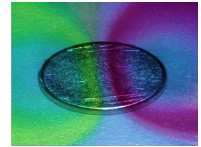




IMST – Innovationen machen Schulen Top

Themenprogramm: Kompetenzen im mathematischen
und naturwissenschaftlichen Unterricht



FÄCHERÜBERGREIFENDER UNTERRICHT BIOLOGIE - CHEMIE IN DER OBERSTUFE: FORSCHENDES LERNEN ZUM THEMA BODEN

ID 1868

Stefanie Tausig

**BRGORG 15,
Henriettenplatz 6, 1150 Wien**

Wien, Juli, 2016

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS.....	2
ABSTRACT.....	3
VORWORT.....	4
1 AUSGANGSSITUATION.....	5
2 ZIELE 6	
3 PLANUNG UND DURCHFÜHRUNG.....	8
4 DATEN UND ERGEBNISSE.....	15
5 EVALUATION.....	21
6 LITERATUR.....	22
7 ANHANG.....	23
ERKLÄRUNG.....	42

ABSTRACT

Das Projekt wurde in einer 7. Klasse am BRGORG 15 Henriettenplatz Wien fächerübergreifend in Biologie und Chemie durchgeführt. Im Rahmen des Projekts wurden Kompetenzen im Bereich Forschen/Experimentieren in einer abgestuften Folge von Aktivitäten zum Thema Boden entwickelt. Ausgehend vom Film „Der Marsianer“ sollten die SchülerInnen, analog zur Situation des gestrandeten Astronauten, Vogelsand mit organischen Materialien anreichern um Bohnen zu ziehen. In dieser stark strukturierten Forschungsaufgabe waren die Fragestellung und die Untersuchungsmethode vorgegeben, nur die Ergebnisinterpretation stand den SchülerInnen offen. Ausgehend von dieser Basis sollten die SchülerInnen durch eine Reihe von Scaffolding-Maßnahmen wie Referate, einer Exkursion und Arbeitsblättern (zB zu den SMART-Kriterien) zum eigenständigen Formulieren von Forschungsfragen hingeführt werden. In weiterer Folge war in Gruppen ein komplett eigenständiges Forschungsprojekt mit selbstständig formulierter Frage, selbstgewählter Methode und eigener Ergebnisinterpretation zum Thema Boden zu planen.

Bei der Evaluation zeigte sich, dass die Gruppen nach der Unterrichtssequenz erfolgreich Forschungsfragen formulieren konnten und geeignete Methoden zu ihrer Beantwortung wählten. Im Verlauf des Projekts wurde aber auch augenscheinlich, dass für vermeintlich einfachere Kompetenzen wie „Beobachtungen interpretieren“ Lernhilfen benötigt werden.

Impressum

<i>Schulstufe:</i>	11. Schulstufe
<i>Fächer:</i>	Chemie, Biologie
<i>Kontaktperson:</i>	Mag. Stefanie Tausig
<i>Kontaktadresse:</i>	BRGORG15, Henriettenplatz 6; 1050 Wien
<i>MitarbeiterInnen</i>	MMag. Julia Marsik

VORWORT

Der Boden, seine Zusammensetzung und Vielfalt, sowie die chemischen und biologischen Prozesse die zur Entstehung oder zum Abbau verschiedener Böden beitragen, oder kontinuierlich darin ablaufen, sind hochinteressant, aber auch hoch komplex. Es ist auch für Studierende nicht immer leicht alle Zusammenhänge zu erfassen und zu verstehen. Eigenständiges Arbeiten und das Suchen nach eigenen Antworten auf eigene Fragen ist eine Möglichkeit, einen Weg durch diese schwierige Materie zu finden.

Wir möchten uns bei Johannes Tintner und Ena Smith von der Universität für Bodenkultur Wien bedanken, die uns an einem interessanten Tag im Wald die Faszination Boden näher gebracht haben.

1 AUSGANGSSITUATION

Im vorhergehenden Schuljahr war in einer siebenten Klasse ein Projekt zum Thema Boden durchgeführt worden, bei dem eine Frage zu stellen und durch Internetrecherche zu beantworten gewesen war. Dabei hatte sich gezeigt, dass mehr als die Hälfte der Klasse diesen Teil der (beurteilungsrelevanten) Projektarbeit einfach weggelassen hatte, bzw. nur Ergebnisse einer Recherche präsentiert hatte, aber ohne vorangestellte Frage. Von den abgegebenen Fragen waren einige entweder das Resultat von Teamwork, oder abgeschrieben. Insgesamt hatte es nur drei verschiedene Fragestellungen gegeben.

In einem anderen Zusammenhang hatte sich außerdem herausgestellt, dass die Klasse Schwierigkeiten damit hatte, Daten einer Untersuchung zu interpretieren, um eine Forschungsfrage zu beantworten. Die Klasse hatte im Rahmen einer Exkursion zum Wienfluss Wasserproben mit dem Merck Wasseranalysekit untersucht. Jede Gruppe hatte einen Parameter zur Bestimmung erhalten und sollte nachher in einem Referat die durchgeführte Untersuchung beschreiben und anhand ihrer Versuchsergebnisse die Wasserqualität des Wienflusses bewerten. Grenzwerte dazu waren aus der Trinkwasserverordnung oder aus dem Zusatzheft zum Wasseranalysekit zu entnehmen. In nur einem von sieben Referaten war diese geforderte Bewertung gemacht worden. Zwei weitere Gruppen reichten ihre Bewertung nach Aufforderung nach.

Weiters hatten die Erfahrungen des letzten Jahres mit dem ersten Durchgang der vorwissenschaftlichen Arbeit gezeigt, dass viele Schülerinnen und Schüler beim Formulieren ihrer Fragestellung viel Unterstützung durch die betreuenden Lehrkräfte benötigen. Die Lehrkräfte aller Fächer sind dazu angehalten, Kompetenzen, die für das Schreiben der VWA notwendig sind, zu fördern.

Im vorliegende IMST-Projekt wurde nach einer Möglichkeit gesucht, die SchülerInnen im naturwissenschaftlichen Bereich in den genannten Kompetenzen zu fördern. So übten die SchülerInnen das Sammeln und Auswerten von Daten in einer Projektaufgabe zum Wachstum von Bohnen und schrieben dazu einen Bericht. In weiterer Folge lernten sie eigene Forschungsfragen zu formulieren, diese anhand der SMART-Kriterien zu bewerten und passende Methoden zur Beantwortung der Frage zu finden.

Das Projekt wurde in der 7a des BRGORG Henriettenplatz in Wien 15 fächerübergreifend in den Fächern Chemie und Biologie durchgeführt. Die Klasse ist eine Klasse des grundständigen naturwissenschaftlichen Zweigs des Realgymnasiums, das heißt es werden in den Fächern Physik und Biologie Schularbeiten geschrieben. Die Klasse hat bereits in der Unterstufe an IMST-Projekten (die keine direkten Vorgängerprojekte dieses Projekts sind) teilgenommen, und kann als naturwissenschaftlich interessiert bezeichnet werden. So gibt es in dieser Klasse zum Beispiel 7 Vorwissenschaftliche Arbeiten mit naturwissenschaftlichen Themenstellungen, was ein deutlich höherer Anteil im Vergleich zu den anderen 7. Klassen ist¹.

Die Klasse in Zahlen:

Schulstufe	Klasse	Mädchen	Burschen	Gesamtanzahl SchülerInnen
11	7a	12	9	21

¹ Daten von der Koordinatorin für die VWA zur Verfügung gestellt.

2 ZIELE

2.1 Ziele auf SchülerInnen-Ebene

2.1.1 Fachliche Kompetenzen

In unserem Projekt verwendeten wir das der neuen Reifeprüfung zugrunde liegende Kompetenzmodell für das Fach Chemie (BMBF, 2012). Innerhalb dieses Kompetenzmodells waren vor allem folgende Teilkompetenzen aus dem „Handlungsbereich Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren“ für unser Projekt relevant:

Ich kann einzeln oder im Team...

- *EO 1 ... zu naturwissenschaftlichen Fragen, Vermutungen und Problemstellungen eine passende Untersuchung (Beobachtung, Messung, Experiment, ...) durchführen und protokollieren.*
- *EO 2 ... Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren.*
- *EO 3 ... zu naturwissenschaftlichen Fragen, Vermutungen und Problemstellungen eine passende Untersuchung (Beobachtung, Messung, Experiment, ...) planen*
- *EO 5 ... zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik **Fragen stellen**, Vermutungen aufstellen und Problemstellungen definieren, **die mit Hilfe naturwissenschaftlicher Kenntnisse und Untersuchungen bearbeitet bzw. überprüft** werden können*
- *EO 7 ... die Relevanz von Untersuchungsergebnissen im Hinblick auf eine **konkrete Frage**, Vermutung oder Problemstellung einschätzen (BMBF, 2012: 6; Hervorhebungen hinzugefügt)*

Dieser Handlungsbereich war für das Projekt besonders wichtig. Die Schülerinnen und Schüler sollten zum Thema Boden eigenständig eine Forschungsfrage entwickeln, dazu einen Versuch planen, Daten sammeln und diese protokollieren. Sie sollten ihre Arbeit dokumentieren und ihre Frage beantworten. Die Schwierigkeit dieser Aufgabe ist aufgrund der Eigenständigkeit und des Umfangs auf Niveau II anzusetzen.

Im Arbeitsprozess, zum Beispiel beim Finden der Fragestellung, sollten auch Kompetenzen aus dem Handlungsbereich „Konsequenzen ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln“ gefördert werden:

Ich kann einzeln oder im Team ...

- *KO2 ... **naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Fragestellungen** und Argumentationen **unterscheiden**.*
- *KO 5 ... einen Problemlöseprozess kritisch reflektieren und gegebenenfalls alternative Strategien entwickeln. (BMBF, 2012: 8; Hervorhebungen hinzugefügt)*

Für die Evaluation sollten die Kompetenzen die mit dem Formulieren einer Forschungsfrage zusammenhängen (siehe fette Hervorhebungen) herausgegriffen wer-

den. Zusammenfassend lässt sich folgende für das Projekt maßgebliche Kompetenz formulieren:

Ich kann einzeln oder im Team eine fachlich relevante, konkrete und überprüfbare Fragestellung formulieren und die zu ihrer Beantwortung notwendigen Schritte planen und durchführen. Ich kann diesen Prozess in (inhaltlich und sprachlich) angemessener Weise dokumentieren.

Im konkreten Fall bedeutete das, dass die Schülerinnen und Schüler selbst eine Forschungsfrage entwickeln und diese in weiterer Folge anhand der SMART-Kriterien bewerten sollten. Dadurch sollten sie erkennen, ob es in ihrem Projekt aufgrund einer ungeeigneten Fragestellung zu Schwierigkeiten kommen könnte.

Daraus ergab sich für das vorliegende IMST-Projekt folgendes Design:

Hypothese: Im vorangegangenen Schuljahr wurden Forschungsfragen nicht – oder nicht eigenständig – gestellt, weil die Schüler und Schülerinnen von der Aufgabenstellung überfordert waren und zu wenige Strategien kannten, um selbst zu einer geeigneten Frage zu kommen. Überforderung und Mangel an Strategien führt weiters dazu, dass gestellte Fragen nicht befriedigend beantwortet werden können.

Ziel: Die Schülerinnen und Schüler sollen in ihrer Fragestellungskompetenz gefördert und unterstützt werden.

Indikator: Am Ende des Schuljahres haben alle Schülerinnen und Schüler eine eigenständige, den SMART-Kriterien entsprechende Forschungsfrage gestellt und dazu eine Untersuchung, die diese Frage beantworten kann, entwickelt.

2.2 Ziele auf LehrerInnen-Ebene

Aus diesen auf die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler bezogenen Zielen ergab sich für die Lehrpersonen die folgende Zielsetzung:

Als Team entwickeln wir Materialien, die die Schülerinnen und Schüler dabei unterstützen eine konkrete, für eigenständige Untersuchungen geeignete Fragestellung zu formulieren. Diese Materialien stellen wir dem gesamten Kollegium zur Verfügung, um die Vorbereitung auf die vorwissenschaftliche Arbeit im Unterricht zu fördern.

3 PLANUNG UND DURCHFÜHRUNG

3.1 Theoretische Planung

Als erster Schritt bei der Planung des Projekts stand eine Analyse der Ursachen für die schlechten Resultate der letztjährigen Klasse. Als mögliche Hürden für das erfolgreiche Stellen oder Beantworten einer Forschungsfrage kamen folgende Faktoren in Frage:

- Überforderung durch den Umfang und die Komplexität des Arbeitsauftrags
- Überforderung wegen mangelndem fachlichen Grundwissen bzw. Methodenwissen
- sprachliche Schwierigkeiten
- geringe Leistungsbereitschaft und Motivation seitens der SchülerInnen

Auf Basis der im Folgenden kurz zusammengefassten Literatur wurde eine Abfolge von Maßnahmen geplant, die diese Schwierigkeiten ausräumen sollten:

Forschendes Lernen (inquiry-based learning) (Abrams, et. al. (2008), Blanchard et. al (2010)) ermöglicht SchülerInnen nicht nur Fachwissen, sondern auch Wissen über die Methoden und Abläufe der Wissenschaft (entsprechend der Handlungsdimension des Kompetenzmodells für die Oberstufe (BMBF (2008)), (teilweise) selbst gesteuert zu erwerben. Es gibt viele Varianten des forschenden Lernens, die sich nach dem Grad der Autonomie der SchülerInnen in folgendes Stufenmodell einteilen lassen (Blanchard et. al (2010), Übersetzung aus Abels und Lembens (2015)):

	Fragestellung	Methodenwahl	Interpretation
Level 0: bestätigend	durch LehrerIn	durch LehrerIn	durch LehrerIn
Level 1: strukturiert	durch LehrerIn	durch LehrerIn	durch SchülerIn
Level 2: begleitet	durch LehrerIn	durch SchülerIn	durch SchülerIn
Level 3: offen	durch SchülerIn	durch SchülerIn	durch SchülerIn

Level 0 ist also ein Nacharbeiten eines vorgegebene Rezepts bei dem Fragestellung, Methodenwahl und Interpretation der gesammelten Daten durch die Lehrkraft bestimmt sind. Forschendes Lernen auf dem Level 1 entspricht am ehesten dem klassischen Schulversuch bei dem nach Versuchsanleitung gearbeitet wird, die Interpretation der gemachten Beobachtungen aber den SchülerInnen überlassen bleibt. Level 2 überlässt zusätzlich noch die Methodenwahl den Lernenden, während auf Level 3 der komplette Arbeitsprozess beginnend bei der Fragestellung unter der Kontrolle der SchülerInnen steht. Generell wird das eigenständige Formulieren von geeigneten Fragestellungen als besonders schwierig betrachtet, weswegen viele Untersuchungen zum forschenden Lernen auf Level 2 verbleiben (Blanchard et. al (2010), Abels und Lembens (2015)). Abels und Lembens (2015) empfehlen daher, Aufgaben auf niedrigen Levels nicht wegzulassen, sondern zum Aufbau von Kompetenzen, zum Beispiel im Bereich „Erkenntnisse gewinnen“, zu nutzen. Entsprechend dieser Empfehlung wurden in diesem Projekt die Forschungsaufgaben für die Klasse zuerst auf Level 1 gehalten und dann auf Level 3 gesteigert. Zusätzlich war der Einsatz von Scaffolding-Materialien geplant, um die SchülerInnen beim Formulieren von Fragen zu unterstützen. Scaffolding ist ein von Vygotsky (1934) und Wood und Bruner (1978) geprägter Begriff und meint den Einsatz von gestaffelten Hilfsmitteln, die die SchülerInnen beim Finden einer richtigen Lösung unterstützen sollen. Die Metapher des Gerüsts basiert auf der Vorstellung, dass Lernende durch genau bemessene Unterstützung Leistungen erbrin-

gen können, zu denen sie aus Eigenem noch nicht imstande sind. Derartige unterstützende Materialien sind in der Beschreibung der verschiedenen Levels durch Abrams (2007) explizit erwähnt und beeinflussen die Zuordnung einer Aufgabe zu einer bestimmten Stufe nicht.

Blanchard et. al (2010) stellten ebenfalls fest, dass das optimale Level einer Forschungsaufgabe vom vorhandenen Fachwissen und den bereits erworbenen Handlungskompetenzen abhängt (Blanchard et. al (2010), S. 609). Um die Projektklasse also mit einem Sprung von einer Aufgabe auf Level 1 zu Level 3 nicht zu überfordern, wurde eine Phase des Wissenserwerbs mit Referaten zu verschiedenen Untersuchungsmethoden und einer Exkursion eingeplant.

In dieser Phase sollte auch der sprachliche Aspekt berücksichtigt werden. Kaufmann (2016) beschreibt die enge sprachliche Beziehung zwischen Fragestellung und gewählter Untersuchungsmethode (qualitativ, halb-quantitativ, quantitativ) und weist auf die Notwendigkeit eines expliziten Unterrichts der Grammatik von Forschungsfragen (vor allem im Deutsch als Zweitsprache-Kontext) hin. So beschreibt der Autor (ebenda, S. 8) eine Übung in der Versuchsbeschreibungen und Beobachtungen eine entsprechende Frage zugeordnet werden musste. In Abwandlung dieser Übung sollten die SchülerInnen zu vorgestellten Methoden Fragen formulieren, die durch diese Methode bearbeitet werden könnten. Die Messmethoden wurden in Referaten von SchülerInnen vorgestellt und demonstriert und die Fragen unmittelbar nach dem Referat eingesammelt. Die Fragen mussten dann durch die Lehrkraft kontrolliert und kommentiert werden. Als weiteres Hilfsmittel zur Formulierung von Forschungsfragen waren die SMART-Kriterien vorgesehen, die schon von Götsch (2015) erfolgreich für die Entwicklung von eigenständigen Forschungsfragen eingesetzt wurden.

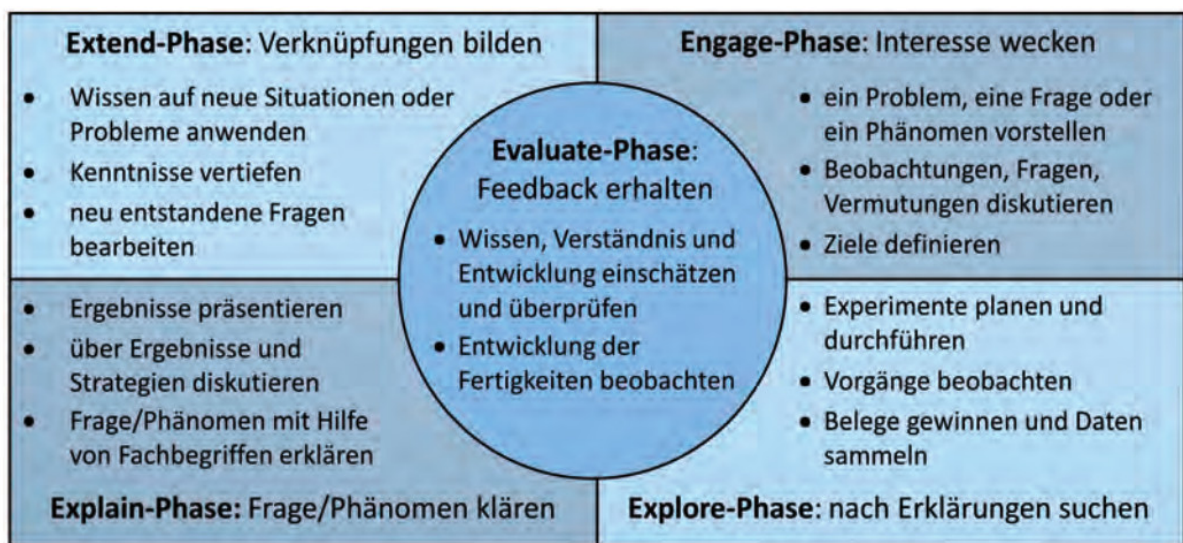


Abbildung 1: aus Hofer, Abel und Lembens (2016), S. 4

Zur Planung der kompletten Sequenz wurde das 5E-Modell herangezogen. Hofer, Abel und Lembens (2016) beschreiben das 5E-Modell nach Bybee (2009) als eine Grundlage für den Aufbau und die Planung von Unterrichtseinheiten zum forschenden Lernen. Dabei wird die Unterrichtssequenz in 5 Phasen (englisch: Engage, Explore, Explain, Extend, alle begleitet von einer Evaluate-Phase) geteilt.

Lembens und Abels (2015) nützen dieses Modell in ihrem TEMI²-Projekt zur Planung von Einheiten zum forschenden Lernen. Dabei legen sie besonderen Wert auf die Engage-Phase am Beginn der Sequenz. Hier soll das Interesse der SchülerInnen durch ein besonderes Schauexperiment oder eine spannende Geschichte geweckt werden. Ein Problem wird entdeckt und Fragen entstehen. In der Explore-Phase forschen die SchülerInnen, planen Experimente, beobachten und sammeln Daten um die Fragestellung aus der ersten Phase zu bearbeiten. In der Explain-Phase werden die zuvor gesammel-

² TEMI = Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated

ten Daten präsentiert und die Frage beantwortet. Zu diesem Zeitpunkt kann es auch zusätzlichen fachlichen Input geben. In der Extend-Phase wird das erworbene Wissen durch neue Aufgaben (Transfer) verfestigt. Jeder dieser Phasen ist eine Evaluate-Phase nachgestellt in der die Lehrperson den Lernprozess der Gruppe evaluiert und gegebenenfalls steuernd eingreift.

Auch das vorliegende Projekt sollte mit einer faszinierenden Engage-Phase starten. Kubli (2005) empfiehlt die Einbettung von naturwissenschaftlichem Fachwissen in ein spannendes Narrativ um das Interesse der SchülerInnen an der Beantwortung von Fragen, die durch diese Geschichte in den ZuhörerInnen geweckt werden, wach zuhalten. Wir wählten die Filme „Landraub“ und „Der Marsianer“ als unseren Einstieg zum Thema Boden.

Die folgende Übersicht stellt die zeitliche Abfolge der geplanten Projektphasen dar. Eine genaue Beschreibung der einzelnen Aktivitäten erfolgt im nächsten Kapitel.

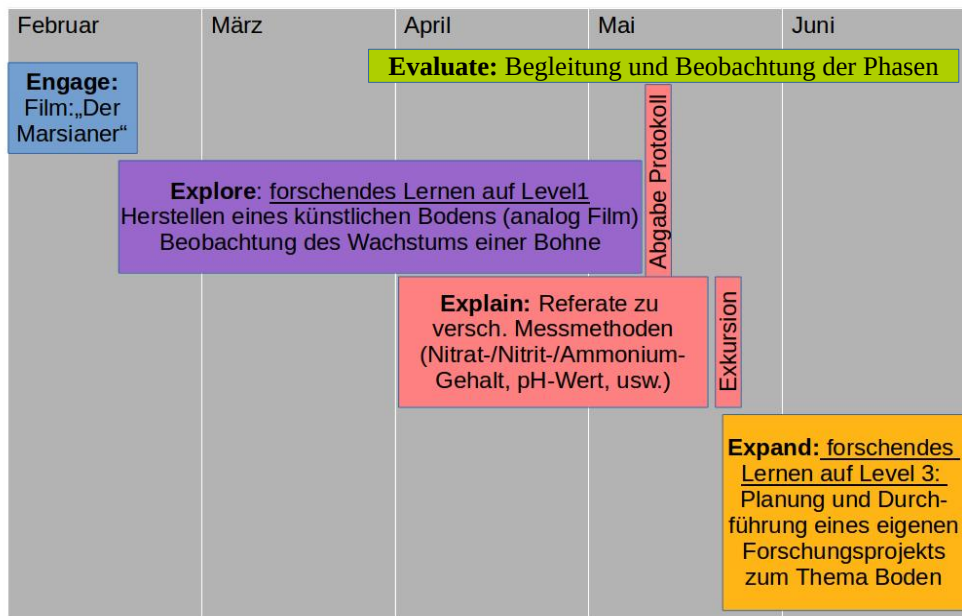


Abbildung 2: Zeitplan

Abweichungen von dieser Planung ergaben sich aus Zeitmangel. Aus mehreren Gründen verschoben sich fast alle Einheiten des Projekts Richtung Schuljahresende, sodass die eigentliche eigenständige Forschungsarbeit nur noch als theoretischer Projektplan in die Beurteilung miteinbezogen werden konnte. Die praktische Umsetzung des Forschungsprojekts in der Expand-Phase fiel bereits in die Zeit kurz vor der Zeugnisverteilung und wurde deswegen auch nicht fertiggestellt. Außerdem hatten fast alle SchülerInnen ihren selbst hergestellten Boden wegen unangenehmer Gerüche, Schimmel oder Schädlingsbefall bereits entsorgt. Viele der erarbeiteten Forschungsfragen konnten daher mangels Probe nicht beantwortet werden.

Zusätzlich habe ich die Projektklasse in der Auswertung ihrer eigenen Arbeiten nach den Fragestellungen des IMST Projekts mitarbeiten lassen.³ Dies geschah aus zwei Gründen: Erstens fragten mich beim Ausfüllen des Fragebogens zur IMST Begleitforschung zwei Schülerinnen nach dem Zweck des Projekts und warum ich das eigentlich mache. Zweitens war diese zusätzliche Übung zum Auswerten von Daten eine Reaktion auf die Evaluierung der abgegebenen Protokolle. Warum dies nötig war, wird

³Arbeitsblatt siehe Anhang

im Kapitel „Ergebnisse“ besprochen. Beim Auswerten kam es zu einigen interessanten Diskussionen und Ergebnissen, die im Evaluationsteil beschrieben sind.

Als Maßnahme zu Gender und Diversität wurden in diesem Projekt alle Daten nach Geschlechtern getrennt erhoben und ausgewertet.

3.2 Durchführung: Beschreibung der einzelnen Aufgaben

3.2.1 Engage-Phase: Film „Der Marsianer“

Im Biologieunterricht sah die Klasse den Film „Der Marsianer“. In diesem Film wird der Astronaut Mark Watney nach einem Unfall alleine auf dem Mars zurückgelassen. Durch den Anbau von Kartoffeln in mit Fäkalien angereichertem Marsgestein schafft es der Botaniker sein Überleben zu sichern. Die größten Probleme beim Ackerbau hat Mark Watney allerdings mit der Wasserversorgung seiner Pflanzen, denn seine einzige Möglichkeit Wasser auf dem Mars zu erzeugen, ist die Knallgasreaktion...



Abbildung 3: Szene aus "Der Marsianer"



Abbildung 4: Schülerinnen erhalten ihre Bohnen

3.2.2 Explore-Phase: Forschungsprojekt zum Bohnenwachstum auf Level 1

Nachdem die SchülerInnen den Film gesehen hatten, erhielten sie ein Arbeitsblatt⁴ das die sehr offene Frage „Was brauchen Samen um optimal wachsen zu können?“ und eine Arbeitsanleitung zur Durchführung eines Pflanzenwachstumsexperiments. Der Auftrag war Feuerbohnen in Vogelsand zum Wachsen zu bringen. Analog zur Situation Mark Watneys auf dem Mars, war es die Aufgabe der SchülerInnen organischen Dünger,

Wasser oder andere Substanzen zuzufügen, um die Bohnen anzubauen. Es wurde explizit vorgegeben, welche Größen im Protokoll beobachtet werden sollten, aber die SchülerInnen hatten die freie Wahl im Bezug auf die Art und Menge der verwendeten Stoffe. Die Durchführung der Untersuchung fiel in die Explore-Phase, das Schreiben des Protokolls, in dem die gesammelten Daten interpretiert werden sollten, war nach dem 5E-Modell aber bereits Teil der Explain-Phase.

Nach dem Kompetenzmodell der Oberstufe (BMBF, 2012) wurden in dieser Phase vor allem Kompetenzen aus dem Bereich *Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren* gefördert. Die Deskriptoren EO1, EO2, EO5 und EO6, bei denen es um das Durchführen und Planen von Versuchen, sowie das Interpretieren von Daten geht, standen dabei im Vordergrund.

3.2.3 Explain-Phase: Referate und Exkursion

In dieser Phase ging es darum, zusätzliches Fachwissen zu erwerben, um für die Anforderungen der nächsten Phase gerüstet zu sein. Die SchülerInnen hielten in 2er- oder 3er-Gruppen Referate über die verschiedenen Untersuchungen, die in den Kompaktlaboren „Wasser“⁵ und „Boden“⁶ vorhanden waren. Die SchülerInnen hatten in einer Stunde die Gelegenheit ihre Methode auszuprobieren. Im Referat sollten die Methoden demonstriert werden und die chemischen Hintergründe der Methode sowie die Bedeutung des untersuchten Parameters für die Umwelt (Quellen für diesen Stoff, mögliche Gefahren, Bedeutung für die Landwirtschaft, ...) erläutert werden. Die ZuhörerInnen mussten zu jedem Referat ein Arbeitsblatt⁷ ausfüllen auf dem mindestens 2 Fragen, zu stellen waren. Die Fragen sollten durch die vorgestellte Methode beantwortbar sein. Diese Arbeitsblätter wurden abgesammelt, die Fragen kontrolliert und kommentiert.

Bei der waldpädagogischen Exkursion nach Kleinmariazell wurden wir von zwei Wissenschaftlern der Universität für Bodenkultur zum Thema „Chemie im Wald“ begleitet. Wir besichtigten ein oxidierendes und ein reduzierendes Bodenprofil, lernten Kalkgestein von Silikaten mit Salzsäure zu unterscheiden, führten einen Versuch zur Ionenaustauscherwirkung des Bodens durch und bestimmten den pH-Wert, den Nitrat- und Nitritgehalt eines Waldtümpels.



Abbildung 5: Vogelsand und Bohnen

3.2.4 Expand-Phase: Entwickeln eines eigenen Forschungsprojekts auf Level 3

Abschließend ging es darum eine eigene Fragestellung zu entwickeln. Ausgehend von dieser Forschungsfrage war ein Projektplan mit Fragestellung, Methodenbe-

⁵Aquamerck 11151 Kompaktlabor für Wasseruntersuchungen: Bestimmung von Ammonium, Carbonathärte (SBV), Gesamthärte (und Resthärte), Nitrat, Nitrit, pH, Phosphat, Sauerstoff und Sauerstoff-Zehrung

⁶AgroQuant Kompaktlabor: pH-, Nitrat- und Ammoniumstickstoffbestimmungen in Böden, Humusgehalt

⁷Siehe Anhang

schreibung, und Zeitplan, abzugeben. Die Formulierung der Lernaufgabe zur Entwicklung einer Forschungsfrage ist dem folgenden Arbeitsblatt (adaptiert nach Götsch (2015)) zu entnehmen. Insgesamt wurde eine Unterrichtseinheit für die ersten 2 Aufgabenstellungen verwendet, der Projektplan war in der darauf folgenden Stunde abzugeben. Ausgehend von diesem Projektplan sollte dann das Experiment durchgeführt werden und ein Protokoll verfasst werden. Wie bereits erwähnt, entfiel die praktische Durchführung aber.

Plant euer eigenes Forschungsprojekt

- 1) Einzelphase: Überlege wie du einen Zusammenhang zwischen deinem Bohnenprojekt und deinem chemischen Wissen über Boden herstellen kannst. Überlege dir mögliche Forschungsfragen und formuliere diese schriftlich:
- 2) Gruppenphase: Bildet 4er Gruppen, diskutiert eure Forschungsfragen und überlegt euch eventuell neue. Überprüft ob eure Forschungsfragen den SMART-Zielen (siehe unten) entsprechen. Schreibt eure fertigen Forschungsfragen auf.
- 3) Plant ein Forschungsprojekt mit dem ihr eure Forschungsfrage beantworten könnt. Überlegt wie ihr Daten erheben und auswerten wollt, welche Experimente nötig sind und welches Material und wie viel Zeit ihr dafür benötigt. Gebt euren Projektplan ab.

SMART-Kriterien:

	englisch	deutsch	Erklärung	Kriterium erfüllt?		
				F1	F2	F3
S	Specific	Spezifisch	Ziele müssen eindeutig definiert sein (nicht vage, sondern so präzise wie möglich).	○	○	○
M	Measurable	Messbar	Ziele müssen messbar sein (Messbarkeitskriterien).	○	○	○
A	Accepted	Ausführbar (Erreichbar)	Ziele müssen von den Empfängern akzeptiert werden/sein (auch: angemessen, attraktiv oder anspruchsvoll).	○	○	○
R	Realistic	Realistisch	Ziele müssen möglich sein.	○	○	○
T	Timely	Terminierbar	Zu jedem Ziel gehört eine klare Terminvorgabe, bis wann das Ziel erreicht sein muss.	○	○	○

Durch diese Aufgabe sollten vor allem folgende Kompetenzen gefördert werden:

EO 3 ... zu naturwissenschaftlichen Fragen, Vermutungen und Problemstellungen eine passende Untersuchung (Beobachtung, Messung, Experiment, ...) planen

EO 5 ... zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen, Vermutungen aufstellen und Problemstellungen definieren, die mit Hilfe naturwis-

senschaftlicher Kenntnisse und Untersuchungen bearbeitet bzw. überprüft werden können (BMBF, 2012, S.8)



Abbildung 6: Exkursion in Kleinmariazell



Abbildung 7: pH-Wert Messung

4 DATEN UND ERGEBNISSE

4.1 Projektbericht zum Thema Bohnenwachstum, forschendes Lernen auf Level 1

Bei dieser Aufgabenstellung lag der Fokus auf folgender Kompetenz:

- EO 1 ... zu naturwissenschaftlichen Fragen, Vermutungen und Problemstellungen eine passende Untersuchung (Beobachtung, Messung, Experiment, ...) durchführen und protokollieren. (BMBF, 2013, S. 8)

Die von den Schülerinnen abgegebenen Protokolle⁸ wurden nach folgender Fragestellung analysiert. Die SchülerInnen waren an der Auswertung der Daten beteiligt.

- *Ist das Wachstumsexperiment reproduzierbar?*

Indikatoren:

- ✓ Standortfaktoren wie Temperatur und Lichteinstrahlung am Standort wurden protokolliert.
- ✓ Zugefügte Feststoffe wurden gewogen oder anderweitig gemessen.
- ✓ Zugefügte Flüssigkeitsmenge wurde protokolliert.
- ✓ Beobachtungen (Größe, Blattfarbe,...) wurden regelmäßig gemacht.
- ✓ Beobachtungen (Größe, Blattfarbe,...) wurden genau gemacht.

Ebenfalls überprüft wurde:

- EO 2 ... Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren.

Die Analyse erfolgte nach folgenden Gesichtspunkten:

- *Wurde die Forschungsfrage beantwortet?*

Indikatoren:

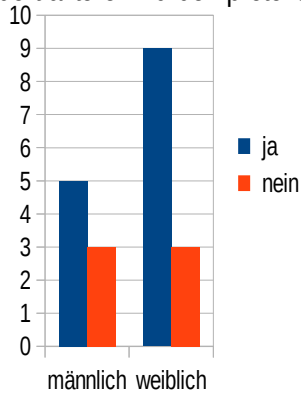
- ✓ Arbeit enthält ein Kapitel das die Versuchsergebnisse interpretiert.
- ✓ Es werden Vermutungen über die Hintergründe des Versuchserfolgs gemacht.
- ✓ Forschungsfrage wird explizit beantwortet.

Die Schüler und Schülerinnen der 7a waren bei der Datenerhebung beteiligt. Im Großen und Ganzen deckten sich die von mir erstellten Statistiken mit denen der Schülergruppen (Abweichungen waren max. 1 anders interpretierte Arbeit), mit einer interessanten Ausnahme. Die hier dargestellten Daten entstammen meiner eigenen Zählung.

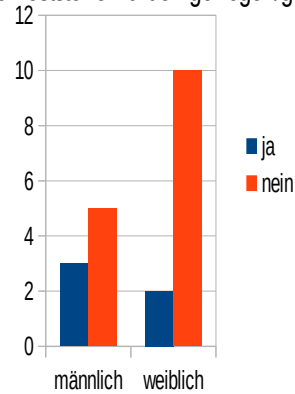
Bei der Analyse der Protokolle zum Bohnenwachstum wurden folgende Daten zur Kompetenz EO1 erhoben:

⁸Eine Auswahl an Protokollen findet sich im Anhang.

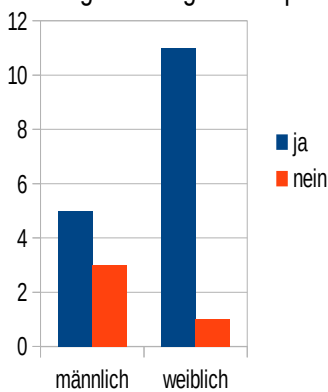
Standortfaktoren wurden protokolliert



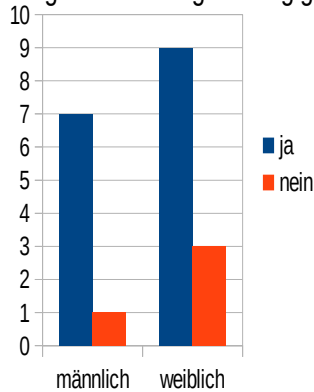
Zugefügte Feststoffe wurden gewogen/gemessen



Zugefügte Flüssigkeitsmenge wurde protokolliert



Beobachtungen wurden regelmässig gemacht

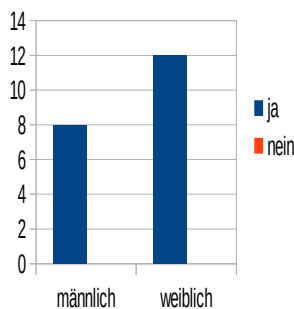


Pro-
to-
kolle,
die

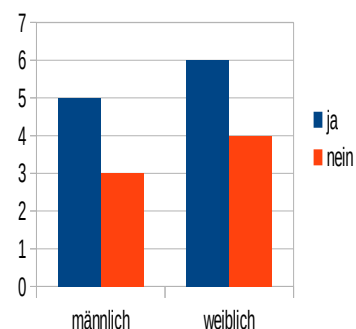
die zugefügten Mengen an Flüssigkeit bzw. Feststoff in „Küchenmaßen“ wie Teelöffeln oder Tassen anstatt in Millilitern oder Grammangaben, wurden ebenfalls als „ja“ gewertet, da die Versuche daheim und nicht im Labor durchgeführt wurden. Angaben wie „2 Kartoffelschalen“ wurden aber als zu ungenau nicht akzeptiert. Regelmäßige Beobachtungen waren als wöchentlicher Protokollvermerk definiert.

Kompetenz EO 2:

Arbeit enthält ein Kapitel, das die Versuchsergebnisse interpretiert



Es werden Vermutungen über die Hintergründe des Versuchserfolgs gemacht

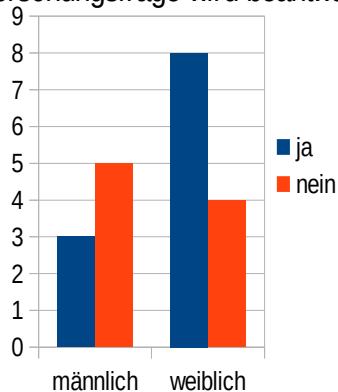


Bei diesen beiden Erhebungen wurde nur auf das Vorhandensein des entsprechenden Kapitels bzw. von begründeten Vermutungen geachtet. Ob die Vermutungen richtig oder falsch waren wurde nicht bewertet. (In zwei Fällen vermuteten Schülerinnen Nährstoffmangel als Ursache für den Misserfolg beim Bohnenwachstum, die

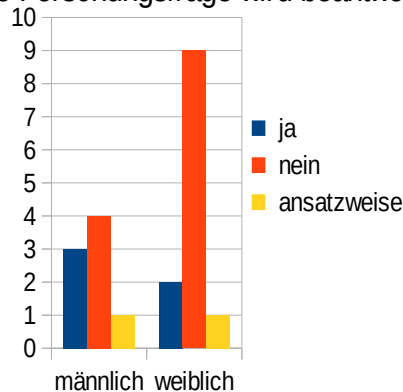
Protokolldaten lassen aber eher auf eine zu große Wassermenge schließen. Beide Protokolle wurden aber in der „ja“-Kategorie gezählt).

Bei der Beantwortung der Forschungsfrage gab es eine interessante Diskrepanz zwischen den von der 7a erhobenen Daten und meinen eigenen. Die Abbildung links zeigt die von einer Gruppe von 5 Schülern erstellten Werte, die Abbildung rechts meine eigenen Daten.

Die Forschungsfrage wird beantwortet



Die Forschungsfrage wird beantwortet



Meine Kriterien für eine explizit beantwortete Forschungsfrage waren, dass ein eindeutiger Bezug zwischen allen beobachteten Größen (Standortfaktoren, Flüssigkeitsmenge, Feststoffmenge) und dem Pflanzenwachstum hergestellt wurde und eine Bewertung des Erfolgs stattfand. Standortfaktoren waren mir vor allem bei Indoorversuchen am wenigsten wichtig und ich habe Fragen als beantwortet gewertet, auch wenn auf die Standortfaktoren nicht eingegangen wurde. SchülerInnen die nur auf einen Faktor Bezug nahmen wurden als „ansatzweise“ kategorisiert.

Eine Gruppe aus 5 Burschen wertete alle Protokolle zu dieser Fragestellung aus und wir hatten während ihres Arbeitsprozesses eine Diskussion darüber, woran eine explizit beantwortete Frage zu erkennen sei. Ich habe der Gruppe meinen Standpunkt erklärt und wir haben uns noch über mögliche sprachliche Formulierungen unterhalten. Trotzdem hat die Schülergruppe die Arbeiten der Mädchen ganz anders bewertet als ich, während wir bei den Arbeiten der Burschen zu einem fast gleichen Ergebnis kamen. Dieses Ergebnis wirft viele Fragen auf und lässt sich für mich nicht schlüssig erklären.

Zuletzt ist bei den Protokollen noch feststellbar, dass fast alle SchülerInnen (19 von 22) in ihrem letzten Kapitel, in dem sie die Versuchsergebnisse vorstellen und interpretieren sollten, auch über ihren eigenen Lernfortschritt reflektierten, ihre Emotionen während des Versuches beschrieben, oder ihre Fähigkeiten als Marsgärtner beurteilten. Zwei der Bohnen hatten sogar Namen. Diese Protokollteile lassen mich darauf schließen, dass der Bohnenversuch von den SchülerInnen als interessante Herausforderung empfunden wurde (zwei Schülerinnen berichteten sogar von mit der Familie abgeschlossenen Wetten).

Beispiel für ein in allen Punkten positiv bewertetes Abschlusskapitel:

Als Boden für die Pflanze habe ich Watte verwendet, da diese sehr luftdurchlässig ist und eine leichte Durchwurzelbarkeit ermöglicht. Nach dem Einpflanzen meiner Bohne habe ich sie anfangs für etwa eine Woche nur mit Wasser versorgt. Innerhalb dieser Woche habe ich mich über das Düngemittel informiert und einige Überlegungen zu einem nährstoffreichen Dünger angestellt. Letzten Endes habe ich mich für eine Mischung aus Bananenschalen und Teebeutelinhalt von einem Früchtetee entschieden.

Die Bananenschalen habe ich ganz klein geschnitten. Während der Früchtetee vor allem eine Phosphorversorgung ermöglicht, stellen die Bananenschalenstücke vor allem Kalium und Magnesium der Pflanze zur Verfügung. Die Pflanze gieße ich jeden 3.Tag mit 70ml Wasser.

In den nächsten Wochen betrug das durchschnittliche Wachstum meiner Pflanze ca.5 cm pro Tag, was für mich ein Zeichen dafür war, dass der Dünger sehr gut gewirkt hat. Zum besseren Halt habe ich die Sprossachsen an zwei Holzstäbe festgebunden. Nach einer Weile sind die ersten Blätter (Keimblätter) abgestorben, was auch zu erwarten war. In den nächsten Tagen habe ich gemerkt, dass die Pflanze nicht mehr wächst. Ich sah vor allem den zu kleinen Topf als Ursache für den Wachstumsstopp, da die Wurzeln und die ganzen unterirdischen Verzweigung keinen Platz haben und somit nicht wachsen können. Aus diesem Grund kaufte ich mir einen größeren Topf und pflanzte die Pflanze um. Nachdem Umpflanzen betrug die Wasserversorgung jeden dritten Tag 100ml. Außerdem habe ich der Pflanze wieder Dünger(den oben genannten)zugeführt. Es haben sich zwar immer mehr Blätter gebildet, aber die Pflanze nahm von der Höhe her nicht zu.

Später beschloss ich sie auf unserem Balkon zu geben, da sie dort einer aktiven Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist und dadurch besser wachsen könnte. Eines Tages regnete es und ich vergaß auf die Pflanze im Balkon. Nach einigen Tagen war sie sehr feucht, auch die Blätter hatten eine gelbliche Färbung. Ich erklärte das Gewitter und die dadurch ausgelöste hohe Wasserversorgung als Grund für die Gelbfärbung/Braunfärbung der Blätter. Zu viel Wasser führt dazu, dass der Boden nicht gut belüftet wird und lässt die Wurzel ersticken. Ich untersuchte die Warte mit dem darin enthaltenen Dünger und stellte fest, dass die von mir erzeugte Erde Würmer und andere Insekten angelockt hat.

Der Grund für das langsame Welken meiner Pflanzen könnte an dem Dünger liegen, da dieser keine langanhaltende Nährstoffquelle ist. Wichtig ist es vor allem, einen guten Langzeitdünger zu finden. (Schülerin der 7a)

Die Betrachtung der Daten aus dem Bohnenprotokoll zeigt, dass die 7a die Bedeutung von genauen und regelmäßigen Beobachtungen bei wissenschaftlichen Untersuchungen kennt und diese auch durchführen kann. Auch wenn ein Großteil der Klasse die zugefügten Feststoffe nicht genau abgewogen hat, waren in allen Protokollen ungefähre Mengenangaben (z.B.: Stückzahlen) zu finden. Meine Interpretation dieses Umstandes ist, dass die SchülerInnen daheim keine genaue Küchenwaage hatten und einfach nicht weiter darüber nachdachten, wie eine Messung erfolgen könnte. Beim Analysieren der Daten meinte eine Schülerin, dass sie darüber verärgert sei, dass sie erst jetzt auf die Messmethode mit Teelöffeln gekommen wäre.

Auffallend ist, dass alle SchülerInnen ein Kapitel mit der Überschrift „Ergebnisse“, „Fazit“, oder ähnlichen Formulierungen geschrieben hatten, aber lange nicht alle dieses Kapitel eine Analyse der beim Versuch gemachten Beobachtungen enthielten. Stattdessen berichteten die SchülerInnen von ihren Erlebnissen, Emotionen und Lernfortschritten während des Projekts.

Beispiel für einen sehr emotionalen Text, der die Kriterien nicht erfüllt:

Anfangs war ich sehr optimistisch, dass meine Pflanze wächst, weil sie viele Blätter hatte und viele Knospen und Blüten. Jedoch würde ich schnell zum pessimistisch, weil meine Blüten verwelkt sind und dann die Blattläusen dau kamen.

Dank diesem Projekt habe ich gemerkt, dass ich nicht auf dem Mars überlebt hätte, denn meine Pflanze hat keine Früchte bekommen. Ich hätte wahrscheinlich nicht überlebt.

Es war trotzdem schön auf eine Pflanze aufzupassen. Ich habe mich wie eine Mutter gefühlt, weil ich immer meine Pflanze gegossen habe und immer auf sie aufgepasst habe. (Schülerin der 7a)

Etwas mehr als die Hälfte der SchülerInnen stellte aber zumindest eine Vermutung über die Hintergründe des Wachstumserfolgs (oder Misserfolgs) an. Im Hinblick auf diesen Indikator kann die Kompetenz EO 2 als zumindest teilweise erworben betrachtet werden.

In der Evaluationsphase war die Konsequenz aus dieser Beobachtung eine zusätzliche Einheit, in der das Interpretieren von Daten und das Beantworten von Fragen geübt werden sollte. Die SchülerInnen wurden in die Auswertung und Analyse ihrer eigenen Protokolle mit einbezogen.

Das Beantworten einer Forschungsfrage war für die SchülerInnen in dieser Projektphase sicherlich am schwierigsten, ganz wie am Beginn vermutet. Nur 5 von 22 SchülerInnen konnten die Forschungsfrage beim Bohnenprojekt explizit beantworten. Erschwerend für die Klasse war es natürlich, dass diese Forschungsfrage bewusst sehr weit formuliert war, um den SchülerInnen möglichst viel Freiraum beim Gestalten ihrer eigenen Untersuchung zu geben.

4.2 Eigenständiges Forschungsprojekt auf Level 3:

Die Gruppen mussten einen Projektplan abgeben. Die Kompetenzen EO 3 und EO 5 wurden bei dieser Aufgabe besonders berücksichtigt und später auch evaluiert.

- EO 3 ... zu naturwissenschaftlichen Fragen, Vermutungen und Problemstellungen eine passende Untersuchung (Beobachtung, Messung, Experiment, ...) planen.

Indikator:

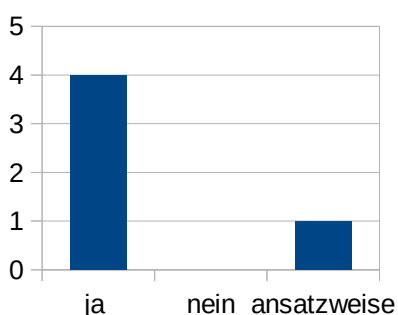
- ✓ Die gewählte Untersuchungsmethode ist geeignet, um die Frage zu beantworten.
- EO 5 ... zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen, Vermutungen aufstellen und Problemstellungen definieren, die mit Hilfe naturwissenschaftlicher Kenntnisse und Untersuchungen bearbeitet bzw. überprüft werden können.

Indikator:

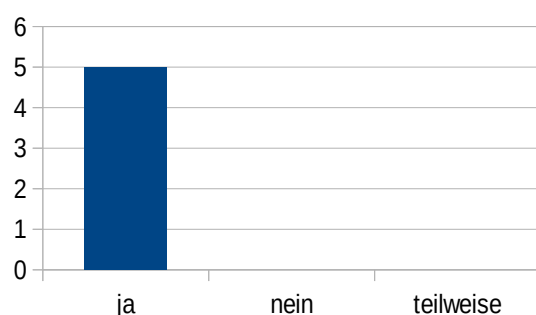
- ✓ Die Fragestellung entspricht den SMART-Kriterien

Die Kompetenzen EO3 und EO5 wurden in Gruppenarbeiten überprüft. Insgesamt gab es 5 Gruppen.

Methode passt zur Frage



Forschungsfrage entspricht den SMART-Kriterien



Eine Gruppe gab eine Forschungsfrage ab, die durch die gewählte Methode zwar grundsätzlich beantwortet werden konnte, aber nicht in der von den SchülerInnen beschriebenen Art und Weise.

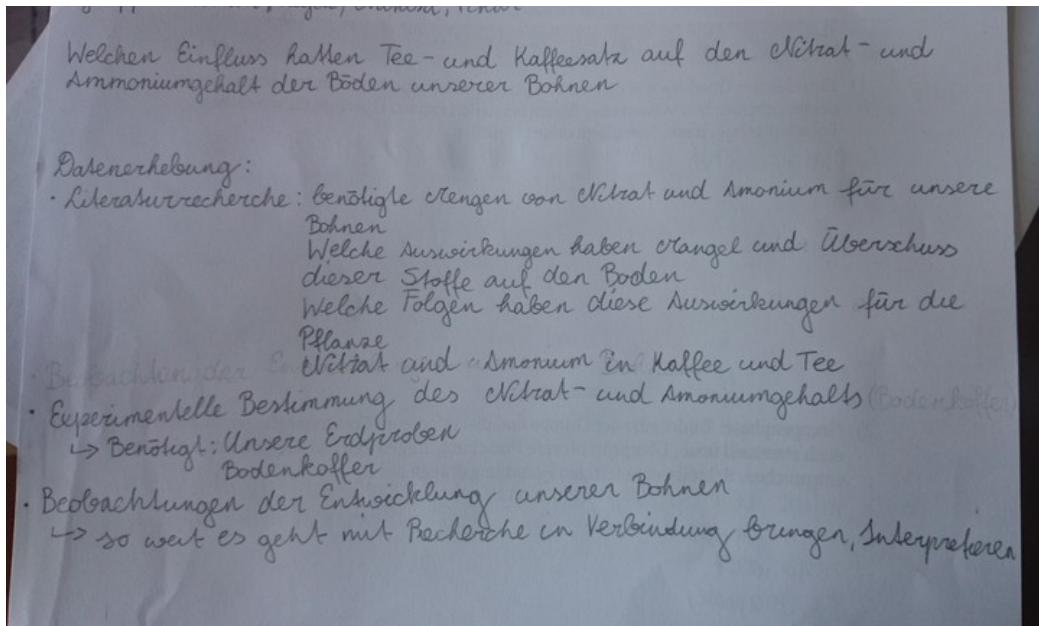


Abbildung 8: Beispiel für einen Projektplan

Die Analyse der Daten aus diesen Projektplänen zeigt, dass die Klasse nach den gesetzten Interventionen in der Lage war, in Gruppen Forschungsfragen zu formulieren die den Smart-Kriterien entsprachen, und eine der Forschungsfrage entsprechende Untersuchung zu planen. Natürlich sind die Ergebnisse einer Gruppenarbeit nicht so aussagekräftig über den Kompetenzstand von Einzelpersonen, da die Formulierung der Kompetenzen im Kompetenzmodell aber immer mit der Präambel „Ich kann einzeln oder im Team...“ beginnt, halte ich den Schluss, dass die Kompetenzen EO3 und EO5 erfolgreich entwickelt wurden, für zulässig.

Aus dem Beispiel wird auch ersichtlich, dass die Gruppe auf das in der Explain-Phase vermittelte Wissen zurückgreifen konnte und in der Lage war es richtig einzusetzen. Dieser Effekt war in allen Gruppen zu beobachten, wohl auch weil das Instrument der SMART-Kriterien die Fragestellung in eine bestimmte Richtung zwang. So fielen zum Beispiel Fragen wie „Wächst die Bohne besser wenn man sie mit Blut statt mit Wasser gießt?“ bei der SMART-Analyse im Kriterium „Accepted“ durch. Im Endeffekt waren bei allen Gruppen Fragestellungen, die eine der vorgestellten Methoden (inklusive dem Wachstumsexperiment) zur Beantwortung benötigten, feststellbar. Daraus lässt sich schließen, dass diese Phase der Wissensvermittlung einen entscheidenden Beitrag zum erfolgreichen Formulieren einer Forschungsfrage leistete.

5 EVALUATION

In diesem Projekt wurde, entsprechend der Empfehlung von Hofer, Abels und Lembens (2016), eine Kombination des 5E-Modells nach Bybee (2009) und des Stufenmodells des forschenden Lernens nach Blanchard et. al. (2010), verwendet, um die Handlungskompetenzen „Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren“ zu fördern.

Es zeigte sich, dass forschendes Lernen mit einer Abfolge von Aufgaben auf verschiedenen Schwierigkeitsstufen geeignet ist, um besagte Kompetenzen aufzubauen. Voraussetzung ist dabei aber entsprechendes Scaffolding, egal ob auf niedrigem oder hohem Schwierigkeitsniveau. Scaffolding wurde in diesem Projekt als sprachliche Unterstützung beim Formulieren von Fragen sowie als zusätzlicher Input über verschiedene chemische Messmethoden verstanden.

Der Einsatz der SMART-Kriterien zum Erstellen von Forschungsfragen erwies sich, ganz wie bei Götsch (2015), als probates Hilfsmittel. Das 5E-Modell als Grundlage für die Planung der Abfolge der einzelnen Einheiten war ebenfalls nützlich, vor allem da durch die wiederholten Evaluate-Phasen steuernd eingegriffen werden konnte.

Das 5E-Modell sieht am Beginn einer Unterrichtssequenz zum forschenden Lernen eine Engage-Phase, bei der das Interesse der Schülerinnen geweckt werden soll, vor. Der Film „Der Marsianer“ war für einige SchülerInnen so motivierend, dass sie bei der Protokollabgabe 2 Monate nach dem Input noch immer auf diesen Film Bezug nahmen. Andererseits verabsäumten es genau diese SchülerInnen die Forschungsfrage in diesem Protokoll zu beantworten, weil sie sich stattdessen mit einem Astronauten verglichen. Mir scheint, dass die Verwendung von Narrativen, wie von Kubli (2005) beschrieben, tendenziell zwar motivierend sein kann, aber auch vom fachlichen Ziel ablenken kann.



Abbildung 9: Nitratbestimmung

6 LITERATUR

- ABELS, Simone und LEMBENS, Anja (2015). Mysteries als Einstieg ins Forschende Lernen im Chemieunterricht. In: *Chemie und Schule 2015* (1b): Seite 3-5.
- ABRAMS, Eleanor (2008). Inquiry in the classroom: Identifying Necessary Components of a Useful Definition. In ABRAMS, Eleanor, SOUTHERLAND, Sherry & SILVA, Peggy (Eds.), *Inquiry in the science classroom: Realities and opportunities*. Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Bundesministerium für Bildung und Frauen, (2012). Die kompetenzorientierte Reifeprüfung Chemie: Richtlinien und Beispiele für Themenpool und Prüfungsaufgaben. https://www.bmbwf.gv.at/schulen/unterricht/ba/reifepruefung_ahs_lfch_22323.pdf?4k21fr [abgerufen 20.11.2015]
- BLANCHARD et. al. (2010). Is Inquiry Possible in Light of Accountability?: A Quantitative Comparison of the Relative Effectiveness of Guided Inquiry and Verification Laboratory Instruction. *Science Education*, 94(4), 577-616.
- BYBEE, Roger W. (2009). *The BSCS 5E instructional model and 21st century skills*. Washington, DC: National Academies Board on Science Education.
- DORAN, George T. (1981). There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives. *Management Review*, 70(11), 35-36.
- GÖTSCH, Simon (2015). "go for guppy!" - Verhaltensstudien zur Partnerwahl bei Guppies (*Poecilia reticulata*). Imst-Projektbericht. Online unter: https://www.imst.ac.at/imst-wiki/index.php/%22go_for_guppy!%22_-_Verhaltensstudien_zur_Partnerwahl_bei_Guppies_%28Poecilia_reticulata%29
- HOFER, Elisabeth, ABEL, Simone und LEMBENS, Anja (2016), Forschendes Lernen und das 5E-Modell. Plus Lucis, 2016 (1), 4
- KAUFMANN, Sebastian (2016). Eine Lernumgebung zum Thema „Fragestellung entwickeln“. Online unter: https://www.uni-due.de/imperia/md/content/prodaz/kaufmann_eine_lernumgebung_zum_thema_fragestellung_entwickeln.pdf [abgerufen 8.7.2016]
- KUBLI, Fritz (2005). *Mit Geschichten und Erzählungen motivieren. Beispiele für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*. Köln: Aulis.
- LEISEN, Josef (2010). Lernprozesse mit Hilfe von Lernaufgaben strukturieren. In: *Unterricht Physik 2010* (Nr 117/118), 9-13.
- LEMBENS, Anja und ABELS, Simone (2015). Forschendes Lernen nach dem 5E-Modell und Showmanship. In: *Chemie und Schule 2015*, 30(1b), 6-8.
- SCOTT, Ridley (Produzent & Regie)(2015). *Der Marsianer – Rettet Mark Watney* [Film]. Vereinigte Staaten: Twentieth Century Fox
- VYGOTSKY, Lew. (1934/1986). *Thought and language*. Cambridge, MA: MIT Press.
- WEIR, Andy (2014). *Der Marsianer*. München: Heyne.
- WOOD, D. J., BRUNER, Jerome S., & ROSS, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychiatry and Psychology*, 17(2), 89-100.

7 ANHANG

Plant euer eigenes Forschungsprojekt

- 1) Einzelphase: Überlege wie du einen Zusammenhang zwischen deinem Bohnenprojekt und deinem chemischen Wissen über Boden herstellen kannst. Überlege dir mögliche Forschungsfragen und formuliere diese schriftlich:

- 2) Gruppenphase: Bildet eine 4er Gruppe und diskutiert eure Forschungsfragen und überlegt euch eventuell neue. Überprüft ob eure Forschungsfragen den SMART-Zielen (siehe unten) entsprechen. Schreibt eure fertigen Forschungsfragen auf.

- 3) Plant ein Forschungsprojekt mit dem ihr eure Forschungsfrage beantworten könnt. Überlegt wie ihr Daten erheben und auswerten wollt, welche Experimente nötig sind und welches Material und wieviel Zeit ihr dafür benötigt. Gebt euren Projektplan ab.

SMART-Kriterien:

	englisch	deutsch	Erklärung	Kriterium erfüllt?		
				F1	F2	F3
S	Specific	Spezifisch	Ziele müssen eindeutig definiert sein (nicht vage, sondern so präzise wie möglich).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M	Measurable	Messbar	Ziele müssen messbar sein (Messbarkeitskriterien).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A	Accepted	Ausführbar (Erreichbar)	Ziele müssen von den Empfängern akzeptiert werden/sein (auch: angemessen, attraktiv oder anspruchsvoll).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
R	Realistic	Realistisch	Ziele müssen möglich sein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
T	Timely	Terminierbar	Zu jedem Ziel gehört eine klare Terminvorgabe, bis wann das Ziel erreicht sein muss.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gemeinsame Auswertung der Bohnenprojekte:

Hilf mit die Forschungsfragen des IMST-Projekts zu beantworten! Im ersten Versuch mit den Bohnen ging es darum, die wissenschaftliche Arbeitsweise zu erleben und den Zusammenhang zwischen Frage, Methode und Auswertung zu erfassen. Anhand der folgenden Kriterien möchte ich feststellen ob die 7a die grundsätzliche Vorgehensweise bei einem Forschungsprojekt beherrscht:

- *Ist das Wachstumsexperiment reproduzierbar?*

Indikatoren

Standortfaktoren wie Temperatur und Lichteinstrahlung am Standort wurden protokolliert:

Zugefügte Feststoffe wurden gewogen oder anderweitig gemessen:

Zugefügte Flüssigkeitsmenge wurde protokolliert:

Beobachtungen (Größe, Blattfarbe,...) wurden regelmäßig gemacht:

Beobachtungen (Größe, Blattfarbe,...) wurden genau gemacht:

- *Wurde die Forschungsfrage beantwortet?*

Indikatoren:

Arbeit enthält ein Kapitel das die Versuchsergebnisse interpretiert:

Es werden Vermutungen über die Hintergründe des Versuchserfolgs gemacht:

Forschungsfrage wird explizit beantwortet:

Überprüft in Gruppen die Forschungsprotokolle nach dem ausgewählten Indikator (unterteilt dabei in ja/nein und männlich/weiblich) und stellt die Ergebnisse auf einem karierten Papier graphisch dar.

Um die ursprüngliche Frage „Was braucht ein Feuerbohnen Samen um optimal wachsen zu können?“ zu beantworten ist ein Vergleich der verschiedenen Versuche nötig:

- *Welche Materialien wurden eingesetzt?*

Es wurde mehr als ein Stoff verwendet:

Hauptbestandteil des erzeugten Bodens:

- *Wie erfolgreich war der Wachstumsversuch?*

Gemessene Höhe der Bohne:

Lebensdauer der Pflanze in Wochen:

Blüte:

- *Welche Unterschiede zwischen erfolgreichen und nicht erfolgreichen Wachstumsversuchen sind erkennbar? (Tipp: Versuche mit gleichen oder sehr ähnlichen Bodenzusammensetzungen lassen sich gut vergleichen)*

**IMST-Projekt: „Der Boden“
(fächerübergreifend Biologie und Umweltkunde; Chemie)**

Du hast den Film „Der Marsianer“ gesehen. Nun sollst du dir folgende Forschungsfrage stellen:

„Was braucht ein Samen um optimal wachsen zu können?“

Du bekommst einen Becher mit Vogelsand und zwei Bohnen.

- 1) Ermittle die Startbedingungen für deine Forschung (Temperatur, Licht,..). Fotografiere den künftigen Standort des Versuchs.
- 2) Ermittle zwei Mal wöchentlich die Bedingungen, unter denen dein Versuch stattfindet. Miss dabei auch die Höhe deiner Pflanze ab und beschreibe ihre Farbe genau.
- 3) Um deine Bohne zum Keimen zu bringen musst du weitere Substanzen zum Sand mischen. Gib genau an, was du wann dazugibst (z.B.: Wasser (ml); individueller Dünger,...)
- 4) Dokumentiere deine Fortschritte mit Fotos sowie schriftlich.
- 5) Das Ziel ist, die Bohne so gut zu betreuen, dass sie wächst, blüht und selber Samen trägt. Dafür hast du bis Ende Mai Zeit.
- 6) Führe regelmäßig ein Forschertagebuch, in welches du alle wichtigen Ergebnisse einträgst. Das Tagebuch, sowie deine Pflanze werden in die Biologienote mit eingerechnet.

Viel Erfolg!



Funktionieren Solarzellen auf dem Mars?

Der Mars ist weiter von der Sonne entfernt als die Erde und bekommt in etwa so viel Sonnenlicht ab wie Nordnorwegen. Das bedeutet aber nicht, dass Solarzellen nicht funktionieren. In den sonnenreicheren Regionen des Mars – vor allem auf der Nordhalbkugel – kann man mit großen oder besonders effizienten Solarzellen viel Energie gewinnen – solange man sie vom Mars-Staub befreit.

Können auf dem Mars Kartoffeln wachsen?

Ja, können sie. Sollte je eine Kolonie auf dem Mars gegründet werden, wären Kartoffeln vermutlich sogar das Hauptnahrungsmittel dieser künftigen »Marsmenschen«. Man weiß allerdings inzwischen, dass die Mars-Erde durch die Perchlorate, die sich darin befinden, extrem salzig ist, sodass alle eingeführten Mikroorganismen wahrscheinlich absterben würden. Um seine Kartoffeln ernten zu können, reicht es nicht, dass Mark Watney den Marsboden mit Humus und Dünger anreichert – er müsste zuvor die Salze aus dem Mars-Boden auswaschen.

Handout zu den Referaten:

Titel der Methode: _____

Mir ist klar **was** ich messe, **glasklar OOOOOOOO gar nicht**
nämlich:

Mir ist klar **wie** ich messe, **glasklar OOOOOOOO gar nicht**
nämlich:

Folgende Fragen kann ich mit dieser Methode beantworten (min 2):

Auswahl an Schülerarbeiten:

(männlich):

Ausgangslage: Ich erhielt 2 Feuerbohnen und einen herkömmlichen kleinen Blumenbecher aus Pappe. Diese wurde auf ca. $\frac{3}{4}$ des Bechers aufgefüllt.

- Vogelsandinhalt: 75g

Gedankengang: Ich habe viel recherchiert welche Dünger-alternativen ich verwenden könnte und bin auf Tee als Dünger gestoßen. Dabei habe ich herausgefunden, dass Pflanzen Schwefel, Calcium und Magnesium brauchen.

26.02.2016

Vorgang: Ich besorgte mir einen Beutel grünen Jasmin Tee und mischte diesen in den oberen Bereich des Vogelsandes (knapp über der Hälfte des Inhaltes). Der Becher wurde neben ein großes Fenster gestellt welches viel Sonnenlicht bietet.

- Bohne A wurde in die Mitte der oberen Hälfte des Vogelsandes eingeführt und

- Bohne B wurde auf das Grüntee-Sandgemisch obendrauf gelegt.

- Grünteeinhalt: 20g

anschließend wurde der Dünger gegossen mit Wasser

- Wasser: 10ml

Gedankengang: Ich musste mir mehr Ideen einfallen lassen um einen guten Dünger zu produzieren.

02.03.2016

Vorgang: Dünger wurde mit Wasser gegossen

- Wasser: 10ml

07.03.2016

Vorgang: Die Hälfte des Teeinhaltes wurde entfernt

- Menge des entfernten Teeinhaltes: 10g

Und es wurde mit Kaffeepulver ersetzt. (10g)

Bemerkung: Bohne B verschwand von der Oberfläche.

12.03.2016

Vorgang: Dünger wurde mit Wasser gegossen

- Wasser: 10ml

17.03.2016

Vorgang: Der komplette Inhalt des Vogelsandes wurde entfernt (75g) und in ein Glasgefäß gebracht. Somit waren nur mehr Kaffeepulver (10g) und Grüntee (10g) im Gefäß.

23.03.2016

Bemerkung: Es bildete sich eine Schimmelschicht auf der Düngeroberfläche

Vorgang: Der Dünger wurde entsorgt und das Gefäß entleert. Bohne A und Bohne B wurden gesäubert

27.03.2016

Vorgang: Größere Menge Kaffeepulver wurde eingeführt und das Gefäß wurde in ein anderes Zimmer gebracht in denen weniger viel, dennoch genug Sonnenlicht strahlt.

- Kaffeepulvermenge: 150g

Bohne A und B wurden auf gleicher Höhe eingeführt.

- Tiefe von der Oberfläche: 5cm

Anschließend wurde der Dünger gegossen.

- Wassermenge: 30ml

30.03.2016

Vorgang: Es wurde getrockneter Pfefferminzteesatz auf den Dünger drauf hinzugefügt und mit der oberen Hälfte des Düngers vermischt

- Pfefferminzteesatzmenge: 2g

Gedankengang: Die Bohnen dürften schon eingegangen sein da Ich sie offensichtlich übergossen habe und ein wasserdichtes Gefäß benutzte

08.04.2016

Vorgang: Dünger wurde mit Wasser gegossen

-Wasser: 20ml

12.04.2016

Vorgang: Es wurde Kaffeesatz hinzugefügt und mit dem ganzen Dünger vermischt

-Kaffeessatzmenge: 86g
und anschließend gegossen
-Wassermenge: 20ml

16.04.2016

Vorgang: Dünger wurde mit Wasser gegossen

-Wasser: 20ml

Bemerkung: Leichte Schimmelbildung

23.04.2016

Vorgang: Dünger wurde mit Wasser gegossen

-Wasser: 20ml

01.05.2016

Vorgang: Dünger wurde mit Wasser gegossen

- Wasser: 20ml

Gedankengang: Die Bohnen müssten tot sein also wurde das gießen gestoppt und das Projekt wurde aufgegeben.

Fazit: Leider habe ich dieses Projekt mit so gut wie keiner Erfahrung in der Pflanzenzucht angefangen. Folglich habe ich auch viele Fehler begangen trotz intensiver Recherche hat mir das Gefühl gefehlt wie viel Wasser denn für eine Pflanze reicht, welcher Behälter am besten geeignet ist, etc.

Meine Fehler waren es, dass ich anfangs Kaffeepulver anstatt Kaffeessatz verwendete und ich die Bohnen übergoss sowie den falschen Behälter verwendete. Dennoch habe ich mit der Zeit sehr viel über den Boden gelernt.

Parallel zu dem Projekt habe ich zwei weitere Feuerbohnen in einen anderen Topf eingepflanzt welche dann durch Kaffeessatz hochgewachsen ist. Ich habe gelernt wie man wissenschaftlich vorgeht und alles verschriftlicht und genau misst und viel dazu gelernt. Deswegen sehe ich das Projekt nicht als gänzlich gescheitert an.

(weiblich)

Forschertagebuch

7.März.2016:

Ich habe die Feuerbohnen samt den Sand und Behälter erhalten.

13.März.2016:

Ich habe am Grund des Behälters zwei Watte pads reingelegt, um das Wasser zu Speichern. Bevor ich den Sand wieder rein geschüttet habe, musste ich davor noch benutzten Kamillen- und Kräutertee rein gegeben. Anschließend habe ich sie mit 100ml Wasser gegossen. Danach habe ich meine



Bohnen auf ein Fensterbrett ,mit einer aktiven Sonneneinstrahlung, gestellt. Ich habe noch darauf geachtet, dass der Bohne beim Fenster nicht kalt ist und die Zimmer-temperatur nicht unter 20 Grad haben sollte.

17.März.2016:

Ich gieße meine Bohnen jeden zweiten Tag. Ich sehe noch immer keine Veränderungen.

30.März.2016:

Ich gieße meine Bohnen noch immer jeden zweiten Tag, jedoch sehe ich keine Veränderungen. Das kann daran liegen, dass die Bohnen nicht ausreichend Nährstoffe durch den Tee bekommen. Somit muss ich mir eine andere Lösung suchen. Ich habe den Sand entfernt und die Bohnen raus genommen. Die Bohnen haben sich nur mit Wasser gefüllt, sonst waren keine weiteren Veränderungen entstanden. Ich habe die Watte pads in neue ausgetauscht und habe gefilterten Kaffee mit dem Sand vermischt. Den Sand habe ich zur Hälfte rein gegeben, danach die Bohnen und anschließend wieder Sand und eine Schicht gefilterten Kaffee.

4.April.2016:

Ich gieße meine Bohnen weiterhin mit jeweils 100ml jeden zweiten Tag und sehe endlich Veränderungen! Zwei kleine Sprossen schauen aus dem Sand heraus. Das



muss am Dünger liegen, da ich sonst nichts anderes verändert habe. Die Bohnen stehen noch immer am Fensterbrett mit einer Zimmertemperatur von 20 Grad. Daraus schließe ich, dass Kaffee einen guten Dünger abgibt.

9.April.2016:

Meine Bohnen sind eindeutig gewachsen! Ich gieße die Pflanze weiterhin mit jeweils 100ml Wasser. Ich habe auch neuen gefilterten Kaffee hinzugefügt. Eine Bohne wächst 0.3 cm pro Tag, während die andere kleiner ist und sich Zeit bei ihrem Wachstum lässt.



15.April.2016:

Ich gieße meine Bohnen weiterhin mit jeweils 100 ml pro Tag. Ich sehe bei einer Bohne große Veränderungen, während ich bei der anderen gar keine mehr sehe. Die fortgeschrittene Bohne wächst 1,2 cm pro Tag und wird immer größer. Im Gegensatz zu der anderen wächst die andere Bohne gar nicht mehr und ist eingegangen. Ich bin mir nicht sicher, aber es könnte vielleicht daran liegen, dass die Bohne einen anderen Dünger bevorzugt. Deshalb habe ich mir vorgenommen, wenn ich keine Veränderungen innerhalb der nächsten Tage sehe, ich die Bohnen umsiedle und einen neuen Dünger ausprobiere. Die Lage und die Temperatur haben sich nicht geändert!

28.April.2016:

Eine Bohne wächst weiterhin 1cm pro Tag. Die andere leider noch immer nicht. Deshalb habe ich mir heute eine kleine Umsiedlung vorgenommen. Ich habe die Bohnen aus dem Sand entfernt und den Sand in einen Topf gefüllt. Beim raus nehmen der Bohnen habe ich festgestellt, dass die eine Bohne, die kaum gewachsen ist, nicht tief genug im Sand vergraben war. Das kann daran liegen, dass mein Bruder die Bohnen angefasst hat und die eine Bohne raus genommen hat und sie nicht richtig rein gegeben hat. Somit habe ich das Problem gefunden und werde es anschließend lösen. Als die Bohnen im Sand waren, habe ich darauf geachtet, dass beide tief genug sind. Ich habe frischen Kaffeesatz hinzugefügt und sie anschließend gegossen. Somit war die Umsiedlung fertig und ich hoffe die Bohnen wachsen weiter. Da die Pflanze immer größer wird, habe ich ihr einen Stock, für einen besseren Halt, in den Sand gestochen.

4.Mai.2016:

Ich sehe Fortschritte! Ich gieße meine Pflanze jetzt jeden Dritten Tag mit jeweils 50ml.

Meine unterentwickelte Pflanze hat begonnen zu wachsen und das schneller als die andere. Während die erste Pflanze mit 0,3 cm pro Tag gewachsen ist, wächst die andere mit 0,6 cm pro Tag. Das kann ich mir nur durch den frischen Kaffeesatz und die ausreichenden Nährstoffe, die sich jetzt angesammelt haben, erklären. Die Pflanze steht immer noch auf dem Fensterbrett mit der gleichen Temperatur.



16.Mai.2016:

Ich gieße meine Pflanze jeden 4 Tag mit jeweils 50ml jetzt. Die Pflanze hat sich weiterentwickelt und ist jetzt gleich groß. Ich habe seit der Umsiedlung in den neuen Topf keinen Kaffeesatz hinzugefügt und trotzdem wächst sie rasend schnell. Das zeigt, dass noch ausreichend Nährstoffe vom Kaffee vorhanden sind. Da es auch endlich warm genug ist Draußen, habe ich den Topf in der Früh raus gestellt und am Abend wieder auf das Fensterbrett. Die Pflanzen jetzt nur noch 0.7cm pro Tag. Die Blätter haben sich vermehrt und sind grüner und feiner geworden.

22.Mai2016:

Keine großen Veränderungen. Meine Pflanze wächst jetzt 0,3cm pro Tag. Es findet noch immer der gleiche Ablauf statt; Jeden vierten Tag bekommt die Pflanze 50ml Wasser und bei Schönwetter wird sie in den Garten gestellt und wird von der Sonne bestrahlt. Sonst steht sie am Fensterbrett mit der gleichen Temperatur. Da die Pflanze schon größer ist, als der Stock sucht sie sich einen Halt. Sie hing sich in die Jalousien.



31.Mai.2016:

Ich habe meine Pflanze seitdem 22.Mai nicht mehr gegossen. Ich kümmere mich gar nicht mehr um sie, da das Projekt jetzt zu Ende. So schaut meine Pflanze heute aus.



Resümee

Ich habe mich anfangs sehr um meine Bohnen gekümmert und gesorgt. Ich habe mir sehr viele Gedanken dazu gemacht und wollte es nicht wie fast jeder aus der Klasse mit Kaffee versuchen. Deshalb der Tee. Leider hat es nicht funktioniert und ich habe mir weiterhin Gedanken gemacht. Mir viel nichts anderes ein außer der Kaffeersatz.

Nach der Woche mit dem Kaffeesatz war ich wirklich traurig, als eine Bohne kaum gewachsen ist. Ich habe lange darüber nachgedacht und bin zum Entschluss gekommen; Eine Umsiedlung! Durch die Umsiedlung habe ich den Fehler entdeckt und habe ihn sofort bearbeitet. Danach ging es einwandfrei und meine Pflanze entwickelte sich. Durch die Wasserversorgung und den Lichteinfall, hat sich meine Pflanze im Großen und Ganzen sehr gut weitergebildet und ich kann wirklich stolz sein. Heute weiß ich, dass es wirklich wichtig ist auf alles zu achten. Das der Boden auch einen großen Einfluss auf die Pflanzen hat und es sehr wichtig ist, dass der Boden die richtigen Nährstoffe enthält. Da das Projekt jetzt zu Ende ist, kümmere ich mich nicht mehr um meine Pflanze und untersuche wie lange sie es aushält.

männlich:

Das Tagebuch:

Notiz:

Temperatur konstant zwischen 20°C-23° C.

Pflanze erhält jeden dritten Tag 150ml Wasser.

Boden enthält vorgegeben Sand, Kaffesatz von verschiedenen Bohnenarten und zerriebene Eierschalen.

Ich habe 2 Bohnen eingepflanzt. Ich rede im Protokoll aber immer nur von der Bohne. Dabei meine ich natürlich beide.

01.03.2016:

Ich habe die Bohne auf den Hinweis meiner Eltern die Bohne in eine größere Vase verfrachtet. Den Boden habe ich mit dem Kaffesatz von verschiedenen Kaffeebohnen vermischt und auch zerriebene Eierschalen habe ich hinzugefügt. Die Bohne habe ich ungefähr 10mm in den Boden gesteckt und habe 150 ml Wasser hinzu geführt.

08.03.2016:

Es hat sich noch nicht viel getan bei meiner Pflanze. Dies ist darauf zurückzuführen das ich sie wahrscheinlich etwas zu tief in die Erde gesteckt habe. Dennoch führe ich mein Projekt weiter, da ich noch nicht die Hoffnung verloren habe.

13.03.2016:

Mein Pflanze ist nun endlich aus der Erde herausgewachsen. Sie hat nun eine Höhe von 0,4 mm. Das Projekt scheint darauf hinauszulaufen ein Erfolg zu werden, dennoch freue ich mich noch nicht.

15.03.2016:

Tag 15 meines Projektes. Die Pflanze hat nun eine Höhe von 21mm und es entwickelt sich langsam das erste Blatt. Wie gehabt gebe ich der Pflanze 150ml Wasser, dennoch habe ich die Vermutung, dass es bald nicht mehr Reichen wird.

19.03.2016:

Die Pflanze hat nun das Blatt vollständig entwickelt und hat somit eine Höhe von 28mm. Man kann meine der Pflanze beim Wachsen zusehen zu können. Ich habe der Pflanze trotz meiner Überlegung ihr mehr Wasser zu geben nur 150ml Wasser am Vortag zugeführt.

26.03.2016:

Die Pflanze ist nun 42mm groß und hat schon ein weiteres Blatt entwickelt.

31.03.2016:

Die Pflanze hat nun eine Höhe von genau 60mm erreicht. Dies nur innerhalb von 1 Monat. Ich werde nun Anfänge der Pflanze 200ml Wasser statt nur 150 ml Wasser zu geben.

01.04.2016:

Ich habe heute 31 Tage nach anfang des Projektes die Erde der Pflanze mit mehr Kaffeesatz und zerriebenen Eierschalen vermengt. Begründen tue ich das, weil ich denke das die Nährstoffe von der Pflanze schon aufgebraucht wurden. Seit gestern ist sie um 5mm gewachsen womit sie eine momentane Höhe von 65mm aufweist.

08.04.2016:

Erstaunlich!! Mein Pflanze ist um 145mm gewachsen. Hat nun eine gesamt Größe von 210mm. Erste Blüten haben sich entwickelt. Meine Mutter hat ein Konstrukt gebaut wo sich die Pflanze "anhalten" kann und somit sich voll auf die Entwicklung der Knospen konzentrieren kann. Das Gerüst hat eine Höhe von 350 mm und wahrscheinlich wird sie auch nicht höher wachsen.

15.04.2016:

Es hat sich die erste Hülse gebildet, wobei diese noch sehr klein ist mit einer Größe von 12mm. Doch ich gebe die Hoffnung nicht auf. Ich habe ihr heute wieder 200ml Wasser gegeben.

18.04.2016:

Es hat sich eine Weiter Hülse gebildet. Dies wäre nun die Zweite auf meine Bohne. Die erste ist schon 50 mm lang und man kann schon die Konturen der Bohnen drinnen erkennen. Die Pflanze an sich hat sich weiter ums Gerüst geschlängelt und hat nun eine Höhe von 246mm.

24.04.2016:

Heureka!! Eine weiter Hülse ist entstanden. Ich kann mir ja bald Bohneneintopf machen. Die erste Hülse hat nun eine Länge von 83mm. Die zweite Hülse eine von 46mm und die neugeborene eine von 19mm. Bei der ersten Bohnehülse kann man schon die drinnen liegenden Bohnen sehen, wobei die unterste Bohne die größte wird.

30.04.2016:

Meine Bohne hat nun das gesamte Gerüst um schlängelt und hat eine Finale Größe von 350mm. Die erste Hülse ist 100mm lang und die Bohnen sind von unten Aufsteigend größer, wobei ich mir das nicht erklären kann wieso. Die zweite Hülse ist nur 83mm, doch die Bohnen drinnen scheinen Ausgeglichen groß zu sein. Die dritte hat nun eine Größe von 54mm und sieht beinahe aus wie die erste.

05.05.2016:

Ich breche mein Projekt heute ab. Gründe dafür sind die Gelb werdenden Blätter. Meine Pflanze hat eine finale Größe von 351mm und die drei Hülsen jeweils 100mm/86mm/79mm.

Das Fazit:

Ich denke das mein Projekt ein Erfolg geworden ist. Da meine Bohne 3 Hülsen produziert hat. Am Anfang sich die Pflanze Mühe gemacht doch ab der Mitte des Projektes hat diese Angefangen mich zu überraschen und hat sogar Bohnen produziert.



weiblich:

Forschertagebuch:

Standort am Fenster



Bedingungen:

- Zugang zum Sonnenlicht
- Temperatur zwischen 19-23 C° (Raumtemperatur)
- Versorgung mit Sauerstoff
- Wasserangebot zwischen 100-120ml

Beginn am 05.03.16 mit :



- 2 Bohnen
- Vogelsand
- Becher

Tag 1:

- Kaffeesatz wird als Dünger an die Oberfläche des Vogelsandes eingefügt
- Die 2 Bohnen werden reingebracht
- Das Becher wird vor dem Fenster gelegt wo es Zugang zum Sonnenlicht hat

Tag 2:

Tag 5:

- Weiterer Kaffeesatz wird eingefügt
- Samen beginnen sich zu keimen



- Keim durchbricht die Erde
- Keimstängel wird sichtbar

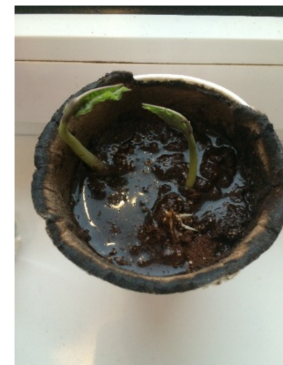
Tag 7:

- Keimstängel des zweiten Samens tritt heraus
- Laubblatt gelangt an die Erdoberfläche



Tag 8:

- Die zwei Laubblätter der Samen werden sichtbar
- Die Pflanze ist bis zu 3 cm gewachsen



Tag 9:

- Pflanze ist 4 cm lang geworden



Tag 11:

- Pflanze ist weitere 3 cm gewachsen
- Die Laubblätter haben sich ausgestreckt
- Neue Laubblätter beginnen sich zu bilden
- der Stängel beginnt eine bräunliche Farbe einzunehmen



Tag 18.

- die Pflanze ist 9 cm gewachsen
- neue Laubblätter haben sich gebildet



Tag 20:

- sie ist weitere 2 cm gewachsen

Tag 22:

- sie ist weitere 3 cm gewachsen

Tag 25:

- sie ist 2 cm weiter gewachsen

Tag 63:

- restliche 17 Tage wird die Pflanze nicht gegossen
- die Laubblätter beginnen eine andere Farbe (hellgrün) einzunehmen
- neue Laubblätter beginnen sich zu bilden
- die Pflanze wächst weitere 4 cm



Tag 72:

- die Pflanze ist weiterhin 2 cm gewachsen und ist jetzt 32 cm lang
- die Blätter beginnen abzufallen

Zusammenfassung:

Am Beginn meiner Forschung hatte ich 2 Bohnen, Vogelsand und ein Becher zur Verfügung. Da Sand für das Wachstum einer Pflanze nicht ausreicht, brauchte ich ein geeignetes Dünger. Ich wählte als Dünger den Kaffeesatz. Ich habe mich für diesem Dünger entschieden, weil Kaffee wichtige Nährstoffe, wie Kalium, Phosphor und vor allem Stickstoff enthält. Den Kaffeesatz habe ich mit Sand vermischt und die Bohnen eingepflanzt. Danach musste ich einen geeigneten Standort für meine Pflanze auswählen. Ich hab es vor dem Fenster gestellt, da es dort genug Sonnenlicht bekommen und beim Wachsen halt finden kann. Nach 5 Tagen habe ich noch zusätzlich weiteren Kaffeesatz hinzugefügt, da die Menge des vorherigen nicht ausreichend war.

Meine Pflanze habe ich regelmäßig mit zwischen 100-120 ml Wasser gegossen außer in den letzten Tagen. Sie ist innerhalb der ersten Woche ca. 10 cm lang gewachsen. Die Blätter be-

gannen sich am 8.Tag sichtbar zu werden und waren nach 3 Tagen ausgewachsen. Zunächst war 5-6 Tage nichts zu beobachten, aber nach dem 5.Tag konnte ich feststellen, dass meine Pflanze angefangen hat sich zu keimen. Der Keim konnte die Erde durchbrechen und wurde sichtbar. Nach 2 Tagen trat auch der Keimstängel des zweiten Samens heraus. Danach begann die Pflanze für je 2-3 cm an einem Tag zu wachsen. Letztendlich erreichte sie eine Länge von 32 cm.

Die Blätter verfärbten sich von grün zu hellgrün, nachdem ich die Pflanze für mehr als 20 Tagen nicht mit Wasser gegossen habe. Sie beginnen abzufallen. Die Farbe des Stängels änderte sich ebenfalls. Zuerst war sie am Anfang grün. Danach begann sie in ungefähr 11 Tagen eine bräunliche Farbe anzunehmen.

Die Raumtemperatur betrug zwischen 19-23°C

Ich konnte innerhalb dieser 72 Tage keine Blüten bei meiner Pflanze feststellen.

Aus diesem Projekt konnte ich feststellen, was eine Pflanze braucht um zu wachsen. Ich konnte resultieren, dass vor allen der Dünger eine entscheidende Rolle dabei spielt. Er muss wichtige Nährstoffe für die Pflanze erhalten. Des Weiteren braucht die Pflanze genügend Sonnenlicht, weshalb ich es auch vor dem Fenster gestellt habe. Sonnenlicht stellt für die Pflanzen Energie dar. Außerdem spielt Wasser ebenfalls eine wichtige Rolle beim Wachstum. Die Pflanze begann abzufallen, nachdem ich sie nicht mehr mit Wasser gegossen habe.

ERKLÄRUNG

"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."