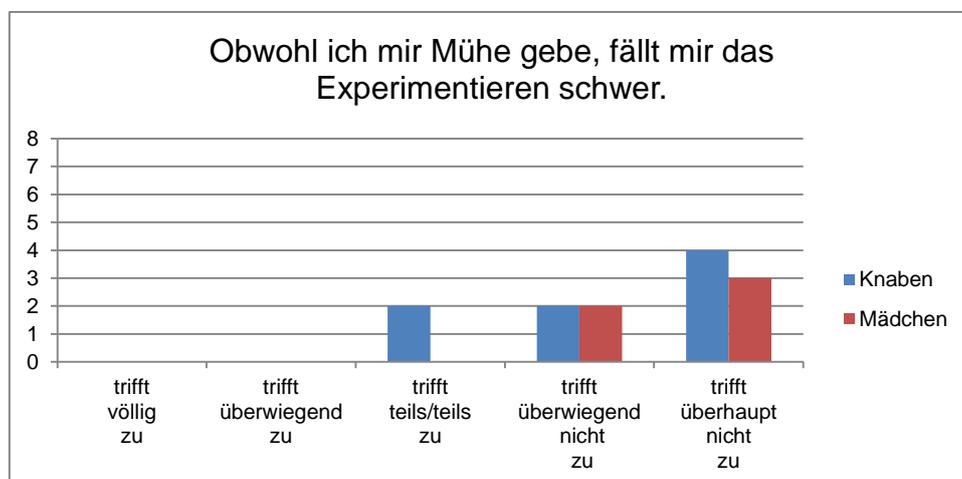


Abbildung 14: Obwohl ich mir Mühe gebe, fällt mir das Experimentieren schwer.

30 % der Lernenden fällt das Experimentieren meist nicht schwer und 53% der Schülerinnen und Schüler sind der Ansicht, dass sie überhaupt keine Schwierigkeiten bei der Durchführung der Aufgaben haben.

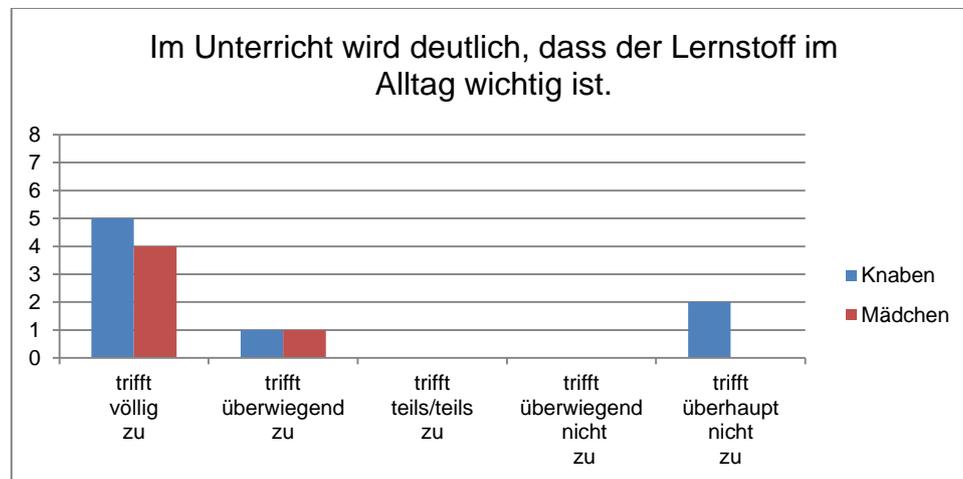


Abbildung 15: Im Unterricht wird deutlich, dass der Lernstoff im Alltag wichtig ist.

Obwohl für 70% der Lernenden im Unterricht deutlich wird, dass der Lernstoff im Alltag wichtig ist, erkennen wiederum zwei Knaben keinen direkten Zusammenhang zwischen Theorie und Praxis. 15 % der Schülerinnen und Schüler haben den Eindruck, dass in der Chemiestunde häufig vermittelt wird, dass das Wissen auch auf Alltagphänomene anwendbar ist.

Vergleicht man nun die ausgewerteten Daten des Fragebogens mit der Definition und den Ursachen der Langeweile (vgl. S. 7f), sind folgende Übereinstimmungen erkennbar:

- Lernende entwickeln Strategien, die nicht lernfördernd sind, wenn ihnen die Relevanz des Unterrichtsstoffes nicht klar ist.
- Schülerinnen und Schüler schweifen zu anderen Themen ab, wenn sie den Unterricht als langweilig empfinden.

Die Annahme der Lehrperson, dass die Ursache des unproduktiven Zeitvertreibs eine Kombination aus der Überforderung der leistungsschwächeren Lernenden und der Unterforderung der leistungsstarken Schülerinnen und Schülern ist, konnte teilweise bestätigt werden. Jene Lernenden, die manchmal Schwierigkeiten beim Experimentieren haben, gehen den angeführten Nebentätigkeiten nach. Leistungsstarke Schülerinnen und Schüler neigen seltener zu anderweitigen Beschäftigungen. Sie sind bestrebt, alle Aufgaben in der vorgegebenen Zeit zu bewältigen. Anders verhält es sich bezüglich des Herumschauens. Die Mehrheit der Lernenden findet Zeit, andere zu beobachten. Insgesamt kann festgehalten werden, dass sich die Schülerinnen und Schüler gern unterhalten. Sieht man die Nebentätigkeiten als bewusste oder unbewusste Unterrichtskritik, sprechen sie für eine Veränderung des Unterrichtskon-

zeptes. Aufgrund der vorliegenden Datenauswertung kommt die Lehrperson zur Erkenntnis, dass die Experimente auf die verschiedenen Bedürfnisse der Schülerinnen und Schüler ausgerichtet werden müssen und auf ein fundiertes Basiswissen zu achten ist. Es wird deshalb versucht, mehrere Experimente auf unterschiedlichen Niveaustufen vorzubereiten. Schneller arbeitenden Schülerinnen und Schüler werden Zusatzaufgaben angeboten während sich lernschwächere bzw. langsam arbeitende Lernende auf einfache Versuche konzentrieren können. Der inneren Differenzierung und der individuellen Förderung kommen demnach große Bedeutung zu.

8.2 Ergebnisse und Interpretation der Videoaufzeichnung

Um die Anonymität zu gewährleisten, werden Schülerinnen mit Sⁿ beziehungsweise Schüler mit S beschrieben. Für eine genaue Unterscheidung einzelner Personen wird dem Synonym eine Nummer zugeordnet. Zur Unterscheidung der Zweiergruppen werden Zahlen und die Buchstaben K für Knabengruppen und M für Mädchengruppen angegeben. Mit Hilfe der Videoaufzeichnungen soll erhoben werden, ob die Annahme, dass durch die veränderte Unterrichtsmethode der zeitliche Leerlauf beim Experimentieren in Kleingruppen minimiert werden kann, zutrifft. Der Fokus wird dabei auf die sinnvolle Nutzung der zur Verfügung stehenden Zeit gerichtet.

Fasst man die Daten der Videoanalyse zusammen, können folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

- Durch die Schulung der Lernenden nach den Kriterien der zunehmenden Selbständigkeit und der schrittweisen Förderung beim Experimentieren zur nächst höheren Niveaustufe ist eine positive Veränderung hinsichtlich der Fähigkeiten und Fertigkeiten und der Übernahme an Verantwortung zu erkennen. Die Schülerinnen und Schüler beanspruchen die angebotene Hilfestellung der Lehrperson nicht.
- Das Ziel, mit Hilfe von Interventionsmaßnahmen ein effektives Arbeiten zu erreichen, konnte nicht für alle umgesetzt werden. Manche lassen sich von der strikten Zeitvorgabe in ihrem Arbeitstempo nicht beeinflussen.
- Obwohl allen die naturwissenschaftliche Arbeitsweise bekannt ist, erhält man den Eindruck, dass leistungsschwache Lernende Experimente als spielerischen Zeitvertreib verstehen und Nebentätigkeiten nachgehen.

Vorerst soll erhoben werden, ob die Schülerinnen und Schüler sich an die besprochenen Anweisungen halten und beim Experimentieren effektiv arbeiten. Begonnen wurde mit dem Durchlesen der Aufgaben. In vier der sechs Zweiergruppen liest jede Schülerin bzw. jeder Schüler den Arbeitsauftrag durch, während in den anderen beiden Gruppen zumindest ein Teammitglied sich mit der Aufgabenstellung beschäftigt. Ob es sich dabei um eine vereinbarte Arbeitsteilung handelt, kann nicht eruiert werden. Durchschnittlich dauert das Lesen zwei Minuten. Es wurde beobachtet, dass sich die Lernenden, mit Ausnahme von zwei Schülerinnen, durch das Filmen in ihrem Tun nicht ablenken lassen. Die beiden Mädchen der Gruppe M2 beschäftigen sich

vorerst zwei Minuten lang mit dem Perfektionieren des persönlichen Erscheinungsbildes. Erst dann entscheiden sie sich für das Durchlesen der naturwissenschaftlichen Aufgabe. In der Zwischenzeit haben vier der anderen Gruppen bereits das Material vorbereitet. Die Knabengruppe K4 benötigt für das Durchlesen ebenfalls mehr Zeit, weil sie häufig umherschauen. Diese Gruppe bleibt zeitlich gesehen während der gesamten Experimentierphase hinter den Mitschülerinnen und Mitschülern. Nach fünf Minuten führen alle Gruppen den ersten Versuch durch.

Mit der Aussage von Sⁱⁿ³ „Schau, was die machen!“, kann das Interesse der beiden Schülerinnen Sⁱⁿ³ und Sⁱⁿ⁴ beschrieben werden. Immer wieder beobachten sie die andere und kichern dabei. Bei Versuch 2 unterhalten sich die beiden zwei Minuten lang über verschiedene Nagellacke. Die Experimente werden in einem gemütlichen Tempo durchgeführt. Die Überlegung zur Forscherfrage wird zwar zu Papier gebracht, die Überprüfung des Lösungsvorschlages kann jedoch nicht mehr erfolgen. Zu sehr lassen sich die beiden Mädchen vom Arbeiten ablenken. Diese Gruppe verbringt acht Minuten mit Plaudern und Herumschauen. 40% der zur Verfügung stehenden Zeit werden nicht zum Experimentieren, sondern für Nebentätigkeiten genutzt. Erstaunlich ist, dass diese Mädchen es schaffen, in zwölf Minuten die Experimente und Protokolle zu Aufgabe 1 und 2 zu erledigen. Sie haben keine Probleme bei der Durchführung der Versuche und benötigen keine Hilfestellung. Sⁱⁿ⁴ ist eine sehr gute Schülerin, lässt sich aber von anderen zu nicht lernfördernden Tätigkeiten verleiten. Der Eifer für das Lernen hält sich bei Sⁱⁿ³ in Grenzen.

Durch das Festhalten der Abfolge des Geschehens konnte auch das soziale Verhalten der Schülerinnen und Schüler in der Zweiergruppe erkennbar gemacht werden. Die Auswertung ergibt, dass vier Zweiergruppen gemeinsam sowohl an der Aufgabe arbeiten als auch das Protokoll anfertigen. In den Knabengruppen K1 und K4 befasst sich je ein Schüler mit dem Experimentieren. Während dies in der Gruppe K4 auf einer besprochenen Arbeitsteilung basiert, wird S1 in der anderen Gruppe von seinem Mitschüler im Stich gelassen. Die Kooperation erfolgt nur spontan. Nach drei Minuten alleinigem Experimentieren beginnt S1 Selbstgespräche zu führen. Der Redefluss hält die gesamte Experimentierphase an. S1 kommentiert die Durchführung der Arbeitsschritte und schildert seine Beobachtungen. Sein Teamkollege verhält sich ruhig und schaut umher. Er beobachtet andere, gähnt oder hält sich den Kopf. Obwohl sich S2 keineswegs am Experimentieren beteiligt, stört er den Unterricht nicht und geht auch auf kein Gespräch weiter ein. Der Knabe ist selten motiviert, die Schule zu besuchen bzw. am Unterricht mitzuarbeiten und wurde im Unterrichtsfach Chemie mit „Genügend“ beurteilt. S2 stört kaum. 90% der Unterrichtszeit wird nicht lernfördernd genutzt. S1 hingegen ist ein sehr interessierter und hilfsbereiter Schüler.

Die Knabengruppe K2 arbeitet konzentriert, bis eine Pipette kaputt geht. Sogleich wird die nebenansitzende Mädchengruppe informiert. Die Schülerinnen wenden sich ihnen kurz zu, lassen sich aber nicht weiter ablenken. Schließlich beschließt S4, eine neue Pipette aus dem Schrank zu holen. Hierfür braucht er drei Minuten. In der Zwischenzeit vervollständigt S3 das Protokoll und kontrolliert die bereits formulierten

Vermutungen. Bei Versuch 2 spielt S4 zuerst mit dem Feuerzeug und dann sucht er nach einer Schere. Dies dauert zwei Minuten. Nach Aufforderung von S3 wird wieder weitergearbeitet. Gemeinsam erledigen sie einen Teil der Forscherfrage. S4 verbringt 25 % der Zeit mit Nebentätigkeiten, S3 hingegen nur 10%.

Wie schon beschrieben, liegen die Schwerpunkte der Analyse auf den Zeitabschnitten des effektiven Arbeitens bzw. den zeitlichen Leerläufen beim Experimentieren. Die Mädchengruppe M1 fällt positiv auf. Beide Mädchen lesen die Anleitungen und führen die Experimente gemeinsam durch. Sie gehen keinen störenden Tätigkeiten nach. Es gibt nur zwei kurze zeitliche Leerläufe. Zum einen werden beide von Sⁱⁿ³ angesprochen und zum anderen wird Sⁱⁿ¹ von S4 wegen der kaputten Pipette abgelenkt. Der Gesprächsinhalt bezieht sich ansonsten auf die Experimente. Die Schülerinnen wechseln sich beim Experimentieren ab und vergleichen während des Protokollierens die Ergebnisse. Bei Versuch 2 bitten sie die Lehrperson um Erlaubnis, Fotos machen zu dürfen. Gemeinsam gehen die Mädchen der Forscherfrage nach und begründen ihre Vermutung. Schließlich lesen die beiden im Heft nach, ob ihre Annahmen richtig sind. Man kann sagen, dass in dieser Mädchengruppe in den vorgegebenen zwanzig Minuten effektiv gearbeitet wird. Anzumerken ist, dass eines der Mädchen zu den leistungsstarken Lernenden dieser Klasse zählt, während ihre Mitschülerin als mittelmäßige Schülerin bezeichnet werden kann.

Die Knabengruppe K3 arbeitet ebenfalls sehr konzentriert und emsig an den Aufgaben. Die Knaben wenden sich einmal an die Lehrperson, weil sie Fragen zur Entsorgung der Endprodukte haben. Einen zeitlichen Leerlauf gibt es beim Holen von Materialien. Dies dauert fast zwei Minuten. Beim Erhitzen von Hühnereiweiß werden sie von der Lehrperson ermahnt, weil nicht vorschriftsmäßig gearbeitet wird. Beide lösen und begründen die Forscherfrage. Beobachtungen werden in das Arbeitsblatt eingetragen und die Ergebnisse miteinander verglichen.

Mit Ausnahme einer Zweiergruppe experimentieren alle ohne dabei von der Lehrperson unmittelbar beaufsichtigt zu werden. Die Knabengruppe K4 muss ständig im Auge behalten werden. Dennoch finden die Burschen immer wieder eine Gelegenheit, ihren eigenen Interessen nachzugehen. Praktische Tätigkeiten, wie das Füllen der Reagenzgläser mit Hühnereiweiß, werden bevorzugt. Dazu brauchen sie etwa drei Minuten. Während des Experimentierens wird ständig herumgeschaut. Bei der Durchführung von Versuch 1 vergewissert sich S8 insgesamt sechs Mal bei schneller arbeitenden Gruppen, ob S7 die Arbeitsschritte korrekt durchführt. Um sicher zu gehen, dass die Aufgaben richtig gemacht werden, liest auch S7 auf dem Arbeitsblatt nach. Während S8 das Protokoll schreibt, beschäftigt sich S7 zunächst anderweitig. Als er bemerkt, dass sein Mitschüler Probleme mit dem Formulieren der Beobachtungen hat, diktiert er ihm die Lösungen. Beide sind durchwegs bemüht, ordentlich zu arbeiten. Es vergehen zehn Minuten, bis sie mit Versuch 2 beginnen. Nach weiteren vier Minuten beginnt S7 mit dem Kerzenwachs zu spielen. Nach einer Ermahnung seitens der Lehrperson führen sie gemeinsam die vorgegebenen Versuche durch. Nach fünfzehn Minuten steht nicht mehr das Experimentieren im Vordergrund, son-

dern das Basteln einer kreativen Feuerstelle. Stolz präsentieren sie am Ende der Experimentierphase die entwickelte Apparatur. Die Verschriftlichungen werden von den beiden mit minimalem Aufwand erledigt. Das Protokoll für die vorgegebenen Experimente wird in Kooperation (mittels Abschreiben) mit der Nachbargruppe vervollständigt. Die Forscherfrage kann von den beiden lernschwachen Knaben nicht mehr durchgeführt werden. Für diese Nebentätigkeiten benötigen sie mehr als die Hälfte der Zeit.

Betrachtet man die Ergebnisse der einzelnen Zweiergruppen, kommen folgende Tendenzen zum Verhalten der Lernenden deutlich zum Ausdruck:

- Keine der Zweiergruppen hat Probleme bei der Durchführung der Experimente und die Schülerinnen und Schüler erledigen die Aufgaben selbständig.
- Von allen Gruppen werden die Angaben von zumindest einer Person durchgelesen. Die Lernenden befolgen die Anweisungen der Lehrperson.
- Es kann in einem angenehmen Arbeitsklima und ohne jeglichen Störungen gearbeitet werden (s. Anhang S. 50).
- Alle Schülerinnen und Schüler halten sich an die besprochenen Sicherheitsvorschriften und Experimentierregeln (s. Anhang S. 51f).

Anders verhält es sich bezüglich des effektiven Arbeitens der einzelnen Gruppen. Während anfangs alle Lernenden bemüht sind, die Experimente bestmöglich durchzuführen, können nicht alle den Anforderungen gerecht werden. Äußerst effizient arbeiten lediglich drei Gruppen. Ihnen ist die naturwissenschaftliche Arbeitsweise geläufig, es gibt keine zeitlichen Leerläufe und sie führen inhaltsbezogene Gespräche. Zeitliche Leerläufe ergeben sich vor allem beim Holen von Materialien, beim Beobachten anderer und bei Gesprächen. Zudem ist es schwierig, das individuelle Gemüt sowie das persönliche Durchhaltevermögen zu beeinflussen.

Auffällig ist der Zusammenhang zwischen der erbrachten schriftlichen Leistung und den unerwünschten Nebentätigkeiten der Schülerinnen und Schüler. Während zwei der drei lernschwachen Knaben bei Versuchen kreative Ideen entwickeln und diese geschickt umsetzen, wohnt der andere teilnahmslos dem Unterricht bei. Interessant ist die Zusammensetzung der nicht effektiv arbeitenden Mädchengruppe. In Situationen, die gemeinsam bewältigt werden sollen, verändert die leistungsstarke Schülerin ihr Verhalten und lässt sich nicht lernfördernd beeinflussen. Sie versucht, mit geringster Anstrengung zu einer Lösung zu kommen. Die Auswertung des Fragebogens ergab, dass dieses Mädchen lieber alleine arbeiten würde.

Interessant ist, das Augenmerk auch auf soziale Aspekte des Unterrichts zu richten, wie die sozialen Umgangs- und Arbeitsformen und auf das Kooperieren zwischen Schülerinnen und Schülern. Das Experimentieren in Gruppen trägt dazu bei, dass Gedachtes sprachlich verständlich verfasst werden muss. Zusätzlich lernen sie mit diskrepanten Ansichten und Urteilen umzugehen. Durch das gemeinsame Arbeiten an bestimmten inhaltlichen Problemstellungen können viele Lösungsvorschläge gefun-

den werden. Lernschwächere Schülerinnen und Schüler werden mit dieser Unterrichtsmethode gefördert. Reißen aber schneller arbeitende Lernende die Arbeit an sich, beteiligen sich die anderen kaum mehr. Dies konnte bei einer Knabengruppe beobachtet werden. Es wurde auch in Erfahrung gebracht, dass lernschwächere Schülerinnen und Schüler vom Gruppenergebnis profitieren.

Hinsichtlich der aufgestellten Hypothesen werden folgende Aussagen getroffen:

- Die Vermutung der Lehrperson, dass Schülerinnen und Schüler anderweitigen Beschäftigungen nachgehen, wenn sie sie sich unterfordert oder überfordert fühlen, kann aufgrund der angeführten Ergebnisse nur teilweise bestätigt werden.
- Entgegen der Annahme, dass die Lernenden selbst die Verantwortung für ein effektives Arbeiten übernehmen, hat sich der zeitliche Leerlauf beim Experimentieren nicht für alle vermindert. Allerdings wurde die Hypothese, dass durch eine gezielte Schulung nach den Kriterien der zunehmenden Selbstständigkeit und einer schrittweisen Förderung zur nächst höheren Niveaustufe die Schülerinnen und Schüler vom angeleiteten zum freien Experimentieren geführt werden können, bestätigt. Alle können aufgrund der veränderten Unterrichtsmethode einen Lernzuwachs aufweisen und sie haben bei der Durchführung der Versuche keine Schwierigkeiten.
- Die Meinung der Lehrperson, dass die vermittelten Grundkenntnisse sowie ein fundiertes Basiswissen und die strikte Zeitvorgabe die Nebentätigkeiten und den zeitlichen Leerlauf minimieren, kann teilweise bestätigt werden. Obwohl ein Großteil der Lernende die erworbenen Grundkompetenzen auf neue Situationen übertragen kann und meist bemüht ist, effektiv zu arbeiten, lassen sich manche in ihrem Arbeitstempo nicht beeinflussen.

9 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde im Chemieunterricht der 8. Schulstufe der NMS erforscht, warum Schülerinnen und Schüler beim Experimentieren Nebentätigkeiten nachgehen. Im Weiteren wurde untersucht, ob mit der veränderten Unterrichtsmethode ein effektives Arbeiten erreicht werden kann. Der Fokus lag auf der sinnvollen Nutzung der zur Verfügung stehenden Zeit beim Experimentieren.

Mittels Fragebogen konnte ermittelt werden, dass Lernende Nebentätigkeiten nachgehen, wenn sie ein Thema als langweilig empfinden und ihnen der Zusammenhang zwischen Theorie und Alltag nicht klar ist. Die Datenanalyse ergab, dass es meist lernschwache Schülerinnen und Schüler sind, die andere Beschäftigungen suchen.

Mittels der Videoanalyse wurde herausgefunden, dass die Lernenden keine Schwierigkeiten beim Experimentieren in der Kleingruppe haben. Die veränderte Unterrichtsmethode und strikte Zeitvorgabe beim Experimentieren bewirkten vor allem eine Verbesserung im Bereich des selbständigen Arbeitens. Durch die Vermittlung von Grundkompetenzen und Faktenwissen konnten die Schülerinnen und Schüler vom angeleiteten zum problemlösungsorientierten Experimentieren hingeführt werden. Die alters- und vorwissensangemessenen Versuche beeinflussten die Arbeitshaltung der Lernenden ebenso, wie das Bereitstellen von Unterstützungen. Die Lehrperson stand ihnen während der gesamten Durchführung und Auswertung beratend zur Seite und es konnte bei Bedarf mehrmals nachgefragt werden, bis alle Zweiergruppen die Lösung selbst fanden. Diese Form der Unterrichtsorganisation sollte den Diskussionsanteil um die Problemstellung erhöhen. Schneller arbeitende Gruppen konnten früher zum nächsten Arbeitsschritt übergehen, ohne warten zu müssen, bis die anderen Lernenden diesen abgeschlossen haben. Lernschwache Schülerinnen und Schüler ließen sich in ihrem Arbeitstempo meist nicht beeinflussen. Obwohl sie sich zu Beginn der Experimentierphasen bemühten, die Aufgaben zielgerichtet und ordentlich zu lösen, scheiterten diese am Durchhaltevermögen und entwickelten schließlich Strategien, die von der Lehrperson als störend empfunden wurden. Das Ziel, mit Hilfe der Interventionsmaßnahmen ein effektives Arbeiten zu bewirken, konnte nicht für alle Lernenden erreicht werden.

Im Hinblick auf die Förderung der Lernenden im naturwissenschaftlichen Arbeiten wären die Antworten zu folgenden Fragen interessant:

- Inwieweit kann der kompetenzorientierte Chemieunterricht Schülerinnen und Schüler anregen, ihre berufliche Ausrichtung zu verändern?
- Welche weiteren Anregungen wären eine Voraussetzung hierfür?

Aufschluss könnte eine Erhebung geben, in der die Lernenden rückwirkend nach der Bedeutung ihres Chemieunterrichtes, im Besonderen im Bereich des selbständigen Experimentierens, befragt werden.

LITERATUR

ALTRICHTER, H. & POSCH, P. (2007). Lehrer erforschen ihren Unterricht. Unterrichtsentwicklung und Unterrichtsevaluation durch Aktionsforschung. Vierte überarb. u. erw. Aufl. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

BÜNTING, K., BITTERLICH, A. & POSPIECH, U. (1996). Schreiben im Studium. Ein Trainingsprogramm. Berlin: Cornelsen Scriptor.

JANK, W. & MEYER, H. (2002). Didaktische Modelle. 5. Völlig überarb. Aufl. Berlin: Cornelsen Scriptor.

MEYER, H. (2013). Was ist guter Unterricht? Neunte Aufl. Berlin: Cornelsen Schulverlage GmbH.

PFEIFER, P., HÄUSLER, K. & LUTZ, B. (2002). Konkrete Fachdidaktik Chemie. Dritte neubearb. Aufl. Oldenbourg: Oldenbourg Schulbuchverlag.

SCHALLIES, M. (1993). Videoaufzeichnungen als Hilfsmittel für die Gestaltung von freien Lösungsmöglichkeiten im experimentellen Chemieunterricht. In: Ulrich, W. & Buck, P. (Hrsg.). Video in Forschung und Lehre. Schriftenreihe der Pädagogischen Hochschule Heidelberg. Bd. 13. Weinheim: Deutscher Studien Verlag, S. 274 – 283.

SUMFLETH, E., NICOLAI, N. & RUMANN, S. (2004). Schulische und häusliche Kooperation im Chemieanfangsunterricht. In: DOLL, J. & PRENZEL, M. (Hrsg.): Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung S. 284-302. Münster: Waxmann Verlag.

WALPUSKI, M. (2006). Optimierung von experimenteller Kleingruppenarbeit durch Strukturhilfen und Feedback – eine empirische Studie. Berlin: Logos Verlag.

WEINERT, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: WEINERT, F. E. (Hrsg.): Leistungsmessungen in Schulen. Weinheim: Beltz. S 17-31.

Sonstige Quellen:

EBERTS, V. (2008). Protokollführung im Labor – unbeliebt, aber wichtig. In: CHEMIE & Schule. Ausgabe 1/2008. Seeham/Salzburg: Verband der Chemielehrer/innen Österreichs. S 36 -37.

GÖTZ, T. & FRENZEL, A. (2006). Phänomenologie schulischer Langeweile. In: Zeitschrift für entwicklungspsychologische und pädagogische Psychologie, Jg. 38, Nr. 4, S. 149-154.

HAIM, K. (2011). Unterrichten sie noch, oder kompetenzieren sie schon? In: CHEMIE & Schule. Ausgabe 2/2011. Seeham/Salzburg: Verband der Chemielehrer/innen Österreichs. S. 7- 13.

HOTAREK, I. (2013). Begriffsvielfalt „Selbständiges Lernen“. In: Koliander, B. (Hrsg.) Praktisch selbstständig!? In: Krainer, K. & Senger H. (Hrsg.): IMST NEWSLETTER: Ausgabe 39. Klagenfurt: IUS. S. 18-19.

KOLIANDER, B. & PUDDU, S. (2011). Experimente zum Thema Energie – vom Kochrezept zum Forschenden Lernen. In: CHEMIE & Schule. Ausgabe 3/2011. Seeham/Salzburg: Verband der Chemielehrer/innen Österreichs. S.18-21.

MATHELITSCH, L. & RATH, G. (2012). Von Bildungsstandards zum kompetenzorientierten Unterricht. In: Rath, G. (Hrsg.): IMST NEWSLETTER Kompetenzen und Standards in Mathematik und Naturwissenschaften. Ausgabe 37. S. 2-3.

Internetadressen:

Aschemann-Pilshofer, B. (2001). Wie erstelle ich einen Fragebogen? Ein Leitfaden für die Praxis. 2. Aufl. Graz. Institut für Wissens- und Forschungsvermittlung.
Online: <http://www.aschemann.at/Downloads/Fragebogen.pdf>, S. 10f. [10.12.2013]

Duden

BIFIE (2011). Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe.
Online: https://www.bifie.at/.../bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf
[14.01.2014]

BONNSTETTER, R. J. (1998). Inquiry: Learning from the Past with an Eye on the Future. Lincoln: University of Nebraska. S. 1-5.
Online: <http://wolfweb.unr.edu/homepage/jcannon/ejse/bonnstetter.html> [28.04.2014]

Brockhaus Enzyklopädie.
Online: <https://test2.brockhaus-wissensservice.com> [06.05.2014]

Das Österreichische Bildungssystem (PDF) - BIC.at
Online: http://www.bic.at/downloads/at/brftipps/0_1_bildungssystem_de.pdf
[28.04.2013]

FEIBAUER, M. & PÜRER, N. (2003). Was heißt „Handlungsorientierung“? Eine quantitative Analyse anhand der Geographie und Wirtschaftskunde - Schulbücher in Österreich für die 5. und 6. Schulstufe AHS.
Online: www.univie.ac.at/.../FD/.../handlungsorientierter_%20unterricht_ss03.rtf
[24.04.2014]

GOETHE-INSTITUT, SALOMO, D. (2012). Jugendliche lernen anders. Online: www.goethe.de › ... › Jugendliche lernen anders › Lernen im Jugendalter [08.04.2014]

HAIM, K. (2012). Beispielsammlung. Online: <http://www.ph-ooe.at/zentren/naturwissenschaften/kopex-klex-beispielsammlung.html> [12.05.2014]

HAIM, K. (2012). Problemlösekompetenz. Online: pluslucis.univie.ac.at/FBW0/FBW2012/Material/Haim_KOPEx.pdf [01.05.2014]

LOHRMANN, K. (2009). Wie gehen Kinder mit Langeweile im Unterricht um? In: RÖHNER, C. et al. (Hrsg.): Europäisierung der Bildung. Konsequenzen und Herausforderungen für die Grundschulpädagogik. VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 269-300. Online: de.wikipedia.org/wiki/Langeweile [01.06.2014]

SALOMO, D. (2012). Jugendliche lernen anders. München: Goethe-Institut e.V. Online: <http://www.pasch-net.de/pas/cls/leh/med/jla/deindex.htm> [08.04.2014]

REICH, K. (2008). Methodenpool. Online: <http://methodenpool.uni-koeln.de> [08.04.2014]

WESTER, F, SOLTAU, A. & PARADIES L. (2006). Methodenbox Selbstevaluation. Landesinstitut für Schule, Bremen. Online: <http://www.lis.bremen.de/sixcms/media.../Skript%20Fragebogenerstellung.pdf> [16.01.2014]

<http://de.wikipedia.org/wiki/Langeweile> [08.04.2014]

<http://de.wikipedia.org/wiki/effektiv> [08.04.2014]

<http://de.wikipedia.org/wiki/Experiment> [30.04.2014]

ABBILDUNGEN

Abb.1, Online in: HAIM, K. (2012). Problemlösekompetenz. S. 17. pluslucis.univie.ac.at/FBW0/FBW2012/Material/Haim_KOPEx.pdf [01.05.2014]

Abb.2 Online in: HAIM, K. (2012). Problemlösekompetenz. S. 22. pluslucis.univie.ac.at/FBW0/FBW2012/Material/Haim_KOPEx.pdf [01.05.2014]

Abb.3: Online in: HAIM, K. (2012). Problemlösekompetenz. S. 26. pluslucis.univie.ac.at/FBW0/FBW2012/Material/Haim_KOPEx.pdf [01.05.2014]

Abb. 4: Online in: BONNSTETTER, R.J. (1998). Learning from the Past with an Eye on the Future. Lincoln: University of Nebraska. S. 3. [28.04.2014]

ANHANG

DER FRAGEBOGEN

Liebe Schülerin, lieber Schüler!

Im Rahmen meiner Teilnahme am Universitätslehrgang „Fachdidaktik und Pädagogik NAWI Sekundarstufe I“ schreibe ich eine Studie. Ich bitte dich, den folgenden Fragebogen zum Thema „Experimentieren“ zu beantworten. Die Befragung ist anonym und die ausgefüllten Fragebögen werden nach der Auswertung vernichtet. Das Ziel dieser Befragung ist es, einen Überblick zu erhalten, wie das Experimentieren im Chemieunterricht von dir erlebt wird.

Vielen Dank!

Maria Justl

X Kreuze die Antwort an, die für dich zutrifft.

1. Gender

_____ Mädchen _____ Knabe

2. Gruppenarbeit

	trifft völlig zu	trifft über- wiegend zu	trifft teils/teils zu	trifft über- wiegend nicht zu	trifft über- haupt nicht zu
Am liebsten ist es mir, wenn ich mir aussuchen kann, mit wem ich zusammenarbeite.					
In meiner Gruppe arbeite immer nur ich.					
Ich würde lieber alleine arbeiten.					

2. Experimentieren

	trifft völlig zu	trifft über- wiegend zu	trifft teils/teils zu	trifft über- wiegend nicht zu	trifft über- haupt nicht zu
Die Versuche sind langweilig.					
Die Versuche interessieren mich.					
Die Experimente stehen im Zusammenhang mit dem erlernten Unterrichtsstoff.					
Obwohl ich mir Mühe gebe, fällt mir das Experimentieren schwer.					
Beim Experimentieren muss ich für Probleme aus dem Alltag Lösungen mit Hilfe des Wissens aus diesem Fach finden.					
Im Unterricht wird deutlich, dass der Lernstoff im Alltag wichtig ist.					
Ich bevorzuge eine Forscherfrage, weil ich mir dann selbst einen Versuch zu einem Thema überlegen kann.					

	trifft völlig zu	trifft über- wiegend zu	trifft teils/teils zu	trifft über- wiegend nicht zu	trifft über- haupt nicht zu
Wenn ich mich nicht auskenne, bitte ich die Lehrperson um Hilfe.					
Wenn ich mich nicht auskenne, frage ich MitschülerInnen um Hilfe.					
Wenn ich mich nicht auskenne, warte ich ab und schaue, was die MitschülerInnen machen.					
Wenn mich der Versuch nicht interessiert, suche ich etwas in der Schultasche.					
Es fällt nicht auf, wenn ich nicht experimentiere.					
Falls ich beim Experimentieren nicht weiß, was zu tun ist, hole ich Materialien vom Schrank.					
Auf dem Weg zum Schrank unterhalte ich mich mit anderen.					
Beim Experimentieren bleibt Zeit, um über die nächste Unterrichts- tunde zu sprechen.					
Während des Experimentierens spreche ich in der Gruppe über „Privates“.					
Wenn ein Versuch zu lange dau- ert, zeichne ich ins Heft oder auf das Arbeitsblatt.					
Bevor ich das Protokoll fertigstelle, räume ich auf.					
Beim Wegräumen brauche ich meist lange.					
Ich bastle gerne an den Geräten herum und zeige meine Kreationen den anderen.					
Beim Experimentieren und Protokollieren flüstere ich mit den anderen in der Gruppe.					
Ich beobachte andere und mache mich über sie lustig.					

VIELEN DANK FÜR DEINE MITARBEIT!



PHYSIKALISCHE TRENNVERFAHREN

S

Aufgabe 1:

In einem Glas wurden Eisenfeilspäne und Styroporbrösel vermischt. Versuche, dieses Gemenge wieder zu trennen.

- Notiere möglichst viele Lösungsvorschläge.
- Überprüfe **eine** Vermutung. Welche Stoffeigenschaften hast du genutzt?

Aufgabe 2:

Du verdienst dein Taschengeld als Reiseleiter in Griechenland. Bei einem Ausflug sollst du erklären, warum Salzgärten angelegt werden.

- Notiere deine (einfache) Erklärung:
- Wie kannst du Kochsalz aus Salzwasser gewinnen? Begründe deinen Vorschlag.
- Verwende für die Durchführung des Versuches einen Sektflaschenverschluss und ein Teelicht. Notiere deine Beobachtung.

Aufgabe 3:

In einem Becherglas befindet sich Kreideschlamm. Trenne in Kreide und Wasser!

- Notiere möglichst viele Lösungsvorschläge. Verwende auch Fachausdrücke!

- Wähle für deinen Versuch einen Lösungsvorschlag aus.
- Notiere deine Beobachtung und begründe.

Aufgabe 4:

Markus färbt das Wasser in einem Glas blau. Er überlegt, wie er wieder eine klare Flüssigkeit erhalten kann. Der Junge bittet dich, ihm zu helfen.

- Überlege zuerst, mit welcher Substanz der Junge das Wasser gefärbt haben könnte.
- Mit welcher Trennmethode kannst du die Flüssigkeit „entfärben“? Notiere deine Vermutung und begründe.
- Bevor du mit dem Experimentieren beginnst, zeige deiner Lehrerin die Skizze des Lösungsvorschlages.

Zusatzaufgabe:

Erstelle für deine Nachbargruppe Aufgaben zum Thema „ Stoffeigenschaften und Trennverfahren“.

- Vermische (gedanklich) aus dem Stoffangebot je drei Substanzen zu einem Gemenge, die mit den gelernten physikalischen Trennmethode getrennt werden können.
- Schreibe möglichst viele Varianten auf einem Zettel auf. Erstelle auch ein Lösungsblatt.
- Folgende Materialien stehen dir zur Verfügung:

Eisenfeilspäne – Sand – Korkstücke – Aluminiumgries – Kochsalz - Styroporbrösel



PROTEINE

S

Aufgabe 1: Finde heraus, ob durch die Zugabe der angegebenen Flüssigkeiten das Eiweiß gerinnt.

MATERIAL: Eiweiß (Eiklar vom Huhn)
5 Schnappgläser mit Deckel
Chemikalien (Nr. 1 bis Nr. 5) + 5 Pipetten
Metallunterlage, Schutzbrille, Putzlappen



DURCHFÜHRUNG:

- 👁️ Gib jeweils etwas Eiweiß (ca. 2 cm) in die 5 Schnappgläser.
Nun **tropfe eine** der Chemikalien in **je** ein mit Eiweiß gefülltes Schnappglas.

✍️ **Trage deine Beobachtung in die Tabelle ein.**

Reagenzien	<ul style="list-style-type: none">• Gerinnung (ja/nein)• Beschreibe das Ergebnis.
Nr. 1: Säure (Zitronensäure)	
Nr. 2: Base (Verdünnte Natronlauge)	
Nr. 3: Metallsalze (Kupfersulfatlösung)	
Nr. 4: Alkohol (Aceton)	
Nr. 5: Spiritus	

✍️ ERKENNTNIS:

Was passiert bei einer Gerinnung? _____

Eiweiß gerinnt durch die Zugabe von: _____

✍️ **ÜBERLEGE & BEGRÜNDE:** Kann auch die Kuhmilch gerinnen?

Aufgabe 2: Verhalten in der Kerzenflamme

Halte einen Fingernagel mit der Tiegelzange in die Kerzenflamme.
Halte einige Haare mit der Tiegelzange in die Kerzenflamme.

 **Notiere deine Beobachtungen.**

Forscherfrage: Warum ist „hohes Fieber“ für den Menschen lebensgefährlich?

- Unterscheide die Begriffe „erhöhte Temperatur“ und „Fieber“.
- Schreibe deine Vermutung zur Forscherfrage auf (ins Heft).
- Überprüfe deine Vermutung mit einem Versuch.



Hilfestellungen

Aufgabe 1: Überlege & begründe.

- Fülle etwas Milch in ein RG und gib Zitronensäure oder Essig hinzu.
Beobachte.

Forscherfrage:

- Überlege, ob eine Gerinnung rückgängig gemacht werden kann?
- Was passiert, wenn man etwas Eiweiß in eine Proberöhre gibt und im Wasserbad erhitzt?
- Gib etwas Eiweiß in eine Proberöhre und erhitze es im Wasserbad.
- Gib in ein Reagenzglas etwas Eiweiß vom Hühnerei.
RG kräftig erhitzt. (Gasbrenner)

Zusatz:

Prüfe die aufsteigenden Dämpfe mit einem feuchten Universalindikatorpapier, das du mit einer Tiegelzange in die Dämpfe in der Proberöhre hältst.

DURCHFÜHRUNG UND AUSWERTUNG (Teil 1)

Die Geräte standen den Lernenden bereits vorbereitet auf einem Rollwagen zur Verfügung. Die Lehrperson gab eine explizite Zeitangabe von zwanzig Minuten zum Experimentieren an. Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Schülerinnen und Schüler gern experimentieren. Vorerst müssen angeleitete Versuche durchgeführt und protokolliert werden. Im Anschluss wurde eine Forscherfrage für die schneller arbeitende Lernende angeboten. Die Forscherfrage soll einen Bezug zum Alltag herstellen. Die Schülerinnen und Schüler bilden Hypothesen und überprüfen ihre Vermutungen im Experiment.

	GRUPPE M1 S ⁱⁿ 1 und S ⁱⁿ 2	GRUPPE M2 S ⁱⁿ 3 und S ⁱⁿ 4	GRUPPE K1 S1 und S2	GRUPPE K2 S3 und S4	Sonstige Anmerkungen
<p>SuS lesen die Aufgaben durch. Wie lange dauert das?</p> <p>SuS beginnen mit den angeleiteten Aufgaben. Wie viel Zeit vergeht bis zu arbeiten beginnen?</p>	<p>Ja. 2 Min.</p> <p>Ja. Sie bereiten das Material vor und beginnen mit dem Versuch 1. (1 Min.)</p>	<p>Ja. (2 Min)</p> <p>Sie justieren vorerst Schal, Kleidung und Haare.</p> <p>3 Min.</p> <p>Nach 5 Min. (Die anderen Gruppen arbeiten bereits.)</p>	<p>S1 liest.</p> <p>Zeitgleich: S2 macht Fingerübungen und sieht aus dem Fenster. (2 Min.) 1 Min.: Sie besprechen, wer was machen soll. Sie werden sich vorerst nicht einig.</p>	<p>Ja. 2 Min.</p> <p>Sie bereiten das Material vor und beginnen mit VS 1.</p>	
<p>SuS haben Probleme beim Experimentieren. Welche Probleme haben sie?</p>	<p>Nein.</p>	<p>Nein.</p>	<p>S1 schaut umher, beobachtet andere und schütteln währenddessen das RG. S2 wird von Sⁱⁿ3 angesprochen, lässt sich aber nicht in ein Gespräch verwickeln. (Schaut nur und hebt die Schulter.)</p>	<p>Nein.</p>	
<p>SuS halten sich an die die Vorgaben der Aufgabenstellung von</p>	<p>Ja. Sie lesen während des</p>	<p>Ja.</p>	<p>Ja.</p>	<p>Ja.</p>	

Versuch 1. Welche Abweichungen gibt es? Wann gibt es Abweichungen? Weshalb gibt es diese?	Experimentierens nach.				
Gibt es „zeitliche Leerläufe“? Wann gibt es diese? Wie lange dauern diese? Weshalb gibt es sie?	Nein. Arbeiten ordentlich, verschließen Gläser, kontrollieren die Ergebnisse. S4 zeigt ihnen die kaputte Pipette (ca. 1 Min.).	Bereiten die Geräte vor. Es dauert lange bis sie zum Experimentieren beginnen (1:20), da sie ständig andere beobachten, Beginnen zu kichern und schwätzen.	S2 schaut umher, spielt mit der Pipette. Beteiligt sich nicht am Experiment. S1 arbeitet alleine weiter. Nach 3 Min: S1 beginnt zu sprechen und führt dann ständig Selbstgespräche. (15 Min)	S4 erzählt S ⁱⁿ 2, dass die Pipette kaputt ist. 1 Min.	
SuS gehen Nebentätigkeiten nach. Welche? Wie oft? Wie lange dauern die Nebentätigkeiten?	Nein. Gesprächsinhalt bezieht sich auf VS 1. Sie lassen sich von der Gruppe M2 nicht ablenken.	Schauen auch während des Experimentierens umher und beobachten andere S ⁱⁿ 3: „Schau, was der macht!“ (lacht dann.) Sie versucht ein Gespräch mit Gruppe M1, aber erfolglos. Spricht kurz mit S2, dieser reagiert nicht. Insgesamt: 3 Minuten	Schaut und grinst. Hält sich ständig den Kopf. Hilft nur, wenn er von S1 aufgefordert wird. S1 beteiligt sich nicht, S2 arbeitet/liest/schreibt/ alleine!	Schauen aber öfters zur Nachbargruppe (5x bei VS 1) Zum Holen einer neuen Pipette braucht S4 3 Min. Inzwischen schreibt S3 das Protokoll und vergleicht die Ergebnisse.	
SuS arbeiten gemeinsam. <ul style="list-style-type: none"> • Experimentieren • Schreiben • Vergleichen Ergebnisse 	Ja. Wechseln sich ab. Ja. Ja.	Ja. Führen die Experimente durch, aber schleppend. Protokoll wird angefertigt.	Nein. S1 S1 Nein.	Ja. Wechseln sich ab.	
SuS benötigen Unterstützung	Nein.	Nein.	Nein.	Nein.	

<p>von der Lehrperson. Warum? / Wie oft? Wie lange dauert das Gespräch?</p>					
<p>SuS halten sich an die die Vorgaben der Aufgabenstellung von Versuch 2. Welche Abweichungen gibt es? Wann gibt es Abweichungen? Weshalb gibt es diese?</p>	<p>Ja. Keine. Ignorieren das Ge- rede von Sⁱⁿ3.</p>	<p>Ja. Sⁱⁿ3 beginnt mit der Nachbargruppe zu plaudern, wird aber nicht beachtet. (30 Sek)</p>	<p>Ja.</p>	<p>Ja.</p>	
<p>Gibt es „zeitliche Leerläufe“? Wann gibt es diese? Wie lange dauern diese? Weshalb gibt es sie?</p>	<p>Sie fragen L., ob sie fotografieren dürfen. (1 Min.) 2 Minuten für die Fotos. (Die Fotos sind für das Protokoll.)</p>	<p>Sie finden die Schere nicht und können sich nicht entscheiden, wer einen Fingernagel opfern soll. Sie unterhalten sich über Nagellacke. (2 Min. 20 Sek.)</p>	<p>Ja. Bei S 2 durchgehend. S 1 bittet die Nachbargruppe um Feuer. Sie beginnen ein Gespräch. S2 brennt sich die Finger.</p>	<p>S4 spielt mit dem Feuerzeug (ca. 30 Sek.) S 3 sucht nach der Schere. (1 Min. 30 Sek.)</p>	
<p>SuS gehen Nebentätigkeiten nach. Welche? / Wie oft? Wie lange dauern die Nebentätigkeiten?</p>	<p>Nein. Ausnahme: Mobilphone wird eingeschaltet.</p>	<p>Schauen, kichern, ständig</p>	<p>Beide schauen umher. Nach Aufforderung der L, schreibt S2 das Protokoll. S1 spielt wieder mit der Pipette.</p>	<p>Das Spielen mit dem Feuerzeug dauert 30 Sek.. Das Schere suchen dauert ca.30 Sek. 1 Minute</p>	

<p>SuS machen die Forscherfrage. Wenn ja:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hypothese wird formuliert • Gemeinsam/alleine • Lösungsvorschlag wird überprüft • Erkenntnis wird begründet • Überprüfung eines 2. Lösungsvorschlages 	<p>Ja. Ja. Gemeinsam Ja. Ja, und es wird im Heft nachgelesen. Nein.</p>	<p>Teilweise. Die Überlegungen werden zu Papier gebracht.</p>	<p>Nein.</p>	<p>Teilweise. Überlegungen und Überprüfung werden gemacht. Erkenntnisse werden nicht schriftlich begründet. Im Buch (Heft nicht dabei) wird nach einer Lösung gesucht.</p>	
--	--	---	--------------	--	--

DURCHFÜHRUNG UND AUSWERTUNG (Teil 2)

	<p align="center">GRUPPE K 3 S 5 und S 6</p>	<p align="center">GRUPPE K 4 S 7 und S 8</p>		<p align="center">Sonstige Anmerkungen zu Gruppe K 4</p>
<p>SuS lesen die Aufgaben durch.</p> <p>Wie lange dauert das?</p> <p>SuS beginnen mit den angeleiteten Aufgaben.</p> <p>Wie viel Zeit vergeht bis zu arbeiten beginnen?</p>	<p>Ja, gemeinsam.</p> <p>1 Min.</p> <p>Ja.</p> <p>Beginnen sofort. Sie füllen die RG mit Eiweiß.</p>	<p>S 7 liest; er hat das ABL für sich beansprucht; S 8 schaut auf das ABL und versucht von der Ferne mitzulesen; sagt aber nichts; schaut den Rest der Zeit umher bis S7 das ABL zur Seite legt und sie zu arbeiten beginnen.</p> <p>S 7 liest für 35 Sec, schaut kurz auf was die anderen machen und liest weiter (20 Sec). Dann erteilt er S 8 den Auftrag die RG mit Eiweiß zu füllen.</p> <p>S 7 liest weiter und zeigt S 8, wie viel Eiweiß in das RG gehört. S 8 füllt ein RG. Dann gibt jeder einzeln Eiweiß in die RG. Das Füllen dauert 3 Min. 28 Sek.</p> <p>Nach ca. 4 Min. beginnen sie mit dem eigentlichen Experimentieren.</p>		<p>Die anderen Gruppen experimentieren bereits.</p> <p>Das Füllen der RG und das Lesen dauern 4 Min..</p>

<p>SuS haben Probleme beim Experimentieren.</p> <p>Welche Probleme haben sie?</p> <p>Was tun sie um das Problem zu lösen.</p> <p>Wie lange dauert das?</p>	<p>VS 1: Nein</p> <p>S 5 holt eine Pipette. In der Zwischenzeit verschließt S 6 die Gläser.</p>	<p>Nein.</p> <p>S 8 sieht sich um und erkundet was andere Gruppen machen. (6 x bei VS1.)</p> <p>(Insgesamt 1 Min.)</p>		
<p>SuS halten sich an die die Vorgaben der Aufgabenstellung von Versuch 1.</p> <p>Welche Abweichungen gibt es?</p> <p>Wann gibt es Abweichungen?</p> <p>Weshalb gibt es diese?</p>	<p>Ja.</p> <p>Arbeiten flott und konzentriert.</p> <p>Gläser werden nicht verschlossen.</p>	<p>Ja, und S 7 liest immer wieder nach.</p>		<p>Arbeitsteilung:</p> <p>S 7 liest, experimentiert und erteilt Aufträge</p> <p>S 8: schreibt die Beobachtungen und holt Geräte</p>
<p>Gibt es „zeitliche Leerläufe“?</p> <p>Wann gibt es diese?</p> <p>Wie lange dauern diese?</p> <p>Weshalb gibt es sie?</p>	<p>Keine. Sprechen über die Ergebnisse.</p>	<p>Ja, bei S 8. Er schaut oft zur Nachbarsgruppe, die schneller arbeiten als die beiden.</p> <p>10 x Leerläufe bei Versuch 1. (Insgesamt 3 Min.)</p> <p>S 7: schaut umher. S8 holt die Pipetten.</p> <p>S 8: Ständig Leerläufe, außer beim Schreiben/Protokollieren.</p> <p>S 8: Schaut was andere machen.</p>		<p>Material holen</p> <p>S 8: Schaut!</p>
<p>SuS gehen Nebentätigkeiten nach.</p> <p>Welche?</p> <p>Wie oft?</p> <p>Wie lange dauern die Nebentätigkeiten?</p>	<p>Nein.</p> <p>.</p>	<p>S 7: Nach 10 Minuten (Ende von VS 1) beginnt S7 mit dem Schütteln des RGs während S 8 das Protokoll fertig stellt. Das dauert 2 Min. 35 Sek.</p> <p>1 x wird er von der Lⁱⁿ ermahnt, S8 hört auf. S8 diktiert dann S7 die Beobachtungen für das Protokoll: 3 Min.</p>		<p>Schüttelt (Spielt) mit RG und schaut umher.</p>
<p>SuS arbeiten gemeinsam.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experimentieren • Schreiben 	<p>S 5 schreib die Beobachtungen auf. Wechseln sich beim Experimentieren ab. (Chemikalien mittels Pipette hinzu</p>	<p>S 7 führt das Experiment durch.</p> <p>S 8 schreibt die Beobachtungen auf, die S7 dik-</p>		<p>Arbeiten langsam, aber produktiv.</p> <p>Arbeiten genau, kon-</p>

<ul style="list-style-type: none"> Vergleichen Ergebnisse 	und schüttelt diese.) Besprechen gemeinsam das Ergebnis und ergänzen das Protokoll.	tiert. Ja, S 7 kontrolliert während des Schreibens die diktierten Beobachtungen mit den Ergebnissen (nimmt RG und schaut).		trolieren immer wieder.
<p>SuS benötigen Unterstützung von der Lehrperson.</p> <p>Warum? / Wie oft?</p> <p>Wie lange dauert das Gespräch?</p>	<p>Ja. Bei der Entsorgung .</p> <p>Fragen nach, ob sie die RG waschen müssen.</p> <p>45 Sek.</p>	<p>Ja.</p> <p>Alkohol geht aus.</p> <p>1 x</p> <p>Ca. 1 min.</p>		
<p>SuS halten sich an die die Vorgaben der Aufgabenstellung von Versuch 2.</p> <p>Welche Abweichungen gibt es?</p> <p>Wann und weshalb gibt es Abweichungen?</p>	<p>Ja.</p> <p>Keine.</p>	<p>Ja. S 7 liest die Arbeitsanleitung.</p> <p>Vorerst experimentieren sie (4 Min.). S8 beginnt, mit dem Kerzenwachs zu spielen. ERMAH-NUNG durch L^{ih}.</p> <p>S8 bastelt eine Feuerstelle nachdem sie den Versuch mit dem Kopfhaar und Fingernagel durchgeführt haben.</p>		Nach 10 Min. beginnen sie mit VS 2.
<p>Gibt es „zeitliche Leerläufe“?</p> <p>Wann gibt es diese?</p> <p>Wie lange dauern diese?</p> <p>Weshalb gibt es sie?</p>	<p>Beim Material holen.</p> <p>2 Min.</p> <p>Das Feuerzeug funktionierte nicht mehr und die Schere war nicht zu finden.</p>	<p>Beim Fingernagel abscheiden.</p> <p>2 Min. 15 Sek.</p> <p>Können sich nicht entscheiden, welchen Fingernagel sie opfern sollen.</p>		
<p>SuS gehen Nebentätigkeiten nach.</p> <p>Welche? / Wie oft?</p> <p>Wie lange dauern die Nebentätigkeiten?</p>	Nein.	<p>Ja.</p> <p>Sie „spielen“ mit der Kerze und dem Feuerzeug.</p> <p>Sie stellen die Flamme größer und kleiner, S 8 brennt sich den Daumen. Sie schauen sich um, ob ihnen jemand zusieht. S8 bastelt mit der Kerze und dem Sektkflaschenverschluss eine Feuerstelle.</p> <p>3 Min.</p>		

<p>SuS machen die Forscherfrage.</p> <p>Wenn ja:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hypothese wird formuliert • Gemeinsam/alleine • Lösungsvorschlag wird überprüft • Erkenntnis wird begründet • Überprüfung eines 2. Lösungsvorschlages 	<p>Ja (Fieber), gemeinsam; Räumen die Materialien von VS 1 weg und holen das Material für VS 2. S 5 steht wieder auf, weil er die Schere vergessen hat. Ja, Eiweiß wurde erhitzt (Ermahnung seitens der L – rasches Erhitzen.) Ja. Nein.</p>	<p>Nein.</p>			
---	--	--------------	--	--	--

EINHALTUNG DER REGELN UND DISZIPLIN

	GRUPPE M 1 S ⁱⁿ 1 und S ⁱⁿ 2	GRUPPE M 2 S ⁱⁿ 3 und S ⁱⁿ 4	GRUPPE K 1 S 1 und S 2	GRUPPE K 2 S 3 und S 4	Sonstige Anmerkungen
SuS stören in der Gruppe. Wie?	Nein.	Nein.	S2: gähnt, grinst, stört aber niemanden	nein.	ruhiges Arbeitsklima
SuS stören die Nachbargruppe. Wie?	Nein. S ⁱⁿ 2 wird von S ⁱⁿ 3 gefragt und gibt Antwort	S ⁱⁿ 3 redet bei Versuch 1 und Übergang zu V2 bei der Nachbargruppe	Nein.	S4 erzählt S ⁱⁿ 2, dass die Pipette kaputt ist.	Keine Ermahnungen seitens der Lehrperson.
SuS stören die ganze Klasse. Wie?	Nein.	Nein.	Nein.	Nein.	
SuS halten sich an die besprochenen Abmachungen (Einleitungsphase*).	Ja.	Ja.	Ja.	Ja.	*Für jede Chemikalie eine andere Pipette. Chemikalien sparsam verwenden
	GRUPPE K 3 S 5 und S 6	GRUPPE K 4 S 7 und S 8			Sonstige Anmerkungen
SuS stören in der Gruppe. Wie?	Nein.	Ja, beide machen Blödsinn, stören aber die anderen nicht.			S 7 & S 8 wurden von der Lehrerin ermahnt.
SuS stören die Nachbargruppe. Wie?	Nein.	Nein.			Keine Ermahnungen seitens der Lehrperson.
SuS stören die ganze Klasse. Wie?	Nein.	Nein.			
SuS halten sich an die besprochenen Abmachungen (Einleitungsphase*).	Ja.	Ja.			*Für jede Chemikalie eine andere Pipette. Chemikalien sparsam verwenden.

UMGANG MIT GERÄTEN UND CHEMIKALIEN

	GRUPPE M1 S ⁱⁿ 1 und S ⁱⁿ 2	GRUPPE M2 S ⁱⁿ 3 und S ⁱⁿ 4	GRUPPE K1 S1 und S2	GRUPPE K2 S3 und S4	Sonstige Anmer- kungen
SuS verschließen die Chemikalien nach Gebrauch.	Ja.	Ja.	Nein, S1 leert Glas mit Spiritus aus.	Ja.	
SuS tragen Schutzbrillen.	S ⁱⁿ 1: immer S ⁱⁿ 2: nimmt diese beim Material holen ab	S ⁱⁿ 3: nur beim Experimentieren, nimmt sie beim Schreiben ab S ⁱⁿ 4: lacht immer, wenn sie Brille trägt. Nur beim Experiment verwendet.	S1: immer S2: erst ab Versuch 2; Nimmt diese ständig ab	S3: ja S4: nur beim Experimentieren	
SuS setzen Geräte sinnvoll ein.	Ja.	Verwenden Tiegelzange anstatt Holzgabel zum Halten der PR Problem mit der feuchten Küchenrolle		Ja; S4 spielt mit Feuerzeug S4: wechselt Pipette, weil sie kaputt ist.	Keine Spielereien mit der Kerze/-flamme. Für jede Chemikalien wird stets eine neue Pipette verwendet.
SuS halten sich an die Experimentierregeln	Ja.	Ja.	Ja.	Ja.	Es wird nichts getrunken oder heimlich gegessen.
	GRUPPE K 3 S 5 und S 6	GRUPPE K 4 S 7 und S 8			Sonstige Anmer- kungen
SuS verschließen die Chemikalien nach Gebrauch.	Ja.	Ja			ruhiges Arbeitsklima
SuS tragen Schutzbrillen.	Ja.	Ja.			

SuS stören die ganze Klasse. Wie?	nein	nein			
SuS setzen Geräte sinnvoll ein.	Ja.	Kerze, Feuerzeug als Spielzeug			
SuS halten sich an die Experimentierregeln	Ja.	Ja.			

Zu Schulbeginn wurden die Sicherheitsvorschriften und der Umgang mit Chemikalien besprochen. Die Schülerinnen und Schüler unterzeichneten einen Vertrag bezüglich Verhaltensregeln beim Experimentieren. Dieser umfasst u.a. das Tragen der Schutzbrille und das Zusammenbinden langer Haare, gemeinsames Arbeiten und Zusammenräumen, das Verbot von Essen und Trinken während des Unterrichts.