



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Wissenschaftliches Arbeiten im Biologie-Unterricht nach dem Konzept von PlantingScience“

verfasst von / submitted by

Johanna Rathmayr BSc BSc

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of  
Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2020 / Vienna, 2020

Studienkennzahl lt. Studienblatt /  
degree programme code as it appears on  
the student record sheet:

UA 190 445 477

Studienrichtung lt. Studienblatt /  
degree programme as it appears on  
the student record sheet:

Lehramtsstudium UF Biologie und  
Umweltkunde UF Haushaltsökonomie  
und Ernährung

Betreut von / Supervisor:

Ao. Univ.-Prof. Dr. Michael Kiehn

# Vorwort

Nachdem ich bereits seit 3 Jahren an einer BMHS in Wien als Vertretungslehrerin arbeite, war mir von Anfang an klar, dass ich in meiner Diplomarbeit diese Möglichkeit nutzen möchte, um dazu beizutragen den naturwissenschaftlichen Unterricht an berufsbildenden Schulen hinsichtlich der Methodenvielfalt zu untersuchen und zu optimieren. Diese Chance bot sich mir im Rahmen einer Lehrveranstaltung, in welcher ich zum ersten Mal von dem Konzept der „PlantingScience“ Plattform erfuhr und sich hierbei die Möglichkeit ergab dieses Unterrichtskonzept zu adaptieren und zu untersuchen. Aus dieser Chance entstand schlussendlich die folgende Diplomarbeit.

Im Laufe dieses Prozesses bekam ich vielseitige Unterstützung aus meinem Umfeld, wofür ich mich an jener Stelle herzlichst bedanken möchte:

Zu aller erst möchte ich mich bei meinem Diplomarbeitsbetreuer a.o. Univ.-Prof. Dr. Michael Kiehn bedanken, welcher mich überhaupt erst mit dem Thema „PlantingScience“ vertraut gemacht hat, als Mentor im Rahmen von „PlantingScience“ eine aktive Rolle in der Diplomarbeit einnahm und durch seine aufbauenden Worte und konstruktives Feedback viel zum Gelingen der folgenden Diplomarbeit beitrug.

Ein großes Dankeschön gebührt meinem Direktor Mag. Christian Posad, der es mir nicht nur ermöglichte meine Forschung an der BHAK Wien22 durchzuführen, sondern mich auch immer wieder motivierte, bestärkte und an mich glaubte.

Bedanken möchte ich mich auch bei den Schülerinnen und Schülern der 2CS 18/19 die den Fokus meiner Forschung darstellten und ohne die diese Diplomarbeit nicht möglich gewesen wäre.

Ein weiterer Dank gilt meinen KollegInnen Mag Timur Aygünes, Mag. Petra Boogmann und Mag. Dr. Eva Luegmayer sowie Mag. Julia Stejskal, welche als weitere Mentoren einen wesentlichen Beitrag zu meiner Diplomarbeit leisteten und Mag. Nicole Wurm die durch ihre Motivation und vielseitige Hilfe einen wichtigen unterstützenden Faktor darstellten.

Außerdem möchte ich mich bei meiner Familie, insbesondere bei meinen Eltern und Geschwistern bedanken, die mir über all die Jahre meines Studiums nicht nur finanziell, sondern auch moralisch und motivationsbedingt eine sehr große Hilfe waren und nie den Glauben an mich und an meinen Abschluss verloren haben.

Last, but not least gebührt eine großer Dank meinem Freund Fabian Grießhaber, der vor allem in den letzten Monaten eine wichtige Stütze darstellte und gemeinsam mit meinen FreundInnen und StudienkollegInnen meine Studienzeit zu einem bunten, lustigen und aufregenden Lebensabschnitt machte den ich nicht missen möchte.

## **Erklärung**

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle aus ungedruckten Quellen, gedruckter Literatur oder aus dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte gemäß den Richtlinien wissenschaftlicher Arbeiten zitiert, durch Fußnoten gekennzeichnet bzw. mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe.

---

Name

Ort

Datum

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	7
2. Forschungsfragen und Forschungsgebiet .....	8
2.1. Forschungsfragen.....	8
2.2. Didaktischer Forschungsrahmen .....	10
3. Theorie .....	11
3.1. Forschendes und entdeckendes Lernen.....	11
3.1.1. Grundlagen und Definition.....	11
3.1.2. Forschendes und entdeckendes Lernen im schulischen Kontext.....	12
3.2. Konstruktivismus und Lernen .....	13
3.2.1. Grundlagen und Definition .....	13
3.2.2. Die Rolle der Lehrperson und der Lernumgebung.....	14
3.3. Kompetenzorientierter Unterricht und forschendes Lernen .....	14
3.4. Die Rolle der Lernenden.....	16
4. Fachliche Inhalte – Samenbiologie.....	18
4.1. Was ist ein Same?.....	18
4.2. Entstehung und Aufbau von Samen .....	18
4.2.1. Einteilung von Pflanzensamen und Keimlingen.....	20
4.3. Samenentwicklung und Reifung .....	23
4.4. Keimung .....	24
4.5. Steuerungsfaktoren der Keimung .....	25
4.5.1. Molekulare Steuerungsfaktoren.....	26
4.5.2. Steuerungsfaktor Wasser .....	27
4.5.3. Steuerungsfaktor Temperatur.....	28
4.5.4. Steuerungsfaktor Sauerstoff.....	30
4.5.5. Steuerungsfaktor Licht.....	30
4.5.6. Steuerungsfaktor pH-Wert.....	32
4.5.7. Steuerungsfaktor Boden .....	33
5. Das Konzept PlantingScience .....	35
5.1. The Wonder of Seeds - Inhalt und didaktischer Hintergrund .....	35
5.2. Integration in den Lehrplan der berufsbildenden mittleren Schulen.....	36

5.3. Struktur der Lerneinheit „The Wonder of Seeds“ und organisatorischer Ablauf	39
5.3.1. Planung und Vorbereitung	39
5.3.2. Durchführung	41
6. Erhebung des Unterrichtsmodells	42
6.1. Inhalt und Kriterien der Erhebung	42
6.2. Material und Methoden	44
7. Objektiver Ablauf des Unterrichts	45
7.1 Forschungsfragen	47
7.2. Experimente	48
7.3. Daten Auswertung und Präsentation	50
8. Teilnehmende Beobachtung des Unterrichtsmodells - Ergebnisse	52
8.1. Methode	52
8.1.1. Kritik an der Methode	54
8.2. Arbeitsverhalten	55
9.2.1. Leistungsbereitschaft und Sorgfalt der Durchführung und Datenaufnahme	55
8.2.2. Verwendung der Materialien und Eigenständigkeit	62
8.2.3. Erforderliche Kompetenzen	65
8.2.4. Lernerfolg	67
8.2.5. Teamarbeit	70
8.3. Technische und organisatorische Herausforderungen für die Lehrperson	72
9. Erhebung der Kommunikation mit den Mentoren	75
9.1. Methode	76
9.2. Konversation mit den Mentoren - Ergebnisse	78
10. Forschungsprotokoll und Poster – Ergebnisse	82
10.1. Methode	82
10.2. Hypothesenbildung	83
10.3. Sorgfalt der Planung und Datenaufnahme	84
10.4. Gestaltung des Forschungsprotokolls	85
10.5. Interpretation und Darstellung der Ergebnisse	87
10.5.1. Interpretation im Forschungsprotokoll	87
10.5.2. Interpretation und Präsentation der Ergebnisse am Poster	89
10.6. Fragebogen	92

11. Interpretation der Ergebnisse und Beantwortung der Forschungsfragen .....	95
12. Diskussion und Ausblick .....	98
13. Fazit .....	102
Literatur .....	103
Quellen: Theorie Teil .....	103
Quellen: Fachlicher Teil .....	104
Quellen: Ergebnisteil .....	105
Online Quellen .....	106
Anhang .....	109
Zusammenfassung .....	109
Abstract .....	109
Übersetzung – Anleitung für SchülerInnen und LehrerInnen .....	111
Übersetzung – Anleitung für Mentoren .....	126
Forschungsprotokoll Vorlage .....	129
Forschungsprotokolle der Gruppen .....	137
Konversation mit den Mentoren .....	191
Poster .....	206
Fragebogen .....	211

# 1. Einleitung

*„Nicht in der Erkenntnis liegt das Glück, sondern im Erwerben der Erkenntnis.“*

*(Edgar Allan Poe)<sup>1</sup>*

Es heißt der Wunsch nach Erkenntnis und ihr Erwerb ist tief im Menschen verankert. Ohne dieses Streben nach Wissen und Verständnis der Welt wäre die Menschheit in ihrer wissenschaftlichen Evolution nicht auf dem heutigen Stand. Das Forschen, dem der Wunsch nach Erkenntnis zugrunde liegt, geht auch meist mit einem Lernvorgang einher.<sup>2</sup>

In pädagogischer Hinsicht stellen sich dadurch einige Fragen: Inwiefern kann das Lernen in der Schule mit dem Lernen durch wissenschaftliche Forschung verglichen werden? Worin unterscheidet sich die Motivation hinsichtlich wissenschaftlicher Forschung und forschendem Lernen an Schulen? Steigert das Experimentieren im Unterricht die Lernmotivation? Wie kann man Forschen und Lernen im pädagogischen Alltag in Verbindung setzen?<sup>3</sup>

Pflanzen sowie Pflanzensamen, worauf sich die untersuchten Unterrichtseinheiten beziehen, sind grundlegend für die Landwirtschaft und dadurch für das menschliche Leben. Neben der Tatsache, der Botanik als wissenschaftliche Disziplin, ist der Umgang mit Samen auch für das Alltagsleben interessant und wichtig, sei es beim Anbauen von Gemüse im eigenen Garten beim Ziehen von Zierpflanzen oder beim Keimen von Kresse.

Botanik im schulischen Alltag trifft oft nicht auf Enthusiasmus. Vor allem in berufsbildenden Schulen, in denen die Naturwissenschaft oft aus Sicht der Lernenden eine untergeordnete Stellung einnimmt, jedoch der allgemeine Kompetenzerwerb stark in den Mittelpunkt der Didaktik geraten ist, versucht das Unterrichtskonzept von „PlantingScience“ das Thema Pflanzen in Schulen wiederzubeleben. Der technologische Fortschritt ermöglicht nicht nur eine enorme Verbesserung in der Informationsbeschaffung, sondern bietet auch eine weitgehend problemlose Kommunikation und Vernetzung. Genau darauf baut das Unterrichtsmodell der Lernplattform „PlantingScience“ auf. „PlantingScience“, auf das ich im Folgenden noch

---

<sup>1</sup> Abgerufen unter <https://www.aphorismen.de/zitat/154765> (Zugriff 05.02.2020)

<sup>2</sup> Vgl. MOHR 2013: S.49ff.

<sup>3</sup> Vgl. MESSNER 2009: S.15.

genauer eingehen werde, bietet Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit, ihr forschendes Lernen durch Kontakt zu botanischen Wissenschaftlern, der Ebene des wissenschaftlichen Forschens näherzubringen. Das Konzept versucht die Barriere zwischen Schule und Wissenschaft zu minimieren, indem sie die Schülerin und den Schüler die Verantwortung, bzw. die Möglichkeit gibt in einen wissenschaftlichen Diskurs zu treten und sie die Welt der botanischen Forschung auf angepasstem Niveau erleben zu lassen, ihnen aber auch die Verantwortung für den Gewinn ihrer Erkenntnisse vor Augen führen.

In meiner Diplomarbeit werde ich zuerst das Thema der Samenbiologie theoretisch behandeln und die Vermittlungsmethoden dieser Disziplin im herkömmlichen Schulunterricht beleuchten. Im weiteren Verlauf werde ich das Projekt „PlantingScience“ vorstellen und Möglichkeiten für den Einsatz an deutschsprachigen Schulen hinterfragen, sowie die Durchführung dieses Unterrichtsmodells erproben. Außerdem möchte ich untersuchen, ob dies zu einem gesteigerten Interesse sowie Zusammenhangsverständnis von Pflanzen als Lebewesen beiträgt.

## **2. Forschungsfragen und Forschungsgebiet**

Pflanzen sind Lebewesen, die einer Entwicklung unterliegen. Wie bei den meisten anderen eukaryotischen Organismen, die sich geschlechtlich fortpflanzen, entstehen aus der Verschmelzung von männlichen und weiblichen Gameten ein sich durch Zellteilung entwickelnder Embryo, der bei Samenpflanzen im Samen beinhaltet ist.

Heutzutage sind vielen Schülerinnen und Schülern Pflanzen als lebende Einheit nicht bewusst. Im Rahmen des Schulunterrichts Biologie werden oft nur Tiere als Lebewesen wahrgenommen. Diesem Unwissen und Desinteresse von jungen Lernenden gilt es durch modernen Unterricht entgegenzuwirken. Genau hier setzt das im Folgenden vorgestellte und evaluierte, Unterrichtskonzept „PlantingScience“ an.

### **2.1. Forschungsfragen**

Der Inhalt der Diplomarbeit beschäftigt sich mit den Möglichkeiten des Etablierens eines in den USA und in Kanada entwickelten und bewährten Unterrichtskonzeptes namens „PlantingScience“, welches es sich zum Ziel gesetzt hat Schülerinnen und Schülern, durch selbstständiges wissenschaftliches Forschen, botanisches Interesse und Wissen zu vermitteln. Nachdem auch im österreichischen



Schulsystem das Thema Botanik vermehrt eines „Revivals“ bedarf, könnte hierbei das Anwenden dieses Unterrichtskonzeptes eine Lösung darstellen.

Im Zuge dieser Diplomarbeit wird die Unterrichtsmethode in einer 2. Klasse der Handelsschule, der Sekundarstufe II des österreichischen Schulsystems durchgeführt und evaluiert.

In diesem Interesse sollen Forschungsfragen bearbeitet werden, die den Ablauf und die Möglichkeiten der Umsetzung von „PlantingScience“, im Zuge des vermehrt geforderten wissenschaftlichen, forschenden und vernetzten Arbeitens im Unterricht, am Beispiel des österreichischen Schulsystems, untersuchen. Als inhaltliche Vorlage dienen die Arbeitsaufträge der bereits existierenden Unterrichtskonzepte von „PlantingScience“, welche von der Autorin an die Schulform adaptiert wurden.

Um ein aussagekräftiges und wissenschaftlich fundiertes Ergebnis erzielen zu können, welches den Nutzen und die Möglichkeiten des Durchführens dieses Unterrichtsmodells untersucht, sollen diesbezüglich Forschungsfragen aus unterschiedlichen didaktischen Bereichen beantwortet werden.

#### **Inhaltliche Untersuchung:**

- Welches fachliche Vorwissen und arbeitsrelevanten Informationen benötigen die Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe II (2. Klasse Handelsschule) im Vorfeld?
- In wie weit können die SuS, mit den von „PlantingScience“ bereitgestellten Informationen und unter Hilfestellung der Mentoren, ein Experiment planen und durchführen?

#### **Organisatorische Klärung:**

- Welche technischen und organisatorischen Vorbereitungen bedarf die Umsetzung des, von PlantingScience entworfenen, Unterrichtskonzepts im deutschsprachigen Raum?
- Kann das Konzept „PlantingScience“ im deutschsprachigen Unterricht, unter Rücksichtnahme des Lehrplans und der Rahmenbedingungen des österreichischen Schulsystems (Sekundarstufe II, 2. Klasse Handelsschule) eingesetzt werden?
- Welche Aufgaben und Herausforderungen ergeben sich im Zuge der Durchführung für die Lehrperson?

### **Didaktische Erhebung:**

- Welchen Einfluss hat das forschende Lernen nach dem „PlantingScience“ Konzept auf die Leistungsbereitschaft und somit das Arbeitsverhalten von Lernenden der Sekundarstufe II?
- Welche zusätzlichen äußeren, didaktischen und fachlichen Faktoren beeinflussen das Arbeitsverhalten und dadurch den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler?
- Welche didaktische Adaptierung benötigt das Etablieren des Konzeptes von „PlantingScience“, um den Schülerinnen und Schülern in der 2. Handelsschule ein adäquates Lernumfeld zu bieten?
- Führt das Konzept zu einem, den Kompetenzanforderungen entsprechenden, Verständnis und einem erkennbaren Lernerfolg unter Lernenden?
- In welchem Ausmaß und mit welchem Effekt nutzen die Schülerinnen und Schüler den Kontakt zu den Mentoren?

### **2.2. Didaktischer Forschungsrahmen**

Den didaktischen Forschungsrahmen der Diplomarbeit bildet die Durchführung und die didaktische Evaluierung (unter definierten Parametern) des, von der Autorin übersetzten und an das österreichische Schulsystem angepassten, Unterrichtskonzeptes von „PlantingScience“. Den Fokus der Untersuchung bildet hierbei die 2. Klasse einer Handelsschule der Sekundarstufe II.

Der Forschungsrahmen und die zugrundeliegende pädagogische Theorie bildet das „forschende Lernen“ als Teil der Erkenntnistheorie des „moderaten Konstruktivismus“

## 3. Theorie

*„Nicht für die Schule lernen wir, sondern fürs Leben“*

*(Lucius Annaeus Seneca)<sup>4</sup>*

### 3.1. Forschendes und entdeckendes Lernen

#### 3.1.1. Grundlagen und Definition

Das Lernen durch Forschen und Entdecken ist kein moderner Ansatz. Bereits im 4. Jahrhundert vor Christus verfolgte Sokrates die Theorie des fragenden Verständnisses im Lernprozess, indem er die Menschen dazu aufforderte ihre Umgebung wahrzunehmen und zu hinterfragen.<sup>5</sup>

Im Laufe der folgenden Jahrtausende wurde die Theorie des forschenden und entdeckenden Lernens vielfach weiterentwickelt und unterschiedlich definiert. Im weiteren Verlauf fand sie Einzug in die moderne Pädagogik und dadurch die schulische Unterrichtsgestaltung.

Doch was heißt es forschend zu lernen?

*„Kann dabei wirklich von Forschung gesprochen werden, oder ist dies nur eine beschönigende Wendung, um Schülerinnen und Schüler in das oft ungeliebte Terrain anspruchsvollen fachlichen Lernens zu locken, indem dann doch nur das Nacherfinden von längst Bekanntem möglich ist? Wie überhaupt verhalten sich Forschen und Lernen zueinander?“<sup>6</sup>*

Ein bedeutender Vertreter des forschenden Lernens war John Dewey (1859 – 1952). Dewey sprach der Bildung die Aufgabe zu Fähigkeiten zu vermitteln, die es dem Individuum ermöglicht ein selbstbestimmtes Leben zu führen und gesellschaftlich wertvolle Handlungen zu vollziehen.<sup>7</sup>

Er beschäftigte sich ausführlich mit der Frage nach der Grundlage der Forschung, um diese in Lernprozesse einbinden zu können. Diese gemeinsamen Grundzüge der

---

<sup>4</sup> Abgerufen auf: <https://www.aschenbrenner.media/aschenbrennereien/nicht-fuer-die-schule-fuers-leben-lernen-wir/> Zugriff (02.02.2020)

<sup>5</sup> Vgl. LIEBIG 2012 nach Sokrates: S. 3.

<sup>6</sup> MESSNER 2009: S. 15.

<sup>7</sup> Vgl. BENNER 2015: S. 481-496 nach Dewey.

Forschung und des forschenden Lernens sieht Dewey demnach darin, Zusammenhänge in einer ungeordneten Situation zu erkennen und Verknüpfungen herzustellen.<sup>8</sup>

*„Wir drücken uns oft so aus, als ob eigenes Forschen ein besonderes Vorrecht der Forscher oder wenigstens der fortgeschrittenen Studierenden wäre. Alles Denken ist jedoch Forschung, alle Forschung ist eigene Leistung dessen, der sie durchführt, selbst wenn das, wonach er sucht, bereits der ganzen übrigen Welt restlos und zweifelsfrei bekannt ist“<sup>9</sup>*

Außerdem behauptet er, dass Erfahrungen, welche im Lernenden etwas bewegen, zu einem Erkenntnisgewinn führen, der mit reiner Theorie nicht gegeben wäre. Aus diesem Grund sollte das Lernen im Schulunterricht auf dem Machen von Erfahrungen und den daraus resultierenden eigenen Theorien aufbauen. Denn wenn gewohnte Verhaltensmuster nicht länger erfolgreich angewandt werden können, müssen neue Lösungswege gefunden werden.<sup>10</sup>

Um dadurch auch fürs außerschulische Leben nützliche Kompetenzen zu erwerben, betont Dewey die Wichtigkeit der Reflexion als Reaktion auf Irritationen und der damit verbundenen nötigen Frustrationstoleranz von Schülerinnen und Schülern während des Lernprozesses. Nicht nur der Erfahrung während des forschenden Lernens, sondern auch dem Raum für Reflexion sollte darum erhebliches Augenmerk zukommen. Nur indem Schülerinnen und Schüler über ihre Erkenntnisse nachdenken und den Nutzen der Erfahrungen reflektieren, erwerben sie die Möglichkeit dieses Wissen auch auf andere Bereiche anwenden zu können und nachhaltig zu lernen.<sup>11</sup>

### **3.1.2. Forschendes und entdeckendes Lernen im schulischen Kontext**

Im Kontext des schulischen Unterrichts wird von Messner (2009) die Beziehung von entdeckendem und forschendem Lernen als fließend erachtet und kann nicht eindeutig definiert werden. Die Begriffe erhalten in unterschiedlichen Altersstufen verschiedene Bedeutung, wobei diese in der Grundschule und der Sekundarstufe I gleichgesetzt

---

<sup>8</sup> Vgl. ROTH & WEIGAND, 2014:S.2 nach Dewey 1937.

<sup>9</sup> DEWEY (1916) 1993: S.198.

<sup>10</sup> Vgl. LIEBIG 2012: S.3 nach Dewey 1986.

<sup>11</sup> Vgl. LIEBIG 2012: S.4.

werden. Im wissenschaftlicheren Bereich bildet das entdeckende Lernen eher eine Vorstufe des forschenden Lernens.<sup>12</sup>

Das entdeckende und forschende Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht stellt somit eine Unterrichtsmethode dar, die die Lernenden befähigen soll, ihre eigenen Lernerfahrungen zu machen, indem sie die Möglichkeit bietet, weitgehend individuell und selbstständig Fragestellungen zu kreieren und Probleme durch eigenständiges Experimentieren zu lösen. Im Mittelpunkt dieser Lernmethode stehen das Entdecken neuer Denkweisen und das selbstständige Erklären naturwissenschaftlicher Phänomene. Hierbei sollte nicht das endgültige Lösen einer Fragestellung, sondern der Wissenserwerb während des Lösungsweges im Vordergrund stehen. Hierbei ist jedoch wichtig, dass demnach das Entdecken nicht mit dem Vorgang des Verstehens gleichgesetzt werden darf.<sup>13</sup>

## **3.2. Konstruktivismus und Lernen**

### **3.2.1. Grundlagen und Definition**

Die Erkenntnistheorie des Konstruktivismus beschäftigt sich mit der Frage wie Wissen generiert wird und basiert auf der Vorstellung, dass dieses in gewisser Form bereits in den Lernenden existent ist. Dies deckt sich auch mit der modernen Hirnforschung.<sup>14</sup>

Wie beim forschenden Lernen wollen konstruktivistische Ansätze die Lernenden dahingehend motivieren, ihren Lernvorgang zu reflektieren, zu hinterfragen und ihr Lernen selbst zu planen und zu bewerten, indem sie auf ihr Vorwissen aufbauen. Beim konstruktivistischen Lernen in Schulen wird auch vom moderaten Konstruktivismus gesprochen.<sup>15</sup>

Der moderate Konstruktivismus aus pädagogischer Sicht unterscheidet sich demnach vom Kognitivismus durch die Annahme, dass die Lernenden ihr Wissen, ausgehend von ihren bereits gemachten Erfahrungen und ihrem Umfeld, selbst konstruieren. Sie werden dadurch von passiven zu aktiven Lernern, indem sie neue Informationen in ihre bereits vorhandenen Wissensstrukturen einbauen. Marquadt-Mau (2011) spricht

---

<sup>12</sup> Vgl. MESSNER 2009: S.23.

<sup>13</sup> Vgl. MITZKAT & KLEWITZ 1977: S.7ff.

<sup>14</sup> Vgl. NEUBERT et al. 2001: S. 254ff.

<sup>15</sup> Vgl. GERSENMAIER & MANDL 1995: S.867ff.

hierbei von Präkonzepten der Schülerinnen und Schüler, die mit einem naturwissenschaftlichen Verständnis verknüpft werden sollen.<sup>16</sup>

### **3.2.2. Die Rolle der Lehrperson und der Lernumgebung**

Nachdem der moderate Konstruktivismus das selbstständige und selbsttätige Handeln von Schülerinnen und Schülern in den Mittelpunkt stellt, muss sich auch die Lernumgebung und die Bereitschaft der Lehrpersonen auf dieses Unterrichtsmodell einlassen und es unterstützen.

Nach Gerstenmaier und Mandl (1995) sollte die konstruktivistische Lernumgebung durch folgende Merkmale geprägt sein:<sup>17</sup>

→ Die Lernenden werden mit realistischen naturwissenschaftlichen Problemstellungen konfrontiert, die es ihnen ermöglichen einen Alltagsbezug herzustellen.

→ Die Lernumgebung soll flexibel gestaltet sein und den Schülerinnen und Schülern ermöglichen, ihr erlerntes Wissen auch auf andere Gebiete anzuwenden und zu abstrahieren.

→ Um das Wissen flexibel anwenden zu können, sollten die Lernenden die Probleme aus unterschiedlichen Perspektiven betrachten können.

→ Die Lernumgebung soll kooperatives Lernen in Lerngruppen und den sozialen Kontext fördern und auch das gemeinsame Arbeiten von Lehrpersonen und Lernenden unterstützen.

### **3.3. Kompetenzorientierter Unterricht und forschendes Lernen**

Kompetent zu sein ist im volkstümlichen Sprachgebrauch durchaus positiv konnotiert. Im Gegensatz dazu ist Inkompetenz eine negative Eigenschaft. Kompetenz bezieht sich auf Grundanforderungen menschlichen Handelns in unterschiedlichen Bereichen und ist daher auch im Bildungssystem eine erstrebenswerte Fähigkeit.<sup>18</sup>

*„Im naturwissenschaftlichen Unterricht ist, dort wo es machbar erscheint, von der Lebens- und Gedankenwelt der Schülerinnen und Schüler auszugehen. Es ist ihnen die Möglichkeit zu geben, eigene Erfahrungen anhand von*

---

<sup>16</sup> Vgl. MARQUAT-MAU 2011: S.32ff.

<sup>17</sup> Vgl. GERSTENMAIER & MANDL 1995: S.867ff.

<sup>18</sup> Vgl. DRIESCHNER 2009: S.10f.

*Untersuchungen (Beobachtungen, Messungen und Experimenten) zu sammeln und diese mit Hilfe der neu erlernten Konzepte und Modelle zu beurteilen und zu bewerten.*<sup>19</sup> (Auszug aus dem Lehrplan der Handelsschule)

Wie dem Auszug des Lehrplans der Handelsschule zu entnehmen ist, bezieht sich der kompetenzorientierte Unterricht auf das Konzept des moderaten Konstruktivismus sowie der Methodik des forschenden Lernens und fordert einen Unterrichtsrahmen, der es den Schülerinnen und Schülern ermöglicht auf ihrem Wissen aufzubauen und dieses zu reflektieren. Des Weiteren sollen die Lernenden die Möglichkeit haben ihr Wissen im naturwissenschaftlichen Unterricht praktisch anwenden zu können.<sup>20</sup>

Durch dieses Unterrichtskonzept erlernen die Schülerinnen und Schüler diverse Kompetenzen, die nicht nur für schulisches Lernen wichtig sind, sondern sie auch bei einem lebenslangen Lernen und Anwenden des Erlernten im Alltag unterstützen.<sup>21</sup>

Nach Liebig (2012) sollen die Schülerinnen und Schüler durch das entdeckende Lernen neben der bereits erwähnten Fach- und Sozialkompetenz, welche das Lernen in einem sozialen Umfeld erfordert, zusätzlich folgenden Kompetenzen erwerben:<sup>22</sup>

- Fragekompetenz: Die Lernenden stellen Fragen, denen ein Interesse zugrunde liegt und für deren Antwort Eigeninitiative erforderlich ist. Dies fördert ein strukturiertes und vorausschauendes Denken, welches einige Anstrengung erfordert.<sup>23</sup> Außerdem bringt es die Schülerinnen und Schüler dazu, über ihr bereits vorhandenes Wissen zu reflektieren, um darauf aufbauen zu können.<sup>24</sup>
- Zielfindungskompetenz: Die Schülerinnen und Schüler erlernen, ihren Fokus auf ein Ziel zu setzen und entwickeln hierbei eigenständige Lernwege, die ihrer Lernform entsprechen. Außerdem stärkt die erforderliche Kommunikation in der Lerngruppe, neben der bereits erwähnten Sozialkompetenz, ihre Sprachkompetenz und ihr wissenschaftliches Vokabular.<sup>25</sup>
- Planungskompetenz: Planung ist eine wesentliche Kompetenz für lebenslanges Lernen. Vor allem in berufsbildenden Schulen wird im Lehrplan die Fähigkeit zum

---

<sup>19</sup> Lehrplan der Handelsschule: S.40.

<sup>20</sup> Vgl. Lehrplan der Handelsschule: S.40.

<sup>21</sup> Vgl. LIEBIG 2012: S. 6.

<sup>22</sup> Vgl. ebd.: S.6.

<sup>23</sup> Vgl. ebd.: S.6.

<sup>24</sup> Vgl. GERSTENMAIER & MANDL 1995: S.867ff.

<sup>25</sup> Vgl. KOPP et al. 2014: S.199.

selbstständigen Planen, Organisieren und Durchführen, nicht nur im naturwissenschaftlichen Unterricht, als wesentlich erachtet.<sup>26</sup>

- Problemlösungskompetenz: Das Lösen einer eigens kreierten Problemstellung bringt die Lernenden dazu, in der Lerngruppe intensiv zu kommunizieren. Die Problemlösung fördert auch die Fähigkeit, die Lösungswege auch auf andere Themengebiete zu abstrahieren.<sup>27</sup>
- Handlungskompetenz: Durch den vorangegangenen Kompetenzerwerb werden die Schülerinnen und Schüler befähigt, ihr Wissen in Aktionen umzusetzen. Handlungen werden im Vorhinein auf ihre Effizienz geprüft und kreativ umgesetzt. Außerdem erkennen die Lernenden, dass ihr Lernen intrinsisch verursacht ist.<sup>28</sup>

### 3.4. Die Rolle der Lernenden

Welche Ansprüche stellt dieses Lernkonzept also an Schülerinnen und Schüler? Lernen im Rahmen der Lerntheorien des forschenden Lernens und des moderaten Konstruktivismus, ist ein aktiver Prozess. Für Schülerinnen und Schüler gibt es keine passiven Phasen, da ihre Selbsttätigkeit und Lernmotivation hierbei permanent gefordert sind. Der resultierende Vorteil für Lernende ergibt sich daraus, dass sie aktiv ins Unterrichtsgeschehen eingreifen können und ihre Perspektiven wichtig werden. Aus diesem Grund verlangt diese Lernform den jungen Lernenden einiges ab.

Forschendes Handeln bedarf eines nicht geringen Maßes an Leistungs- und Arbeitsmotivation. Für einen adäquaten Lernerfolg müssen die Lernenden motiviert sein einem Problem nachzugehen und durch eigenständiges Denken und Handeln zu lösen.<sup>29</sup>

Dieses erforderliche Arbeitsverhalten führt zu der Frage, durch welche Faktoren die Lern- und Leistungsmotivation von Schülerinnen und Schülern beeinflusst wird.

Intrinsische Motivation wird als interessenbestimmtes Handeln bezeichnet und benötigt demnach keine weiteren externen Anstöße oder Drohungen, sondern resultiert aus Neugier, Interesse an der Thematik und Freude am Tun.<sup>30</sup>

---

<sup>26</sup> Vgl. Lehrplan der Handelsschule: S.40ff.

<sup>27</sup> Vgl. LIEBIG 2012: S.6.

<sup>28</sup> Vgl. ebd.: S.6.

<sup>29</sup> Vgl. LIEBIG 2012: S.10.

<sup>30</sup> Vgl. DECI & RYAN 1993:S. 227ff.



Extrinsisch motiviertes Verhalten wird mehr oder weniger durch vom eigentlichen Thema separierbaren Konsequenzen bestimmt, die dem Handeln eine Bekräftigung geben sollen.

Intrinsische und extrinsische Motivation sind jedoch keine Antagonisten. Auch extrinsisch motiviertes Verhalten kann selbstbestimmt sein, indem das Handlungsergebnis subjektiv als hoch bewertet wird. Diese eigenständige Art der Motivation führt laut empirischer Erhebungen zu einer Steigerung in der Leistungs- und Lernmotivation und somit im Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern.<sup>31</sup>

Laut Deci und Ryan (1993) können drei Faktoren bzw. Bedürfnisse definiert werden, die für intrinsische und extrinsische Motivation wichtig sind. Das Bedürfnis nach Kompetenz und Wirksamkeit, das Bedürfnis nach Autonomieunterstützende Lernumgebung und Selbstbestimmung, sowie die soziale Zugehörigkeit.<sup>32</sup>

---

<sup>31</sup> Vgl. DECI & RYAN 1993:S. 227ff.

<sup>32</sup> Vgl. ebd.:S. 227ff.

## 4. Fachliche Inhalte – Samenbiologie

*„Samen haben doch Menschen auch, die sind im Sperma drinnen“*

*„Ja, aber das ist nicht das gleiche wie bei den Pflanzen, weil, aus einem Samen alleine kann beim Menschen kein Mensch entstehen, aber bei den Pflanzen wächst ja aus dem Samen allein schon eine Pflanze“*

(Schülervorstellungen zu Thema Samen Anatomie und Keimung)<sup>33</sup>

Der Begriff „Same“ besitzt in der deutschen Sprache eine sehr breit gefächerte und nicht einheitliche Bedeutung. Eine Bedeutung ist die Bezeichnung für die Verbreitungs- und Fortpflanzungseinheit der Spermatophyten; hier nehmen die Samen eine wichtige Rolle bei der Vermehrung und Ausbreitung von Pflanzen ein.<sup>34</sup>

### 4.1. Was ist ein Same?

Definition:

*„Der Same ist ein aus einer Samenanlage entstandenes Verbreitungsorgan, das einen vorübergehend ruhenden Embryo enthält, der von einer Samenschale, Testa, umgeben ist und häufig noch ein besonderes Nährgewebe besitzt“<sup>35</sup>*

### 4.2. Entstehung und Aufbau von Samen

Samen entstehen in Folge der Befruchtung der Eizelle in den Samenanlagen einer Blüte durch die Pollenkörner (generative männliche Zellen). Die darauffolgenden mitotischen Teilungen der Zellen führen zur Entstehung des Embryos, welcher meist bis zur Initiierung der Keimung in den Zustand der Dormanz übergeht.<sup>36</sup>

---

<sup>33</sup> Teilnehmende Beobachtung im Rahmen dieser Diplomarbeit (Vgl Teilnehmende Beobachtung: B- Z. 411ff.)

<sup>34</sup> Vgl. ENGELMEIER & POSTL 2016: S. 71.

<sup>35</sup> SCHOPFER & BRENNICKE 2016: S. 471.

<sup>36</sup> Vgl. ENGELMEIER & POSTL 2016: S. 71.

Als herangereifte Samenanlage einer befruchteten Blüte bestehen Samen zumindest aus einer Samenschale (der Testa) und dem diploiden Embryo. Um sich zu entwickeln, benötigt der Embryo Reservestoffe, die entweder extraembryonal (im Endosperm bzw. Perisperm) oder intraembryonal (in Keimblättern) gespeichert sind. Das Endosperm bildet sich durch doppelte Befruchtung. Ein Pollenkern befruchtet nach mitotischer Teilung zum einen die Eizelle, der andere bildet mit dem diploiden Embryonensackkern einen triploiden Kern, aus dem dann das Endosperm entsteht. Das Perisperm bildet sich aus dem Gewebe der Samenanlagen und ist im Gegensatz zum Endosperm diploid.<sup>37</sup> Wurde das Endosperm vom Embryo bereits vor der Samenreife aufgebraucht, werden die zur Keimung benötigten Nährstoffe in den Kotyledonen gespeichert.<sup>38</sup> (vgl. Abb. 3.)<sup>39</sup> Zu den Funktionen von Samen zählen neben der Vermehrung und der Ausbreitung der Art auch die Überdauerung ungünstiger Lebensbedingungen.

*„Die meisten Samen besitzen einen schützenden Samenmantel (Testa). Die Testa entsteht aus den Integumenten; sie ist also [...] rein mütterlicher Herkunft. Der reifende Same steht über das Samenstielchen, Funiculus, mit der Mutterpflanze in Verbindung.“<sup>40</sup>*

Die Testa umschließt das Nährgewebe sowie den Embryo, bestehend aus embryonalen Wurzeln (Keimwurzeln), dem Sprossscheitel und einem oder mehreren Keimblättern, welche Kotyledonen genannt werden (vgl. Abb.1).<sup>41</sup> Durch den Suspensor, auch als Embryoträger bezeichnet, steht der Embryo mit der Testa (Samenschale) in Verbindung. Die Samenschale bildet sich aus der Samenoberfläche und den Integumenten (Hüllschicht des

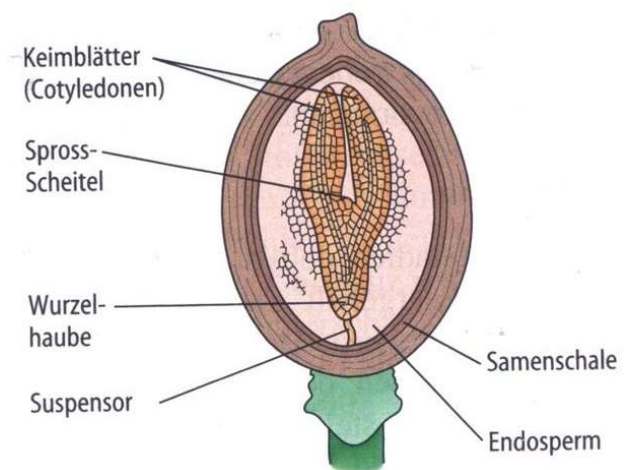


Abbildung 1: Darstellung eines dikotylen Angiospermen Samens mit Embryo und umgebenden Endosperm

<sup>37</sup> Vgl. LIEBEREI et al. 2007: S. 14.

<sup>38</sup> Vgl. STUETZEL 2015: S. 55.

<sup>39</sup> [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-55234-6\\_7](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-55234-6_7) (Zugriff: 19.11.2019)

<sup>40</sup> SCHOPFER & BRENNICKE 2016: S. 471.

<sup>41</sup> <https://slideplayer.org/slide/857707/2/images/5/Samenaufbau.jpg> (Zugriff: 11.12.2019)

Gewebes der Samenanlagen) und kann je nach Pflanzenart in ihrer Anzahl variieren.<sup>42</sup>

#### 4.2.1. Einteilung von Pflanzensamen und Keimlingen

1. Auf Grund der Lage der Samenanlagen unterscheidet man **Nacktsamer (Gymnospermae)**, bei welchen der Same nicht von einer Fruchtwand (Perikarp) umschlossen ist, und **Bedecktsamer (Angiospermae)**, mit einem von einer Fruchtwand umschlossenen Samen.<sup>43</sup> (vgl. Abb. 2)<sup>44</sup>

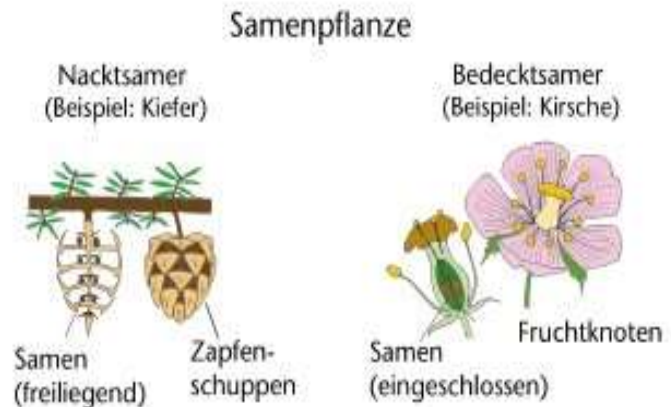


Abbildung 2: Unterschied Nacktsamer (Gymnospermae) und Bedecktsamer (Angiospermae)

2. Die Zahl der Kotyledonen kann sich je nach Pflanzenart in Anzahl und Größe unterscheiden. Bei Gymnospermen, wie zum Beispiel Kiefern oder Ginkgo, kann die Anzahl der Keimblätter variieren.

Angiospermen oder Blütenpflanzen hingegen können entweder ein Keimblatt (**Monokotyledonen**), z.B. Tulpe, Hafer oder Küchen-Zwiebel, oder zwei Keimblätter enthalten. Pflanzen des letzteren Typs werden als **Dikotyledonen** bezeichnet. Dikotyle Samen speichern ihre Energiereserven in den Kotyledonen oder in Endosperm. Monokotyledonen speichern ihren Energievorrat, der normalerweise sehr viel Stärke enthält, in einem separaten Endosperm. Bei bestimmten Monokotyledonen wie Mais oder Weizen sind die Samenschalen mit einem Teil der Fruchtwand verschmolzen.<sup>45</sup>

3. Wie schon erwähnt finden sich Unterschiede bei der Speicherung der Nährstoffe. Die Speicherung findet bei Gymnospermen, monocotylen Angiospermen und manchen dikotylen Angiospermen im **Endosperm bzw. Perisperm** (extraembryonal)

<sup>42</sup> Vgl. KADEREIT et al. 2014: S.170

<sup>43</sup> Vgl. ENGELMEIER & POSTL 2016: S. 72.

<sup>44</sup> <https://www.sign-lang.uni-hamburg.de/galex/konzepte/l467.html> (Zugriff:19.11.2019)

<sup>45</sup> Vgl. PLANTINGSCIENCE 2016: S. 2. <https://plantingscience.org/resources/36> (Zugriff:19.11.2019)

statt, bei anderen dikotylen Angiospermen in den **Kotyledonen** (intraembryonal)<sup>46</sup> (vgl. Abb. 3).<sup>47</sup>

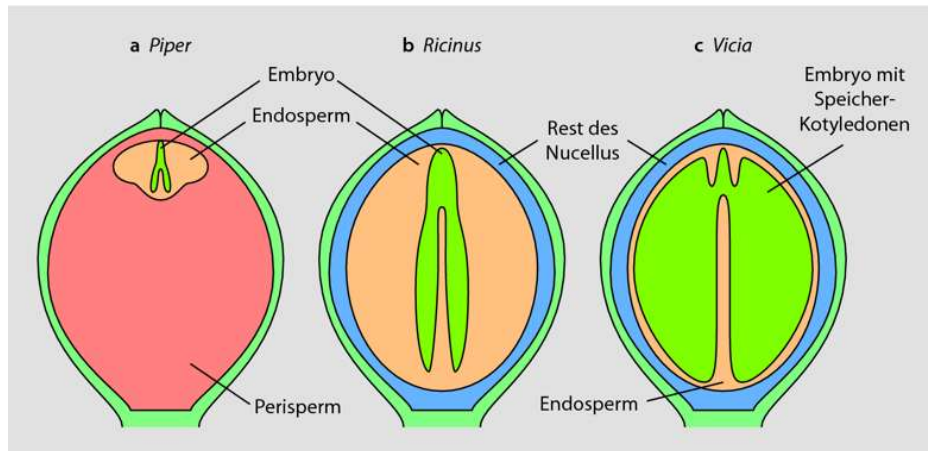


Abbildung 3: Darstellung der unterschiedlichen Nährgewebe

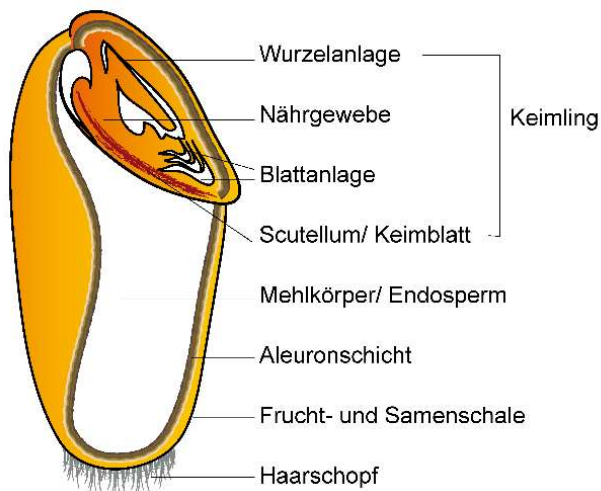


Abbildung 4: Monokotyle Same – Nährstoffspeicherung im Endosperm

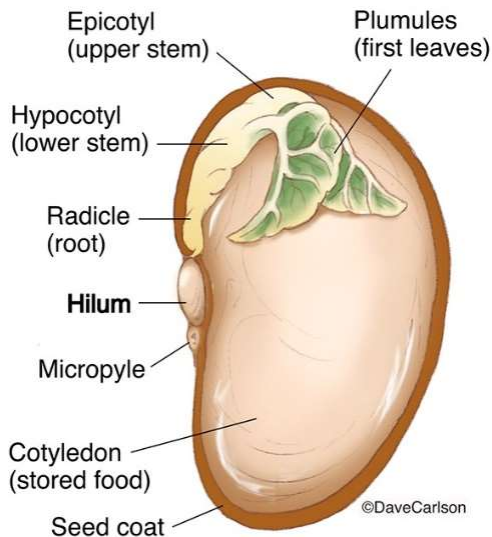
Bsp. 1: Speicherung im Endosperm eines Getreidekorns (monokotyle Angiospermen) mit Karyopse, bestehend u.a. aus dem Endosperm, der Aleuronschicht (eiweißhaltiges Gewebe zwischen Testa und Endosperm), sowie dem Scutellum (umgewandeltes Keimblatt → versorgt den Embryo mit Nährstoffen aus dem Endosperm)<sup>48</sup> (Abb. 4)<sup>49</sup>

<sup>46</sup> Vgl. ENGELMEIER & POSTL 2016: S. 72.

<sup>47</sup> [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-55234-6\\_7](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-55234-6_7) (Zugriff:19.11.2019)

<sup>48</sup> Vgl. ENGELMEIER & POSTL 2016: S. 72.

<sup>49</sup> <https://de.wikipedia.org/wiki/Karyopse#/media/Datei:Weizenkorn.png> (Zugriff:19.11.2019)



B. Bean seed (angiosperm)

Abbildung 5: Dikotyle Same – Speicherung der Nährstoffe in den Keimblättern

Bsp. 2: Speicherung der Reservestoffe in den Kotyledonen bei dikotylen Angiospermen.<sup>50</sup> (vgl. Abb. 5)<sup>51</sup>

**3.** Bei der Keimung der Samen unterscheidet man zwischen **epigäischer** (oberirdischer) und **hypogäischer** (unterirdischer) Keimung.

Bei der Keimung durchbricht die Keimwurzel die Samenschale und wächst zur Primärwurzel heran, die sich im Weiteren in die Neben- und Seitenwurzeln verzweigt.

Bei Pflanzen mit Speicherkotyledonen bleiben die Keimblätter im bzw. am Substrat. Sie sind nicht oder nur wenig photosynthetisch aktiv und sterben ab. Hier kommt es zu keiner Streckung des Hypokotyls. Das Epikotyl hingegen verlängert sich. Die Primärblätter ergrünen und beginnen Photosynthese zu betreiben; dadurch wird der junge Keimling mit Energie versorgt. Mit dem Beginn der photoautotrophen Ernährung ist die frühe Keimlingsentwicklung abgeschlossen.<sup>52</sup>

Im Gegensatz zur hypogäischen Keimung kommt es bei der epigäischen Keimung zu einer Streckung des Hypokotyls. Die Keimblätter durchdringen das Substrat und werden selbst photosynthetisch aktiv. Im weiteren Verlauf verkümmern die Kotyledonen, fallen ab und werden von den ersten Laubblättern (Primärblättern) ersetzt.<sup>53</sup>

<sup>50</sup> Vgl. ENGELMEIER & POSTL 2016: S.73.

<sup>51</sup> <https://www.carlsonstockart.com/photo/pine-bean-seed-structure-comparison-gymnosperm-angiosperm/?search=bean> (Zugriff:21.11.2019)

<sup>52</sup> Vgl. NOVER et al. 2008:S.768, WILD et al. 2012: S.378.

<sup>53</sup> Vgl. NOVER et al. 2008: S.768f.

### 4.3. Samenentwicklung und Reifung

Nach der Befruchtung der Samenanlagen, den Zellteilungen und Differenzierungen beginnt die Reifung des Samens. Dabei werden u.a. die Speicherorgane mit Speicherstoffen (Stärke, Fetten und Speicherproteinen) gefüllt. Im Anschluss kommt es zu einer kontrollierten Austrocknung des Samens, was zu einer Stoffwechsellinaktivität führt. Das Wasser liegt nun nur mehr in gebundener Form vor und kann nicht mehr als Lösungsmittel aktiv sein. Durch den Verlust des Wassers kommt es zum Absterben der Zellen der Testa. Das Austrocknen der Samen führt bei den meisten Pflanzen zur primären Keimruhe.

Bei einigen wenigen Pflanzen erfolgt die Keimung bei guten Keimungsbedingungen sofort im Anschluss an die Samenreifung. Es kann auch vorkommen, dass die Samen direkt an der Mutterpflanze zu keimen beginnen. Diese sogenannte Viviparie kann auch spontan vorkommen, z.B. wenn Getreidekaryopsen bei feuchtem Klima an der Mutterpflanze austreiben.

*„Viele Samen sind auch im reifen Zustand noch von den Fruchtblättern, Pericarp, umgeben (z. B. die Achänen der Asteraceen und die Karyopsen der Poaceen). Die Samen (Früchte) der höheren Pflanzen sind also komplex aufgebaute Gebilde, [...]“<sup>54</sup>*

Die meisten Samen gehen aber in das Stadium der Dormanz über und können so ungünstige Umweltbedingungen überdauern. Um dies zu gewährleisten, werden Reservestoffe eingelagert und der Stoffwechsel heruntergefahren. Vor mechanischen Schäden sind die Samen durch die Testa geschützt. Zusätzlich können Hemmstoffe gebildet werden (z.B.: ABA, s. auch unten), die ein vorzeitiges Austreiben der Samen verhindern.

#### **Bei der Keimruhe werden 2 Phasen unterschieden:**

1. Die **primäre Keimruhe** beginnt bereits während der Samenreifung und verhindert, dass in dieser Phase, selbst unter optimalen Umständen, eine Keimung induziert wird.

Die primäre Keimruhe der Samen bewirkt einen Schutz des Embryos, da dieser entweder noch nicht vollständig entwickelt ist oder ein Austrieb im Herbst zu einem

---

<sup>54</sup> SCHOPFER & BRENNICKE 2016: S. 471.

Absterben des Keimlings im Winter führen würde. Bei manchen Samen (z.B. Esche) wird die Keimfähigkeit erst durch eine Kälteperiode im Winter vollständig erreicht.

2. In der **sekundäre Keimruhe** ist der Same keimungsbereit, wird jedoch durch ungünstige Umweltbedingungen, wie zu hohe oder niedrige Temperaturen oder Trockenheit, an der Keimung gehindert. Diese Phase kann unterschiedlich lange dauern.<sup>55</sup>

Samen werden i.d.R. durch Wasseraufnahme keimungsfähig.

#### 4.4. Keimung

Die Keimung von Pflanzensamen ist kein zeitlich einheitlicher Prozess. Die Dauer des Keimungsvorganges ist abhängig von den Umweltbedingungen, der Qualität der Samen und natürlich der Samenart. Dadurch kann die Keimung zwischen einigen Stunden bis zu mehreren Jahren dauern.<sup>56</sup>

*„Die Dauer der Keimfähigkeit reifer Samen variiert zwischen wenigen Monaten (bei „unorthodoxen“ Samen) und vielen Jahren; sie hängt sehr stark von den Umweltbedingungen ab. Im trockenen, tiefgekühlten Zustand dürften die meisten Samen nahezu beliebig lange keimfähig bleiben. In der natürlichen Samenbank im Boden erlischt die Keimfähigkeit meist auch bei „orthodoxen“ Samen spätestens nach 30 – 50 Jahren. Der älteste zuverlässig datierte Fund keimfähiger Samen geht auf archäologische Arbeiten am Toten Meer zurück, bei denen in einem trockenen Sediment etwa 2.000 Jahre alte, noch voll keimfähige Samen der Dattelpalme (Phoenix dactylifera) entdeckt wurden.“<sup>57</sup>*

#### Phasen der Keimung:

Entsprechend der verschiedenen Stadien der Wasseraufnahme kann die Keimung in drei Phasen gegliedert werden.<sup>58</sup>

---

<sup>55</sup> Vgl. ENGELMEIER & POSTL 2016: S. 74f.

<sup>56</sup> Vgl. ENGELMEIER & POSTL 2016: S. 76.

<sup>57</sup> SCHOPFER & BRENNICKE 2016: S. 475.

<sup>58</sup> Vgl. ENGELMEIER & POSTL 2016: S. 76.



1. In der **ersten Phase (Quellung)**, der Imbibition, kommt es zu einer schnellen und starken Wasseraufnahme des Samens. Dadurch gehen die Phospholipidmembranen der Zellen von einem Gel-Zustand in das Flüssig-Mosaik-Modell über. Das Flüssig-Mosaik-Modell beschreibt die in der Membran mosaikartig eingebetteten Membranproteine.<sup>59</sup> Nicht funktionierende Strukturen und Reservestoffe werden abgebaut und die DNA repariert. Den Abschluss dieser Phase bildet das Durchdringen der Keimwurzel durch die Testa.

2. Im Gegensatz zur ersten Phase erfolgt in der **zweiten Phase** kaum eine Aufnahme von Wasser. Hier werden vor allem die Reservestoffe mobilisiert und der Keimling beginnt zu wachsen.<sup>60</sup>

3. Das **Wachstum des Embryos** durch Zellteilung und Streckung, sowie die Mobilisierung von Reservestoffen, verbunden mit einer erneuten gesteigerten Aufnahme von Wasser, bildet die **dritte Phase** der Keimung.<sup>61</sup>

Reservestoffe:

Zu den wichtigsten Speicherstoffen gehören Makromoleküle wie Stärke, Fette und Proteine.

Stärke wird vor allem im Endosperm gespeichert und im Zuge der Keimung von Amylasen gespalten. Die Speicherung von Fetten erfolgt hauptsächlich in den Keimblättern. Fette müssen durch die Gluconeogenese erst in Saccharide umgewandelt werden, um die Zellen mit Energie versorgen zu können. Proteine werden im Endosperm gespeichert; dadurch kann das Gewebe mit Aminosäuren versorgt werden. Enzymatisch sind sie nicht aktiv.

#### **4.5. Steuerungsfaktoren der Keimung**

Neben den exogenen Steuerungsfaktoren wie Wasser, Sauerstoff, Salzgehalt des Bodens, Temperatur oder Licht, welche im Rahmen der Diplomarbeit von den Schülerinnen und Schülern untersucht werden, wird die Keimung auch durch endogene Faktoren gesteuert. Zu den endogenen Keimungsfaktoren zählen unter

---

<sup>59</sup> Vgl. CAMPBELL et al. 2016: S. 72.

<sup>60</sup> Vgl. ENGELMEIER & POSTL 2016: S. 76.

<sup>61</sup> Vgl. ebd.: S. 76.

anderem Phytohormone, Inhibitoren oder Mineralstoffe. Bei einigen Samen kann die Dormanz auch vom Embryo oder dem ihm umgebenden Gewebe gesteuert werden. Dies passiert entweder durch mechanische Hinderung der Wasseraufnahme oder keimungshemmende Makromoleküle.<sup>62</sup>

#### **4.5.1. Molekulare Steuerungsfaktoren**

##### **Phytohormone:<sup>63</sup>**

Inhibitoren sind Stoffe, welche durch einen Sperrmechanismus den vorzeitigen Austrieb verhindern. Typische Beispiele für Inhibitoren sind Abscisinsäure (ABA), Blausäure oder Kaffeesäure.

Abscisinsäure unterdrückt zum einen die Viviparie, und erzeugt zum anderen, vor dem Übergang zur Wachstumsphase, die Keimdormanz. Auch nach der Reifung kann durch ABA die Keimung gehemmt werden. Bei Samen, welche durch eine Mutation kein ABA mehr bilden können, kommt Viviparie vermehrt vor. Wird die ABA-Synthese unterdrückt, wird die Dormanz verhindert. ABA kommt aber nicht nur in den Samen, sondern auch im Fruchtfleisch vor.

Bei vielen Rosaceen findet man statt ABA Amygdalin, welches im Embryo die vorzeitige Keimung hemmt. Erst durch die Zerstörung der Samenschale kann Amygdalin entfernt werden und die Keimung beginnen.

Der Antagonist von ABA ist Gibberellinsäure (GA). Kälteperioden bewirken zum Beispiel einen Anstieg von GA und somit ein Ende der Dormanz. Andererseits kann bei Pflanzen mit ABA-Mangel durch die Unterdrückung von GA die vorzeitige Keimung und die Viviparie unterdrückt werden.

Ausschlaggebend ist hierbei nicht die Menge von ABA oder GA, sondern das Verhältnis der beiden Phytohormone zueinander.<sup>64</sup>

##### **Mineralstoffe:**

Da während der Dormanz, um den Samen keimbereit zu machen, die Aminosäuremenge verdoppelt werden muss, wirkt sich der Stickstoffgehalt der Umgebung positiv auf den Beginn der Keimung aus. Bei stark mit Stickstoff gedüngten

---

<sup>62</sup> Vgl. ENGELMEIER & POSTL 2016: S. 77.

<sup>63</sup> Vgl. NOVER et al. 2008:S.768., SCHOPFER & BRENNICKE 2016: S. 476.

<sup>64</sup> Vgl. NOVER et al. 2008: S. 768., SCHOPFER & BRENNICKE 2016: S. 476.

Böden kann dies jedoch, z.B. bei Getreide, zu einem verfrühten Keimen an der Mutterpflanze führen (Viviparie).<sup>65</sup>

#### **4.5.2. Steuerungsfaktor Wasser**

Der Nachreifungsprozess findet an der Mutterpflanze statt. Hierbei wird der Wassergehalt der Samen aktiv von ca. 90% auf 10% reduziert. Durch die Austrocknung geht der Samen, wie schon oben erwähnt, in eine Überdauerungsphase (Dormanz) über und seine Stoffwechselfunktion wird verringert. Zum Schutz vor Hitze, Trockenheit und anderen exogenen schädlichen Faktoren dienen diverse Stoffe wie z.B. Prolin oder Sorbitol. Vor mechanischer Belastung wird der Embryo einerseits von der Samenschale geschützt, andererseits besitzt er schützende Proteine, welche die Zellmembranen stabilisieren.

Die Initiation der Keimung stellt wie bereits erwähnt die Quellung, auch Imbibition genannt, dar. Diese erste Phase der Imbibition ist reversibel. Ca. zwölf Stunden nach Beginn der Wasseraufnahme nimmt die Reversibilität der Dormanz rasant ab.

In manchen Fällen dehnt sich das Gewebe so weit aus, dass die Testa durch den entstehenden Druck (bis zu mehreren 100 bar) bereits vor der Wachstumsphase aufgesprengt wird.

Die Wasseraufnahme ist ein physikalischer Prozess, der die Wasserdifferenz bis zu Sättigung des Gewebes ausgleicht. Die polaren Moleküle innerhalb des Samens, wie Ionen, Proteine oder Kohlenhydrate, werden von einer Hydrathülle umgeben. Dadurch wird der Stoffwechsel angeregt und der Embryo bewirkt eine Ausschüttung von Gibberellinsäure, Die durch GA angeregte Expression von Genen aktiviert wiederum die Aleuronschicht. Amylasen bauen daraufhin die Stärke im Endosperm ab.<sup>66</sup>

Im ausgetrockneten, reifen Samen befinden sich funktionsfähige Mitochondrien, welche nach der Imbibition auf Grundlage dieser gespeicherten Reservestoffe sofort mit der Zellatmung beginnen und die Zellen des Embryos mit ATP versorgen.

---

<sup>65</sup> Vgl. ENGELMEIER & POSTL 2016: S. 85.

<sup>66</sup> Vgl. ENGELMEIER & POSTL 2016: S. 77. SCHOPFER & BRENNICKE 2016: S. 476.

Samen besitzen hemmende Faktoren, welche die Initiation des Wachstums verhindern. Neben endogenen Enzymen bzw. Hormonen, wie zum Beispiel das Phytohormon Abscisinsäure (ABA) wird, wie bereits erwähnt, die Wachstumsphase der Samen gehemmt. (Abb.6)<sup>67</sup> Diese Faktoren können durch die Wasseraufnahme ausgeschwemmt, oder durch Umwelteinflüsse verringert werden.

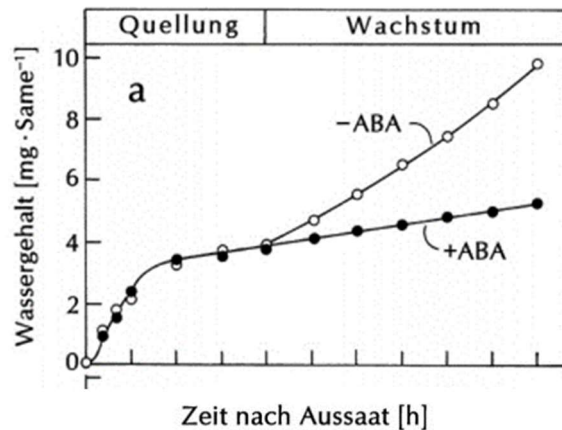


Abbildung 6: Wasseraufnahme und ABA Konzentration

Die zweite Phase der Keimung wird durch das Wachstum des Embryos eingeleitet. Ab diesem Zeitpunkt ist die Keimung der Samen irreversibel. Das heißt, dass bei erneuter Austrocknung die Keimungsfähigkeit der Samen nicht mehr gegeben ist. Die Reversibilität der Austrocknung wird erst 30 Tage nach der Samenreife ausgebildet.<sup>68</sup>

Das Wachstum, bzw. die Streckung des Embryos zum Beginn der Wachstumsphase und sein Durchbrechen der Testa benötigt noch keine Zellteilung, sondern kann alleine auf die Wasseraufnahme zurückgeführt werden.<sup>69</sup>

*„Das spätere Wurzelwachstum des jungen Keimlings stoppt erst, wenn es von der Nachlieferung neuer Zellen durch das Meristem abhängig wird. Keimung beruht also auf der Ausdehnung vorhandener Zellen. Dieser Prozess kann als hydraulisches Wachstum beschrieben werden, [...]“.*<sup>70</sup>

#### 4.5.3. Steuerungsfaktor Temperatur

In allen Zellen, also auch in denen der Pflanzensamen, sind für optimale Stoffwechselforgänge geeignete Temperaturen erforderlich. Besonders auf die

<sup>67</sup> SCHOPFER & BRENNICKE 2016: S. 477.

<sup>68</sup> Vgl. SCHOPFER & BRENNICKE 2016: S. 475 nach Fischer et al. 1988.

<sup>69</sup> Vgl. SCHOPFER & BRENNICKE 2016: S. 477 f.

<sup>70</sup> SCHOPFER & BRENNICKE 2016: S. 481.

Keimruhe hat bei den meisten Samen die Temperatur einen entscheidenden Einfluss, indem sie die Dauer und das Ende der Dormanz bestimmt. So wird das Ruhestadium oft durch hohe Temperaturen ausgelöst und durch niedrige Temperaturen beendet, da dadurch die Synthese des Phytohormons Gibberellinsäure angeregt wird.<sup>71</sup>

*„Der reife Same keimt nicht sofort nach dem Abwurf von der Mutterpflanze, sondern erst nach einer bestimmten Zeit, z. B. wenn die hemmenden Einflüsse der Hüllgewebe durch Witterungseinflüsse ausreichend geschwächt sind, oder wenn die Temperatur nach einer längeren Kälteperiode wieder ansteigt. In Klimazonen mit ausgeprägten Winter ist die Verzögerung der Keimung vom Herbst in das folgende Frühjahr eine entscheidende Voraussetzung für das Überleben der Art.“<sup>72</sup>*

Die optimale Keimtemperatur unterschiedlicher Samen kann stark variieren, wodurch Wärmekeimer, Kältekeimer, Hochtemperaturkeimer und Feuerkeimer unterschieden werden können.

Wärmekeimer haben ihr Temperaturoptimum bei ca. 25°C und besiedeln daher eher mediterrane Regionen.

Kältekeimer, auch Frostkeimer genannt, keimen durchschnittlich bei einer Temperatur von 4°C und benötigen einen Kälteschock, um ihre Ruhephase zu beenden. Durch den darauffolgenden Temperaturanstieg wird die Keimung vorangetrieben. Beispiele sind Arten der Rosaceae oder Asparagaceae.

Hochtemperaturkeimer benötigen zum Keimen Temperaturen um 40°C und eine trockene Umgebung. Bsp.: Reis.

Feuerkeimer, wie zum Beispiel einige Akazienarten, benötigen Feuer, das ihre harte Samenschale porös macht und Sauerstoffzufuhr für die Zellatmung ermöglicht.<sup>73</sup>

Auch auf die Keimungsgeschwindigkeit hat die Temperatur einen entscheidenden Einfluss. So hat zum Beispiel Mais eine Temperaturamplitude zwischen 7°C und 37°C. Je tiefer die Temperatur liegt, umso niedriger ist die Keimungsgeschwindigkeit<sup>74</sup>  
Beispiele einiger Keimungstemperaturen: (vgl. Tabelle 1)<sup>75</sup>

---

<sup>71</sup> Vgl. ENGELMEIER & POSTL 2016: S. 78., SCHOPFER & BRENNICKE 2016: S. 478.

<sup>72</sup> SCHOPFER & BRENNICKE 2016: S. 478.

<sup>73</sup> Vgl. ENGELMEIER & POSTL 2016: S. 78.

<sup>74</sup> Vgl. MANGOLD 1861: S. 95.

<sup>75</sup> MANGOLD 1861: S. 94.

Samen	Min. Temp.	Max. Temp.
Mais	7°C	37°C
Gerste	4°C	32°C
Kürbis	10°C	37°C
Bohne <sup>76</sup>	4,8°C	32°C

Tabelle 1: Optimale Keimungstemperatur einzelner Samenarten

#### 4.5.4. Steuerungsfaktor Sauerstoff

Um, mit Hilfe der gespeicherten Nährstoffe im Zuge der mitochondrialen Zellatmung ATP erzeugen zu können, benötigen eukaryotische Zellen Sauerstoff. Somit ist die Sauerstoffversorgung ein wesentlicher Faktor bei der Keimung.

Aerenchyme stellen bei manchen Samen sicher, dass ihre Zellen auch bei Überschwemmungen mit Sauerstoff versorgt werden können.<sup>77</sup>

Manche Samen (z.B. Reis) können auch in Abwesenheit von Sauerstoff keimen, was zur Gärung führt.

Auch die Temperatur hat Einfluss auf die Sauerstoffversorgung der Samen. Sobald durch die Erhöhung der Temperatur im Sommer die Zellatmung erhöht wird, wird der verbleibende Sauerstoff im Samen verbraucht und der CO<sub>2</sub> Gehalt steigt. Durch den Sauerstoffverbrauch gehen die Samen vorerst in die Ruhephase über. Erst mit ausreichender Sauerstoffversorgung kann ein normaler Zellstoffwechsel wieder gewährleistet werden.<sup>78</sup>

#### 4.5.5. Steuerungsfaktor Licht

Licht gilt neben der Temperatur als wesentlicher Umweltfaktor zum Brechen der Dormanz.

Dass Licht eine wesentliche Wirkung auf Pflanzen und ihr Wachstum sowie ihre Energieversorgung hat, ist offensichtlich. Dennoch hat Licht neben seiner Funktion bei der Photosynthese weitere Einflüsse auf die Entwicklung von Keimlingen. Pflanzen

<sup>76</sup> vermutlich *Phaseolus* sp.

<sup>77</sup> Vgl. NOVER et al. 2008:S.19.

<sup>78</sup> Vgl. ENGELMEIER & POSTL 2016: S. 78.

besitzen spezielle Lichtrezeptoren, welche spezifische biochemische Prozesse auslösen und wie Phytohormone wirken. Ein Typus dieser Photorezeptoren bei Pflanzen wird Phytochrom genannt.<sup>79</sup>

Durch das Phytochrom-System wirkt das Licht auf die Keimung der Samen. Da nicht alle Samen denselben Anspruch an die Lichtverhältnisse haben, unterscheidet man diesbezüglich Hell- und Dunkelkeimer.<sup>80</sup>

*„Da die Reaktion der Samen jedoch nicht 100 %ig ist, sind die Bezeichnungen lichtgeförderte und lichtgehemmte Keimer korrekter.“<sup>81</sup>*

Im Zuge eines Experiments<sup>82</sup> wurde die Wirkung unterschiedlicher Lichtfarben (Licht unterschiedlicher Wellenlänge) auf die Photorezeptoren und dadurch die Keimung von lichtkeimenden Pflanzensamen untersucht.

Bei diesem Versuch wurden die Samen von Kopfsalat (*Lactuca sativa*) im gequollenen Zustand mit Licht unterschiedlicher Wellenlänge beleuchtet.

Hellrotes Licht (HR) mit der Wellenlänge um 660nm bewirkte die Induktion der Keimung, wohingegen dunkelrotes Licht (DR) mit der Wellenlänge um 730nm die Keimung hemmt. (vgl. Abb. 7)<sup>83</sup>

Auch wenn die Belichtung zuvor mit hellrotem Licht erfolgte, wurde die Keimung durch anschließendes dunkelrotes Licht wieder gehemmt.<sup>84</sup>

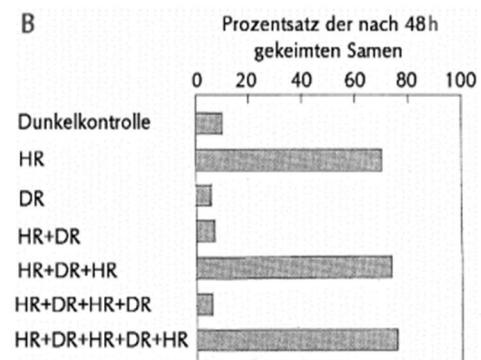
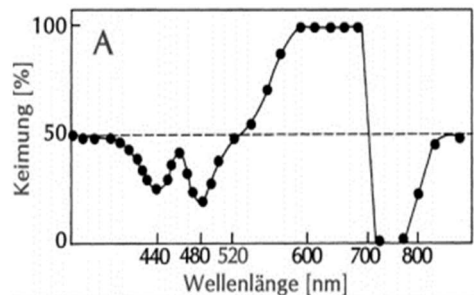


Abbildung 7: Induktion der Keimung durch Licht unterschiedlicher Wellenlänge. HR= Hellrot DR = Dunkelrot

<sup>79</sup> Vgl. HESS 2008: S. 250 f.

<sup>80</sup> Vgl. HESS 2008: S. 300.

<sup>81</sup> HESS 2008: S. 300.

<sup>82</sup> Vgl. SCHOPFER & BRENNICKE 2016: S. 477.

<sup>83</sup> SCHOPFER & BRENNICKE 2016: S. 477.

<sup>84</sup> Vgl. SCHOPFER & BRENNICKE 2016: S. 477.

Funktion des Phytochrom-Systems:

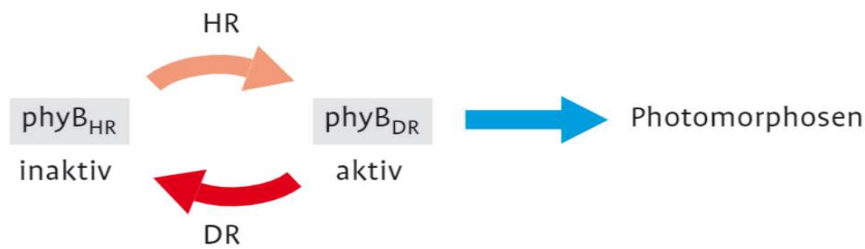


Abbildung 8: Das Phytochrom System

Das Phytochrom-System besitzt blaugrüne Chromoproteine, welche durch Lichteinwirkung ihre Farbe ändern können. (Abb. 8)<sup>85</sup>

Das Pigmentsystem kann im aktiven oder inaktiven Zustand vorliegen. Die aktive Form des Phytochrom-Systems hat ein Absorptionsmaximum von Licht bei einer Wellenlänge von ca. 730nm, und wird daher als  $P_{730}$  bezeichnet. Wird  $P_{730}$  mit dunkelrotem Licht (730 nm) bestrahlt, geht es in den inaktiven Zustand über. Im inaktiven Zustand hat der Phytochromkomplex ein Absorptionsmaximum von 660nm. Dies entspricht der Wellenlänge von hellrotem Licht. Wird nun der Samen mit hellrotem Licht bestrahlt, wird der Phytochromkomplex wieder aktiv und setzt die Keimung in Gang.<sup>86</sup>

Sonnenlicht ist ein Mischlicht unterschiedlicher Wellenlängen, enthält aber mehr hellrotes als dunkelrotes Licht und trägt somit zur Induktion der Keimung von lichtkeimenden Pflanzensamen bei.

Im Gegensatz zu den lichtkeimenden Samen wirkt bei den Dunkelkeimern eine Belichtung hemmend auf die Keimung, da diese im Samen bereits ein aktives  $P_{730}$  besitzen und das Vorhandensein von Phytohormonen wie Gibberellinsäure somit eine größere Rolle bei der Initialisierung der Keimung spielt.<sup>87</sup>

#### 4.5.6. Steuerungsfaktor pH-Wert

Der pH-Wert des Substrats hat einen entscheidenden Einfluss auf die Nährstoffaufnahme während des Wachstums von Pflanzen. Die meisten Pflanzen haben eine optimale Nährstoffaufnahme bei einem leicht sauren pH-Wert. Jedoch hat

<sup>85</sup> HESS 2008: S. 251.

<sup>86</sup> Vgl. HESS 2008: S.251.

<sup>87</sup> Vgl. ENGELMEIER 2016: S. 81



jede Pflanze ihren eigenen optimalen pH-Wert, bei der sie am besten gedeiht. Der ideale pH-Wert für Nutzpflanzen liegt durchschnittlich bei einem pH von 6,3.<sup>88</sup>

Beispiele für den idealen pH-Wert von Pflanzen. (vgl. Tabelle 2)<sup>89</sup>

Samen	pH-Wert
Mais	6,0-7,5
Gerste	6,0-7,0
Kürbis	5,5-7,5
Bohne <sup>90</sup>	6,0-7,5

Tabelle 2: Idealer pH-Wert einzelner Samen

Obwohl der pH-Wert einen Einfluss auf die Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen hat, konnte in einige Experimenten nachgewiesen werden, dass die Acidität keinen direkt signifikanten Einfluss auf die Keimungsrate und den Keimungserfolg von Pflanzensamen hat.<sup>91</sup>

#### 4.5.7. Steuerungsfaktor Boden

Der Boden hat einen indirekten Einfluss auf die Keimung von Pflanzensamen, weil er die keimungsinduzierenden Faktoren wie Licht, Sauerstoff oder Wasserversorgung beeinflusst.

Um den Keimungsvorgang zu starten ist, wie bereits erwähnt, eine ausreichende Wasserversorgung des Samens notwendig. Um diese Wasserversorgung zu gewährleisten ist es wichtig, dass der Boden genügend Wasser zu Verfügung stellen kann. Dazu ist ein ausreichender Bodenschluss notwendig. Aus diesem Grund sollten die Bodenpartikel nicht zu grob sein. Die optimale Größe der Bodenpartikel liegt bei einem Durchmesser von ca. 5mm. Außerdem ist für eine ausreichende Wasserversorgung auch die Saattiefe ausschlaggebend. Hierbei können größere

---

<sup>88</sup> Vgl. Bluelab: [https://a89b8e4143ca50438f09-7c1706ba3fabeeda794725d88e4f5e57.ssl.cf2.rackcdn.com/spec\\_sheets/files/000/057/206/original/bluelab-blu27100-growbook.pdf?1503415965](https://a89b8e4143ca50438f09-7c1706ba3fabeeda794725d88e4f5e57.ssl.cf2.rackcdn.com/spec_sheets/files/000/057/206/original/bluelab-blu27100-growbook.pdf?1503415965)(Zugriff: 19.11.2019)

<sup>89</sup> Bluelab: [https://a89b8e4143ca50438f09-7c1706ba3fabeeda794725d88e4f5e57.ssl.cf2.rackcdn.com/spec\\_sheets/files/000/057/206/original/bluelab-blu27100-growbook.pdf?1503415965](https://a89b8e4143ca50438f09-7c1706ba3fabeeda794725d88e4f5e57.ssl.cf2.rackcdn.com/spec_sheets/files/000/057/206/original/bluelab-blu27100-growbook.pdf?1503415965)(Zugriff: 23.11.2019)

<sup>90</sup> vermutlich *Phaseolus* sp.

<sup>91</sup> Vgl. FERNANDEZ et.al 2006.

Samen tiefer als kleinere gepflanzt werden. Eine Faustregel besagt, dass die Saattiefe in etwa dem 10-fachen des Samendurchmessers entsprechen soll.<sup>92</sup>

Neben der Wasserspeicherung ist auch Salzgehalt des Bodens wichtig für die adäquate Versorgung des Samens mit Wasser. Durch einen hohen Salzgehalt im Boden kommt es zu einem Absinken des Wasserpotentials und dadurch zu einer erschwerten Wasseraufnahme. Salzstress ist vor allem in stark durch die Landwirtschaft genutzten Böden ein zunehmendes Problem.<sup>93</sup>

Die Lichtverhältnisse, denen der Samen ausgesetzt ist, werden durch die Saattiefe im Substrat beeinflusst. So werden zum Beispiel beim Umpflügen von Böden Samen an die Oberfläche befördert, welche einige Jahre in den unteren Bodenschichten nicht mit genügend Licht versorgt wurden. Durch das nun verfügbare Licht werden die Samen wieder zur Keimung angeregt.<sup>94</sup>

Ein weiterer Faktor ist die Versorgung des Samens mit Sauerstoff. Um den Keimling mit ausreichend Sauerstoff für die Zellatmung zu versorgen und das anfallende CO<sub>2</sub> abzutransportieren, muss der Boden ausreichend durchlüftet sein. Dies ist bei einem lockeren Boden, der auch Staunässe verhindert, gegeben. Bei sehr nassen, dichten oder oft überfluteten Böden kann dies zu einem Sauerstoffmangel (Hypoxie) der Samen führen.<sup>95</sup>

Auch die Temperatur wird durch den Boden kontrolliert. Die Temperatur im Boden wird durch die Wärmekapazität, die Wärmeleitfähigkeit und die Verdampfung gesteuert. Wenn der Wassergehalt hoch ist, benötigt der Boden mehr Zeit, um sich zu erwärmen. Ein poröser und trockener Boden führt zu einer schnelleren Erwärmung. Zusammengefasst ist ein lockerer Boden, der trotzdem eine genügende Wasseraufnahme gewährleistet, für die meisten Samen ein optimales Habitat.<sup>96</sup>

---

<sup>92</sup> Vgl. Väderstad Group: <https://www.vaderstad.com/de/know-how/grundlegende-ackerbaukunde/saatbett/anforderungen-an-das-saatbett/>(Zugriff:23.11.2019)

<sup>93</sup> Vgl. NOVER et al. 2008:S.783.

<sup>94</sup> Vgl. NOVER et al. 2008: S. 768.

<sup>95</sup> Vgl. NOVER et al. 2008: S. 784.

<sup>96</sup> Vgl. <https://www.vaderstad.com/de/know-how/grundlegende-ackerbaukunde/saatbett/anforderungen-an-das-saatbett/>(Zugriff:23.11.2019)

## 5. Das Konzept PlantingScience <sup>97</sup>



Abbildung 9: Logo der Website PlantingScience

PlantingScience (vgl. Logo Abb.9)<sup>98</sup> ist eine, in den USA entwickelte, kostenlose und frei zugängliche Online-Ressource für Lehrer und Schulen, welche Lernenden aller Altersstufen botanisches Interesse und Wissen vermitteln will. Hierbei handelt es sich um eine Lerngemeinschaft, bei der SchülerInnenteams online von Wissenschaftlern betreut werden, während sie, weitestgehend selbstbestimmt, botanische Experimente planen, durchführen, interpretieren und darstellen. PlantingScience vernetzt SchülerInnengruppen und Wissenschaftler und ermöglicht diesen durch einen Blog reibungslosen Kontakt und Kommunikation.

*„Wir bieten den Studierenden die Erfahrung, mit Hilfe ihrer Mentoren wie echte Wissenschaftler zu arbeiten und ihre Teamfähigkeit und ihr Verständnis für authentische Wissenschaft zu verbessern.“ <sup>99</sup>*

Ressourcen und Aktivitäten zur Durchführung eigenständiger Versuche zu unterschiedlichen botanischen Themen werden von der Plattform bereitgestellt und können von der Lehrperson weitestgehend an das unterschiedliche Leistungsniveau von Schülerinnen und Schülern angepasst werden.

Somit schafft es die Plattform von PlantingScience wissenschaftliche Praktiken in den naturwissenschaftlichen Unterricht zu integrieren, fachliche und fächerübergreifenden Kompetenzen zu fördern und somit den Richtlinien der Bildungsstandards des 21. Jahrhunderts zu entsprechen.<sup>100</sup>

### 5.1. The Wonder of Seeds - Inhalt und didaktischer Hintergrund

Das Lernmodul „The Wonder of Seeds“ beschäftigt sich mit botanischen Fragen und wissenschaftlichen Untersuchungen rund um das Thema der Pflanzenkeimung.

Da in den übersetzten Anleitungen (vgl. Anhang S. 111ff.)<sup>101</sup> eine detaillierte Erklärung zum Inhalt, möglichen Ablauf, Beispielen für Forschungsfragen sowie den geförderten

---

<sup>97</sup>Vgl. <https://plantingscience.org/aboutus> (Zugriff: 01.01.2020) Der folgende Absatz wurde inhaltlich weitgehend von der Plattform übernommen.

<sup>98</sup> <https://plantingscience.org/aboutus> (Zugriff: 01.01.2020)

<sup>99</sup> <https://plantingscience.org/aboutus> (Zugriff: 01.01.2020)

<sup>100</sup> Vgl. <https://plantingscience.org/aboutus> (Zugriff: 02.02.2020)

<sup>101</sup> Vgl. plantingscience (2016), "The Wonder of Seeds - Student's Guide," <https://plantingscience.org/resources/36> (Zugriff: 05.05.2019)

Kompetenzen zu finden sind, soll hier diesbezüglich nur ein kurzer Überblick gegeben werden.

Die fachlichen Inhalte, der im Zuge dieser Diplomarbeit durchgeführten Lerneinheit „The Wonder of Seeds“, befassen sich mit den Unterschieden von Pflanzensamen hinsichtlich des Aufbaus und der Entwicklung von Samen und den unterschiedlichen Faktoren für Keimung und Wachstum. Diesbezüglich gibt die von der Plattform bereitgestellte Anleitung für Schülerinnen und Schüler im Vorhinein einen groben Überblick. Zudem beinhaltet „The Wonder of Seeds“ Vorschläge für das eigenständige Durchführen von wissenschaftlichen Untersuchungen. Die Schülerinnen und Schüler erstellen in Teams eine gemeinsame Forschungsfrage zum Thema Pflanzenkeimung und überlegen sich Experimente, um dieser auf den Grund zu gehen. Im Anschluss sollen die Versuche durchgeführt, die Daten in einem Laborprotokoll festgehalten und am Ende ausgewertet und graphisch dargestellt werden. Einen weiteren wichtigen Schritt der Lerneinheit bildet die Interpretation und Kommunikation der Ergebnisse. Dadurch erfordert das Durchführen des Projektes nicht nur ein ergebnisorientiertes Arbeiten, sondern veranlasst die Lernenden dazu, aufbauend auf ihr vorhandenes Wissen<sup>102</sup> ihre Handlungen logisch zu durchdenken, zu planen und aufzuzeichnen, ihre Ergebnisse zu reflektieren und sinngemäß darzustellen, sowie ihre Erkenntnisse auszuformulieren und nachvollziehbar zu präsentieren.

Während dieser Lernschritte werden die Schülerinnen und Schüler einerseits im aktiven Unterricht von der Lehrperson und andererseits online von WissenschaftlerInnen (sog. MentorInnen) betreut.

So fördert das Unterrichtsmodell nicht nur die im Lehrplan festgelegten fachlichen Kompetenzen im Bereich der Botanik, sondern integriert echtes wissenschaftliches Arbeiten in den Unterricht. Außerdem werden zusätzlich fächerübergreifenden Kompetenzen gefördert, wie die Planungs- und Handlungskompetenz, sprachliche Kompetenz, soziale Kompetenz oder der Lesekompetenz. (vgl. Kapitel 3.3.)

## **5.2. Integration in den Lehrplan der berufsbildenden mittleren Schulen**

*Lehrpläne sind für Pädagoginnen und Pädagogen die Grundlage ihrer eigenständigen und verantwortlichen Unterrichts- und Erziehungsarbeit.*

---

<sup>102</sup> Vgl. PATRY 2016: S.10.

*Aufgabe der Lehrerinnen und Lehrer ist es, durch geeignete Planung und Gestaltung des Unterrichts den einzelnen Schülerinnen und Schülern die Erreichung der im Lehrplan vorgegebenen Ziele zu ermöglichen. Sie sind ein Orientierungsrahmen für Schülerinnen und Schüler sowie Erziehungsberechtigte, über welches Wissen und Können Schülerinnen und Schüler am Ende eines Schuljahres verfügen sollen.<sup>103</sup>*

Lehrpläne bestimmen die inhaltlichen Aufgaben der Lehrpersonen. Doch nicht nur der Inhalt wird dadurch politisch verordnet, sondern es wird auch im weiteren Sinne ein Zeitrahmen für die unterrichteten Themen gesetzt.

Nachdem ich bereits seit zwei Jahren als Vertretungslehrerin in der BHAK/BHAS Wien 22 mit voller Lehrverpflichtung im Gegenstand Naturwissenschaften (in der Handelsakademie) bzw. Angewandte Naturwissenschaften und Warenlehre (ANWA, in der Handelsschule) tätig bin, war es naheliegend mein Forschungsfeld innerhalb der von mir unterrichteten Klassen zu finden.

Nach der Analyse des Lehrplans der unterschiedlichen Stufen und Schulformen, kombiniert mit der Auswahl der mir zur Verfügung stehenden Klassen, fiel die Wahl der Klasse auf die 2CS, einer 2. Klasse der Handelsschule.

Definition der Handelsschule:

*„Die Handelsschule umfasst drei Schulstufen und dient gemäß § 52 und § 60 des Schulorganisationsgesetzes (SchOG) der kaufmännischen Berufsausbildung für alle Zweige der Wirtschaft. Sie vermittelt in integrierter Form Allgemeinbildung und kaufmännische Bildung. Die Ausbildung an der Handelsschule wird durch die Abschlussprüfung beendet und befähigt zur Ausübung eines Berufes auf kaufmännischem Gebiet.“<sup>104</sup> (Lehrplan der Handelsschule)*

Der Lehrplan der Handelsschule beinhaltet die Anforderung, dass die Schülerinnen und Schüler im Zuge der Pflichtgegenständen neben den wirtschaftsbildenden Fächern auch im naturwissenschaftlichen Bereich Kompetenzen erwerben, die sie zu

---

<sup>103</sup> Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung;  
<https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/schulpraxis/lp.html> (Zugriff: 6.2.2020)

<sup>104</sup> Handelsschule - Lehrplan 2014: S. 1.

zukunftsrelevanten Fertigkeiten und Handlungen befähigen, welche im Berufsleben, aber auch im Alltag wichtig sind.<sup>105</sup>

Wie bereits in Kapitel 3.3. diskutiert, entspricht das entdeckende und forschende Lernen in vielen Punkten den Anforderungen des kompetenzorientierten Unterrichts der Handelsschule.

Der naturwissenschaftliche Lehrplan der Handelsschule umfasst Themen aus den Unterrichtsfächern Biologie, Chemie und Physik. Nachdem der stoffliche Umfang dieser Fächer beinahe endlos viele Themen umfasst, legt der Lehrplan den Unterrichtsstoff nach Themengebieten fest. Aus diesem Grund fiel die Wahl der Klasse auf eine 2. Klasse der Handelsschule, in deren Lehrplan die Grundzüge der Biologie festgelegt sind.

*„Schülerinnen und Schüler*

- können einfache naturwissenschaftliche Untersuchungen (Beobachtung, Messung, Experiment) planen und durchführen, sowie die Ergebnisse dokumentieren und präsentieren,*
- können den Aufbau der Lebewesen aus Molekülen und Zellen beschreiben,*
- kennen wichtige Organe und Organsysteme bei Pflanzen und Tieren und können dazu passende Informationen selbstständig aus den Medien beschaffen und die dabei gewonnenen Ergebnisse präsentieren.“<sup>106</sup>*

Das Konzept von PlantingScience beschäftigt sich mit botanischen Fragestellungen zum Thema der Pflanzenkeimung und ist daher, bezüglich des fachlichen Inhaltes, gut in den Lehrplan der 2. Klasse der Handelsschule zu integrieren.

Nach Durchsicht des Lehrplans für die BHS würden die inhaltlichen Anforderungen des Unterrichtskonzepts auch die Themen des 1. Jahrganges der Handelsakademie behandeln, wodurch die Durchführung von „The Wonder of Seeds“ auch hier möglich wäre:

*„Die Schülerinnen und Schüler können*

- einfache naturwissenschaftliche Untersuchungen (Beobachtung, Messung, Experiment) planen und durchführen sowie die Ergebnisse dokumentieren und präsentieren,*

---

<sup>105</sup> Vgl. Handelsschule - Lehrplan 2014: S.1.

<sup>106</sup> Handelsschule - Lehrplan 2014: S. 40-41.

*- den Aufbau von Lebewesen (Bakterien, Pflanzen, Pilze, Tiere und Menschen) aus Molekülen, Zellen, Organen und Organsystemen beschreiben“<sup>107</sup>*

### **5.3. Struktur der Lerneinheit „The Wonder of Seeds“ und organisatorischer Ablauf <sup>108</sup>**

Wie der Planung auf der PlantingScience zu entnehmen ist, eignen sich die Anforderungen von „The Wonder of Seeds“ für die 6. bis 12. Schulstufe. Zur adäquaten Durchführung der Experimente soll nach Angaben ein Zeitraum von mindesten zwei Wochen zur Verfügung gestellt werden. Zur Planung des Unterrichts und zur Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler wird im Vorlauf eine zusätzliche Woche empfohlen.

Die Plattform bietet im Jahr zwei Zeiträume, in denen die Einheiten durchgeführt werden können. Im Herbst ist sie von September bis November, im Frühjahr von Februar bis April zugänglich.

#### **5.3.1. Planung und Vorbereitung**

##### **Die Lehrperson**

Falls sich die Lehrperson zur Durchführung einer Lerneinheit der PlantingScience Plattform entschlossen hat, müssen folgende Schritte befolgt werden:

**1. Registrieren auf der Plattform und Auswahl des Themas.** Nach erfolgreicher Registrierung erhält die Lehrperson ein Passwort und hat somit Zugang zu einer personalisierten LehrerInnenseite, sowie den Foren und kann sich zur Durchführung eines Themas entscheiden und bewerben. Dieser Vorgang sollte mindesten einen Monat vor dem Beginn der beiden jeweiligen Durchführungszeiträume stattfinden, um mit geeignetem Material versorgt und mit einer Verbindungsperson vernetzt werden zu können. Hier sollte auch bereits die Klasse inklusive einer kurzen Beschreibung dieser, die Anzahl der Schülerinnen und Schüler und der Teams, sowie der genaue Zeitpunkt und die geplante Dauer angegeben werden.

---

<sup>107</sup> Lehrplan - Handelsakademie 2014: S. 92f.

<sup>108</sup> Vgl. <https://plantingscience.org/quickstartteachers> (Zugriff: 03.02.2020) Der folgende Absatz wurde inhaltlich weitgehend von der Plattform übernommen.

**2. Start der Durchführung.** Sobald eine Teilnahme durch das PlantingScience Team genehmigt wurde, wird die Lehrperson per Mail verständigt, bekommt eine Verbindungsperson zugewiesen und erhält einen Link, durch den sie auf die Forschungsgruppen zugreifen kann. Hier soll die Klasse beschrieben und vorgestellt werden, um den Mentoren einen Eindruck zu geben, auf Grund dessen sie entscheiden können, ob die Klasse zu ihnen passt. Im Anschluss können, je nach Verfügbarkeit, zu Klassenstufe und Untersuchungsthema geeignete Mentoren ausgewählt und eingeladen werden.

Sobald diese Schritte erledigt wurden, erhält jedes Projektteam eine Projektseite zur Bearbeitung, welcher ein Mentor zugeteilt werden kann.

**3. Einführung der Schülerinnen und Schüler.** Sobald alle Projektteams erstellt wurden, erhalten die Lernenden die Zugangsdaten zur Plattform, bestehend aus ihrem Vornamen und einem allgemeinen Passwort, welches von den SchülerInnen und Schülern geändert werden kann. Nachdem sich jede/r Lernende registriert hat, können diese von der Lehrperson den erstellten Gruppen zugefügt werden. Es ist notwendig, dass die Teilnehmer während des Projekts regelmäßigen Zugang zu Computern haben, um einen reibungslosen Kontakt zu ihren Mentoren zu ermöglichen.

Die Handhabung der Plattform und die Kommunikation soll von der Lehrperson zu Beginn erklärt und angeleitet werden. Für die erste Kontaktaufnahme der Schülerinnen und Schüler zu ihren Mentoren sollte genug Zeit eingeplant werden, um das weitere Vorgehen ausreichend zu planen.

### **Die Lernenden**

Die Schülerinnen und Schüler finden sich in ForscherInnenteams von drei bis fünf Personen zusammen. Nachdem sich alle auf der Plattform registriert haben und den Gruppen zugeteilt wurden, sollen sie sich mit der Handhabung vertraut machen und den ersten Kontakt zu ihren Mentoren aufnehmen, indem sie sich und ihr Team kurz vorstellen und gegebenenfalls ihr bereits bestehendes Interesse am Thema beschreiben.



### **5.3.2. Durchführung**

#### **Die Lehrperson**

Die Lehrperson betreut die Schülerinnen und Schüler während der gesamten Durchführung des Projektes, indem sie ein geeignetes Lernumfeld gewährleistet, welches die Durchführung der Experimente und den Kontakt zu den Mentoren ermöglicht. Darunter fallen die Bereitstellung des benötigten Materials und der Zugang zu Computern mit Internetverbindung.

Während der Unterrichtseinheiten werden die Lernenden beim Finden der Forschungsfrage, der Durchführung der Experimente und der Auswertung sowie Präsentation unterstützt, indem die Lehrperson individuell organisatorische und fachliche Fragen beantwortet, Tipps zur Optimierung bei Fehlern gibt, beim Führen eines Forschungsprotokoll unterstützt, die Arbeitsmoral vorantreibt und zum Kontakt mit den Mentoren motiviert.

#### **Die Lernenden**

Die SchülerInnen und Schüler entwickeln im Team, aufbauend auf ihrem Wissen und ihren Interessen, eine Forschungsfrage, wobei sie die zeitlichen, organisatorischen und materiellen Möglichkeiten der Durchführung berücksichtigen sollen. Beim Finden und Weiterentwickeln werden sie online von ihrem Mentoren beraten. Sobald eine Forschungsfrage definiert wurde, sollen die SchülerInnen und Schüler den Ablauf ihres Experiments planen, sich zeitlich organisieren und versuchen (eine) Hypothesen aufzustellen. Bereits diese Schritte werden im Forschungsprotokoll festgehalten.

Die Durchführung beginnt mit der Auswahl der unterschiedlichen Samen und der Quellung dieser über Nacht. Danach werden die Samen unter ihren experimentspezifischen Bedingungen gepflanzt. Im Laufe der folgenden zwei Wochen sollen die Samen und Keimlinge von den Schülerinnen und Schülern versorgt und forschungsfragen-relevante Daten durch Messen oder Auszählen aufgenommen und im Forschungsprotokoll dokumentiert werden. Während der ganzen Zeit der Durchführung sollten die Lernenden mit ihren Mentoren in Kontakt stehen und ihre Fortschritte teilen und sich austauschen.

Nach Beendigung der Experimente werden die Daten von den Schülerinnen und Schülern interpretiert, dargestellt und präsentiert. Vor allem hierbei sollte ein reger Austausch zwischen den Lernenden, Lehrpersonen und Mentoren stattfinden.

## **6. Erhebung des Unterrichtsmodells**

Die Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Durchführung und den Möglichkeiten der Umsetzung des auf das amerikanische Schulsystem ausgelegten Konzeptes von PlantingScience „The Wonder of Seeds“ im österreichischen Schulsystem. Das Unterrichtsmodell wurde an der BHAK/BHAS Wien 22 in einer 2. Klasse der Handelsschule (Sekundarstufe II) durchgeführt und von der Autorin in der Rolle der Lehrperson begleitet.

### **6.1. Inhalt und Kriterien der Erhebung**

Um die Durchführung dieses didaktischen Konzeptes evaluieren zu können, bedarf es zuerst einer Festlegung von Kriterien, welche die Möglichkeiten einer erfolgreichen Durchführung des PlantingScience Unterrichts an einer berufsbildenden Schule definieren.

Die herangezogenen Beurteilungskriterien basieren auf der Fragestellung, wodurch sich die gelungene Umsetzung eines Unterrichtsmodells auszeichnet. Diese beruhen einerseits auf einer intensiven Literaturrecherche, andererseits wurden im Vorfeld auch eigene Erfahrungen und Hypothesen der Autorin bzw. Lehrerin zur Beurteilung des Unterrichtsmodells herangezogen: <sup>110</sup>

Ein Kriterium für das Gelingen von forschendem Lernen stellt demnach die Leistungsbereitschaft, und das Lerninteresse der Schülerinnen und Schüler, bei der Durchführung der Aufgaben dar, welche sich in Form des Arbeitsverhaltens widerspiegeln und die Lernintensität der Lernenden bestimmen.

Nachdem hier von einer optionalen Unterrichtsmethode ausgegangen wird, bei der die Lehrperson die Entscheidung trifft, diese im Zuge der Methodenvielfalt in ihren Unterricht zu integrieren, soll im Weiteren untersucht werden, wie gut das Unterrichtsmodell von den Lehrerinnen und Lehrern im österreichischen Unterricht umgesetzt werden kann.

Die betrachteten technischen Parameter für die erfolgreiche Durchführung, aus Sicht der Lehrperson bilden neben dem Arbeitsverhalten und Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler die zeitliche Komponente, die organisatorischen Herausforderungen

---

<sup>110</sup> Vgl. PAECHTER et.al 2014: S. 379ff.

sowie die Integration im Lehrplan. Die Qualität dieser Kriterien hat Einfluss auf die Frequenz, mit der die Unterrichtsmethode zum Einsatz kommt.

Im Rahmen der Evaluierung des PlantingScience-Modells mit dem Ziel des Etablierens im österreichischen Schulsystem und nach der Definition der dafür zu untersuchenden Kriterien ergeben sich in Anlehnung an die Forschungsfragen folgende ausformulierte Fragestellungen.

→ Welche organisatorischen und technischen Herausforderungen sind bei der Planung sowie Durchführung des Unterrichtsmodells für die Lehrperson zu berücksichtigen?

→ Wie lässt sich die Durchführung im Lehrplan der Handelsschule zeitlich und inhaltlich integrieren?

→ Welche organisatorischen Aufgaben sind für die Durchführung notwendig?

→ Welche pädagogischen und fachdidaktischen Anforderungen werden an die Lehrperson gestellt?

→ Wie wirkt sich das forschende Lernen von PlantingScience auf das Interesse, die Leistungsbereitschaft und dadurch das Arbeitsverhalten der Schülerinnen und Schüler aus?

→ Wie leistungsbereit sind die Schülerinnen und Schüler bei der Erarbeitung ihrer Forschungsinhalte?

→ Wodurch werden die Lernenden motiviert bzw. demotiviert?

→ Wie selbstständig sind die Schülerinnen und Schüler bei der Durchführung?

→ Wie wird das Unterrichtsmodell von den Lernenden durchgeführt?

→ In welchem Ausmaß und mit welcher Sorgfalt werden die Unterlagen, Materialien und der Kontakt zu den Mentoren genutzt?

→ Besitzen die Schülerinnen und Schüler die nötigen Kompetenzen, die zum erfolgreichen Umsetzen benötigt werden?

→ Führt das selbstständige Arbeiten, Interpretieren der Daten und Präsentieren der Ergebnisse zu ersichtlichem Lernerfolg?

## 6.2. Material und Methoden

Im Sinne der Intersubjektivität und um ein möglichst aussagekräftiges und fundiertes Ergebnis zu erlangen, basieren die Datenerhebung und Auswertung des Unterrichtskonzepts auf unterschiedlichen wissenschaftlichen Methoden.

*„Je vielfältiger die Darstellungsmittel sind, desto leichter ist das Verständnis und die weitere Auswertung. Ein kreatives Kombinieren unterschiedlicher Medien wäre in jedem Fall ein großer Gewinn.“<sup>111</sup>*

Zur Darstellung des zeitlichen und technischen Ablaufes wird ein weitgehend objektiver Überblick des aktiven Ablaufes der einzelnen Unterrichtseinheiten gegeben. Die Untersuchung der Kompetenzanforderungen und der Eingliederung in den Lehrplan der Handelsschule ergeben sich aus einem Vergleich, der im Lehrplan festgelegten fachlichen und fächerübergreifenden Kompetenzen mit dem im Unterrichtsmodell geförderten Kompetenzerwerb.

Für die Erforschung der weiteren festgelegten Kriterien zur Beurteilung des Unterrichtskonzepts von PlantingScience im Kontext des österreichischen Schulsystems eignen sich zur Analyse vor allem qualitative Methoden. Diese ergeben sich aus der teilnehmenden Beobachtung<sup>112</sup> des Unterrichts durch die Autorin als Lehrperson, der Auswertung der Kommunikation zwischen Lernenden und Mentoren und der Beurteilung der Forscherprotokolle und Poster. Um auch die Beurteilung des Unterrichts durch die Schülerinnen und Schüler miteinzubeziehen, wird diesbezüglich ergänzend ein Fragebogen ausgewertet.

Zum besseren Verständnis wird die genaue Anwendung der jeweiligen Methoden in den Unterkapiteln der Ergebnisse genauer definiert und erklärt.

---

<sup>111</sup> Vgl. MAYRING 2002: S. 86.

<sup>112</sup> Vgl. MERKENS 1992: S. 216ff.

## 7. Objektiver Ablauf des Unterrichts

Der Unterricht im Rahmen des Projekts fand von 11.04.2019 bis 01.06.2019 statt. Innerhalb dieses Zeitraumes befand sich die Klasse für fünf Tage auf Sprachwoche, wodurch hier keine Arbeiten verrichtet werden konnten.

### Einführungsphase und Vorbereitung:

#### **Erste Einheit 11.04. (100 Minuten)**

In der ersten Woche bekamen die Schülerinnen und Schüler im Rahmen des Botanik-Unterrichts eine Einführung in die Samenbiologie. Die Erarbeitung der nötigen botanischen Vorkenntnisse erfolgte im Dialog zwischen der Lehrperson und den Lernenden und war aus zeitökonomischen Gründen hauptsächlich lehrerzentriert. Da das selbstständige Durchführen fachbezogener Experimente ein gewisses Maß an Vorkenntnissen erfordert, sollten die Schülerinnen und Schüler in diesem Zuge folgende von der Autorin definierten und zur Durchführung erforderlichen fachlichen Kompetenzen erwerben.

Die Schülerinnen und Schüler...

... verstehen, dass Pflanzen Lebewesen sind, die sich generativ oder vegetativ vermehren, und die generative Fortpflanzung eine Verschmelzung der männlichen und weiblichen Gameten erfordert.

... können die unterschiedlichen Entwicklungsstadien (Same, Keimling, Pflanze) einer Pflanze beschreiben.

... kennen den Vorgang und Nutzen der Photosynthese.

... können zwischen einkeimblättrigen und zweikeimblättrigen Pflanzen sowie zwischen Dunkel- und Lichtkeimern und deren Samenanatomie unterscheiden.

Je nachdem, welche botanischen Vorkenntnisse die Schülerinnen und Schüler besitzen, empfiehlt es sich, dieser Einführung mehr Zeit einzuräumen. Auf Grund zeitlicher Probleme bezüglich der PlantingScience-Plattform und der wenigen laut Lehrplan für botanischen Inhalt vorgegebenen Stunden, mussten diese für Lernende durchaus komplexen Informationen stark komprimiert werden.

## **Zweite Einheit 12.04. (50 Minuten)**

Zu Beginn der zweiten Einheit wurden die Forschungsgruppen gebildet. Die Einteilung der einzelnen Mitglieder wurde von der Lehrerin festgelegt, um möglichst heterogene Gruppen zu kreieren.

Die wichtigen Informationen bezüglich der Keimung von Pflanzen werden auf der PlantingScience-Plattform in Form eines Handouts für die Lernenden zur Verfügung gestellt und wurden von der Autorin für die Anwendung im deutschsprachigen Unterricht übersetzt. (Siehe Anhang S. 111ff.)

Die Schülerinnen und Schüler sollten in der Gruppe mit dem Handout und im Internet recherchieren, was bei der Keimung von Pflanzensamen passiert, was einen Samen zu Keimen bringt und welche Unterschiede es bei Pflanzensamen bezüglich der Keimung gibt.

Die Lernenden sollen nach dieser Einheit den Vorgang der Keimung beschreiben können und wissen, welche Voraussetzungen für die Keimung von Pflanzen erforderlich sind.

Da die Schülerinnen und Schüler mit der Menge an Informationen und dem wissenschaftlichen Sprachgebrauch des Handouts überfordert waren (vgl. teilnehmende Beobachtung) und um den ForscherInnen dieses erforderliche Wissen während des Projekts effektiv zu Verfügung zu stellen, wurde der Inhalt des Handouts und der vorangegangenen Einheit von der Lehrperson schriftlich vereinfacht und zusammengefasst.

## **Dritte Einheit 25.4. (100 Minuten)**

Nachdem sich die Schülerinnen und Schüler der Klasse 2CS, wie erwähnt, von 15.04.2019 bis 20.04.2019 auf Sprachwoche befanden, konnte in dieser Woche kein Unterricht stattfinden. Aus diesem Grund war es notwendig, den Stoff der vorangegangenen Stunden zu wiederholen.

Nachdem PlantingScience den Lernenden nicht nur das Forschen im Unterricht näherbringen will, sondern auch die Arbeitsmethoden des wissenschaftlichen Arbeitens, soll von den Lernenden ein Forschungsprotokoll geführt werden. Da das Schreiben eines Laborjournals für die Klasse Neuland war, bekam sie diesbezüglich eine Einführung, sowie pro Gruppe eine Vorlage, um die schriftliche Dokumentation zu erleichtern. (Siehe Anhang S. 134ff.). Nachdem die Schülerinnen und Schüler in ihren Gruppen zusammenarbeiten sollten und auch manche Arbeitsschritte untereinander

aufteilen, wurde pro Gruppe nur ein Forschungsprotokoll geführt, in dem die Gruppenmitglieder ihre Daten und Aufzeichnungen zusammenführen sollten.

Im Anschluss machten sich die Schülerinnen und Schüler mit der Plattform PlantingScience vertraut. Jeder registrierte sich mit einem eigenen Account. Die Passwörter wurden von der Plattform an die Lehrperson geschickt und von dieser an die Lernenden ausgehändigt. Nach der ersten Registrierung konnten die Schülerinnen und Schüler ein individuelles Passwort festlegen, was sich aber nicht empfiehlt, da das Passwort leicht vergessen werden kann.

Nachdem die Gruppen von der Lehrperson den verschiedenen Mentoren zugeteilt wurden, nahm eine der Gruppen bereits im Vorfeld über Videotelefon zu ihrer Mentorin Kontakt auf, um diese kennenzulernen.

Um den Teamgeist zu stärken wurden die einzelnen Gruppen aufgefordert, sich einen Namen und ein Gruppenlogo für ihr Team zu überlegen. Danach begann der erste Teil ihres Experiments, nämlich das Brainstorming bezüglich ihrer Forschungsfrage.

## **7.1 Forschungsfragen**

### **Vierte Einheit 26.04. (50 Minuten)**

Nachdem die Schülerinnen und Schüler für ihre Experimente pro Gruppe eine eigene Forschungsfragen formulieren sollten, war es sinnvoll, im Zuge der Vorbereitung eine Einführung zum Thema „Was ist eine gute Forschungsfrage“ zu geben. Diesbezüglich wurde ein Arbeitsblatt mit einem Leitfaden erstellt, der Forscherinnen und Forschern das Finden einer realisierbaren Forschungsfrage und das dafür erforderliche Planen der Durchführung erleichtern sollte.

Die Lernenden hatten aus dem Einführungsteil die nötigen Vorkenntnisse dazu, welche Faktoren für das Keimen von Pflanzen ausschlaggebend sein können und, dass verschiedene Pflanzen unterschiedliche Keimungsbedingungen haben. Auf dieser Grundlage sollten die Gruppen eine Forschungsfrage formulieren, welche das Konzept der Keimung und ihrer Voraussetzungen betrifft.

Das Finden einer geeigneten Forschungsfrage wurde intensiv von der Lehrperson begleitet, um immer wieder auf die Realisierbarkeit der Experimente hinzuweisen und auch, um über sprachliche Hürden hinwegzuhelfen.

## 7.2. Experimente

### Fünfte Einheit 02.05. (100 Minuten)

Mit dieser Einheit startete die eigentliche Durchführung der PlantingScience-Unterrichtseinheiten. Die Einheit fand im Biologie-Saal statt. In den ersten 20 Minuten sollten die Schülerinnen und Schüler ihre Forschungsfragen ausformulieren, die Durchführung planen und die dafür benötigten Materialien festlegen. Für diese Aufgabe benötigten die verschiedenen Gruppen sehr viel Anleitung seitens der Lehrperson.

Die Gruppen konnten aus mehreren Pflanzensamen frei wählen (Puffbohnen, Mais, Kürbis, Sonnenblumen, Gerste, Hafer). Nachdem sich die Gruppen für mindestens drei Pflanzenarten (je fünf Samen) entschieden hatten, wurden die ersten Daten erhoben. Die Samen wurden im Forschungsprotokoll beschrieben (Größe, Form, besondere Eigenschaften) und zum Initiieren der Keimung über Nacht in Wasser eingelegt. Außerdem sollten die ForscherInnen die Durchführung dieses Experiments planen. Sie legten die passenden Parameter (z.B. Welchen unterschiedlichen Temperaturen sollen die Samen ausgesetzt werden, wenn man die Temperaturabhängigkeit der Keimung von Pflanzen beobachten möchte?) für ihre Untersuchung und das dafür benötigte Material fest, welches von der Lehrperson besorgt wurde.

In den letzten 30 Minuten fand der Unterricht wieder im Computerraum statt, damit die Schülerinnen und Schüler den ersten Kontakt mit ihren Mentoren aufnehmen konnten, indem sie sich als Gruppe kurz vorstellten und den Mentoren ihre jeweiligen Forschungsfragen präsentierten.

Forschungsfragen der Gruppen:

Gruppe „Wasser“: Wie viel Wasser ist für Pflanzensamen am besten zum Keimen? Keimen Samen auch im Salzwasser? (Salzwasser, zu viel Wasser, zu wenig Wasser, destilliertes Wasser, normal gegossen)

Gruppe „Licht“: Wie viel Licht brauchen Samen zum Keimen? (Volles Sonnenlicht, Halbschatten, kein Licht)

Gruppe „Temperatur“: Bei welcher Temperatur keimen Samen am besten? (4 Grad im Kühlschrank, Außentemperatur 4-15 Grad, Raumtemperatur 24 Grad und 37 Grad im Inkubator)



Gruppe „pH-Wert“: Bei welchem pH-Wert keimen Samen am besten? (Zitronenkonzentrat, 50/50 Zitronenkonzentrat-Wasser, Leitungswasser, 50/50 Wasser-Spülmittel)

Gruppe „Boden“: Welchen Einfluss hat der Boden auf die Keimung? (Sand, Blumenerde, Gips, lehmiger Ackerboden)

### **Sechste Einheit 03.05. (50 Minuten)**

In der sechsten Einheit wurden die Samen gepflanzt. Die Schülerinnen und Schüler sollten ihre am Vortag in Wasser eingelegten Samen wieder abmessen und die Daten (Größe, Form, besondere Eigenschaften) in ihrem Forschungsprotokoll festhalten. Im Anschluss wurden die Samen, je nach Forschungsinteresse, im jeweiligen Milieu gepflanzt. Mit Ausnahme der Gruppe Boden wurden die Samen auf Küchenrollen in Plastiktellern gezogen.

#### **1. Datenerhebung 06.05.**

Am 06.05. wurde mit den Schülerinnen und Schülern vereinbart, dass sie vor Schulbeginn in Anwesenheit der Lehrperson in den Biologie-Saal kommen und ihre ersten Daten erheben. Sie sollten die Samen abmessen, Veränderungen beschreiben und ein Foto machen, sowie dieses in ihrem Protokoll festhalten. Außerdem sollten die Schülerinnen und Schüler ihre Mentoren über ihr Vorgehen beim Pflanzen der Samen informieren.

#### **2. Datenerhebung 08.05.**

Die Schülerinnen und Schüler sollten auch am 8.5. erneut ihre Daten erheben. Der ausgemachte Zeitpunkt wurde von ihnen nicht eingehalten. Darum wollten sie in einer Pause in den Biologie-Saal, in welcher die Lehrperson aber leider verhindert war.

### **Siebte Einheit 09.05. (40 Minuten)**

In dieser Einheit sollten die Schülerinnen und Schüler ihre Daten erneut erheben und ihr Protokoll vervollständigen. Nachdem es an diesem Tag zu einer spontanen Sonderkonferenz stattfand, wurde der Unterricht nach 40 Minuten beendet und die Arbeiten wurden nicht zu Ende geführt. Die Klasse wurde angewiesen, als Hausübung ihre Mentoren zu kontaktieren.

### **Achte Einheit 10.05. (50 Minuten)**

In der achten Einheit sollten die Schülerinnen und Schüler erneut ihre Daten aufnehmen, in der Gruppe über die Fortschritte diskutieren, die Keimlinge versorgen, beginnen ihre Daten zu interpretieren und Fragen an die Lehrperson oder die Mentoren zu stellen. Nachdem sich bei den meisten Keimlingen schon einige Fortschritte beobachten lassen konnten, kam es zu großer Begeisterung und Staunen in der Klasse. Nachdem die Lernenden nicht von sich aus an die Mentoren schreiben, sondern meistens spontan während der Durchführung ihrer Messungen Hilfe von der Lehrperson benötigen, und auf Grund sprachlicher Schwierigkeiten seitens vieler SchülerInnen fand die Kommunikation zwischen Schülerinnen, Schülern und Mentoren zu wenig spontan statt und der Kontakt muss von der Lehrperson angeleitet werden.

### **3. Datenerhebung 13.5.**

Optionales Erheben der Daten im Beisein der Lehrperson.

### **Neunte Einheit 16.05. (100 Minuten)**

In der neunten Einheit sollten die Schülerinnen und Schüler wieder ihre Daten aufnehmen, in der Gruppe über die Fortschritte diskutieren, die Keimlinge versorgen, beginnen ihre Daten zu interpretieren und Fragen an die Lehrperson oder die Mentoren stellen. Außerdem wurde der Unterricht in der zweiten Einheit in den Computersaal verlegt, um der Klasse Hilfestellung bei der Kommunikation mit ihren Mentoren zu leisten. Nach den beiden vergangenen Wochen sollen die Schülerinnen und Schüler nun auch beginnen, ihre Daten in Excel einzugeben und auszuwerten, sowie ihre Daten so zu interpretieren, dass sie ihre Ergebnisse präsentieren können und ein Poster erstellen.

## **7.3. Daten Auswertung und Präsentation**

### **Zehnte Einheit 17.05 (50 Minuten)**

In der zehnten Einheit sollen die Schülerinnen und Schüler ihre Daten endgültig in ihr Protokoll eintragen und mit der Auswertung beginnen. Die Daten des Wachstums wurden in einer Wachstumskurve in Excel dargestellt und die Ergebnisse in Form eines wissenschaftlichen Posters präsentiert. Weiters sollten die Gruppen die Mentoren über ihr Resultat informieren und im Dialog Hilfestellung bei der Interpretation erhalten.

**Elfte Einheit 23.05. (100 Minuten)**

Eigentlich hätten in der elften Einheit die jeweiligen Ergebnisse der Gruppen der Klasse präsentiert werden sollen. Nachdem die Gruppen aber noch nicht mit ihren Postern und Interpretationen fertig waren, wurden die Präsentationen und die Fertigstellung auf den nächsten Tag verschoben.

**Zwölfte Einheit 24. 05. (50 Minuten)**

In der zwölften Einheit sollten die Schülerinnen und Schüler ihre fertigen Poster vor der Klasse präsentieren. Im Anschluss an die Präsentation sollte der Rest der Klasse Fragen stellen und somit eine Diskussion angeregt werden.

**Dreizehnte Einheit 06.06. (100 Minuten)**

In dieser Einheit wurden die Präsentationen und Diskussionen fortgesetzt. Um den Schülerinnen und Schülern mehr Motivation bei der Diskussion zu geben, wurden seitens der Lehrerin nochmal auf den Einfluss der Arbeitsweise auf die Note hingewiesen.

## 8. Teilnehmende Beobachtung des Unterrichtsmodells - Ergebnisse

### 8.1. Methode

Die verwendete qualitative Methode zur Erhebung der Arbeitsweise und Leistungsbereitschaft der Schülerinnen und Schüler, sowie der technischen und organisatorischen Herausforderungen bildet die teilnehmende Beobachtung.<sup>118</sup>

Aus praktischen und zeitökonomischen Gründen wird im Zuge der PlantingScience-Einheiten die Rolle der Lehrperson und der teilnehmenden Beobachterin von der Autorin gleichzeitig übernommen.

Die Erhebung der Daten im Zuge der teilnehmenden Beobachtung beginnt mit der Festlegung eines Beobachtungsleitfadens. Nach Merkens (1992) wird im Zuge der Beobachtung bereits der erste Teil der Auswertung festgelegt, da der Beobachter während der Beobachtung seinen Beobachtungsleitfaden an die gegebene Situation im Unterricht adaptieren kann. Das heißt, es können während der Forschung im Feld zusätzliche Problemstellungen aufgeworfen werden, denen man im weiteren Verlauf vermehrt Aufmerksamkeit schenken möchte.<sup>119</sup>

Dies zeigt auch den Offenheitscharakter der qualitativen Sozialforschung. Der Forscher muss offen gegenüber den Untersuchungspersonen, der Situation und der Methode sein, um auf unerwartete Ergebnisse reagieren zu können. Aus diesem Grund versteht sich diese Forschungsmethode in geringerem Maße als „hypothesenprüfend“ und mehr als „hypothesengenerierend“.<sup>120</sup>

Der Beobachtungsleitfaden ergibt sich aus den ausformulierten Fragestellungen in Kapitel 6.1. zur Arbeitsweise und Leistungsbereitschaft der Schülerinnen und Schüler und der technischen Umsetzung, sowie den Herausforderungen für die Lehrperson während der Durchführung.

Im Zuge der Beobachtungsphasen wurden während und nach dem Unterricht alle Vorkommnisse notiert, die sich nach dem festgelegten Beobachtungsleitfaden für die Durchführbarkeit als wichtig erwiesen. Im weiteren Verlauf wurde der ursprüngliche

---

<sup>118</sup> Vgl. MERKENS 1992: S. 216ff.

<sup>119</sup> Vgl. MERKENS 1992: S. 217f.

<sup>120</sup> Vgl. STEGER 2003: S. 4 nach GLASER & STRAUSS 1967.

Beobachtungsfaden modifiziert und an die Gegebenheiten während des Projekts und der erhobenen Daten angepasst.<sup>121</sup>

Die Auswertung basiert auf der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2002) und wurde von der Autorin entsprechend den Anforderungen der Daten adaptiert. Im ersten Schritt wurden die Beobachtungen verschriftlicht.<sup>122</sup> Danach wurden die Textpassagen inhaltlich deduktiv entweder dem Kriterium „Arbeitsverhalten der Lernenden“ oder dem Kriterium „technische und organisatorische Herausforderungen“ zugeteilt.

Im weiteren Verlauf der Datenanalyse wurden die folgenden induktiven Kategorien definiert, welche den Einsatz des Unterrichtsmodells „The Wonder of Seeds“ auf die Durchführbarkeit überprüfen sollen:

- Allgemeine Leistungsbereitschaft und Sorgfalt der Arbeitsschritte
- Verwendung der Materialien von PlantingScience und Eigenständigkeit bei der Durchführung
- Vorhandensein benötigter Kompetenzen
- Beobachtbarer Lernerfolg
- Teamarbeit und Organisation in der Gruppe

Diese Kriterien werden zwar aus analytischen Gründen getrennt untersucht, beeinflussen sich aber, wie im folgenden Bild dargestellt, gegenseitig. So hat zum Beispiel die fachliche Kompetenz erheblichen Einfluss auf die Eigenständigkeit der Lernenden. (vgl. Abb. 10)<sup>123</sup>

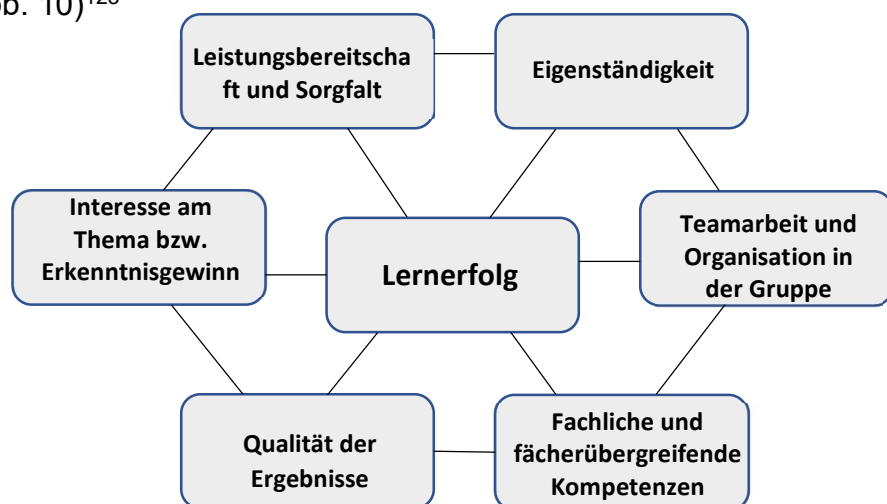


Abbildung 10: Eigene Darstellung der untersuchten Kriterien und deren Bezug

<sup>121</sup> Vgl. MERKENS 1992: S. 217f.

<sup>122</sup> Vgl. MAYRING 2002: S.89.

<sup>123</sup> Eigene Darstellung der Einflusskriterien.

### 8.1.1. Kritik an der Methode

Die Methode der teilnehmenden Beobachtung wird im Vergleich zu anderen empirischen Forschungsmethoden vielfach kritisiert.

*„Die Kritik an der Methode Teilnehmende Beobachtung bezieht sich auf die Reliabilität und Repräsentativität der Forschungsergebnisse und damit auf grundlegende Forderungen, die an eine wissenschaftliche Forschung gestellt werden.“<sup>124</sup>*

Ein Kritikpunkt der teilnehmenden Beobachtung liegt darin, dass die Beobachtung im Feld nicht unter denselben Bedingungen wiederholbar und somit nicht vollständig überprüfbar ist, und dadurch den Objektivitätscharakter des wissenschaftlichen Arbeitens verliert. Dies liegt auch daran, dass die Beobachtungen immer mehr oder weniger auf der subjektiven Wahrnehmung der Beobachterinnen und Beobachter basieren, und dadurch auch Emotionen oder Vorbehalte in die Ergebnisse miteinfließen und diese verfälschen können. Außerdem können die Erkenntnisse aus der teilnehmenden Beobachtung, durch die Präsenz der Forscherinnen und Forscher beeinflusst werden, und somit das Verhalten der Beobachteten Personen beeinflussen.

Weiters wird hier nur eine kleine Gruppe beobachtet wodurch die Repräsentativität in wissenschaftlicher Hinsicht nicht gesichert ist.<sup>125</sup>

Ein zusätzlicher Kritikpunkt an der Auswahl bzw. der Umsetzung der Methode ergibt sich im Zuge dieser Diplomarbeit, da die teilnehmende Beobachtung und die Rolle der Lehrperson von der Autorin gleichzeitig übernommen wird und kein zusätzlicher außenstehender Beobachter an der Untersuchung teilnimmt. Nachdem die Lehrperson, auch auf Grund der geringen Selbstständigkeit einiger Gruppen, sehr intensiv mit der Betreuung der Schülerinnen und Schüler beschäftigt ist, kann das Erfassen aller wichtigen Beobachtungen aller Gruppen, besonders die Dokumentation während des Unterrichts, nicht ununterbrochen gewährleistet werden.

---

<sup>124</sup> BECKER & KORTENDIEK 2010: S. 383.

<sup>125</sup> Vgl. BECKER & KORTENDIEK 2010: S. 383.

*„All diese Schwierigkeiten können aber die besonderen Chancen nicht mindern, die die teilnehmende Methode der Organisationsforschung bietet. Sie ist wie keine andere Methode dazu geeignet, etwas zu entdecken, das man vorher nicht gewusst hat.“<sup>126</sup>*

## 8.2. Arbeitsverhalten

Legende:

S = Schülerin / Schüler  
SuS = Schülerinnen und Schüler  
FF = Forschungsfrage  
FP = Forschungsprotokoll  
LP = Lehrperson

W = Gruppe „Wasser“  
T = Gruppe „Temperatur“  
P = Gruppe „pH-Wert“  
L = Gruppe „Licht“  
B = Gruppe „Boden“

### 9.2.1. Leistungsbereitschaft und Sorgfalt der Durchführung und Datenaufnahme

Das erste Kriterium der Beobachtungen beschäftigt sich mit der Frage nach dem objektiven Arbeitsverhalten der Schülerinnen und Schüler. Hier sollen die Leistungsbereitschaft, die Effektivität und die Sorgfalt der Arbeitsschritte, sowie das Ergebnis der Lernenden, unabhängig von den Kompetenzen, dem Lernvorgang und dem Lernerfolg beschrieben werden. Natürlich ist hier anzumerken, dass die Ursachen des unterschiedlichen Arbeitsverhaltens vielfältig sind und diese aus einer reinen Beobachtung heraus lediglich subjektiv interpretiert werden können. Genau aus diesem Grund soll zu Beginn ein sachlicher Überblick über die Vorgehensweise des Arbeitens der unterschiedlichen Gruppen und deren handlungs- und umfeldbedingten Ergebnisse während ihrer Arbeitsphase gegeben werden. Im Späteren werden andere Beobachtungen einen genaueren Blick auf die Hintergründe und die Einflussfaktoren des Arbeitens werfen.

Das Arbeitsverhalten zeigt bereits beim Finden der Forschungsfrage einen signifikanten Unterschied in der Leistungsbereitschaft der einzelnen Gruppen. (vgl. Gruppe „Wasser und Gruppe „Licht“)

Bsp.: Gruppe „Wasser“

#### **W Z. 8-9**

*Müssen immer wieder ermahnt werden sich auf ihre Forschungsfrage zu konzentrieren und nicht am Handy zu spielen.*

---

<sup>126</sup> KUEHL et al. 2009: S .267.

**W Z.9-11**

*[...] versuchen im Weiteren beschäftigt zu wirken [...] wenn LP vorbeikommt, sagen sie, sie wären schon fertig*

Bsp.: Gruppe „Licht“ **L Z. 275**

*[...] sehr motiviert an die Arbeit gegangen*

Bei der Gruppe „Wasser“ lässt sich kaum Arbeitsbereitschaft beobachten. Die Schüler des Teams, bestehend aus fünf Jungen, zeigen wie auch im Regelunterricht wenig Interesse am Erkenntnisgewinn. Der Fokus der Gruppe liegt hauptsächlich in der Arbeitsvermeidung. Sie lassen sich sehr leicht ablenken und können sich nicht lange auf ihre Aufgaben konzentrieren. Die Arbeiten werden nur im Beisein der Lehrperson verrichtet. Ohne permanente Aufforderung zum Arbeiten, welche nicht ununterbrochen gewährleistet werden kann, wird von der Gruppe keine eigene Forschungsfrage formuliert. Nachdem das wissenschaftliche Arbeiten ein lösungsorientiertes Vorgehen benötigt, werden die Anforderungen zum Finden einer Forschungsfrage diesbezüglich nicht erfüllt. Das Verhalten sowie die Aussage eines Schülers lassen ein mangelndes Interesse am Forschungsgegenstand vermuten

**W Z.33f.**

*„Als sie sagten, dass wir experimentieren, habe ich gedacht wir machen was mit Explosionen und so...“*

Trotz mangelndem Forschungsinteresse werden die nötigen Schritte zum Finden einer Forschungsfrage, unter intensiver Anleitung der Lehrperson, erledigt. Die Mindestanforderungen zur Fortsetzung der Experimente werden demnach erfüllt.

**W Z. 20f.**

*Schüler entschieden sich daher die Wassermenge zu untersuchen und zusätzlich zu überprüfen, ob Samen auch im Salzwasser keimen.*

Die Motivation liegt hier jedoch eher im Zufriedenstellen der Lehrperson als in der intrinsischen Motivation des Erkenntnisgewinns. Erklärungen der Lehrperson sind nicht erwünscht und es werden keine fachlichen Fragen gestellt, welche auf ein Interesse am forschenden Lernen schließen lassen. Die Schüler sind auf Grund der erforderlichen Anstrengung, welche das selbstständige Denken und Überlegen mit sich bringt, frustriert.

Der Arbeitsfortschritt wird zusätzlich durch die fehlende Sorgfalt gemindert, da die Überlegungen der vorangegangenen Stunde nicht dokumentiert werden und somit viele Gedanken verloren gehen.



**W Z. 40f.**

*„Bitte sagen Sie uns nochmal unsere Forschungsfrage“ ... „Das mit dem Wasser und so...“*

Im Gegensatz zur Gruppe „Wasser“ zeigen die anderen Gruppen ein vergleichsweise ergebnisorientierteres Arbeitsverhalten.

Nachdem die Klasse kaum Erfahrung im entdeckenden und forschenden Lernverhalten aufweist, muss aber auch das Arbeiten der anderen Gruppen intensiv von der Lehrperson begleitet werden. Bei 4 von 5 Gruppen kann die Forschungsfrage nicht selbstständig formuliert werden. (vgl. S.63f.)

Auch die Gruppe „Temperatur“ zeigt zunächst kein großes Forschungsinteresse bezüglich des Themas:

**T - Z. 117f.**

*„Ich weiß nicht was mich interessiert [...] mich interessiert Garnichts an Pflanzen“*

Im weiteren Verlauf, und je mehr sich die Gruppe mit dem Thema Pflanzen auseinandersetzt, wird vor allem bei der Schülerin A. eine stetige Zunahme an Leistungsbereitschaft und Erkenntnismotivation erkennbar.

Besonders eine Schülerin und ein Schüler arbeiten konzentriert an der Festlegung einer Forschungsfrage. Trotzdem fällt es der Gruppe sehr schwer, eine adäquate Forschungsfrage zu formulieren, obwohl bereits die Temperatur als Forschungsparameter festgelegt wurde.

**T - Z 119**

*SuS haben große Probleme eine echte FF zu formulieren. Bsp.: „Wie wachsen Pflanzen?“*

Mit der Hilfe der Lehrperson wird gemeinsam mit den Lernenden eine Forschungsfrage formuliert, auf der die Experimente aufbauen.

Um die Motivation und die Teamfähigkeit zu unterstützen, sollen die einzelnen Gruppen ein Gruppenlogo (vgl S.87) und einen Gruppennamen festlegen. Besonders ein Schüler zeigt auf Grund dessen eine gesteigerte Leistungsbereitschaft.

Die Gruppe „pH-Wert“ lässt bei zwei Schülerinnen eine große Leistungsbereitschaft erkennen.

**P - Z 211f.**

*J. und E. sind motivierter und versuchen immer wieder neue Ideen einzubringen, hinterfragen ihrer FF aber nicht auf Durchführbarkeit.*

Die Gruppe „pH-Wert“, wie auch die Gruppe „Licht“ zeigen großes Interesse am Forschungsgegenstand und entwickeln mehrere Forschungsfragen. Viele der Fragen sind jedoch im Schulunterricht, auf Grund ihrer Komplexität, nicht zu überprüfen. Für die Gruppen ist es sehr schwierig ihre Forschungsfragen auf die Möglichkeiten der Experimente abzustimmen.

**L - Z 275f.**

*Sehr motiviert an die Arbeit gegangen. Verlaufen sich aber in der Frage: „wie viel Sauerstoff benötigen Samen zu Keimen?“*

**L - Z 276ff.**

*...die LP fragt, wie sie dies überprüfen wollen...danach merken sie, dass sie das nicht wissen... darum wird ihnen empfohlen, ein anderes Thema zu wählen.*

Die Schülerinnen der Gruppe „pH-Wert“ zeigen eine geringe Frustrationstoleranz und lassen sich danach von ihren Gruppenmitgliedern ablenken. Auch hier ist beim Erstellen einer Fragestellung das Beisein der Lehrperson nötig.

Eine Ausnahme stellt die Gruppe „Boden“ dar. Nach kurzer Anweisung durch die Lehrperson entwickelt die Gruppe eigenständig eine passende Forschungsfrage. Zusätzlich legen die Schülerinnen bereits die Parameter des Experiments und die benötigten Materialien fest.

**B - Z 341f.**

*„Es gibt ja Pflanzen, die in verschiedenen Böden wachsen... da könnten wir ja auch untersuchen, welche wo wachsen“ (L.)*

Hier lassen sich auch fachliche Fragen beobachten, die ein erkenntnisorientiertes Interesse vermuten lassen.

Das Arbeitsverhalten der Gruppe „Wasser“ während der Einheiten zum Finden der Forschungsfragen setzt sich beim Durchführen der Experimente fort. Die Schüler arbeiten nur durch ständige Aufforderung der Lehrperson und erledigen ihre Arbeiten sehr unsorgfältig.

**W - Z 53ff.**

*Ziel wäre gewesen dass die S. einmal Samen in Salzwasser anpflanzen und auch wie abgesprochen eine Lösung mit festgelegtem Salzgehalt herstellen, mit der sie ihre Samen immer wieder gießen sollen [...] um den Vorgang zu verkürzen wurde über die Samen einfach unbestimmt von den S. „darüber gesalzen“.*

*[...]*

*nach Anweisung der LP, dass sie das nochmal machen sollten, wurde dies nicht gemacht...S.: „Ist eh gesalzen“*

Besonders ein Schüler ist mit den Anforderungen des selbstständigen Arbeitens unzufrieden. Im Regelunterricht bekommt er durch regelmäßige Mitarbeit viel Aufmerksamkeit von der Lehrperson. Die Beobachtungen zeigen, dass die geringere Aufmerksamkeit der Lehrperson zu einer Abnahme der Leistungsbereitschaft führt.

**W - Z 60f.**

*B: "Ich finde es besser, wenn Sie die Sachen erklären und wir mitreden dürfen [...] da kann ich eh immer was... selber Denken ist blöd"*

Das Anpflanzen der Samen passiert sehr unsorgfältig. Im weiteren Verlauf werden die, erforderlichen Arbeitsschritte, trotz Aufforderung der Lehrperson, nicht mehr erledigt.

**W - Z 63ff.**

*[...] machen nichts bis 15 min. vor Ende der Stunde und sagen dann, dass sie heute eh nicht mehr fertig werden, weil noch so viel zu tun ist...LP fordert die S. auf, dass das in einer Stunde zu erledigen gewesen wäre und, dass sie nun so lange bleiben müssen, bis es erledigt ist... daraufhin gehen die S trotzdem nach dem Läuten.*

Um der Gruppe das Weiterarbeiten zu ermöglichen und im Sinne der Datenerhebung der Diplomarbeit wird die nötige Arbeit nach dem Unterricht von der Lehrperson erledigt.

Der Schüler M. lässt eine etwas höhere Leistungsbereitschaft erkennen. Durch die fehlende Unterstützung seiner Gruppe verliert aber auch er schnell die Motivation.

**W - Z 86ff.**

*[...] hat die Samen aber nicht abgemessen, sondern nur ein Foto von allen Tellern gemacht und war 5 min danach wieder weg*

**W - Z 91f.**

*Keine wirklichen Ergebnisse, da sich die S nicht um ihre Samen gekümmert haben... haben bis jetzt ihre Samen nie gegossen und die Samen, die zu viel Wasser erhalten haben, haben geschimmelt und mussten entsorgt werden....*

Die Datenaufnahme passiert entweder nicht, oder wird sehr nachlässig erledigt, da die Samen von den Schülern weder abgemessen noch versorgt werden. Die Beobachtungen legen nahe, dass die Gruppe den Schimmelbefall als Erlösung sieht,

die sie von der weiteren Arbeit befreit. Die Hilfestellung der Lehrperson wird nicht angenommen.

Auch die Gruppen „pH-Wert“, „Licht“ und „Temperatur“ lassen zu Beginn der Experimentierphase (Pflanzen der Samen) bei einigen Schülerinnen und Schülern wenig Leistungsbereitschaft erkennen. Dies zeigt sich einerseits durch Arbeitsvermeidung und destruktives Verhalten, sowie durch geringe Sorgfalt beim Pflanzen und Aufbewahren der Samen.

Bsp.: Arbeitsvermeidung und destruktives Verhalten

**T – Z 147**

*A. schaut ein Video am Handy, T. dreht die Musik auf.*

**L- Z 299**

*P. und Z. machen nichts und spielen Fußball.*

**T – Z 148ff.**

*Die Kürbissamen werden von zwei Schülern aufgeessen.*

*M. bewirft seine Mitschüler mit Maissamen*

**P – Z 223**

*T. ist extrem unmotiviert und schreit herum.*

Bsp.: Geringe Sorgfalt

**P – Z 232ff.**

*Nachdem T. aufgefordert wurde auch mal was zu machen, gießt sie fälschlicher Weise über alle Samen das Zitronenwasser...*

*SuS wussten dann nicht mehr welches, welches ist [...] sie sollten darum nochmal überall den pH-Wert messen ... nachdem es schon geläutet hatte machten sie das nicht mehr und gingen einfach.*

*L.: "Schreibt auf was ihr gemacht habt"... „Das weiß ich ja jetzt nicht mehr“*

**T – Z 165ff.**

*[...] erledigen Aufgaben schlampig und mit möglichst wenig Aufwand. Sagen immer wieder „wir sind schon fertig“ nach Kontrolle der LP sind aber viele wesentliche Arbeitsschritte nicht erledigt.*

*[...] hatten Schwierigkeiten ihre Samen wieder zu finden, da sie nicht mehr wussten wo sie sie hingestellt hatten...*

Hier muss erwähnt werden, dass je eine Schülerin der Gruppe „Temperatur“ und der Gruppe „pH-Wert“, sowie drei Schülerinnen und Schüler der Gruppe „Licht“ davon auszunehmen sind, da bei diesen durchaus eine Arbeitsbereitschaft zu erkennen ist.

**P - Z 253f.**

*E. hat immer wieder intelligente Fragen gestellt und versucht auch zu verstehen, worum es geht.*

Im Gegensatz zu den anderen Gruppen zeigte die Gruppe „Boden“, vor allem unter Anleitung einer bestimmten Schülerin, ein durchwegs positives Arbeitsverhalten. Das Pflanzen der Samen, die Festlegung der unterschiedlichen Bodenarten, das Anrühren des Gipses und die Wahl der Samen werden mit großer Sorgfalt und Interesse erledigt und die Gruppe benötigt das Beisein der Lehrperson nicht.

**B - Z 357ff.**

*[...] überlegen sich genau was sie untersuchen wollen, wählen die unterschiedlichen Samen sehr bedacht aus, testen auch Samen, die sie davor nicht in Wasser eingelegt hatten.*

*bleiben auch noch nach der Stunde da, um aufzuräumen und stellen intelligente Fragen.*

In den darauffolgenden zwei Wochen sollen die Schülerinnen und Schüler im Unterricht, aber auch selbstständig außerhalb des Unterrichts, ihre Samen versorgen und den Keimungsfortschritt dokumentieren.

**P – Z 248ff.**

*L: "Schreibt eure Ergebnisse auf"...T: "Was sind unsere Ergebnisse?"  
. Es ist grad so viel zu tun in den wichtigen Fächern"*

**T – Z 174f.**

*LP zeigte ihnen vor wie man das machen soll, ... daraufhin sehr unmotiviert da es für M. und D. zu viele Samen waren...*

Zusammengefasst führt die Fülle der Aufgaben und das Arbeiten außerhalb der regulären Unterrichtsstunden bei den Schülerinnen und Schülern zur Motivationsminderung. Auch die Anforderungen der anderen Fächer, welche für die Schülerinnen und Schüler oft als wichtiger erachtet werden, haben Einfluss auf die Leistungsbereitschaft im naturwissenschaftlichen Unterricht. Mit den ersten Keimungserfolgen kommt es jedoch wieder zu einem Anstieg der Leistungsbereitschaft innerhalb der Gruppen.

Bei der Gruppe „Temperatur“, und vor allem bei den Gruppen „Licht“ und „Boden“ sind sehr schöne und gut interpretierbare Ergebnisse zu beobachten. Auf Grund eines Fehlers beim Pflanzen der Samen in unterschiedlichen pH-Werten ergeben sich bei der Gruppe „pH-Wert“ keine aussagekräftigen Ergebnisse und die Samen beginnen sehr schnell Schimmel anzusetzen. Trotzdem kommt die Schülerin E. regelmäßig zur Datenaufnahme und stellt interessierte fachliche Fragen.

In jeder dieser Gruppen sind es jedoch immer nur eine bis zwei Personen, welche den Hauptteil der Messungen übernehmen. Die Beobachtungen lassen vermuten, dass einige Schülerinnen und Schüler hauptsächlich ergebnisorientiert und nicht erkenntnisorientiert arbeiten. Ihre Intention liegt darin, im Sinne der Beurteilung gute Resultate und Bewertungen zu erzielen und nicht im Verstehen der Handlungen.

**B – Z 371f.**

*K: „Frau Professor haben sie gesehen, da habe ich gerade voll viel gemacht [...] bekomme ich jetzt ein Plus?“*

Aus den Beobachtungen ergeben sich insgesamt sieben Schülerinnen und Schüler, deren Arbeitsverhalten darauf hindeutet, dass sie ihre Daten und die Ursachen des Keimungsverlaufes hinterfragen und sichtlich ihre Arbeitsschritte verstehen wollen. Dies zeigt sich auch bei der Auswertung, Interpretation und Präsentation der Ergebnisse.

**W – Z 98ff.**

*Wollen nicht arbeiten, haben auch immer noch nicht verstanden, was sie eigentlich untersuchen sollen.*

*Die S konzentrierten sich bei der Präsentation auf die Beschreibung der Ursachen für ihre schlechten Ergebnisse.*

**T – Z 188**

*A. hat verstanden worum es geht [...] erstellt sehr selbstständig das Poster und stellt richtige Interpretationen an.*

**P – Z 265ff**

*Nachdem von Beginn der Untersuchung an die Samen nicht richtig gekeimt haben, da alles in pH niedriges Milieu gepflanzt wurde, sind auch die Ergebnisse nicht sehr gut.*

*Darum war auch die Präsentation nicht sehr aussagekräftig.*

**L - Z 326**

*Gruppe Licht präsentiert ihre Ergebnisse sehr schön.*

**L - Z 337**

*Kaum Diskussion.... Klasse will endlich ins Wochenende und ist nicht motiviert*

**B - Z 392ff.**

*Sehr schöne Präsentation. Gut erklärt, wie sich das Experiment aufgebaut hat, und welche Arbeitsschritte sie gemacht haben.*

**B - Z 389:** *Bleiben aber länger in der Schule und holen dies nach.*

**B - Z 401**

*Schülerinnen nehmen sich ihre Pflanzen sogar mit nach Hause, um sie weiterwachsen zu lassen.*

## 8.2.2. Verwendung der Materialien und Eigenständigkeit

Eine weitere Beobachtungskategorie beschäftigt sich mit der Eigenständigkeit und der Verwendung des bereitgestellten Materials. Hier wurde beobachtet, wie viel fachliche Unterstützung die Schülerinnen und Schüler beim Arbeiten von der Lehrperson benötigen. Außerdem soll untersucht werden, ob und in welchem Ausmaß, die von PlantingScience bereitgestellten Materialien (die Anleitung, das, von der Lehrperson nach der Vorgabe von PlantingScience entwickelte Forschungsprotokoll, die Plattform und die Auswertung mit Excel) von den Lernenden verwendet werden.

### **Wasser**

**Z 29f:** *Obwohl die Aufgabe an der Tafel steht und mehrmals von LP erklärt wurde, beginnen die S. nicht das Handout mit der Anleitung zur Formulierung der FF zu lesen. „Das sind zu viel Seiten“*

### **Verwendung der Materialien**

-  
Anleitung von PlantingScience zum Finden der Forschungsfrage wird nicht gelesen (**W, T, P, L**)

**Z 3f:** [...] sitzen vor ihren leeren Blättern und warten darauf, dass die LP zu ihnen kommt, um ihnen nochmal zu erklären, worum es geht.

**Z 100ff:** Die Darstellung der Ergebnisse mit Excel funktioniert gut. Kurze Begeisterung, als sie den Wachstumsfortschritt graphisch darstellen konnten

### Temperatur

**Z 154f:** [...] dann schreiben sie nach Ermahnung von LP halbherzig irgendwas in ihr Forschungsprotokoll.

**Z 175:** Hatten kein Protokoll da, um sich etwas aufzuschreiben.

**Z.145f:** „Ich habe gedacht beim Experimentieren macht man mal was anderes als schreiben und lesen“

**Z.123f:** Fragen nach jeder Idee die LP, ob das ok ist... und ob sie dann fertig wären.

**Z.148f:** Die Anweisung, dass sich die SuS auf verschiedene Samenarten einigen sollen wird von ihnen nicht gehört. darum nehmen sie sich am Anfang von allen Samen 5 Stück bis am Ende nicht mehr genug übrig sind.

### pH-Wert

**Z.209f:** Tipps von mir werden nicht gut angenommen. Wenn ich ihnen ein Beispiel gebe sagen sie sofort „ja das ist unsere Frage, sagen sie sie nochmal“

**Z.257ff:** J. und K. organisieren sich trotzdem sehr selbstständig, dass sie in den Saal kommen und machen ohne Anwesenheit der LP ihre Datenerhebung.

### Licht

**Z.282ff:** „Das alles sollen wir lesen?“ danach sehr selbstständig beim Erarbeiten des Forschungsinteresses.

**Z.295f:** Anweisung: „Legt Küchenrolle auf den Teller und befeuchtet sie, und dann gebt die Samen drauf“ → „Wie sollen wir das machen?“

### Boden

**Z 349f:** Versucht sich die Anleitung zum Finden der FF selbstständig durchzulesen und ihren Teamkollegen zu erklären.

Beschwerden bezüglich des Leseaufwandes und der Komplexität (**W, T, P, L**)

Probleme bei den Aufzeichnungen im Forschungsprotokoll (**W, T**)

Forschungsprotokoll oft nicht vorhanden (**T**)

Unachtsamer Umgang mit den Forschungsmaterialien (**T**)

+

Verwendung der Anleitung von PlantingScience (**B**)

Sorgfältige Dokumentation im Forschungsprotokoll (**B**)

Keine Probleme in der Verwendung von Excel bei der Auswertung (**W, T, P, L, B**)

Handhabung der Plattform ist für die Gruppen verständlich. (**W, T, P, L, B**)

### Eigenständigkeit

-

Lehrperson muss die Arbeitsschritte immer wieder erklären (**W, T, P**)

SuS müssen sehr oft zum Arbeiten motiviert werden (**W, T**)

Geringe Selbstständigkeit beim Arbeiten und Beschaffen von Informationen zum Finden der Forschungsfrage (**W, T, P**)

SuS wollen, dass die Lehrperson die Forschungsfrage für sie festlegt. (**P**)

Benötigen Hilfe beim Formulieren der Forschungsfrage (**W, T, P, L**)

Unsicherheit beim Durchführen der Arbeitsschritte erfordert das Beisein der Lehrperson (**L, B**)

**Z 342f:** Versuchen selbstständig zu ihrer FF zu kommen und fragen bei vielen Schritten die LP Großteils mit Hilfestellung durch LP zu einer selbstständigen FF gekommen.

**Z 389f:** Daten wurden zwar erhoben aber nicht sofort in das Protokoll eingetragen darum gingen einige Daten verloren

Keine selbstständige Datenaufnahme (**W, T**)

+

Großteils selbstständiges Festlegen des Forschungsinteresses (**L, B**)

Selbstständige Organisation der Datenerhebung (**P, L, B**)

Eigenständige Interpretation der Daten (**T, L, B**)

Insgesamt zeigen die Beobachtungen, dass von keiner der Gruppen, mit Ausnahme einer Schülerin aus der Gruppe „Boden“, die Anleitung bzw. der Leitfaden zur Durchführung ihrer wissenschaftlichen Untersuchung gelesen wird. Mögliche Ursachen liegen möglicherweise im geringen Interesse am Forschungsgegenstand, in der Länge des Textes oder im Fehlen der für die Durchführung wichtigen Kompetenzen.

Da die Anleitung von den Lernenden nicht verwendet wird, wissen die meisten Gruppen nicht, was genau von ihnen erwartet wird, und benötigen darum intensive Anleitung durch die Lehrperson.

Die Schülerin L., der Gruppe „Boden“ ist die Einzige, die sich ihre Informationen selbstständig aus dem bereitgestellten Material besorgt und den Inhalt auch ihren Teamkolleginnen erklärt. Die Schülerin merkt jedoch an, dass auch für sie die Fülle und die Komplexität des Textes eine Herausforderung darstellen. Nachdem diese Gruppe Interesse am Thema und der korrekten Durchführung zeigt, wäre auch hier Anwesenheit der Lehrperson von Nutzen, um diesen Wissensdrang zu fördern.

Die Anforderungen der Datenaufnahme liegen darin, dass die Schülerinnen und Schüler im und auch außerhalb des Unterrichts selbstständig ihre Daten aufnehmen und die Samen versorgen sollen (vgl. Kapitel 7.2). Nachdem die Samen im Biologiesaal gelagert werden und die Gruppen keinen freien Zugang zu diesem haben, werden außerdem drei Termine vereinbart, zu denen die jungen Forscher ihre Aufgaben in Anwesenheit der Lehrerin erledigen können.

Die Gruppen „pH-Wert“, „Licht“ und „Boden“ organisieren sich selbstständig, auch in Abwesenheit der Lehrperson den Zugang zum Biologiesaal.



### 8.2.3. Erforderliche Kompetenzen

Ein weiteres Beobachungskriterium beschäftigt sich mit der Frage, ob die Schülerinnen und Schüler die erforderlichen Kompetenzen mit sich bringen, um die botanischen Experimente erfolgreich durchzuführen und somit davon profitieren können.

Solche Kompetenzen tragen maßgeblich zum Lernerfolg der Lernenden bei, da, wie auch vom moderaten Konstruktivismus beschrieben, die Lernenden neues Wissen auf dem Vorhandenen aufbauen.<sup>127</sup>

#### **Wasser**

**Z.17f:** „Welches“ Wasser brauchen Samen“  
Auf die Frage der LP was sie unter „welchem“ Wasser verstehen können die SuS dies nicht formulieren.

**Z.30f:** „Ich versteh das nicht“ Auf die Frage „Was verstehst du nicht“ → „Alles“ Was genau? „Das mit der Keimung“

**Z.37:** „Keimung ist doch das Atmen unter Wasser“

**Z.32f:** „Das ist zu viel und zu kompliziert“ „Ich versuch es eh zu lesen, aber ich versteh es nicht“

**Z.43f:** „Das mit dem Wasser und so.“ Gruppe hat Schwierigkeiten zwischen Wassermenge und Wasserzusammensetzung zu unterscheiden.

**Z.81f:** Sagen immer wieder ES wächst... Wenn man fragt WAS wächst „Ja die Samen“ Welche Samen? „JA alle“

**Z.80f:** [...] verstehen nicht, dass es Unterschiede in den Bedürfnissen unterschiedlicher Pflanzen gibt.

**Z.87ff:** Obwohl seine Samen schon kleine Veränderungen aufwiesen und schon bei einigen die ersten Keimblätter zu sehen waren und sie unterschiedliche Keimraten hatten, meinte er, dass sich eh nichts verändert hat und er darum nichts abzumessen und zu beschreiben hätte.

**Z.101f:** Große Schwierigkeiten bei der Festlegung der Achsenbeschriftung und

#### **Erforderliche Kompetenzen**

-

Unzureichende fachliche Kompetenzen und fehlende Kenntnis der physikalischen

Einheiten:

SuS können bis zum Ende nicht zwischen Wassermenge und Wasserzusammensetzung unterscheiden. **(W)**

Der Keimungsvorgang wird nicht verstanden. **(W)**

Salzgehalt und pH-Wert wird von den SuS nicht unterschieden **(W)**

Temperatur wird nicht in °C angegeben, sondern in warm und kalt **(T)**

Können ihre Standorte für die unterschiedlichen Temperaturen nicht festlegen **(T)**

Pflanzenwachstum und Pflanzenvermehrung werden nicht unterschieden **(T)**

Beschwerden bezüglich der Komplexität des Themas **(W, T, P)**

<sup>127</sup> Vgl. GERSTENMAIER & MANDL 1995: S. 881ff.

dadurch auch bei der Interpretation der Daten.

**Z.109:** Die S. wussten nicht einmal genau was ihre Forschungsfrage war „Welches Wasser mögen Blumen“

**Z.110f:** „Weil die Samen im Salz nicht wachsen haben wir herausgefunden, dass Samen es nicht mögen, wenn es sauer ist“

### **Temperatur**

**Z.137f:** Legen ihre Temp. auf kalt mittel und heiß fest... warm/ kalt sind für die S. Temperaturen...

**Z.159f:** Schöne Ergebnisse [...] wird von der Gruppe gut interpretiert und gedeutet [...]

**Z.178ff:** [...] nicht verstanden, dass sie das unterschiedliche Wachstum bei den verschiedenen Temp. aufschreiben sollen, sondern haben nur aufgeschrieben, dass sich noch „nix tut.“

**Z.182f:** Tolle Ergebnisse bei den unterschiedlichen Temp., da die Samen sehr unterschiedlich keimen... wurde nur leider von den S nicht erkannt

### **pH-Wert**

**Z.226:** könne sich nichts darunter vorstellen was ein Verhältnis, z.B.: zwischen Säure und Wasser ist [...]

**Z.229ff:** Unterschied zwischen 50%/50% Säure Wasser und 10%/90% Säure Wasser gibt muss ihnen erklärt werden.... Zu wenig Zeit für Erklärungen für LP da sonst der Rest der Klasse nichts macht.

### **Licht**

**Z.283ff:** Sprachliche Schwierigkeiten beim Formulieren der FF. → Schlussendlich: Wie viel Licht benötigen unterschiedliche Samen bei der Keimung.

### **Boden**

**Z.379f:** Erkennt auch selbstständig einkeimblättrige und zweikeimblättrige Pflanzen.

Fehlendes Lese- und Textverständnis und mangelhafte sprachliche Kompetenzen:

Schriftliche Angaben werden nicht verstanden

**(W, T, P)**

SuS haben Probleme ihre Gedanken und Arbeitsschritte in Worte zu fassen **(W, T, L)**

Geringes botanisches Verständnis und

keine Erfahrung oder Vorkenntnisse im wissenschaftlichen Arbeiten:

Unterschiedliche Keimungsraten der verwendeten Samen werden nicht untersucht

**(W, T, P)**

Keimungsfortschritt wird nicht erkannt **(W, T)**

Die verwendeten Samen und ihre Bedürfnisse werden nicht unterschieden **(W, T, P)**

Datenaufnahme entspricht nicht den Anforderungen für eine adäquate Auswertung

**(W)**

**+**

Gruppe „Boden“ besitzt die zur Durchführung erforderlichen Kompetenzen

Die Ergebnisse lassen vermuten, dass ein Großteil der Schülerinnen und Schüler der beobachteten Klasse der Handelsschule vor allem im sprachlichen Bereich, sowie dem Lese- und Textverständnis Mängel aufweisen, die den Arbeitsfortschritt (vgl. Verwendung der Materialien) und den Lernerfolg wesentlich beeinflussen. Auch das teils lückenhafte fachliche Vorwissen der Lernenden im naturwissenschaftlichen, bzw. botanischen Bereich trägt zur Minderung des möglichen Lernerfolges bei.

#### 8.2.4. Lernerfolg

Die Beobachtungen zum Lernerfolg der jeweiligen Gruppen beziehen sich auf das ersichtliche Verständnis ihres Forschungsgebietes und ihrer Arbeitsschritte, sowie dem Erwerb grundlegender botanischer Kenntnisse. Der Lernerfolg wurde von der Autorin nach der Likert Skala <sup>128</sup> niedrig (1) – eher niedrig (2) – weder hoch noch niedrig (3) – hoch (4) - sehr hoch (5), eingeteilt. Hier sei zu erwähnen, dass sich die Ergebnisse des Lernerfolges in diesem Kapitel nur auf die Beobachtungen beziehen und erst im Folgenden mit den Erkenntnissen der weiteren Daten zusammengeführt und ausgewertet werden.

Ersichtlicher Lernerfolg				
Sehr hoch (5)	Hoch (4)	Weder hoch noch niedrig (3)	Eher niedrig (2)	Niedrig (1)
SuS zeigen in Antworten und Beschreibungen ihres Arbeitsfortschrittes und ihrer Ergebnisse ersichtlichen Lernerfolg durch ausführliche und richtige Interpretation ihrer Daten	SuS zeigen in Antworten und Beschreibungen ihres Arbeitsfortschrittes und ihrer Ergebnisse Großteils bemerkbaren Lernerfolg durch weitgehend richtige Interpretation ihrer Daten	SuS zeigen durch Antworten und Beschreibungen ihres Arbeitsfortschrittes und ihrer Ergebnisse weitgehend Bemühen am richtigen Interpretieren ihres Forschungsergebnisses	SuS versuchen teilweise durch Beschreibungen der Arbeitsschritte und Ergebnisse ihre Ergebnisse indirekt zu interpretieren, aktive Interpretation findet nicht statt	SuS haben Probleme ihre Arbeitsschritte und Ergebnisse zu interpretieren und zeigen wenig Verständnis am Ergebnis

<sup>128</sup> Vgl. BROSIUS et al. 2008: S. 62.

## **Wasser**

**Z.109:** Die S. wussten bis zum Ende nicht was ihre Forschungsfrage war „Welches Wasser mögen Blumen“

**Z.110f:** „Weil die Samen im Salz nicht wachsen, haben wir herausgefunden, dass Samen es nicht mögen, wenn es sauer ist“

**Z.107f:** Nachdem der einzige, der in dieser Gruppe was gemacht hat an diesem Tag nicht anwesend war, war auch die Präsi dementsprechend schlecht

## **Beobachteter Lernerfolg niedrig (1)**

Die SuS wissen bis zum Ende nicht was sie untersuchen

Die Präsentation ist unvollständig und beinhaltet keine Ergebnisse

Fragen der Lehrperson können nicht beantwortet werden

## **Temperatur**

**Z.192f:** Die Gruppe versteht, dass sich unterschiedliche Pflanzensamen bei verschiedenen Temperaturen anders entwickeln und keimen

**Z.193f:** Hintergrundwissen [...] können die Fragen aber Großteils nicht beantwortet werden.

**Z.195f:** Was habt ihr herausgefunden? „Dass Raumtemperatur am besten ist“ Wofür? Dass sich die Pflanzen vermehren“

**Z.197ff:** „Dass Raumtemperatur für Pflanzen am besten ist zu keimen, wenss kalt ist keimen sie aber auch, nur langsamer und bei zu hoher Temp. fangen sie an zu faulen“

## **Beobachteter Lernerfolg weder hoch noch niedrig (3)**

Die SuS erkennen, dass die Temperatur Einfluss auf den Keimungserfolg von Pflanzensamen hat

Der Unterschied der Keimungsgeschwindigkeit zwischen „Raumtemperatur“ und „kalt“ wird festgestellt

Kaum Hintergrundwissen vorhanden

Unterschied zwischen Keimung und Vermehrung kann nicht erklärt werden

## **pH-Wert**

**Z.272ff:** Die SuS stellten fest, dass im leicht sauren pH die Samen am besten keimen. Man konnte jedoch keinen Unterschied zwischen den verschiedenen Samen erkennen.

**Z.221f:** Erkenntnis von Schüler... „eigentlich können Pflanzen ohne Menschen leben aber die Menschen nicht ohne Pflanzen... oag“

## **Licht**

**Z.310ff:** [...] konnten bereits beobachten, dass die Bohnensamen im Dunkeln am besten keimen, und wenn Gerste im Dunkeln keimt die Farbe der Keimblätter weniger grün ist.

**Z.315ff:** Bemerkten, dass die Keimlinge, die im Schatten wachsen nicht so grün sind, weil sie weniger Chlorophyll haben, weil sie weniger Licht bekommen und das Chlorophyll dafür da ist, dass das Sonnenlicht in Energie umgesetzt wird.

**Z.318f:** Stellt auch fest, dass sie glaubt, dass alle ihre untersuchten Samen Schattenkeimer sind.

**Z.328ff:** Alle bis auf Z. verstehen auch dass bei den Schattenkeimern die Stärke in den Keimblättern gespeichert ist und sie darum zu Beginn kein Licht für die Photosynthese benötigen

**Z.327f:** Zusammenhang → Chlorophyll verstanden → bei Licht sind die Keimlinge und Triebe grüner und stabiler als bei den Schattenkeimern.

## **Beobachteter Lernerfolg weder hoch noch niedrig (3)**

SuS verstehen, dass ein leicht saurer pH-Wert für die meisten Pflanzen am besten ist

Richtige Interpretation der Daten → Daten sind aber sehr schlecht

Der pH- Wert kann bis zum Ende nicht richtig erklärt werden

SuS erkennen die Abhängigkeit des Menschen von Pflanzen

## **Beobachteter Lernerfolg sehr hoch (5)**

SuS erkennen, dass unterschiedliche Lichtverhältnisse Einfluss auf die Geschwindigkeit der Keimung und das Aussehen der Keimlinge haben

SuS kennen den Nutzen der Fotosynthese und, deren Abhängigkeit von Chlorophyll

SuS verstehen den Unterschied zwischen Licht- und Schattenkeimern und können ihre Samen demnach richtig einteilen

SuS können das Vorhandensein von Stärke in den Keimblättern von Dunkelkeimern richtig interpretieren

SuS erkennen den Zusammenhang zwischen der Stabilität der Pflanzen und Chlorophyll

Ausnahme: Ein Schüler zeigt kaum Lernerfolg

## Boden

**Z.379f:** [...] erkennt auch selbstständig einkeimblättrige und zweikeimblättrige Pflanzen.

**Z.394ff:** „Samen, die davor in Wasser eingelegt wurden, keimen schneller aber im Gips sind die besser die davor nicht eingeweicht wurden“

**Z.395ff:** Es wurde erkannt, dass die Dichte des Bodens eine Rolle spielen und, dass Pflanzen eine enorme Kraft haben, da sie sogar den Gips durchbrechen können.

**Z.397f:** Auch wenn bei der Arbeit hauptsächlich L. gearbeitet hat kennen sich in der Gruppe alle gut aus und können auch Fragen der LP beantworten.

## Beobachteter Lernerfolg sehr hoch (5)

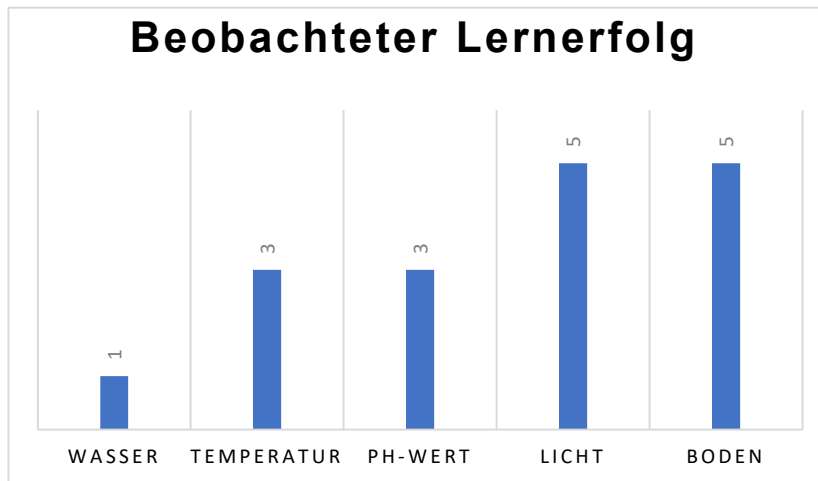
Der Unterschied zwischen ein- und zweikeimblättrigen Pflanzen wird erkannt, und kann auch beschrieben werden.

SuS bemerken, dass Samen ohne vorherige Quellung den Gips leichter durchbrechen, da sie sich noch „ausdehnen“ können.

Der Einfluss der Bodendichte auf die Geschwindigkeit der Keimung wird selbstständig erkannt und beschrieben.

Lernerfolg bei allen Gruppenmitgliedern erkennbar.

Graphische Darstellung des Lernerfolges der Lernenden nach der Likert Skala<sup>129</sup>  
niedrig (1) – eher niedrig (2) – weder hoch noch niedrig (3) – hoch (4) - sehr hoch (5)



Grafik 1: Lernerfolg aus der teilnehmenden Beobachtung nach der Likert Skala

### 8.2.5. Teamarbeit

Nachdem sich die Beobachtungen und die weiteren Erhebungen auf die gesamten jeweiligen Gruppen beziehen und keinen Fokus auf einzelne Schülerinnen oder Schüler legen, wird zusätzlich die Teamarbeit beobachtet, um einen besseren Überblick bezüglich der Rollen der einzelnen Mitglieder zu erlangen.

<sup>129</sup> Vgl. BROSIUS et al. 2008: S.62f.

## Wasser

**Z.9f:** [...] wird nicht von seinen Teamkollegen unterstützt... Aussage A.: „M. hat es eh schon gemacht“

**Z.113f:** Präsentation besteht hauptsächlich aus Anschuldigungen und Entschuldigungen, dass Nichts gemacht wurde.

## Temperatur

**Z.117f:** M. teilt seine Gruppe motiviert ein. Will aber die Arbeiten nur beobachten und sich nicht selbst einbringen.

**Z.189ff:** Die Daten hätten von M. auf Excel ausgewertet werden sollen, nachdem er in der Einheit nicht anwesend ist hat die Gruppe keinen Zugriff auf seinen Daten und muss somit alles wieder erneut auswerten.

## pH-Wert

**Z.246ff:** E. die sich viel um die Samen gekümmert hat, war in dieser Einheit nicht anwesend. Darum wussten die Anderen nicht was bereits getan war und wie man was macht.

**Z.255f:** Beschwert sich, dass sie keiner ihrer Kollegen unterstützt [...] trotzdem fleißig am Arbeiten und hilft auch dann noch beim Aufräumen.

## Licht

**Z.287f:** P. gibt sich große Mühe beim Zeichnen des Logos. Erhält Anerkennung von der Gruppe.

**Z.309f:** Organisieren sich sehr gut in der Gruppe, bis auf Z. beteiligen sich alle mehr oder weniger an den Aufgaben.

**Z.333f:** [...] nachdem in der Diskussion Alicia Zoran das nochmal erklärte

## Boden

**Z.369f:** Probleme weil sehr viele Personen versuchen zusammenzuarbeiten und die Daten unterschiedlich aufgezeichnet werden. Schlecht organisiert.

## Teamarbeit

Wasser

Solange ein Teammitglied die Arbeit erledigt, lehnen sich die Anderen zurück

M. verliert die Leistungsmotivation, weil er von seinen Teammitgliedern nicht unterstützt wird

Anschuldigungen während der Präsentation

Temperatur

M. lässt andere Mitglieder für sich arbeiten und teilt diese ein

A. verrichtet große Teile der Arbeit ohne Unterstützung ihrer Teamkollegen

Mangelhafte Organisation in der Gruppe führt zu größerem Arbeitsaufwand, da Arbeitsschritte wiederholt werden müssen

Gruppenlogo steigert den Teamgedanken

pH-Wert

E. wird in ihrem Arbeiten wenig von der Gruppe unterstützt

Datenaufnahme wird großteils von E. erledigt

Bei Abwesenheit von E. hatte die restliche Gruppe keinen Überblick, was bereits erledigt wurde

Beschwerden von E. auf Grund der geringen Unterstützung ihres Teams

Fehlende Unterstützung hat keinen Einfluss auf die Leistungsbereitschaft von E.

Licht

Gruppenlogo fördert den Teamgedanken

Arbeitsschritte werden gleichmäßig auf alle Teammitglieder aufgeteilt → Ausnahme Z.

Unterschiedliche Aufzeichnung der Daten führen zu Problemen bei der Auswertung

Versuchen sich Inhalte gegenseitig zu erklären

**Z.389f:** *Bekommen Hilfe von A. (Gruppe Licht) bei der Auswertung der Daten in Excel.*

Z. beteiligt sich nicht an dem Experiment

Boden

Gemeinsames Arbeiten an einem Forschungsprotokoll führt zu Verwirrungen

Gute gegenseitige Unterstützung

L. organisiert die Arbeiten der Gruppe und behält als Einzige den Überblick

Die Beobachtung zeigte, dass die Teamarbeit wesentlich zur Lernbereitschaft und zum Lernerfolg beiträgt. So wird bei vielen Gruppen die Leistungsbereitschaft durch fehlende Unterstützung der Teamkollegen gemindert, bzw. kommt es bei fehlender Unterstützung zu Beschwerden und Frustration.

Bei zwei der fünf Gruppen wird die Teambereitschaft durch das Finden des gemeinsamen Gruppenlogos sichtlich gesteigert. Bei den anderen Gruppen zeigt dies keine Wirkung auf die Teamarbeit

Das Führen eines gemeinsamen Forschungsprotokolls erfordert sorgfältiges Arbeiten und Organisation in der Gruppe. Nachdem die Daten von unterschiedlichen Personen aufgenommen und manche Daten nicht ins Protokoll geschrieben werden, kommt es in vielen Gruppen zu Datenverlusten und Problemen, sowie Verwirrung bei der Auswertung.

### **8.3. Technische und organisatorische Herausforderungen für die Lehrperson**

Die folgenden Beobachtungen sollen Situationen und Sachverhalte aufzeigen, die sich im Zuge der Durchführung auf Grund äußerer Faktoren sowie dem Arbeitsverhalten der Schülerinnen und Schüler ergaben und einen Ansatz zur Optimierung sowie zur Vermeidung von Problemen bieten.

**Z.9f:** *SuS können sich an sehr wenig der letzten Stunden erinnern... Sind übermüdet von der Sprachwoche...Das Wiederholen des Stoffes nimmt sehr viel ungeplante Zeit in Anspruch.*

**Z.53f:** *Ich musste alles 5mal pro Gruppe erklären. Jede Gruppe braucht passende individuelle Betreuung ... ist für mich nicht alles gleichzeitig möglich...*

**Z.85f:** *Gruppen benötigen sehr viel individuelle Betreuung, die aber bei nur einer Lehrperson nicht gewährleistet werden kann.*



Die Durchführung benötigt eine flexible zeitliche Gestaltung der Unterrichtseinheiten, da die Lernenden auch außerhalb des naturwissenschaftlichen Unterrichts durch andere schulische Fächer sehr gefordert sind. So kommt es zum Beispiel durch die Sprachwoche oder durch zu erbringende Leistungen in anderen Fächern zu heterogener Leistungsbereitschaft und zeitlichen Verzögerungen, welche einen erheblichen Einfluss auf die Planung und Organisation der Arbeitsschritte haben.

Nachdem, wie bereits erwähnt, viele Gruppen eine intensive Betreuung durch die Lehrperson benötigen und auch das Beisein beim Verrichten der Arbeitsschritte teilweise permanent gefordert wird, kann dies nicht für alle Gruppen gleichzeitig gewährleistet werden. Die zeitgleiche Unterstützung der gesamten Klasse durch nur eine Lehrperson ist nicht möglich, was oft zu längeren Wartezeiten und Arbeitsstillstand sowie einer hohen Belastung der Lehrperson während der Unterrichtseinheiten führt. Mit Schülerinnen und Schülern, die ein erhöhtes Interesse am Gegenstand zeigen und darum auch Fragen zum Hintergrund haben, kann sich aus Zeitgründen nicht ausführlich beschäftigt werden. Die Mentoren, die von PlantingScience diesbezüglich zum Einsatz kommen sollen, werden jedoch von den Lernenden nicht befragt. Außerdem werden motivierte, aber ruhigere Schülerinnen und Schüler weniger beachtet und betreut.

Weiters benötigen die Termine zur Datenerhebung eine hohe Flexibilität seitens der Lehrperson, da die vereinbarten Zeiten von den Lernenden oft nicht eingehalten werden, bzw. nicht eingehalten werden können.

**Z.138ff:** *Der ausgemachte Zeitpunkt wurde von ihnen nicht eingehalten. Darum wollten sie in einer Pause in den Biologie Saal, in der die LP leider verhindert war.*

**Z.83ff:** *Obwohl von der LP vorher erklärt wurde, dass die Samen mit einer Frischhaltefolie überzogen werden sollen wurde das von keinem Team gemacht, darum wurde dies von der LP nach der Stunde erledigt...*

**Z.87f:** *beim Läuten der Glocke verlassen, bis auf einige wenige, alle den Raum und lassen alles liegen und stehen... großer Aufwand für die LP alles wegzuräumen.*

Das Arbeitsverhalten und die Organisation der Gruppen, haben erheblichen Einfluss auf den Arbeitsaufwand für die Lehrperson. Arbeitsschritte, die zum Gelingen der Experimente entscheidend sind und von den Lernenden nicht erfüllt werden, werden von der Lehrperson verrichtet. Nachdem die Zeit, die den Schülerinnen und Schülern

in den regulären Unterrichtsstunden zur Verfügung steht, sehr knapp ist, muss das Aufräumen auch in der Pause oder nach Schulschluss erledigt werden. Ein Großteil der Klasse ist jedoch zu diesem Mehraufwand nicht bereit, wodurch auch diese Arbeit an der Lehrperson und einigen bemühten Schülerinnen hängen bleibt.

Drei Unterrichtseinheiten zu je 50 Minuten pro Woche bedürfen einerseits einer guten und strukturierten Organisation seitens der Lehrperson und einer hohen Arbeitsbereitschaft und Selbstorganisation der Lernenden. Der daraus resultierende Zeitdruck lässt einen erheblichen negativen Einfluss auf die Leistungsbereitschaft und den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler erkennen.

**Z. 96ff:** [...] sondern es muss eine eigene Einheit in der Stunde gefunden werden, in der die SuS den Mentoren schreiben können. Sobald das Schreiben während dem Unterricht nebenbei erfolgen soll, oder auf zuhause verschoben wird macht es keiner [...]

**Z.65f:** Beinahe alle SuS, die ihr Passwort geändert haben, haben dieses vergessen → muss von mir zurückgesetzt werden → großer Zeitverlust

Während des Unterrichts steht der Klasse ein freier Zugang zu insgesamt vier Standcomputern zur Verfügung, welche jedoch nicht direkt im Klassenraum, sondern vor der Klasse stehen. Nachdem die Kommunikation mit den Mentoren oft nicht in der explizit dafür eingerichteten Einheit, in der alle Gruppen gleichzeitig in Anwesenheit der Lehrperson vor den Computern sitzen, erfolgt, wird eine der drei Einheiten pro Woche zur Kommunikation mit den Mentoren verwendet. Dies geht natürlich auf Kosten der Arbeitszeit und der Datenaufnahme.

Die Bereitstellung der PCs benötigt darum regelmäßige, zeitliche Abstimmung mit dem Voranschreiten der Experimente, da der Kontakt der SuS mit den Mentoren meist nicht außerhalb des Unterrichts erfolgt und von der Lehrperson intensiv betreut werden muss.

Ein weiterer Zeitverlust ergibt sich daraus, dass, nachdem die Schülerinnen und Schüler ihre Zugangsdaten zur Plattform erhalten, die Passwörter individuell festgelegt werden können. Nachdem dies von vielen Gruppen gemacht und danach das Passwort bis zum nächsten Einstieg wieder vergessen wird, führt das Zurücksetzen der Passwörter von der Lehrperson zu einer weiteren ungeplanten Zeitverzögerung. Zu den technischen Herausforderungen zählt, dass es trotz Behandlung der Samen mit Wasserstoffperoxid zu starkem Schimmelbefall vieler Samen kommt. Dadurch können einige Daten nicht aufgenommen werden, was wiederum die Ergebnisse beeinflusst.

## 9. Erhebung der Kommunikation mit den Mentoren

Zur Erhebung der Kommunikation der einzelnen Gruppen mit ihren Mentoren werden einerseits die Ergebnisse aus den Beobachtungen durch die Lehrperson und andererseits Ergebnisse aus der verschriftlichten Konversation der einzelnen Nachrichten herangezogen.

Die Beobachtungen zeigen, wie bereits in einigen Unterkapiteln behandelt, bei vielen Gruppen eine geringe Leistungsbereitschaft und Eigenständigkeit der Schülerinnen und Schüler beim Schreiben und Posten ihrer Arbeitsschritte (vgl. Kapitel 8.3.):

**Z.89f:** *Nachdem sich die SuS die Antworten der Mentoren nicht durchgelesen hatten, hatten die Anweisungen der Mentoren keinen Einfluss auf das Arbeiten in dieser Einheit.*

**Z.122f:** *Aufforderung, den Mentoren Fragen zu stellen und sie über den Keimungsfortschritt zu informieren wird wenig umgesetzt,*

**Z.134f:** *Obwohl die SuS von der LP nochmal am Wochenende erinnert wurden, dass sie ihren Mentoren schreiben sollen haben bis auf die Boden Gruppe keine Gruppen geschrieben*

Außerhalb des Unterrichts schreiben die Schülerinnen und Schüler nicht an die Mentoren, weshalb dies von der Lehrperson angeleitet werden muss.

Die Beobachtungen legen nahe, dass das Verfassen von Nachrichten und das Informieren der Mentoren für die Lernenden als zusätzlicher Arbeitsaufwand und weniger als Hilfestellung gesehen werden.

Beobachtungen der einzelnen Gruppen bezüglich des Kontaktes zu den Mentoren im Unterricht:

**W – Z.77f:**

*F. soll an den Mentor schreiben, schreibt 2 Sätze und meint nach 2 Minuten, dass er schon fertig sei Benötigt viel Hilfe durch die LP, um eine geeignete Nachricht zu formulieren*

**T – Z.163f:**

*Motivation sehr niedrig ... SuS benötigen ständig die Aufforderung der LP etwas zu tun... obwohl jeder SuS einen PC hat arbeitet meist nur ein oder zwei.*

**P – Z.248f:**

*T. und A. die ihrem Mentor schreiben sollen fragen immer wieder „Was sollen wir jetzt schreiben“*

**L – Z.304f:**

*Sehr schreibfaul an die Mentoren, müssen daran erinnert werden und benötigen dafür Zeit im Unterricht.*

**T – Z.131f:**

*Die Mentorin hat vorgeschlagen vorher schon Kontakt mit den S. zu haben, um sie kennenzulernen → begeistert von Mentorin*

**L – Z.326f:**

*Sind aber sehr selbstständig bei der Auswertung und beim Formulieren der Nachricht an die Mentoren.*

**B- Z.382:**

*L. hatte auch bereits 2mal auf PS geschrieben und ihre Arbeitsfortschritte gut formuliert.*

*L schreibt selbstständig Nachrichten an den Mentor. Versucht auch auf die Fragen einzugehen.*

**B - Z.395ff:** L. postet auch abschließend einen Bericht über die Ergebnisse und wie sie sie interpretiert haben. Die anderen Gruppen haben einfach nicht mehr geschrieben. "wir sind ja eh schon fertig... bringt uns ja eh nichts mehr"

## 9.1. Methode

Neben den Beobachtungen während des Unterrichts, welche sich auf das Arbeitsverhalten sowie dessen Ursachen beziehen, sollen im Folgenden die einzelnen Nachrichten einen genaueren Einblick in die Leistungsbereitschaft und das Interesse, die vorhandenen Kompetenzen und den Kompetenzerwerb, sowie in Bezug auf den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler geben.

Der erste Einblick in den Kontakt zu den Mentoren bietet die Frequenz und der Umfang der Nachrichten der Schülerinnen und Schüler.

Die inhaltlichen Auswertungen der Konversationen beruhen auf einem Kompetenzraster, welches von der Autorin im Vorfeld erstellt wurde.<sup>130</sup> Diese definierten Kompetenzen<sup>131</sup>, der jeweiligen untersuchten Kategorien gliedern sich in fünf Stufen: 5 sehr hoch – 4 hoch – 3 weder hoch noch niedrig – 2 eher niedrig – 1 niedrig

Um den Inhalt der Nachrichten genauer zu beurteilen, werden folgende qualitative Kriterien betrachtet und im Folgenden in ihrem Ausmaß nach dem Kompetenzraster bewertet und graphisch dargestellt:

Sprachliche Kompetenz				
Sehr hoch	hoch	Weder hoch noch niedrig	Eher niedrig	niedrig
SuS können ihre Arbeitsschritte in vollständigen, verständlichen Sätzen, unter Gebrauch wissenschaftlicher Begriffe formulieren	SuS können ihre Arbeitsschritte weitgehend in vollständigen verständlichen Sätzen erklären und verwenden dafür teilweise fachlich gebräuchliche Begriffe	SuS können ihre Arbeitsschritte in vollständigen verständlichen Sätzen nachvollziehbar erklären	SuS können ihre Arbeitsschritte so darlegen, dass es für den Mentor so nachvollziehbar ist, um adäquate Hilfestellung zu geben	SuS haben Probleme, ihre Arbeitsschritte verständlich darzulegen, um den Mentor für ausreichend Hilfestellung zu informieren

<sup>130</sup> Vgl. BECKER-MROTZEK & SCHINDLER 2007: S. 7-23.

<sup>131</sup> Vgl. FLECHSIG et.al 2017: S.1ff.

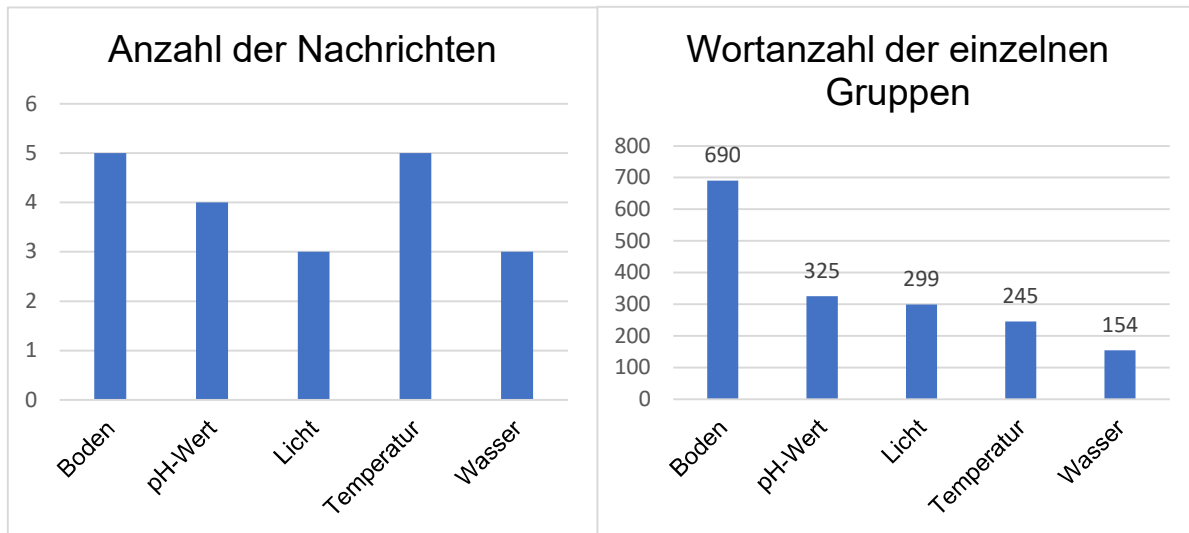
<b>Wissenschaftliches Interesse und Arbeitsweise der Schülerinnen und Schüler</b>				
Sehr hoch	hoch	Weder hoch noch niedrig	Eher niedrig	niedrig
SuS zeigen ersichtliches wissenschaftliches Interesse und Verständnis, auch über ihr Forschungsgebiet hinaus	SuS zeigen ersichtliches wissenschaftliches Interesse und Verständnis für ihr Forschungsgebiet	SuS zeigen teilweise Interesse und Verständnis am Fortschritt und Gelingen ihres Experiments und deren wissenschaftlichen Grundlagen	SuS zeigen wenig Bemühen am Fortschritt und Gelingen ihres Experiments und versuchen, die teilweise, die wissenschaftlichen Arbeitsschritte nachzuvollziehen	SuS zeigen kein Bemühen oder Interesse am Fortschritt und Gelingen ihres Experiments, sowie wissenschaftlicher Erkenntnis

<b>Ausführlichkeit der Nachricht und Antworten auf Fragen der Mentoren</b>				
Sehr hoch	hoch	Weder hoch noch niedrig	Eher niedrig	niedrig
SuS legen in ihren Nachrichten alle relevanten Informationen dar und gehen informativ auf Fragen und Ratschläge der Mentoren ein	SuS legen in ihren Nachrichten weitgehend alle relevanten Informationen dar und versuchen auf Fragen und Ratschläge der Mentoren einzugehen	SuS legen in ihren Nachrichten weitgehend relevante Informationen dar und beantworten teilweise Fragen der Mentoren	SuS legen in ihren Nachrichten teilweise Informationen dar, durch welche die Mentoren den SuS Feedback geben können	SuS legen in ihren Nachrichten kaum bis keine Informationen dar durch welche die Mentoren den SuS Feedback geben können

<b>Ersichtlicher Lernerfolg</b>				
Sehr hoch	hoch	Weder hoch noch niedrig	Eher niedrig	niedrig
SuS zeigen in Antworten und Beschreibungen ihres Arbeitsfortschrittes und ihrer Ergebnisse ersichtlichen Lernerfolg durch ausführliche und richtige Interpretation ihrer Daten	SuS zeigen in Antworten und Beschreibungen ihres Arbeitsfortschrittes und ihrer Ergebnisse Großteils bemerkbaren Lernerfolg durch weitgehend richtige Interpretation ihrer Daten	SuS zeigen durch Antworten und Beschreibungen ihres Arbeitsfortschrittes und ihrer Ergebnisse weitgehend Bemühen am richtigen Interpretieren ihres Forschungsergebnisses	SuS versuchen teilweise durch Beschreibungen der Arbeitsschritte und Ergebnisse, ihre Ergebnisse indirekt zu interpretieren; aktive Interpretation findet nicht statt	SuS haben Probleme, ihre Arbeitsschritte und Ergebnisse zu interpretieren und zeigen wenig Verständnis am Ergebnis

## 9.2. Konversation mit den Mentoren - Ergebnisse

Bereits die Anzahl und das Ausmaß der Nachrichten der Schülerinnen und Schüler zeigen einen signifikanten Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen.

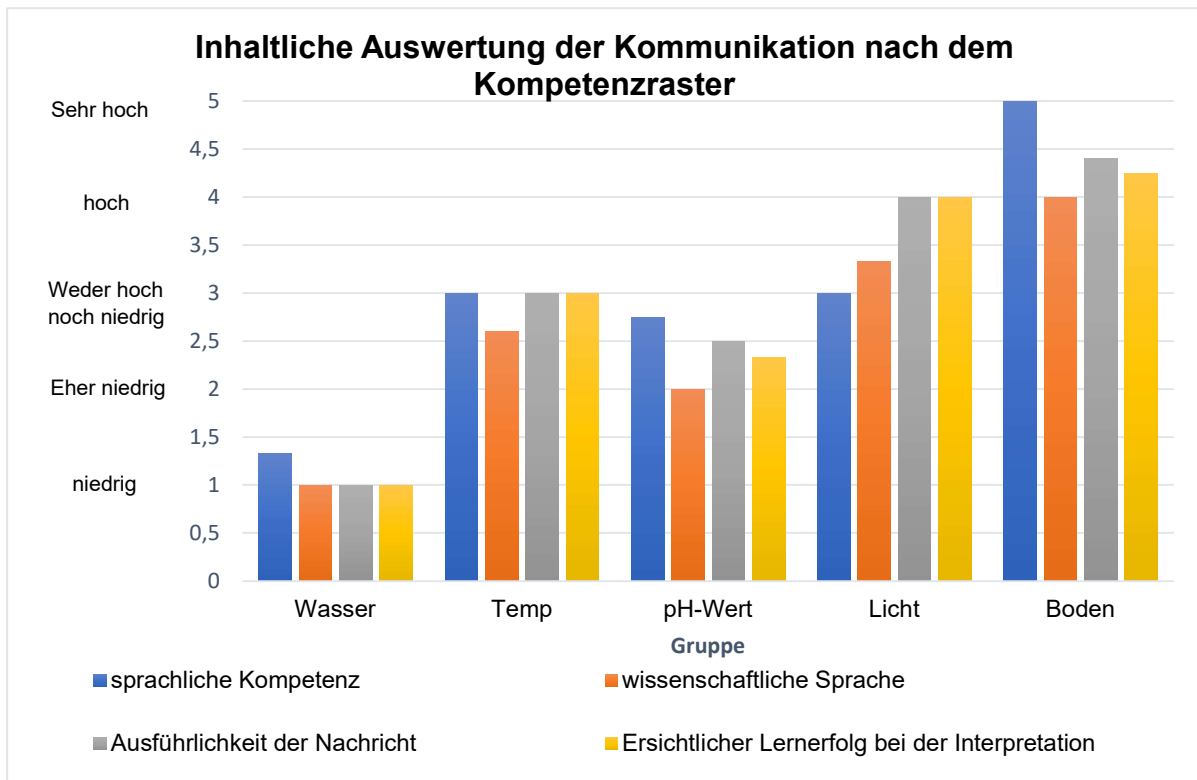


Grafik 2: Anzahl der Nachrichten an die Mentoren

Grafik 3: Fülle der einzelnen Nachrichten

Diese rein quantitativen Daten können noch keine genaue Aussage über die Qualität der Nachrichten geben, sondern sollen nur einen Überblick über das Ausmaß der Nachrichten geben.

Aus der Auswertung der Anzahl der Nachrichten sowie der gesamten Wortanzahl der Nachrichten lassen sich jedoch bereits einige Schlüsse bezüglich der Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen ziehen. Die Gruppe „Wasser“ zeigt, wie auch schon bei den Beobachtungen erwähnt, weniger Austausch mit ihrem Mentor als die anderen Gruppen. Im Gegensatz dazu zeigt die Gruppe „Boden“ einen wesentlich umfangreicheren Informationsfluss mit ihrem Mentor.



Grafik 4: Darstellung der Ergebnisse der Konversation mit den Mentoren.

Die Ergebnisse aus der Erhebung der Konversation mit den Mentoren stimmen weitgehend mit den Erkenntnissen aus der teilnehmenden Beobachtung überein. Die hier dargestellten Ergebnisse berechnen sich aus dem Durchschnitt aller Nachrichten innerhalb einer Gruppe.

Im Folgenden sollen die jeweils abschließenden Nachrichten der Gruppen an ihre Mentoren als Beispiel dienen und die Ergebnisse aus Grafik 4 unterstreichen.

Bsp.: Gruppe Wasser

Wir konnten folgende Schlüsse ziehen:

Bei Destillierten Wasser wachsen die Samen deutlich am besten. Gefolgt von "sehr wenig Wasser". "Salzwasser" und "sehr viel Wasser" ist am gar nicht gewachsen, dafür hat es extrem geschimmelt, sodass Fr. Prof. Rathmayr sie wegschmeißen musste. Beim Destillierten Wasser hat es auch geschimmelt aber vorrangig bei den "Puffbohnen".

Noch haben wir keine Fragen.<sup>132</sup>

Der Lernerfolg und die sprachliche Kompetenz der Gruppe „Wasser“ sind, wie hier dargestellt, niedrig. Die Unterschiede ihrer Keimungserfolge werden nur mit Hilfe der Lehrperson erkannt und können nicht sinngemäß interpretiert werden. Weiters gehen

<sup>132</sup> Abschließende Nachricht der Gruppe Wasser

die Schüler nicht auf die Fragen oder Ratschläge ihres Mentors ein und zeigen kein Interesse am Erkenntnisgewinn.

Bsp.: Gruppe Temperatur

Wir haben herausgefunden, dass das Saatgut bei 23°C am besten wächst. Das kann man sehr gut bei dem Mais und der Gerste sehen. Die Gerste und die Bohnen sind bei 4-14°C auch gut gewachsen. Der Rest ist sehr ähnlich geblieben.

Im Namen der Gruppe bedanken wir uns bei Ihnen für Ihre Hilfe!<sup>133</sup>

Obwohl die Gruppe „Temperatur“ ein eher niedriges Interesse am Erkenntnisgewinn zeigt, werden die Nachrichten wie bei der Gruppe „pH-Wert“, verständlich formuliert, beide Gruppen verwenden dabei aber kaum wissenschaftliches Vokabular. Die Schülerinnen und Schüler lassen in Grundzügen erkennen, dass sie ihr Experiment verstanden haben. Dennoch werden die Ergebnisse kaum interpretiert. Auf Fragen und Anweisungen der Mentorin wird teilweise Bezug genommen. Auf Grund eines Unachtsamkeitsfehlers, der von der Gruppe „pH-Wert“ nicht bereinigt wurde, war die Datenmenge für eine adäquate Interpretation zu gering. Die Konversation mit der Mentorin lässt bei dieser Gruppe einen kontinuierlichen Abfall der Leistungsbereitschaft mit Voranschreiten der Experimente erkennen.

Bsp.: Gruppe „pH-Wert“

Liebe Mentorin!

Leider haben wir ein Fehler bei der Bemessung gemacht und somit stimmen die Ergebnisse nicht, da immer unterschiedliche Personen gemessen haben. Die Pflanzen sind nicht gewachsen sondern kleiner geworden. Wir haben gedacht, dass die Pflanzen bei Zitronen Wasser besser wachsen sind sie aber nicht, weil viele der Samen Schimmel bekommen haben. Wir haben sie immer gemessen, neu gegossen und die Samen immer Fotografiert.<sup>134</sup>

Bsp.: Gruppe „Licht“

Liebe Mentorin,

Es gibt Unterschiede unzwär:

Im Licht: Sind die ausgewachsenen Samen sind stabil, dafür aber ist der Keimprozess langsam.

Im Halbschatten: Wachsen die heran wachsenden Samen schnell aber nicht so stabil wie im Licht.

Im Schatten: Wachen die ausgewachsen Samen am schnellsten, dafür sind die Samen nicht stabil und es mangelt an Chlorophyll.

Wir haben festgestellt, dass der Kürbis im Schatten am besten wächst im Vergleich zu Licht und Halbschatten.

Lichtkeimer: Gerste und Mais

Schattenkeimer: Bohnen und Kürbis<sup>135</sup>

<sup>133</sup> Abschließende Nachricht der Gruppe „Temperatur“

<sup>134</sup> Abschließende Nachricht der Gruppe „pH-Wert“

<sup>135</sup> Abschließende Nachricht der Gruppe „Licht“



Bsp.: Gruppe „Boden“

Lieber Mentor!

Die Bohnen haben das Wärmern vom Gips nicht verursacht. Der Gips wird warm wenn er trocknet. Dies kann man testen indem man ein Becher nur mit Gips füllt und ein Becher mit Gips und Bohnen - beide Becher werden warm.

"Habt Ihr hier eine Idee, wieso nur die trockenen Bohnen den Gips durchbrochen haben (Ihr schreibt, die "nassen" Bohnen hatten nicht die Kraft, den Gips zu durchbrechen "

Ja, also die Bohnen die vorher im Wasser eingelegt waren, wurden schon groß und haben das Wasser gespeichert. Dadurch konnten die "nassen" Bohnen im Gips nicht viel größer werden. Die trockenen Bohnen mussten erst das Wasser vom Gips aufsaugen und sind dadurch größer geworden. Deswegen konnten die trockenen Bohnen den Gips durchbrechen.

Ist die Wasserspeicherung (nur) für das Keimen oder auch für das Weiterwachsen wichtig? Und Ist wirklich Fähigkeit der Wasserspeicherung im Boden ein bedeutsamer Faktor?

Die Wasserspeicherung ist vor allem beim Keimen wichtig weil die Samen beim Keimen Wasser brauchen. Aber es ist auch wichtig für das Weiterwachsen.

Die Wasserspeicherung im Boden ist ein bedeutsamer Faktor, denn da wo die Erde immer noch feucht war sind die Samen bis jetzt am besten gewachsen.

Liebe Grüße<sup>136</sup>

Die Gruppen „Licht“ und „Boden“ lassen in ihren Nachrichten einen überdurchschnittlichen Lernerfolg erkennen. Die Schülerinnen und Schüler können ihre Ergebnisse verständlich und unter Verwendung wissenschaftlicher Begriffe beschreiben und versuchen auch, die Ursachen und Hintergründe ihrer Daten innerhalb ihres Forschungsgebietes zu erklären. Fragen und Anmerkungen ihrer Mentoren werden in ihren Antworten berücksichtigt und weitgehend beantwortet.

Zusammengefasst zeigt sich, dass die Mentoren wenig Einfluss auf die Durchführung der Experimente und die einzelnen Arbeitsschritte haben. Die Erhebung aus der Konversation mit den Mentoren lässt erkennen, dass die Schülerinnen und Schüler ihre Mentoren hauptsächlich über bereits absolvierte Arbeitsschritte informieren und diese nicht davor mit ihnen absprechen. Nachdem sich für die Lernenden Fragen vor allem spontan während des Experimentierens ergeben, die eine sofortige Antwort erfordern, werden weniger die Mentoren als die Lehrperson zu Rate gezogen. Von den meisten Gruppen wird die Antwort ihrer Mentoren nicht durchgelesen. Auch die mangelnde sprachliche Kompetenz bereitet vielen Schülern beim Formulieren ihrer Nachrichten große Schwierigkeiten und diese bedarf großer Anstrengung. Die Auswertung der sprachlichen Kompetenz zeigt außerdem, dass bei allen Gruppen, mit

---

<sup>136</sup> Abschließende Nachricht der Gruppe „Boden“

Ausnahme der Gruppe „Boden“, die sprachliche Kompetenz keinen bis kaum Wissenschaftlichkeitscharakter aufweist.

Beim Interpretieren und Auswerten der Daten zeigen jedoch zwei von fünf Gruppen durch die Kommunikation mit ihrer Mentorin, bzw. ihrem Mentor einen erkennbaren Lernerfolg sowie ein gesteigertes Interesse am Erkenntnisgewinn.

## **10. Forschungsprotokoll und Poster – Ergebnisse**

Die Auswertung der Forschungsprotokolle bezieht sich hauptsächlich auf die Fähigkeit der Lernenden, wissenschaftlich zu arbeiten. Die diesbezüglich untersuchten Parameter beinhalten die Hypothesenbildung, die Sorgfalt und Nachvollziehbarkeit der Dokumentation der Arbeitsschritte und Daten während der Planung, die Durchführung und Interpretation der Ergebnisse. Zusätzlich soll auch die Gestaltung der Protokolle ausgewertet werden.

### **10.1. Methode**

Zur Auswertung der untersuchten Kriterien werden unterschiedliche Methoden verwendet. Während die Hypothesenbildung, Interpretation und Gestaltung der Forschungsprotokolle der verschiedenen Gruppen einander gegenübergestellt und diese auf Vollständigkeit und Qualität beurteilt werden, lassen sich die qualitativen Ergebnisse zur Dokumentation der Planung und Datenerhebung nach einer im Vorhinein definierten Ratingskala quantifizieren.<sup>137</sup>

Die ausgewerteten Items ergeben sich aus mehreren Kriterien, die in Summe die Sorgfalt der Durchführung definieren und im Folgenden graphisch dargestellt werden (vgl. Grafik 5)

---

<sup>137</sup> Vgl. TROESTER 2019: S. 40-45.

Parameter: Sorgfalt der Durchführung	Wasser	Temperatur	pH-Wert	Licht	Boden
Die benötigten Materialien werden im Vorfeld vollständig angegeben	4 (trifft eher zu)	2 (trifft eher nicht zu)	4 (trifft eher zu)	2 (trifft eher nicht zu)	5 (trifft voll zu)
SuS erstellen einen vollständigen Plan wann ihre Daten erhoben werden sollen	2 (trifft eher nicht zu)	1 (trifft gar nicht zu)	3 (trifft teilweise zu)	4 (trifft eher zu)	5 (trifft voll zu)
SuS definieren ihr Forschungsziel nachvollziehbar	3 (trifft teilweise zu)	2 (trifft eher nicht zu)	1 (trifft gar nicht zu)	2 (trifft eher nicht zu)	4 (trifft eher zu)
SuS definieren die Methoden und Parameter ihrer Datenerhebung	2 (trifft eher nicht zu)	1 (trifft gar nicht zu)	1 (trifft gar nicht zu)	5 (trifft voll zu)	5 (trifft voll zu)

## 10.2. Hypothesenbildung

Die Erhebung zur Hypothesenbildung zeigt, dass die Schülerinnen und Schüler kein Vorwissen bezüglich einer Hypothese haben. Aus diesem Grund wurde von der Lehrperson im Forschungsprotokoll auch nicht von einer Hypothese gesprochen, sondern es wurden die Lernenden dazu aufgefordert zu überlegen, welche Ergebnisse sie erwarten.

### 3) Versucht vorherzusagen was in eurem Experiment passieren wird.

Was wisst ihr bereits über die Keimung von Samen? Welche Unterschiede gib es? Welche Ergebnisse erwartet ihr?

Best. Wasser: eher wenig würde es wachsen und langsamer  
 Salzwasser: eher nicht.  
 ganz wenig Wasser: austrocknen und nicht wachsen  
 ganz viel Wasser: eher gut ~~wachsen~~ keimen

Abbildung 11: Gruppe „Wasser“

1. Bei der Keimung steckt sich das Hypokoty. Es bilden sich ein typischer Hypokotylhaken, welcher die Erdoberfläche durchbricht und dadurch die Keimblätter in die Höhe gehen. (Es gibt zwei Arten von Samen nämlich die ein Keimsamen und die zwei Keimsamen.)
2. Die zwei Keimsamen haben große Keimblätter und haben meistens Zucker gespeichert. Brauchen auch kein Sonnenlicht. Sie wachsen auch mit zwei Blättern aus der Erde. Bei den anderen ist nur mit einem Keimblatt.
3. Das die Samen auswachsen.

Abbildung 12: Gruppe „Licht“

nein:

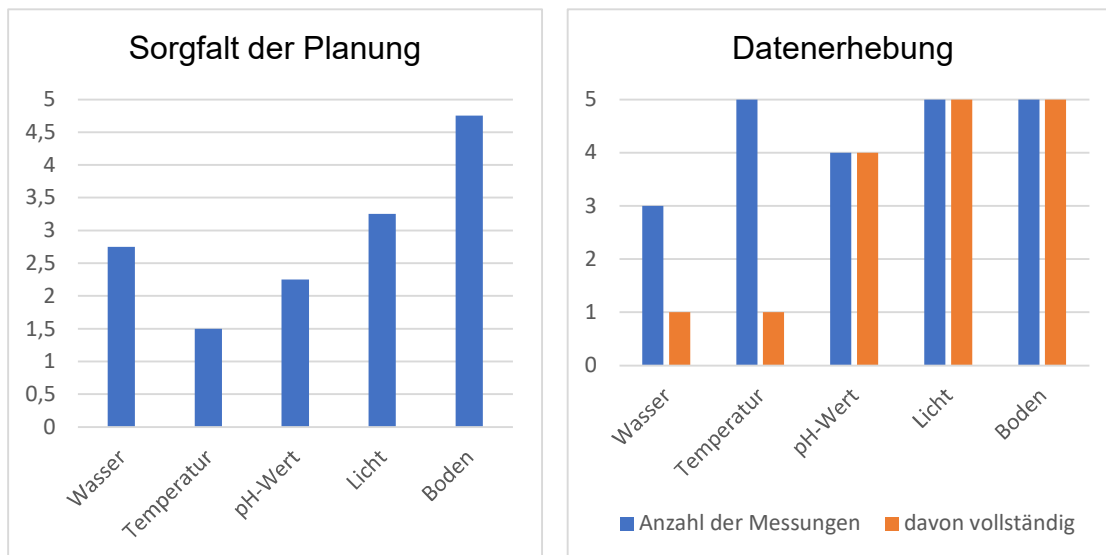
Abbildung 13: Gruppe „Temperatur“

Von den Gruppen „Temperatur“ (vgl. Abbildung 13)<sup>138</sup> und „Boden“ wurde diese Aufgabe im Forschungsprotokoll nicht bearbeitet. Die Gruppe „pH-Wert“ zeigt erst in ihrer Interpretation Ansätze einer Hypothese *„Wir erwarteten auch, dass bei pH-Wert 1 und 8 nicht so viel passiert“*.<sup>139</sup>

Die Schülerinnen und Schüler haben offensichtlich Probleme, eine Hypothese für ihre Forschungsfrage zu formulieren. Das Prinzip der Hypothese wird von den Schülerinnen und Schülern nicht verstanden. Nur die Gruppe „Wasser“ zeigt Überlegungen bezüglich ihrer erwarteten Ergebnisse. (vgl. Abbildung 11)<sup>140</sup>

Die Gruppe Licht (vgl. Abbildung 12)<sup>141</sup> versucht, das Prinzip der hypogäischen und epigäischen Keimung zu beschreiben. Hier zeigt sich jedoch das zu Beginn mangelnde botanische Vorwissen. Trotzdem versuchen die Lernenden, sich diesbezüglich Gedanken zu machen. Dies bietet auch die Möglichkeit für Erklärungen seitens der Lehrperson und einen daraus resultierenden Lernerfolg. Die Beschreibung der Hypothese *„Dass die Samen auswachsen“*<sup>142</sup> entspricht jedoch nicht den Voraussetzungen einer Hypothese, da weder die Forschungsparameter noch die unterschiedlichen Samen berücksichtigt werden.

### 10.3. Sorgfalt der Planung und Datenaufnahme



Grafik 5: Darstellung der Sorgfalt und der Fülle der Datenerhebung

<sup>138</sup> Quelle: Forschungsprotokoll Gruppe „Temperatur“: S. 2.

<sup>139</sup> Quelle: Forschungsprotokoll Gruppe „pH-Wert“: S. 11.

<sup>140</sup> Quelle: Forschungsprotokoll Gruppe „Wasser“: S. 2.

<sup>141</sup> Quelle: Forschungsprotokoll Gruppe „Licht“: S. 2.

<sup>142</sup> Forschungsprotokoll Gruppe „Licht“: S. 2.

Der Planungsphase wird im Forschungsprotokoll viel Platz eingeräumt, da für die adäquate Durchführung der Experimente eine gute Organisation sehr hilfreich ist. Wie in der Grafik 5.1.<sup>143</sup> dargestellt, lässt vor allem die Gruppe „Boden“ eine sorgfältige Planung ihres Experiments erkennen. Im Gegensatz dazu erfüllen die Gruppen „Temperatur“ und „pH-Wert“ nicht die organisatorischen Anforderungen. Besonders zu erwähnen sei hier die Gruppe „Wasser“, da diese zu Beginn der Experimente durchaus ein organisiertes Arbeitsverhalten zeigt.

Die Grafik 5.2.<sup>144</sup> bezieht sich auf die Anzahl der Datenerhebungen im Laufe der Experimente, und vergleicht diese mit der Vollständigkeit (Messung aller verschiedenen Samen unter den jeweiligen unterschiedlichen Forschungsparametern) der aufgenommenen Daten. Insgesamt erfolgen drei bis sechs Messungen, je nachdem ob die Schülerinnen und Schüler auch außerhalb der Unterrichtsstunden ihre Aufgaben verrichten.

Im Vergleich der beiden Grafiken wird sichtbar, dass zum Beispiel die Gruppe „Licht“ trotz mangelhafter Planung ihres Experiments ihre Daten und Messungen sehr ausführlich dokumentieren. Die Gruppe „Wasser“ hingegen lässt ein starkes Absinken der Sorgfalt in ihrer Dokumentation beobachten. Bei der Gruppe „pH-Wert“ werden die Daten zwar durchaus vollständig und sorgfältig aufgenommen, auf Grund des starken Schimmelbefalls ist jedoch nach der 4. Messung keine weitere Datenaufnahme mehr möglich.

#### **10.4. Gestaltung des Forschungsprotokolls**

Wie bereits in den Ergebnissen der teilnehmenden Beobachtungen erwähnt, sollen die Schülerinnen und Schüler in der Gruppe ein eigenes Logo entwerfen. Das soll die Leistungsbereitschaft erhöhen und die Teamarbeit unterstützen. Dieser Arbeitsschritt wird nicht von PlantingScience vorgegeben, sondern wurde von der Lehrperson hinzugefügt.

Besonders die Gruppen „Licht“ und „Temperatur“ lassen diesbezüglich eine positive Wirkung erkennen.

---

<sup>143</sup> Quelle: Eigene Erhebung basierend auf den Daten der Forschungsprotokolle.

<sup>144</sup> Quelle: Eigene Erhebung basierend auf den Daten der Forschungsprotokolle.

Betrachtet man die Logos nach den Kriterien zur Auswertung der Forschungsprotokolle, lässt die Gestaltung der Gruppenlogos auch auf die Bereitschaft zur sorgfältigen Dokumentation der Experimente schließen. So zeigen die Ergebnisse der Tabelle 1., aus dem Unterkapitel 11.3., bei den Gruppen „Boden“ und

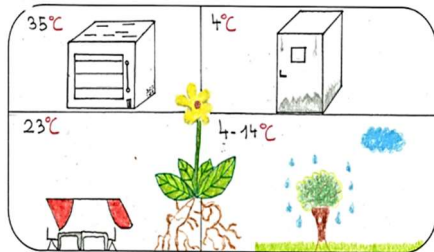


Abbildung 14: Gruppenlogo „Temperatur“

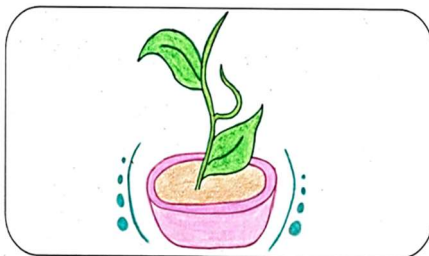


Abbildung 15: Gruppenlogo „Boden“



Abbildung 16: Gruppenlogo „Licht“

„Licht“ (vgl. Abbildung 15 und 16)<sup>145</sup>, eine Übereinstimmung in der Sorgfalt der Dokumentation und der kreativen Gestaltung ihres Logos. Bei der Gruppe „Boden“ ist auch die weitere Gestaltung des Forschungsprotokolls sehr umfangreich und beinhaltet zusätzlich Bilder und von den Schülerinnen als wichtig erachtete Informationen.<sup>146</sup>

Die Gruppe „Temperatur“ zeigt jedoch bei der Gestaltung ihres Logos eine wesentlich höhere Leistungsbereitschaft als bei der vollständigen Aufzeichnung ihrer Planung und ihrer Messungen. (vgl. Abbildung 14)<sup>147</sup> Die Gruppen „Wasser“ und „pH-Wert“ lassen kein besonderes Interesse, weder am Finden und Designen des Logos noch an den Aufzeichnungen in ihrem Protokoll erkennen. (vgl. Abbildung 17 und 18)<sup>148</sup>

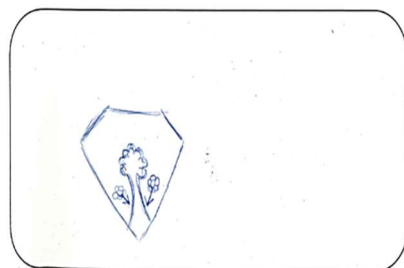


Abbildung 17: Gruppenlogo „pH-Wert“

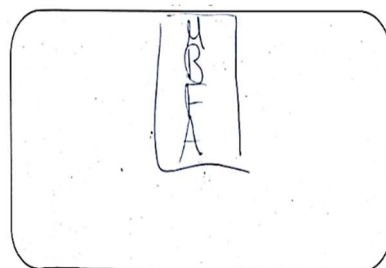


Abbildung 18: Gruppenlogo „Wasser“

<sup>145</sup> Quelle: Forschungsprotokoll Gruppe „Boden“ und „Licht“: S. 1.

<sup>146</sup> Vgl. Forschungsprotokoll Gruppe „Boden“: S. 11.

<sup>147</sup> Quelle: Forschungsprotokoll Gruppe „Temperatur“: S. 1.

<sup>148</sup> Quelle: Forschungsprotokoll Gruppe „Wasser“ und „pH-Wert“: S. 1.

## 10.5. Interpretation und Darstellung der Ergebnisse

Im Zuge des Unterrichtsmodells sollen Schülerinnen und Schüler einen Einblick in die Methodik des wissenschaftlichen Arbeitens erhalten und nebenbei ihre fachlichen, aber auch die fächerübergreifenden Kompetenzen weiterentwickeln. Zusätzlich soll der Fokus der Lernenden darauf liegen, beim Durchführen ihrer Experimente aussagekräftige Resultate zu erlangen und diese in ihrer Interpretation plausibel zu deuten<sup>149</sup>. Demnach soll ein genereller Bezug zum Keimungserfolg bei unterschiedlichen externen Rahmenbedingungen hergestellt werden, aber auch die verschiedenen Bedürfnisse von Samen während ihrer Keimung erkannt und diese Ursachen interpretiert werden. In dieser Hinsicht unterscheidet sich die Interpretation von der bloßen Darstellung der Ergebnisse.

Die Ergebnisse sollen zuerst im Forschungsprotokoll und danach in Form eines wissenschaftlichen Posters interpretiert, präsentiert und anschaulich dargestellt werden.

### 10.5.1. Interpretation im Forschungsprotokoll

Die Gruppe „Temperatur“ hat in ihrem Forschungsprotokoll vollständig auf eine Interpretation verzichtet. Auch die Gruppe „Wasser“ erfüllt nicht die Anforderungen der Interpretation, da weder die verschiedenen Samen noch die Forschungsparameter vollständig behandelt werden. Die Interpretation beinhaltet lediglich eine kurze Beschreibung der Ergebnisse. Zusätzlich weist die Interpretation erhebliche sprachliche Mängel auf.

*Gruppe „Wasser“*

*„Das meiste ist geschimmelt bzw. alles ist geschimmelt. Bohnen sind nie gekeimt. Salzwasser ist gar nichts passiert. Destilliertes Wasser ist am besten gewachsen.“<sup>150</sup>*

Die Gruppen „pH-Wert“ und „Boden“ gehen in ihrer Interpretation auf die jeweiligen untersuchten externen Faktoren und deren Auswirkungen auf den Keimungserfolg der Samen ein. Die Gruppe „Boden“ behandelt zusätzlich in Ansätzen auch die Ursachen

---

<sup>149</sup> Vgl. Duden Definition: Interpretation.

<sup>150</sup> Forschungsprotokoll „Wasser“ Interpretation.

ihrer Ergebnisse. Jedoch werden in beiden Interpretationen die Keimungserfolge der unterschiedlichen Samen nicht beschrieben.

*Gruppe „pH-Wert“*

*„Wir haben festgestellt, dass die Samen am besten bei dem pH-Wert 4 (Zitrone- Wasser) keimen. Aber jedoch wächst auch der Schimmel und der Schimmel zieht Insekten an. Am Ende des Projekts haben wir alle Samen weggeschmissen. Am Anfang beobachten wir, dass die Samen am besten bei pH-Wert 7 keimen. Wir erwarteten auch, dass bei pH-Wert 1 und 8 nicht so viel passiert, was auch passiert ist.“<sup>151</sup>*

*Gruppe „Boden“*

*„Wir konnten feststellen, dass je dichter der Boden ist desto schwerer tun sich die Samen beim Wachsen. Bei sehr dichtem Boden wie Gips brauchen die Samen sehr lange zum keimen (und es haben nur die gekeimt die trocken waren)  
Bei leichten und luftigen Boden, wie Erde oder lehmigen Boden, können die Samen viel leichter durchdringen und somit besser wachsen.“<sup>152</sup>*

*Gruppe „Licht“*

*„Wir haben durch dieses Experiment gesehen welche Samen in welchen Lichtverhältnissen am besten wachsen. z.B.: die Kürbis-Samen wachsen am besten im Schatten und die restlichen in jeweils Halbschatten oder Licht. Damit die Samen überhaupt wachsen, mussten wir die Samen täglich gießen und notieren ob und wie viel sie gewachsen sind. Nach dem abmessen haben wir das Ergebnis von den Samen fotografiert und unseren Mentor informiert was und wie viel sich die Samen/Pflanzen verändert haben.“<sup>153</sup>*

Die Gruppe „Licht“ geht in ihrer Interpretation auf die verschiedenen Samen ein, jedoch ist auch hier die Interpretation nicht vollständig, da nicht alle ihrer Samen in der Interpretation beinhaltet sind und auch keine Ursachen beschrieben werden, bzw. die Samen nicht ihren optimalen Lichtverhältnissen zugeteilt werden. Dennoch ist die Erkenntnis zu beobachten, dass nicht alle Samen dieselben Lichtverhältnisse während der Keimung bevorzugen.

Insgesamt zeigen die Interpretationsversuche der einzelnen Gruppen im Forschungsprotokoll, dass für viele Schülerinnen und Schülern der Unterschied zwischen der Darstellung der Ergebnisse und der Interpretation derselben nicht vollständig ersichtlich ist.

Vier der fünf Gruppen nehmen keinen Bezug auf die unterschiedlichen Keimungsraten oder Geschwindigkeiten der verschiedenen Samen und versuchen auch nicht die Hintergründe und Ursachen ihrer Ergebnisse zu diskutieren

---

<sup>151</sup> Forschungsprotokoll „pH-Wert“ Interpretation.

<sup>152</sup> Forschungsprotokoll „Licht“ Interpretation.

<sup>153</sup> Forschungsprotokoll „Boden“ Interpretation.



### 10.5.2. Interpretation und Präsentation der Ergebnisse am Poster

Nach denselben Kriterien wird auch die Darstellung der Ergebnisse auf den Postern (vgl. Anhang S. 206ff.) bewertet.

Generell werden die Poster von den Schülerinnen und Schülern sehr schön gestaltet und die Forschungsfortschritte in Form von Bildern und adäquaten Beschriftungen anschaulich dargestellt. Die Beschreibung der Arbeitsschritte und die Interpretationen der verschiedenen Gruppen zeigen jedoch ein sehr heterogenes Bild bezüglich der sprachlichen und fachlichen Kompetenzen, der Sorgfalt der Darstellung der Ergebnisse und der Interpretation. (vgl. Grafik 6)<sup>154</sup>

Die folgenden Aussagen werden wieder nach einer Ratingskala<sup>155</sup> mit dem Stufensystem der Likert Skala<sup>156</sup> wie in Kapitel 10.1 eingeteilt und ausgewertet.

- Die SuS können ihre Arbeitsschritte und Ergebnisse sprachlich richtig und nachvollziehbar darlegen.
- Die SuS können die Ergebnisse der verschiedenen Einflussfaktoren auf die Keimung der unterschiedlichen Samen vollständig und verständlich beschreiben.
- Die SuS zeigen durch richtige Interpretation ihrer Ergebnisse einen sichtlichen Lernerfolg und können daraus Rückschlüsse auf die unterschiedlichen Bedürfnisse von Pflanzen und die Landwirtschaft ziehen.
- Die SuS können ihre Daten vollständig, verständlich und inhaltlich richtig in Excel darstellen.

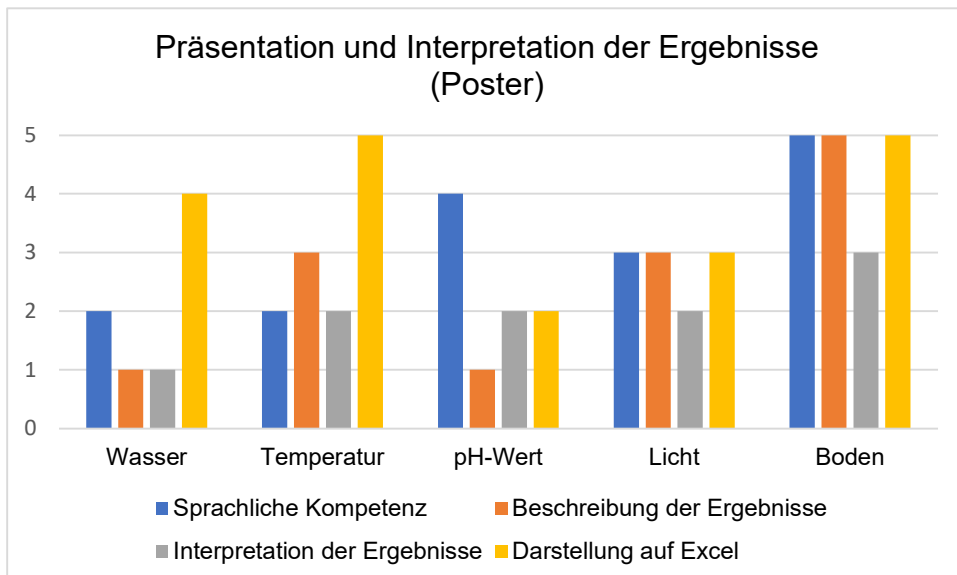
---

<sup>154</sup> Quelle: Eigene Darstellung: Basierend auf den Postern der SuS.

<sup>155</sup> Vgl. TROESTER 2019: S. 40-45.

<sup>156</sup> Vgl. BROSIUS et.al 2008: S. 62f.

SuS...	Wasser	Temperatur	pH-Wert	Licht	Boden
... können ihre Arbeitsschritte und Ergebnisse sprachlich richtig und nachvollziehbar darlegen.	2(trifft eher nicht zu)	2(trifft eher nicht zu)	4(trifft eher zu)	3(trifft teilweise zu)	5(trifft voll zu)
...können die Ergebnisse der verschiedenen Einflussfaktoren auf die Keimung der unterschiedlichen Samen vollständig und verständlich beschreiben.	1(trifft gar nicht zu)	3(trifft eher zu)	1(trifft gar nicht zu)	3(trifft teilweise zu)	5(trifft voll zu)
...zeigen durch richtige Interpretation ihrer Ergebnisse einen sichtlichen Lernerfolg und können daraus Rückschlüsse auf die unterschiedlichen Bedürfnisse von Pflanzen und die Bedeutung für die Landwirtschaft ziehen	1(trifft gar nicht zu)	2(trifft eher nicht zu)	2(trifft eher nicht zu)	2(trifft eher nicht zu)	3(trifft teilweise zu)
...können ihre Daten vollständig, verständlich und inhaltlich richtig in Excel darstellen	4(trifft eher zu)	5(trifft voll zu)	2(trifft eher nicht zu)	3(trifft teilweise zu)	5(trifft voll zu)



Grafik 6: Darstellung der Interpretation der Ergebnisse (Poster) nach der Likert Skala<sup>157</sup>: 1=trifft gar nicht zu, 2=trifft eher nicht zu, 3=trifft teilweise zu, 4=trifft eher zu, 5=trifft voll zu

Bei den Gruppen „Wasser“ und „Temperatur“ sind auf den Postern erhebliche Mängel im sprachlichen Bereich festzustellen. Hier können zudem die Arbeitsschritte teilweise nicht nachvollzogen werden. Weiters wird bei der Gruppe „Temperatur“ die Vermehrung von Pflanzen mit der Keimung und dem Wachstum der Keimlinge verwechselt bzw. kein Unterschied diesbezüglich erkannt.

Bsp.: Gruppe „Wasser“

[...] Ist wie die Samen mit zu wenig Wasser ein bisschen gewachsen. Würde aber vor Ende des Projekts weggeworfen, da die Samen geschimmelt sind, außer die Gerste.

Bsp.: Gruppe „Temperatur“

<sup>157</sup> Vgl. BROSIUS et al. 2008: S. 62.

*Am fünften Tag haben die Samen, die sich bei 23 Grad fortgepflanzt haben, sich am besten entwickelt.*

Die Gruppe „Licht“ beschreibt zwar die Arbeitsschritte verständlich, jedoch kann auch hier ein Fehlendes fachliches Wissen festgestellt werden, da der Spross mit der Wurzel verwechselt wird.

Bsp.: Gruppe „Licht“  
Licht: wachsen die Wurzeln grün

Die restlichen Gruppen stellen ihre Ergebnisse weitgehend ausführlich und fachlich richtig dar.

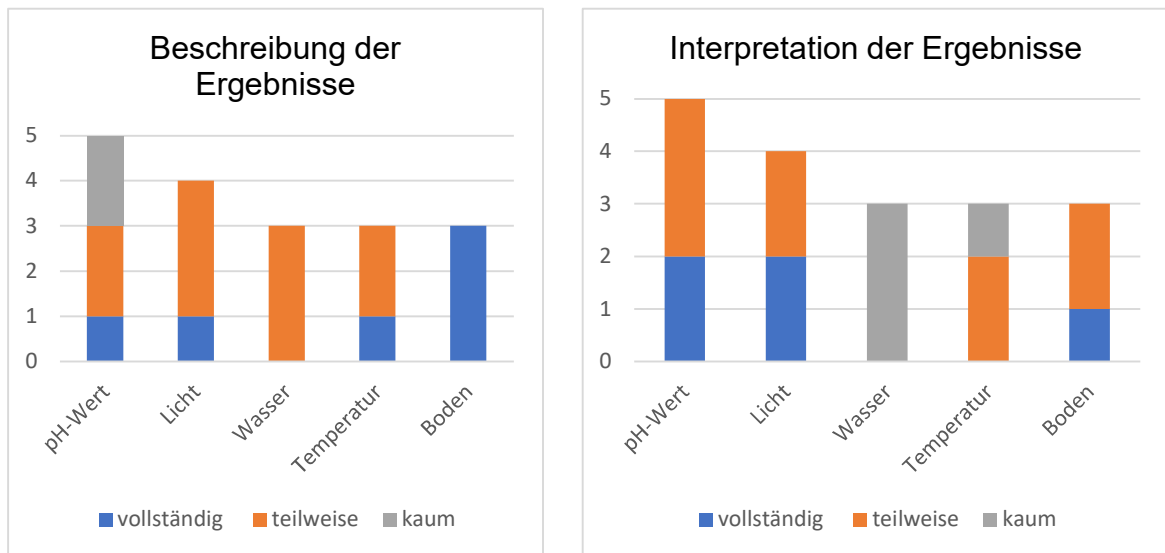
Die Ergebnisse werden von keiner der Gruppen, trotz Hilfestellung durch die Lehrperson, wirklich interpretiert. Wie auch aus den Interpretationen in den Forschungsprotokollen ersichtlich, werden zwar die Ergebnisse beschrieben und dargestellt, die Lernenden versuchen jedoch nicht, diese zu hinterfragen und allgemeine Theorien zu entwickeln.

Im Gegensatz zum Forschungsprotokoll gehen die Gruppen „Temperatur“, „Licht“ und „Boden“ auf die unterschiedlichen Ergebnisse ihrer verschiedenen Samen ein. Die Gruppe „Licht“ stellt diese jedoch nicht in ihrer Auswertung auf Excel dar.

Insgesamt ist die Auswertung der Daten auf Excel für die Schülerinnen und Schüler kein Problem und führt auch zu großer Begeisterung.

## 10.6. Fragebogen

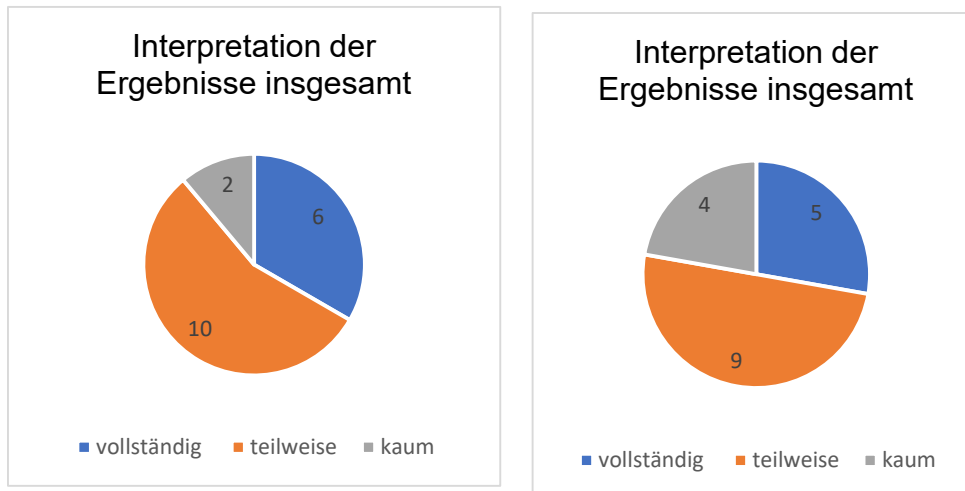
Um einen genaueren Blick auf die Einzelleistungen der Schülerinnen und Schüler innerhalb der Gruppe zu werfen, wurden in Form eines Fragebogens (siehe Anhang S.214) die Lernenden dazu aufgefordert, in Kürze ihre Ergebnisse zu beschreiben und diese zu interpretieren. <sup>158</sup>



Grafik 7: Vergleich der Beschreibung und Interpretation der Ergebnisse Darstellung der einzelnen Schülerinnen und Schüler innerhalb ihrer Gruppen.

Die Auswertungen (vgl. Grafiken 7 und 8) lassen erkennen, dass ein Großteil der Lernenden durchaus ihre Ergebnisse bezüglich ihrer unterschiedlichen Samen beschreiben kann. Hier zeigt auch wieder die Gruppe „Boden“ bei allen Mitgliedern eine detaillierte und richtige Darstellung ihrer Erkenntnisse. Bei den anderen Gruppen werden die Daten jedoch oft sehr unterschiedlich wiedergegeben und stimmen innerhalb der Gruppe nicht überein. Bei der Interpretation geht die Hälfte der Schülerinnen und Schüler außerdem wenig bzw. nicht auf die generelle Bedeutung ihrer Ergebnisse bezüglich der externen Faktoren auf die Keimung der verschiedenen Samen ein. Bei der Gruppe „pH-Wert“ können auf Grund der fehlenden Ergebnisse diese zwar kaum beschrieben werden, dennoch gehen zwei der Gruppenmitglieder auf die Probleme und möglichen Einflüsse des pH-Werts auf die Keimung ein.

<sup>158</sup> Quelle: Eigene Darstellung: Fragebogen für SuS

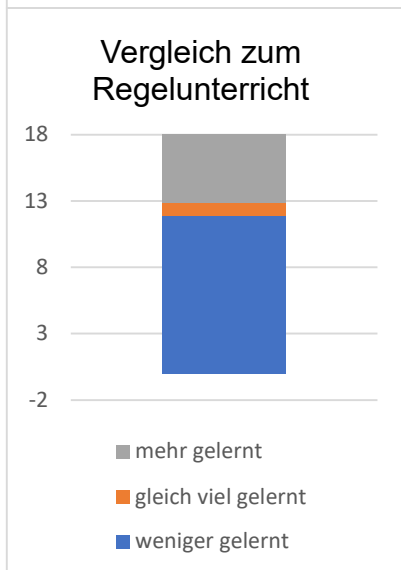
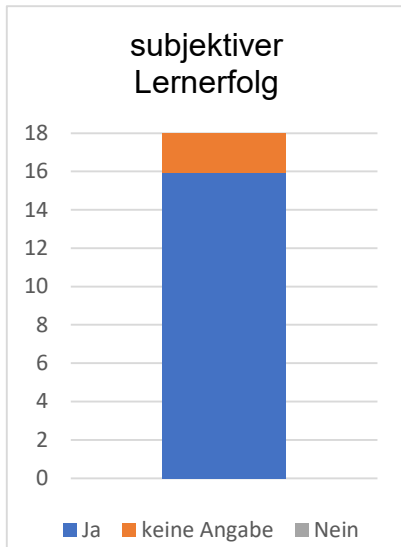


Grafik 8: Vergleich der Beschreibung und Interpretation der Ergebnisse der einzelnen Schülerinnen und Schüler. Anwesend: 18 von 22

Zusätzliche Erkenntnisse ergeben sich aus den Fragebögen der Schülerinnen und Schüler bezüglich des subjektiven Lernerfolges. (vgl. Grafik 9 und 10) Die Lernenden sollen selbst einschätzen, ob sie im Zuge dieses Lernmodells Neues gelernt haben und auch einen Vergleich zum Regelunterricht herstellen.

Am Tag der Durchführung sind von den insgesamt 22 Klassenmitgliedern 18 anwesend. Die Ergebnisse zeigen, dass das Unterrichtmodell durchwegs positiv bewertet wird. Ca. 89% gaben an, dass sie einen subjektiven Lernerfolg verzeichnen und ca. 67% empfanden ihren Lernerfolg höher als bei normalem Regelunterricht. (vgl. Grafik 10) <sup>159</sup>

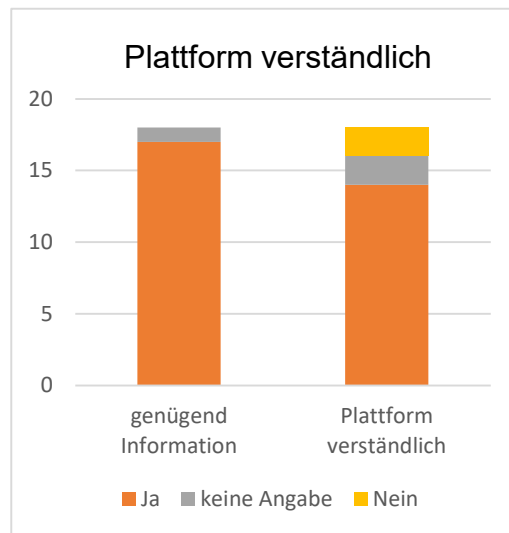
<sup>159</sup> Quelle: Eigene Darstellung: Fragebogen für SuS



Grafik 9 und 10: subjektiver Lernerfolg der SuS nach dem SchülerInnen Fragebogen

Außerdem waren für ca. 94% der Schülerinnen und Schüler nach eigenen Angaben die Informationen durch die Lehrperson zum Durchführen ihrer Experimente ausreichend. (vgl. Grafik 11)<sup>160</sup>

Auch die englische Plattform war für ca. 78% der Lernenden leicht verständlich. Dies ergab sich auch aus den Erkenntnissen der teilnehmenden Beobachtung.



Grafik 11: Informationsbereitstellung und Verständlichkeit der Plattform nach dem SchülerInnen Fragebogen

<sup>160</sup> Quelle: Eigene Darstellung: Fragebogen für SuS

## **11. Interpretation der Ergebnisse und Beantwortung der Forschungsfragen**

Um aus der Fülle an Ergebnissen aus den verschiedensten Methoden der Datenerhebung eine objektiv überschaubare Darstellung zu geben, sollen im Folgenden die gesammelten Erkenntnisse zur Beantwortung der Forschungsfragen herangezogen und dadurch ein Überblick der Durchführung von „The Wonder of Seeds“ in einer 2. Klasse der Handelsschule gegeben werden.

Inhaltlich lässt sich das Unterrichtsmodell „The Wonder of Seeds“ nach Beurteilung des Lehrplans der BMHS und den vorgesehenen fachlichen Kompetenzen am besten in die Themen der 2. Klasse der Handelsschule integrieren. Eine weitere Möglichkeit der Durchführung würde thematisch die 1. Klasse der Handelsakademie darstellen, welche jedoch zum Zeitpunkt der Durchführung nicht zur Verfügung stand und darum nicht näher betrachtet wurde. Die zeitliche Vorgabe, die der Lehrplan für das Thema Botanik zur Verfügung stellt, sollte jedoch auf Grund der Fülle der Themen die Anzahl von maximal acht Unterrichtseinheiten nicht übersteigen. Somit wurde mit den hier benötigten 18 Unterrichtseinheiten mehr als das Doppelte der schulintern für das Thema vorgegebenen Zeit benötigt. Nachdem die Durchführung sehr viel mehr Unterrichtszeit in Anspruch nimmt, sind eine gute Organisation und Planung seitens der Lehrperson und ein effizientes Arbeiten der Lernenden erforderlich. Weitere Herausforderungen für die Lehrperson ergeben sich vor allem durch die notwendige flexible Bereitstellung des Arbeitsmaterials und der Computer während der Experimente, der Planung und Betreuung der Termine zur Datenaufnahme außerhalb des Unterrichts und der mangelnden Eigenständigkeit der Schülerinnen und Schüler. Auf Grund der notwendigen intensiven individuellen Betreuung der Gruppen kommt es immer wieder zu zeitlichen Engpässen und oftmals kommen benötigte Erklärungen zu kurz. Außerdem müssen die Lernenden sehr oft motiviert werden, ihre Aufgaben zu erfüllen.

Hinsichtlich der Auswirkung des Unterrichtskonzeptes auf das Arbeitsverhalten und den Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler ergeben sich zwischen den unterschiedlichen Gruppen, den einzelnen Lernenden wie während der verschiedenen Phasen des Unterrichtsmodells sehr heterogene Ergebnisse. Sie zeigen, dass viele sich gegenseitig beeinflussende Faktoren, welche in der Diskussion genauer

betrachtet werden, Auswirkung auf das Arbeitsverhalten der Lernenden und somit für die Entscheidung zur Durchführung und dem Etablieren des Unterrichtskonzepts in Handelsschulen haben. Hier soll zusammenfassender Blick auf die zu berücksichtigenden Faktoren geworfen werden. Daher werden die einzelnen Gruppen im Folgenden nicht mehr direkt behandelt.

Die Ergebnisse aus der teilnehmenden Beobachtung, der Konversation mit den Mentoren und den Aufzeichnungen der Lernenden zeigen, dass die Leistungsbereitschaft und die Sorgfalt der Schülerinnen und Schüler bei der Bearbeitung der notwendigen Arbeitsschritte u.a. durch das Interesse am Thema und den Erkenntnisgewinn, die vorhandenen Kompetenzen, den Arbeitsaufwand und den Erfolg der Experimente beeinflusst wird. Dies zeigt sich vor allem an interessierten Fragen der Lernenden bezüglich der fachlichen und organisatorischen Inhalte, die Sorgfalt der Dokumentation sowie Durchführung und Interpretation der Experimente, die Frequenz der Kontaktaufnahmen und den Inhalt der Nachrichten an die Mentoren. Durch das Unterrichtsmodell soll das Interesse der Schülerinnen und Schüler am Thema Botanik gefördert werden. Die teilnehmende Beobachtung lässt erkennen, dass zu Beginn, vor dem Finden der Forschungsfrage, bei drei der fünf Gruppen ein objektives Interesse am Thema „Pflanzenkeimung“ und ein positive Leistungsbereitschaft, vor allem durch die Aussicht auf die Experimente, vorhanden sind. Schon während des Findens der Forschungsfrage nimmt die Leistungsbereitschaft auf Grund der fachlichen und sprachlichen Anforderungen und dem Arbeitsaufwand jedoch bei vielen Schülerinnen und Schülern wieder ab. Dies liegt neben den teilweise fehlenden Kompetenzen daran, dass die Lernenden Probleme haben ihr Forschungsinteresse auf die Durchführbarkeit hin zu hinterfragen und somit viele Forschungsfragen wieder verworfen werden müssen. Andererseits zeigt sich, dass die Schülerinnen und Schüler große Schwierigkeiten haben ihr Forschungsinteresse auszuformulieren. Bei zwei der fünf Gruppen lässt das zunehmende Verständnis der Inhalte, die fertige Forschungsfrage und das Lob der Lehrperson die Leistungsbereitschaft wieder ansteigen.

Während der Durchführung der Experimente und der Datenaufnahme wird die Leistungsbereitschaft vor allem durch den Erfolg der Experimente gesteigert, welcher wiederum durch die Sorgfalt der Arbeitsweise beeinflusst wird. So zeigen zum Ende der Durchführung bei der teilnehmenden Beobachtung zwei der fünf Gruppen eine



ersichtliche Zunahme des Interesses am Thema, am botanischen Erkenntnisgewinn und einen ersichtlichen Lernerfolg.

Einen zusätzlichen Einblick in die Leistungsbereitschaft der Lernenden bietet die Auswertung der Konversation mit den Mentoren. So zeigt sich nur bei einer der fünf Gruppen ein reger Informationsaustausch und dadurch eine Hilfestellung für die Gruppe. Von den anderen Gruppen wird der Kontakt zu den Wissenschaftlern wenig zielführend genutzt, und muss von der Lehrperson intensiv angeleitet werden. Außerdem werden die Mentoren nach dem Abschluss der Experimente, bei der Interpretation kaum zur Rate gezogen, sondern die Lehrperson als Hilfe bevorzugt.

Auch die Aufzeichnungen der Lernenden im Forschungsprotokoll und die Gestaltung der Poster tragen zur Beurteilung des Arbeitsverhaltens der Lernenden bei. So wird das Erstellen einer Hypothese von den Schülerinnen und Schülern fast nicht, und wenn doch, dann nur in Ansätzen erledigt. Die Planung der Experimente, welche einen wichtigen Faktor für die Durchführung darstellt, wird von nur einer der fünf Gruppen im wissenschaftlichen Sinne sorgfältig, nachvollziehbar und vollständig aufgezeichnet. Die weitere Dokumentation der aufgenommenen Daten entspricht bei drei der fünf Gruppen den Anforderungen des wissenschaftlichen Arbeitens, wobei bei einer dieser Gruppen die Ergebnisse sehr schwer zu dokumentieren sind, da wenig Keimungsfortschritt beobachtet werden kann.

Nachdem der objektive Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern schwer zu ermitteln ist, werden hier mehrere Methoden und Datenquellen herangezogen. Zur Auswertung werden die Erkenntnisse aus der teilnehmenden Beobachtung, den Konversationen mit den Mentoren, die schriftliche Dokumentation im Forschungsprotokoll und den Postern, sowie die Ergebnisse der Fragebögen verwendet. Hierbei zeigen sich bei vier der fünf Gruppen sehr übereinstimmenden Ergebnisse. So lässt sich bei zwei Gruppen bei allen Schülerinnen und Schülern wenig bis kaum Lernerfolg erkennen. Zwei andere Gruppen zeigen hingegen in den untersuchten Bereichen einen ersichtlichen Wissenszuwachs. Nur eine Gruppe liefert diesbezüglich sehr unterschiedliche Resultate. Dies liegt zum einen daran, dass innerhalb der Gruppe die Leistungsbereitschaft und die Kompetenzen sehr unterschiedlich verteilt sind und zum anderen, dass die Ergebnisse bei dieser Gruppe nicht sehr einfach zu interpretieren sind. Somit lässt sich bei ca. der Hälfte der Schülerinnen und Schüler, durch weitgehend richtiges und vollständiges Darstellen und Präsentieren ihrer Ergebnisse

und Beantworten von Fragen zum fachlichen Hintergrundwissen, ein den Kompetenzanforderungen des Lehrplans entsprechenden Lernerfolg erkennen.

Der Fragebogen, welcher neben dem objektiven Lernerfolg auch die Meinung der Lernenden in die Beurteilung des Unterrichtsmodells miteinfließen lassen soll, zeigt, dass bei einem Großteil der Schülerinnen und Schüler die Unterrichtsmethode positiv aufgenommen wird. So schätzen ca. zwei Drittel der Klasse ihren Lernerfolg höher als bei normalem Regelunterricht.

## **12. Diskussion und Ausblick**

Nachdem im Zuge der Diplomarbeit die Durchführung des Unterrichtsmodells an nur einer ausgewählten Klasse der Handelsschule beschrieben wird, soll die Diskussion auch ein Blick auf die generellen Anforderungen des Unterrichtsmodells und die zu berücksichtigenden Einflussfaktoren eines erfolgreichen Einsatzes subjektiv nach ihrem Erleben diskutiert werden. Dadurch stellt die Arbeit auch eine Entscheidungshilfe sowie Ansätze zu weiterer Forschung und Adaption für Lehrerinnen und Lehrer dar, die den Einsatz von „PlantingScience“ in ihrem Unterricht in Erwägung ziehen.

Wesentliche Faktoren, die die Leistungsbereitschaft, die Eigenständigkeit der Lernenden und somit die erfolgreiche Durchführung beeinflussen, und die bei der Wahl der Unterrichtsmethode berücksichtigt werden sollten, sind die entsprechende sprachliche und fachliche Kompetenzen der Lernenden. Nachdem der Unterricht von nur einer Lehrperson betreut wird, sind zur adäquaten Durchführung eine größtenteils eigenständige Informationsbeschaffung der Gruppen und, für die Kommunikation mit den Mentoren, das selbstständige Formulieren der Arbeitsschritte nötig. Aus diesem Grund sollten im Vorfeld die Lesekompetenz, das Textverständnis und das sprachliche Artikulieren von Handlungen in gewissen Zügen gegeben sein. Natürlich werden im Zuge des forschenden Lernens diese Kompetenzen zusätzlich gefördert, sie sollten jedoch nach meiner Erfahrung auf Grund der teilweise hohen Anforderungen von PlantingScience auf vorhandene Grundkenntnisse aufbauen können. Die Erhebungen der Diplomarbeit zeigen, dass bei drei der fünf Gruppen, welche eine mangelnde sprachliche Kompetenz erkennen lassen, die Materialien und die Anleitung weniger verwendet werden, was zu einer geringeren Eigenständigkeit und zu Minderung der Leistungsbereitschaft führt. Außerdem wird von diesen Gruppen die Kommunikation

mit den Mentoren, welche dieses Unterrichtskonzept vorrangig von anderen Methoden des forschenden Lernens unterscheidet, weniger intensiv vorgenommen. Auch die Dokumentation der Arbeitsschritte und die Präsentation und Interpretation der Daten benötigen das Anwenden sprachlicher Kompetenzen und lassen hier teilweise große Mängel erkennen.

Das Ziel von gutem Unterricht sollte meiner Meinung nach bei jedem Unterrichtsmodell ein nachhaltiger Lernerfolg sein. Bei gegebener Leistungsbereitschaft und den dafür benötigten Kompetenzen trägt das Konzept von PlantingScience durch Aufbau und Anforderungen sicherlich zu einem hohen Lernerfolg bei. Jedoch sollte bei den Schülerinnen und Schülern in Grundzügen auch botanisches Vorwissen vorhanden sein. Die Ergebnisse der verschiedenen Methoden zeigen, dass auf Grund der mangelnden botanischen Kenntnisse oft der Keimungserfolg nicht erkannt wird und die Ergebnisse nicht richtig interpretiert werden können, was wiederum eine intensive Betreuung während des Arbeitens benötigt.

Die Ergebnisse zeigen bei ca. der Hälfte der Klasse einen, den im Vorhinein festgelegten Kriterien (vgl. S. 66f. und 75f.), entsprechenden, Lernerfolg. Nachdem das Thema über beinahe 2 Monate behandelt wurde, wäre von meiner Seite aus ein höherer Lernerfolg erwartet worden.

Ein weiterer Faktor, der bei der Durchführung des Unterrichtsmodells ausschlaggebend ist, ist meiner Meinung nach die zeitliche Komponente. Nachdem aus eigener Erfahrung das Experimentieren, egal in welchem Fachgebiet, Zeit benötigt um sich mit dem Thema und dessen Inhalten auseinanderzusetzen und sich Gedanken zu machen, sind die maximal pro Woche zur Verfügung stehenden drei Unterrichtseinheiten zur je 150 Minuten verteilt auf zwei aufeinanderfolgende Tage eindeutig zu wenig. Nachdem von den Lernenden hauptsächlich die Zeit in den regulären Stunden genutzt wird, um sich mit dem Experiment zu beschäftigen, würde die Durchführung wesentliche längere Einheiten benötigen.

Außerdem sind die Schülerinnen und Schüler, auch durch die Anforderungen anderer Fächer, die für den Aufstieg in die nächste Stufe entscheidend sind, sichtlich unter Druck, wodurch die Leistungsbereitschaft im Fach Naturwissenschaft zusätzlich geschwächt wird. Auch während des Unterrichts ist Zeit der wesentliche Faktor. Nachdem viele Gruppen eine intensive Begleitung auf ihrem Arbeitsweg benötigen und dabei auch durchaus Interesse am Thema erkennen lassen, ist die Anwesenheit von

nur einer Lehrperson nicht ausreichend. Um den Lernerfolg, der während der Durchführung erzielt werden soll, zu gewährleisten, wäre, auch auf Grund der oft mangelhaften Kompetenzen, eine permanente aktive Betreuung der Gruppen erforderlich. Das Unterrichtskonzept sieht vor, dass die Lernenden diese Betreuung von ihren Mentoren bekommen. Nachdem diese jedoch nicht während der Durchführung anwesend und spontan abrufbar sind, und wie bereits erwähnt die Schülerinnen und Schüler oft Antworten auf spontane Fragen benötigen, nehmen die Mentoren im gegebenen Setting aus meiner Sicht keine wesentliche Rolle bei der Umsetzung der Experimente ein. Obwohl die Konversation mit den Mentoren vor allem für die Interpretation und die Auswertung der Daten sowie dem Erwerb sprachlicher Kompetenzen und den Wissenszuwachs im wissenschaftlichen Sprachgebrauch wesentlich wäre, sind die Schülerinnen und Schüler meiner Ansicht nach mit dem zusätzlichen Aufwand überfordert.

Die Durchführung fordert seitens der Lehrperson demnach eine hohe Planungskompetenz, langfristige Organisation, Flexibilität, Frustrationstoleranz und Problemlösungskompetenz. Außerdem sind von der Lehrperson möglichst alle Schritte, die im Vorhinein erledigt werden können, möglichst früh zu setzen. Dazu zählt das Registrieren auf der Plattform, die zeitliche Festlegung der Durchführung, das Finden von Mentoren, die Einteilung der Gruppen, das Besorgen des benötigten Materials und die Einführung der Schülerinnen und Schüler in das Thema Botanik. Während der Durchführung benötigt vor allem das Bereitstellen der Computer während des Experimentierens, die gleichzeitige Betreuung der verschiedenen Gruppen, die Festlegung von Terminen zur Datenerhebung und die Versorgung der Lernenden mit dem benötigten Material eine gute Organisation. Zusätzlich sollte die Lehrperson ausreichende Kenntnisse in Excel und Word besitzen, um diesbezüglich ausreichend Hilfestellung geben zu können.

All diese Kriterien werden außerdem durch die Bereitschaft der Lernenden zum Wissenserwerb beeinflusst. Wie bereits im Theorieteil erwähnt und in der Erhebung belegt, erfordert das entdeckende Lernen im Sinne des Erkenntnisgewinns ein gewisse Frustrationstoleranz und Durchhaltevermögen, um Problemen auf den Grund zu gehen und daraus zu lernen.<sup>161</sup> Das selbstständige Lösen dieser Probleme soll außerdem die Motivation der Lernenden steigern. Die Arbeitshaltung der Schülerinnen

---

<sup>161</sup> Vgl. LIEBIG 2012: S.10.

und Schüler der untersuchten Klasse der Handelsschule lässt jedoch vermuten, dass die Motivation beim Verrichten der Arbeitsschritte eher im Erbringen der geforderten Leistungen im Sinne der „Benotung“ und weniger im Erlernen neuer Inhalte liegt. Die Gründe dieses Verhaltens lassen sich nur erahnen und liegen wahrscheinlich unter anderem an der Unerfahrenheit der Klasse im forschenden Denken und selbstständigen Erarbeiten und Erlernen neuer Inhalte, da während der Durchführung immer wieder die Anleitung durch die Lehrperson gefordert wird. Lernenden, welche es gewohnt sind, durch gute Mitarbeit und Lob durch die Lehrperson kurzfristige Erfolge zu verzeichnen, zeigen oft eine große Frustration, wenn Denkweisen und Arbeitsschritte nicht sofort zum gewünschten Erfolg führen, und geben schnell auf sich intensiver mit dem Experiment auseinanderzusetzen. Im Gegensatz dazu entwickeln jedoch einige Schülerinnen und Schüler, welche im normalen Regelunterricht wenig Engagement bzw. Mitarbeit zeigen eine höhere Leistungsbereitschaft und lassen durchaus größeres Interesse am Erkenntnisgewinn erkennen.

Auf Schülerinnen und Schüler, die weder im Regelunterricht noch im Zuge des forschenden Lernens großes Engagement im Erledigen der Arbeiten zeigen, kann in dieser Unterrichtsform sehr wenig eingegangen werden, wodurch sich bei diesen nur geringer bis kein Lernerfolg verzeichnen lässt.

Meiner Meinung nach hat das Unterrichtsmodell nach den Vorgaben von PlantingScience großes Potential als botanisches Lernkonzept. Hinsichtlich des erfolgreichen Integrierens des Modells in den österreichischen Unterricht an Schulen bedarf es jedoch weiterer Untersuchungen und Adaptionen. Nachdem es zu diesem Thema noch keine vergleichbaren Untersuchungen gibt, sollen im Folgenden einige Ausblicke hinsichtlich weiterer Forschung gegeben werden. Hier würde vor allem die Durchführung des Modells in anderen Schulformen der BMHS sowie der AHS zu einem erweiterten Erkenntnisgewinn führen. Besonders die Untersuchung der Durchführung in einer AHS mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt, könnte erfolgversprechend sein. Nachdem in der Handelsschule und der Handelsakademie die maximal drei wöchentlichen Unterrichtseinheiten für den Umfang der vorgegebenen Durchführung zu wenig sind, müsste der Inhalt eventuell gekürzt und an die zeitlichen Gegebenheiten angepasst werden. Beim erneuten Anwenden der Methode in einer Handelsschule wäre zu untersuchen, ob die Vorgabe einer einheitlichen Forschungsfrage für alle Gruppen und demnach ähnliche Experimente

zu einer Entlastung der der Lehrperson und der Lernenden führt, da viele Schritte im Kollektiv erklärt und angeleitet werden können und sich die Gruppen die Möglichkeit hätten sich untereinander Hilfe zu geben. Um das Unterrichtsmodell erfolgreich in den Unterricht integrieren zu können, ist es zudem sicher hilfreich, wenn die Schülerinnen und Schüler bereits etwas Erfahrung im forschenden Lernen besitzen.

Eine weitere Adaptionsmöglichkeit wäre die Betreuung der Klasse durch mehrere Lehrpersonen. Nach meiner Einschätzung würde vor allem eine intensivere Begleitung der Gruppen während ihrer Experimente die Leitungsbereitschaft und den Lernerfolg, durch Erläuterungen zum Hintergrund merklich steigern.

### **13. Fazit**

Die Erhebung zum Unterrichtsmodell „The Wonder of Seeds“ von PlantingScience zeigt, dass ein Großteil der Schülerinnen und Schüler der Handelsschule in vielerlei Hinsicht mit dem Ausmaß, dem Arbeitsaufwand und den Anforderungen an die sprachlichen und fachlichen Kompetenzen überfordert ist. Auch der Lehrperson verlangt die Durchführung im vorgesehenen Sinne durch den hohen Arbeitsaufwand, resultierend aus der intensiven Betreuung auf Grund der oft fehlenden Leistungsbereitschaft und Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler einiges ab.

Bei ca. der Hälfte der Lernenden kann ein Lernerfolg bezüglich der bearbeiteten botanischen Themen beobachtet werden. Auf Grund der intensiv in das Thema investierten Zeit wäre jedoch von der Autorin ein höherer Wissenserwerb erwarten worden.

Nachdem dieses Unterrichtsmodell hinsichtlich seiner Möglichkeiten durchaus ein Etablieren im österreichischen Schulsystem sinnvoll erscheinen lässt, sollten diesbezüglich weitere Forschungen bei anderen Schulformen und -stufen betrieben werden.

# Literatur

## Quellen: Theorie Teil

Benner, D. (2015). Erziehung und Bildung! Zur Konzeptualisierung eines erziehenden Unterrichts, der bildet. Zeitschrift für Pädagogik, 61(4), 481-496.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. Zeitschrift für Pädagogik, 39(2), 223-238.

Dewey, J. (2011). Demokratie und Erziehung: eine Einleitung in die philosophische Pädagogik (Vol. 57): Beltz.

Drieschner, E. (2009). Bildungsstandards praktisch: Springer.

Gerstenmaier, J., & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. Zeitschrift für Pädagogik, 41(6), 867-888.

Kopp, B., Martschinke, S., Munser-Kiefer, M., Haider, M., Kirschhock, E.-M., Ranger, G., & Renner, G. (2014). Individuelle Förderung und Lernen in der Gemeinschaft: Springer Fachmedien Wiesbaden

Liebig, S. (2012). Entdeckendes Lernen: ein Unterrichtsprinzip: Schneider-Verlag Hohengehren.

Marquardt-Mau, B. (2011). Der Forschungskreislauf: Was bedeutet forschen im Sachunterricht. Deutsche Telekom Stiftung und Deutsche Kinder- und Jugendstiftung. Wie gute naturwissenschaftliche Bildung an Grundschulen gelingt. Ergebnisse und Erfahrungen aus prima (r) forscher, S, 32-37.

Messner, R. (2009a). Forschendes Lernen aus pädagogischer Sicht. Schule forscht. Ansätze und Methoden zum forschenden Lernen, S.15-30.

Messner, R. (2009b). Schule forscht: Ansätze und Methoden zum forschenden Lernen: Ed. Körber-Stiftung.

Mitzkat, H., & Klewitz, E. (1977). Entdeckendes Lernen und offener Unterricht: Westermann.

Mohr, H. (2013). Biologische Erkenntnis: Ihre Entstehung und Bedeutung: Springer-Verlag. Wiesbaden.

Neubert, S., Reich, K., Voß, R. (2001): Lernen als konstruktiver Prozess. In: Hug, T. (Hg.): Die Wissenschaft und ihr Wissen, Bd. 1. Baltmannsweiler

Neubert, S., Reich, K., & Voß, R. (2001). Lernen als konstruktiver Prozess: [http://www.uni-koeln.de/hf/konstrukt/neubert\\_works/aufsaeetze/reich\\_35.pdf](http://www.uni-koeln.de/hf/konstrukt/neubert_works/aufsaeetze/reich_35.pdf)

ROTH, J., & WEIGAND, H.-G. (2014). Forschendes Lernen. In: Verfügbar unter: [http://www.inklusion-lexikon.de/ForschendesLernen\\_Rott](http://www.inklusion-lexikon.de/ForschendesLernen_Rott)

## **Quellen: Fachlicher Teil**

Brennicke, A., & Schopfer, P. (2010). Pflanzenphysiologie: Spektrum Akademischer Verlag.

Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2016). Campbell Biologie Gymnasiale Oberstufe-Übungsbuch: Pearson Education Deutschland GmbH.

Mangold, Ä. (1861). Die Pflanze. Jahresbericht über die Fortschritte der Agrikulturchemie: mit besonderer Berücksichtigung d. Pflanzenchemie u. Pflanzenphysiologie, 2, 74.

Engelmeier D., H. J., Postl W. (2016). Anatomie und Physiologie der Pflanzen für UF BU.

Hess, D. (2013). Biochemische Genetik: eine Einführung unter besonderer Berücksichtigung höherer Pflanzen: Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.

Kadereit, J. W., Körner, C., Kost, B., & Sonnewald, U. (2014). Strasburger– Lehrbuch der Pflanzenwissenschaften: Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.

Lieberei, R., Franke, W., & Reisdorff, C. (2007). Nutzpflanzenkunde: 118 Tabellen: Georg Thieme Verlag. Stuttgart.

Nover, L., & Weiler, E. W. (2008). Allgemeine und molekulare Botanik: Georg Thieme Verlag. Stuttgart.

plantingscience (2016), "The Wonder of Seeds - Student's Guide," <https://plantingscience.org/resources/36>. (Zugriff: 12.11.2019)



Pérez-Fernández, M., Calvo-Magro, E., Montanero-Fernández, J., & Oyola-elasco, J. (2006). Seed germination in response to chemicals: effect of nitrogen and pH in the media. *Journal of environmental biology*, 27(1), 13.

Schopfer, P., & Brennicke, A. (2016). *Pflanzenphysiologie*: Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.

Stützel, T. (2015). *Botanische Bestimmungsübungen: Praktische Einführung in die Pflanzenbestimmung (Vol. 8220)*: UTB.

Wild, A., & Schmitt, V. (2012). *Biochemische und physiologische Versuche mit Pflanzen: für Studium und Unterricht im Fach Biologie*: Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.

## **Quellen: Ergebnisteil**

Becker, R., & Kortendiek, B. (Eds.). (2010). *Handbuch Frauen-und Geschlechterforschung: Theorie, Methoden, Empirie*. Springer-Verlag.

Becker-Mrotzek, M., & Schindler, K. (2007). *Texte schreiben (Vol. 5)*. Gilles und Francke Verlag.

Brosius, H.-B., Haas, A., & Koschel, F. (2008). *Methoden der empirischen Kommunikationsforschung*: Springer.

Flehsig, A., Knemeyer, J. P., & Marmé, N. (2017). *Kompetenzraster für die Bewertung; wissenschaftlicher Schülertexte*. Heidelberg: didaktik-aktuell 2017, 3 S. URN:urn:nbn:de:0111-pedocs-150748

Gerstenmaier, J., & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41(6), 867-888.

Kühl, S., Kühl, S., Strodtholz, P., & Taffertshofer, A. (2009). *Handbuch Methoden der Organisationsforschung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Liebig, S. (2012). *Entdeckendes Lernen: ein Unterrichtsprinzip*: Schneider-Verlag Hohengehren.

Mayring, P. (2002). *Einführung in die qualitative Sozialforschung*: Beltz.

Merkens, H. (1992). Teilnehmende Beobachtung. In Analyse verbaler Daten (pp. 216-247): Springer.

Messner, R. (2009a). Forschendes Lernen aus pädagogischer Sicht. Schule forscht. Ansätze und Methoden zum forschenden Lernen, 15-30.

Messner, R. (2009b). Schule forscht: Ansätze und Methoden zum forschenden Lernen: Ed. Körber-Stiftung.

Paechter, M., Kreisler, M., Luttenberger, S., Macher, D., & Zug, U. (2014). Unterrichtsaufgaben zur Förderung sozialer und personaler Kompetenzen in berufsbildenden Schulen: Beurteilungen von Schüler/inne/n und Lehrer/inne/n. Gruppendynamik und Organisationsberatung, 45(4), 379-399.

Patry, J.-L. (2016). Thesen zur konstruktivistischen Didaktik. Journal für LehrerInnenbildung, 16(2), 9-17.

plantingscience. (2016). The Wonder of Seeds - Student's Guide. In. (Zugriff:23.11.2019)

Steger, T. (2003). Einführung in die qualitative Sozialforschung. Schriften zur Organisationswissenschaft, No. 1, Technische Universität Chemnitz.

Tröster, H. (2017). Diagnostik in schulischen Handlungsfeldern: Methoden, Konzepte, praktische Ansätze: Kohlhammer GmbH, Stuttgart.

## **Online Quellen**

Handelsschule - Lehrplan 2014 ; online abrufbar unter: [https://www.hak.cc/files/syllabus/Lehrplan\\_HAS\\_2014.pdf](https://www.hak.cc/files/syllabus/Lehrplan_HAS_2014.pdf) (Zugriff: 01.08.2019)

Handelsakademie - Lehrplan 2014 ; online abrufbar unter: [https://www.hak.cc/files/syllabus/Lehrplan\\_HAK\\_2014.pdf](https://www.hak.cc/files/syllabus/Lehrplan_HAK_2014.pdf) (Zugriff: 01.08.2019)

Bluelab: The grow book 2011 by Bluelab Corporation Limited, New Zealand; online abrufbar unter:

<https://a89b8e4143ca50438f09->

[7c1706ba3fabeeda794725d88e4f5e57.ssl.cf2.rackcdn.com/spec\\_sheets/files/000/057/206/original/bluelab-blu27100-growbook.pdf?1503415965](https://7c1706ba3fabeeda794725d88e4f5e57.ssl.cf2.rackcdn.com/spec_sheets/files/000/057/206/original/bluelab-blu27100-growbook.pdf?1503415965) (Zugriff: 23.11.2019)

Väderstad Group; online abrufbar unter:

<https://www.vaderstad.com/de/know-how/grundlegende-ackerbaukunde/saatbett/anforderungen-an-das-saatbett/> (Zugriff:23.11.2019)

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung; online abrufbar unter: <https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/schulpraxis/lp.html> (Zugriff: 6.2.2020)

PlantingScience; online abrufbar unter: <https://plantingscience.org/quickstartteachers> (Zugriff: 03.02.2020) und <https://plantingscience.org/resources/36> (Zugriff: 12.11.2019)

Übersetzungen der Plattform PlantingScience, online abrufbar unter:

plantingscience (2016), "The Wonder of Seeds - Mentor Tip Sheet," <https://plantingscience.org/resources/45>. (Zugriff: 05.05.2019)

plantingscience (2016), "The Wonder of Seeds - Student's Guide," <https://plantingscience.org/resources/36> (Zugriff: 05.05.2019)

## **Abbildungsverzeichnis**

**Abbildung 1:** Darstellung eines dikotylen Angiospermen Samens mit Embryo und umgebenden Endosperm S. 19

<https://slideplayer.org/slide/857707/2/images/5/Samenaufbau.jpg> (Zugriff: 11.12.2019)

**Abbildung 2:** Unterschied Nacktsamer (Gymnospermae) und Bedecktsamer (Angiospermae) S. 20

<https://www.sign-lang.uni-hamburg.de/galex/konzepte/l467.html> (Zugriff:19.11.2019)

**Abbildung 3:** Darstellung der unterschiedlichen Nährgewebe In: Systematik der Pflanzen kompakt. Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg, 08 February 2019 S. 21

[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-55234-6\\_7](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-55234-6_7) (Zugriff:19.11.2019)

**Abbildung 4:** Monokotyler Same – Nährstoffspeicherung im Endosperm S. 21

<https://de.wikipedia.org/wiki/Karyopse#/media/Datei:Weizenkorn.png> (Zugriff:19.11.2019)

**Abbildung 5:** Dikotyler Same – Speicherung der Nährstoffe in den Keimblättern S. 22

<https://www.carlsonstockart.com/photo/pine-bean-seed-structure-comparison-gymnosperm-angiosperm/?search=bean> (Zugriff:21.11.2019)

**Abbildung 6:** Wasseraufnahme und ABA Konzentration S. 28

Schopfer, P., & Brennicke, A. (2016). Pflanzenphysiologie: Springer-Verlag. Berlin Heidelberg S. 477.

**Abbildung 7:** Induktion der Keimung durch Licht unterschiedlicher Wellenlänge. S. 31  
Schopfer, P., & Brennicke, A. (2016). Pflanzenphysiologie: Springer-Verlag. Berlin Heidelberg S. 477.

**Abbildung 8:** Das Phytochrom System S. 32

Hess, D. (2013). Biochemische Genetik: eine Einführung unter besonderer Berücksichtigung höherer Pflanzen: Springer-Verlag. Berlin Heidelberg. S.251

**Abbildung 9:** Logo der Website PlantingScience S. 25

<https://plantingscience.org/aboutus> (Zugriff: 01.01.2020)

**Tabelle 1:** Optimale Keimungstemperatur einzelner Samenarten S. 30

MANGOLD 1861: S. 94

**Tabelle 2:** Idealer pH-Wert einzelner Samen S. 33

[https://a89b8e4143ca50438f09-](https://a89b8e4143ca50438f09-7c1706ba3fabeeda794725d88e4f5e57.ssl.cf2.rackcdn.com/spec_sheets/files/000/057/206/original/bluelab-blu27100-growbook.pdf?1503415965)

[7c1706ba3fabeeda794725d88e4f5e57.ssl.cf2.rackcdn.com/spec\\_sheets/files/000/057/206/original/bluelab-blu27100-growbook.pdf?1503415965](https://a89b8e4143ca50438f09-7c1706ba3fabeeda794725d88e4f5e57.ssl.cf2.rackcdn.com/spec_sheets/files/000/057/206/original/bluelab-blu27100-growbook.pdf?1503415965)(Zugriff:23.11.2019)

# Anhang

## Zusammenfassung

Die vorliegende Diplomarbeit behandelt das Unterrichtsmodell „The Wonder of Seeds“ der in den USA entwickelten Plattform „PlantingScience“, welche das forschende Lernen im Unterricht unterstützt indem sie den Lernenden die Möglichkeit bietet selbstständig zu forschen und mit echten Wissenschaftlern zusammenzuarbeiten. In den USA und Kanada kommt die Plattform schon seit Längerem zum Einsatz und hat sich bereits bewährt. Im Zuge der Arbeit wurde das Unterrichtskonzept am Beispiel einer 2. Klasse HAS der Sekundarstufe II durchgeführt und auf die Möglichkeiten zur Etablierung im österreichischen Schulsystem hin untersucht. Die Umsetzung wurde von der Autorin in der Rolle der Lehrperson begleitet und durch die qualitative Methode der teilnehmenden Beobachtung evaluiert. Die Aufzeichnungen des Beobachtungsleitfadens wurden im Weiteren nach den Vorgaben der qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet. Außerdem wurden zusätzlich die Konversation der Lernenden mit ihren Mentoren, die Aufzeichnungen der SchülerInnen im Forschungsprotokoll, die Präsentation der Ergebnisse auf einem wissenschaftlichen Poster qualitativ nach einer definierten Ratingskala beurteilt. Die Summe der Ergebnisse zeigte, dass das Durchführen in einer Handelsschule nach den Vorgaben von „PlantingScience“ zur erfolgreichen Etablierung in Österreich nicht problemlos angewandt werden kann und es hierzu einiger Adaptionen und weiterer Forschung bedarf.

## Abstract

The present thesis takes a closer look at the botanical learning model "The Wonder of Seeds", developed in the U.S. by the learning platform "PlantingScience". This platform supports inquiry-based learning in classrooms by offering students the opportunity to do their own research and thereby work together with real scientists.

The teaching concept was carried out in a 2nd class HAS (business school - upper secondary level) and evaluated as regards the potential of being established in the Austrian school system. The implementation was carried out by the author in the role of the teacher and evaluated by the qualitative method of participating observation. The results of the observation were then evaluated according to the requirements of the qualitative content analysis. In addition, the learners' conversation with their

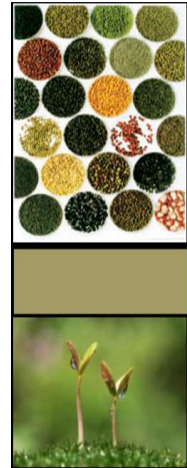
mentors, the pupils' documentation of data in their research protocols and the presentation of their results in a scientific poster were assessed qualitatively according to a defined rating scale. The results show that the implementation of "The Wonder of Seeds" in a second class of Austrian business schools reveals numerous problems and requires adaptations and further research.

## Übersetzung – Anleitung für SchülerInnen und LehrerInnen

Das Wunder der Samen:  Untersuchungen zu Keimung & Pflanzenwachstum	<b>Schüler Anleitung</b>
---	------------------------------

In diesem Modul könnt ihr als Team, die Keimung und das Wachstum von Pflanzen untersuchen. Die Durchführung eines Experiments soll euch dabei helfen, wie echte Wissenschaftler, eine Forschungsfrage zu erstellen und diese zu beantworten. Ihr werdet einen Blog schreiben, in dem ihr eure Ideen posten und eure Daten und Resultate mit einer BiologIn teilen könnt. Außerdem könnt ihr im Team über euren Lernerfolg diskutieren und dies mit euren Klassenkollegen teilen.

Und so geht's:



→ **Macht euch mit dem Thema Pflanzen vertraut.** Dieses Projekt gibt euch die Möglichkeit Ideen und Theorien zum Keimen von Pflanzen und ihrem Wachstum zu entwickeln, euch über Samen zu informieren, das Anfangsstadium des Pflanzenzyklus zu dokumentieren sowie die Aufzucht von Keimlingen zu erleben. Außerdem könnt ihr das Aussehen, die Verbreitung und das Wachstum verschiedener Pflanzenarten vergleichen.

→ **Arbeiten im Labor:** Im Team werdet ihr auf wissenschaftliche Herangehensweise einen Plan entwickeln um eure Forschungsfrage zu beantworten. Im Laufe eures Experiments werdet ihr Daten, durch Beobachten und Messen, aufzeichnen und sammeln. Unterstützung und Feedback bekommt ihr über euren Blog von einem Wissenschaftler. Kurz gesagt, ihr werdet WIRKLICH wissenschaftlich arbeiten!

→ **Denke wie ein Wissenschaftler:** Sobald ihr eure Untersuchung abgeschlossen habt, wird euer Team die Resultate sorgfältig diskutieren und ein Storyboard erstellen, das eure Ergebnisse zeigt. Vergleicht eure Daten mit den Daten der anderen Teams und arbeitet als Klasse zusammen um die Ergebnisse sinnvoll zusammenzufassen. Ihr könnt die Arbeit der Anderen kommentieren und dabei helfen das Klassenziel zu erreichen, indem ihr erklären wie unterschiedliche Umwelteinflüsse und Pflanzencharakteristika die Keimung und das Wachstum beeinflussen.

### **Die blaue karierte Decke war der einzige Zeuge des Verbrechens.**

Nach vier Tagen Suche fand die Polizei das Auto des Verdächtigen. Im Kofferraum lag eine Decke, feucht und bedeckt mit zerdrückten Blättern und anderem Pflanzenmaterial. Detective Wright verhaftete den Verdächtigen und rief sofort einen Gerichtsmediziner, um die Beweise zu untersuchen.

"Interessant", sagte Dr. Green, "es ist ungewöhnlich, dass Bartgras, Hundefennel und Schnabelhagel am selben Ort wachsen." Sie zeigte auf die Samen, die in den Deckenfasern steckten, und sagte: "Sehen sie, einige beginnen zu keimen." Sie brachte die Decke zur weiteren Analyse ins Labor und sammelte später Pflanzenproben vom Tatort und in der Stadt. Bei der Verhandlung behauptete der Verdächtige, dass er nie in der Nähe des Tatortes gewesen sei. Er sagte, die Decke sei am Tag vor seiner Festnahme bei einem Picknick im Stadtpark beschmutzt worden. Dr. Green, der in den Zeugenstand gerufen wurde, um ein Gutachten zu erstellen, stellte fest, dass die Samen auf der Decke Arten waren, die nie in einem Park wachsen!

Wie Ihr aus der Arbeit von Dr. Green sehen könnt, können Samen auf verschiedenste Weisen genutzt werden! Samen sind für uns als Nahrung und für den Anbau von Nutzpflanzen wichtig, aber sie sind auch ein wichtiger Teil des Lebenszyklus einer Pflanze. Ihre Anwesenheit kann Informationen über die Umgebung liefern, in der sie wachsen. In diesem Experiment werdet Ihr beobachten, wie Pflanzen ihr Leben als Samen beginnen und sich mit der Zeit entwickeln. Ihr werdet auch erfahren, wie die Umweltbedingungen die Keimung und das Wachstum beeinflussen können und warum einige Pflanzen in Lebensräumen erfolgreich sind, in denen andere nicht überleben können.



## Hintergrund: Keimung und Wachstum

### Was sind Samen?

Samen sind herangereifte Samenanlagen einer befruchteten Blüte. Alle Samen bestehen aus einem diploiden (doppelter Chromosomensatz) Embryo und seiner Nahrungsquelle. Die meisten Samen besitzen einen schützenden Samenanlage, embryonale Wurzeln oder Keimwurzeln, ein Hypocotyl oder Stängel und eines oder mehrere Keimblätter, sogenannte Kotyledonen. Die Anzahl der Kotyledonen (Keimblätter) unterscheidet sich je nach Pflanzenart. Bei Gymnospermen, wie zum Beispiel der Kiefer oder dem Ginkgo, kann die Anzahl der Keimblätter variieren. **Angiospermen** (Blütenpflanzen) können **ein Keimblatt** (Monokotyledonen), z.B. Hafer, Tulpen und Zwiebeln, **oder zwei Keimblätter** enthalten. Pflanzen des letzteren Typs werden informell als Dikotyledonen bezeichnet. Dikotyle Samen speichern ihre Energiereserven in ihren Kotyledonen. Monokotyledonen speichern ihre Energiereserven, die normalerweise sehr viel Stärke enthalten, in einem separaten Endosperm. Bei bestimmten Monokotyledonen, wie Mais oder Weizen, ist ihre Samenschalen mit einem Teil der Eierstockwand verschmolzen. Diese Strukturen werden Körner oder Getreide genannt.

Samen können sich enorm unterscheiden. Die kleinsten Samen, aus der Familie der Orchideen, sind nur so groß wie ein Staubkorn. Die größten Samen der Welt, die Doppelkokosnuss aus der Familie der Palmen, kann bis zu 18 Kilogramm wiegen. Samen variieren auch in der Art ihrer Verbreitung. Damit meint man die Art wie sie von der Mutterpflanze in die Umwelt entlassen werden. Ahornsamen haben zum Beispiel eine flügelartige Form und können darum gut vom Wind verbreitet werden. Viele Samen kommen auf der Oberfläche von oder tief in Früchten vor, z.B. Erdbeeren oder Blaubeeren. Tiere, die diese Früchte fressen, verteilen die Samen über ihren Kot und tragen so zur Verbreitung des Samens bei. Cockleburen, zum Beispiel, haben Haken, um an Fell oder Kleidung zu haften und dadurch verbreitet zu werden.

### Wie funktioniert die Keimung?

Nach der Ausbreitung bleiben die Samen inaktiv (in Ruhe), bis die Umweltbedingungen für die Keimung und das Wachstum günstig sind. Manchmal kann diese Phase ziemlich lange dauern. Samen können gefressen oder mit schädlichen, für die Samen tödlichen Mikroben befallen werden, aber Zeit ist für die Samen kein Hindernis. Auch alte Samen können keimen, wenn die Bedingungen stimmen. Wärt ihr überrascht, wenn nach 200 Jahren Ruhe ein Samen zu keimen beginnt? Wie sieht es nach 2000 Jahren aus? Oder 32.000? Wissenschaftler konnten bereits Samen aller drei Zeitalter keimen lassen!



Der erste Keimungsschritt, die Aufnahme von Flüssigkeit, tritt auf, wenn ein trockener Samen Wasser absorbiert und zu quellen beginnt. Das Wasser erweicht die Samenschale, wodurch die Feuchtigkeit tiefer in den Samen eindringen kann. Wasser aktiviert dann Enzyme im Embryo, und er wird metabolisch aktiv, wobei er seine gespeicherte Nahrungsmittelversorgung verwendet, um sein frühes Wachstum zu fördern. Die Wurzel sprießt zuerst aus der erweichten Samenschale und wächst, auf Grund der Schwerkraft, nach unten. Dann sprießen Der Stamm und die Keimblätter. Sie wachsen der Sonne entgegen und werfen die Samenschale ab. Wenn sich Zellen in der Wurzel und den Triebspitzen oder den apikalen Meristemen teilen und differenzieren, verlängert sich der Stamm und die Wurzeln wachsen tiefer. Dieser Prozess wird Primärwachstum genannt.

### Was hilft Sämlingen beim Wachsen?

Wenn der Trieb eines Keimlings das Sonnenlicht erreicht fängt er an Photosynthese zu betreiben, so dass er weiterwachsen kann, auch wenn das gespeicherte „Futter“ des Sämlings aufgebraucht ist. Wenn nicht genug Sonnenlicht für einen Keimling verfügbar ist um seine eigene Nahrung zu produzieren stirbt er, sobald seine Reserven aufgebraucht sind.

Verschiedene Pflanzenarten passen sich an unterschiedliche Lebensräume an: Berge, Wüsten, Wälder, Seen und Regenwälder. Die genetische Ausstattung einer Pflanze beeinflusst, wann sie sich vermehrt, keimt und wächst und wie sie auf äußere Faktoren wie Temperatur, Feuchtigkeit und Licht reagiert. Die Umweltbedingungen, die für eine Pflanzenart günstig sind, sind nicht unbedingt günstig für eine andere. In ähnlicher Weise reagieren verschiedene Samenarten unterschiedlich auf einen gegebenen Umweltfaktor und können unterschiedlich lange in ihrer Ruhephase verweilen.



Gärtner verändern häufig die Umgebung für die Samen und Pflanzen, die sie anbauen, um die bestmögliche Umgebung für genau diese Spezies zu bieten. Zum Beispiel zeigt das Foto Pflanzen, die in einem Gewächshaus wachsen. Licht kann durch die klaren Glaswände in die Box eindringen, aber wenn der Frühling, der Herbst oder (in südlichen Klimazonen) die Wintertemperaturen zu kalt sind, um die Pflanzen zu schädigen, kann der Deckel geschlossen werden, um die Wärme des Sonnenlichts einzufangen. Wenn die Temperaturen wieder warm sind, kann ein Gärtner den Deckel offenlassen, oder die Pflanzen aus der Box nehmen und nach draußen stellen.



## Wie kann die Umgebung eines Samens seine Keimung und sein Wachstum beeinflussen?

In diesem Experiment könnt ihr durch wissenschaftliche Untersuchung herausfinden, wie die Keimung und das anschließende Wachstum eines Samens durch Umweltvariablen beeinflusst werden kann.

Um ein wissenschaftliches Experiment durchführen zu können ist es wichtig die grundlegenden Konzepte des Pflanzenwachstums zu verstehen, damit ihr eine durchführbare Forschungsfrage formulieren könnt.

Das Testen einer Frage durch ein Experiment liefert Daten, die den Wissenschaftlern zeigen, ob ihr Hintergrundwissen bezüglich eines biologischen Prozesses korrekt ist. Unabhängig davon, ob die ursprünglichen Ideen eines Wissenschaftlers richtig waren oder nicht, erzeugt das Ergebnis eines Experiments neues Wissen und neue Fragen. Wissenschaftliche Untersuchung ist ein Zyklus, der nie endet - eine gute Frage führt zu vielen neuen Fragen!

### Ist meine Forschungsfrage geführt oder offen?

In einer **geführten** Untersuchung wird der gesamten Klasse vom Lehrer eine **Forschungsfrage vorgegeben**. Jedes Team soll einen eigenen Weg finden, diese Frage zu testen, indem es ein Experiment erstellt.

In einer **offenen** Untersuchung wird Eure Klasse gemeinsam einige allgemeine Fragen diskutieren, danach sollt Ihr aber im Team brainstormen und eine **eigene Forschungsfrage** vor dem Entwurf des Experiments **formulieren**.

Beginnt für die **offene Anfrage mit Schritt 1A**. Beide Fragetypen sind ab Schritt 1B wieder gleich.

**Schritt 1A**. (OFFEN) Formulieren einer Forschungsfrage.

Das Experiment beginnt damit, dass Ihr sorgfältig überlegt was genau Ihr schon wisst. Sobald Ihr etwas findet was euch interessiert, führt euch das zu eurer Forschungsfrage. Zu diesem Zeitpunkt im Untersuchungszyklus sind alle Fragen gute Fragen!

Verwendet die Schüleranleitung um eure Forschungsfrage zu formulieren.

Die Hauptanforderungen sind, dass eure Frage (a) mit einer oder mehreren Untersuchungen und (b) mit Experimenten zur Keimung zu prüfen sein muss. Euer Lehrer könnte euch bitten, sich nur auf einen der biologischen Prozesse zu konzentrieren. Das Arbeitsblatt "Brainstorming-Anleitung" ist eine praktische Möglichkeit, eure Ideen auf Papier zu bringen. Um euch auf eine

Frage festzulegen, die ihr untersuchen wollt, besprecht eure Ideen mit eurem Mentor und teilt das Arbeitsblatt zu eurer Forschungsfrage mit der Klasse.

Die Auswahl einer Frage, die durch ein Experiment beantwortet werden kann, wird einfacher mit der Erfahrung. Einige Fragen, die von PlantingScience zu Keimung und Pflanzenwachstum gestellt wurden, sind zu Beispiel:

- *Wie wirkt sich Feuer auf die Keimung von Samen aus?*
- *Beeinflusst die Farbe von Kleesamen den Keimungserfolg der Samen?*
- *Wie beeinflusst der Salzgehalt des Bodens die Samenkeimung?*
- *Werden Keimlinge unter Sonnenlicht oder unter einer Lampe besser wachsen?*
- *Wie wirkt sich die Schwerkraft auf das Pflanzenwachstum aus?*
- *Wie beeinflusst das Medium (z. B. Boden, Hydroponik, Sand) das Keimen von Samen?*

### **Schritt 1B.** Was wird benötigt um die Forschungsfrage zu überprüfen?

Überlegt euch zuerst was eure Forschungsfrage bedeutet. Angenommen eure Klasse untersucht die Frage: Keimen Monokotylen und Dikotylen gleich gut?



Erstens kann es hilfreich sein, sich auf die kniffligen oder undefinierten Teile der Frage zu konzentrieren. Was ist in diesem Fall mit "keimen" gemeint? Was passiert während der Keimung? Sieht es für Monokotylen und Dikotylen anders aus? Zweitens, was bedeutet "GUT" - ist es der Prozentsatz der Samen, die keimen oder die Zeit, die jeder Samen zu keimen braucht? Die Beantwortung solcher Fragen hilft später in Schritt 2.

Als nächstes sollt ihr im Team auch euer Hintergrundwissen beschreiben. Kennt ihr den Unterschied zwischen Monokotylen und Dikotylen und einige Beispiele dazu? Wenn ja, woher kam dieses Wissen? Wenn nicht, solltet ihr recherchieren welche Pflanzen in welche Kategorie passen. Welche vertrauenswürdigen Informationsquellen können helfen?

**Warum** glaubt ihr, dass die zwei Arten von Samen mit unterschiedlicher bzw. selber Geschwindigkeit keimen können? das Ausfüllen des Arbeitsblatts Über unsere Forschungsfrage können Sie Ihr Denken klären.

### **Schritt 2.** Plant das Experiment

Hier plant ihr wie ihr am besten eure Forschungsfrage beantworten wollt. Verwendet dafür die bereitgestellte Anleitung und füllt das Arbeitsblatt „Designen des Experiments“ aus. Die Arbeitsblätter aus Schritt 1 und 2 sind Teil eures wissenschaftlichen experimentellen Plans. Ihr solltet euch folgendes fragen:

Ziel ist es, über den besten Ansatz für das Testen Ihrer Forschungsfrage zu entscheiden. Verwenden Sie die Schüler-Roadmap durch eine Untersuchung "Planen Sie Ihre Studie" für Richtlinien und füllen Sie das Arbeitsblatt Experimentelles Design aus, um den experimentellen Entwurf von yourteam zu verfolgen. Zusammen mit den Arbeitsblättern aus Schritt 1 wird dies Teil Ihres Forschungsplans sein. Ihr Team sollte sich selbst fragen:

→ Welche unabhängige(n) Variable(n) werden wir ändern und welche Bedingungen werden wir konstant halten?

→ Was werden wir beobachten, messen oder zählen - was werden die abhängigen Variablen sein?

→ Werden wir qualitative Daten wie Samenfarbe oder Textur aufnehmen?

→ Werden wir quantitative Daten wie die Wurzellänge oder den Prozentsatz der keimenden Samen aufzeichnen?

→ Welche Arten von Tabellen oder Grafiken wollen am Ende des Experiments erstellt werden?

→ Gibt es spezifische Überlegungen zum biologischen Prozess, den wir testen wollen?

→ Was sind mögliche Maßstäbe für die Keimung? Welcher ist der Beste für unsere Ziele?

(wie könnt ihr Keimung am besten bewerten? Durch die Anzahl der keimenden Samen oder durch die Größe der Keimlinge?)

Um aussagekräftige Schlussfolgerungen zu ziehen, ist es wichtig, genügend Samen zu untersuchen

→ Wenn ihr Durchschnittswerte oder Statistiken erstellen wollt, verwendet mindestens fünf Samen pro Durchgang.

→ Wenn Ihr die prozentuale Keimung berechnen möchtet, verwendet mindestens zehn Samen pro Durchgang.

→ Um die durchschnittliche prozentuale Keimung zu berechnen, werden mindestens drei Samen pro Untersuchung benötigt.

→ Auch unter idealen Bedingungen haben Pflanzen keinen 100%igen Keimungserfolg. Möglicherweise solltet ihr, bevor ihr die Daten sammelt, zusätzliche Samen für alle Messungen pflanzen, bei denen ihr die Keimung unter Normalbedingungen überprüft.

→ Damit ihr nicht euer Ziel aus den Augen verliert, stellt euch, während ihr experimentiert, immer wieder folgende Frage:

**„Bezieht sich unser Experiment auf unsere Forschungsfrage?“**

Wissenschaftler schätzen Kreativität!!! Oft kommt der Durchbruch erst wenn ein Forscher ein Problem auf eine andere Art betrachtet oder eine neue Methode verwendet, um eine Frage zu beantworten.

Ebenso wichtig aber ist sorgfältiges und systematisches Denken, Planen und Messen. Wenn ihr beispielsweise den Einfluss der Lichtintensität auf das Pflanzenwachstum testen wollt, ist

es wichtig, die Bedingungen wie Temperatur und Feuchtigkeit für alle Pflanzen gleich zu halten.

### **Schritt 3.** Versucht vorherzusagen, was in eurem Experiment passieren wird.

Die Schüleranleitung beschreibt bei "die Forschungsfrage", was eine Forschungsvorhersage (Hypothese) ist und wie man sie entwickelt. Beschreibt eure Gedanken am Arbeitsblatt „Experiment Design“ auf. Macht euch davor Gedanken:

- Was können wir vorhersagen?
- Wie können wir unsere Vorhersagen biologisch begründen?

### **Schritt 4.** Schreibt euren Ideen in euren Blog

Wissenschaft passiert meist nicht im Verborgenen. Wissenschaftler bearbeiten oft in Teams und mit anderen Forschungslabors zusammen, dieselben Forschungsfragen. Viele teilen auch kleine Forschungsgebiete untereinander auf, um größeren Forschungsgebieten auf den Grund zu gehen.

- Sprecht mit eurem Mentor über eure Vorstellungen wie die Umgebung eines Samens die Keimung und das Wachstum beeinflussen könnte.
- Wenn ihr Feedback zu eurem Forschungsplan bekommt, nehmt bei Bedarf Änderungen daran vor, bevor ihr mit den Experimenten beginnt.

### **Schritt 5.** Vorausplanen!

Denkt euch das Experiment durch, einschließlich der auf Seite 10-13 beschriebenen Methoden. Stellt euch jeden Schritt in euren Köpfen vor und fragt euch:

- Welche Materialien benötigen wir für den jeweiligen Schritt? Sind sie in der Materialliste? (Wenn nicht, lasst es euren Lehrer wissen.)
- Wissen wir alle was beim folgenden Schritt zu tun ist? (Wenn nicht, sollte jeder vor dem Experiment mindestens einmal üben.)
- Muss dieser Schritt schnell oder in einem bestimmten Zeitraum geschehen? Wie schaffen wir es die nötigen Zeiten einzuhalten?

Als nächstes überlegt euch wie ihr eure Daten sammelt:

- Ab wann beginnt ihr Daten aufzuzeichnen? Wie oft und in welcher Form? Wer übernimmt die Datenaufzeichnung
- Was sind die Einheiten für jede Art von Daten?
- Ist ein schriftliches Protokoll genug? Benötigt ihr während oder nach dem Experiment eine Computer-Tabelle für die Daten?

- Wie könnt ihr die Daten am besten und aussagekräftigsten aufzeichnen?

Hier wird ein Beispieldatensammelblatt angezeigt, das jedoch nicht für alle Experimente geeignet ist:

Betrachten Sie schließlich das Experiment als Ganzes:

- Welche Schritte müssen jeden Tag ausgeführt werden?
- Gibt es Möglichkeiten, die Verfahren zu vereinfachen?
- Wer wird welche Aufgaben übernehmen, um das Gelingen des Experiments zu gewährleisten

### **Schritt 6.** Führen Sie Ihre Experimente durch.

Nachdem ihr alle nötigen Schritte bedacht und eure Arbeitstechniken geübt habt, beginnt ihre mit dem Experiment. Es ist wichtig, dass jeder von euch ein Forschungsprotokoll führt. Hier können ihr eure Daten festhalten und neue Gedanken oder Ideen notieren, um eure Arbeit langfristig zu dokumentieren. Notiert bei der Durchführung des Experiments alles, was jemand wissen muss, um dasselbe Experiment genau gleich wiederholen zu können. Zeichnen, fotografieren, illustrieren oder zeichnet die Daten nach Bedarf auf. Auch wenn ihr auf den ersten Blick denkt, dass gewisse Daten keinen Einfluss auf euer Ergebnis haben solltet ihr sie trotzdem dokumentieren, denn es kann sich alles was ihr beobachtet, auf irgendeinen Teil der Daten auswirken. Auch wenn ihr Fehler macht (uns Fehler können passieren) solltet ihr das aufschreiben. Weitere Tipps findet ihr auf der PlantingScience-Website.

Ihr werdet ungefähr zwei Wochen Zeit haben, um an euren Experimenten zu arbeiten. Wenn ihr Probleme oder neuen Ideen habt kann euch euer Mentor Feedback und Hilfe geben.

Zum Beispiel könnt ihr vielleicht schon früh etwas bemerken, was wichtig für eure Datenauswertung sein könnte, wie Samengröße oder welche Samen am schnellsten keimen. Diese Art sorgfältiger Beobachtung könnte der Ursprung neuer Experimente und Entdeckungen sein! Wenn ihr interessante Ergebnisse findet, die zu einer neuen Frage führen, und ihr Zeit habt, könnt ihr sogar ein Folgeexperiment durchführen.

### **Schritt 7.** Interpretiert und analysiert eure Daten.



Eure Daten sind die "Beweise", die ihr interpretieren und als Grundlage für eure Schlussfolgerungen verwenden werdet. Die Zahlen und Notizen in eurem Protokoll werden als Rohdaten bezeichnet. Diese müssen in ein Format gebracht werden, das andere leicht lesen und vergleichen können. Ihr müsst euch nun fragen: Welche Beobachtungen und Daten müssen wir analysieren und wie können wir sie am besten anderen zeigen? Wenn ihr die Daten in Tabellen, Graphen oder Diagrammen zusammenfasst, könnt ihr Muster in euren Beobachtungen sehen, die euch helfen, einen Sinn

daraus zu ziehen. Die Informationen auf der PlantingScience-Website können euch helfen, sinnvolle Diagramme zu erstellen, oder ihr fragt eure LehrerIn.

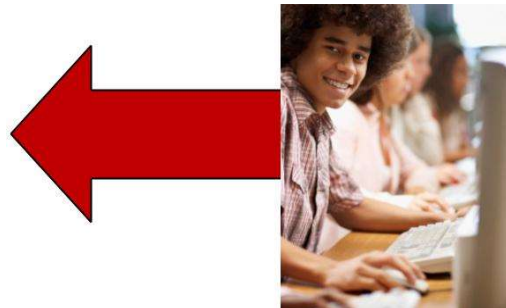
Es ist nicht immer möglich, Unterschiede zwischen den Behandlungen zu sehen, die eine Forschungsgruppe auswählt, aber zu sagen, dass ihr keinen Unterschied gefunden haben, ist auch ein Ergebnis in der Wissenschaft! Eine gute Analyse kann mehr Fragen aufwerfen, die zu neuen Experimenten führen könnten, und ein Ergebnis ohne Unterschied kann klare Wege zu einem neuen Experiment bieten.

### **Schritt 8.** Macht euch klar was genau in eurem Experiment passiert ist.

Besprecht mit euren Teamkollegen jeden Teil der Untersuchung und betrachtet sorgfältig eure Ergebnisse. In der Schüler-Roadmap findet ihr Tipps zum Entwickeln von Erklärungen zu dem, was ihr beobachtet habt. Zu den wichtigsten Fragen gehören:

- Hat das Experiment funktioniert oder hat uns etwas daran gehindert, verlässliche Daten zu erhalten?
- Was sind die besten Beweise, die wir gesammelt haben, um die Forschungsfrage zu beantworten?
- Unterstützen oder widersprechen unsere Daten unseren Prognosen?
- Was ist aufgrund unserer Daten die genaue Erklärung dessen, was passiert?
- Wie sind wir zu dieser Erklärung gekommen? Sind andere Erklärungen möglich?
- Gibt es noch verbleibende oder neue Fragen? Wenn ja, was könnten wir als nächstes tun?

Das Arbeitsblatt „Daten Interpretieren“ hilft euch dabei ein gut durchdachtes Argument zu formulieren, WARUM euer Experiment funktioniert hat oder nicht und was eure Daten oder Resultate bedeuten. Danach sollt ihr eure Ergebnisse in einem Storyboard teilen.



Außerdem könnt ihr auch ein abschließendes Poster, eine Präsentation oder einen Bericht vorbereiten, damit ihr eure Ergebnisse mit den anderen Teams oder eurem Mentor teilen könnt!

Eure LehrerIn wird die Storyboard-Diskussion leiten, während ihr im Team die Ergebnisse euren Klassenkameraden erklärt. Fragt nach Feedback und gebt Feedback zur Arbeit eurer Kollegen. Wissenschaftler tun dies regelmäßig, indem sie Präsentationen halten und Artikel zur Begutachtung einreichen, bevor sie veröffentlicht werden. Wenn sich eure Interpretationen



ändern, nachdem ihr Feedback erhalten und die Ergebnisse anderer gesehen haben, ist es völlig in Ordnung, euer Denken zu überarbeiten. So bewegt sich die Wissenschaft weiter. Jeder Wissenschaftler hat sich viele Male in seiner Karriere geirrt. Die Herausforderung besteht darin, herauszufinden, wie die Dinge wirklich funktionieren!

**Viel Spaß beim Experimentieren!**



## BAU EINER WACHSTUMSKAMMER

Zweck: Um eine geeignete Umgebung für Samenkeimung und Pflanzenwachstum zu schaffen.

Wie funktioniert's? Pflanzensamen befinden sich im Ruhezustand und benötigen eine günstige Umgebung, bevor sie keimen können. Solche Umgebungen sind normalerweise auch für das Pflanzenwachstum geeignet. In der Wachstumskammer werden Samen so gepflanzt, dass sie beim Keimen und Wachsen beobachtet werden können. Als eine Alternative zum Einbringen von Samen in den Boden ermöglicht dieser Ansatz die Überwachung der frühesten Stadien der Keimung, wenn die Wurzel und die Keimblätter durch die Samenschale brechen.

Benötigte Zeit: Ungefähr 20 Minuten pro Tag für zwei Tage für den Kammerbau und die Vorbereitung des Saatguts und danach 5 Minuten für die Pflege des Keimlings (ohne Messungen).

### Materialien:

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pflanzensamen für mindestens zwei Behandlungsgruppen</li> <li>• Behälter zum Einweichen von Samen, mindestens 4 cm tief</li> <li>• Wasser</li> <li>• Petrischalen, verschließbare Plastiktüten oder leere Limonadenflaschen</li> <li>• Papiertücher</li> <li>• Schere</li> <li>• Permanent-Marker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (Methode C) gewaschener Sand</li> <li>• (Methode D) Gummiband und Netze oder Mulltuch</li> <li>• Lichtquelle (40W oder höher)</li> <li>• (Optional) Vergrößerungslinse</li> <li>• (Optional) Digitalkamera</li> <li>• Mittel zur Überwachung oder Kontrolle Umgebungsbedingungen wie: Thermometer, Heizung / Kühlung, Farbige Lichter oder Lichtfilter, Licht Timer, Kochsalz, Dünger, Säure- oder Basenlösung und pH-Meter oder Messstreifen</li> </ul>
---	---

### Sicherheitshinweise:

Tragt beim Umgang mit Chemikalien Handschuhe, Schutzbrille und einen Laborkittel. Lichter können heiß sein, und UV-Lampen können das Sehvermögen schädigen. Samen können mit reizenden Chemikalien wie Fungiziden behandelt werden oder allergische Reaktionen hervorrufen. Im Labor nicht essen oder trinken!

## Teil 1: Samen Vorbereitung (~ 10 Minuten)

2. Wählt die Art von Samen aus, die ihr untersuchen werdet.
3. Tragt in eurem Forschungsprotokoll euren Teamnamen ein: Welchen Samen ihr anbaut, das Aussehen dieser Samen, die zu testenden Bedingungen
4. Zählen Sie die Anzahl der Samen, die Sie verwenden werden, und geben Sie die Zahl in Ihrem Forschungsprotokoll ein. (Jede Behandlung sollte die gleiche Anzahl an Samen verwenden)
5. Untersuchen Sie die Samen, die Sie verwenden werden. Zeichnen Sie Ihre Beobachtungen, Messungen, Skizzen und andere Anmerkungen in Ihrem Forschungsprotokoll (Optional) Eine Handlinse kann euch helfen, kleine Samen besser zu beobachten.

(Optional) Eine Digitalkamera kann euch helfen, alle interessanten Muster zu dokumentieren, die Sie sehen.

6. (Optional) Schauen Sie sich die Samen anderer Teams an und machen Sie sich Notizen über Größe, Färbung und Form, um sich ein Bild von der Samenvielfalt zu machen.

7. Legen Sie Ihre Samen in einen Behälter und bedecken Sie sie mit 2-3 cm Wasser.

8. Weichen Sie die Samen über Nacht ein, um die Samenschale zu erweichen. Andel-Samen saugen Wasser auf und beginnen den Keimungsprozess.



## Teil 2: Bau der Wachstumskammern (~ 10 Minuten)

1. Sobald die Samen einweichen, wählt ihr eine von 4 Wachstumskammern für eure Samen.
  - o Die beste Wahl hängt hauptsächlich davon ab, wie viele Samen ihr untersuchen werdet.

2. Findet heraus, wie viele Wachstumskammern zu machen sind.

Ihr benötigt mindestens eine Kammer für jede Behandlung.

3. Sammelt die Materialien, die ihr benötigt, um die richtige Anzahl von Kammern zu bauen.
4. Markiert die Außenseite jeder Kammer mit der geplanten Behandlung, der Art der Samen, dem Pflanzdatum und dem Namen des Teams.
5. Konstruiert die Kammern nach der von euch gewählten Methode.

### Methode A: Petrischale

1. Faltet ein Papiertuch so, dass es 3-4 Schichten bildet.
2. Legt das gefaltete Papiertuch in eine Petrischale. Schneidet es mit der Schere nach Bedarf zu. o Die Größe ist normalerweise ausreichend, um 3 - 8 Samen in einer Schale zu geben.

3. Falls vorhanden, könnt ihr die offene Schale mit einem durchsichtigen Kunststoff- oder Glasdeckel abdecken, um später den Feuchtigkeitsverlust zu begrenzen.

#### Methode B: Eingesammelte Samen

1. Faltet ein Papiertuch, so dass es 2-3 Schichten bildet.
2. Überprüft die Größe des gefalteten Papierhandtuchs, um sicherzustellen, dass es flach in einen verschließbaren Plastikbeutel passt. Nach Bedarf zuschneiden.
3. Markiert mit einem Bleistift wo die Samen pro Behandlung / Wiederholung sind damit sie in einer Reihe ausgerichtet sind.

Die Größe ist normalerweise ausreichend, um 6-12 Samen in einem Beutel zu passen.

4. Legt das Papiertuch in den Beutel.

#### Methode C: Plastikflasche

1. Reinigt eine durchsichtige Plastikflasche und schneidet die obere Hälfte ab.
2. Legt die untere Hälfte des Behälters 2-3 lagig mit einem Papierhandtuch aus

Das Handtuch sollte an den Seiten des Behälters hochstehen.

Markiert für jeden Samen mit einem Bleistift die Abstände, so dass sie gleichmäßig in einem Kreis ausgerichtet sind. So sollten 20-30 Samen in die Flasche passen, je nachdem wie groß die Flasche ist.

3. Legt sauberen Sand in den Boden, um das Papierhandtuch an Ort und Stelle zu halten.

#### Methode D: Flaschenbasis

1. Reinigt einen durchsichtigen Plastikbehälter mit einem grundsätzlich flachen oder abgerundeten Boden und schneidet die obere Hälfte ab.

So können zwischen  $\frac{1}{4}$  Teelöffel und 1 Esslöffel Samen in die Flasche passen, abhängig von der Größe der Flasche. Nun wird Behälterboden mit einer Schicht Samen abgedeckt.

2. Decken Sie die Oberseite mit einem Netz- oder Mulltuch ab, das mit einem Gummiband gesichert ist.

#### Teil 3. Pflanzen der Samen (~ 20 Minuten)

1. Wenn ihr die Samen über Nacht eingeweicht habt, gießt ihr das Wasser ab und tupft die Samen mit einem Papiertuch trocken. Samen, die zu nass sind, verrotten, statt zu keimen und sollten ab jetzt nicht mehr im Wasser schwimmen.

2. Untersucht eure Samen. Macht Aufzeichnungen von Beobachtungen und Messungen, insbesondere wenn ihr Unterschiede feststellen könnt.

3. Legt die wassergetränkten Samen in ihre Wachstumskammern.

Die Samen sollten so verteilt werden, dass sich die Verschiedenen Experimente nicht vermischen.

Öffnet für die Methoden A und B die Kammer, befeuchtet das Papiertuch mit Wasser und dann platziert die Samen auf die markierten Stellen. Schließt danach die Kammer.

Bei Methode C gießt ihr eine kleine Menge Wasser auf den Sand und gebt das Saatgut auf die markierten Stellen zwischen der Seitenwand der Flasche und dem Papiertuch.

Das Papierhandtuch saugt das Wasser auf und gibt den Samen Feuchtigkeit. Für Methode D entfernt ihr das Netz und legt die Samen auf den Boden des Behälters.

Wenn euer Experiment die Behandlung mit verschiedenen Flüssigkeiten beinhaltet, verwendet diese anstelle von Wasser, falls erforderlich.

#### **Teil 4. Anbau der Kleimlinge (~ 5 Minuten pro Tag)**

Während der Versuchszeit sollt ihr die keimenden Samen neben den geplanten Messungen feucht halten. Überprüft täglich die Wachstumskammern, um sicherzugehen, dass die Samen gut versorgt sind. Nachdem ihr mit der Pflege der Wachstumskammer und den Messungen fertig seid bringt die Pflanzen wieder an ihren ursprünglichen Ort zurück, um das Ergebnis nicht zu verfälschen.



- Bei den Methoden A bis C müsst ihr das Papiertuch wahrscheinlich zwei- bis dreimal pro Woche befeuchten.
- Bei Methode D solltet ihr die Samen oder Sämlinge jeden, oder jeden zweiten Tag spülen.

Lasst vorsichtig Wasser durch das Netz in das Gewächshaus laufen und bewegt die Samen vorsichtig im Wasser.

Gießt das Wasser vorsichtig ab und schüttelt vorsichtig das restliche Wasser aus dem Netz.

Es ist hilfreich, Die Kammer für eine Minute auf den Kopf stehen zu lassen, um zu vermeiden, dass sich Wasser ansammelt.

## Übersetzung – Anleitung für Mentoren



PlantingScience Hinweise für Mentoren:

### Wonder of Seeds Modul

Dieses Informationsblatt soll Ihnen als Wissenschaftler und Mentor helfen die SchülerInnen während ihrer Forschung zur Keimung von Samen zu unterstützen, und mit den SchülerInnen zu Kommunizieren.

#### Lehrer passen die Sequenz an die Möglichkeiten ihrer Schüler an

Planting Science beinhaltet ein Angebot aus verschiedenen Ein und Zweikeimblättrige Samen. Die LehrerInnen stellen das Material für den Bau der Wachstumskammern zur Verfügung sowie Samen die nicht im Sortiment sind. Aus diesem Grund muss sich das Experimentieren auch an die Gegebenheiten im Klassenzimmer und die zur Verfügung stehenden Materialien anpassen,

→ Nehmen Sie bitte über das „Lehrer und Mentoren Forum“ Kontakt zu Ihrem Lehrer auf.

→ Informieren sie sich in der Modul Anleitung über die Lernziele die vorgeschlagenen Aktivitäten und den Zeitplan.

→ Im Mentor Guide finden sie auch Hinweise im Umgang mit den Schülern.

Die Wonder of Seeds Lerneinheit ist zugänglich für eine große Vielfalt an Lernenden und erfreut sich großer Beliebtheit. Anstatt SchülerInnen auf das bloße Beantworten einer Frage mit der richtigen Antwort zu trainieren, werden die SchülerInnen angeregt sich selbst ihre eigenen Fragen und Lösungswege zu konstruieren. Möglicherweise kommen die SchülerInnen im Zuge dieser Lerneinheit zum ersten mal in die Situation ihre eigene Forschungsfrage zu formulieren. Wir bieten den SchülerInnen eine große Auswahl an Samen, damit die SchülerInnen die Möglichkeit haben die Vielfalt von Samen kennenzulernen, und diese auch auf die die Unterschiede bei der Keimung betreffend, zu überprüfen.

Wir bieten den SchülerInnen verschiedenen Vorschläge für Wachstumskammern und empfehlen unterschiedlichste Untersuchungswerkzeuge wie Mikroskope, Digitalkameras, Lichtsysteme....

Außerdem sollen die SchülerInnen qualitative und quantitative Daten während der 2 wöchigen Untersuchungsphase sammeln. Je nach Samenart, Forschungsfrage oder Zeitplan zieht sich die Datensammelungsphase über 1 - 4 Wochen. Viele Forschungsfragen können eng mit dem Thema Photosynthese verbunden sein.

## Mögliche Forschungsfragen für SchülerInnen

- Bedeutet Wachstum gleichzeitig auch Massenzunahme?
- Sind Samen Lebewesen?
- Benötigen Samen einen besonderen Boden um zu wachsen?
- Können Samen ertrinken? Wie schnell wird Wasser von den Samen absorbiert?
- Woher bekommt der Samen seine Nahrung? Wie wird diese gespeichert?
- Was bedeutet Wachstum? Wie kann man Wachstum messen?
- Was sagen Messungen über die Massenzunahme einer Pflanze über Pflanzenwachstum aus?

## Wie stellen sich SchülerInnen Keimung und Pflanzenwachstum vor?

Wenn die Schülerinnen ihre Ideen in ihrem Blog posten haben sie oft folgende Vorstellungen:

- Pflanzen bauen ihre Masse aus dem Boden auf in dem sie wachsen.
- Sonnenlicht, Kohlendioxid und Wasser sind Nahrungsquellen
- Sonnenlicht ist hilfreich aber nicht notwendig für das Wachstum einer Pflanze
- Wurzeln sind Organe zur Nahrungsaufnahme
- Alle Pflanzen wachsen aus Samen
- Alle Pflanzen haben entweder ein oder zwei Keimblätter

## Die Denkweise und Ideen der SchülerInnen verstehen:

Wenn die Lehrperson an den Überlegungen der SchülerInnen teilnimmt, und sich in die Gedankenwelt der SuS begibt, ermöglicht dies, sich davon zu entfernen das Augenmerk allein auf die Richtige Antwort zu legen, und man beginnt sich auf die Ideen und Begründungen der SchülerInnen zu konzentrieren. Als Experten haben wir gewisse Vorstellungen davon was ein Schüler wissen bzw. lernen soll da wir bereits gewisse Konzepte miteinander verknüpfen können obwohl die SchülerInnen dazu oft noch nicht im Stande sind. Den SchülerInnen naiv gegenüber zu stehen öffnet auch viele Möglichkeiten bei der Diskussion und beim Geben von Ratschlägen.

Obwohl Schülerinnen oft schon gelernt haben, dass Samen den Embryo und einen Nahrungsvorrat beinhalten oder die Keimung und das Wachstum von den Umweltbedingungen abhängen (Wasser, Sauerstoff, Temperatur,) verstehen sie den Zusammenhang nicht. Was ist mit Umwelt gemeint? Was genau passiert während der Keimung und dem Wachstum? Die Wissenschaft beschäftigt sich damit diese Frage zu beantworten.

## Technische Probleme und Kommunikation:

Die SchülerInnen sollen lernen, dass Experimente nicht immer sofort funktionieren oder zum gewünschten Ergebnis führen. Das Lösen von Problemen ist auch ein großer Teil des wissenschaftlichen Arbeitens. Achten sie aber auch darauf, dass sich die SchülerInnen nicht in ihrer Problemlösung festfahren und dabei das ganze Große aus den Augen verlieren. In unserem modernen Zeitalter verliert die Bevölkerung Zusehens die Verbindung zur Natur und

ihr Verständnis, warum viele SchülerInnen oft Schwierigkeiten haben Fragen zur Keimung und Wachstum zu beantworten.

#### **→ Samen neigen zum Schimmeln**

Ein oft auftretendes Problem beim Keimen von Samen ist Schimmel, vorallem bei Samen, die in Plastikbehältnissen oder im Dunkeln gezogen werden sollen. Bei sterilisierten Samen und gut belüfteter, sonniger Umgebung stellt Schimmel ein kleineres Problem dar. Trotzdem werden meistens in Klassenzimmern Plastiktüten bevorzugt. Bei Verwendung von Zucker kommt es oft zu Pilzbefall, was andererseits auch lehrreich sein kann. Der Versuch Pilzfäden von Wurzelhaaren zu entfernen, bietet eine wunderbare Gelegenheit die angelegten, samtigen Filamente zu begutachten.

#### **→ Wechseln auf die Sichtweise von Pflanzen**

Oft fallen SchülerInnen sofort Experimente ein, die sich mit der Reaktion von Pflanzen auf menschliche Produkte beschäftigen, wie zum Beispiel Mineralwasser oder Musik. (Dies ist in dieser Lerneinheit nicht vorgesehen). Die SchülerInnen haben oft Schwierigkeiten von ihren anfänglichen Fragen abzuweichen und sich auf natürliche Variablen zu beziehen. Es ist hilfreich den SuS das Experiment aus Sicht der Pflanzen näherzubringen.

#### **→ Unerwartete Ergebnisse verstehen**

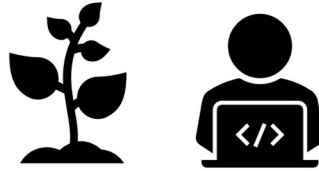
Wenn SchülerInnen die Gewichtsunterschiede vom Zeitpunkt der Samenkeimung bis zum Erscheinen der ersten Laubblätter auswerten werden sie erstaunt sein, dass sich das Trockengewicht während des Keimungsvorganges verringert.

#### **→ Anpassung von Licht, Temperatur und Umgebung**

Experimente, die über einen Zeitraum mehrmals wöchentlich ausgewertet werden, zeigen den SchülerInnen die Unterschiede zwischen Licht und Schattenkeimung oder Sommer und Wintergewächsen. SchülerInnen gefällt es besonders gut unterschiedliche Lichtwellenlängen an Pflanzen zu testen. Oft finden sie es jedoch schwierig den Zusammenhang zwischen Umwelteinflüssen und genetischen Einflüssen bei diesem Vorgang zu verstehen, und diese Faktoren anzupassen.



# Forschungsprotokoll



**Gruppenname:**

**Mitglieder:**

**Mentor:**

**Forschungsfrage:**

**Durchführungszeitraum:**

**Gruppenlogo:**

# 1. Formuliert eure Forschungsfrage:

## a) Welches Themengebiet soll untersucht werden?

Nachdem ihr in den letzten Stunden schon einiges über Pflanzen gelernt habt könnt ihr überlegen, was ihr über die Keimung von Pflanzensamen wissen möchtet. Ihr habt jeden Tag mit Pflanzen zu tun. Was könnte euch interessieren?

Schreibt euch einige Frage auf die euch zum Thema Samenkeimung interessieren und was ihr immer schon über Samen wissen wolltet. Besprecht eure Fragen in der Gruppe und einigt euch auf 3-5 verschiedene Forschungsfragen die ihr in euer Forschungsprotokoll schreibt und eurem Mentor vorstellen könnt.

Überlegt euch beim Formulieren der Forschungsfrage auch ob und wie ihr eurer Frage testen wollt. Welche Materialien ihr braucht, ob es in der Schule durchführbar ist und wie ihr eure Ergebnisse auswerten wollt.

→ Brainstorming: Was wolltet ihr immer schon über Pflanzensamen wissen?

→ Welche 3 -5 Forschungsfragen wollt ihr eurem Mentor präsentieren?

Formuliert eure Forschungsfrage und überlegt euch:

Was möchte ich herausfinden?

Welche Materialien benötige ich dafür?

Was vergleiche ich miteinander?

Wie messe ich meine Ergebnisse?

## b) Einigt euch mit eurem Mentor auf eine Forschungsfrage

---

---

## **2) Plant das Experiment:**

**→ Welche Samen und wie viele Samen wollen wir testen (mind. 5)? Vergleichen wir verschiedene Samen miteinander oder nehmen wir die gleichen Samen, aber dafür unterschiedliche Umweltbedingungen?**

**→ Was wollen wir herausfinden? Die Anzahl der keimenden Samen oder die Geschwindigkeit der Keimung? Was wäre die beste Methode um den Keimungserfolg zu testen?**

**→ Wie werden wir die Veränderung der Gestalt der Samen dokumentieren?**

**→ Welche Materialien benötigt ihr dazu? Sind diese vorhanden?**

**→ Wie oft und wann müsst ihr euch um die Pflanzen kümmern? Wer macht wann, was?**

**→ Wie oft und wann wollt ihr eure Messungen durchführen? Wer macht wann, was?**

**→ Wie wollt ihr eure Daten am Ende darstellen und auswerten?**

### **3) Versucht vorherzusagen was in eurem Experiment passieren wird.**

Was wisst ihr bereits über die Keimung von Samen? Welche Unterschiede gib es? Welche Ergebnisse erwartet ihr?

**Bloggt und nehmt Kontakt zu eurem Mentor auf**



**5) Planung der Durchführung des Experiments**

**Materialien:**

**Was ist wann, wie und wie oft zu tun:**

**Ab wann und wie sammelt ihr die Daten:**

**Bloggt und nehmt Kontakt zu eurem Mentor auf**



## 7) Durchführung der Experimente

**Protokolliert alles was ihr macht:**

1)

**Datum:** ..... **Uhrzeit:**

**Name der ProtokollantIn:**

.....

**Namen der Personen die bei der Durchführung  
beteiligt sind:**

.....

.....

**Umgebungsverhältnisse:**

**Was wird gemacht:**

**Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)**

**Bloggt und nehmt Kontakt zu eurem Mentor auf**

**2)**



**Datum: .....**

**Uhrzeit:**

**Name der ProtokollantIn:**

.....

**Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:**

.....

.....

**Umgebungsverhältnisse:**

**Was wird gemacht:**

**Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)**

**Bloggt und nehmt Kontakt zu eurem Mentor auf**

**Zusammenfassung der Daten:**



**Experiment:** \_\_\_\_\_

**Teammitglieder** \_\_\_\_\_

**Samen Art** \_\_\_\_\_

**Samenanzahl** \_\_\_\_\_

**Beschreibung der Samen:**

**Experiment Beschreibung:**

Datum	Länge(cm)	Breite(cm)	Samenanzahl	Größenzunahme des Samens; Samenmantelrisse; Wurzeln, Triebe, Blätter sichtbar?	Andere Beobachtungen

**7) Interpretation eurer Daten:**

**8) Was genau ist bei dem Experiment passiert?**



# Forschungsprotokoll



Gruppenname: ~~Birca~~ NBEA

Mitglieder: Alex, Marcel, Fabian, Biran

Mentor: Aygünes

Forschungsfrage: Mit welchem Wasser wachsen Samen am besten.

Durchführungszeitraum: Beginn 2.5 -

Gruppenlogo:



Brian

Was interessiert mich? Was möchte ich untersuchen?	Wie will ich meine Untersuchung durchführen?	Womit will ich meine Untersuchten Daten vergleichen? (Bsp: Temp. Samenkeimung bei 1°C, bei 10°C, bei 20°C und bei 30°C)	Welche Materialien bräuchte ich dafür?
Wie drei Samen am Besten wachsen.	1. viel Wasser geben 2. wenig Wasser geben 3. gar kein Wasser	1. Wassertiefe, Tage Temperatur, Feuchtigkeit	Erde, Wasser, Plastikbeutel, Samen, Lineal, Messer oder Schüssel
Forschungsfrage Was passiert wenn man den Samen zu viel Wasser gießt? Was interessiert mich? Was möchte ich untersuchen? Ablauf von wachsen	Wie will ich meine Untersuchung durchführen? täglich	Womit will ich meine Untersuchten Daten vergleichen? (Bsp: Temp. Samenkeimung bei 1°C, bei 10°C, bei 20°C und bei 30°C)	Welche Materialien bräuchte ich dafür?
Forschungsfrage			

## 1. Formuliert eure Forschungsfrage:

### a) Welches Themengebiet soll untersucht werden?

Nachdem ihr in den letzten Stunden schon einiges über Pflanzen gelernt habt könnt ihr überlegen, was ihr über die Keimung von Pflanzensamen wissen möchtet. Ihr habt jeden Tag mit Pflanzen zu tun. Was könnte euch interessieren?

Schreibt euch einige Frage auf die euch zum Thema Samenkeimung interessieren und was ihr immer schon über Samen wissen wolltet. Besprecht eure Fragen in der Gruppe und einigt euch auf 3-5 verschiedene Forschungsfragen die ihr in euer Forschungsprotokoll schreibt und eurem Mentor vorstellen könnt.

Überlegt euch beim Formulieren der Forschungsfrage auch ob und wie ihr eurer Frage testen wollt. Welche Materialien ihr braucht, ob es in der Schule durchführbar ist und wie ihr eure Ergebnisse auswerten wollt.

→ Brainstorming: Was wolltet ihr immer schon über Pflanzensamen wissen?

Wie sie am besten wachsen

→ Welche 3-5 Forschungsfragen wollt ihr eurem Mentor präsentieren?

Formuliert eure Forschungsfrage und überlegt euch:

Was möchte ich herausfinden?

Welche Materialien benötige ich dafür?

Was vergleiche ich miteinander?

Wie messe ich meine Ergebnisse?

### b) Einigt euch mit eurem Mentor auf eine Forschungsfrage

Wie mit welcher Flüssigkeit wachsen  
Samen am besten

## 2) Plant das Experiment:

→ Welche Samen und wie viele Samen wollen wir testen (mind. 5)? Vergleichen wir verschiedene Samen miteinander oder nehmen wir die gleichen Samen, aber dafür unterschiedliche Umweltbedingungen?

Umweltbedingungen?

~~6- Maiskörner (4-Drinnen, 2-Draußen)~~  
~~6- Maiskörner (3-Drinnen, 3-Draußen)~~

16- Maissamen

16- Puffbohnen

8- Speisekürbis

→ Was wollen wir herausfinden? Die Anzahl der keimenden Samen oder die Geschwindigkeit der Keimung? Was wäre die beste Methode um den Keimungserfolg zu testen?

Wie sie am besten wachsen.

Einmal wenig gießen

Einmal mehr usw.

→ Wie werden wir die Veränderung der Gestalt der Samen dokumentieren?

Bilder, Tabellen

→ Welche Materialien benötigt ihr dazu? Sind diese vorhanden?

Erde; Wasser; Zucker; Salz; Samen; Lineal;  
Gurkenglas; Messbecher; pH-Wert Messer

→ Wie oft und wann müsst ihr euch um die Pflanzen kümmern? Wer macht wann, was?

7mal

→ Wie oft und wann wollt ihr eure Messungen durchführen? Wer macht wann, was?

7mal

→ Wie wollt ihr eure Daten am Ende darstellen und auswerten?

Durch Liniendiagrammen  
und Poster

### 3) Versucht vorherzusagen was in eurem Experiment passieren wird.

Was wisst ihr bereits über die Keimung von Samen? Welche Unterschiede gib es? Welche Ergebnisse erwartet ihr?

Dest. Wasser: eher wenig würde es wachsen und langsamer  
Salzwasser: eher nicht.  
ganz wenig Wasser: austrocknen und nicht wachsen  
ganz viel Wasser: eher gut ~~wachsen~~ keimen

### 4) Bloggt und nehmt Kontakt zu eurem Mentor auf



### 5) Planung der Durchführung des Experiments

Materialien: Papp Teller, Handschuhe, Rineed, Salz, Dest. Wasser, Wasser,  
Messbecher, Löffel, Küchenrolle

Was ist wann, wie und wie oft zu tun:

alle drei Tage kontrollieren, abmessen Wasser nachfüllen

Ab wann und wie sammelt ihr die Daten:

Am 2.5. (erster Tag).

4) Bloggt und nehmt Kontakt zu eurem Mentor auf



6) Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht:

1)

Datum: 2.5.2019 Uhrzeit: 12:30 - 14:10

Name der ProtokollantIn: Marcel, Birchen, Alex, Fabian

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Wlp

Umgebungsverhältnisse:

Was wird gemacht:

6 Maissamen:  $\phi = 0,7 \text{ cm}$  \*  
8 Speisekürbis-  
samen:  $\phi = 1,15 \text{ cm}$

Destilliertes Wasser: 2 ✓ 4 Maiss.; 4 Puffb.; 2 Speisekürbis  
Leitungswasser: 2 ✓ 4 Maiss.; 4 Puffb.; 2 Speisekürbis  
Salzwasser = 2 ✓ 4 Maiss.; 4 Puffb.; 2 Speisekürbis  
~~Zuckerwasser~~: 2  
PH-Wert Messen  
Weiß Leitungswasser: 2 ✓ 4 Maiss.; 4 Puffb.; 2 Speisekürbis

(Überall: paar Gerstesamen)

Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

\* 16 Puffbohnen  
16 Maiskörner  
8 Speisekürbis

4) Bloggt und nehmt Kontakt zu eurem Mentor auf



2)

Datum: 3.5.2019 Uhrzeit: 13:30 - 14:10

Name der ProtokollantIn: Huseeh, Rivan, Alex, Fabian

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Alle

Umgebungsverhältnisse:

Was wird gemacht:

abgemessen, befeuchten,

Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

	<u>Wunsch</u>	<u>2h</u>	<u>20s</u>	<u>10s</u>
<u>16 Puffbohnen</u>	<u>= 0</u>	<u>1,98</u>	<u>2,1</u>	<u>2,1</u>
<u>16 Haishörner</u>	<u>= 0</u>	<u>0,8</u>	<u>1,2</u>	<u>1,2</u>
<u>8 Speisekartoffeln</u>	<u>= 0</u>	<u>1,15</u>	<u>2,5</u>	<u>2,5</u>
<u>Salzwasser</u>	<u>alle</u>	<u>8h</u>	<u>heißes Wasser</u>	<u>5,0</u>

ist nicht mehr da  
20s  
10s  
5,0  
2,1  
2,1  
1,2  
1,2  
2,5  
2,5  
5,0

4) Bloggt und nehmt Kontakt zu eurem Mentor auf

Zusammenfassung der Daten:



Experiment: Mit welcher Flüssigkeiten die Samen wachsen

Teammitglieder Alex, Nico, Marcel, Fabian

Samen Art Bohnen, Mais, Speisekorn

Samenanzahl 24

Beschreibung der Samen:

Experiment Beschreibung:

Sowb Bohnen Körner Mais

Datum	Länge(cm)	Breite(cm)	Samenanzahl	Größenzunahme des Samens; Samenmantelrisse; Wurzeln, Triebe, Blätter sichtbar?	Andere Beobachtungen
<del>10.05.2019</del>	2 cm	—	16	gekeimt	—
<del>11.05.2019</del>	1,5 cm	—	8	keine Veränderung	—
9. Mai 2019	2,5 cm	—	16	leicht gekeimt	—
9. Mai 2019	0,7 cm	—	cirka 48	alles aufgegangen gekeimt	—



**7) Interpretation eurer Daten:**

(siehe Tabelle)

**8) Was genau ist bei dem Experiment passiert?**

Das meiste ist geschimmelt bzw alles ist geschimmelt.  
Bohnen sind ~~sehr~~ gekeimt.  
Bei Salzwasser ist gar nichts passiert.  
Destilliertes Wasser ist am besten gewachsen.

## Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht und beobachtet:

Datum: 16.5.19 Uhrzeit:

Name der ProtokollantIn: Alex, Yared, Rikar, Fabian

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Alle

Umgebungsverhältnisse:

Was wird gemacht:

Gemessen

Beschreibung der Samen/Keimlinge:

DB: Mais:  $\approx 12$  cm (bei einem gibt es eine kleine Fäulung)  
Puffbohnen:  $\approx 1$  kein einziges ist auf gegangen alle Schimmeln  
Gerste:  $\approx 15$  cm  
Wahist: Speisekürbis: 1 einziges geheimt nach 13t  
L Wurzel 2cm  
KunW.W: grüner Schimmel  
Mais grüner Schimmel

Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht und beobachtet:

Datum: 9.5.19

Uhrzeit: 13 Uhr

Name der ProtokollantIn: Fabian, Marcel, Bircan

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

\*

Umgebungsverhältnisse:

Was wird gemacht:

Gemessen

Beschreibung der Samen/Keimlinge:

Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)  
Dw.: feste: (5cm) (Hirse) Q = 3cm von 7. Gersten  
Kaffbohnen: Schimmel und gleich geblieben  
Kartoffeln: NIK passiert  
Mais: Schimmel u. lange Wurzeln

Wasser

Alles im Durchschnitt

dest. Wasser

Kübbis

Trocken	Mais	Bohnen	Gerste	gesamt	x
Tag0	∅ 0,7cm	∅ 1,98cm	∅ 0,30cm	3,27cm	∅ 1,15cm
Tag1	∅ 0,7cm	∅ 2cm	∅ 0,35cm	3,29cm	∅ 1,16cm
Tag 6	∅ 0,7	∅ 2cm	∅ 0,35cm	3,29cm	∅ 1,16cm
Tag 8	∅ 0,7	∅ 2cm	∅ 0,35cm	3,29cm	∅ 1,16cm
Tag 10	∅ 1,8	∅ 2cm	∅ 1,5cm	5,36cm	∅ 1,16cm
Tag 13	∅ 5,5cm	∅ 2,2cm	∅ 7cm	12cm	∅ 1,16cm
Tag 14	∅ 12cm	∅ 2,2cm	∅ 15cm	30cm	∅ 1,40cm
Trocken					
dest. Wasser	Mais	Bohnen	Gerste 0,30cm	gesamt	x ∅ 1,15cm
Tag0	∅ 0,7	∅ 1,98cm	<del>∅ 0,30cm</del>	<del>3,27cm</del>	<del>∅ 1,15cm</del>
Tag1	—  —	—  —	—  —	—  —	—  —
Tag 6	—  —	—  —	—  —	—  —	—  —
Tag 8					
Tag 10					
Tag 13			∅ 7cm		
Tag 14			∅ 15cm		
			0,45cm		
zu viel Wasser	Mais	Bohnen	Gerste	gesamt	x
Tag0					
Tag1					
Tag					
Tag					
Tag					
Tag					
Tag					
Tag					
Salzwasser	Mais	Bohnen	Gerste	gesamt	x
Tag0					
Tag1					
Tag					
Tag					
Tag					
Tag					
Tag					
Tag					

# Forschungsprotokoll



**Gruppenname:**

Blümchen Maya

**Mitglieder:**

Daniel Markus  
Alina Wolfgang

**Mentor:**

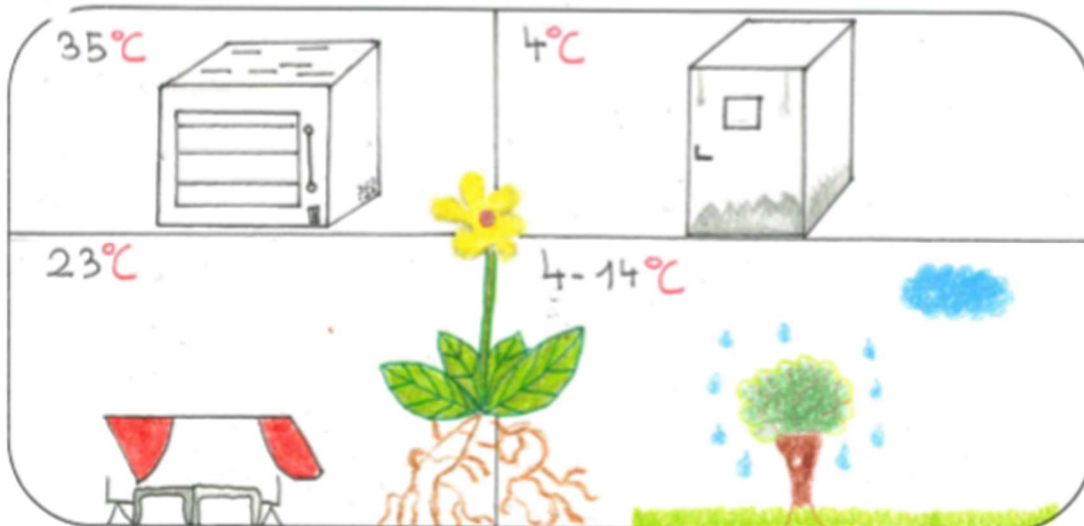
Julia Stejskal

**Forschungsfrage:**

Wie entwickeln sich Samen bei  
verschiedenen Temperaturen?

**Durchführungszeitraum:**

**Gruppenlogo:**



## 1. Formuliert eure Forschungsfrage:

### a) Welches Themengebiet soll untersucht werden?

Nachdem ihr in den letzten Stunden schon einiges über Pflanzen gelernt habt könnt ihr überlegen, was ihr über die Keimung von Pflanzensamen wissen möchtet. Ihr habt jeden Tag mit Pflanzen zu tun. Was könnte euch interessieren?

Schreibt euch einige Frage auf die euch zum Thema Samenkeimung interessieren und was ihr immer schon über Samen wissen wolltet. Besprecht eure Fragen in der Gruppe und einigt euch auf 3-5 verschiedene Forschungsfragen die ihr in euer Forschungsprotokoll schreibt und eurem Mentor vorstellen könnt.

Überlegt euch beim Formulieren der Forschungsfrage auch ob und wie ihr eurer Frage testen wollt. Welche Materialien ihr braucht, ob es in der Schule durchführbar ist und wie ihr eure Ergebnisse auswerten wollt.

→ Brainstorming: Was wolltet ihr immer schon über Pflanzensamen wissen?

Wir wollen nichts wissen

→ Welche 3-5 Forschungsfragen wollt ihr eurem Mentor präsentieren?

Formuliert eure Forschungsfrage und überlegt euch:

Was möchte ich herausfinden?

Welche Materialien benötige ich dafür?

Was vergleiche ich miteinander?

Wie messe ich meine Ergebnisse?

### b) Einigt euch mit eurem Mentor auf eine Forschungsfrage

---

---

## 2) Plant das Experiment:

→ Welche Samen und wie viele Samen wollen wir testen (mind. 5)? Vergleichen wir verschiedene Samen miteinander oder nehmen wir die gleichen Samen, aber dafür unterschiedliche Umweltbedingungen?

Bohnen 15 stk.  
Mais 15 stk.

→ Was wollen wir herausfinden? Die Anzahl der keimenden Samen oder die Geschwindigkeit der Keimung? Was wäre die beste Methode um den Keimungserfolg zu testen?

Wie sich die Samen bei verschiedenen Temperaturen entwickeln

→ Wie werden wir die Veränderung der Gestalt der Samen dokumentieren?

mit Fotos

→ Welche Materialien benötigt ihr dazu? Sind diese vorhanden?

Wasser  
Kontschranz  
Küchencelle

→ Wie oft und wann müsst ihr euch um die Pflanzen kümmern? Wer macht wann, was?

Jede Woche, 2 Tage

→ Wie oft und wann wollt ihr eure Messungen durchführen? Wer macht wann, was?

Jede Woche, macht jeder was anderes

→ Wie wollt ihr eure Daten am Ende darstellen und auswerten?

mit Fotos und unseren Dokumentationen

### 3) Versucht vorherzusagen was in eurem Experiment passieren wird.

Was wisst ihr bereits über die Keimung von Samen? Welche Unterschiede gib es? Welche Ergebnisse erwartet ihr?

nein



### 4) Bloggt und nehmt Kontakt zu eurem Mentor auf



### 5) Planung der Durchführung des Experiments

#### ● Materialien:

Wasser  
Kühlschrank  
Küchenrolle

Was ist wann, wie und wie oft zu tun:

2 Tage in der Woche

Ab wann und wie sammelt ihr die Daten:

mit Fotos und schriftlich



4) Bloggt und nehmt Kontakt zu eurem Mentor auf



6) Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht:

1)

Datum: 2. Mai ..... Uhrzeit: 13:23

Name der ProtokollantIn: Aleyna .....

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Wolfgang, Mustafa, Aleyna .....

Umgebungsverhältnisse:

Was wird gemacht:

Forschungsfrage ausgedacht  
Brainstorming

Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

Bohnen : 1,23 cm }  
Mais : 0,53 cm } ∅

4) Bloggt und nehmt Kontakt zu eurem Mentor auf



2)

Datum: ...3. Mai..... Uhrzeit: 11:00

Name der ProtokollantIn: ...Mustafa.....

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

.....Wolfgang, Mustafa, Daniels, Alexia.....

Umgebungsverhältnisse:

Was wird gemacht:

- Wir haben abgelesen  
kontrolliert ob es Veränderungen gab  
Temperatur  
Temperatur experiment geschaltet  
Fotos gemacht

● Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

Bohnen: 1,57 cm }  
Mais: 0,70 cm } ∅

## Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht und beobachtet:

Datum: 6.5..... Uhrzeit:

Name der ProtokollantIn: M. F. M. M. M......

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Daniel, M. M......

Umgebungsverhältnisse: nass

Was wird gemacht:

fotos wurden geschossen  
gemessen

Beschreibung der Samen/Keimlinge:

Hofer beim warmen nicht gekeimt

Kalt ist nichts gewachsen

Bei Raumtemperatur sind Zvonq Mais gekeimt und Gärtle ist ausgetrieben

Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

Wurzel: 2,1cm

Maiss: 2,5cm

Keimblatt: 1cm

eines ist nicht gekeimt

Raum Mais  
Wurzel: 0,5cm

0,6cm

0,2cm

sonst nichts gewachsen

Draußen

Maiss Wurzel: 0,9cm

~~Kritik~~

## Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht und beobachtet:

Datum: 9.5..... Uhrzeit:

Name der ProtokollantIn: Mushi.....

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Daniel, Alexna, Wolf, Mushi.....

Umgebungsverhältnisse: warm  $\rightarrow 35^{\circ}\text{C}$   
kalt  $\rightarrow 4^{\circ}\text{C}$   
raum  $\rightarrow 23^{\circ}\text{C}$   
draußen  $\rightarrow 4^{\circ}\text{C} - 14^{\circ}\text{C}$

Was wird gemacht:

abgemessen, fotografiert

## Beschreibung der Samen/Keimlinge:

warm: begann zum schimmeln

raum: am besten gewachsen

draußen: wurzeln bei der Gerste  $\rightarrow$  sie hat triebe bekommen

kalt: nichts verändert außer bei der Gerste  $\rightarrow$  sie hat triebe bekommen, keimt langsam

## Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

alles ist gleich geblieben

Bohnen: 1,5 cm

Gerste: 3 cm

## Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht und beobachtet:

Datum: 16.5 Uhrzeit:

Name der ProtokollantIn: Alyna

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Daniel, Alyna, Wolli, Musti

Umgebungsverhältnisse:

Was wird gemacht:

abgemessen, fotografiert, Daten eingetragen

Beschreibung der Samen/Keimlinge:

Gerste: ist gewachsen

Maïs: ist gewachsen

Bohnen: sind verschimmelt  $\rightarrow 23^{\circ}\text{C}$

Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

Maïs: 7cm

Gerste: 13cm, 8,5cm, 11cm

# Temperatur

Wachstumshöhe in cm

4 Grad	Mais	Bohnen	Gerste	gesamt	x
Tag0	0,53 cm	1,23 cm	1 cm		
Tag1	0,70 cm	1,57 cm	1,2 cm		
Tag2	0,70 cm	1,60 cm	1 cm		
Tag3	0,70 cm	1,62 cm	1 cm		
Tag4	1 cm	1,62 cm	1 cm		
Tag5	1 cm	1,62 cm	1 cm		
Tag6	0,9 cm	1,2 cm	1 cm		
4-14 Grad	Mais	Bohnen	Gerste	gesamt	x
Tag0	0,53 cm	1,23 cm	1 cm		
Tag1	0,70 cm	1,57 cm	1,2 cm		
Tag2	0,70 cm	1,57 cm	1,5 cm		
Tag3	0,75 cm	1,60 cm	1,2 cm		
Tag4	0,80 cm	1,62 cm	1,2 cm		
Tag5	0,80 cm	1,62 cm	3 cm		
Tag6	1,1 cm	2 cm	5,5 cm		
23 Grad	Mais	Bohnen	Gerste	gesamt	x
Tag0	0,53 cm	1,23 cm	1 cm		
Tag1	0,70 cm	1,57 cm	1,2 cm		
Tag2	2,5 cm	1,65 cm	1,5 cm		
Tag3	2,5 cm	1,70 cm	8 cm		
Tag4	7 cm	1,80 cm	9 cm		
Tag5	8 cm	1,8 cm	10 cm		
Tag6	8 cm	2,2 cm	12 cm		
35 Grad	Mais	Bohnen	Gerste	gesamt	x
Tag0	0,53 cm	1,23 cm	1 cm		
Tag1	0,70 cm	1,57 cm	1,2 cm		
Tag2	gut gewachsen	verschimmelt	verschimmelt		
Tag3	verschimmelt				
Tag4					
Tag5					
Tag6					

# Forschungsprotokoll



**Gruppenname:**

Bahce

**Mitglieder:**

Maria, Tuana, udsja  
Jonny, Elmas

**Mentor:**

**Forschungsfrage:**

- Welchen pH-Wert braucht ein Samen, um zu wachsen?
- Wie viel Wasser braucht ein Samen, um zu keimen?

**Durchführungszeitraum:**

2. Mai - 16. Mai

**Gruppenlogo:**



### 3) Versucht vorherzusagen was in eurem Experiment passieren wird.

Was wisst ihr bereits über die Keimung von Samen? Welche Unterschiede gib es? Welche Ergebnisse erwartet ihr?



### 4) Bloggt und nehmt Kontakt zu eurem Mentor auf



### 5) Planung der Durchführung des Experiments

#### Materialien:

- Eisig
- Spülmittel
- Pflanzensamen
- Bechergläser
- Indikatorpapier
- Erde
- Wasser
- Wasser
- Erde

#### Was ist wann, wie und wie oft zu tun:

- jeden 2. Tag mit der selben Zutat gießen
- jeden Tag kontrollieren u. Pflanzen besichtigen

#### Ab wann und wie sammelt ihr die Daten:

- ab 2. Mai 2019
- durch Messungen
- jeden 2. tag überprüfen



4) Bloggt und nehmt Kontakt zu eurem Mentor auf



6) Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht:

1)

Datum: 2. Mai 2019 Uhrzeit: 13:12

Name der ProtokollantIn: Elmas

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Jenny, Lidija, Tuana, Mario u. Elmas

Umgebungsverhältnisse: ANWA-Raum

Was wird gemacht:

- Samen wurden ausgesucht (Kürbis & Hafer)
- Samen abgemessen
- Samen wurden gezählt

Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

- |                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| • 7 Kürbissamen     | • 5 Hafersamen    |
| = 1,4 cm            | 1. = 1,5 cm       |
| = 1,5 cm            | 2. = 1,2 cm       |
| = 1,7 cm            | 3. = 1 cm         |
| = <del>1,7 cm</del> | 4. = 1,2 cm       |
| = <del>1,6 cm</del> | 5. = 1,1 cm       |
| = 2 cm              | (96 x Hafersamen) |
| = 2,1 cm            |                   |

## Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht und beobachtet:

Datum: 6.5. Uhrzeit: 13:20

Name der ProtokollantIn: Elmas Kamkus

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Elmas K.

### Umgebungsverhältnisse:

Samen: Bohnen ; Kürbiskern , Hafer

### Was wird gemacht:

Samen wurden nach 2 Tagen wieder bewässert mit verschiedenen Zusätzen. Sie wurden auch gemessen.  
 Ergebnisse: am besten haben die Samen im Zitronen mit Wasser gekeimt.  
 Bei nur Zitronen sind die Bohnen dunkler geworden.  
 Die Bohnen haben bei nur Spülmittel gekeimt.  
 In nur Wasser ist noch nichts passiert.

### Beschreibung der Samen/Keimlinge:

Mit Kürbiskernsamen und Bohnen sind gewachsen.  
 Hafer ist nicht viel passiert

### Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

1. Spülmittel	Zitronen mit Wasser	Wasser	Zitronen
Hafer: 1,2; 1,1; 1,1; 1,3;	1; 1,3; 1; 1,4;	1,3; 1; 1,1; 1,2	1,3; 1,1; 1; 1,2
Kürbiske: 2,0	2,4; 1,8	2,1; 1,9	1,9
Bohnen: 2,1; 2,2; 2,4; 1,9	2,4; 2,5; 1,6; 1,7	2,4; 2,1; 1,8; 1,7	1,8; 2,1; 2; 1,7

## Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht und beobachtet:

Datum: 9.9.19 Uhrzeit: 10:41

Name der ProtokollantIn: Lidia Witvic, Kany Inje

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Jenny, Tjuna, Almas, Harib

Umgebungsverhältnisse:

Samen, Bohnen, Kürbiskorn, Hafer

Was wird gemacht:

alles wurde neu gemessen u. ab fotografiert.  
alles wurde 1x erneut gepossen  
pH-wert wurde gemessen  
Samen wurden beobachtet

Mentor wird informiert

Beschreibung der Samen/Keimlinge:

Zitronen bildet Schimmel-felles ergebnis!  
Bohnenkeime sind gut beschimmelt, Bohne keime gut mit Zitronen schimmel  
Insekten mögen die Basis, ~~mit Wasser die Samen~~

Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

Wasser	Zitronen mit Wasser	Spülmittel mit Wasser	Zitronen
Bohne = 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2	Bohne = 2, 2, 5, 1, 9	Bohne = 2, 2, 2, 2, 2, 2	Bohne = 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2
Kürbis Kern =	Kürbis Kern = 2, 10	Kürbis Kern = 10	Kürbis Kern = 2
Hafer = 1, 1, 2, 0, 9, 1	Hafer = 1, 1, 2, 1, 4	Hafer = 1, 5, 0, 9, 1	Hafer = 1, 1, 1, 2, 1, 3
pH-wert = 5	pH-wert = 2 bis 3	pH-wert = 6	pH-wert = 1 bis 2

## Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht und beobachtet:

Datum: 13. Mai ..... Uhrzeit: 13:30

Name der ProtokollantIn: Elmas .....

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Elmas .....

### Umgebungsverhältnisse:

Akustik-Raum / Fensterbank

### Was wird gemacht:

- Pflanzen werden gegießt
- Samen gemessen
- Fotos werden gemacht

### Beschreibung der Samen/Keimlinge:

- Wir haben Zitrone und Zitrone mit Wasser weggeschmissen weil es extrem geschimmelt hat.
- ~~Spülmittel~~ Fliegen mögen Spülmittel mit Wasser
- ~~Spülmittel~~ Spülmittel mit Wasser: Bohnen sind gewachsen; Kürbiskern hat gekeimt und es beginnt langsam zu schwimmeln;
- Wasser: Bohnen haben begonnen zu keimen; Hafer ist gleich gediehen; genauso wie Kürbiskern

Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

Spülmittel mit Wasser	Wasser
Bohne: 2,5 ; 2,8 ; 2	Bohne: 2,6 ; 2,8 ; 2,7
Hafer: 1,2 ; 1,3 ; 1,1	Hafer: 1,1 ; 1,2 ; 1,1
Kürbiskern: 2,2	Kürbiskern: 2,1 ; 1,9

## Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht und beobachtet:

Datum: 16.05.2019 Uhrzeit: 12.40

Name der ProtokollantIn: Kenny, Julia, Tiana

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Haris, Tiana, Lidija, Elmas

Umgebungsverhältnisse:

Samen, Bohnen, Kürbisdorn, Hofe

Was wird gemacht:

Alles wurde fotografiert  
Samen wurden weggeworfen  
Durchschnittswerte wurden berechnet und in die  
Tabelle eingetragen.

Beschreibung der Samen/Keimlinge:

Samen haben sich nicht sehr verändert. Werte  
waren wie bei den Tagen davor

Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

## Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht und beobachtet:

Datum: 16.05.2019 Uhrzeit: 12:40

Name der ProtokollantIn: Jenny, Tuong

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Horio, Tuong, Lidija, Elmas

Umgebungsverhältnisse:

Samen, Bohnen, Kürbissen, Hafel

Was wird gemacht:

Alles wurde neu ~~gemacht~~ abfotografiert

Samen wurden weggeworfen

Durchschnittswerte wurden ~~berechnet~~ berechnet und in die Tabelle eingetragen

Beschreibung der Samen/Keimlinge:

Samen haben sich nicht sehr verändert ~~die~~ Werte waren so wie immer.

Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

pH-Wert

pH 1 <i>Zitrone</i>	Mais <i>Hafel</i>	Bohnen	Gerste <i>Kürbis</i>	gesamt	x
Tag0	1,2	1,5	1,7		
Tag1	1,15	1,9	1,9		
Tag 2	1,125	1,9	2		
Tag 3					
Tag 4					
Tag					
Tag					
pH 4 <i>Zitrone</i>	Mais <i>Hafel</i>	Bohnen	Gerste <i>Kürbis</i>	gesamt	x
Tag0	1,2	1,5	1,7		
Tag1	1,175	2,05	2,1		
Tag	1,3	2,13	1,85		
Tag					
Tag					
Tag					
Tag					
pH 7 <i>Wasser</i>	Mais <i>Hafel</i>	Bohnen	Gerste <i>Kürbis</i>	gesamt	x
Tag0	1,2	1,5	1,7		
Tag1	1,15	2	2		
Tag	1,125 <i>1,025</i>	2,125	1,75		
Tag					
Tag					
Tag					
Tag					
pH 8 <i>Spektralmess</i>	Mais <i>Hafel</i>	Bohnen	Gerste <i>Kürbis</i>	gesamt	x
Tag0	1,2	1,5	1,7		
Tag1	1,15	2,15	2		
Tag	1,13	2,175	1,5		
Tag					
Tag					
Tag					
Tag					
Tag					

4) Bloggt und nehmt Kontakt zu eurem Mentor auf



2)

Datum: 9.5.2019 Uhrzeit: 12:43

Name der ProtokollantIn: alle

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Alicia Zoran, Peter Kress, Kira

Umgebungsverhältnisse: Im Schatten schimmelt der Mais

Was wird gemacht: Kürbis wächst nicht im Licht

beobachtet, abgemessen, gegossen, Bilder gemacht

Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

Halbbrachten:

Licht:

Bohne: 2,3 cm	Wurzel: <del>7</del> 8 mm	Bohne: 2 cm	Wurzel: 2,5 cm	Keim: 1,2
Gerste: 9 mm	Wurzel: 8 cm	Gerste: 1 cm	Wurzel: 1,3 cm	
Kürbis: 1,4 cm	Wurzel: 0	Kürbis: 2 cm	Wurzel: 2,2 cm	
Mais: 0,8 mm	Wurzel: 3,5 cm	Mais: 1 cm	Wurzel: 8 cm	

Schatten

Bohne: 2 cm	Wurzel: <del>7</del> 7 cm	Keim: 3 cm
Gerste: 0,7 mm	Wurzel: <del>1</del> 1,4 cm	
Kürbis: 1,3 cm	Wurzel: 2,3 cm	
Mais: 0,5 mm	Wurzel: 4,2 cm	



## Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht und beobachtet:

Datum: 13.05.2019 Uhrzeit: 13:35

Name der ProtokollantIn: Vanessa Escobar und Vesra

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Petar, Aliga, Zoran

Umgebungsverhältnisse:

Kürbis wächst am besten im Schatten.  
Im ~~Abstrich~~ ~~Abstrich~~ abstrichen sie halbwegs.  
Im Licht wächst ~~es~~ garnicht.

Was wird gemacht:

Gesessen, abgemessen und Fotografiert.

Beschreibung der Samen/Keimlinge:

Im Licht: Stachel dafür aber langsam.  
Halbsch.: Wächst schnell <sup>aber</sup> nicht so stabil wie im Licht.  
Schatten: Am schnellsten und mangelt an Chlorophyll.

Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

(Schatten)  
Gerste: ~~19,5cm~~ 20cm, Mais: 10cm, Bohren: 5cm  
Kürbis: 7cm  
(Halbschatten) Mais: 10,5cm, Bohren: 6cm  
Gerste: 19,5cm  
Kürbis: 2,5cm  
(Licht)  
Gerste: 15cm, Bohren: 2cm, Mais: 10cm, Kürbis: ✓

# Forschungsprotokoll



Gruppenname: Little Einsteins

Mitglieder: Vanessa, Vesna, Zoran  
Alicja, Peti

Mentor:

Frau Prof. Boogman

Forschungsfrage:  
Wieviel Sonnenlicht braucht ein  
Samen ?

Durchführungszeitraum:

02.05. - 16.05.2019

Gruppenlogo:



## 1. Formuliert eure Forschungsfrage:

### a) Welches Themengebiet soll untersucht werden?

Nachdem ihr in den letzten Stunden schon einiges über Pflanzen gelernt habt könnt ihr überlegen, was ihr über die Keimung von Pflanzensamen wissen möchtet. Ihr habt jeden Tag mit Pflanzen zu tun. Was könnte euch interessieren?

Schreibt euch einige Frage auf die euch zum Thema Samenkeimung interessieren und was ihr immer schon über Samen wissen wolltet. Besprecht eure Fragen in der Gruppe und einigt euch auf 3-5 verschiedene Forschungsfragen die ihr in euer Forschungsprotokoll schreibt und eurem Mentor vorstellen könnt.

Überlegt euch beim Formulieren der Forschungsfrage auch ob und wie ihr eurer Frage testen wollt. Welche Materialien ihr braucht, ob es in der Schule durchführbar ist und wie ihr eure Ergebnisse auswerten wollt.

#### → Brainstorming: Was wolltet ihr immer schon über Pflanzensamen wissen?

- Entstehung von Samen. E
- Warum ist es bunt?
- Warum brauchen Pflanzen Licht?

#### → Welche 3-5 Forschungsfragen wollt ihr eurem Mentor präsentieren?

Formuliert eure Forschungsfrage und überlegt euch:

Was möchte ich herausfinden? Die Keimung von den Samen

Welche Materialien benötige ich dafür? Topf, Samen, Wasser, Sonnenlicht, Schatten

Was vergleiche ich miteinander? Wie der Samen im Schatten und in d. Sonne reagiert.

Wie messe ich meine Ergebnisse?

Ob der Samen aufblüht oder nicht  
Länge und Gewicht.

### b) Einigt euch mit eurem Mentor auf eine Forschungsfrage

Wie viel Sonnenlicht braucht der Samen?

## Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht und beobachtet:

Datum: 15. Mai ..... Uhrzeit: 13.30

Name der ProtokollantIn: Vanessa / Leon

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Vesna, Alicja, Pelar

Umgebungsverhältnisse:

Licht: Mais schnell, Gerste wächst am Schnellsten  
Halbschatten: Bohnen wachsen sehr langsam, Gerste (=)

Was wird gemacht:

Gegossen, Gemessen und beobachtet

Beschreibung der Samen/Keimlinge:

Mais schnobbelt im Licht



~~Schatten~~ Schatten: Gerste wächst am Schnellsten  
jedoch mangelt es an Chlorophyll

Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

	Licht	Schatten	Halbschatten
Bohnen	4cm	<del>6cm</del>	8cm
Mais	14cm	12cm	17cm
Gerste	17cm	<del>25cm</del>	14cm
Kürbis	11cm	<del>7,1cm</del>	0cm

## 2) Plant das Experiment:

→ Welche Samen und wie viele Samen wollen wir testen (mind. 5)? Vergleichen wir verschiedene Samen miteinander oder nehmen wir die gleichen Samen, aber dafür unterschiedliche Umweltbedingungen?

Zwiebel, Mais, Gerste, Kürbis, Bohne

→ Was wollen wir herausfinden? Die Anzahl der keimenden Samen oder die Geschwindigkeit der Keimung? Was wäre die beste Methode um den Keimungserfolg zu testen?

• Welcher Samen schneller wächst?

→ Wie werden wir die Veränderung der Gestalt der Samen dokumentieren?

In dem wir die Größe, Länge messen.  
Anzahl der Keime  
Die Länge und Breite jeden 2ten Tag messen.

→ Welche Materialien benötigt ihr dazu? Sind diese vorhanden?

Feuer, Wasser, Erde, Luft, Licht (Lampe, Sonnenstrahlen),  
Töpfe, Handschuhe

→ Wie oft und wann müsst ihr euch um die Pflanzen kümmern? Wer macht wann, was?

• 5 mal in der Woche (jeden zweiten dokumentieren!)

→ Wie oft und wann wollt ihr eure Messungen durchführen? Wer macht wann, was?

• 3-4 mal in der Woche

→ Wie wollt ihr eure Daten am Ende darstellen und auswerten?

Zeigen und erzählen → Präsentieren

## Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht und beobachtet:

Datum: 16. Mai 2019 Uhrzeit: 12:41

Name der ProtokollantIn: Alicja / Kessa / Peter

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Karessa, Zoran

Umgebungsverhältnisse:

Licht: Mais schimmelt, Gerste wächst am Schnellsten; Kürbis wächst nicht  
Halbsch: — " — , Kürbis: wächst bisschen, Bohne schimmelt

Was wird gemacht:

gegossen, gemessen und beobachtet

Beschreibung der Samen/Keimlinge:

Kürbis wächst am besten im Schatten und Bohne  
Gerste am besten in Schatten jedoch wenig  
Chlorophyll

Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

das selbe wie am 15. Mai

### 3) Versucht vorherzusagen was in eurem Experiment passieren wird.

Was wisst ihr bereits über die Keimung von Samen? Welche Unterschiede gib es? Welche Ergebnisse erwartet ihr?

1. Bei der Keimung steckt sich das Hypokotyl. Es bilden sich ein typischer Hypokotylhaken, welcher die Erdoberfläche durchbricht und dadurch die Keimblätter in die Höhe gehen. (Es gibt zwei Arten von Samen nämlich die ein Keimblattem und die zwei Keimblattem.)
2. Die zwei Keimblattem haben große Keimblätter und haben meistens Zucker gespeichert. Brauchen auch kein Sonnenlicht. Sie wachsen auch mit zwei Blättern aus der Erde. Bei den anderen ist nur mit einem Keimblatt.
3. Das die Samen auswachsen.

### 4) Bloggt und nehmt Kontakt zu eurem Mentor auf



### 5) Planung der Durchführung des Experiments

Materialien: Wasser

Was ist wann, wie und wie oft zu tun: täglich abmessen, Veränderungen beobachten und aufschreiben, fotografieren,

Ab wann und wie sammelt ihr die Daten: 3 bis 4 mal in der Woche

## 7) Interpretation eurer Daten:

Der Kürbis ~~ist~~ <sup>ist</sup> am besten im Schatten gewachsen weil die Samen nicht zu schnell reifen.

Wir haben durch diesen Experiment gesehen welche Samen in welchen Lichtverhältnissen am besten wachsen. z.B.: ~~erzelen~~ die Kürbis-Samen wachsen am besten im Schatten und die restlichen in jeweils Halbschatten oder Licht. Damit die Samen überhaupt wachsen, mussten wir die Samen täglich gießen und notieren ob und wie viel sie gewachsen sind. Nach dem abmessen haben wir das Ergebnis von den Samen fotografiert und unseren Mentor informiert was und wie viel sich die Samen/Pflanzen verändert haben.

## 2, Was genau ist bei dem Experiment passiert?

~~Bei diesem Experiment~~

Bei diesem Experiment haben wir die Samen getestet wie viel Sonnenlicht ein Samen braucht.

Dabei haben wir festgestellt, dass die Samen im Schatten am schnellsten gewachsen sind, dafür hatten die Samen keinen Halt und keine richtige Farbe. Im Halbschatten war ~~es~~ die Wachstumszeit ganz ok und die Samen hatten auch einen guten Halt und die Samen hatten Farbe. Im Licht war ~~es~~ ging der Wachstum am langsamsten dafür war der Halt am besten ~~es~~ sowie die Farbe.



4) Bloggt und nehmt Kontakt zu eurem Mentor auf



6) Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht: Messen die Größe der Samen.

1)

Datum: 2. Mai 19 Uhrzeit: 13:08

Name der ProtokollantIn: Vesna Petar

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Alicja, Zoran, Petar, Vanessa, Vesna

Umgebungsverhältnisse: ✓

Was wird gemacht:

- erstmal die Samen ausgesucht
- danach jede einzelne abgemessen
- die Größe fotografiert
- 5 Samenarten:

\* Mais

\* Gerste

\* Kürbis

\* Bohne

Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

Mais: 0,5 mm

Gerste: 0,9 mm

Kürbis: 1,7 cm

Bohne: 1,7 cm

## Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht und beobachtet:

Datum: 3. Mai ..... Uhrzeit: 13:20

Name der ProtokollantIn: Alicja Kern .....

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Zoran, Peter, Vanessa, Kern, Alicja .....

Umgebungsverhältnisse: /

Was wird gemacht:

Wir haben die Samen auf einem Plastikeller der mit feuchten Küchenrolle eingepflanzt, darüber eine Folie gelegt und es jeweils auf die Stellen gegeben.

Beschreibung der Samen/Keimlinge:

die Haut der Samen löste sich und Wurzeln kamen hervor

Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

Mais: 0,5 mm

Gerste: 0,9 mm

Kürbis: 1,7 cm

Bohne: 1,7 cm

## Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht und beobachtet:

Datum: 06.05.2019 Uhrzeit: 13:20

Name der ProtokollantIn: Zoran, Vanessa, Petar

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Zoran, Petar, Vesna, Mirna, Vanessa

Umgebungsverhältnisse:

Im Schatten sind die Samen weiß. ☹  
Im Halbschatten sind die Samen hellgrün. ☺  
Im Licht sind die Samen grün. ☺

Was wird gemacht:

beobachtet, abgemessen, gegossen, Bilder gemacht

Beschreibung der Samen/Keimlinge:

Schatten: schlecht  
Halbschatten: in Ordnung  
Licht: sehr gut

Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

Licht  
Bohne = 2cm, Wurzel = 7mm  
Gerste = ~~1cm~~ 1cm, Wurzel = 2,5cm  
Kürbis = ~~2mm~~ 2mm, Wurzel = keine  
Mais = ~~1,0cm~~ 1,0cm, Wurzel = 5mm

Halbschatten  
Gerste ist im Halbschatten  
angewachsen und grün  
Schatten  
Bohnen = 2cm, Wurzel = 4cm  
Mais = 1cm, Wurzel = weiße Farbe  
Kürbis = 1,9cm, Wurzel = 1cm

# Forschungsprotokoll



**Gruppenname:**

Die Pflanzenprofis ♡

**Mitglieder:**

- Lejdina - Eliza
- Kathi - Rinora

**Mentor:**

oo. Univ. - Prof. Dr. Michael Kiehn

**Forschungsfrage:**

Bei welcher Bodenart keimen Samen am besten?

**Durchführungszeitraum:**

02.05.2019 - 16.05.2019

**Gruppenlogo:**



## 1. Formuliert eure Forschungsfrage:

### a) Welches Themengebiet soll untersucht werden?

Nachdem ihr in den letzten Stunden schon einiges über Pflanzen gelernt habt könnt ihr überlegen, was ihr über die Keimung von Pflanzensamen wissen möchtet. Ihr habt jeden Tag mit Pflanzen zu tun. Was könnte euch interessieren?

Schreibt euch einige Frage auf die euch zum Thema Samenkeimung interessieren und was ihr immer schon über Samen wissen wolltet. Besprecht eure Fragen in der Gruppe und einigt euch auf 3-5 verschiedene Forschungsfragen die ihr in euer Forschungsprotokoll schreibt und eurem Mentor vorstellen könnt.

Überlegt euch beim Formulieren der Forschungsfrage auch ob und wie ihr eurer Frage testen wollt. Welche Materialien ihr braucht, ob es in der Schule durchführbar ist und wie ihr eure Ergebnisse auswerten wollt.

#### → Brainstorming: Was wolltet ihr immer schon über Pflanzensamen wissen?

Kann eine Pflanzensame, wenn es einbetoniert ist, trotzdem wachsen?

● Wächst eine Pflanze schneller wenn es mit Süß- oder Salzwasser gegossen wird?

Bei wie viel Grad wachsen Samen am besten?

Wachsen Maissamen schneller als Bohnsamen?

#### → Welche 3-5 Forschungsfragen wollt ihr eurem Mentor präsentieren?

Formuliert eure Forschungsfrage und überlegt euch:

Was möchte ich herausfinden?

● Welche Materialien benötige ich dafür?

Was vergleiche ich miteinander?

Wie messe ich meine Ergebnisse?

Bei welchen Flüssigkeitsbedingungen wachsen Samen am besten?

Bei welcher Bodenart wachsen Samen am besten und am schnellsten?

Materialien → Flüssigkeiten: Leitungswasser, Süßwasser, Salzwasser, Destilliertes Wasser

Böden: Blumenerde, Sand, lehmiger Boden, Gips

Behälter: Töpfe oder Becher

Wir vergleichen den Wachstum und die Schnelligkeit

Wir messen sie ab und machen Fotos

### b) Einigt euch mit eurem Mentor auf eine Forschungsfrage

Bei welcher Bodenart keimen Samen am besten?

## 2) Plant das Experiment:

→ Welche Samen und wie viele Samen wollen wir testen (mind. 5)? Vergleichen wir verschiedene Samen miteinander oder nehmen wir die gleichen Samen, aber dafür unterschiedliche Umweltbedingungen?

Mais ~~Bohnen~~  
Puffbohnen

Wir nehmen verschiedene Samen und vergleichen sie auch bei unterschiedlichen Umweltbedingungen.

→ Was wollen wir herausfinden? Die Anzahl der keimenden Samen oder die Geschwindigkeit der Keimung? Was wäre die beste Methode um den Keimungserfolg zu testen?

Beides. Anzahl & Geschwindigkeit der Keimung.  
Die Samen in verschiedenen Böden einzutopfen und ~~in verschiedenen Wasserarten zu gießen.~~

→ Wie werden wir die Veränderung der Gestalt der Samen dokumentieren?

Jeden Freitag ~~nachschauen~~ <sup>dokumentieren</sup>, jeden Mo, Mi & Do gießen, abmessen und Fotos machen.

→ Welche Materialien benötigt ihr dazu? Sind diese vorhanden?

- Garten Erde  
- Sand  
- Gips  
- Lehninger Boden  
~~- Watte~~

} normales Wasser

} ~~Schwefelwasser~~

- 5 Töpfe/Becher  
- Gießkanne  
- Samen

→ Wie oft und wann müsst ihr euch um die Pflanzen kümmern? Wer macht wann, was?

mind. 3x pro Woche | Eliza gießt am Donnerstag in der Früh.  
Kathi gießt am Mittwoch in der Früh | ~~Rita~~ <sup>Lejina</sup> dokumentiert jeden Freitag über die Keimung.  
Lejina gießt am Montag in der Früh.

→ Wie oft und wann wollt ihr eure Messungen durchführen? Wer macht wann, was?

Lejina ~~Rita~~ <sup>Mal</sup> wird jeden Freitag über die Keimung dokumentieren und dabei auch die Messungen ~~erhalten~~ durchführen.

Jeden Montag, Mittwoch, Donnerstag wird gemessen, Fotos gemacht und gegossen

→ Wie wollt ihr eure Daten am Ende darstellen und auswerten?

Die Größenzunahme, die Schnelligkeit

Anzahl der Pflanzen

4) Bloggt und nehmt Kontakt zu eurem Mentor auf



2)

Datum: 3.05.2019 Uhrzeit:

Name der ProtokollantIn: Lejdina

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Lejdina, Kathi, Elisa, Rimora

Umgebungsverhältnisse: gleiche Zimmertemperatur und Lichtverhältnisse

Was wird gemacht:

Wir haben jeweils trockene und vorher im Wasser eingelegte Bohnen, Mais und Gerste in Gartenerde, Sand, Gips und lehmigen Boden eingepflanzt. Wir haben das in durchsichtige Plastikbecher rein gegeben und versucht die Samen an den Rand zu schieben, damit wir die Unterschiede später sehen können. Alle Becher, bis auf die mit Gips, wurden mit 15 ml Wasser gegossen. Die Becher mit Gips wurden nicht gegossen weil sie schon Wasser vom Gips, was wir bei der Herstellung verwendet haben, hatten.  
Ich fand es interessant das der Gips beim Trocknen warm wurde.

daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

## (auf <sup>de</sup> ) Die oikos Kinder (auf griechisch)

Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht und beobachtet:

Datum: 06.05.2019 Uhrzeit:

Name der ProtokollantIn: Lejdina

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

Lejdina

Umgebungsverhältnisse: gleiche Zimmertemperatur und Lichtverhältnisse

Was wird gemacht:

Die Becher wurden mit 10ml Wasser gegossen, bis auf drei mit Gips.  
Man konnte nach nichts abmessen bis auf ~~die~~ manche Wurzeln.  
Ich habe Fotos gemacht.

Beschreibung der Samen/Keimlinge:

Wie erwartet wachsen der Mais ~~ist~~ die Bohnen in der Blumenerde bis jetzt am besten. Der Mais im lehmigen Boden hat schon ein Keimblatt. Die Bohnen im lehmigen Boden keimen. Von der üerste sieht man darauf noch nichts. Die Bohnen die trocken waren, haben den Gips durchbrochen. Die Bohnen die vorher im Wasser eingelegt waren, haben <sup>nicht</sup> Kraft dazu gehabt.

Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

Die Wurzeln vom Mais im lehmigen Boden sind 2,5cm - 2,9 cm groß.  
Die Wurzel vom Mais der im Sand eingepflanzet ist, ist nur 0,9 cm groß.

Ich denke, dass da wo ~~das~~ das Wasser am besten gespeichert ~~werden~~ werden kann, wachsen die Samen am besten. Es kommt weniger darauf an wie fest der Boden ist.



## Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht und beobachtet:

Datum: <sup>09</sup>~~13~~~~08~~ 05.2019 Uhrzeit:

Name der ProtokollantIn: Lejdina

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind:

~~Lejdina~~ Lejdina, Kathi, Elisa

Umgebungsverhältnisse: gleiche Zimmertemperatur und Lichtverhältnisse

Was wird gemacht:

Die Becher wurden mit <sup>5</sup>~~10~~ ml Wasser gegossen, auch die Becher mit Gips. Kathi und Elisa haben abgemessen und Fotos gemacht

Beschreibung der Samen/Keimlinge:

Die trockenen Pflfbohnen im Gips sind ~~5~~ zur Oberfläche durchgebrochen. Die Maissamen waren relativ unten im Gips, aber man sieht das ~~20%~~ der Samen keimt und gut austreibt. Mais und Bohnen wachsen im Sand. Von der Gerste ist nichts zu sehen. Mais im lehmigen Boden schimmelt. → Der Mais schimmelt wahrscheinlich, weil der lehmige Boden viele Löcher hat, und somit viel Sauerstoff durchkommen kann + es war feucht.

Daten: (Länge, Masse, Anzahl,.....)

Mais in der Erde: 6 cm, 8 cm, 13 cm

Mais im lehmigen Boden: 9 cm, 8,5 cm, 5 cm Bohnen: 2 cm

Mais im Sand: 4 cm, 3,2 cm Bohnen: 2 cm

## Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht und beobachtet:

Datum: 13.05.2019 Uhrzeit:

Name der ProtokollantIn: Lejdina

Name der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind: Lejdina

Umgebungsverhältnisse: gleiche Zimmertemperatur und Lichtverhältnisse

Was wird gemacht:

Ich hab die Becher mit 5-10 ml gegossen. Ich habe abgemessen und Fotos gemacht. Der Becher wo die Gerste in der Erde eingepflanzt war, wurde entsorgt.

Beschreibung der Samen/Keimlinge:

Mais und Bohnen keimen im Gips stark, sind aber noch nicht abmessbar. Ein Mais in der Erde ist hell, kleiner als die anderen und somit unterentwickelt. Der Mais im lehmigen Boden schimmelt weiter. ~~Der Mais im lehmigen Boden schimmelt weiter. Der Mais im lehmigen Boden schimmelt weiter.~~ Von der Gerste sieht man nichts → ich denke das die Gerste übergossen wurde. Bohnen in der Erde keimen

Daten:

Bohne im lehmigen Boden: 8 cm, 1 cm

Mais im lehmigen Boden: 17,5 cm, 13 cm, 9,5 cm

Mais in der Erde: 23 cm, 14 cm, 5 cm (unterentwickelt)

Mais im Sand: 9 cm, 7,5 cm

Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht und beobachtet

Datum: 15.5.2019 Uhrzeit:

Name der Protokollantin: Lejdina

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind: Kathi

Umgebungsverhältnisse: gleiche Zimmertemperatur und Lichtverhältnisse

Was wird gemacht:

Alle ~~Die~~ Becher wurden mit 5 ml Wasser gegossen. Kathi hat abgemessen und Fotos gemacht.

Beschreibung der Samen/Keimlinge:

Die Maissamen wachsen in der Erde am besten. Der Mais im lehmigen Boden schimmelt sehr, die Bohne nur ein bisschen  $\rightarrow$  wahrscheinlich wegen dem Mais. Im Sand wachsen die Samen ganz ok. Die Bohnen in Gips keimen. Der Mais im Gips kämpft sich durch. Von der Gerste ist nichts zu sehen

Daten:

Erde  $\rightarrow$  Mais: 28 cm, 17 cm, 8 cm

Bohne: 2,3 cm

lehmiger Boden  $\rightarrow$  Mais: 22 cm, 14,5 cm, 11,5

Bohne: 1,5 cm, 10,8 cm

wächst nach unten

Sand  $\rightarrow$  Mais: 11 cm, 5,2, 10 cm

Bohne: 7 cm

Gips  $\rightarrow$  Bohnen: 2,6 cm, 2,4 cm

Mais: 1,3 cm, 1,2 cm, 1,7

## Durchführung der Experimente

Protokolliert alles was ihr macht und beobachtet:

Datum: 16.05.2019      Zeit:

Name der ProtokollantIn: Lejdina

Namen der Personen die bei der Durchführung beteiligt sind: Lejdina, Kathi, Elisa

Umgebungsverhältnisse: gleiche Zimmertemperatur in

Was wird gemacht:

Alle Becher wurden mit 5ml Wasser gegossen. Es wurde alles abgemessen und Fotos wurden auch gemacht.

Beschreibung der Samen/Keimlinge:

Der Mais wächst in der Erde am besten, am zweit besten im lehmigen

Boden und am dritt besten im Sand. Die Bohnen in der Erde keimen.

Die Bohnen im Gips keimen sehr stark, <sup>Ein</sup> Mais im Gips wächst ~~am~~ an

der Seite und kämpft sich durch. Die Bohnen wachsen bereits im lehmigen

Boden und im Sand.

Datens

~~Erde~~ ~~Sand~~ ~~Lehmiger Boden~~ ~~Gips~~

Erde → Mais: 28,2 cm, 15,9 cm, 9,3 cm → Untere Kette

Sand → Mais: 9,2 cm, 12 cm

Bohne: 6,3 cm, 5,9 cm

Lehmiger Boden → Mais: 13,4 cm, 17,3 cm, 22,4 cm

Bohne: 13 cm, 3,5 → die nach unten wächst

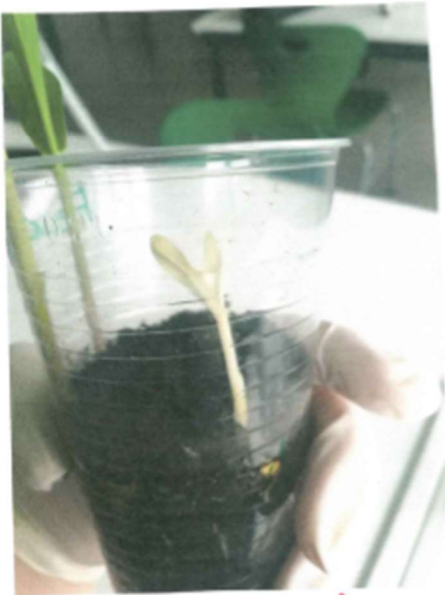
Gips → Mais: 1,5 cm → der an der Seite wächst.



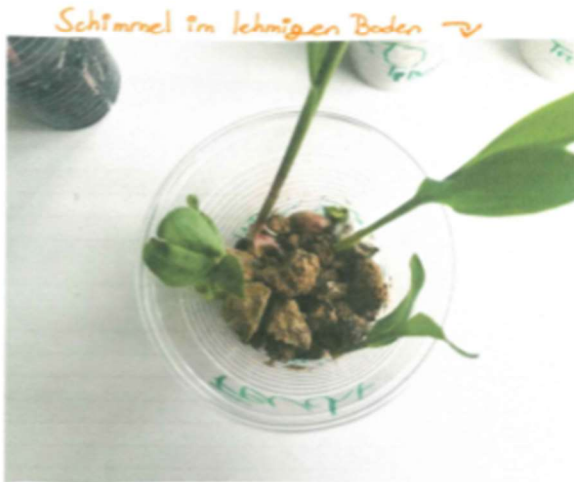
Experiment am letzten Tag ->



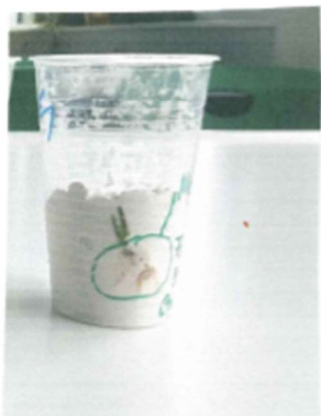
Bohnen sind an die Oberfläche durchgebrochen ->



unterentwickelter Mais ->



Schimmel im lehmigen Boden ->



Maïs wächst an der Seite ->



Experiment am 1. Tag ->

## 7) Interpretation eurer Daten:

Die trockenen Bohnen haben den Gips durchbrochen, weil sie das Wasser vom Gips aufgesaugt haben und im Gips größer wurden. Die eingeleigten Bohnen ~~waren~~ hatten schon Wasser gespeichert und konnten im Gips nicht viel größer werden und deswegen hatten sie keine Kraft es durchzubrechen.

Der Mais hat ~~hier~~ im lehmigen Boden geschimmelt, weil der Boden viele Löcher hatte und somit der Sauerstoff besser rankam. Außerdem war es vom gießen feucht und es war warm.

Die Gerste war wahrscheinlich = bergossen, da sie nirgendwo gekeimt hat oder gewachsen ist.

Der Mais wächst in der Erde am besten. Die Bohnen haben nur gekeimt.

Der Mais wächst am zweitbesten im lehmigen Boden. Die Bohnen wachsen besser als in der Erde.

Der Mais wächst am drittbesten im Sand. Die Bohne wächst auch, aber nicht besser als im lehmigen Boden.

Der Mais ~~stramm~~ im Gips kämpft sich durch und wächst ~~an~~ an der Seite. Die Bohnen haben sehr stark gekeimt.

Ergebnis:

Mais wächst in der Erde am besten. Bohnen wachsen im lehmigen Boden am besten.

~~Keine Keimlinge in der Erde, weil die Bohnen Wasser gespeichert haben und nicht weiterwachsen können. In der Erde ist kein Wasser, weil die Bohnen Wasser gespeichert haben und nicht weiterwachsen können. In der Erde ist kein Wasser, weil die Bohnen Wasser gespeichert haben und nicht weiterwachsen können.~~

### ↳, Was genau ist bei dem Experiment passiert?

→ nächste Seite

Die trockenen Bohnen haben den Gips durchbrochen und keimten sehr stark.

Ein Mais im Gips wächst an der Seite.

Der Mais im lehmigen Boden wächst aber schimmelt stark.

Die Bohnen im lehmigen Boden wachsen, wurden aber wahrscheinlich vom Schimmel angegriffen.

Mais und Bohnen wachsen im Sand.

Bohnen keimen in der Erde. Mais wächst in der Erde.

Ein Mais in der Erde ist ~~klein~~ kleiner als die anderen und somit unterentwickelt.

Von der Gerste war nichts zu sehen.

↙ wahrscheinlich zu wenig Licht bekommen

## Ergebnisse:

Wir konnten feststellen, dass je dichter der Boden ist desto schwerer tun sich die Samen beim Wachsen.

Bei sehr dichtem Boden wie Gips brauchen die Samen sehr lange zum Keimen (und es haben nur die gekeimt die trocken waren).

Bei leichten und luftigen Boden, wie Erde oder lehmigen Boden können die Samen viel leichter durchdringen und somit besser wachsen.

## Konversation mit den Mentoren

GRUPPE: Wasser

2.Mai	<p>Sehr geehrter Herr Aygünes! Wir sind die Gruppe „Pflanzenliebhaber“ und unsere Mitglieder heißen Bircan, Marcel, Fabian und der Alex. Unsere Forschungsfrage lautet: Mit welchen vier Flüssigkeiten wachsen unsere Samen am besten. Was halten Sie von unserer Idee bzw. hätten Sie Verbesserungsvorschläge oder vielleicht sogar eine bessere Forschungsfrage?</p>
3.Mai	<p>Liebe Schüler und Schülerinnen!</p> <p>Die Fragestellung klingt sehr gut. Welche Methoden schieben euch in den Sinnen? Wollt ihr die Pflanzen in der Erde aufziehen? Falls ja, dann unbedingt dokumentieren welche Erde ihr verwendet und es muss die selbe Erde sein, weil dieser Parameter sich nicht ändern dürfen. Prinzipiell unbedingt darauf achten, dass alle Parameter ident sind (gleiche Pflanzen, gleiche Erde, gleicher Standort usw.), abgesehen natürlich von den Flüssigkeiten mit denen ihr die Pflanzen begießen wollt. Sobald das Experiment losgeht, alles dokumentieren. Z.B. die Symptome, die die Pflanzen bei akutem Wassermangel zeigen (z.B. zeigen einige Arten eine gelbe Verfärbung der Blätter). Habt ihr Hypothesen aufgestellt? Bitte diese vor dem Experiment noch aufstellen.</p> <p>Viele Grüße, Aygünes</p>
6.Mai	<p>Liebe SchülerInnen! Ich möchte euch nochmal daran erinnern eure Daten ordentlich aufzunehmen. Ihr müsst bei allen unterschiedlichen Behandlungen beide Samenarten abmessen, um diese miteinander vergleichen zu können. Wenn ihr keinen Daten zum Vergleichen habt, habt ihr auch am Ende kein Ergebnis! Ich würde euch darum bitten die Messungen ordentlich durchzuführen und auch die Fragen eurer Mentoren zu beantworten! Liebe Grüße Johanna</p>
8.Mai	<p>Liebe Schüler*innen!</p>

	<p>Seit dem Start ist bereits einige Zeit vergangen und eure Projekte sind in vollem Gange. Ihr habt schon tolle Fortschritte gemacht.</p> <p>Hier ein paar Erinnerungen:</p> <p>Strukturiert eure Experimente und eure Ergebnisse.</p> <p>Verwendet eindeutige Bezeichnungen:</p> <p>Bsp: „ein bisschen Wasser“ oder „relativ warm“ sind nicht wissenschaftlich, in diesen Fällen wäre zB „25ml Wasser“ oder „25°C“ sinnvoll.</p> <p>Schafft euch einen Überblick:</p> <p>Was habt ihr bereits getan? Was liegt noch vor euch?</p> <p>Eure Projekte liegen an euch. Ob ihr aussagekräftige Ergebnisse erhaltet ist eure Verantwortung! Je öfter ihr nachfragt, desto mehr kann euch geholfen werde, dafür sind die Mentor*innen da. Sie freuen sich über eure Initiative!</p> <p>Schön, dass ihr euch mit wissenschaftlichem Arbeiten auseinandersetzt!</p> <p>Viel Erfolg noch!</p> <p>Julia</p>
16.Mai	<p>Wir haben alles abgemessen und tragen jetzt alles in die Excel Tabelle ein.</p> <p>Wir haben auch die Samen weggeworfen, weil sie schon geschimmelt haben. destilliertes Wasser wachst am besten.</p> <p>wenig Wasser ein ist in den letzten Tagen ein bisschen was gewachsen</p> <p>viel Wasser und Salzwasser ist überhaupt nichts gewachsen.</p>
16.Mai	<p>Liebe Schüler und Schülerinnen,</p> <p>habt ihr irgendwelche Fragen? Ich habe eure Ergebnisse mir angesehen. Sieht gut aus. Welche Schlüsse zieht ihr aus den Ergebnissen?</p>
23.Mai	<p>Wir konnten folgende Schlüsse ziehen:</p> <p>Bei Destillierten Wasser wachsen die Samen deutlich am besten. Gefolgt von "sehr wenig Wasser". "Salzwasser" und "sehr viel Wasser" ist am gar nicht gewachsen, dafür hat es extrem geschimmelt, sodass Fr. Prof. Rathmayr sie wegschmeißen musste. Beim Destillierten Wasser hat es auch geschimmelt aber vorrangig bei den "Puffbohnen".</p> <p>Noch haben wir keine Fragen.</p>



GRUPPE: \_Temperatur

2.Mai	<p>Hallo, Wie geht es Ihnen? Unsere Forschungsfrage ist. Wie entwickeln sich Samen bei verschiedenen Temperaturen? Hierzu haben wir 3 Samen (Bohnen , Mais und Hafer) ausgesucht mit denen wir das Experiment durchführen wollen!</p>
2.Mai	<p>Grüß euch! Schön, dass ihr euch schon Gedanken gemacht habt! Welche verschiedenen Temperaturbereiche habt ihr euch vorgestellt? Wie werdet ihr diese Temperaturen ermöglichen? Ich freue mich von euch zu hören! Viel Erfolg!</p>
6.Mai	<p>Hallo, Wie geht es Ihnen?</p> <p>Wir haben die 3 verschiedene Samen in drei verschiedene Temperaturen ( Kalt, Warm und Raumtemperatur) aufgeteilt und haben Unterschiede festgestellt</p> <p>Die Bohnen sind von 1,5 auf 1,7 cm gewachsen. Und</p> <p>Der Mais von 0,5 auf 0,7 cm gewachsen</p>
6.Mai	<p>Grüß euch! Schön, dass ihr schon erste Schritte getan habt! Ich kann euch sehr empfehlen die Ergebnisse in einer Tabelle einzutragen! Habt ihr alle 3 Samen allen 3 verschiedenen Temperaturen ausgesetzt? (Dann müsstet ihr 9 Ergebnisse bekommen.) Wie habt ihr die Samen sonst behandelt? (Untergrund, Feuchtigkeit, ...) Ich würde mich freuen mehr Details über euer Experiment zu erfahren :) Ganz liebe Grüße Julia</p>
6.Mai	<p>Liebe SchülerInnen!</p> <p>Ich möchte euch nochmal daran erinnern eure Daten ordentlich aufzunehmen. Ihr müsst bei allen unterschiedlichen Behandlungen beide Samenarten abmessen, um diese miteinander vergleichen zu können. Wenn ihr keinen Daten zum Vergleichen habt, habt ihr auch am Ende kein Ergebnis! Ich würde euch darum bitten die Messungen ordentlich durchzuführen und auch die Fragen eurer Mentoren zu beantworten! Liebe Grüße Johanna</p>
8.Mai	<p>Liebe Schüler*innen!</p> <p>Seit dem Start ist bereits einige Zeit vergangen und eure Projekte sind in vollem Gange. Ihr habt schon tolle Fortschritte gemacht.</p> <p>Hier ein paar Erinnerungen:</p> <p>Strukturiert eure Experimente und eure Ergebnisse.</p> <p>Verwendet eindeutige Bezeichnungen:</p> <p>Bsp: „ein bisschen Wasser“ oder „relativ warm“ sind nicht wissenschaftlich, in diesen Fällen wäre zB „25ml Wasser“ oder „25°C“ sinnvoll.</p> <p>Schafft euch einen Überblick:</p>

	<p>Was habt ihr bereits getan? Was liegt noch vor euch?</p> <p>Eure Projekte liegen an euch. Ob ihr aussagekräftige Ergebnisse erhaltet ist eure Verantwortung! Je öfter ihr nachfragt, desto mehr kann euch geholfen werden, dafür sind die Mentor*innen da. Sie freuen sich über eure Initiative!</p> <p>Schön, dass ihr euch mit wissenschaftlichem Arbeiten auseinandersetzt!</p> <p>Viel Erfolg noch!</p> <p>Julia</p>
9.Mai	<p>Bei der warmen Temperatur ist die Wurzel jetzt 2,1 cm groß, der Mais ist auf 2,5 cm gewachsen, das Keimblatt ist 11 cm und ein Keimblatt ist nicht gewachsen. Hafer ist nicht gekeimt.</p> <p>Bei der Raumtemperatur ist die Wurzel vom Mais jetzt auf 0,5 cm, 0,6 cm und 0,2 cm gewachsen. Der Rest ist bis dato nicht gewachsen. Und es sind 3 von 4 Mais gekeimt und Gärste ist ausgetrieben.</p> <p>Draußen ist der Mais auf 0,4 cm gewachsen und sonst ist nichts gewachsen.</p> <p>Beim kalten ist bis dato nichts gewachsen.</p> <p>LG Musti</p>
13.Mai	Schreibt ihr eure Ergebnisse in Form einer Tabelle auf?
16.Mai	<p>Hallo Julia,</p> <p>Das ist unsere Tabelle zu dem Experiment.</p> <p><a href="https://imgur.com/WuodjrZ">https://imgur.com/WuodjrZ</a></p>
17.Mai	<p>Grüß euch!</p> <p>Die Tabelle und die grafische Darstellung ist euch gut gelungen!</p> <p>Hier noch ein paar Änderungsvorschläge: zur 35° Tabelle: Wählt statt dem Saatgut die Zeit als X-Achse, so wie in den anderen Graphen. Die Kategorie "gesamt" entspricht dem Durchschnitt, dann würde ich es auch so nennen. Gebt zum Wachstum eine Einheit an (mm, cm, m,...), sonst sieht es unprofessionell aus:</p> <p>Und noch ein Tipp zur Auswertung: Wie wäre es, wenn ihr zusätzlich zum Vergleich der verschiedenen Samen bei jeweils der selben Temperatur auch vergleicht wie sich das selbe Saatgut bei verschiedenen Temperaturen entwickelt hat und daraus Graphen erstellt? Das würde dann auch noch besser eurer Forschungsfrage entsprechen :) Wenn ihr dabei Hilfe braucht, könnt ihr euch natürlich melden! Cool, was ihr da schon geschafft habt!</p> <p>Glg Julia</p>
23.Mai	<p>Hallo Julia!</p> <p>Das sind unsere neuen Tabellen über unser Experiment.</p> <p><a href="https://imgur.com/boVebUB">https://imgur.com/boVebUB</a></p>

	<p><a href="https://imgur.com/LHTLlvp">https://imgur.com/LHTLlvp</a></p> <p>Wir haben herausgefunden, dass das Saatgut bei 23°C am besten wächst. Das kann man sehr gut bei dem Mais und der Gerste sehen. Die Gerste und die Bohnen sind bei 4-14°C auch gut gewachsen. Der Rest ist sehr ähnlich geblieben.</p> <p>Im Namen der Gruppe bedanken wir uns bei Ihnen für Ihre Hilfe!</p> <p>LG</p> <p>Musti, Aleyna, Daniel, Wolfgang</p>
23.Mai	<p>Grüß euch!</p> <p>An euren übersichtlichen Tabellen und Graphen sieht man, dass ihr euch dafür Zeit genommen habt. Das habt ihr gut gemacht! (Falls ihr einen Abschlussbericht abgebt, würde ich euch raten die gemessenen Daten noch mit einer Einheit (zB mm oder cm) zu versehen.)</p> <p>Mit eurem Experiment habt ihr herausgefunden, wie groß der Einfluss der Umweltbedingungen - in diesem Fall der Temperatur - auf die Keimung und das Wachstum des Saatguts ist. Das könnte auch ein Denkanstoß sein, um sich über die weitreichenden Folgen eines veränderten Klimas Gedanken zu machen.</p> <p>Ich danke euch sehr herzlich für die Zusammenarbeit und hoffe ihr habt einen interessanten Einblick in das wissenschaftliche Arbeiten mit Pflanzen bekommen!</p> <p>Ganz liebe Grüße Julia</p>

GRUPPE: pH-Wert

2.Mai	<p>Sehr geehrte liebe Mentorin!</p> <p>Wir sind die Schüler aus der 2CS und machen ein Experiment über Pflanzenkeimung. Wir wollen wissen bei welchem PH-Wert Samen keimen. Wir haben Kürbिसamen und Hafersamen und Bohnensamen genommen und abgemessen. Danach haben wir die Samen in Wasser eingelegt und lassen sie über Nacht im Wasser. Am nächsten Tag wollen wir ein Teil der Samen mit 100 prozentiger Zitronensäure gießen, einmal mit 50 Prozent Wasser und 50 Prozent Zitronensäure und einmal mit Samen in Spülmittel. Wir werden die Längenzunahme und Anzahl der Keimen und Samen über 2 Wochen messen.</p> <p>Damit wollen wir rausfinden welchen PH-Wert ein Samen benötigt, um keimen zu können.</p> <p>Wie finden Sie die Idee? Bitte um Feedback</p>
2.Mai	<p>Liebe Schülerinnen und Schüle der 2CS!</p> <p>Danke für Eure Nachricht. Das klingt nach einem interessanten Experiment.</p> <p>Ich freue mich, euer Experiment mitzuverfolgen - bitte schreibt mir so oft wie möglich und ich werde mich bemühen, schnell zu antworten</p> <p>Folgende Fragen/Anregungen sind mir eingefallen:</p>

	<p>Habt ihr vor, den pH-Wert der verschiedenen Flüssigkeiten zu messen (Zitronensäure - Zitronenensäure:Wasser Gemisch - Spülmittel --&gt; wie messt ihr das, um immer dieselbe Konzentration an Spülmittel zu haben?) ??? Das geht leicht und man hat noch einen schönen Wert, den man exakt dokumentieren kann. Überlegt euch da eine Methode. Ganz wichtig ist auch eine Kontrollgruppe, welche Normalbedingungen darstellt. Welche Kontrollgruppe könnt ihr euch für euer Experiment vorstellen?</p> <p>Ich würde euch raten, nicht zu wenige Samen pro Gruppe zu verwenden, denn manche Samen keimen sowieso nicht. Vielleicht könnt ihr euch vornweg schlau machen (=recherchieren), wie keimwillig die Samen eurer Pflanzen sind.</p> <p>Habt ihr euch Gedanken gemacht über ein Gießprotokoll? Wie oft werdet ihr gießen? Auf welchem Material bringt ihr die Samen zum Keimen? Erde, Watte, .....?</p> <p>Was meint ihr mit Längenzunahme? Was glaubt ihr wird zuerst aus dem Samen herauskommen - die Wurzel oder der Spross? Wie oft werdet ihr abmessen? Glaubt ihr, dass auch Fotos hilfreich wären?</p> <p>So, das wäre es für heute.</p> <p>Mit freundlichen Grüßen</p> <p>Eva Luegmayr</p>
6.Mai	<p>Liebe SchülerInnen!</p> <p>Ich möchte euch nochmal daran erinnern eure Daten ordentlich aufzunehmen. Ihr müsst bei allen unterschiedlichen Behandlungen beide Samenarten abmessen, um diese miteinander vergleichen zu können. Wenn ihr keinen Daten zum Vergleichen habt, habt ihr auch am Ende kein Ergebnis!</p> <p>Ich würde euch darum bitten die Messungen ordentlich durchzuführen und auch die Fragen eurer Mentoren zu beantworten!</p> <p>Liebe Grüße Johanna</p>
8.Mai	<p>Liebe Schüler*innen!</p> <p>Seit dem Start ist bereits einige Zeit vergangen und eure Projekte sind in vollem Gange. Ihr habt schon tolle Fortschritte gemacht.</p> <p>Hier ein paar Erinnerungen:</p> <p>Strukturiert eure Experimente und eure Ergebnisse.</p> <p>Verwendet eindeutige Bezeichnungen:</p> <p>Bsp: „ein bisschen Wasser“ oder „relativ warm“ sind nicht wissenschaftlich, in diesen Fällen wäre zB „25ml Wasser“ oder „25°C“ sinnvoll.</p> <p>Schafft euch einen Überblick:</p> <p>Was habt ihr bereits getan? Was liegt noch vor euch?</p> <p>Eure Projekte liegen an euch. Ob ihr aussagekräftige Ergebnisse erhaltet ist eure Verantwortung! Je öfter ihr nachfragt, desto mehr kann euch geholfen werde, dafür sind die Mentor*innen da. Sie freuen sich über eure Initiative!</p>

	<p>Schön, dass ihr euch mit wissenschaftlichem Arbeiten auseinandersetzt!</p> <p>Viel Erfolg noch!</p> <p>Julia</p>
9.Mai	<p>Liebe Mentorin!</p> <p>Am 6.5. wurden Samen nach 2 Tagen wieder bewässert mit verschiedenen Zutaten. Sie wurden auch gemesst. Ergebnisse: am besten haben die Samen in Zitrone mit Wasser gemeint.</p> <p>Bei nur Zitrone sind die Bohnen dunkler geworden.</p> <p>Die Bohnen haben bei nur Spülmittel gekeimt. In nur Wasser ist noch nichts passiert.</p> <p>Beschreibung der Samen/Keimlinge: Kürbiskernsamen und Bohnen sind gewachsen mit Hafer ist nicht viel passiert.</p> <p>Am 9.5. wurde alles neu gemessen und abfotografiert.</p> <p>Alles wurde erneut gegossen.</p> <p>Ph Wert wurde gemessen.</p> <p>Samen wurden beobachtet.</p> <p>Beschreibung der Samen/Keimlinge: Zitrone bildet Schimmel tolles Ergebnis! Bohnenkeime sind gut beschimmelt, Bohnenkeime gut mit Zitronenschimmel Insekten mögen die Basis.</p> <p>Mit freundlich Grüßen!</p>
10.Mai	<p>Liebe Schüler/innen der 2CS!</p> <p>Danke für euer Update. Ich wollte euch gestern schon gerne antworten, hatte aber Probleme beim Einloggen.</p> <p>Spannende Dinge tun sich bei euch. Ich habe auch in der Klasse die jungen Keimlinge bewundert, da grünt es ja schon heftig!</p> <p>Zu euren Ergebnissen:</p> <p>Ihr habt die verschiedenen Konzentrationen (Zitrone in Wasser, Spülmittel, ...) der Flüssigkeiten notiert, damit ihr immer die selbe Flüssigkeit zugebt? Ihr solltet eure Flüssigkeiten möglichst exakt beschreiben können. Wie viele verschiedene Flüssigkeiten probiert ihr aus?</p> <p>Was meint ihr mit: "Zitrone bildet Schimmel - tolles Ergebnis!?? Bohnenkeime sind gut beschimmelt? Könnt ihr das bitte genauer erklären. Ich stelle mir da jetzt nicht etwas Positives vor, Schimmelfall gefällt euch?</p> <p>Wie wollt ihr eure Ergebnisse darstellen? Macht ihr Tabellen und Fotos?</p>

	<p>Wie lange läuft euer Experiment noch?</p> <p>Gutes Gelingen noch! Ein Tipp - versorgt die Keimlinge noch gut vor dem Wochenende - junge Pflanzen sind sehr empfindlich bezüglich Austrocknen.</p> <p>Liebe Grüße</p> <p>Eva</p>
10.Mai	<p>Liebe mentorin,</p> <p>Damit haben wir gemeint, dass bei dem Ph-Wert leider schimmel wächst und das damit ein Ergebnis ist. wir haben 4 Flüssigkeiten und zwar Wasser, Wasser mit Zitrone, zitrone und Wasser mit spülmittel</p>
16.Mai	<p>Liebe Mentorin!</p> <p>Leider haben wir ein Fehler bei der Bemessung gemacht und somit stimmen die Ergebnisse nicht, da immer unterschiedliche Personen gemessen haben. Die Pflanzen sind nicht gewachsen sondern kleiner geworden. Wir haben gedacht, dass die Pflanzen bei Zitronen Wasser besser wachsen sind sie aber nicht, weil viele der Samen Schimmel bekommen haben. Wir haben sie immer gemessen, neu gegossen und die Samen immer Fotografiert.</p> <p>Liebe Grüße</p> <p>Schüler der 2CS!</p>

GRUPPE: Licht

2.Mai	<p>Liebe Mentorin,</p> <p>wir sind die Schüler der 2CS, wir begrüßen Sie zu unserem Projekt und freuen uns Sie als Mentorin zu haben. Zuerst wollten wir herausfinden wie viel Sonnenlicht ein Samen braucht und haben bereits die gewünschten Samen in Wasser eingelegt.</p> <p>Wir haben fünf Arten von Samen: Mais, Gersten, Bohnen, Kürbis, diese legen wir in den Schatten, Halbschatten und in die Sonne und beobachten welche schneller wachsen und wie viele wachsen.</p> <p>Mit freundlichen Grüßen</p> <p>Petar, Vesna, Vanessa, Zoran und Alicja</p>
2. Mai	<p>Liebe SchülerInnen der 2CS!</p> <p>Ich freue mich auch, in den kommenden 2 Wochen, eure Mentorin sein zu dürfen! Ich finde euer Forschungsthema sehr interessant. Eure Forschungsfrage wäre also " Wie viel Sonnenlicht benötigen Samen zum Keimen?"</p> <p>Dazu habe ich noch einige Fragen:</p> <p>Was glaubt ihr? Macht es einen Unterschied ob es sich um Sonnenlicht oder künstliches Licht von einer normalen Lampe handelt?</p>

	<p>Welches Ergebnis erwartet ihr bei eurem Experiment?</p> <p>Nachdem ihr eure Samen heute bereits in Wasser eingelegt habt, könnt ihr morgen beginnen die Samen zu pflanzen. Ein Tipp: Lasst die Samen einfach auf einer feuchten Küchenrolle in einem flachen Behälter keimen und spannt darüber eine Klarsichtfolie oder eine Frischhaltefolie. Dann könnt ihr eure Samen gut beobachten und sie trocknen nicht aus.</p> <p>Haltet mich bitte auf dem Laufenden was bei eurem Experiment passiert. Vielleicht fällt euch ja bei den Samen morgen schon ein Unterschied zu heute auf.</p> <p>Lasst es mich wissen wenn ihr etwas braucht und meldet euch jederzeit wenn ihr Fragen habt.</p> <p>Viel Erfolg und Spaß beim Experimentieren!</p> <p>Liebe Grüße, eure Mentorin</p>
3. Mai	<p>Hallo :)!</p> <p>Wie lief das Experiment heute? Was habt ihr alles gemacht?</p> <p>Bitte vergesst nicht die Samen und Keimlinge jedes mal abzumessen und zu zählen wie viele Samen zu keimen beginnen damit ihr am Ende gute Daten zum Auswerten habt!</p> <p>Bei welchen Bedingungen glaubt ihr keimen die Samen am besten? Glaubt ihr dass alle Samen die gleichen Bedingungen zum Keimen brauchen?</p> <p>Bitte informiert mich über eure Fortschritte! Ich bin schon sehr gespannt auf die Ergebnisse!</p> <p>Liebe Grüße und schönes Wochenende !</p>
6.Mai	<p>Liebe SchülerInnen!</p> <p>Ich möchte euch nochmal daran erinnern eure Daten ordentlich aufzunehmen. Ihr müsst bei allen unterschiedlichen Behandlungen beide Samenarten abmessen, um diese miteinander vergleichen zu können. Wenn ihr keinen Daten zum Vergleichen habt, habt ihr auch am Ende kein Ergebnis!</p> <p>Ich würde euch darum bitten die Messungen ordentlich durchzuführen und auch die Fragen eurer Mentoren zu beantworten!</p> <p>Liebe Grüße Johanna</p>
8.Mai	<p>Liebe Schüler*innen!</p> <p>Seit dem Start ist bereits einige Zeit vergangen und eure Projekte sind in vollem Gange. Ihr habt schon tolle Fortschritte gemacht.</p> <p>Hier ein paar Erinnerungen:</p> <p>Strukturiert eure Experimente und eure Ergebnisse.</p> <p>Verwendet eindeutige Bezeichnungen:</p> <p>Bsp: „ein bisschen Wasser“ oder „relativ warm“ sind nicht wissenschaftlich, in diesen Fällen wäre zB „25ml Wasser“ oder „25°C“ sinnvoll.</p>

	<p>Schafft euch einen Überblick:</p> <p>Was habt ihr bereits getan? Was liegt noch vor euch?</p> <p>Eure Projekte liegen an euch. Ob ihr aussagekräftige Ergebnisse erhaltet ist eure Verantwortung! Je öfter ihr nachfragt, desto mehr kann euch geholfen werden, dafür sind die Mentor*innen da. Sie freuen sich über eure Initiative!</p> <p>Schön, dass ihr euch mit wissenschaftlichem Arbeiten auseinandersetzt!</p> <p>Viel Erfolg noch!</p> <p>Julia</p>
9.Mai	<p>Sehr geehrte Mentorin,</p> <p>zur ersten frage haben keine Antwort gefunden, jedoch bei den Anderen schon.</p> <p>Antwort zur zweiten Frage: Das jeder einzelne Samen unter unterschiedlichen Bedingungen wächst.</p> <p>Antwort zur dritten Frage: Wir haben die Samen, die wir bevor in Wasser waren und danach mit Säure bespritzt wurden, auf nasse Tücher, die als Boden dienen, raufgelegt.</p> <p>Antwort der vierten Frage: 1. Dunkelkeimer mögen kein direktes Sonnenlicht, 2. Lichtkeimer brauchen zum Auskeimen direktes Sonnenlicht, 3. Lichtneutrale Samen ist es egal, ob sie auf oder in der Erde liegen.</p> <p>Jetzt wissen wir das Bohnen zu den Schattenkeimern gehören und Gerste zu den Lichtkeimern</p> <p>Lg. Little Einstein's</p>
13.Mai	<p>Liebe Forscher!</p> <p>Ich entschuldige mich für die verspätete Antwort! Ich hatte Probleme mit dem Zugang zur Plattform.</p> <p>Ich freue mich sehr, dass ihr schöne Ergebnisse habt.</p> <p>Gibt es Unterschiede im Aussehen der unterschiedlichen Samen bei den unterschiedlichen Bedingungen? Größe, Farbe, Anzahl der Samen die keimen..... und woran könnte das liegen?</p> <p>Welche Samen die ihr untersucht habt gehören zu den Licht oder Schattenkeimern? Was ist der Unterschied zwischen den Samen? Woran könnte es liegen, dass sie unterschiedlich gut bei den verschiedenen Lichtverhältnissen wachsen? Was haben manche Samen was die anderen nicht haben?</p> <p>Habt ihr eventuell auch Fotos von den Keimlingen? Mich würde es sehr interessieren wie groß die Unterschiede sind. Ihr könnt die Fotos auch auf der Plattform posten.</p> <p>Vielleicht findet ihr ja noch eine Antwort auf meine Frage im Internet, ob es einen Unterschied macht WELCHES Licht (Sonnenlicht oder künstliches Licht) auf die Pflanzen wirkt?</p>



	<p>Nachdem die Experimente ja bald vorbei sind würde ich euch raten eure Daten schön in Form zu bringen damit ihr dann keine Probleme bei der Auswertung habt!</p> <p>Liebe Grüße und noch viel Erfolg bei der letzten Messung!</p>
16.Mai	<p>Liebe Mentorin,</p> <p>Es gibt Unterschiede unzwär:</p> <p>Im Licht: Sind die ausgewachsenen Samen sind stabil, dafür aber ist der Keimprozess langsam.</p> <p>Im Halbschatten: Wachsen die heran wachsenden Samen schnell aber nicht so stabil wie im Licht.</p> <p>Im Schatten: Wachen die ausgewachsen Samen am schnellsten, dafür sind die Samen nicht stabil und es mangelt an Chlorophyll.</p> <p>Wir haben fest gestellt, dass der Kürbis im Schatten am besten wächst im Vergleich zu Licht und Halbschatten.</p> <p>Lichtkeimer: Gerste und Mais</p> <p>Schattenkeimer: Bohnen und Kürbis</p> <p>Der Unterschied zwischen den Samen ist, dass die Bohnen und Kürbis zweiblättrige Keimlinge und haben Zucker schon in sich gespeichert und deswegen brauchen sie die Sonne nicht wie die Gerste und der Mais.</p> <p>Lg. Little Einsteins</p>

GRUPPE: Boden

2. Mai	<p>Lieber Mentor,</p> <p>wir sind vier Schülerinnen der 2CS. Als erstes wollten wir Ihnen mitteilen, dass wir uns sehr darüber freuen Sie als Mentor bekommen zu haben.</p> <p>Zunächst wollten wir Ihnen mitteilen dass wir eine Forschungsfrage zusammengestellt haben und alle anderen üblichen Aufgaben bearbeitet haben. Wir wollen untersuchen, wie Samen bei verschiedenen Böden wachsen und welche Bodenart am besten geeignet ist. Wir haben uns dieses Thema überlegt, da wir uns alle einig dabei waren dass dies am spannendsten ist.</p> <p>Wir verwenden die folgenden Samen: Mais, Puff Bohnen, Gerste</p> <p>Bodenarten: Gartenerde, Sand, Gips, Lehmiger Boden und Watte</p> <p>Wir überprüfen das Wachstum und die Anzahl der keimenden Samen über 2 Wochen hinweg.</p> <p>Forschungsfrage: Bei welcher Bodenart keimen Samen am besten?</p> <p>Wir bitten Sie um Feedback.</p> <p>Liebe Grüße</p>
--------	--

	Rinora. Lejdina. Elisa. Kathi.
2.Mai	<p>Liebe Rinora, Lejdin,. Elisa und Kathi, ich freue mich von Euch zu hören und das ich Euch bei Eurem Projekt zwei Wochen begleiten kann. Euer Experiment klingt spannend. Auch Eure Forschungsfrage ist interessant. Habt Ihr Euch überlegt, wie Ihr den Effekt "Boden" am besten von anderen Effekten, die Keimung und Wachstum beeinflussen können, trennen könnt. Vielleicht schreibt Ihr mir ein wenig mehr darüber, wie Ihr Eure Versuche durchführen wollt. Liebe Grüße Michael Kiehn</p>
6.Mai	<p>Lieber Mentor,</p> <p>wir haben letzten Freitag mit unseren Experimenten begonnen. Wir haben jeweils trockene und vorher im Wasser eingelegte Bohnen, Mais und Gerste in Gartenerde, Sand, Gips und lehmigen Boden eingepflanzt.</p> <p>Wir haben das in durchsichtige Plastikbecher rein gegeben und versucht die Samen an den Rand zu schieben, damit wir die Unterschiede später sehen können. Alle Becher, bis auf die mit Gips, wurden mit 15 ml Wasser gegossen.</p> <p>Es gab schon eine chemische Reaktion, nämlich die Becher indem die trockenen Bohnen in Gips eingepflanzt wurden, wurden warm.</p>
6.Mai	<p>Liebe SchülerInnen!</p> <p>Ich möchte euch nochmal daran erinnern eure Daten ordentlich aufzunehmen. Ihr müsst bei allen unterschiedlichen Behandlungen beide Samenarten abmessen, um diese miteinander vergleichen zu können. Wenn ihr keinen Daten zum Vergleichen habt, habt ihr auch am Ende kein Ergebnis! Ich würde euch darum bitten die Messungen ordentlich durchzuführen und auch die Fragen eurer Mentoren zu beantworten! Liebe Grüße Johanna</p>
6.Mai	<p>Heute konnte man schon die ersten Ergebnisse sehen. (Alle keimen bei der gleichen Zimmertemperatur und gleichen Lichtverhältnissen)</p> <p>Der Mais im lehmigen Boden hat schon ein Keimblatt und die Wurzeln sind 2,5 - 2,9 cm groß. Die Bohnen im lehmigen Boden keimen.</p> <p>Die Wurzel vom Mais der im Sand eingepflanzt ist, ist nur 0,9 cm groß.</p> <p>Die Bohnen die trocken waren, haben den Gips durchbrochen. Die Bohnen, die vorher im Wasser eingelegt waren, haben nicht die Kraft gehabt den Gips zu druchbrechen.</p> <p>Von der Gerste sieht man da weil noch nichts.</p> <p>Ich denke, dass da wo das Wasser am besten gespeichert werden kann, wachsen die Samen am besten. Das sieht man gut beim Mais in der Blumenerde und im Sand.</p> <p>Es kommt mehr darauf an wie der Boden Wasser speichern kann und nicht wie fest der Boden ist.</p> <p>Ich habe sie heute nur mit 10 ml gegossen.</p> <p>Liebe Grüße Lejdina</p>

7.Mai	<p>Liebe Lejdina, Rinora, Elisa und Kathi,</p> <p>danke für Eure Rückmeldungen mit den ersten Beobachtungen. Schön, dass sich so viel tut! Wie dokumentiert Ihr denn Eure Beobachtungen? Ich würde mich dafür interessieren, wie Eure Protokolle aussehen.</p> <p>Ich finde es spannend, dass Ihr beobachtet habt, dass die Becher mit den trockenen Bohnen in Gips warm wurden. Habt Ihr den Gips auch mit Wasser gegossen (In Eurem Kommentar steht, dass Ihr alle Becher, mit Ausnahme von denen mit Gips, mit 15ml Wasser gegossen habt)? Seid Ihr sicher, dass die trockenen Bohnen das Erwärmen verursacht haben? Wie könntet Ihr das vielleicht testen?</p> <p>Beim Vergleich trockene/feuchte Bohnen in Gips habt Ihr ebenfalls eine interessante Beobachtung gemacht. Habt Ihr hier eine Idee, wieso nur die trockenen Bohnen den Gips durchbrochen haben (Ihr schreibt, die "nassen" Bohnen hatten nicht die Kraft, den Gips zu durchbrechen - das könntet Ihr vielleicht noch genauer begründen).</p> <p>Auf Grund Eurer Beobachtungen habt Ihr eine weitere Hypothese aufgestellt: "wo das Wasser am besten gespeichert werden kann, wachsen die Samen am besten". Dazu habt Ihr auch geschrieben: "Das sieht man gut beim Mais in der Blumenerde und im Sand. Es kommt mehr darauf an wie der Boden Wasser speichern kann und nicht wie fest der Boden ist." Auch hier bin ich gespannt, wie sich Euer Experiment weiterentwickelt. Ist die Wasserspeicherung (nur) für das Keimen oder auch für das Weiterwachsen wichtig? Und Ist wirklich Fähigkeit der Wasserspeicherung im Boden ein bedeutsamer Faktor? Vielleicht fällt Euch auch hierzu ein, wie das noch zusätzlich geprüft werden könnte.</p> <p>Wie Ihr seht, habt Ihr nach nur wenigen Tagen schon ganz interessante Ergebnisse und Hypothesen - ich bin schon gespannt, was weiter passieren wird.</p> <p>Beste Grüße</p> <p>Michael Kiehn</p>
8.Mai	<p>Liebe Schüler*innen!</p> <p>Seit dem Start ist bereits einige Zeit vergangen und eure Projekte sind in vollem Gange. Ihr habt schon tolle Fortschritte gemacht.</p> <p>Hier ein paar Erinnerungen:</p> <p>Strukturiert eure Experimente und eure Ergebnisse.</p> <p>Verwendet eindeutige Bezeichnungen:</p> <p>Bsp: „ein bisschen Wasser“ oder „relativ warm“ sind nicht wissenschaftlich, in diesen Fällen wäre zB „25ml Wasser“ oder „25°C“ sinnvoll.</p> <p>Schafft euch einen Überblick:</p> <p>Was habt ihr bereits getan? Was liegt noch vor euch?</p>

	<p>Eure Projekte liegen an euch. Ob ihr aussagekräftige Ergebnisse erhaltet ist eure Verantwortung! Je öfter ihr nachfragt, desto mehr kann euch geholfen werden, dafür sind die Mentor*innen da. Sie freuen sich über eure Initiative!</p> <p>Schön, dass ihr euch mit wissenschaftlichem Arbeiten auseinandersetzt!</p> <p>Viel Erfolg noch!</p> <p>Julia</p>
13.Mai	<p>Lieber Mentor!</p> <p>Die Bohnen haben das Wärmere vom Gips nicht verursacht. Der Gips wird warm wenn er trocknet. Dies kann man testen indem man ein Becherglas nur mit Gips füllt und ein Becherglas mit Gips und Bohnen - beide Bechergläser werden warm.</p> <p>"Habt Ihr hier eine Idee, wieso nur die trocknenen Bohnen den Gips durchbrochen haben (Ihr schreibt, die "nassen" Bohnen hatten nicht die Kraft, den Gips zu durchbrechen "</p> <p>Ja, also die Bohnen die vorher im Wasser eingelegt waren, wurden schon groß und haben das Wasser gespeichert. Dadurch konnten die "nassen" Bohnen im Gips nicht viel größer werden. Die trocknenen Bohnen mussten erst das Wasser vom Gips aufsaugen und sind dadurch größer geworden. Deswegen konnten die trocknenen Bohnen den Gips durchbrechen.</p> <p>Ist die Wasserspeicherung (nur) für das Keimen oder auch für das Weiterwachsen wichtig? Und Ist wirklich Fähigkeit der Wasserspeicherung im Boden ein bedeutsamer Faktor?</p> <p>Die Wasserspeicherung ist vor allem beim Keimen wichtig weil die Samen beim Keimen Wasser brauchen. Aber es ist auch wichtig für das Weiterwachsen. Die Wasserspeicherung im Boden ist ein bedeutsamer Faktor, denn da wo die Erde immer noch feucht war sind die Samen bis jetzt am besten gewachsen.</p> <p>Liebe Grüße</p> <p>Lejdina</p>
13.Mai	<p>Liebe Forscherinnen,</p> <p>vielen Dank für die Rückmeldungen. Eure Erklärungen sind sehr gut nachvollziehbar.</p> <p>Liebe Grüße</p> <p>Michael Kiehn</p> <p>Habt Ihr schon weitere Beobachtungen zu Euren Versuchen?</p>
23.Mai	<p>Sehr geehrter Herr Mentor!</p> <p>Im Namen unserer Gruppe, möchten wir uns herzlichst bei Ihnen bedanken. Dank dieses Projektes, konnten wir viele Erfahrungen über das Keimen der Samen sammeln.</p> <p>Wir wissen nun, dass der Mais in der Erde am Besten wächst und die Puffbohnen am besten im lehmigen Boden wachsen. Das zeigt auch unsere Grafik die wir Ihnen als Dokumentation angehängt haben. Im Gegensatz zu dem Mais und den Puffbohnen, haben die Gersten nicht gekeimt. Wir fürchten, dass wir sie leider übergossen haben weshalb wir nun keine näheren Informationen über die Keimung der Gersten haben.</p>

	<p>Wir glauben, dass der Mais deshalb im feuchten Boden am besten wächst, weil der Boden die nötigsten Vitamine hat, um den Mais keimen zu lassen.</p> <p>Die Puffbohnen können besser bei lehmigen Boden Keimen.</p> <p><a href="https://imgur.com/RLBFrpl">https://imgur.com/RLBFrpl</a></p> <p><a href="https://imgur.com/pN09IJW">https://imgur.com/pN09IJW</a></p>
--	---

# Poster

## Samenprojekt

Für das Projekt haben vier verschiedene Samenarten verwendet (Mais, Bohnen, Gerste und Kürbis). Die Größe der Samen wurden im Durchschnitt ausgerechnet.

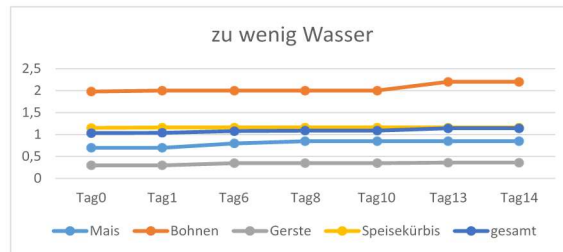
### Mit welchem Wasser wachsen/keimen Samen am besten?

**Destilliertes Wasser:** Die Samen sind mit destilliertem Wasser mit Abstand am besten gewachsen/gekeimt. Im destillierten Wasser haben die Samen am meisten geschimmelt, aber wurden nicht weggeworfen.

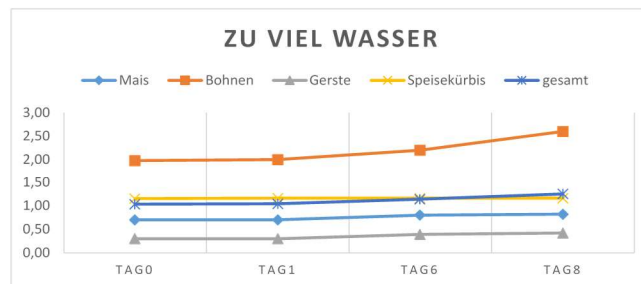


Das Liniendiagramm zeigt dass das Destillierte Wasser für unsere Samen mit Abstand am besten war.

**Wenig Wasser:** Die Samen, die nur wenig Wasser hatten sind ganz wenig gewachsen/gekeimt. Sind auch geschimmelt, wurden aber nicht vor Ende des Projekts weggeworfen.

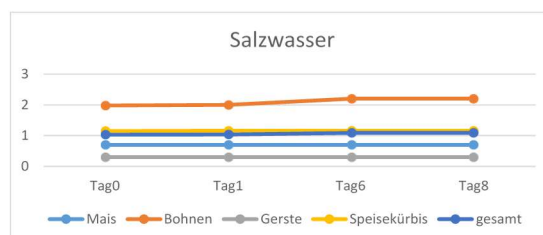


**Zu viel Wasser:** Ist wie die Samen mit zu wenig Wasser ein bisschen gewachsen. Würde aber vor Ende des Projekts weggeworfen, da die Samen geschimmelt sind, außer die Gerste.



**Salzwasser:** Die Samen im Salzwasser sind über 14 Tage überhaupt nicht gewachsen außer die Bohnen um 0,2 cm. Es sind alle Samen geschimmelt außer die Gerste und würde auch kurz vor Ende des Projekts weggeworfen.

Wir hätten besser in der Gruppe arbeiten sollen und hätten die Samen mehr gelüftet und Wasser ausgewechselt haben sollen.



Wie entwickeln sich Samen bei verschiedenen Temperaturen?



Tag 1

Am ersten Tag des Experimentes haben wir ein Marmeladenglas mit etwas Wasser und ein paar Tropfen Wasserstoffperoxid bis zur Hälfte befüllt. Bevor wir unsere Samen eingelegt haben, haben wir alle einzeln abgemessen. In das Wasser Gemisch haben wir dann Bohnen, Gerste und Mais über Nacht eingelegt.

Tag 2

Am zweiten Tag haben wir unsere nassen Samen aus dem Glas rausgeholt und abgemessen. Danach haben wir alles aufgeschrieben und begannen unsere Samen in verschiedene Gefäßen einzupflanzen. Dafür haben wir eine dicke Schicht Küchenrolle und eine Schicht Klopapier in eine Schale reingelegt und nass gemacht. Gleich darauf haben wir alles beschriftet und bei den jeweiligen Temperaturen 23 Grad Raumtemperatur, 4 Grad Kühlschrank, 4-14 Grad draußen Temperatur und 35 Grad Inkubator begonnen sie keimen zu lassen.



Tag 3

Am dritten Tag des Experimentes haben wir die ersten Fortschritte gesehen. Bei 35 Grad haben die Bohnen und die Gersten begonnen zu schimmeln aber der Mais hat sich begonnen zu keimen. Bei 4 - 14 Grad draußen Temperatur hat sich nichts verändert d.h. nichts hat gekeimt. Bei Raumtemperatur haben sich 3 Mais Samen gekeimt, die Bohnen sind gleichgeblieben und die Gerste ausgetrieben.

Tag 4

Am vierten Tag begannen auch die Mais Samen im Inkubator zu schimmeln und deswegen haben wir die verschimmelten Samen entsorgt. Bei 23 Grad haben sich die Samen am besten fortgepflanzt. Die Samen bei 4 - 14 Grad hat sich nicht viel geändert außer der Gerste. Sie hat begonnen auszutreiben. Die Samen im Kühlschrank haben sich nicht verändert außer der Gerste. Sie begann zu keimen.



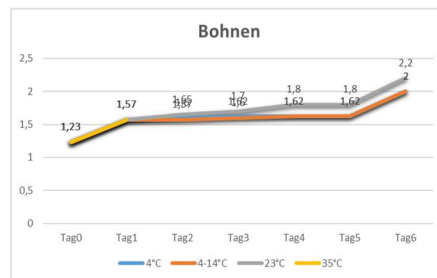
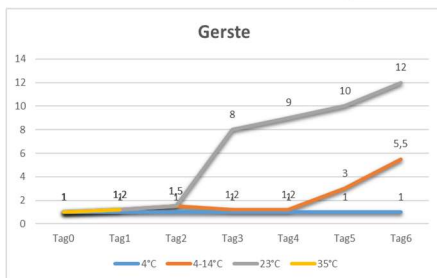
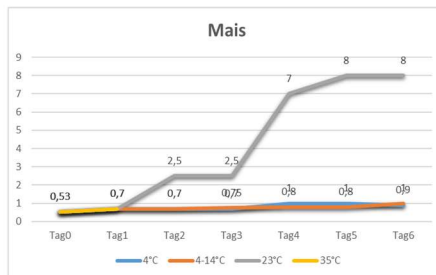
Tag 5

Am fünften Tag haben die Samen, die sich bei 23 Grad fortgepflanzt haben, sich am besten entwickelt. Gerste und Mais begannen zu wachsen und die Bohnen haben sich zwar gekeimt aber begannen langsam zu schimmeln. Die Samen, die sich draußen befindet haben, begannen langsam zu keimen. Bei 4 Grad Kühlschrank Temperatur haben sie genau wie bei 4 - 14 Grad draußen Temperatur langsam gekeimt.



Tag 6

Am letzten Tag unseres Experimentes konnte man bei den Samen von der Raumtemperatur sehr gute Fortschritte sehen. Mais und Gerste ist sehr gut gewachsen und haben sich sehr gut entwickelt aber der Mais begann zu schimmeln. Die Bohnen begannen schon am 5. Tag zu schimmeln und haben am 6. Tag mehr geschimmelt. Die Samen die im Kühlschrank waren haben sich weiter gekeimt aber nicht fortgepflanzt. Genauso die Samen bei 4 - 14 Grad.



## WELCHEN PH-WERT BRAUCHEN SAMEN, UM ZU KEIMEN?

Wir haben uns mit der Frage, bei welchen pH-Wert Samen am besten keimen beschäftigt. Dazu haben wir Bohnensamen, Hafersamen und Kürbiskernsamen jeweils in die pH-Werte 1 (reine Zitrone), 4 (Zitrone mit Wasser), 7 (Wasser) und 8 (Spülmittel mit Wasser) gepflanzt.

### Tag 1:

Am ersten Tag haben wir die Samen im trockenen Zustand abgemessen und sie über die Nacht in Wasser eingelegt. Dadurch wurden sie weicher und aufnahmefähiger und außerdem sind die Samen auch durch die Wasseraufnahme gewachsen. Siehe Bild eins.



### Tag 2:

Am zweiten Tag haben wir die Samen eingepflanzt und mit der jeweiligen Flüssigkeit gegossen, doch hierbei ist uns ein kleiner Fehler untergelaufen und zwar haben wir leider Ausversehen in fast jeder Flüssigkeit Zitronensäure hinzugegeben, wir haben anschließend versucht die Säure zu entfernen, was uns nicht immer gelungen ist.



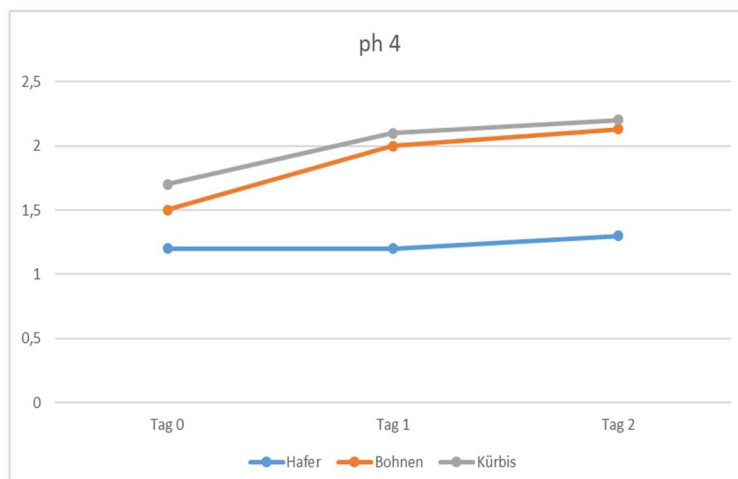
### Tag 3:

Am dritten Tag haben wir die Samen erneut abgemessen und anschließend mit der entsprechenden Flüssigkeit gegossen. Danach haben wir den pH-Wert bestimmen lassen. Reine Zitrone hatte den pH-Wert von 1, Zitrone mit Wasser den pH-Wert 4, Reines Wasser den pH-Wert 7 und 50 Prozent Wasser mit 50 Prozent Spülmittel hatten den pH-Wert 8.



### Letzter Tag:

Am letzten Tag haben wir entdeckt das die Samen Schimmel gebildet haben. Da ein schlimmer Gestank aufgetaucht ist und der Schimmel immer schlimmer geworden ist, haben wir leider die Samen entsorgen müssen. Danach haben wir mit den Ergebnissen ein Diagramm erstellt und eine Tabelle erstellt, indem wir von jedem Samen den Durchschnitt berechnet haben





## Wieviel Sonnenlicht brauchen Samen?

1 Tag – 02.05.2019

So groß waren die Bohnen am ersten Tag beim Abmessen.

1. Samen ausgesucht
2. jede abgemessen
3. die Größe fotografiert



Mais – 0,5 cm

Gerste – 0,9 cm

Kürbis – 1,7 cm

Bohne – 1,7 cm

2 Tag – 03.05.2019

Haut löste sich und Wurzeln kamen hervor – Größe blieb gleich

1. Plastikteller mit feuchtem Klopapier belegt
2. Samen reingelegt
3. Folie drübergelegt
4. In Licht, Halbschatten & Schatten gelegt

3 Tag – 06.05.2019

Licht: wachsen die Wurzeln grün  
 Halbschatten: sind die Wurzeln hellgrün  
 Schatten: sind die Wurzeln fast gleichgeblieben

Im Halbschatten wächst die Gerste am besten und jeder Samen ist etwas gewachsen.

4 Tag – 09.05.2019

Der Mais beginnt im Schatten zu schimmeln und der Kürbis wächst im Licht überhaupt nicht.

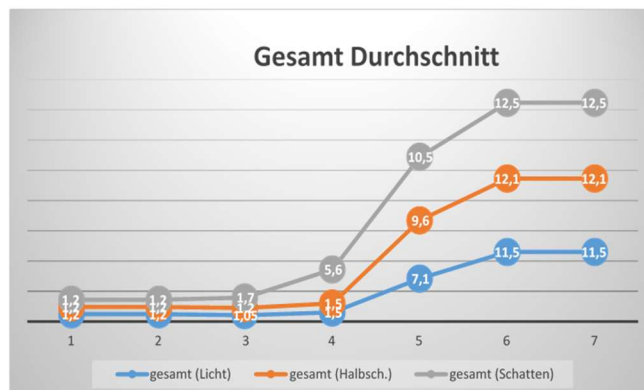
5 Tag – 13.05.2019

Der Kürbis wächst am besten im Schatten, im Halbschatten halbwegs gut und im Licht gar nicht.

Licht: wachsen die Samen langsam aber STABIL  
 Halbschatten: wachsen die Samen nicht so STABIL aber ok  
 Schatten: wachsen die Samen am schnellsten jedoch mangelt es am Chlorophyll

6 und 7 Tag – 15.05.2019 – 16.05.2019

Licht: Mais schimmelt und die Gerste wächst am besten und Kürbis wächst nicht  
 Halbschatten: Bohnen wachsen sehr langsam und Bohne schimmelte  
 Schatten: Gerste wächst am besten trotz wenig Chlorophyll, im Schatten wächst der Kürbis am besten





## Bei welcher Bodenart keimen Samen am besten?

**An Tag 1** (02. Mai 2019) haben wir uns das erste Mal mit unserem Projekt auseinandergesetzt. Wir bekamen von der Frau Professorin Maissamen, Puffbohnen und Gersten die wir in normales Leitungswasser eingelegt haben.

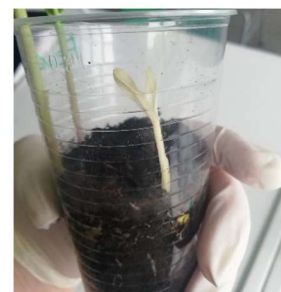
**An Tag 2** (03. Mai 2019) haben wir ins Leitungswasser, in denen sich die Samen befinden, Wasserstoffperoxid eingefügt, damit die Samen nicht so schnell zu schimmeln beginnen und außerdem waren die Samen durch das Wasser um einige Millimeter gewachsen. Wir fingen an, die in Wasser eingelekten Samen und die trockenem Samen in die verschiedenen Böden einzulegen.



**An Tag 4** (06. Mai 2019) ist noch nicht viel passiert, aber ein paar Samen haben Wurzeln gebildet. Doch wie schon erwartet, wachsen die Samen in der Erde am besten. Der Mais im lehmigen Boden bildet schon ein Keimblatt und die Puffbohnen fangen an zu keimen. Von der Gerste sieht man nichts. Die trockenem Puffbohnen haben den Gips durchgebrochen, wobei man von den eingelekten Puffbohnen noch nichts sieht.



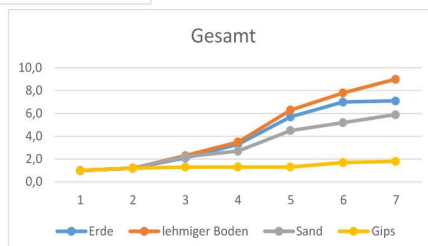
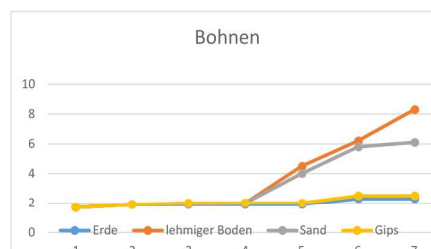
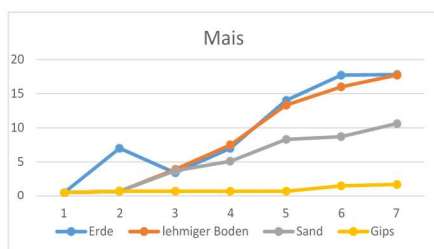
**An Tag 8** (09. Mai 2019) sind die trockenem Bohnen im Gips bis zur Oberfläche durchgebrochen. Die Maissamen waren relativ unten im Gips, aber man sieht, dass der Samen keimt und gut austreibt, und außerdem fing der Mais im lehmigen Boden an zu schimmeln. Im Sand wuchs der Mais und die Puffbohnen schon. Von der Gerste ist nichts zusehen.



**An Tag 12** (13. Mai 2019) mussten wir den Becher in dem die Gerste in der Erde eingepflanzt waren, entsorgen, da wir es wahrscheinlich übergossen haben. Man konnte feststellen, dass die trockenem Bohnen und der Mais im Gips stark keimen (noch nicht abmessbar) aber von den „nassen“ Bohnen war nichts zu sehen. In der Erde wächst der Mais gut. Einer der wachsenden Maisstücke ist viel heller und kleiner als die anderen Maisstücke und somit unterentwickelt und außerdem keimen die Puffbohnen in der Erde. Im lehmigen Boden stellten wir fest das Bohnen viel besser wuchs, als die Bohnen in der Erde. Auffallend ist das der Mais im Sand besser wuchs als die Puffbohnen.



**An Tag 15** (16. Mai 2019, letzter Tag) Der Mais wächst in der Erde am besten, am zweit besten im lehmige Boden und am dritt besten im Sand. Die Bohnen in der Erde keimen. Die Bohnen im Gips keimen sehr stark. Ein Mais im Gips wächst an der Seite und kämpft sich durch. Die Bohnen wachsen bereits im lehmigen Bohnen und im Sand.



♥ Lejdina EMINI, Katharina GÜNEY, Elisa MESTRE-SANTANA, Rinora RIFATI ♥

## Fragebogen

### Fragebogen SchülerInnen:



Hast du bei der Durchführung des Experiments etwas Neues gelernt?

Was hast du gelernt?

Gab dir die Lehrerin genügend Informationen, um die Experimente ordentlich durchzuführen? Wenn NEIN, was wäre noch wichtig gewesen?

Hast du dich auf der Plattform gut zurechtgefunden? Wenn NEIN, wo lagen die Probleme?

Welche Probleme ergaben sich für dich bei der Durchführung der Experimente?

Wie war das Zusammenarbeiten im Team? Welche Vorteile und welche Nachteile ergaben sich?

Hast du bei dieser Art des Unterrichts mehr gelernt als bei Frontalunterricht?

Möchtest du mehr Forschungseinheiten im Unterricht?

**Vielen Dank für eure Unterstützung!**