



**IMST – Innovationen Machen Schulen Top**

Kompetent durch praktische Arbeit - Labor, Werkstätte & Co

**MICROSCALE-EXPERIMENTE IM  
FACHPRAKTISCHEN BEREICH CHEMIE UND  
UMWELTECHNIK SICHTBAR GEMACHT  
UNTER ZUHILFENAHME VON SMARTPHONES  
UND DIGICAMS**

Projekt ID 2130

Petra Rusch

HTL Bregenz

Bregenz, Juni 2018

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ABSTRACT</b> .....	<b>4</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>5</b>
1.1 Ausgangssituation .....	5
1.2 BLIKK-Studie – Mediensucht und ihre entwicklungspsychologischen Folgen.....	6
<b>2 ZIELE</b> .....	<b>7</b>
2.1 Ziele auf SchülerInnenebene .....	7
2.2 Ziele auf LehrerInnenebene .....	7
2.3 Gender/Diversitätsziel .....	8
2.4 Geplante Verbreitung der Projekterfahrungen .....	8
<b>3 DURCHFÜHRUNG</b> .....	<b>9</b>
3.1 Rahmenbedingungen.....	9
3.1.1 Projektbeteiligte.....	9
3.2 Projektablauf.....	9
3.2.1 Recherche der Versuche.....	9
3.2.2 Durchführung der SchülerInnenerhebung.....	10
3.2.3 Einverständniserklärung der Eltern.....	10
3.2.4 Schutz der Smartphones .....	10
3.2.5 Vorstellung der technischen Möglichkeiten zum Einsatz von Smartphones im (Chemie)-Unterricht.....	12
3.2.6 Versuch: Blaukrautindikator .....	13
3.2.7 Versuch: Nylonherstellung .....	13
3.2.8 Versuch: Elektrolyse von Zinkjodidlösung .....	16
3.2.9 Versuch: PET aus der Petrischale .....	17
3.2.10 Grundlagen der Fotometrie (Full Dr. & Ruf Dr., 2009) .....	18
3.3 Weitere Nutzungsmöglichkeiten des Smartphones im Unterricht.....	21
3.3.1 Das Smartphone als Spektroskop.....	21
3.3.2 Das Diktiergerät des Smartphones .....	22
3.4 Der Experimentekoffer für Microscaleversuche .....	22
3.4.1 Einführung nach (Andre, et al., 2016) und (Obendrauf, 2018) .....	22
3.4.2 (Derzeitiger) Inhalt des Koffers.....	22
<b>4 EVALUATIONSMETHODEN</b> .....	<b>24</b>

<b>5</b>	<b>ERGEBNISSE</b> .....	<b>25</b>
5.1	Beobachtungen im Unterricht .....	25
5.2	Ergebnisse zu Ziel 1 (Interesse und Begeisterung am naturwissenschaftlichen Unterricht fördern).....	26
5.3	Ergebnisse zu Ziel 2 (Training des verantwortungsbewussten Umgangs mit digitalen Medien).....	26
5.4	Ergebnisse zu Ziel 3 (Anregung zum selbstständigen Experimentieren und Dokumentieren).....	27
5.5	Ergebnisse zu Ziel 4 (Erfahrungsaustausch zum Einsatz digitaler Medien) .....	27
5.6	Ergebnisse zu Ziel 5 (Verzahnung von praktischen und theoretischem Unterricht) ...	27
5.7	Verbreitung der Projektergebnisse.....	27
<b>6</b>	<b>DISKUSSION/INTERPRETATION/AUSBLICK</b> .....	<b>28</b>
<b>7</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>ANHANG</b> .....	<b>30</b>

## ABSTRACT

Mit der vorliegenden Arbeit sollten verschiedene Ziele verfolgt werden. Zum einen sollten die SchülerInnen an einen Unterrichtsstil herangeführt werden, der es erlaubt neue Medien wie Smartphone und Tablet im Unterricht einzusetzen. Gleichzeitig wurde mit diesem Projekt versucht den Focus der SchülerInnen auf das Smartphone als reines Spielobjekt zu minimieren und so auch ein anderes Bewusstsein zu schaffen, dass mit dem Instrument Smartphone mehr möglich ist.

Dazu wurde an verschiedenen, besonders ausgewählten Versuchen auf Microscalemaßstab als auch im normalen Maßstab, der Einsatz eines Smartphones z.B. zu Dokumentationszwecken eintrainiert. Mit den SchülerInnen wurden Gespräche zur Selbstreflexion ihres Verhaltens bezüglich des Umgangs mit Smartphones geführt. Gleichzeitig wurde beispielhaft anhand zweier Versuche das Drehen eines Lernvideos durchgeführt.

Schulstufe:	10, 11 und 13 Jahrgangsstufe (2., 3. und 5. Klasse)
Fächer:	Chemie und Umwelttechnik
Kontaktperson:	Dipl.-Ing. Petra Rusch
Kontaktadresse:	Reichstraße 4, 6900 Bregenz
Zahl der beteiligten Klassen:	3
Zahl der beteiligten SchülerInnen:	52

### **Urheberrechtserklärung**

*Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit (=jede digitale Information, z.B. Texte, Bilder, Audio- und Video Dateien, PDFs etc.) selbstständig angefertigt und die mit ihr unmittelbar verbundenen Tätigkeiten selbst erbracht habe. Alle aus gedruckten, ungedruckten oder dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte sind zitiert und durch Fußnoten bzw. durch andere genaue Quellenangaben gekennzeichnet. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird. Diese Erklärung gilt auch für die Kurzfassung dieses Berichts, sowie eventuell vorhandene Anhänge.*

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 Ausgangssituation

Das Leben ohne Smartphone wird zukünftig undenkbar sein, daher muss ein vernünftiger Umgang mit dem Medium schon früh eingeübt werden. Dieses Motto war das Leitmotiv für das Projekt. Bezogen auf unsere SchülerInnen gehört ein Smartphone einfach zur Grundausrüstung ihres Daseins und es ist aus ihrem Leben nicht mehr weg zu denken.

Nach (Brandt, 2014) ergibt sich folgender Zusammenhang:



Wie diese Befragung deutlich kennzeichnet, gehört ein Smartphone zum Alltagsgegenstand unserer Jugendlichen.

Parallel dazu war die Unterrichtssituation im theoretischen Chemie- und Umwelttechnik, im weiteren CUM abgekürzt, vor Projektbeginn im Wesentlichen dadurch geprägt, dass keinerlei Versuche, auch keine Lehrerversuche durchgeführt wurden. Bisher wurde der Aufwand für Versuche als zu groß betrachtet. Dadurch fand kaum eine Abwechslung des Unterrichtsstils statt. Da dies unbefriedigend war - sowohl auf SchülerInnenseite als auch auf der Seite der Lehrenden, kam die Idee auf ein bestimmtes Repertoire an Versuchen aufzubauen, die möglichst rasch und ohne großen Aufwand durchgeführt werden können. Es wurde angedacht, dass diese nicht nur im Labor sondern auch im normalen Klassenzimmer stattfinden können. Mit diesem Projekt sollte daher dieser Situation entgegen gewirkt werden. Ebenso konnte so an das bestehende Know-How der SchülerInnen hinsichtlich digitaler Medien angeknüpft werden. Die Kombination Versuch und digitale Medien sollte auch dazu dienen, die SchülerInnen mehr für diesen Unterricht zu begeistern. Gleichzeitig sollte so auch eine größere Akzeptanz auf SchülerInnenebene erreicht werden. Mit den ausgewählten Versuchen sollte so der Unterricht abwechslungsreicher und interessanter gestaltet werden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei diesem Projekt war auch die Medienerziehung. Das heißt hier insbesondere einen Umgang mit neuen Medien zu lehren, einzuüben und sich selber in dieser Hinsicht zu reflektieren.

## **1.2 BLIKK-Studie – Mediensucht und ihre entwicklungspsychologischen Folgen**

Nach (Bittner, 2018) ist das Fazit der BLIKK-Studie (Drogenbeauftragte der Bundesregierung, 2017), dass eine intensive Nutzung digitaler Medien bei Kindern zu Entwicklungsstörungen führen kann. Die BLIKK-Studie ist eine umfassende Untersuchung zum Umgang von Kindern und Jugendlichen mit digitalen Medien.

Wie in dem Artikel (Bittner, 2018) deutlich gezeigt wird, stehen die Chancen der Digitalisierung klar außer Frage, Medienkompetenz gilt inzwischen weitläufig als „vierte Kulturtechnik“ neben Lesen, Rechnen und Schreiben. Doch häufig wird dabei das Risiko von Begleiterscheinungen übersehen oder mit dem Hinweis abgetan, dass die Bedenken vor allem von jenen kommen, die a priori in jeder Neuerung Negatives sehen.

Nach (Schmid, 2018) stellen deutsche Mediziner jährlich neu bei ca. 20.000 Kindern ein süchtiges Verhalten nach Medienkonsum aus. Dieser Wert ist um das sechsfache höher als beim Konsum illegaler Drogen.

## 2 ZIELE

### 2.1 Ziele auf SchülerInnenebene

1. Interesse und Begeisterung am naturwissenschaftlichen Arbeiten fördern

Mit dem Projekt sollten SchülerInnen für naturwissenschaftliche Phänomene und Fragestellung begeistert werden. Es sollte durch den erlaubten Einsatz von digitalen Medien eine Lernatmosphäre geschaffen werden, die bewusst darauf abhebt, bei SchülerInnen als innovativ angesehen zu werden. Gleichzeitig sollte aber durch den Einsatz dieser Medien gerade der herkömmliche Unterricht unterstützt werden, so dass dadurch vermehrt ein Interesse entsteht und wach gehalten werden kann. Es sollte sozusagen mit Hilfe ungewöhnlicher Methoden, sprich dem Einsatz eines Smartphones, das unter normalen Bedingungen im Unterricht nicht geduldet wurde, Interesse am Fach und am Unterricht verstärkt geweckt werden.

2. Training des verantwortungsbewussten Umgangs mit digitalen Medien

Durch den erlaubten Einsatz digitaler Medien sollte eine gewisse Sensibilität für deren Umgang eintrainiert werden. Mit dem erlaubten Umgang sollte auch eine Art Normalität im Schulunterricht im Umgang mit digitalen Medien entstehen. Denn nichts ist interessanter, als Verbotenes. Das Projekt sollte auch für die SchülerInnen ein Anstoß sein, das eigene Verhalten und den Konsum digitaler Medien zu reflektieren.

3. Anregung zum selbstständigen Experimentieren und Dokumentieren, Förderung der Motivation für diesen Unterricht

Durch den Einsatz schülereigener Smartphones sollte ein anderer Unterrichtsstil geprägt werden. Die SchülerInnen sollten so mithilfe ihrer Smartphones auf einen anderen Unterrichtsstil vorbereitet werden. Dieser neue Unterrichtsstil zielte drauf ab, das Eigenengagement bei SchülerInnen zu fördern, beispielsweise wenn es darum ging, die notwendigen Informationen zur Digitaltechnik zu recherchieren. Diese Informationen wurden von den SchülerInnen in eigener Verantwortung zusammengetragen und umgesetzt.

### 2.2 Ziele auf LehrerInnenebene

4. Erfahrungsaustausch zum Einsatz digitaler Medien

Ein Ziel des Projektes war der Erfahrungsaustausch. Die Erfahrungen sollten gesammelt und dann Interessierten zur Verfügung gestellt werden. Grundüberlegungen zum Beispiel bei der Herstellung eines Lernvideos sollten so dargestellt werden, dass diese zumindest in leicht adaptierter Weise je nach Situation von anderen KollegInnen übernommen werden können. Ein weiterer Erfahrungsaustausch galt dem recht offen gestalteten Unterrichtsstil.

5. Verzahnung von theoretischem und fachpraktischen Unterricht CUM durch Microscale-Experimente und Aufbau eines Experimentekoffer

Ein besonderes Anliegen war es, den bisher sehr theoretisch durchgeführten und gehaltenen CUM Unterricht durch geeignete Versuche zu spicken und so die Theorie beleben zu lassen. Die Versuche sollten möglichst einfach und wenn möglich sogar im Klassenzimmer durchführbar sein. Daher soll hierzu ein Experimentekoffer entstehen, der leicht transportierbar ist und in dem sich die wesentlichen Materialien befinden.

## 6. Vorwissen der SchülerInnen einbinden

Durch den Einsatz von Smartphones im Unterricht hat man als Lehrkraft eine gute Möglichkeit die SchülerInnen durch eine sie ansprechende Methode diese für den Unterricht zu begeistern. Auf diese Weise kann man auch einzelnen SchülerInnen die Möglichkeit geben durch ihr technisches Vorwissen sich in positive Weise zu profilieren und andere so an ihrem Wissen teilhaben zu lassen. Es kann so auch ein Rollentausch stattfinden, so dass die Lehrkräfte auch vom Wissen ihrer SchülerInnen profitieren können und von ihnen etwas lernen können. Auf diese Weise wird ein gutes Miteinander gepflegt.

## 2.3 Gender/Diversitätsziel

7. Beobachtung, ob Jungen und Mädchen anders mit Naturwissenschaft / Technik umgehen und auch einen anderen Zugang zu technischen Aufgabenstellung haben

Mit diesem Projekt sollten Beobachtungen durchgeführt werden, ob Jungen oder Mädchen anders mit Naturwissenschaft in Kombination mit eingesetzter Technik umgehen. Es sollte auch beobachtet werden, ob Jungen oder Mädchen einen prinzipiell anderen Zugang zu technischen Aufgabenstellungen haben, obwohl sie die gleiche Schule und auch den gleichen Unterricht besuchen. Der Unterricht sollte gegebenenfalls überdacht werden, ob dieser anders insbesondere gendergerechter gestaltet werden kann.

## 2.4 Geplante Verbreitung der Projekterfahrungen

1. Internet  
Während des Projektes sollen Lernvideos erstellt werden. Diese sollen dann auf die Homepage der Schule gestellt werden und könnten so auch geliked werden. Den Zuschauern soll die Möglichkeit geschaffen werden, Kommentare abzugeben.
2. Es sind Austauschgespräche mit direkten KollegInnen geplant.
3. Am 25. April 2018 fand die Generalversammlung der VKT (Vorarlberger Kunststofftechnik) an der HTL Bregenz statt. Hier wurden die erstellten Lernvideos den Anwesenden vorgestellt.
4. Ein Bericht über das stattgefundenene Projekt ist im Jahresbericht der HTL Bregenz erschienen, so dass auch dort vor allem interessierte Eltern die Möglichkeit geboten werden kann, sich über andere Lernmethoden zu informieren. Im Bericht wird auch kurz der Begriff "IMST" und die Intension dieser Projekte vorgestellt, so dass auch hier eine Verbreitung stattfinden kann.
5. Es ist geplant im kommenden Schuljahr die gemachten Projekterfahrungen in Zusammenhang mit dem Aufbau des Experimentierkastens mit den Zubringerschulen auszutauschen und gegebenenfalls auf jüngere SchülerInnen zu übertragen. Als weiterer Einsatz ist die Verwendung des Experimentekoffers beim Tag der offenen Türe an der HTL Bregenz angedacht.

## **3 DURCHFÜHRUNG**

### **3.1 Rahmenbedingungen**

#### **3.1.1 Projektbeteiligte**

Das Projekt wurde im Wesentlichen mit drei Klassen (eine zweite, eine dritte und eine fünfte) des Kunststoffzweiges der HTL Bregenz durchgeführt.

### **3.2 Projektablauf**

Zu Beginn des Projektes fand eine Recherche über mögliche Versuche statt, die im Einklang mit dem Lehrplan standen. Ebenso fand eine Erhebung auf SchülerInnenebene statt, in wie fern diese sich schon mit ihren Smartphones technisch auseinander gesetzt haben. Es fanden dann gemeinsam mit den SchülerInnen Überlegungen statt, welche technischen Möglichkeiten digitale Medien und hier insbesondere Smartphones bieten und wie diese Möglichkeiten mit den ausgewählten Versuchen kombiniert werden.

Im Folgenden sollen nun ausgewählte Versuche vorgestellt werden. Es handelt sich dabei nicht ausschließlich um Microscaleversuche, sondern es wurden auch Versuche in normalem Labormaßstab ausgewählt, um die Möglichkeit des Einsatzes von Smartphones im Naturwissenschaftsunterricht allgemein zu zeigen. An einem ausgewählten Beispiel wird der Microscaleversuch mit dem Versuch in Laborgröße verglichen.

Um Missbrauch mit dem Smartphone zu verhindern, wurden mit den SchülerInnen Regeln und entsprechende Verhaltensweisen vereinbart und somit der erlaubte Umgang mit digitalen Medien genau geregelt.

#### **3.2.1 Recherche der Versuche**

##### **3.2.1.1 Lehrplaninhalte Chemie und Umwelttechnik**

Der Unterricht im Fach Chemie und Umwelttechnik ist nach (htl.at, 2015) in folgende Bereiche gegliedert und am Ende der Ausbildung sollten die nun aufgeführten Ausbildungsziele erreicht werden.

- Polymerchemie

Die Ausbildungsziele in diesem Bereich für die SchülerInnen sind das Beschreiben der natürlichen polymeren Stoffe sowie der wichtigsten Kunststoffe aus Alltag und Technik mit ihren chemischen Strukturen und Synthesen. Die SchülerInnen können aufgrund des strukturellen Aufbaues der Kunststoffe auf ihre Anwendung und Bedeutung schließen und können Polymere gezielt analysieren sowie Optimierungschancen erkennen.

- Umwelttechnik

In diesem Bereich sollten die SchülerInnen am Ende ihrer Ausbildung in der Lage sein die Wirkung der wichtigsten Umweltschadstoffe, deren Entstehung und Möglichkeit zu ihrer Verminderung erläutern zu können. Sie können die Möglichkeiten der fachgerechten Entsorgung oder des Recycling von Altstoffen und Reststoffen und gefährlichen Abfällen beschreiben und Ergebnisse von Umweltuntersuchungen interpretieren.

- Verfahrenstechnik

Das Ausbildungsziel in diesem Bereich stellt sich für die AbsolventInnen wie folgt dar: Sie sollen mechanische, thermische, chemische und biologische Verfahren und deren Anwendungsmöglichkeiten beschreiben können.

### **Ausgewählte Experimente im Zusammenhang mit der Benützung von Smartphones**

- Herstellung von Nylon sowohl auf normalen Experimentiermaßstab als auch im Microscalemaßstab
- Herstellung von PET (Microscalemaßstab)
- Bau eines Smartphonespektroskops zum besseren Verständnis der Spektrometrie als analytische Methode
- Untersuchung von Blaukrautindikator: Smartphone als Werkzeug des Dokumentierens und als Hilfe zur Unterstützung beim Schreiben von Protokollen
- Microscaleversuch mit Kaliumpermanganatlösungen in Petrischalen zum Herleiten des Lambert-Beerschen Gesetzes

### **3.2.2 Durchführung der SchülerInnenenerhebung**

Vorstellung des Erhebungsbogens

Zu Beginn des Projektes wurde den SchülerInnen ein Erhebungsbogen (siehe Anhang) ausgeteilt. Mit diesem Bogen wurde einerseits festgehalten, wie die SchülerInnen ihr Smartphone einsetzen, um später auch zu analysieren, ob durch das Projekt der Umgang mit neuen Medien beeinflusst werden kann. Zum anderen wurde mit diesem Bogen ein Überblick über die vorhandene Technik festgehalten, um den späteren Einsatz besser planen zu können. Ebenso wurden die technischen Fähigkeiten und das Hintergrundwissen zur technischen Ausstattung der Smartphones abgefragt, um das Vorwissen der SchülerInnen im Projekt produktiv einsetzen zu können.

### **3.2.3 Einverständniserklärung der Eltern**

Im Falle von minderjährigen SchülerInnen ist es empfehlenswert, das Einverständnis der Eltern zur Benützung der schülereigenen Smartphones im Unterricht einzuholen.

### **3.2.4 Schutz der Smartphones**

Um die Smartphones vor Beschädigungen zu schützen, wurde seitens der Schule die Kunststoffwerkstatt eingebunden: Es wurden Sicherheitsscheiben aus Plexiglas gebogen, die die Smartphones vor Spritzern schützen. Diese Plexiglasscheiben können mit Folien beklebt werden, die zur Entspiegelung dienen, so können klare Bildaufnahmen durch Schutzscheiben gemacht werden.

Als Smartphone-Zubehör sind Schutzhüllen im Handel erhältlich. Eine solche Hülle wurde beispielsweise eingesetzt, wenn ein Smartphone oder Tablet als beleuchteter Untergrund für eine Petrischale verwendet werden sollte. Es eignen sich aber ebensogut wiederverschließbare Gefriertüten.



Abbildung: Smartphone in Schutzhülle



Abbildung: Ein Gefrierbeutel mit Gleitverschluss dient als Schutzhülle für das Tablet.

Die folgenden Abbildungen zeigen wie mit bereits vorhandenem Stativmaterial aus der Chemie Stative für Smartphones gebaut werden können. Mit weichen Papiertüchern haben die SchülerInnen das Smartphone vor Kratzern geschützt.



### 3.2.5 Vorstellung der technischen Möglichkeiten zum Einsatz von Smartphones im (Chemie)-Unterricht

- Fotografieren
- Videoaufnahmen
- Weiße Fläche / Hintergrundbeleuchtung
- Spektroskop
- Diktiergerät / Tondokumentation

- Verwendung von Smartphones als Dokumentenkamera
- Verwendung der im Smartphone eingebauten Sensoren
  - Abstandssensor (Linealersatz)
  - Lagesensor (Wasserwaage)
  - Zeitmessung (Stoppuhr)

(Beschleunigungs-, Schwerkraft- und Magnetfeldsensoren sind prinzipiell im Unterricht auch einzusetzen, jedoch eher im Physikunterricht als in der Chemie.)

### 3.2.6 Versuch: Blaukrautindikator

#### 3.2.6.1 Motivation und Versuchsbeschreibung

Ein zentraler und wichtiger Lehrplaninhalt im Laborunterricht des Faches CUM ist der Säure / Base-Begriff. In diesem Zusammenhang werden verschiedene Indikatoren vorgestellt, deren Umschlagsfarben und Umschlagsbereich (pH-Wertbereich) seitens der SchülerInnen untersucht werden sollen. Neben den herkömmlich bekannten Indikatoren wie Lackmus, Bromthymolblau; Methylrot bzw. -orange wurde auch Blaukrautindikator hergestellt. Die Funktionsweise eines Indikators wurde in diesem Zusammenhang ebenfalls behandelt, ebenso das Entstehen einer sauren bzw. basischen Lösung. Hierzu wurden Arbeitsblätter verwendet, die diese Vorgänge auf Teilchenebene bildhaft in Form von Filmstreifen erklären. Mit diesen wurde das Donator / Akzeptorprinzip erläutert.

#### 3.2.6.2 Nutzung des Handys zur Dokumentation

Eine der Aufgabe der SchülerInnen in Zusammenhang mit dem durchgeführten IMST-Projekt war nun diese Blaukrautlösung eigenständig herzustellen und eine eigene Anleitung für MitschülerInnen bzw. auch jüngere SchülerInnen anzufertigen. Die einzelnen Durchführungsschritte wurden mithilfe ihrer Smartphone-Kamera festgehalten und anschließend in einen Worddokument eingearbeitet.

Als Beispiel ist in den Anlagen eine Anleitung der SchülerInnen zu finden.

### 3.2.7 Versuch: Nylonherstellung

#### 3.2.7.1 Motivation und Versuchsbeschreibung

Am Beispiel der Nylonherstellung soll ein Vergleich dargestellt werden zwischen den möglichen Experimentiermaßstäben bei SchülerInnenversuchen. Es wurde zum einen dieser Versuch im normalen Experimentiermaßstab und zum anderen als Microscaleversuch durchgeführt. Im Rahmen des CUM-Unterrichts (Polymerchemie, 5. Klasse Fachrichtung Kunststofftechnik) werden unterschiedliche Möglichkeiten behandelt, um Polymere herstellen zu können. Die Versuche sollten dabei die theoretischen Grundlagen, die im Unterricht behandelt wurden, in diesem Fall speziell der Begriff Grenzflächenkondensation, den SchülerInnen näher bringen und diesen eindrücklich zeigen um ein besseres Verständnis hierfür zu entwickeln. Eine Anleitung des Versuches im normalen Labormaßstab wird in (Didaktik der Chemie Universität Bayreuth, 2018) und die des Versuches auf Microscalebasis in (Full Dr. & Ruf Dr., 2009) beschrieben.

### 3.2.7.2 Nutzung des Handys zur Herstellung eines Lernvideos

Im Folgenden wird schrittweise erklärt, wie ein Lernvideo im Klassenverband, so dass jeder eingebunden ist, erstellt werden kann. Diese Schritte sollen lediglich als Rahmen und Hilfestellung dienen.

1. Schritt	Zuweisung von Verantwortlichkeiten Hierzu wurde ein Übersichtsblatt an die Schüler ausgegeben, in dem sie sich eintragen konnten, für welche Aufgaben sie sich verantwortlich fühlen. Die folgenden Aufgaben wurden den SchülerInnen zugewiesen.
2. Schritt	Probeversuch Es bietet sich an, einen Probeversuch durchzuführen. Dies hat den Vorteil, dass die SchülerInnen den Versuch kennen lernen können und dass dieser auf die jeweiligen Gegebenheiten im Labor angepasst werden können.
3. Schritt	Technik 1 Während des Probeversuches wurde auch parallel dazu die einzusetzende Technik zum Aufnehmen des Videos getestet und optimiert.
4. Schritt	Technik 2 Sämtliche Sprachsequenzen wurden unabhängig von den Dreharbeiten separat einem anderen Raum aufgenommen. Dies hat den Vorteil, dass störende Hintergrundgeräusche nicht beachtet werden müssen.
5. Schritt	Dreh des Videos 1 Um ausreichend Zeit zu haben, wurde ein Drehtermin mit der Schulleitung vereinbart und der Stundenplan an diesem Tag so gestaltet, dass für den Dreh eine Doppelstunde zur Verfügung stand.
6. Schritt	Dreh des Videos 2 Parallel zum eigentlichen Videoclip wurden Interviews mit den Darstellern und weitere Hintergrundszene aufgezeichnet. Diese erscheinen nicht im Lehrvideo, sondern sind für schulinterne Veranstaltungen gedacht.
7. Schritt	Schneiden des Videos Für den Schnitt des Videos wurde der kostenlose Videoeditor VSDC als Programm verwendet. Diesen Teil der Videoherstellung war vergleichsweise der zeitaufwendigste Schritt. Eine Einarbeitung im Vorfeld, um das Programm kennen zu lernen, ist erforderlich.
8. Schritt	Homepage Das fertiggestellte Video wurde auf die Homepage der Schule zur Verbreitung gestellt.
9. Schritt	Anfertigen einer Versuchsanleitung

Wichtige zu beachtende Punkte beim Drehen eines Videoclips sind dabei folgende:

- Es ist unbedingt erforderlich eine Einverständniserklärung der Darsteller einholen, dass diese gefilmt werden dürfen und die Filme auch im Internet veröffentlicht werden dürfen.

- Die SchülerInnen sollten sich im Vorfeld Gedanken machen, wie der entsprechende Versuch als Videoclip präsentiert werden kann. Z. B. welcher Versuchsschritt als eigenständige Szene und welche Hintergrundinformationen wie z.B. Reaktionsgleichungen dargestellt werden können.
- Sollte ein Video mit Hintergrundmusik ins Internet gestellt werden, so muss sichergestellt sein, dass die verwendete Musik Freeware ist. Eine Quellenangabe der Musik ist unbedingt erforderlich.
- Wie bereits erwähnt, muss mit dem Drehen eines Videos nochmals deutlich auf Regeln im Umgang mit digitalen Medien hingewiesen werden.

### 3.2.7.3 Normaler Maßstab oder Microscaleversuch?

Der gleiche Versuch wurde, wie bereits erwähnt, auch als Microscaleversuch durchgeführt. Beim Vergleich der beiden Varianten lässt sich aber deutlich erkennen, wo die Grenzen für einen Versuch im kleineren Maßstab liegen. Um den Begriff der Grenzflächenkondensation deutlich zu machen - dies war auch die Intension des Versuches - bietet sich für diesen Fall die Durchführung im größeren Maßstab an, da hier die entstehende Grenzfläche deutlicher erkennbar ist als im Microscaleversuch. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass im Versuch mit dem größeren Maßstab deutlich erkennbar der Nylonfaden aus der Grenzfläche herausgezogen werden kann. Der versuchstechnische Aufwand ist beim Nylonversuch im größeren Maßstab nicht erheblich größer als bei der Durchführung im Microscaleversuch.

Die folgenden Abbildungen sollen dies deutlich machen.



Abbildung: entstehende Grenzschicht (normaler Experimentiermaßstab)

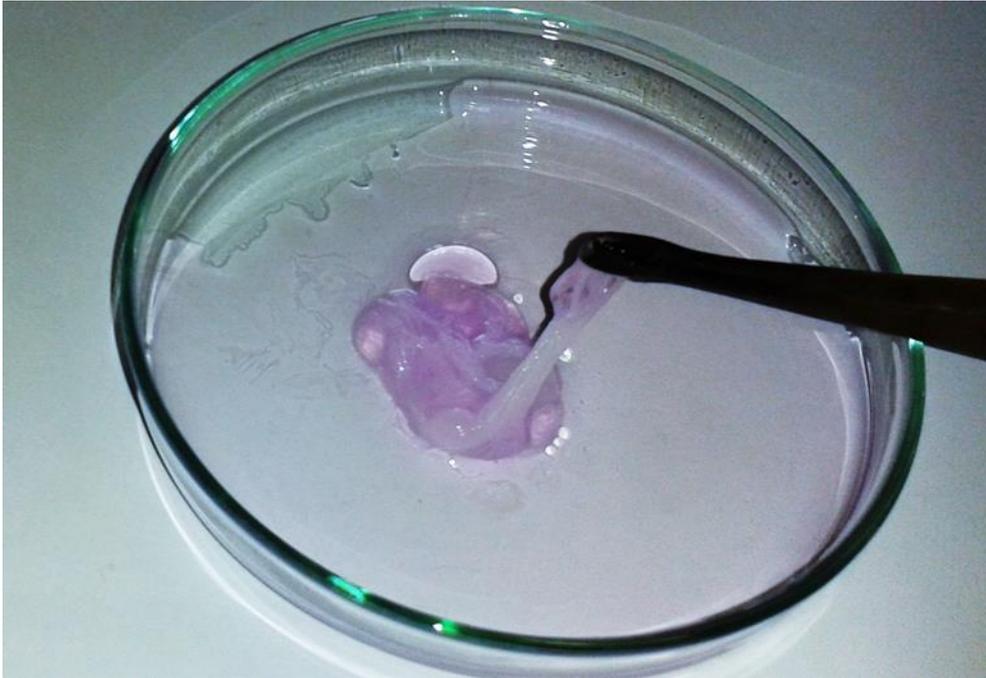


Abbildung: Microscaleversuch zur Nylonherstellung

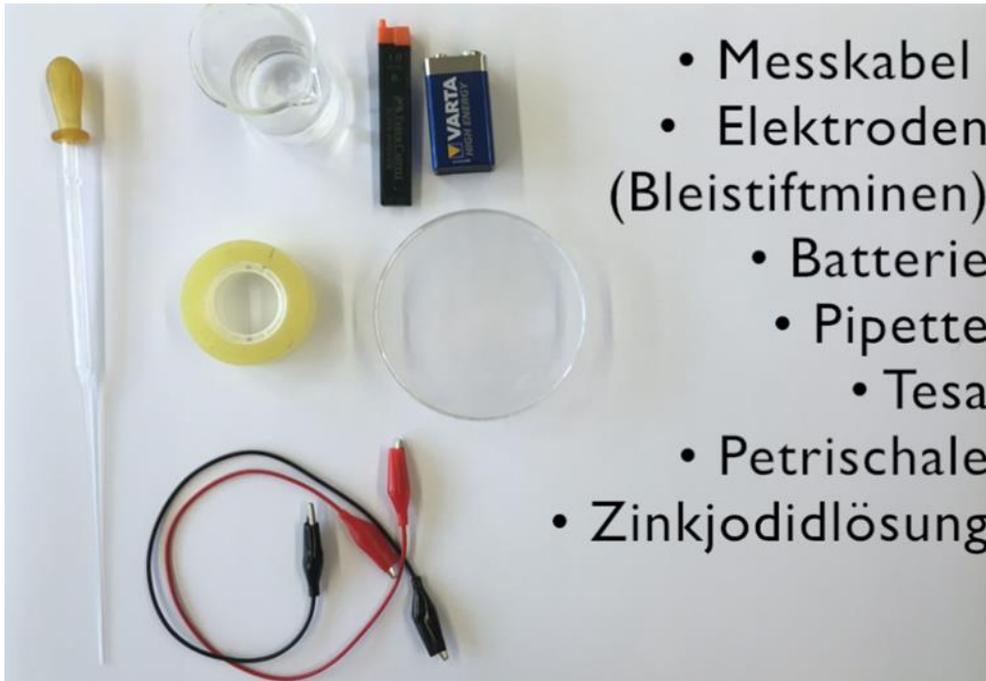
### 3.2.8 Versuch: Elektrolyse von Zinkjodidlösung

#### 3.2.8.1 Motivation und Versuchsbeschreibung

Als weiteres wichtiges Thema für das Grundverständnis wurde im CUM-Laborunterricht der Vorgang von Redoxreaktionen behandelt. Mit dem Versuch der Elektrolyse von Zinkjodidlösung lässt sich auch der Begriff der erzwungenen Redoxreaktion sehr gut und auf eine relativ einfache Art und Weise erläutern.

Nach (Berthold & Gunzenheimer, 2010) und (Andre, et al., 2016) wurde der Versuch durchgeführt. Mithilfe von Druckbleistiftminen als Elektroden und einer 9 Volt-Batterie als Spannungsquelle kann eine Zinkjodidlösung elektrolysiert werden.

In folgender Abbildung werden die verwendeten Materialien dargestellt:



- Messkabel
- Elektroden  
(Bleistiftminen)
- Batterie
- Pipette
- Tesa
- Petrischale
- Zinkjodidlösung

### 3.2.8.2 Produktion von kurzen Videoclips

Dieser Versuch ist ohne größere Vorsichtsmaßnahmen und ohne aufwändige Anleitung durch die SchülerInnen selbständig durchführbar. Damit lässt der Versuch Zeit für eine erweiterte Versuchsdokumentation in Form eines kurzen Videoclips. Damit keine Sprachaufnahmen notwendig waren, wurden Schritt für Schritt die benötigten Materialien, der Versuchsaufbau und zum Schluss die Erklärung des Versuches auf weißes DIN A3-Papier geschrieben, welches auch gleichzeitig als Unterlage für den Versuch diente. Der Videoclip wurde in Partnerarbeit während des Laborunterrichts gedreht. Überarbeitung des Videos und Unterlegen mit Musik wurden als Hausaufgabe freigestellt. Im Anschluss wurden diese Videos dann der gesamten Gruppe präsentiert und auf die Homepage der Schule gestellt.

### 3.2.9 Versuch: PET aus der Petrischale

#### 3.2.9.1 Motivation und Versuchsbeschreibung

Polyethylenterephthalat (abgekürzt mit PET) ist ein mittels Polykondensation hergestellter thermoplastischer Kunststoff. Dazu wird nach (Full Dr. & Ruf Dr., 2009) zunächst eine halbe Spatelspitze Terephthalsäuredichlorid sowie 20 ml Toluol in großes Reagenzglas gegeben. Dieses Gemisch wird erhitzt bis sich das Terephthalsäuredichlorid aufgelöst hat. In einem Messzylinder werden 5 ml Ethylenglykol mit 25 ml verdünnter Natronlauge gemischt. Diese Mischung wird in die Petrischale gegossen und so lange bewegt, bis keine Schlieren mehr erkennbar sind. Anschließend wird die basische Ethylenglykol-Lösung in der Petrischale mit der Toluol-Lösung überschichtet. Es sollte sich ein Häutchen an der Grenzfläche ausbilden.

Der Versuch zur Herstellung von PET wurde wegen der Risiken beim Umgang mit Toluol nur seitens der Lehrkraft durchgeführt

### 3.2.9.2 Nutzung des Handys als Lichtquelle und als Tischkamera

Mit diesem Microscaleversuch sollte gezeigt werden, dass man Smartphones als gute Lichtquelle benutzen kann. Da der Versuch in einer Petrischale durchgeföhrt wurde, war es möglich, anschließend diese auf ein geschütztes Smartphone zu stellen. Von außen wurden Fotos zur Dokumentation gemacht.

Für Versuche, die im Microscale-Maßstab nur von der Lehrkraft durchgeföhrt werden, bietet sich auch die Nutzung des Smartphones als Tisch- bzw. Dokumentenkamera an. In Räumen, die mit Beamer oder einem großen Bildschirm ausgestattet sind, lässt sich das Bild der Smartphone-Kamera auf den Beamer oder Bildschirm übertragen. Hierzu muss allerdings vorher geklärt werden, ob dies seitens der technischen Ausstattung des Smartphones möglich ist. Technische Möglichkeiten sind beispielsweise bei Android-Geräten ab Android 4.2 Miracast oder Google Chromecast, bei Apple Airplay.



Abbildung: PET in der Petrischale über einem beleuchteten Smartphonebildschirm

### 3.2.10 Grundlagen der Fotometrie (Full Dr. & Ruf Dr., 2009)

#### 3.2.10.1 Motivation und Versuchsbeschreibung

Mit Hilfe von Kaliumpermanganatlösungen kann in zwei Petrischalen, die dreigeteilt sind, das Lambert-Beersche-Gesetz erläutert werden. Das Lambert-Beersche Gesetz beschreibt die Abschwächung der Lichtintensität beim Durchgang durch ein Medium mit einer absorbierenden Substanz (Farbstoff) in Abhängigkeit von der durchstrahlten Länge (Schichtdicke) und der Konzentration des Farbstoffes.

In einer Petrischale wird je Schalendrittel eine Kaliumpermanganatlösung mit gleichem Volumen, aber unterschiedlicher Konzentration eingefüllt. In eine zweite Petrischale werden unterschiedliche Volumina einer Kaliumpermanganatlösung gleicher Konzentration eingefüllt. Dieser Versuch ist ursprünglich für die Durchführung auf einem Tageslicht-Projektor konzipiert. Ein weiß eingestellter Tablet-Bildschirm ist hier jedoch ebensogut als Untergrundbeleuchtung einsetzbar. Die SchülerInnen

dokumentierten diesen Versuch mit ihrem Smartphone. So konnte der Tafelanschrieb durch eigene Aufzeichnungen der SchülerInnen ergänzt werden.



Abbildung: dreigeteilte Petrischale



Abbildung: Tablet in Schutzhülle mit dreigeteilter Petrischale

In je ein Drittel der Petrischale wurden 10 ml Kaliumpermangantlösung gegeben mit unterschiedlicher Konzentration. ( $c_1 = 0,01 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ ,  $c_2 = 0,005 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ ,  $c_3 = 0,001 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$ )

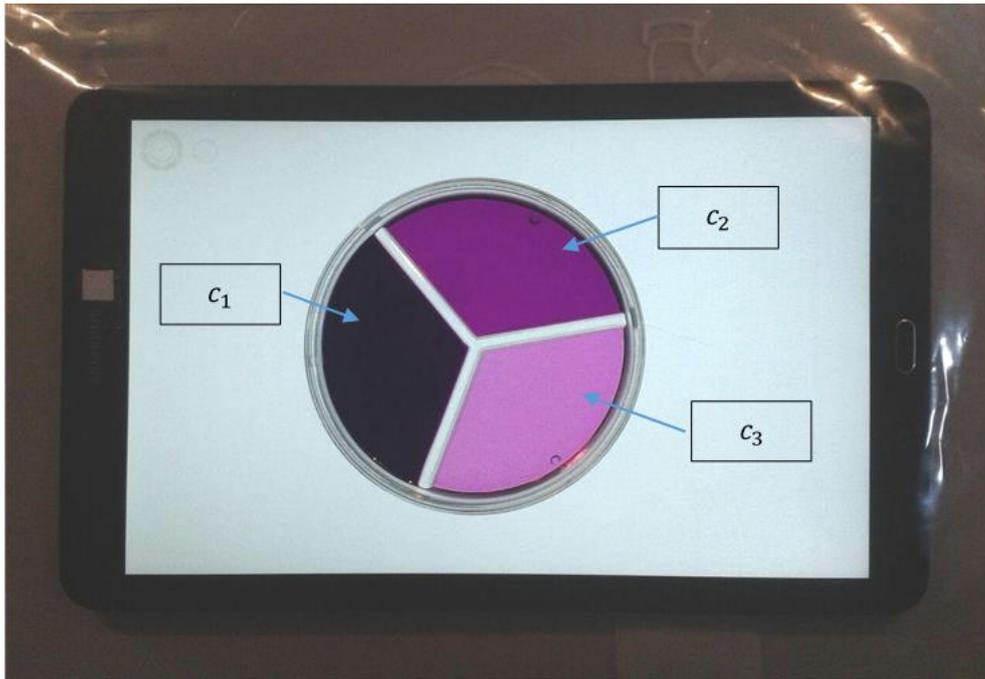


Abbildung: Petrischale mit Kaliumpermanganatlösungen unterschiedlicher Konzentration

In einer zweiten Petrischale wurde nun in je Drittel der Petrischale 10 ml, 5 ml und 1 ml der Kaliumpermanganatlösung mit der Konzentration  $c_1 = 0,01 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$  eingefüllt. Die unterschiedlichen Volumina führen so zu einer unterschiedlichen Schichtdicke der durchstrahlten Lösung.



Abbildung: dreigeteilte Petrischalen:  
 linke Seite: unterschiedliche Konzentration mit voller Schichthöhe  
 rechte Seite: unterschiedliche Schichtdicke mit gleicher Konzentration.

Wie aus dem Vergleich der beiden obigen Petrischalen mit unterschiedlicher Konzentration und unterschiedlicher Schichtdicke zu sehen ist, ist die Lichtschwächung  $\frac{I}{I_0}$  proportional zum Produkt aus

Konzentration  $c$  und durchstrahlter Länge  $\Delta x$ . Die halbe Schichtdicke mit voller Konzentration führt zur gleichen Lichtschwächung wie die volle Schichthöhe mit halber Konzentration:  $\frac{I}{I_0} \approx c \cdot \Delta x$

### 3.3 Weitere Nutzungsmöglichkeiten des Smartphones im Unterricht

#### 3.3.1 Das Smartphone als Spektroskop

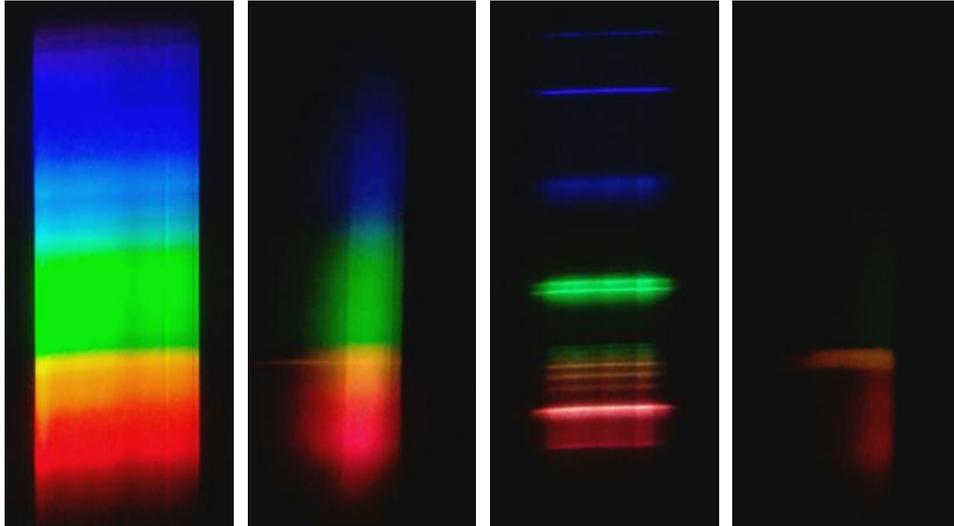
Eine weitere Unterrichtseinheit im CUM-Laborunterricht ist Spektroskopie. In diesem Zusammenhang bot sich an, ein Spektroskop zu bauen. Ursprünglich war geplant dies mithilfe eines 3D-Druckes herzustellen, was allerdings aus Kapazitätsgründen nicht durchführbar war. Daher wurde entschieden das Spektroskop mithilfe von Karton durch die SchülerInnen direkt herzustellen.

(Müller, 2015) beschreibt Aufbau, Funktion und Einsatz eines solchen Gerätes im Detail. Die im Anhang abgedruckte Bauanleitung stellt jedoch eine von (Müller, 2015) abweichende eigene Konstruktion dar.

Die folgende Abbildung zeigt den Zusammenbau des Handyspektroskops.



Mithilfe des Spektroskops konnte das Licht verschiedener Quellen zerlegt und mit dem Smartphone fotografiert werden:



Abbildungen: (von links) kontinuierliches Spektrum Sonnenlicht, Kerzenlicht (mit geringem Blauanteil), Linienspektrum einer Energiesparlampe, Na-Linie von Kochsalz in einer Kerzenflamme.

### 3.3.2 Das Diktiergerät des Smartphones

Mithilfe des Diktiergerätes lassen sich zum Beispiel beim Drehen von Lernvideos einzelne Texte zu bestimmten Szenen sehr gut besprechen. Auch das Benützen des Diktiergerätes als schnellen Merktzettel zum Beispiel bei Versuchsergebnissen ist erwähnenswert.

## 3.4 Der Experimentekoffer für Microscaleversuche

### 3.4.1 Einführung nach (Andre, et al., 2016) und (Obendrauf, 2018)

Mit Hilfe von Microscaleversuchen kann der experimentelle Chemieunterricht weiter entwickelt werden. Ein großer Vorteil des Experimentierens im kleinen Maßstab ist der Einsatz von geringen Chemikalienmengen, wodurch Sicherheitsrisiken und Abfallmengen minimiert werden können. Dadurch werden auch weniger Kosten verursacht. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die eingesetzten Materialien einen geringen Platzbedarf haben, somit leicht transportiert werden können und damit auch Versuche außerhalb des Chemie-Labores durchgeführt werden können.

### 3.4.2 (Derzeitiger) Inhalt des Koffers

- Tropfflaschen unterschiedlicher Größe zum Aufbewahren von Lösungen z.B. Indikatorlösungen
- Krokodilklemmen
- 9 Volt-Batterieblöcke
- Objektträger
- Folienstifte
- Petrischalen in verschiedenen Ausführungen
- Reagenzgläser
- Tüpfelplatten

- Metallspatel
- Diverse Stopfen
- Glasstäbe
- Pinzetten
- Schutzscheiben aus Plexiglas sowie Schutzhüllen für Smartphones
- Auf einem Datenträger werden die erstellten Lernvideos zur Verfügung gestellt. So kann dann beispielsweise das Experiment der Nylonherstellung zunächst über das Video im größeren Experimentiermaßstab gezeigt werden und dann auf Microscalemaßstab durchgeführt werden.
- Weitere benötigte Chemikalien wurden den SchülerInnen im Vorfeld in kleinen Bechergläsern zur Verfügung gestellt.

Die Herstellung von verschiedenen Gasen wurde während dieses Projekts nicht getestet. Genauere Ausführungen werden hierzu beschrieben in (Berthold & Gunzenheimer, 2010), (Full Dr. & Ruf Dr., 2009), (Andre, et al., 2016).

## 4 EVALUATIONSMETHODEN

Die Evaluierungen fanden im Wesentlichen durch zwei Methoden statt: Evaluationsbogen und persönliche Gespräche.

- Erhebungsbogen für SchülerInnen zu Beginn des Projektes  
Mit diesem Bogen wurde abgefragt, auf welchem Stand die SchülerInnen im Umgang mit ihrem Smartphone sich befanden. Der Bogen sollte dazu dienen das Nutzungsverhalten in Bezug auf die Anwendung von Apps oder ähnlichem der SchülerInnen zu analysieren. (Anhang)
- Evaluationsbogen für KollegInnen und Schulleitung  
Während der Herstellung des Lernvideos zur Herstellung von Nylon fand seitens der Schulleitung eine Hospitation der Unterrichtsstunde statt. In diesem Zusammenhang wurde der stattgefundene Unterricht mithilfe eines Fragebogens evaluiert. (Anhang)
- Evaluationsbogen für SchülerInnen der 5hkbzw. 2hk im Anschluss an die Erstellung des Lernvideos (Anhang)
- Persönliche Gespräche / Befragungen und Dokumentation  
Vor allem nach den durchgeführten Versuchen fanden mit den SchülerInnen persönliche Gespräche statt. Zu diesen Gesprächen wurden dann Notizen gemacht.

## 5 ERGEBNISSE

### 5.1 Beobachtungen im Unterricht

- SchülerInnen haben sich intensiver mit dem Unterrichtsthema auseinander gesetzt, wenn sie zum Beispiel ihre Versuchsergebnisse fotografieren konnten.
- Es fand durch das Fotografieren ihrer Versuchsergebnisse eine Identifikation mit dem Unterrichtsstoff, aber auch mit der Klasse / Gruppe und darüber hinaus auch mit ihrer Schule statt. „Endlich kann ich zuhause zeigen, was ich in der Schule mache!“
- Es wurde sogar so stark das Interesse geweckt, dass nicht einmal mehr Pause gemacht werden wollte. Das Argument vieler Gegner des Smartphones im Unterricht ist, dass das Smartphone Konzentration wegnimmt. Dies konnte ich an dieser Stelle nicht bestätigen. Im Gegenteil: die SchülerInnen war sehr stark mit dem Thema beschäftigt und haben den Versuch mehrmals durchgeführt, um einen optimalen Dreh zu erhalten. Es fand eine sehr starke Identifikation mit dem Thema statt.
- Guter Nebeneffekt: Es wurde wesentlich sorgfältiger gearbeitet, da ja die Fotografie ins Protokoll kam. Etliche SchülerInnen haben mir bestätigt, dass durch das Festhalten auf digitalem Wege sie sich leichter auch nach einigen Tagen noch an den durchgeführten Versuch erinnern konnte. Die Bilder waren sozusagen eine Gedankenstütze für sie.
- Außergewöhnliche Situation: Schüler kamen nach der Pause auf mich zu und hatten ihre gesamten Smartphones in der Hand. Sie übergaben mir diese und erklärten, dass sie heute während meines Unterrichtes einen Wettbewerb starten wollen: Wer kann es am längsten ohne Smartphone aushalten. Ich war sehr erstaunt über ihr Anliegen, da es von ihnen kam ohne ein direktes Zutun meinerseits. Die SchülerInnen haben sich gegenseitig ermahnt und so waren sie nahezu zwei Stunden abstinert von ihrem Smartphone. Andererseits war dies nun auch ein Zeichen für mich, dass das Projekt zumindest einen kleinen Beitrag dazu geleistet hat, dass SchülerInnen über ihren Smartphonekonsum reflektieren und diesen eventuell auch ändern möchten.
- Mir ist auch aufgefallen dass, obwohl das Smartphone zum Dokumentieren und Festhalten der Ergebnisse explizit benutzt werden sollte, doch häufig die Nachfragen kamen, ob das Smartphone jetzt wirklich benutzt werden dürfe. Auch dies ist ein Zeichen für mich, dass der Einsatz der Smartphones durch die SchülerInnen sehr gezielt und kontrolliert erfolgte.
- Immer wieder stelle ich unabhängig vom Projekt fest, dass SchülerInnen Tafelaufschriebe fotografieren wollen. Hier habe ich bewusst nichts dagegen, aber ich möchte sozusagen als Urheber ein Mitspracherecht haben, wann ein Tafelaufschrieb von mir fotografiert werden darf und wann nicht.
- Ein Schüler schrieb mir auf seinen Evaluationsbogen, dass er gerne Videos drehe. So konnte er sein Hobby aus der Freizeit in den schulischen Bereich übertragen, was ihm persönlich sehr gut gefallen hat.
- Ein weiterer Schüler hat mir auf dem Evaluationsbogen mitgeteilt, dass seine Begeisterung für den CUM-Unterricht gestiegen ist, da solche Arbeitsaufträge (das Drehen von Lernvideos) eine gute Kombination von Medien und Teamarbeit fördert.
- Beim Beobachten der Jungen bzw. Mädchen beim Umgang mit dem Smartphone ist mir aufgefallen:

- Die Jungen waren die Macher bei den Videoprojekten. Die Mädchen haben sich eher zurückgehalten vor allem in der 2. Klasse. Dieses Verhalten hat sich mit zunehmendem Alter geändert. In der fünften Klasse war es vor allem ein Mädchen, das die treibende Kraft darstellte. Hier sehe ich einen Unterschied auch in der Herangehensweise. Die Jungen kannten sich auch mit der Technik ihrer Smartphones besser aus bzw. konnten sich eventuell besser in die geforderte Materie einarbeiten.
- Die von mir beobachteten Mädchen haben aber durch eine sorgfältige und verlässliche Arbeitsweise sehr zum Gelingen der Lernvideos beigetragen. Sie waren sehr aktiv im Vorwärtsbringen der Gruppe und haben auf diese Weise auch dazu beigetragen, dass die Klassengemeinschaft verbessert wurde. Sie haben motivierend auf ihre männlichen Klassenkameraden eingewirkt, damit das Lernvideo fertig gestellt werden konnte. Ein Mädchen hat einen anderen Klassenkameraden um Unterstützung beim Schneiden des Videos gebeten. Ein anderes hat gemeinsam mit ihrem Videopartner nachträglich noch Szenen nachgesprochen, so dass das Video komplettiert werden konnte.
- Ein Mädchen hat mir erklärt, dass sie das Smartphone bisher eigentlich nur zum Kommunizieren eingesetzt habe. Durch dieses Projekt habe sie ihr Smartphone und die damit verbundenen technischen Möglichkeiten besser kennengelernt.
- Meines Erachtens ist es sinnvoll gerade beim Erstellen von Lernvideos darauf zu achten, dass die Arbeitsgruppen gemischt sind. Leider gab es nicht die Möglichkeit eine reine Mädchengruppe beim Arbeiten zu beobachten.
- Ich konnte keine gravierenden Unterschiede feststellen, ob ein Junge oder ein Mädchen bei der Dokumentation ihrer Versuche ein Smartphone eingesetzt haben. Ich denke, dass der „größte“ Unterschied hier auch wieder in der Sorgfalt bestand. Aber gerade bei gemischten Gruppen profitieren so beide Geschlechter voneinander.

## **5.2 Ergebnisse zu Ziel 1 (Interesse und Begeisterung am naturwissenschaftlichen Unterricht fördern)**

Mit der Erlaubnis, dass im Unterricht Smartphones zum Dokumentieren benützt werden dürfen, war deutlich eine sehr große Identifikation mit den geforderten Arbeitsaufträgen zu erkennen. Die SchülerInnen wollten sogar freiwillig auf ihre Pause verzichten und durcharbeiten, weil sie sehr große Freude hatten, dass sie das Ergebnis ihres Arbeitsauftrages in Form eines Videos festhalten konnten. Ein anderer Aspekt war zu erkennen, dass die SchülerInnen durch die digitale Dokumentation sich besser an den Versuch erinnern konnten und es ihnen somit leichter fiel ein Protokoll im Anschluss an den Laborunterricht zu erstellen.

## **5.3 Ergebnisse zu Ziel 2 (Training des verantwortungsbewussten Umgangs mit digitalen Medien)**

Das Ziel des verantwortungsbewussten Umgangs mit digitalen Medien konnte sehr gut im Verlauf der Herstellung des Lernvideos festgestellt werden. Es gab einige SchülerInnen, die nicht auf dem Video sein wollten. Dieser Wunsch wurde von den MitschülerInnen ohne Diskussionen respektiert.

Auch gab es seitens der SchülerInnen immer wieder ernstgemeinte Kommentare, dass sie eigentlich schon wüssten, dass sie zu viel am Smartphone wären. Aber eigentlich zu schwach seien, dagegen anzukommen.

## **5.4 Ergebnisse zu Ziel 3 (Anregung zum selbstständigen Experimentieren und Dokumentieren)**

Neben vorgefertigten Anleitungen für Experimente sollte gerade durch den Einsatz der Smartphones die Möglichkeit geschaffen werden, sich in ein Thema in kürzester Zeit vertieft einzuarbeiten. So sollten mithilfe des Internets Alternativen zu Experimenten seitens der SchülerInnen gesucht werden. Diese Alternativen konnten innerhalb ihres Protokolls, das sie anfertigen mussten, dargelegt werden. Eine andere Lerneinheit in Zusammenhang mit selbstgebauten Spektroskopen bestand darin, sich möglichst rasch in Themen wie z.B. die Funktionsweise eines IR-Spektroskops einzuarbeiten. Ihr erlerntes Wissen galt es anschließend zu dokumentieren und in einem Handout dem Rest der Gruppe zur Verfügung zu stellen. Der Einsatz eines Smartphones zur Recherche lässt sich jederzeit auch auf andere Unterrichtsgegenstände übertragen. Während CLIL-Stunden können so z.B. Fachbegriffe nachgeschlagen werden bzw. deren englische Aussprache. Es kann auf möglichst einfache Art und Weise eine Vernetzung in andere Fachgebiete stattfinden.

## **5.5 Ergebnisse zu Ziel 4 (Erfahrungsaustausch zum Einsatz digitaler Medien)**

Die Erstellung der Lernvideos ist auf sehr positive Resonanz bei den KollegInnen gestoßen. Es wird auch für andere Fächer angedacht, ein solches Video zu erstellen.

## **5.6 Ergebnisse zu Ziel 5 (Verzahnung von praktischen und theoretischem Unterricht)**

Dieses Ziel wurde vor allem seitens der SchülerInnen sehr begrüßt, da hierdurch eine Möglichkeit geschaffen werden kann, nun den Unterricht abwechslungsreicher zu gestalten. Zukünftig müssen noch weitere Experimente eingeführt werden wie z.B. das Herstellen von Folie aus Kartoffelstärke oder ähnlichem. Solche Experimente könnten dann zunächst im normalen Experimentiermaßstab durchgeführt werden, so dass die SchülerInnen das Prinzip des Versuches kennenlernen können und mit dieser Erfahrung auf den Microscalemaßstab übertragen werden. Eine Dokumentation mithilfe der Smartphones ist auf jedem Falle gegeben.

## **5.7 Verbreitung der Projektergebnisse**

1. Internet  
Während des Projektes wurden Lernvideos hergestellt. Diese wurden auf die Homepage der Schule gestellt und konnten so auch geliked werden. Es war den Zuschauern auch möglich Kommentare abzugeben. [Link zum Video](#)
2. Es fanden Austauschgespräche mit direkten KollegInnen statt.
3. Am 25. April 2018 fand die Generalversammlung der VKT (Vorarlberger Kunststofftechnik) an der HTL Bregenz statt. Hier wurden die erstellten Lernvideos den Anwesenden vorgestellt.
4. Ein Bericht über das stattgefunden Projekt ist im Jahresbericht der HTL Bregenz erschienen, so dass auch dort vor allem interessierten Eltern die Möglichkeit geboten werden kann, sich über andere Lernmethoden zu informieren. Im Bericht wird auch kurz der Begriff "IMST" und die Intention dieser Projekte vorgestellt, so dass auch hier eine Verbreitung stattfinden kann.

## 6 DISKUSSION/INTERPRETATION/AUSBLICK

- Das Herstellen von Lernvideos lässt sich sicherlich durch andere Schulen durchführen. Allein so ein Video zu drehen, lässt die Gruppe zusammen wachsen. Beim nächsten Mal würde ich allerdings das Drehen eines Videos auf eine kleine Gruppe beschränken mit maximal 6 SchülerInnen. In dieser Kleingruppe ist es einfacher die Übersicht zu behalten und es sind alle SchülerInnen beschäftigt. Auch kann ich mir sehr gut vorstellen, dass dies bei jüngeren SchülerInnen unterstützt durch ältere, die sozusagen als Tutoren agieren, sehr gut ankommt und das hätte auch noch einen guten Nebeneffekt, dass die jüngeren von den größeren lernen könnten. Ein solches Drehen eines Lernvideos lässt sich sicherlich besser in den Nachmittagsunterricht einbinden als bloßer Theorieunterricht. Vorstellbar wäre dies auch an Ganztageschulen im Sekundarbereich 1.
- Wenn ich nächstes Jahr nochmals das Smartphone im Unterricht zu Dokumentationszwecken einsetze, werde ich im Vorfeld eine Einführung machen und die SchülerInnen so dazu bringen, sich gleich von Anfang an mit ihrem Smartphone auseinander zu setzen. Ich würde auch Rechercheaufträge verteilen, welches Smartphone wie welche App anspricht.
- Mir persönlich ist nochmals bewusst geworden, dass Jungen und Mädchen trotz eigentlich gleichen Unterrichts das Gelernte unterschiedlich erfassen. Durch den Einsatz der Smartphones im Unterricht hatte ich aber das Gefühl, dass auf diese Weise eine Möglichkeit geschaffen werden kann, dass Jungen und Mädchen das Gelernte auf ihre Art und Weise verarbeiten können.
- Ein radikales Verbot von Smartphones im Unterricht fördert eher noch, dass dieses auch während des Unterrichtes unter der Schulbank benutzt wird. Meine persönliche Erfahrung während des Projektes und während des anderen Unterrichtes ist, dass man dieses Thema Smartphone in der Schule eher durch Gespräche thematisieren sollte. Es sollte mehr in die Richtung gearbeitet werden weg vom generellen Smartphoneverbot und hin zu einer Smartphonevereinbarung / einem Smartphonevertrag im demokratischen Sinne. Meiner Meinung nach ist es auch zielführender den SchülerInnen mit Hilfe solcher Projekte einen Weg zu zeigen, dass Smartphones sicherlich von Nutzen für einen bestimmten Einsatz sein können, andererseits durch einen geübten Umgang mit diesen man selber nicht zum Sklaven dieser neuen Medien wird.
- Fortsetzung des Projektes: Aufgrund eines Verbreitungsgrades von nahezu 100 % an Smartphones bei den 12 bis 19 Jährigen braucht es mehr als eine restriktive Regelung der Smartphone-nutzung. Ohne ein auf Wissen und bewusster Entscheidung beruhendes Zusammenwirken aller Akteure einer Schulgemeinschaft – Lehrer, Schüler und Schülerinnen und Eltern – wird es nicht gelingen, diese Regelung mit Leben zu füllen. (Schwägerl, 2018)

Daher wäre hier mein Vorschlag zur Fortsetzung des Projektes eine innerhalb der Schule übergreifende Vereinbarung zu entwickeln, die von allen Seiten mitgetragen wird. Mit dem Ziel, dass ein reflektierender Umgang mit digitalen Medien bewusst eintrainiert wird, um somit auch einer eventuellen Mediensucht der SchülerInnen entgegen zu wirken. Es sollte bei diesem Projekt jedoch nicht nur eine Vereinbarung, ein Vertrag in Form eines Papiers entstehen, sondern vielmehr sollte das Augenmerk auch darauf gerichtet werden und hier meine ich, sollte das Bewusstsein wieder bei allen Akteuren geschärft werden, dass es eine vernünftige Online-Offline-Balance geben sollte. Mit diesem neuen Projekt sollte an der Schule der Grundstein einer wertorientierten Medienerziehung gelegt werden.

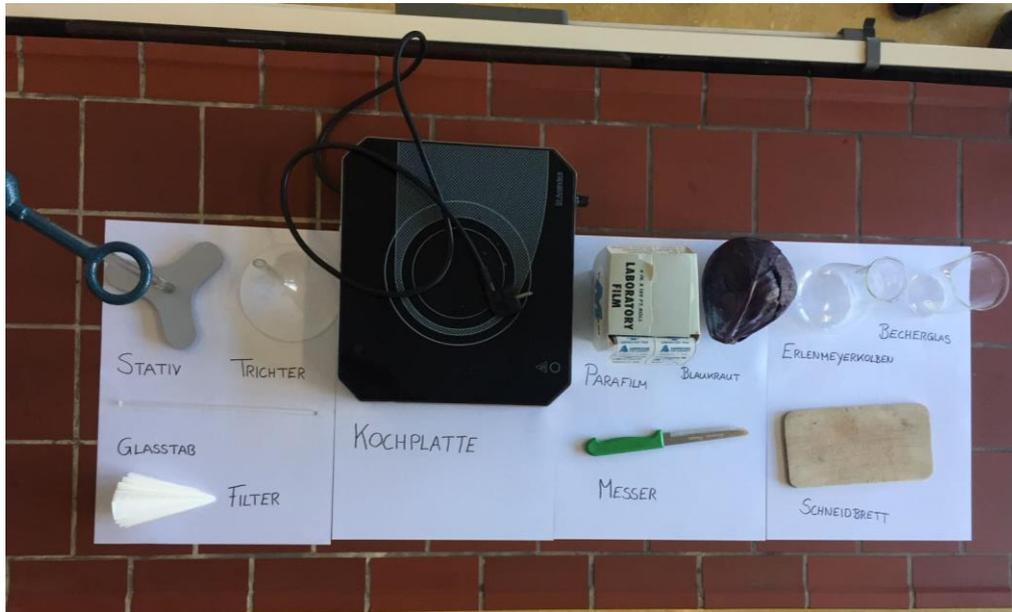
Dann kann es gelingen, den Lebensraum Schule auch in diesem Punkt positiv – das heißt lernförderlich – zu gestalten. Das ist eine Gemeinschaftsaufgabe, der wir uns alle stellen sollten. (Schwägerl, 2018)

## 7 LITERATURVERZEICHNIS

- Andre, C., Bauer, C., Blachut, K., Freund, R., Gold, J., Habelitz-Tkotz, W., . . . Weinrich, U. (März 2016). Chemie? - Aber sicher! Experimente kennen und können (Akademiebericht 475). (4. aktualisierte Auflage). Kardinal-von-Waldburgstraße 6-7, D- 89407 Dillingen a. d. Donau: Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung (ALP).
- Berthold , T., & Gunzenheimer, G. (2010). *Microscale-Experimente im Chemieunterricht (Akademiebericht Nr. 456)*. Kardinal-von-Waldburg-Straße 6-7, D-89407 Dillingen: Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung (AIP).
- Bittner, T. (Juni 2018). Medienbildung Mediensucht und ihre entwicklungspsychologischen Folgen. *Das Gymnasium in Bayern (2018)*, (Heft Nr. 6), 20 - 22.
- Brandt, M. (13. November 2014). *statista*. Abgerufen am 27. Juni 2018 von <https://de.statista.com/infografik/2944/diese-elektronischen-geraete-besitzen-teenager/>
- Didaktik der Chemie Universität Bayreuth*. (7. Februar 2018). Abgerufen am 20. Juni 2018 von [http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/experimente/standard/1107\\_nylon\\_herstellung.htm](http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/experimente/standard/1107_nylon_herstellung.htm)
- Drogenbeauftragte der Bundesregierung*. (29. Mai 2017). Abgerufen am 27. Juni 2018 von <https://www.drogenbeauftragte.de/presse/pressekontakt-und-mitteilungen/2017/2017-2-quartal/ergebnisse-der-blick-studie-2017-vorgestellt.html?L=0>
- Full Dr. , R., & Ruf Dr., W. (2009). Chemische Experimente im kleinen Maßstab (Akademiebericht Nr. 426). (3. durchgesehene Auflage, ). Kardinal-von-Waldburg-Straße 6-7, D-89407 Dillingen a. d. Donau: Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung (ALP).
- htl.at*. (2015). Abgerufen am 27. Juni 2018 von [http://www.htl.at/fileadmin//content/Lehrplan/HTL\\_VO\\_262\\_2015/BGBl\\_II\\_Nr\\_262\\_2015\\_Anlage\\_1.13.pdf](http://www.htl.at/fileadmin//content/Lehrplan/HTL_VO_262_2015/BGBl_II_Nr_262_2015_Anlage_1.13.pdf)
- Müller, M. (26. 3 2015). Handyspektrometer für den Unterrichtseinsatz.
- Obendrauf, V. (24. Juni 2018). *More Small Scale Hands on Experiments For Easier Teaching And Learning*. Von Fachreferent Chemie bei der MB-Dienststelle Unterfranken: <https://www.fachreferent-chemie.de/experimente/microscale-experimente-versuche-mit-medizintechnik/> abgerufen
- Schmid, R. (2018). Mediensucht. Online unter <https://www.aerztezeitung.de/extras/druckansicht/?sid=931164&pid=941493> [08.06.2018].
- Schwägerl, M. (Juni 2018). Kommentar zum Runden Tisch zur Handynutzung. *Das Gymnasium in Bayern 2018 (Heft Nr. 6)*, 11.

## 8 ANHANG

Anhang: Anleitung Blaukrautindikator



Zuerst den Rotkohl mit dem Messer teilen.

Dann den Rotkohl  
in Möglichst kleine  
Streifen schneiden  
und in ein  
Becherglas geben.







Nun das Becherglas mit Wasser Befüllen und auf die Kochplatte stellen und den Rotkohl so lange kochen bis sich das Wasser möglichst stark verfärbt hat.



Nun den Inhalt des Becherglases in den Filter gießen und warten bis die gesamte Flüssigkeit in den Erlenmeyerkolben geflossen ist. Nun den Erlenmeyerkolben mit Parafilm abdecken und abkühlen lassen.

**Umfrage zur verfügbaren Handytechnik**

**18. September 2017**

Hinweis: Hier geht es nicht darum, wer das beste Handy hat, sondern es soll eine Liste erstellt werden, welches Handy auf welche Weise im **technischen** Unterricht eingesetzt werden könnte. Diese Liste soll lediglich als Überblick dienen.

**Handy-Typ:** \_\_\_\_\_

**Name, Klasse**

**Betriebssystem (Version):** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Sensoren**

	ja/nein bzw. Beschreibung	habe ich schon bewusst verwendet
Gyroskop (Drehwinkelsensor)		
Beschleunigungssensor		
Abstandssensor (Sprung)		
Abstandssensor linear		
Lichtstärke		
Magnetfeld		
Schwerkraft		
Druck		
sonstiges		

**Kameraoptionen**

	ja/nein bzw. Beschreibung	habe ich schon bewusst verwendet
Weißabgleich automatisch		
Weißabgleich manuell		
Belichtungseinstellung manuell		

--	--	--

**Videooutput an großen Bildschirm**

	ja/nein bzw. Beschreibung	habe ich schon bewusst verwendet
MHL (HDMI-Adapter)		
DLNA		
Miracast		
Screen Mirroring sonstige		

**Sonstiges bitte Rückseite des Blattes verwenden!**

**Abgabe der Hausübung bis Mittwoch 20.9.2017 ins Sekretariat → Fach rp Lehrerzimmer**

**Evaluierung durch Schulleitung / außenstehenden Kollegen im Chemie und Umwelttechnikunterricht der 5 HK im Rahmen des IMST – Projektes**

	Stimmt nicht	Stimmt eher nicht	Stimmt eher	Stimmt genau
Die SuS arbeiten mit großem Interesse an den ihnen zugeteilten Aufgaben.				
Die zugeteilten Aufgaben sind auch für Außenstehende erkenntlich.				
Es ist ersichtlich, dass die SuS sich für diesen Projektunterricht begeistern.				
Als Außenstehender erkennt man, dass die SuS mit den digitalen Medien verantwortungsbewusster umgehen, und diese auch so einsetzen.				
Die Unterrichtsatmosphäre wird als angenehm empfunden.				
Die SuS arbeiten im Team und ergänzen sich gegenseitig.				
Die verteilten Aufgaben lassen einen roten Faden innerhalb des Projektes erkennen.				
Die Unterrichtsatmosphäre ist lernförderlich.				
Ich habe das Gefühl, dass die SuS durch das Projekt den Lerninhalt Grenzflächenkondensation besser verstehen können.				
Das Projekt soll die SuS für das CUM begeistern. Das Ziel wurde erreicht.				
Die Form des freien Unterrichts ist eine sinnvolle Abwechslung vom Standard.				
Alle SuS sind im Projekt mit dabei.				

Was mir sonst noch aufgefallen ist:

**Evaluierung durch SuS im Chemie und Umwelttechnikunterricht der 5 HK / 2HK im Rahmen des IMST – Projektes**

	Stimmt nicht	Stimmt eher nicht	Stimmt eher	Stimmt genau
Das Projekt hat mich von Anfang interessiert.				
Uns wurde das Ziel des Projektes, nämlich die Begeisterung der SuS für den CUM zu erhöhen, deutlich gemacht.				
Dieses Ziel wurde durch das Projekt erreicht.				
Das Projekt hat mir geholfen, bestimmte Lerninhalte (Grenzflächenkondensation) des CUM-Unterrichtes besser zu verstehen.				
Ich empfinde das Projekt als unnötige und störende Ablenkung vom eigentlichen Unterricht.				
Ich würde ein solches Projekt gerne wiederholen.				
Mein Fokus auf den Umgang mit digitalen Medien hat sich verschoben: weg vom Spielzeug hin zum Werkzeug.				
Das Projekt hat den Teamgeist innerhalb unserer Klasse gestärkt.				
Die Aufgabenaufteilung war eindeutig.				
Die Unterrichtsatmosphäre ist lernfördernd.				

Was ist mir sonst noch aufgefallen?

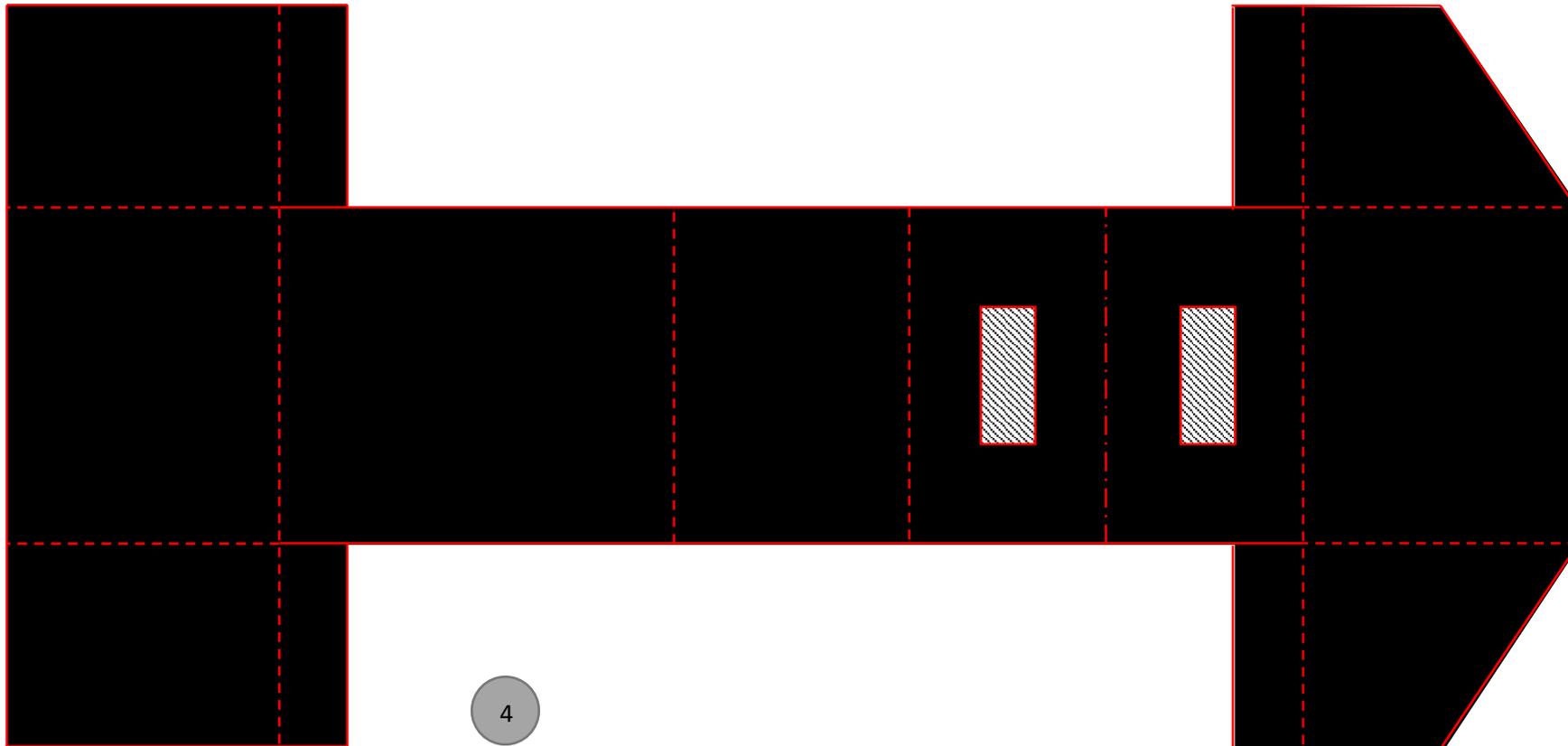
Anhang : Ausschneidebogen für den Spektroskop-Aufsatz für Smartphones

Teil 4:  
ausschneiden und mit  
Rückseite auf Karton  
aufkleben

Schraffierte Flächen  
mit Cutter  
ausschneiden

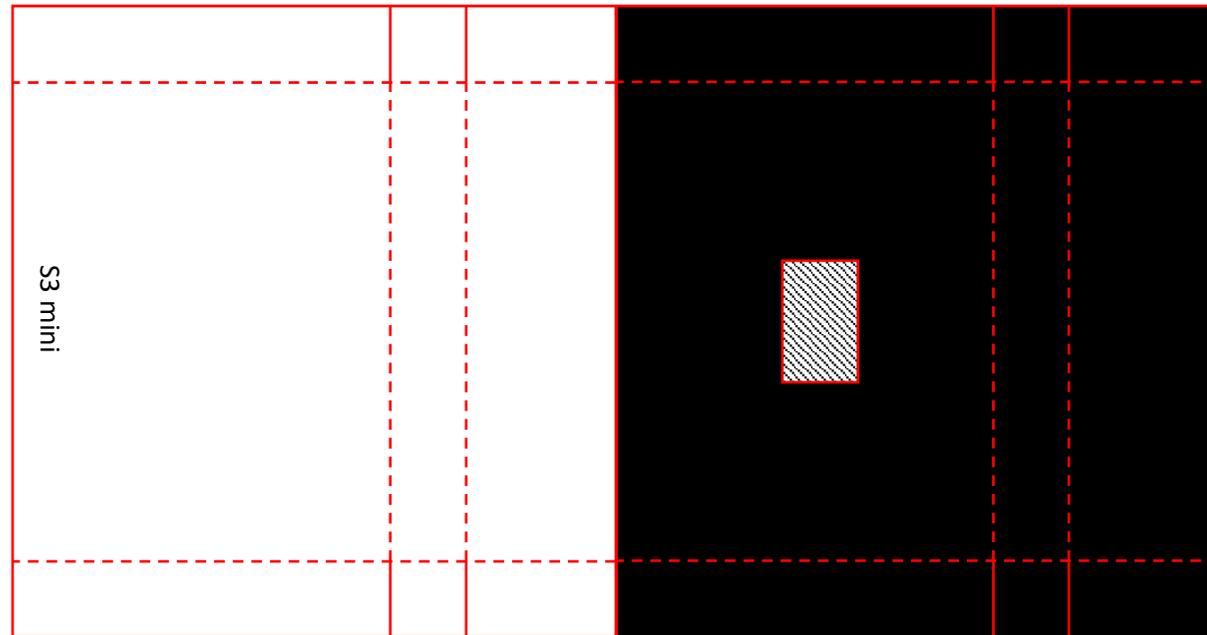
an gestrichelten  
Linien nach innen  
knicken

an strichpunktierten  
Linien nach außen  
knicken



4

Innenteil mi Blenden zur Minimierung von Reflexionen



Teil 3:  
ausschneiden und mit  
Rückseite auf Karton  
aufkleben

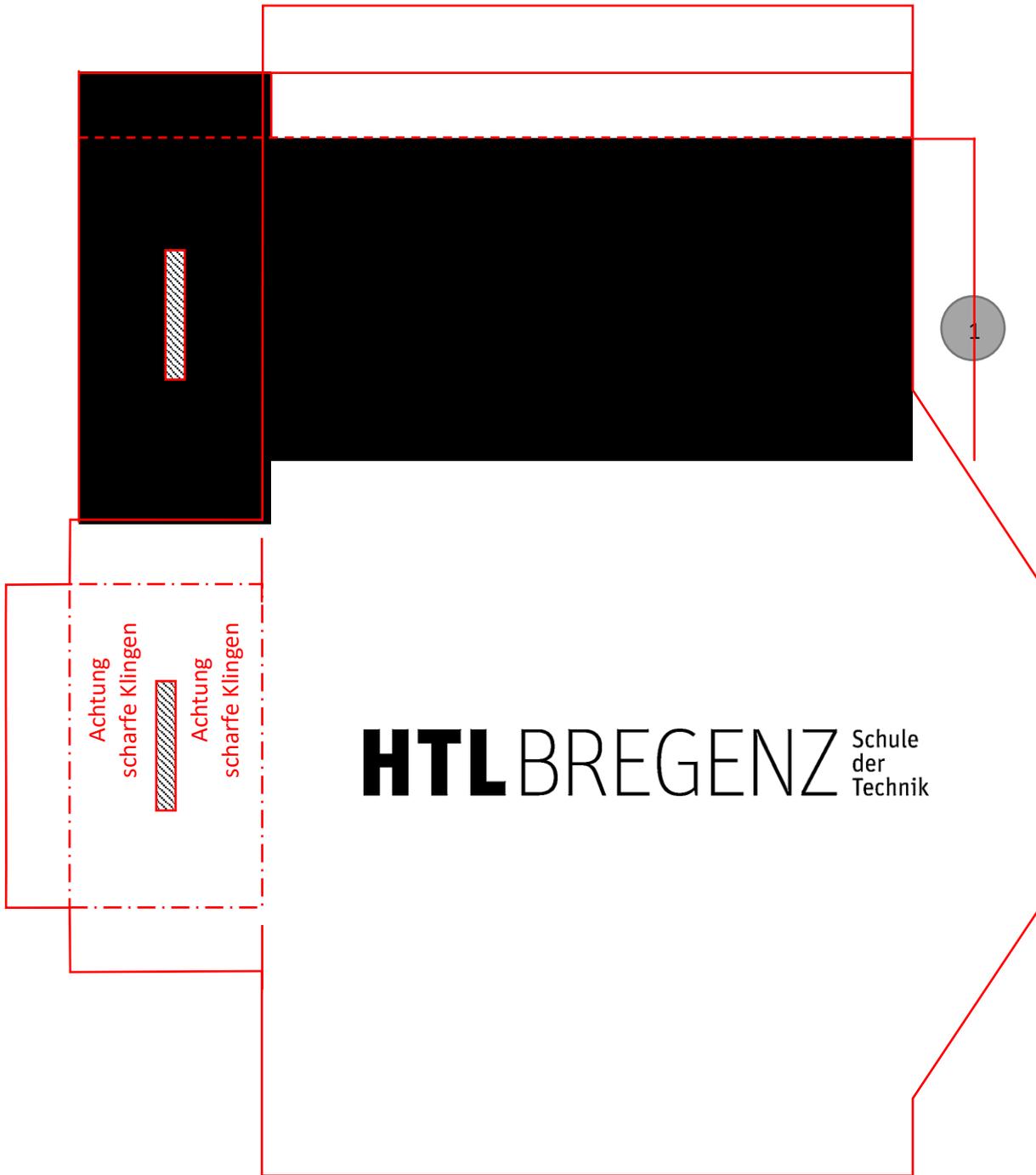
an gestrichelten  
Linien nach innen  
knicken

an strichpunktierten  
Linien nach außen  
knicken

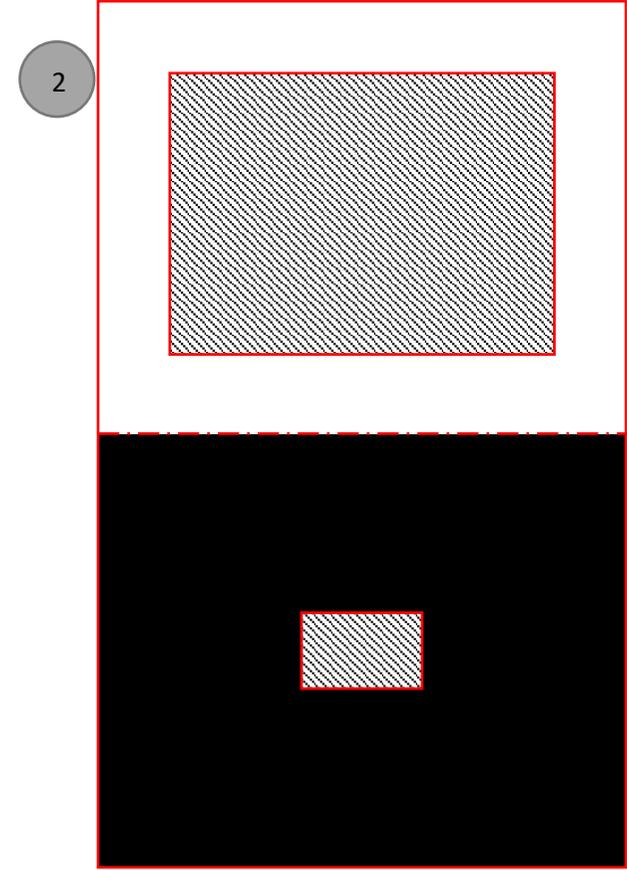
Schraffierte Flächen  
mit Cutter  
ausschneiden

4

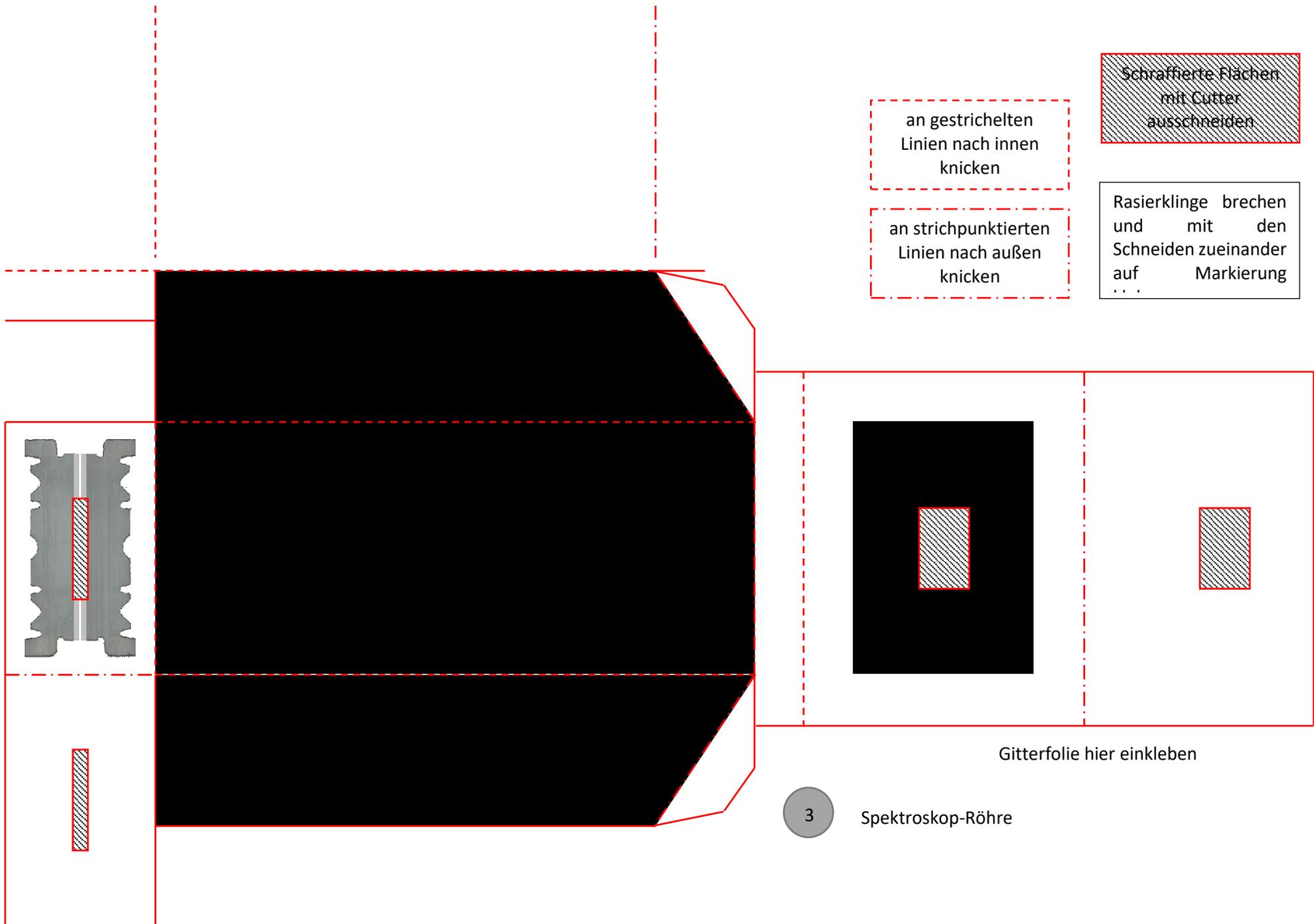
Aufsatz passend für Samsung S3 mini



- Teile 1 ausschneiden
  - Teil 3: ausschneiden und mit Rückseite auf Karton aufkleben
  - rote Flächen Cutter schneiden
  - strichelten Linien nach innen knicken
  - an strichpunktieren Linien nach außen knicken
- Verzierungen zum Bekleben des Spektroskops



Verzierung zum Bekleben des Spektroskops



an gestrichelten  
Linien nach innen  
knicken

an strichpunktierten  
Linien nach außen  
knicken

Schraffierte Flächen  
mit Cutter  
ausschneiden

Rasierklinge brechen  
und mit den  
Schneiden zueinander  
auf Markierung  
...

Gitterfolie hier einkleben