

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Mental models zu Pflanzen von Schüler*innen der 1. bis zur 12. Schulstufe“

verfasst von / submitted by

Manuel Eichler, BEd

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Education (MEd)

Wien, 2023 / Vienna 2023

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

UA 199 502 520 02

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

Masterstudium Lehramt Sek (AB) Lehrverbund
Unterrichtsfach Biologie und Umweltbildung Lehrverbund
Unterrichtsfach Mathematik Lehrverbund

Betreut von / Supervisor:

ao. Univ.-Prof. Dr. Michael Kiehn

Mitbetreut von / Co-Supervisor:

Mag. Dr. Peter Pany

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Plant blindness, mental models, Psychologischer Hintergrund	2
2.1. Plant blindness	2
2.2. Mental models	11
2.2.1. Darstellung von mental models mittels Zeichnungen	13
2.2.2. Mental models von Pflanzen	15
2.2.3. Entwicklung der geistigen Reife.....	16
2.3. Veränderung des mental models mithilfe von Unterrichtsinterventionen	18
2.4. Zusammenhang von mental models und plant blindness.....	21
3. Fachwissenschaftlicher Rahmen	22
4. Methoden der Untersuchung	28
4.1. Wissenschaftliche Fragenstellung	28
4.2. Untersuchungsdesign.....	29
4.2.1. Stichprobe	30
4.2.2. Durchführung der Datenerhebung – Erhebungsbogen.....	31
4.2.3. Datenanalyse	32
5. Ergebnisse	35
5.1. Typus von Pflanze / Baum / Blume / Gras.....	35
5.1.1. Pflanze	35
5.1.2. Baum	37
5.1.3. Blume	38
5.1.4. Gras.....	40
5.2. Merkmale von Pflanze / Baum / Blume / Gras	41
5.2.1. Pflanze	42
5.2.2. Baum	43
5.2.3. Blume	45
5.2.4. Gras.....	48

Signifikanztests.....	48
5.2.5. t-Tests	48
5.2.6. Korrelationstests.....	50
5.2.7. Varianzanalyse	54
6. Interpretation der Daten.....	55
6.1. Vergleiche der Typen und Merkmale.....	55
6.2. Interpretation der Signifikanztests	61
7. Fazit.....	65
7.1. Beantwortung der Forschungsfragen	65
7.2. Zusammenfassung	69
8. Diagrammverzeichnis	70
9. Tabellenverzeichnis.....	71
10. Abbildungsverzeichnis.....	71
11. Literaturverzeichnis	72
12. Anhang	78
12.1. Kurzfassung / Abstract	78
12.2. Untersuchungsmaterialien.....	79
12.3. Übersicht der Ergebnisse	83
12.3.1. Typus	83
12.3.2. Merkmale	87

1. Einleitung

Pflanzen sind ein wichtiger Teil der Umwelt und der Natur. Allerdings spielen diese in der Wahrnehmung der Menschen oft nur eine untergeordnete Rolle und stehen im Schatten der Tiere. Dadurch werden die wichtigen Aufgaben von Pflanzen oft vernachlässigt. Dies zeigt sich häufig bereits bei Kindern und Jugendlichen, welchen es immer wieder schwer fällt Pflanzen zu benennen oder deren Strukturen zu kennen (Wandersee und Schussler 1999 und 2001).

Diese verminderte Wahrnehmung von Pflanzen kann als plant blindness bezeichnet werden, und kann Auswirkungen auf das Verständnis zu deren Rollen und Beiträgen zu einem funktionierenden Ökosystem haben (Wandersee und Schussler 2001, Comeau et al 2019).

Der Biologieunterricht hat die wichtige Aufgabe, Wissen zum Thema Pflanzen zu vermitteln und diese in den Fokus der Wahrnehmung zu rücken. So kann dieser dazu beitragen, plant blindness bereits im Schulalter zu verringern. Um zu wissen, wie Pflanzen von Schüler*innen wahrgenommen werden, müssen deren Vorstellungen dazu untersucht werden. Dazu hat sich der Begriff des mental models als Repräsentation dessen bewährt.

Nach einem Überblick über plant blindness und mental models zu Pflanzen, werden in dieser Arbeit die mental models von Schüler*innen untersucht. Zum einen soll ein Überblick über die mental models von Schüler*innen zu den Begriffen Pflanze, Baum, Blume und Gras gewonnen werden. Dazu werden Zeichnungen von Schüler*innen im Alter von 6 – 18 Jahren untersucht. Es werden Einteilungen nach dem Typus vorgenommen und es werden die Merkmale, die in den Zeichnungen auftreten, erfasst und analysiert. Diese Ergebnisse werden mit anderen Untersuchungen verglichen. Weiters werden die Zeichnungen auf statistisch signifikante Zusammenhänge überprüft. Dadurch soll ein Überblick entstehen, welche Begriffe das mental model von Pflanzen gut wiedergeben.

2. Plant blindness, mental models, Psychologischer Hintergrund

2.1. Plant blindness

Interesse

Interesse ist ein Begriff, der im Alltag häufig verwendet wird. In der Wissenschaft kann Interesse als Relation zwischen einer Person und einem Gegenstand betrachtet werden (Mogge et al. 2004). Dabei assoziiert die Person mit dem Gegenstand positive Erlebnisse und Gefühle, spricht ihm eine besondere subjektive Bedeutung zu, oder möchte selbst das Wissen und die Fähigkeiten bezüglich des Gegenstandes erweitern. Die Handlung selbst erfolgt ohne äußere Zwänge und zielt auf einen bestimmten Gegenstandsbereich ab. Dabei kann es durch wiederholte Auseinandersetzung mit dem Gegenstandsbereich zu einer Aufrechterhaltung, und folglich zu einer Schwerpunktbildung, kommen (Vogt 2007).

Entsprechend der Relation aus dieser Auseinandersetzung, kann sich eine Personen-Gegenstands-Beziehung oder ein Personen-Gegenstands-Bezug daraus entwickeln. Eine Personen-Gegenstands-Beziehung wird auch situationales Interesse genannt und resultiert aus einer besonderen Anreizbedingung oder Lernsituation. Dies ist ein situationsspezifischer, einmaliger, motivationaler Zustand. Dagegen ist der Personen-Gegenstands-Bezug, auch individuelles Interesse, eine längerfristig anhaltende, stabile Situation, und wird als persönlichkeitspezifisches Merkmal einer Person gesehen. Das individuelle Interesse wird, weil die Auseinandersetzung mit dem Gegenstand nicht ununterbrochen stattfindet, in dispositionales und aktualisiertes Interesse unterschieden. Das dispositionale Interesse ist eine innere Bereitschaft, sich mit dem Gegenstand auseinanderzusetzen, während das aktualisierte Interesse auf einer intrinsisch veranlassten Handlung beruht, die auf bereits vorhandenem individuellem Interesse basiert. Durch positive Erfahrungen und weiteren Auseinandersetzungen mit dem Gegenstand kann sich die Einstellung zum diesem ändern und das Wissen vermehren. Somit kann sich aus einem situationalem Interesse ein individuelles Interesse entwickeln, was vor allem im schulischen Zusammenhang wichtig sein kann (Vogt 2007).

Sowohl situationales als auch individuelles Interesse treten in Phasen auf. Diese werden von Hidi und Reininger 2006 in ein Vier-Phasen-Modell der Entwicklung von Interesse miteinander in Verbindung gebracht:

1) Ausgelöstes situationales Interesse

Interesse wird durch einen kurzzeitigen, häufig externen, Reiz der Umgebung ausgelöst. Die Person wird somit konzentriert auf den Gegenstand.

2) Aufrechterhaltenes situationales Interesse

Das ausgelöste Interesse wird verstärkt beachtet und hält über einen längeren Zeitraum an oder tritt immer wieder auf. Die wiederholte Auseinandersetzung mit dem Gegenstand trägt zum Aufrechterhalten des situationalen Interesses bei.

3) Entstehendes individuelles Interesse

Interesse wird zu einer dauerhaften Neigung zu einem Gegenstand. Positive Gefühle, angeeignetes Wissen und eigene Werte werden gebildet und folgen in eigenen Fragen zum Kontext. Unterstützung durch Expert*innen oder Kolleg*innen ist teilweise erforderlich und kann das Verständnis erhöhen.

4) Gut entwickeltes individuelles Interesse

Das Interesse zu einem Gegenstand ist ausdauernd und tritt wiederholt auf. Es ist begleitet von positiven Gefühlen und zeichnet sich durch mehr Wissen und Werte zu diesem Gegenstand als zu anderen aus. Sowohl Inhalt als auch der Zusammenhang eines Problems werden beim Lösen betrachtet. Dabei profitiert die Person von anderen Personen, wie etwa Expert*innen oder Vorbildern (Hidi und Reininger 2006).

Die Personen-Gegenstands-Auseinandersetzung kann bei negativen Erlebnissen zu einem Nicht-Interesse führen. Dieses ist allerdings von Ekel oder Angst, was gerade im Biologieunterricht relevant sein kann, abzugrenzen. Dieses Nicht-Interesse kann sich in Desinteresse entwickeln. Dabei ist die Person passiv gegenüber dem Gegenstand eingestellt und zeigt Interesselosigkeit oder Gleichgültigkeit. Im Unterricht kommt es zu einer fremdbestimmten Auseinandersetzung mit dem Gegenstand mit leicht negativen Gefühlen zu diesem. Bei stärkeren negativen Gefühlen und

Auseinandersetzungen entsteht eine Abneigung der Person zum Gegenstand. Dabei wird eine weitere Auseinandersetzung vermieden und der Aufnahme von Inhalten aktiv ausgewichen (Vogt 2007).

Lehrpersonen können nur wenig Einfluss auf das Interesse von Schüler*innen nehmen. Den stärksten Einfluss darauf haben die Peer-Gruppen von Jugendlichen. Selten sind Lehrkräfte verantwortlich für positive Personen-Gegenstands-Bezüge. Jedoch sind diese häufig Auslöser für negative Bezüge und beeinflussen die Auseinandersetzungen mit dem Gegenstand negativ (Mogge et al. 2004). Um das individuelle Interesse von Schüler*innen langfristig zu beeinflussen, reicht eine kurze Intervention von zwei bis vier Unterrichtsstunden nicht aus (Pany et al. 2019). Allerdings wird das Interesse längerfristig gefördert, wenn der Unterricht methodisch didaktisch gut ausgestaltet ist und die Schüler*innen häufig im Unterricht selbst aktiv sind. Hohes Interesse im Unterricht ist wünschenswert, da dies die intrinsische Motivation steigen lässt (Mogge et al. 2004, Vogt 2007).

Plant blindness

Die Botanik ist ein wichtiger Teil des Lehrplans. Dennoch ist es seit Jahren eine große Herausforderung Inhalte aus diesem Themengebiet zu vermitteln (Greenfield 1955). Wenn es bereits in der Ausbildung von Biologielehrer*innen dazu kommt, dass die Botanik vernachlässigt wird, dann sind botanische Themen auch im Unterricht nicht so präsent wie zoologische Inhalte. Denn wenn Biologielehrer*innen selbst weniger über Pflanzen lernen als über Tiere, sprechen sie auch im Unterricht weniger darüber (Hershey 1993, Hershey 1996). Die Vernachlässigung der Pflanzen im Unterricht, auch als „*zoochauvinism*“ (Bozniak 1994) oder „*plant neglect*“ beschrieben, resultiert weiters daher, dass das Unterrichten von Botanik als uninteressant und wenig inspirierend empfunden wird. Somit wird die Vernachlässigung von Pflanzen von Lehrer*innen auf die Schüler*innen weitergegeben (Hershey 1996). Außerdem werden in vielen Ländern Pflanzen in wissenschaftlichen Curricula und in Schulbüchern im Vergleich zu Tieren vernachlässigt, was das Behandeln im Unterricht weiters erschwert (Rybska et al. 2017).

Studien zeigen, dass das Interesse von Schüler*innen an Pflanzen geringer ist als jenes an Tieren (Strgar 2007, Wandersee und Schussler 1999). Innerhalb von Themen

des Biologieunterrichts wird das Schüler*inneninteresse botanischer Inhalte von jenen der Zoologie und der Humanbiologie überdeckt (Pany und Heidinger 2015). Eine Studie von Cipkova et al. (2018) zeigt, dass von neun biologischen Themengebieten botanische bei Schüler*innen das geringste Interesse hervorrufen, während tierische Themen als am interessantesten angegeben werden. Innerhalb der pflanzlichen Themengebiete werden Wachstum und Reproduktion von Pflanzen, sowie morphologische Strukturen von Blättern und Blüten als jene genannt, die das geringste individuelle Interesse hervorrufen. Vor allem in der fünften und sechsten Schulstufe sinkt das Interesse an botanischen Themen. Als Begründung für Desinteresse wird zum Teil die Schwierigkeit von Namen, oder generell die Schwierigkeit am Thema genannt (Cipkova et al. 2018). Vor allem jüngere Schüler*innen haben oft größeres Interesse und Neugier an Lebewesen, die sich aktiv bewegen. Folglich werden auch öfter Tiere als Pflanzen zur Anschauung und Demonstration im Unterricht verwendet (Gropengießer et al. 2020).

Da Interesse an einem Thema den Lernerfolg in jenem Bereich verbessert (Hidi 1990), ist es folglich nicht ungewöhnlich, dass Schüler*innen über weniger Wissen bezüglich Pflanzen verfügen und botanische Inhalte nicht so stark wahrnehmen wie andere. So ist es der Fall, dass Pflanzen von Menschen oft gar nicht als lebende Organismen wahrgenommen werden, beziehungsweise als minderwertig gegenüber Tieren, oder sogar nur als Hintergrundmasse der belebten Tierwelt, gesehen werden. Dies führt dazu, dass Schüler*innen Probleme haben biologische Konzepte auf Pflanzen anzuwenden, und nur geringes Wissen, oder Fehlvorstellungen, zu Themen wie Photosynthese, Stoffaustausch oder Reproduktion und Wachstum entwickeln (Pany et al. 2019, Rybska et al. 2017.).

Umgekehrt kann man aus dem linearen Zusammenhang von Interesse und Vorwissen schließen, dass das geringe wissenschaftliche Wissen über Pflanzen auch zu einem geringeren Interesse führt, sich in diesem Bereich weiterzubilden (Rybska et al. 2017).

Wandersee und Schussler untersuchten, warum das Interesse an Pflanzen geringer ist, als jenes an Tieren und warum Pflanzen von den Leuten weniger wahrgenommen werden als Tiere. Sie beschreiben all die oben genannten Probleme mit dem Begriff „plant blindness“, den sie wie folgt definierten:

“the inability to see or notice the plants in one's own environment—leading to: (a) the inability to recognize the importance of plants in the biosphere, and in human affairs; (b) the inability to appreciate the aesthetic and unique biological features of the life forms belonging to the Plant Kingdom; and (c) the misguided, anthropocentric ranking of plants as inferior to animals, leading to the erroneous conclusion that they are unworthy of human consideration.” (Wandersee und Schussler 2001).

Plant blindness beschreibt also die Unfähigkeit Pflanzen in der Umgebung zu sehen oder wahrzunehmen. Dies kann dazu führen, dass man unfähig ist, die Wichtigkeit von Pflanzen in der Biosphäre und für den Menschen zu erkennen. Weiters führt sie dazu, dass die Ästhetik und Einzigartigkeit der Formen und Merkmale des Pflanzenreichs nicht wertgeschätzt werden. Dies führt zu einer fehlgeleiteten, anthropozentrischen Sichtweise, die Pflanzen als den Tieren untergeordnet einstuft und schließlich in der menschlichen Beachtung vernachlässigt werden.

Symptome für plant blindness

Für Personen, die von plant blindness betroffen sind, werden von Wandersee und Schussler (1999 und 2001), sowie von Schussler und Olzak (2008) folgende Symptome beschrieben:

- Unfähigkeit Pflanzen im Alltag wahrzunehmen, zu sehen oder sich darauf zu fokussieren;
- Sehen Pflanzen als den Hintergrund des Tierlebens;
- Fehlvorstellung über lebensnotwendige Stoff- und Energieflüsse von Pflanzen;
- Fehlende Wahrnehmung der Wichtigkeit von Pflanzen im Alltag;
- Können nicht zwischen den unterschiedlichen Zeitskalen tierischer und pflanzlicher Aktivität unterscheiden;
- Fehlende Erfahrung bezüglich des Wachstums, der Beobachtung und Kenntnis von heimischen Pflanzen;
- Können einfache pflanzenwissenschaftliche Dinge nicht erklären;
- Fehlendes Bewusstsein, dass Pflanzen ein wichtiger Teil des Kohlenstoffkreislaufs sind;

- Unempfindlichkeit gegenüber der Ästhetik der Pflanzen und deren Strukturen. Unter anderem bezüglich Anpassung, Diversität, Koevolution, Farbe, Verbreitungsgewohnheiten;
- Minderwertige Betrachtung von Pflanzen gegenüber Tieren, selbst wenn sie als Lebewesen gesehen werden;
- Es werden beim Arbeiten mit Pflanzen den Schüler*innen zwar visuell wahrnehmbare Strukturen bewusst, nicht aber die Rolle, welche Pflanzen in einem Ökosystem spielen;
- In Lernsituationen ändert sich schlagartig die Aufmerksamkeit von den Pflanzen zu Tieren, wenn diese in der Umgebung auftauchen;
- Pflanzen können nach Beobachtungen nicht so häufig genannt werden wie Tiere;

Diese Symptome haben Auswirkungen auf jene Personen, die von fehlendem Wahrnehmungsvermögen von Pflanzen, und auch von ausgeprägter plant blindness betroffen sind. Es wird etwa die Wichtigkeit von Pflanzen für ein Ökosystem vernachlässigt. Denn wenn der Unterschied einzelner Individuen nicht erkannt werden kann, ist es unwahrscheinlich, dass der Einfluss von Diversität auf ein Ökosystem verstanden wird. Dies führt dazu, dass von den Betroffenen Unterschiede zwischen Monokulturen und Gebieten mit hoher Diversität nicht erkannt werden können. Das Verständnis für die Wichtigkeit verschiedener Pflanzenarten und hoher Diversität für ein funktionierendes Ökosystem geht somit verloren (Comeau et al. 2019).

Maßnahmen um plant blindness entgegenzuwirken

Es gibt Wege um plant blindness vorzubeugen oder entgegenzuwirken. Eine Möglichkeit ist es Schutzprogramme für gefährdete Pflanzenarten durchzuführen. Schutzprogramme werden für Tiere als wichtiger angesehen als dies für Pflanzen der Fall ist. Jedoch können genau diese durch verstärktes Auftreten die Symptome von plant blindness verringern (Wandersee & Schussler 2001). In Balding und Williams (2016) werden drei Punkte vorgeschlagen, um die Bereitschaft zu Schutzprogrammen von Pflanzen zu erhöhen, und somit auch plant blindness zu bekämpfen:

- **Identifikation mit Pflanzen**

Tiere werden deshalb als schützenswerter betrachtet, weil sie den Menschen ähnlicher sind als Pflanzen, wie zum Beispiel im Aussehen, der Größe, dem Vorkommen von Organen oder der Möglichkeit sich zu bewegen und zu essen. Es sollte hervorgehoben werden, in welchen Bereichen Pflanzen den Menschen ähnlich sind.

- **Empathie gegenüber Pflanzen**

Die Verbindung zur Natur kann durch Empathie gestärkt werden und somit kann sich die Einstellung zu Schutzmaßnahmen verbessern. Tierschutzorganisationen verwenden oft tote Tiere, um Mitgefühl zu lukrieren. Möglicherweise kann dies auf Pflanzen übertragen werden.

- **Angemessener Anthropomorphismus von Pflanzen**

Die Übertragung von menschlichen Eigenschaften auf die nichtmenschliche Umgebung zeigt eine Verbundenheit zur Natur. Diese Schilderungen können eingesetzt werden, um die Empathie zu Arten zu erhöhen.

Um diese Punkte umsetzen zu können, werden praktische Wege vorgeschlagen wie: (1) direkte Erfahrungen mit Pflanzen zu ermöglichen; (2) Betonung von Ähnlichkeiten von Menschen und Pflanzen; (3) kreative Aktivitäten nutzen, um Empathie zu Pflanzen zu entwickeln (Balding, Williams 2016).

Eine weitere Möglichkeit für Lehrpersonen, um plant blindness entgegenzuwirken, ist es Pflanzen im Unterricht zu verwenden, die von Schüler*innen als interessant gesehen werden. Zwar gibt es Unterschiede zwischen den Altersstufen, welche Pflanzen das Interesse wecken, aber gewisse Gruppen von Pflanzen wecken insgesamt größeres Interesse als andere. So sollten etwa Pflanzen, die in der Medizin eine Rolle spielen oder stimulierende pflanzliche Drogen als Beispiele im Biologieunterricht vorkommen. Auch Zierpflanzen können eine positive Auswirkung auf das Interesse der Schüler*innen haben (Pany 2014, Pany et al. 2019).

Die Tatsache, dass vor allem jüngere Schüler*innen ein hohes Interesse an sich bewegenden Lebewesen zeigen, können sich Lehrpersonen durchaus zu Nutze

machen. Etwa können Pflanzen im Unterricht gezeigt werden, bei denen Bewegung in annehmbarer Zeit sichtbar gemacht werden kann, wie dies etwa bei der Venusfliegenfalle (*Dionaea muscipula*), bei einer Mimose (*Mimosa pudica*) oder der Unechten Rose von Jericho (*Selaginella lepidophylla*) der Fall ist (Hershey 1996).

Weitere Wege um das Interesse von Schüler*innen an Pflanzen zu erhöhen werden von Strgar (2007) vorgeschlagen:

- Durch richtigen Methodeneinsatz und Engagement können Lehrkräfte das Interesse an Themen mit anfänglich niedriger Attraktion erhöhen.
- Durch spezielles Wissen, Enthusiasmus und Interesse der Lehrperson kann deren Fähigkeit die Schüler*innen für das Fach zu begeistern verstärkt werden. Dies sollte in der Ausbildung von Lehrkräften berücksichtigt werden.
- Wenn Lehrkräfte entsprechend Einblicke geben können, dass sie selbst ein ehrliches Interesse an Pflanzen haben, kann dieses besser auf Schüler*innen übertragen werden (Strgar 2007).

Um die Begeisterung zu Pflanzen und das Verständnis darüber zu erhöhen, und folglich auch plant blindness zu bekämpfen, schlägt Hershey 2005 folgende Punkte vor, die Lehrpersonen im Biologieunterricht umsetzen sollen:

- **Pflanzen sollen nicht vernachlässigt werden**

Selbst erfahrene Biologen tendieren dazu, Pflanzen zu vernachlässigen. Lehrpersonen sollten sich besonders einsetzen, um sicher zu gehen, dass sowohl sie selbst als auch die Schüler*innen über Pflanzen lernen.

- **Vermeiden von „zoochauvinism“**

Auch bei vielen Biologielehrer*innen ist eine Bevorzugung von Tieren gegenüber Pflanzen zu erkennen. Diese spiegelt sich auch in Schulbüchern wider, in welchen mehr Tiere als Pflanzen vorkommen. Vor allem Lehrpersonen sollten unvoreingenommen gegenüber Pflanzen sein und ihnen Zeit im Unterricht widmen. Sie sollten den Schüler*innen lehren, dass Pflanzen nicht nur wichtig für unser aller Überleben sind, sondern auch faszinierende Organismen.

- **Nicht von der Nutzung von Pflanzen abhalten lassen**

Oft kommt die Nutzung von Pflanzen für die Vermittlung von biologischen Konzepten in wissenschaftlichen Standards nicht vor. Pflanzen haben viele Vorteile als Forschungsobjekte und sind oft gute Beispiele für biologische Konzepte, weshalb sich Lehrkräfte nicht davon abhalten lassen sollen, diese im Unterricht einzusetzen.

- **Nicht von Fehlvorstellungen täuschen lassen**

Immer wieder kommen in Unterrichtsmaterialien und Texten Fehlvorstellungen und Fehler zu pflanzlichen Themen vor. Lehrer*innen sollten darüber Bescheid wissen, vorsichtig mit Materialien sein und diese untersuchen, bevor sie sie an Schüler*innen weitergeben.

- **Umgang mit pseudowissenschaftlichen Themen und Anthropomorphismen**

Lehrpersonen sollten Schüler*innen über pseudowissenschaftliche Untersuchungen bezüglich Pflanzen aufklären. Viele von diesen haben einen anthropozentrischen Zugang, wie etwa die Vermutung, dass Pflanzen durch Sprechen zu diesen schneller wachsen würden. Lehrer*innen sollten Schüler*innen von diesen Themen abbringen und sie an das Konzept der Photosynthese erinnern.

Eine weitere Methode um plant blindness zu stoppen und entgegenzuwirken ist es Projekte mit dem Fokus auf pflanzliche Inhalte durchzuführen. Die Schüler*innen nehmen viele Informationen auf, wenn ein Workshop gut strukturiert ist und von engagierten, enthusiastischen und kenntnisreichen Lehrpersonen geführt wird. Dadurch rücken pflanzliche Inhalte in den Vordergrund der Wahrnehmung der Schüler*innen (Bowker 2007).

2.2. Mental models

Es gibt verschiedene Möglichkeiten den Wissensstand von Schüler*innen festzustellen. Bei Tests wird allerdings häufig nur Wissen reproduziert und es ist nur schwer zu überprüfen, ob ein Thema wirklich verstanden wurde. Eigene Hypothesen formulieren und das Erlernte auf andere Bereiche übertragen, sind beispielhafte Möglichkeiten, um zu überprüfen, ob Schüler*innen ein tieferes Verständnis zu einem Gebiet haben (Rapp 2005).

Eine Möglichkeit, wie Wissen zu einem Bereich dargestellt werden kann, ist jene des *mental models*. Dies kann als eine innere Repräsentation von Informationen und Erfahrungen der äußeren Umgebung verstanden werden (Rapp 2005). Bereits in den 1980er Jahren wurden verschiedene Ansätze von mental models beschrieben. Diese umfassen häufig die Eigenschaften, dass mental models unvollständig, instabil, ohne klar definierte Grenzen, unwissenschaftlich und vereinfacht sind. Allerdings erlauben mental models auch einer Person einen Begriff so darzustellen, wie er von dieser wahrgenommen wird und soll deren Vorstellung wiedergeben (Greca und Moreira 2000). Rapp (2005) erklärt drei Ansichten des Begriffs wie folgt:

- Basierend auf der Arbeit von Dijk und Kintsch (1978) ist ein mental model eine Art der Repräsentation eines Textes. Dabei helfen mental models Beziehungen in einem Text zu verstehen und neue Informationen mit dem vorhandenen Wissen zu verbinden.
- Eine weitere Ansicht basiert auf der Arbeit von Johnson-Laird (1983), welcher zeigt, dass mental models notwendig sind, um räumliche Beziehungen zu verstehen. Sie sind eine innere Repräsentation von Beziehungen und werden herangezogen, um Probleme zu lösen.
- Drittens wird ein mental model gebildet, wenn man über Themen und deren Beziehungen zu anderen Inhalten lernt, und diese Informationen mit dem bereits vorhandenen Wissen verknüpft werden. Dabei können Fehlvorstellungen allerdings zu einem fehlerhaften mental model führen (Rapp 2005).

Gemeinsam haben die verschiedenen Ansätze, dass mental models eine Funktion für die Person bezüglich eines Gegenstands haben. Sie erlauben es Erklärungen zu machen und Vorhersagen zu treffen (Greca und Moreira 2005).

Um mental models klar zu definieren, gibt es jedoch einige Probleme. Zum einen sind sie keine physischen Einheiten und können daher nicht gemessen werden. Als abstrakte Konzepte kann man nur Vermutungen über mental models aufstellen. Zweitens sind sie abstrakte Beschreibungen der Erinnerung, sind dynamisch und können sich mit der Zeit verändern. Drittens werden sie in verschiedenen Disziplinen unterschiedlich definiert und betrachtet. Weiters beruhen mental models auf Beschreibungen von Verständnisprozessen. Diese können durch mental models gefördert aber auch gehemmt werden. Individuen entwickeln oft fehlerhafte mental models und beharren auf diesen. Dies kann zu fehlerhaften Argumentationen führen. Da mental models auf Repräsentationen von individuellem Verständnis beruhen, sind diese nicht immer richtig und verlässlich (Rapp 2005).

Ein mental model wird häufig als eine private und persönliche Repräsentation beschrieben, die von einem Individuum allein oder in einer Gruppe gebildet wird. Diese sind allerdings für andere unzugänglich und können nur als eine Version davon für andere wiedergegeben werden. Dies wird dann als *expressed model* beschrieben (Gilbert 2004).

Rapp (2005) beschreibt mental models im allgemeinsten Sinn als eine Einteilung von Informationen im Gedächtnis. Diese sind mentale Simulationen oder innere Repräsentationen der äußeren Welt und machen Schlussfolgerungen möglich. Weiters werden einige Eigenschaften von mental models beschrieben.

Mental models verknüpfen das gesammelte Wissen mit den unmittelbaren Erfahrungen und können angewendet werden, um Hypothesen zu formulieren, Probleme zu lösen oder das Wissen auf andere Bereiche anzuwenden. Mental models sind unvollständig und keine Reproduktionen oder Simulationen von Erfahrungen, sondern eher abstrakte Repräsentationen, die Erfahrungen sammeln und beim Problemlösen, bei der Entscheidungsfindung und bei Schlussfolgerungen nützlich sind. Weiters sind mental models eher bildhafte als bildbasierte Repräsentationen. Dies regt an, dass mental models, auch wenn sie keine mentalen Bilder in dem Sinn

sind, hilfreich und notwendig sein können, um die visuell-räumlichen Eigenschaften eines Konzepts oder Systems auffassen zu können.

Schlussendlich sind mental models organisierte Wissensstrukturen, die verwendet werden, um Probleme zu lösen. Sie werden mit Bezug auf räumliche, zeitliche und kausale Beziehungen zu einem Konzept gespeichert und können verwendet werden, um dieses Konzept wiederzugeben, alternative Gesichtspunkte zu bewerten oder neue Möglichkeiten zu betrachten. Mental models sind keine exakten inneren Replikationen von äußeren Informationen, sondern stückhafte, unvollständige Teile dessen, die abgerufen werden können. Sie helfen dabei äußere Informationen mit dem vorhandenen Wissen zusammenzufügen (Rapp 2005).

2.2.1. Darstellung von mental models mittels Zeichnungen

Zeichnungen dienen häufig dazu, etwas über die Vorstellungen von Kindern zu erfahren. Zeichnungen sind einfache Wege, wie Kinder kommunizieren, sich ausdrücken und ihre Ideen und Fragen über die Welt wiedergeben können (Brooks 2009, Chang 2012, Farokhi und Hashemi 2011). Somit werden Zeichnungen in der Forschung verwendet, um wissenschaftliche Phänomene zu beschreiben oder um Vorstellungen und Fehlvorstellungen zu untersuchen. Vor allem im Kindergarten und in jungem Schulalter sind Zeichnungen ein beliebtes Mittel, damit Kinder ihre Welt repräsentieren können (Rybska et al. 2017). Auch wenn es oft so ist, dass Kinder mehr wissen als ihre Zeichnungen zeigen, so können diese mehr aussagen als Worte, weil Kinder oft nicht die sprachlichen Fähigkeiten haben abstrakte Sachverhalte zum Ausdruck zu bringen. Aber sie können diese durch Symbole in Zeichnungen wiedergeben (Farokhi und Hashemi 2011).

Das Alter und die geistige Entwicklung hängen stark mit Zeichnungen von Kindern zusammen (Cherney et al. 2006, Farokhi und Hashemi 2011). Zum einen werden Zeichnungen mit dem Alter detailreicher und komplexer. Sie nehmen an Tiefe, Details und Organisation zu, und eine mit dem Alter zunehmend höhere räumliche Vorstellungskraft erhöht die Komplexität von Zeichnungen. Dies kann durch Training von außen beeinflusst werden (Cherney et al. 2006). Weiters können Zeichnungen

den Stand der intellektuellen Entwicklung von Kindern wiedergeben und stellen die kognitiven Fähigkeiten dar. Sie liefern einen Einblick in die geistige Entwicklung und das wissenschaftliche Denken der Kinder (Cherney et al. 2006, Brooks 2009). Keinen Einfluss auf die Darstellung der mentalen Repräsentation haben allerdings die individuellen zeichnerischen Fähigkeiten. Selbst Kinder mit keiner tieferen zeichnerischen Erfahrung können ihren mentalen Repräsentationen mittels Zeichnungen darstellen (Cherney et al. 2006).

Auch wenn der Entwicklungsprozess bei allen Kindern weltweit gleich ist, so sind die Zeichnungen von Kindern abhängig von der Kultur und den Lebensumständen. Obwohl die Darstellungen von Begriffen oft ähnlich sind, so werden diese in unterschiedlichen Kulturen oft verschieden dargestellt, da etwa andere Symbole verwendet werden (Farokhi und Hashemi 2011). Auch Schule und Gesellschaft beeinflussen Zeichnungen von Kindern. So werden etwa in Kulturen mit niedrigem Interesse an Kunst einfachere Zeichnungen produziert (Cherney et al. 2006). Kinder die aus dem städtischen Bereich und aus ähnlichen sozioökonomischen Schichten, mit ähnlichem Zugang zu Informationen, stammen, zeigen auch in unterschiedlichen Ländern viele Gemeinsamkeiten in ihren Zeichnungen (Barraza 1999).

Mit Zeichnungen werden nicht nur Wissen, sondern auch Werte und Gefühle ausgedrückt. Der Prozess des Zeichnens erlaubt ein Verständnis über die individuellen mentalen Strukturen und kann helfen, die Gedanken und Wünsche von Kindern zu ermitteln (Ahi 2016). All dies lässt folgen, dass es naheliegend ist, mithilfe von Zeichnungen einen guten Einblick in die innere Vorstellung eines Individuums zu bekommen. Da mental models ebendies sind, sind Zeichnungen ein angemessenes Mittel, um mental models zu untersuchen (Mosely et al. 2010).

Da Zeichnungen visuelle Darstellungen dessen sind, was Schüler*innen als wichtig für die Identifikation einer Pflanze erachten, eignen sie sich gut dafür, das mental model zu Pflanzen wiederzugeben (Comeau et al. 2019). Mehrere Studien haben bereits Zeichnungen verwendet, um verschiedene Wahrnehmungen, Einstellungen und Vorstellungen zu Pflanzen zu untersuchen:

Es wurden Zeichnungen über die Wahrnehmung, Zukunftserwartungen und Anliegen von Kindern zu Umweltthemen gemacht (Barraza 1999); wie Kinder ihre Umwelt wahrnehmen und verstehen (Bowker 2007); was Kinder unter einer Pflanze verstehen

(Bartoszeck et al. 2015); welche Merkmale von Pflanzen in den Vorstellungen der Kinder vorkommen (Comeau et al. 2019); welches Wissen Kinder über die inneren Strukturen von Bäumen haben (Rybska et al. 2017); über deren Wissen, ob Pflanzen belebt oder unbelebt sind (Villarroel und Infante 2014); das Wissen und Verständnis über Struktur und Funktionen von Pflanzen (Anderson et al. 2014); die Anatomie von Pflanzen und was sie zum Wachsen brauchen (McNair und Stein 2001); und darüber, welche morphologischen Strukturen in Kinderzeichnungen vorkommen (Loureiro und Dal-Farra 2018).

Es gibt allerdings auch Nachteile, wenn man Zeichnungen verwendet, um mental models zu erfassen. Etwa kann es Schwierigkeiten geben, um zu erfassen was gezeichnet wurde. Weiters kann es, wie oben beschrieben, sein, dass die Zeichnungen nicht das gesamte Wissen der Kinder darstellen. Außerdem kann es sein, dass eine Zeichnung das mental model von mehr als einem Kind zeigt, wenn Kinder voneinander abschauen und so Ideen von einem anderen Kind kopieren. Um diese Nachteile zu vermindern, wird vorgeschlagen die Zeichnungen in Kombination mit Interviews zu untersuchen, um noch mehr von der inneren Vorstellung der Kinder zu erfahren (Rybska et al. 2017).

2.2.2. Mental models von Pflanzen

Mehrere Studien haben bereits die Vorstellungen und mental models von Schüler*innen zu Pflanzen untersucht. Viele zeigen, dass die Vorstellung einer Pflanze häufig der Darstellung einer Blume, bzw. einer Pflanze, die zu einem großen Teil aus einer Blüte besteht, gleicht (Anderson et al. 2014, Comeau et al. 2019, McNair und Stein 2001). Darunter ist die Form eines Gänseblümchens jene, die am häufigsten dargestellt wird (Comeau et al. 2019). Bei Fragen nach bestimmten Arten werden allerdings am häufigsten Baumarten genannt (Bartoszeck et al. 2015). Bei Zeichnungen werden Pflanzen oft sehr vereinfacht dargestellt und reduzieren sich auf die Hauptbestandteile. So werden die Merkmale Sprossachse, auch als Stamm dargestellt, und Blätter am häufigsten angegeben (Anderson et al. 2014, Comeau et al. 2019, Loureiro und Dal-Farra 2018, McNair und Stein 2001). Weitere Merkmale, die genannt werden, sind etwa, dass Pflanzen grün sind und im Boden wachsen (Barman et al. 2006). Wurzeln finden sich nur selten in den Vorstellungen von Kindern zu

Pflanzen (Anderson et al. 2014, Barman et al. 2006, Comeau et al. 2019, Loureiro und Dal-Farra 2008, McNair und Stein 2001).

Die Vorstellung von Bäumen ist häufig ein Stamm mit Blättern, welcher der Gestalt von Laubbäumen ähnelt und eine große runde Krone hat (Comeau et al. 2019). Die inneren Strukturen eines Baums werden über die Altersgruppen von 5 – 10 Jahren häufig als Rohre für den Transport von Wasser dargestellt (Rybska et al. 2017). Gras wird von Kindern zwar als Pflanze erkannt (Bartoszeck et al. 2015), wird aber nur selten genannt, wenn diese Pflanzen angegeben sollen (Tunnicliffe und Reiss 2000).

2.2.3. Entwicklung der geistigen Reife

Das Alter und die geistige Entwicklung der Kinder haben einen Einfluss auf deren Zeichnungen. Mit dem Alter werden Zeichnungen komplexer und detailreicher (Cherney et al. 2006). Die Entwicklung von Kinderzeichnungen wurde bereits im 19. Jahrhundert untersucht. Im 20. Jahrhundert wurden jeweils von Piaget und Luquet Modelle beschrieben, die die Entwicklung von Kinderzeichnungen in Phasen einteilen. Jenes von Piaget beschreibt 3 Phasen der Entwicklung von Kinderzeichnungen. Die erste Phase ist im Alter bis zu 4 Jahren, die dritte durchschnittlich im Alter von 8-9 Jahren. Das Modell von Luquet behandelt 5 Phasen, welche im Alter von 2 bis 12 Jahren auftreten. Martin Krampen (1991) verbindet diese beiden Modelle und beschreibt folgendes Piaget-Luquet – Modell der 4 Phasen der geistigen Entwicklungsstufen von Kinderzeichnungen:

1. 2-3 Jahre: **Gekritzelt** ist eine Darstellung der sensomotorischen Fähigkeiten.
2. 3-5 Jahre: **Zufälliger** und **gescheiteter Realismus** zeigt sich im Zusammenhang mit der präoperativen Stufe der geistigen Entwicklung.
3. 5-8 Jahre: **Intellektueller Realismus** ist die Verbindung der präoperativen Stufe und jener, mit konkreten mentalen Operationen.
4. 8-12 Jahre: **Visueller Realismus** setzt das Erreichen der Entwicklungsstufe der konkreten mentalen Operationen voraus (Krampen 1991).

Diese Veränderungen der geistigen Reife zeigen sich in Kinderzeichnungen verschiedener Untersuchungen. Zeichnungen von Kindern, die eine höhere

Entwicklungsstufe vorweisen, sind komplexer, detailreicher und weisen ein besseres räumliches Vorstellungsvermögen auf. Sie wirken außerdem realistischer (Cherney et al. 2006). Weitere Veränderungen zeigen sich darin, dass gewisse Merkmale erst ab einem bestimmten Alter regelmäßig in den Zeichnungen auftreten. Dies lässt darauf schließen, dass die Vorstellung und Wiedergabe der Merkmale vom Alter abhängig sind (Koppitz 1972).

Entwicklungsmerkmale

Bei Zeichnungen von Menschen ist zu beobachten, dass bestimmte Merkmale abhängig von der geistigen Reife und der Altersstufe der Kinder sind. Diese sogenannten *Entwicklungsmerkmale* sind Merkmale, die in unteren Altersstufen verhältnismäßig selten vorkommen, und mit zunehmendem Alter häufiger zu beobachten sind. Schlussendlich kommen Entwicklungsmerkmale ab einer gewissen Altersstufe in den meisten Zeichnungen vor. Künstlerische Begabung, verwendete Werkzeuge, erhaltene Anweisungen oder in der Schule erlernte Fähigkeiten oder Kenntnisse haben dabei keinen Einfluss auf das Vorkommen der Merkmale, sondern ausschließlich Alter und Reife der Kinder (Koppitz 1972). Diese psychologischen Kenntnisse können auf Zeichnungen von Pflanzen übertragen werden. Sie helfen dabei, die mental models einer Entwicklungsstufe zu untersuchen und die wichtigen Merkmale in dieser darzustellen (Comeau et al. 2019).

Im Gegensatz zu Entwicklungsmerkmalen kommen manche Konzepte in allen Altersstufen vor. Diese sind somit nicht abhängig von der geistigen Reife und sind eventuell auch Veränderungsresistent. Sie entwickeln sich schon in der Vorstellung von Kindergartenkindern, etwa im Alter von 5 Jahren, und ändern sich nicht zu jenen von älteren. Weitere Untersuchungen zeigen, dass bestimmte Konzepte nicht nur mit dem Alter unveränderlich sind und gleichbleiben, sondern auch über verschiedene Kulturen hinaus konstant sind. Ein Beispiel dafür ist, dass ein Baum Rohre im Inneren des Stamms hat, um Wasser zu transportieren (Rybska et al. 2017).

Die Entwicklung der geistigen Reife ist grundsätzlich vom Alter abhängig. Jedoch kann diese durch Training beschleunigt werden. So können Kinder durch gezieltes Üben einen Vorsprung in ihrer Entwicklung erreichen und bereits in früherem Alter

Zeichnungen von höherem Realismus anfertigen (Cherney et al. 2006, Krampen 1991).

Kulturelle Hintergründe haben auf die Entwicklung von Kinderzeichnungen keinen Einfluss. Es gibt zwar Unterschiede in der Darstellung und Symbolik (Farokhi und Hashemi 2011), und die sozialen Lebensumstände haben einen Einfluss auf die Zeichnungen der Kinder, allerdings wird deren Entwicklung nicht von der Kultur aus der sie stammen beeinflusst, weil diese in ähnlicher Form weltweit in verschiedenen Kulturkreisen zu beobachten ist (Barraza 1999, Cherney et al. 2006). Einen größeren Einfluss haben die Vorbilder der Kinder. Wenn diese keine Erfahrungen durch Nachahmen der Eltern sammeln, wird die Entwicklung zurückgehalten. Wenn diese Erfahrungen jedoch vermehrt auftreten, und von Medien, etwa Comics, unterstützt werden, kann sich das Kind auch schneller entwickeln. Der Verlauf ist abhängig von dem, was das Kind aus seiner Umgebung aufnimmt. Die Entwicklung der Zeichenkünste ist in allen Kulturen gleich (Krampen 1991).

2.3. Veränderung des mental models mithilfe von Unterrichtsvinterventionen

Mental models sind dynamische Repräsentationen und können sich mit der Zeit verändern. Sie sind nie vollständig, und verändern und verbessern sich, wenn neue Informationen miteinfließen (Greca und Moreira 2000, Rapp 2005). Mental models entwickeln sich zwar gemäß dem Alter der Kinder (Bartoszeck 2015), allerdings sind für die Bildung von mentalen Strukturen eher Erfahrungen als das Alter verantwortlich (Ahi 2016). Da sich diese aber schon sehr früh in der Entwicklung bilden, häufig bereits im Kindergartenalter, sind diese in späteren Jahren oft schwer zu verändern (Tunnicliffe und Reiss 2000). Dies zeigt sich auch in bestimmten Merkmalen zu Begriffen, die über die Jahre unveränderlich sind und somit als Veränderungsresistent gesehen werden können (Rybska et al. 2017). Es wurde häufig gezeigt, dass sich vor allem ab dem Alter von 7 – 8 Jahren die mental models nicht mehr entscheidend ändern, weshalb vorgeschlagen wird, bereits im Kindergartenalter anzusetzen, sofern man diese beeinflussen möchte (Comeau et al. 2019). Dennoch gibt es verschiedene

Vorschläge, wie man im Unterricht auf mental models, speziell auf Pflanzen bezogen, einwirken kann:

- Schulen sollten eine größere Rolle spielen, wenn Schüler*innen über gängige wissenschaftliche Ansichten lernen. Wenn etwa das individuelle mental model im Schulunterricht stärker zum Ausdruck kommt, und dort einer Diskussion ausgesetzt ist, so kann sich dieses eher zu einem gültigen mental model entwickeln (Tunnicliffe und Reiss 2000).
- Einen Einfluss auf die Entwicklung von mental models von Schüler*innen über die Umwelt haben die naturwissenschaftlichen Lehrpläne. Denn deren Schwerpunkte auf Benennung und Klassifizierung von Organismen können zu Ungunsten des Umweltverständnisses sein (Tunnicliffe und Reiss 2000).
- Um das vorhandene Wissen, das bereits in frühen Jahren gesammelt wird, zu verstärken, könne etwa die Entwicklung von Pflanzen am lebenden Objekt betrachtet werden. So sollten Kinder selbst Pflanzen sähen, beim Wachsen beobachten und die Früchte ernten (Bartoszeck et al. 2015).
- Durch mehr Wissen, und einen größeren Weitblick auf die Realität um die Schüler*innen herum, kann sich deren mental model verbessern und detaillierter werden (Comeau et al. 2019).
- Je früher Schüler*innen beginnen, die Vielfalt an botanischen Arten kennen zu lernen, desto entwickelter ist deren mental model von Pflanzen. Somit sollen so früh wie möglich praktische Arbeiten und Ausflüge in natürliche Gebiete unternommen werden (Comeau et al. 2019).

Eine Theorie, die davon ausgeht, dass man vorhandene Vorstellungen durch Interventionen grundlegend verändern kann, ist die *Conceptual-Change-Theorie*, welche von Posner et al. (1982) vorgestellt wurde, und von Krüger in Krüger und Vogt (2007) wie folgt beschrieben wird.

Conceptual-Change-Theorie

Grundlage der Conceptual-Change-Theorie ist, dass Schüler*innen bereits ein Vorwissen und Vorstellungen haben, welche sie in den Unterricht mitbringen. Diese müssen im Unterricht berücksichtigt werden, wenn fachwissenschaftliche

Vorstellungen entwickelt werden sollen. Die Conceptual-Change-Theorie erklärt, unter welchen Voraussetzungen aus diesen, zum Teil falschen, Alltagsvorstellungen fachwissenschaftlich begründete Vorstellungen werden können.

Dieser Vorstellungswechsel findet zwar radikal statt, allerdings nicht abrupt, sondern graduell. Er ist eine allmähliche Anpassung an ein Konzept, bis es schließlich zu einem Wechsel zur neuen Vorstellung kommt. Allerdings werden die alten Vorstellungen nicht radikal als Fehlvorstellungen gehandelt und ausgemerzt, sondern es kommt eher zu einer Rekonstruktion und Veränderung der Wissensstrukturen. Die alten Wissensstrukturen sind in manchen Situationen immer noch hilfreich.

Damit es zu einer Rekonstruktion von Vorstellungen kommen kann, müssen folgende vier Punkte erfüllt sein:

- 1) **Unzufriedenheit:** Unzufriedenheit der existierenden Vorstellung ist die Grundvoraussetzung für eine Rekonstruktion der vorhandenen Konzepte. Durch unerklärbare Anomalien kommt es zum Vertrauensverlust der Vorstellung und zur Bereitschaft eine neue Vorstellung zu entwickeln. Wichtig dabei ist die Art des Problems, vor dem die existierende Vorstellung steht. Etwa ein kognitiver Konflikt kann Unzufriedenheit auslösen.
- 2) **Verständlichkeit:** Die neue Vorstellung muss verständlich und rational begründbar sein. Analogien und Metaphern spielen für das Verständnis eine große Rolle. Dabei ist ein gewisser Grundstock an Wissen Voraussetzung, um neue Aspekte verstehen zu können. Je besser das Wissen ist, desto leichter wird die neue Vorstellung integriert.
- 3) **Plausibilität:** Dafür, dass eine neue Vorstellung plausibel sein kann, wird Verständlichkeit vorausgesetzt. Die neue Vorstellung soll Probleme lösen können, die die alte nicht lösen konnte. Sie muss außerdem glaubwürdig und widerspruchsfrei sein. Abhängig von Plausibilität sind Überschneidungen von der existierenden und der möglichen neuen Vorstellung. Dieser Grad an Überschneidung bewirkt, ob eine neue Vorstellung angenommen wird oder nicht.
- 4) **Fruchtbarkeit:** Verständlichkeit und Plausibilität werden vorausgesetzt, um Fruchtbarkeit einer neuen Vorstellung zu ermöglichen. Diese wissenschaftliche oder fachorientierte Vorstellung soll auf andere Bereiche anwendbar sein. Stellt das Individuum fest, dass die neue Vorstellung eine plausible und verständliche

Alternative ist, so wird versucht, die bisherigen Erfahrungen mit der neuen Vorstellung zu erklären. Wenn es zu neuen Ansichten und Entdeckungen kommt, wird die neue Vorstellung genutzt werden. Die neue Vorstellung sollte mehr als die vorherige, konkurrierende Vorstellung versprechen (Krüger und Vogt 2007).

2.4. Zusammenhang von mental models und plant blindness

Nun ist es wichtig einen Zusammenhang von mental models und plant blindness herzustellen. Es sollte ein Ziel der biologiedidaktischen Forschung sein, plant blindness zu verhindern oder zumindest zu verringern. Die Untersuchung und Veränderung von mental models kann dazu einen wesentlichen Teil beitragen.

Wie oben beschrieben, wird plant blindness unter anderem durch eine vereinfachte Wahrnehmung von Pflanzen verursacht. Da die Wahrnehmungen von Kindern durch deren mental models dargestellt werden können, dienen Zeichnungen von mental models dazu, zu erfahren, ob plant blindness ausgebildet ist. Kommen nämlich wenig Details in den Zeichnungen von Kindern vor, und sind diese sehr stark vereinfacht, so kann man daraus schließen, dass sie ein einfaches mental model haben. Sie haben dann möglicherweise zu wenig Erfahrung und Wissen, um zwischen Pflanzenarten zu unterscheiden, was dazu führen kann, dass plant blindness ausgebildet wird (Comeau et al. 2019).

Weiters merken sich Schüler*innen bei besserem Wissen über die Anatomie von Pflanzen besser die Namen von ebendiesen. Somit kann man auch aus dem Wissen über die Anatomie der Pflanze schließen, welches ebenfalls durch ihre mental models dargestellt werden kann, ob bei Schüler*innen plant blindness ausgeprägt ist (Tunncliffe und Reiss 2000).

Um dies zu untersuchen, bieten sich, wie oben beschrieben, Zeichnungen von Pflanzen gut an. Auch um Vergleiche ziehen zu können, sind Zeichnungen etwa Interviews oder Fragebögen in manchen Bereichen vorzuziehen. So kann es vor allem bei Schüler*innen mit sprachlichen Problemen vorteilhaft sein, weil man diese unabhängig von den sprachlichen Fähigkeiten analysieren kann und es kaum zu

Übersetzungsproblemen kommen kann (Farokhi und Hashemi 2011). Somit können Zeichnungen von mental models einen guten Einblick in die Vorstellung einer Gruppe, aber auch von einzelnen Schüler*innen, geben, und lassen Vermutungen zu, ob plant blindness ausgeprägt ist.

3. Fachwissenschaftlicher Rahmen

Um untersuchen zu können, welche Merkmale von Pflanzen von Schüler*innen wahrgenommen und dargestellt werden, muss vorerst die Anatomie von Pflanzen beschrieben werden. Betrachtet werden hier ausschließlich Gefäßpflanzen. Also alle Pflanzen, die spezialisierte Leitgefäße zum Wasser- und Nährstofftransport bilden. Zu diesen gehören Bärlappe, Farnen und Samenpflanzen. Der Vegetationskörper dieser Pflanzen ist in die drei Grundorgane Wurzel, Spross und Blatt, mit jeweils unterschiedlichen Aufgaben, gegliedert (Gemeinholzer 2019).

Grundorgane

Wurzel

Die beiden Funktionen der Wurzel sind die Verankerung der Pflanze im Boden und die Aufnahme von Mineralstoffen und Wasser, weshalb es oft zu einer enormen Oberflächenvergrößerung kommt. Zellen der äußersten Zellschicht, der Wurzelepidermis oder Rhizodermis, wachsen oft zu millimeterlangen Wurzelhaaren aus. Diese zeigen Spitzenwachstum und dringen dadurch gut in den Boden vor.

Wurzeln sind wegen ihrer Aufgabe die Pflanze zu verankern häufig im Boden und daher nicht zu sehen. Ausnahmen bilden hier etwa Stelzwurzeln bei Mangroven-Pflanzen oder sprossbürtige Haftwurzeln bei Kletterpflanzen (Kadereit et al. 2021).

Sprossachse

Grundsätzlich tragen alle Formen von Sprossachsen Blätter. Auf den älteren Achsenssegmenten von ausdauernden Holzgewächsen fehlen Blätter, weil diese kurzlebiger als die Achse sind. Die Stellen, an denen Blätter aus der Sprossachse

herauswachsen werden Knoten, oder Nodien, genannt, und der Bereich zwischen zwei Nodien ist ein Internodium. Typische Abstände der Nodien sind im Zentimeterbereich, was als Langtrieb bezeichnet wird. Folgt ein Nodium unmittelbar dem anderen, so spricht man von einem Kurztrieb. Die meisten Blüten sind typische Kurztriebe. Extrem kurze Internodien sind charakteristisch für manche Blütenstände, wie etwa jene der Korbblütengewächse (= Asteraceae).

Bei der Verzweigung von Sprossachsen gibt es zwei Formen: dichotome und axilläre. Bei Samenpflanzen kommt letztere üblicherweise vor. Dabei wachsen Seitentriebe aus den Achseln von Blättern hervor. Wie sich diese Seitenachsen weiter verzweigen, und ob das Wachstum waagrecht oder aufrecht ist, ist artspezifisch und von der Umwelt abhängig.

Die Sprossachse hat einen wesentlichen Einfluss auf die Wuchsform bei Holzgewächsen. So ergibt sich die Buschform von Sträuchern dadurch, dass jene Knospen am stärksten wachsen, die sich an der Basis befinden. Dadurch erfolgt eine Verjüngung von unten. Bei Bäumen hingegen werden die obersten und die äußersten Seitenknospen am stärksten am Wachstum gefördert, wodurch der überwiegende Teil des Zuwachses im peripheren Bereich stattfindet. Beim Habitus der Laubbäume wachsen alte, tief stehende Seitentriebe nicht mehr und sterben ab, während beim Habitus der Nadelbäume auch die tiefstehenden Äste wachsen und somit eine kegelförmige Kronenform entsteht.

Bei der Sprossachse sind mehrere Anpassungsformen zu finden, wie etwa Stammsukkulenz, Sprossachsen mit Blattfunktion, Sprossranken oder Sprossdornen. Letztere sind verholzte Kurztriebe mit einer stechenden Wirkung. Analog, aber nicht homolog, zu den Dornen sind Stacheln, welche Auswüchse der Epidermis und des subepidermalen Gewebes (=Emergenzen) sind (Kadereit et al. 2021).

Blatt

Die ursprünglichen Aufgaben des Blattes (=Phyllom) sind Photosynthese und Transpiration, und werden vor allem von der Erscheinungsform des Laubblatts ausgeführt. Weitere Blattformen wie Schuppenblätter, gefiederte Wedel, Nadelblätter oder Blumenkronblätter sind abgeleitete Reduktionen dessen.

Das typische Laubblatt wird in Unterblatt, bestehend aus Blattgrund und Nebenblättern, und Oberblatt unterteilt. Dieses umfasst den Blattstiel, welcher das eigentliche Assimilations- und Transpirationsorgan, die Blattspreite, auf Distanz zur Sprossachse hält und in die richtige Stellung zum Lichteinfall bringt. Durch den oft rundlichen Querschnitt kann der Blattstiel einem Spross ähneln.

Typischerweise ist ein Blatt bilateralsymmetrisch, besitzt also in Richtung des Blattstiels eine Symmetrieachse. In der Blattspreite ist häufig eine deutliche Nervatur zu beobachten. Diese Blattadern sind Leitbündel, die dem Transport von Wasser, Nährstoffen und Photosyntheseprodukten dienen.

Genau wie Teile der Sprossachse können auch Blätter zu Dornen oder Ranken umgewandelt sein. Oft sind sie auch zu Speicherorganen umgewandelt, um als Blattsukkulenz Wasser zu speichern. Weitere umgewandelte Blätter sind Blütenblätter (=Sporophylle), welche bei Samenpflanzen der geschlechtlichen Fortpflanzung dienen und auf einem Kurzspross mit begrenztem Wachstum sitzen (=Sporophyllstand). Sie bilden in ihrer Gesamtheit einen Blütenstand (Kadereit et al. 2021).

Blüte, Blütenstand, Samen und Frucht

Blüte

Samenpflanzen umfassen die Angiospermen und die Gymnospermen (=Nacktsamer) und bilden eine Blüte aus (Gemeinholzer 2019). Blüten sind Kurzprossen mit begrenztem Wachstum, auf denen Mikro- und / oder Megasporophylle sitzen. Sie können sowohl eingeschlechtlich, also nur mit Mikro- oder Megasporophyllen besetzt, oder zwittrig, also mit Mikro- und Megasporophyllen besetzt, sein. Mikrosporophylle werden als Staubblätter bezeichnet und bei Angiospermen (=Bedecktsamer) werden Megasporophylle als Fruchtblätter bezeichnet.

Bei Angiospermen sind die übrigen Blütenorgane von einer Blütenhülle (=Perianth) umgeben und geschützt. Sie besteht entweder aus gleichartigen Perigonblättern (=Tepalen) oder aus grünen Kelchblättern (=Sepalen) und meist anders gefärbten Kronblättern (=Petalen). Eine weitere Aufgabe des Perianths ist häufig die Anlockung von Bestäubern durch auffällige Form und Färbung oder Bildung von Nektar.

Die Staubblätter sind sehr unterschiedlich in Anzahl (1 – ca. 2000) und Aufbau, und werden in ihrer Gesamtheit als Androeceum bezeichnet. Bei Angiospermen bestehen Staubblätter meist aus einem stielförmigen Staubfaden (=Filament) und einem Staubbeutel (=Anthere). In den Antheren wird der Pollen gebildet. In einem Pollenkorn entwickelt sich der männliche Gametophyt.

Die Megasporophylle beinhaltet den weiblichen Gametophyten, welcher meist in einer Megaspore gebildet wird. Bei Angiospermen sind die Samenanlagen in ein Karpell eingeschlossen, welche in ihrer Gesamtheit als Gynoeceum bezeichnet werden. Sichtbar ist dabei häufig eine Narbe, welche als Empfangsorgan für Pollen dient. Diese sitzt auf einem Griffel, durch welchen die Pollenschläuche der Pollen zu den Samenanlagen gelangen.

Je nach Anordnung der einzelnen Blütenorgane bilden sich viele verschiedene Variationsmöglichkeiten bei den Angiospermen. Üblicherweise ist die Reihenfolge in einer Angiospermenblüte von außen nach innen Blütenhülle, Androeceum und Gynoeceum. Entscheidend für das Aussehen der Blüte ist die Stellung der Blütenorgane und der daraus folgenden Blütensymmetrie. Diese kann asymmetrisch, radiärsymmetrisch, disymmetrisch oder zygomorph sein (Kadereit et al. 2021).

Blütenstand

Mehrere Blüten, die zu einem reproduktiven Achsensystem mit abgeschlossenem Wachstum zusammengefasst werden, nennt man Blütenstand (=Infloreszenz). Es gibt einfache Infloreszenzen, bei denen die Blütenstandsachse unverzweigt ist. Dazu gehören Traube, Ähre, Kolben, Köpfchen und Dolde. Zu zusammengesetzten Infloreszenzen mit mehr als zwei Verzweigungsgraden zählt man unter anderem Doppeltraube, Rispe oder Schirmrispe. Durch Arbeitsteilung der Einzelblüten, und Ausbildung von weiterem akzessorischen Blatt- und Achsengewebe, kann sich aus einem Blütenstand eine funktionelle Einheit (=Blume) bilden. Dies bezeichnet man als Pseudanthium und ist den Einzelblüten analog. Beispiele dafür wären etwa die Köpfchen der Asteraceae (=Korbblütengewächse) (Kadereit et al. 2021).

Samen und Früchte

Wenn es zu einer Befruchtung kommt, entwickelt sich aus den Samenanlagen ein Samen. Dieser besteht meist aus Samenschale, Nährgewebe und Embryo. Bei Angiospermen sind die Samenanlagen in Karpellen eingeschlossen, welche nach der Befruchtung zu einer Frucht werden. Manchmal sind auch Blüte und Blütenachse an der Bildung dieser beteiligt. Diese schließt zum einen den Samen bis zur Reifung ein, und dient danach zur Ausbreitung dessen. Unterscheidungen der Fruchtformen sind unter anderem in Trocken- und Saftfrüchte, welche sich durch das Vorhandensein von einer fleischigen Fruchtwand unterscheiden, oder in Schließ- und Öffnungsfrüchte. Letztere öffnen sich bei der Reife und entlassen die Samen, während Schließfrüchte dies nicht tun. Es können auch ganze Fruchtstände eine Ausbreitungseinheit sein. Aus dem Samen wächst schließlich ein Keimling, der aus Wurzel, Spross und entweder aus einem oder zwei Keimblättern besteht. Der Bereich zwischen Wurzel und Keimblätter wird Hypokotyl genannt (Kadereit et al. 2021).

Für die Einteilung in Kategorien von gezeichneten Pflanzen, beziehungsweise zur Bestimmung von Merkmalen, müssen bei einigen Begriffen die Pflanzenorgane beschrieben werden. Umgangssprachlich werden oft Begriffe wie Blume, Blüte, Frucht und Samen falsch verwendet (Gemeinholzer 2019).

Blume

Einige Blütenformen und Blütenstände kommen häufig vor und sind markante Motive für Zeichnungen. Dazu ist es wichtig, die funktionelle Einheit zu betrachten, und weniger den korrekten anatomischen Aufbau, da manchmal eine einzelne Blüte und manchmal ein ganzer Blütenstand als Blume bezeichnet wird.

In Folge werden einige wichtige Pflanzenarten, Familien und Habitus-Typen beschrieben, um auf die korrekten Pflanzenorgane hinzuweisen. Dies ist vor allem für die Analyse der Zeichnungen wichtig, da auf das Aussehen mancher Musterarten verwiesen wird:

„Blumen“:

- **Tulpe** (*Tulipa sylvestris*): Die Wild-Tulpe hat eine weit geöffnete Blüte mit einem großen, spitz zulaufenden, auffällig gefärbten Perigon.
- **Sonnenblume** (*Helianthus annuus*): Die Sonnenblume gehört der Familie der Asteraceae an. Die Blüten sind in Blütenständen zusammengefasst, welcher von Blütenstandshüllblättern, dem sogenannten Involucrum, umgeben ist und ein Körbchen bildet. Dies ist bis zu 40cm breit und besteht aus Zungen- und Röhrenblüten. Erstere sind gelb und spitz.
- **Gänseblümchen** (*Bellis perennis*): Gänseblümchen gehören ebenfalls zu den Asteraceae und haben einen ähnlichen Aufbau wie Sonnenblumen. Die Zungenblüten sind kleiner, weiß oder rötlich und die Röhrenblüten gelb.
- **Rose** (*Rosa sp.*): Rosen haben ursprünglich 5 Kronblätter. Sie wurden als Zuchtform stark verändert und haben dann oft mehr Kronblätter.
- **Schneeglöckchen** (*Galanthus nivalis*): Schneeglöckchen haben eine einzelne, nickende Blüte.

„Bäume“:

- **Nadelbaum**: Dazu gehören, wie oben beschrieben, kegelförmige Vertreter der Gymnospermen. Als Beispiel dient die Weiß-Tanne (*Abies alba*).
- **Laubbaum**: Dazu werden die typischen Laubbäume der Angiospermen mit runder Krone gezählt. Als Beispiel kann die Stiel-Eiche (*Quercus robur*) genannt werden.
- **Palme**: Palmen sind holzige Pflanzen mit unverzweigtem Stamm, an dessen Ende sich zu einem Schopf angeordnete Blätter befinden (Gemeinholzer 2019, Kadereit et al. 2021, Spohn et al. 2015).

4. Methoden der Untersuchung

4.1. Wissenschaftliche Fragenstellung

Ziel dieser Arbeit ist es zum einen, einen Überblick über die mental models von Schüler*innen zu den Begriffen Pflanze, Baum, Blume und Gras zu bekommen. Dazu werden die Zeichnungen von Schüler*innen nach dem Typus der gezeichneten Begriffe eingeteilt und die Merkmale, die in den Zeichnungen vorkommen, erfasst und auf Häufigkeit analysiert. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden mit anderen, ähnlichen Untersuchungen verglichen. Weiters werden die Zeichnungen auf statistisch signifikante Zusammenhänge überprüft.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sollen helfen, eine Methode zu entwickeln, wie mental models von Schüler*innen zu Pflanzen einfach und unaufwändig mithilfe von Zeichnungen untersucht werden können. Diese sollen weiters helfen feststellen zu können, ob bei einer Gruppe oder einzelnen Personen plant blindness ausgeprägt ist.

Die zu untersuchenden Fragestellungen sollen zeigen, ob es notwendig ist, die Schüler*innen mehrere Begriffe zeichnen zu lassen, oder ob ein Begriff die anderen ausreichend gut repräsentiert, und nur dieser gezeichnet werden muss. Dazu muss untersucht werden, ob Zusammenhänge zwischen Begriffen erkennbar sind, oder ob etwa die Anzahlen der Merkmale zweier Begriffe unabhängig voneinander sind. Weiters wird untersucht, ob Merkmale nur in gewissen Altersgruppen vorkommen oder erst ab einem gewissen Alter in Erscheinung treten. Es soll gezeigt werden, ob es einen signifikanten Unterschied zwischen den Altersgruppen gibt und weiters, ob dieselbe Methode auf alle Altersgruppen anwendbar ist, oder ob sie angepasst werden sollte.

Fragestellungen:

- (1) Welchen Typus stellen sich Schüler*innen unter den Begriffen Pflanze, Baum, Blume und Gras vor, und gibt es Unterschiede zwischen den Altersstufen?

- (2) Welche Merkmale kommen wie häufig in den verschiedenen Altersstufen vor?
- Welche Merkmale können als erwartbar oder üblich eingestuft werden?
 - Kommen Merkmale vermehrt nur in bestimmten Altersgruppen oder Schulstufen vor?
 - Gibt es statistisch signifikante Auffälligkeiten ausgewählter Merkmale zwischen den Altersgruppen?
- (3) Sind signifikanten Unterschiede und Korrelationen zwischen den Begriffen und zwischen Merkmalen festzustellen?
- (4) Wie könnte eine mögliche Methode aussehen, um das Auftreten von plant blindness mithilfe von Zeichnungen von mental models erfassen zu können?
- Welcher Begriff eignet sich am besten, um die Häufigkeiten an gezeichneten Merkmalen innerhalb einer Gruppe bestmöglich untersuchen zu können?
 - Muss eine mögliche Methode altersabhängig konstruiert werden, oder können mithilfe einer Methode alle Altersgruppen gleichermaßen untersucht werden?

4.2. Untersuchungsdesign

Mithilfe von Zeichnungen sollen die mental models von Begriffen erfasst werden. Zeichnungen sind gut dafür geeignet die Vorstellungen von Schüler*innen zu untersuchen, wie in Kapitel 2.2 bereits gezeigt wurde.

Als Vorlage für die Durchführung dient die Arbeit von Comeau et al. (2019). Die Schüler*innen sollen zu den genannten Begriffen Pflanze, Baum, Blume und Gras jeweils das erste, das ihnen dazu einfällt zeichnen. Es ist erlaubt dieselbe Zeichnung bei mehreren Begriffen zu zeichnen, wenn dies das erste ist, was ihnen zum Begriff einfällt. Es soll zu jedem Begriff nur eine Zeichnung gemacht werden. Weiters ist es erlaubt, Farben zu verwenden, was auf die Ergebnisse keinen Einfluss hat (Kopptiz 1972).

Es wird anhand der Zeichnungen untersucht, welcher Typus zum jeweiligen Begriff am häufigsten in den Zeichnungen vorkommt. Weiters werden definierte Teile der Zeichnungen als Merkmale in den Zeichnungen erfasst.

Die Merkmale werden wie von Koppitz (1972) in vier Häufigkeitskategorien eingeteilt. Merkmale die mit einer Häufigkeit von 85 – 100% vorkommen werden als „Erwartbare Einzelmerkmale“ bezeichnet, jene mit einer Häufigkeit von 50 – 85% als „Übliche Einzelmerkmale“, jene mit einer Häufigkeit von 15 – 50% als „Nicht ungewöhnliche Einzelmerkmale“ und diejenigen, die nur in 15% oder weniger der Zeichnungen vorkommen, werden als „Außergewöhnliche Einzelmerkmale“ bezeichnet (Koppitz 1972).

4.2.1. Stichprobe

Die Durchführung erfolgte jeweils in einer Schulklasse der Schulstufen 1 bis 8, 10 und 12. In den Schulstufen 1 bis 4 wurde die Untersuchung in einer Volksschule im Bezirk Waidhofen an der Thaya, Niederösterreich (folglich mit VS1 – VS4 bezeichnet) durchgeführt. In den Schulstufen 5 bis 8 in einer Mittelschule im 11. Wiener Gemeindebezirk (MS1 – MS4) und in den Schulstufen 8 und 10 in einer AHS im 4. Wiener Gemeindebezirk (AHS6, AHS8). Das Alter der Studienteilnehmer*innen war von 6 bis 18 Jahren. Die Auswahl der Schulen erfolgte willkürlich mit der Vorgabe die Datenerhebung problemlos durchführen zu können. Dabei ist anzumerken, dass sich zwei Schulen im städtischen, und eine Schule im ländlichen Bereich befinden. Dies wird in dieser Arbeit allerdings nicht berücksichtigt, da bei Schüler*inneninteressen zu Nutzpflanzen keine interpretierbaren Daten zu diesen Unterschieden bekannt sind (Pany 2014). Dies könnte in einer weiteren Arbeit betrachtet werden.

Es nahmen insgesamt 162 Schüler*innen an der Untersuchung teil, wobei 82 davon weiblich, 73 männlich und 7 divers oder ohne Angabe sind.

Eine Übersicht über die jeweiligen Anzahlen der Teilnehmer*innen pro Schulstufe und Alter ist den Tabellen 1 und 2 zu finden.

Tabelle 1: Übersicht der Studienteilnehmer*innen nach Alter und Geschlecht

Alter	Anzahl	Männlich	Weiblich	Divers/k.A.
6	11	7	4	
7	15	6	9	
8	13	5	8	
9	15	8	7	
10	13	5	7	1
11	14	8	6	
12	20	9	11	
13	13	8	4	1
14	9	4	5	
15	7	3	3	1
16	14	6	6	2
17	8	3	5	
18	7	1	6	
k.A.	3		1	2
Gesamt	162	73	82	7

Tabelle 2: Übersicht der Studienteilnehmer*innen nach Schulstufe und Geschlecht

Schulstufe	Anzahl	Männlich	Weiblich	Divers/k.A.
1	19	10	9	
2	14	6	8	
3	14	5	9	
4	12	5	7	
5	19	8	10	1
6	17	9	8	
7	15	11	2	2
8	19	9	9	1
10	18	6	9	3
12	15	4	11	
Gesamt	162	73	82	7

4.2.2. Durchführung der Datenerhebung – Erhebungsbogen

Der Aufbau des Erhebungsbogen basiert auf jenem von Comeau et al. (2019). Alle Schüler*innen erhalten ein Blatt Papier auf dem 4 nummerierte Felder zu sehen sind. In Feld Nummer 1 soll der Begriff Pflanze gezeichnet werden. In Feld Nummer 2 Baum, in Feld Nummer 3 Blume und in Feld Nummer 4 Gras. Die Schüler*innen werden aufgefordert jeweils das erste, das ihnen zum genannten Begriff einfällt zu zeichnen.

Dabei sind Farben und Beschriftungen erlaubt. Für jedes Feld ist fünf Minuten Zeit, danach soll in diesem Feld nicht mehr gearbeitet werden und es wird der nächste Begriff genannt. Es wird den Kindern explizit mitgeteilt, dass es in Ordnung ist in mehrere Felder dasselbe zu zeichnen, sofern dies das erste ist, das ihnen zum genannten Begriff einfällt. Eine genaue Anleitung zur Durchführung für die Lehrperson sowie der Erhebungsbogen und die Information für Erziehungsberechtigte ist in Anhang 12.2 zu finden.

4.2.3. Datenanalyse

Zur Datenanalyse werden die Programme Excel und PAST verwendet. Für die Analyse der Merkmale werden Teile einer Zeichnung als Merkmal definiert und dann wird für jede Zeichnung in eine Excel-Tabelle 1 eingetragen, falls dieses Merkmal vorkommt, und 0 falls nicht. Es werden mithilfe von Excel die auf Ganze gerundeten Prozentsätze der relativen Häufigkeiten der Merkmale bestimmt. Die Zeichnungen werden nach Schulklassen und nach Altersklassen getrennt untersucht. Es wird weiters ausgewertet, wie oft beim jeweiligen Begriff ein gewisser Typus vorkommt. Dabei wird prozentuell dargestellt, wie häufig der jeweilige Typus in den Zeichnungen vorkommt.

Bei mehreren Zeichnungen pro Bild wird jene Zeichnung gewertet, die tendenziell als erstes gezeichnet wurde. Interpretiert wird dies als jene Zeichnung, die sich links oben oder in der Mitte des Feldes befindet. Abbildung 1 zeigt beispielsweise mittig eine große Sonnenblume. Diese wird hier als erste Zeichnung interpretiert und nicht der im Hintergrund befindliche kleinere Baum (siehe Abbildung 1). Denn schon bei Volksschulkindern ist feststellbar, dass diese überwiegend links beginnen zu zeichnen (Hufschmidt 1983). Es wird in dieser Untersuchung nicht berücksichtigt, dass dies nicht immer eintreten muss. Da laut Literatur dieser Fall am ehesten eintritt, wird hier so vorgegangen, um einen einheitlichen Datensatz zu erhalten.

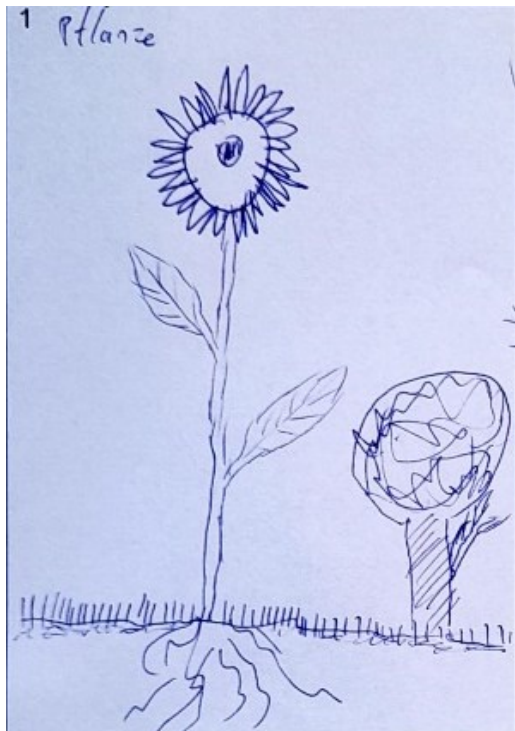


Abbildung 1: Mehrere Zeichnungen pro Bild (AHS6-7-Bild1).

Die Untersuchung auf Signifikanz der Unterschiede zwischen bestimmten Werten beruht auf statistischer Mathematik. Dabei werden Zweistichproben-t-Tests, Korrelationstests und einfache Varianzanalysen mithilfe von Excel und PAST durchgeführt. Es werden alle statistischen Tests auf ein $\alpha = 0,05$ – Signifikanzniveau untersucht, also ob das jeweilige Ergebnis mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% signifikant ist. Dabei wird jeweils von einem zweiseitigen Test und normalverteilten Werten ausgegangen (Bamberg et al. 2022).

Mithilfe des t-Tests werden die Mittelwerte der Anzahlen an gezeichneten Merkmalen, die in Zeichnungen einer Gruppe von Schüler*innen zu finden sind, verglichen.

Mit den Korrelationstests werden folgende Beziehungen untersucht:

- (1) Untersuchung der Anzahlen an Merkmalen: Es wird untersucht, ob es eine Korrelation zwischen je zwei gezeichneten Begriffen einer Person gibt, bezüglich der Anzahl der gezeichneten Merkmale.
- (2) Untersuchung der durchschnittlichen Anzahlen an Merkmalen: Es wird untersucht, ob es eine Korrelation zwischen je zwei gezeichneten Begriffen gibt, bezüglich der durchschnittlichen Anzahl an Merkmalen in einer Altersstufe.

- (3) Untersuchung der Merkmalsanzahlen für Baum / Blume in Bild 1: Es wird untersucht, ob es eine Korrelation zwischen den Anzahlen an Merkmalen in Bild 1 und Bild 2 / 3 gibt, sofern eine Person in Bild 1 einen Baum / eine Blume gezeichnet hat.
- (4) Untersuchung von relativen Häufigkeiten ausgewählter Merkmale in den Altersstufen: Untersucht wird, ob die relativen Häufigkeiten der Merkmale Blattadern und Äste in den jeweiligen Altersstufen in Bild 1 und 2 / 3 korrelieren.
- (5) Untersuchung von relativen Häufigkeiten zwischen ausgewählten Merkmalen in den Altersstufen: Es werden die Merkmale Früchte, Raue Rinde und Tierloch / Astabschnitt unter Verwendung der relativen Häufigkeiten der Altersstufen auf Korrelation untersucht.
- (6) Untersuchung der relativen Häufigkeiten von Merkmalen in Bild 1 und 2 / 3: Untersucht wird, ob die relativen Häufigkeiten von Merkmalen, die in Bild 1 und Bild 2 / 3 vorkommen korrelieren.

Die Varianzanalyse untersucht, ob es signifikante Unterschiede zwischen den Erwartungswerten der einzelnen Altersstufen gibt, bezüglich der relativen Häufigkeiten, mit denen die Merkmale eines Begriffs auftreten.

5. Ergebnisse

5.1. Typus von Pflanze / Baum / Blume / Gras

Eine genaue Übersicht über die einzelnen Ergebnisse findet man im Anhang 12.3.1.

5.1.1. Pflanze

Folgende Typen werden für den Begriff Pflanze definiert:

- Blume: Einzelblüte, bestehend aus zumindest Kronblättern, oder Pseudanthium;
- Topfpflanze: Pflanze die in einem deutlich erkennbaren Topf wächst; sowohl Blumen als auch Kakteen etc.
- Baum: eindeutig als Baum mit Stamm und Krone erkennbar;
- Blätter: einzelne Laubblätter oder Fiederblätter;
- Gras: einzelne Striche oder Wiese;
- Frucht: Obst, Gemüse, Beeren;
- Ast: dünner als Stamm, mit Zweigen;
- Keimling: Keimblätter und Hypokotyl erkennbar;
- Divers: alles, was weder oben zugeordnet werden kann, nicht identifizierbar ist oder aufgrund mehrerer Zeichnungen nicht einem Typ zugeordnet werden kann; kann trotzdem Merkmale enthalten;

Wie in Diagramm 1 zu sehen ist, wurde unter dem Begriff Pflanze mit 49% am häufigsten der Typus einer Blume gezeichnet, gefolgt von einer Topfpflanze (27%) und einem Baum (16%). Gras tritt als Typus für eine Pflanze nur in 2% der Zeichnungen auf.

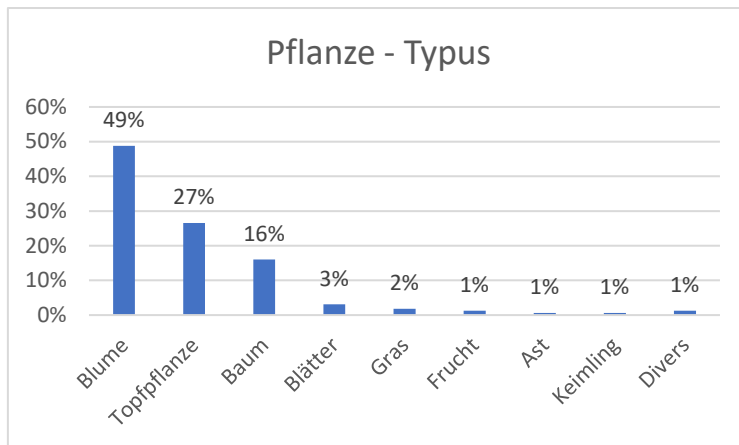


Diagramm 1: Säulendiagramm zu prozentuellen Anteilen der Typen zum Begriff Pflanze

Fasst man Blume und Topfpflanze, welche durchaus als Blume interpretiert werden kann (siehe Abbildung 2), zusammen, dann haben insgesamt 122 Schüler*innen diese Form gezeichnet, was rund 75% entspricht.

Betrachtet man die verschiedenen Altersstufen, so zeigt sich, dass in 9 von 14 Altersstufen Blumen am häufigsten gezeichnet werden, jedoch kommen auch Topfpflanzen, Bäume und Blätter in verschiedenen Altersklassen am häufigsten vor. In den einzelnen Schulklassen wurde mit dem Typus Baum mit 42% lediglich in der Klasse VS1 ein anderer Typus als Blume oder Topfpflanze am häufigsten gezeichnet (siehe Anhang 12.3.1).



Abbildung 2: Topfpflanze (VS1-1-Bild 1).

5.1.2. Baum

Folgende Typen werden für den Begriff Baum definiert:

- Laubbaum: Stamm mit runder Krone bei der die Äste tendenziell nach oben ragen (siehe Abbildung 3: Links);
- Nadelbaum: Stamm mit nach unten hängenden Ästen und Kegelform (siehe Abbildung 3: Rechts);
- Ast: dünner als Stamm, mit Zweigen;
- Palme: Stamm mit großen Blättern am Ende des Stammes;
- Divers: wie bei Pflanze;

Mit 86% kommt der Typus des Laubbaums am häufigsten vor, was auch auf alle Altersstufen und Schulklassen zutrifft. Der Typus eines Nadelbaums kommt mit 12% am zweithäufigsten vor (siehe Diagramm 2, Anhang 12.3.1).



Abbildung 3: Links: Laubbaum – Typus (MS1-2-Bild 2). Rechts: Nadelbaum – Typus (MS2-3-Bild 2).

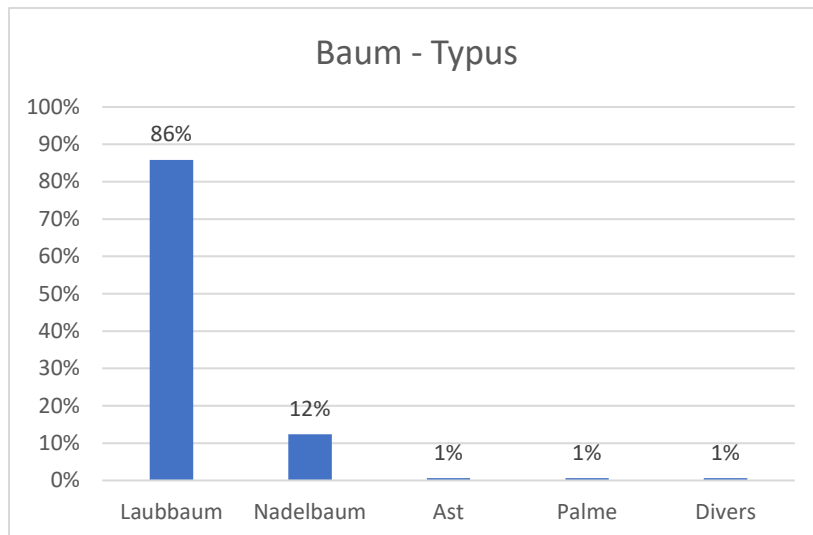


Diagramm 2: Säulendiagramm zu prozentuellen Anteilen der Typen zum Begriff Baum

5.1.3. Blume

Folgende Typen werden für den Begriff Blume definiert:

- Gänseblümchen: Form eines Gänseblümchens mit Röhrenblüten innen und rundliche Zungenblüten außen. Die Farbe der Zungenblüten spielt dabei keine Rolle (siehe Abbildung 4: Links);
- Tulpe: spitze, nach oben ragende Kronblätter (siehe Abbildung 4: Mitte);
- Rose: runde Blüte mit Strichen darin, welche eine Zuchtform der Rose zeigen soll und nicht die Wildform anspricht (siehe Abbildung 4: Rechts);
- Sonnenblume: Röhrenblüten innen und spitze Zungenblüten außen
- Schneeglöckchen: alle Formen von nickenden, nach unten hängenden Glockenblüten;
- Traube / Dolde: einzelne Blüten in einer Traube oder Dolde angeordnet; Form der Blüte egal – kann sowohl gänseblümchenartig sein als auch lediglich aus runden Punkten bestehen;
- Blatt: einzelnes Kronblatt;
- Divers: wie bei Pflanze;

Mit 51% wurde die Form des Gänseblümchens am häufigsten gezeichnet. Dies trifft auch auf jede Schulstufe mit einer Häufigkeit von mindestens 40% zu, bis auf die Klasse VS3. In dieser wurde die Form des Schneeglöckchens mit 29% gleichhäufig gezeichnet. Insgesamt ist diese Form mit 6% hinter Tulpe (17%), Rose (10%) und Sonnenblume (7%) nur an fünfter Stelle gereiht (siehe Diagramm 3 und 4).

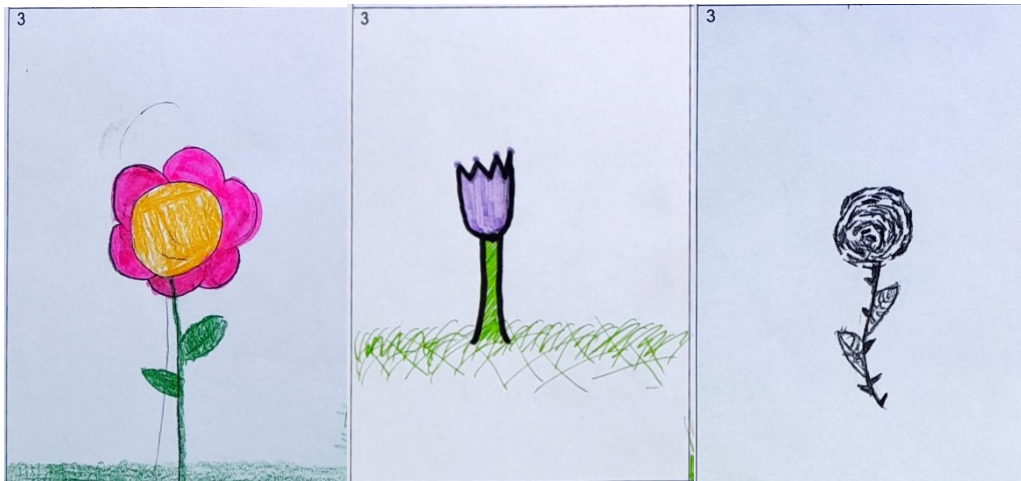


Abbildung 4: Links: Gänseblümchen – Typus (MS1-2-Bild3). Mitte: Tulpen – Typus (MS2-3-Bild 3). Rechts: Rosen – Typus (AHS6-11-Bild 3).

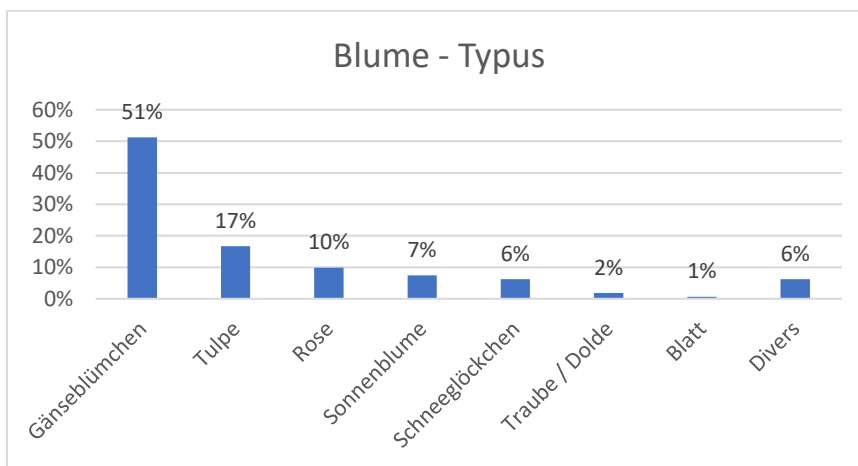


Diagramm 3: Säulendiagramm zu prozentuellen Anteilen der Typen zum Begriff Blume

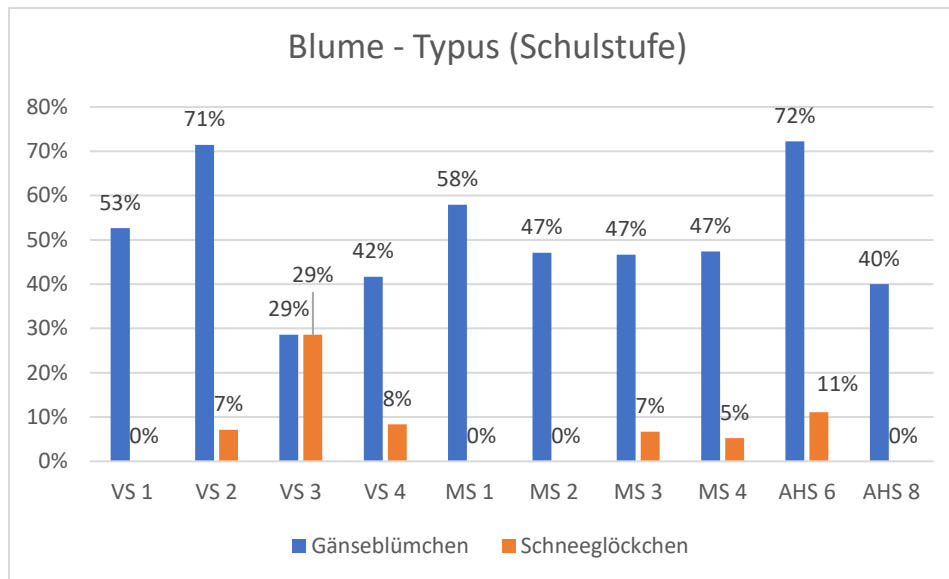


Diagramm 4: Übersicht der prozentuellen Anteile der Typen Gänseblümchen, Schneeglöckchen je nach Schulstufe

5.1.4. Gras

Folgende Typen werden für den Begriff Gras definiert:

- Sprossachse: vertikale Striche oder (grüne) einheitliche Fläche;
- Blätter: dreieckig;
- Bambus: röhrenförmige Sprossachse mit horizontalen Strichen (könnte auch als Schilf interpretiert werden);
- Drogen / Hanf: Hanfblatt, Zigarette;
- Divers: wie bei Pflanze;

Wie in Comeau (2019) werden einfache Striche als Sprossachse gewertet. Ob diese Zeichnung der Vorstellung einer Sprossachse entspricht, oder jener eines Blattes ist nur schwer zu sagen. Als Blätter werden jedoch nach oben weisende, spitze Dreiecke gewertet, da dies einem Blatt mehr ähnelt.

Diagramm 5 zeigt, dass in 65% der Zeichnungen der Typus Sprossachse auftritt. In 25% werden nur dreieckige Spitzen, als Blätter bezeichnet, gezeichnet. Drogen, Bambus und Diverses tritt nur vereinzelt auf.

Auffällig ist, dass in der Klasse AHS8 33% der Schüler*innen Drogen unter dem Begriff Gras gezeichnet haben. Drogen kommen erstmals in der Klasse MS4 vor und treten ab dem Alter von 13 Jahren in den Zeichnungen auf (siehe Anhang 12.3.1).

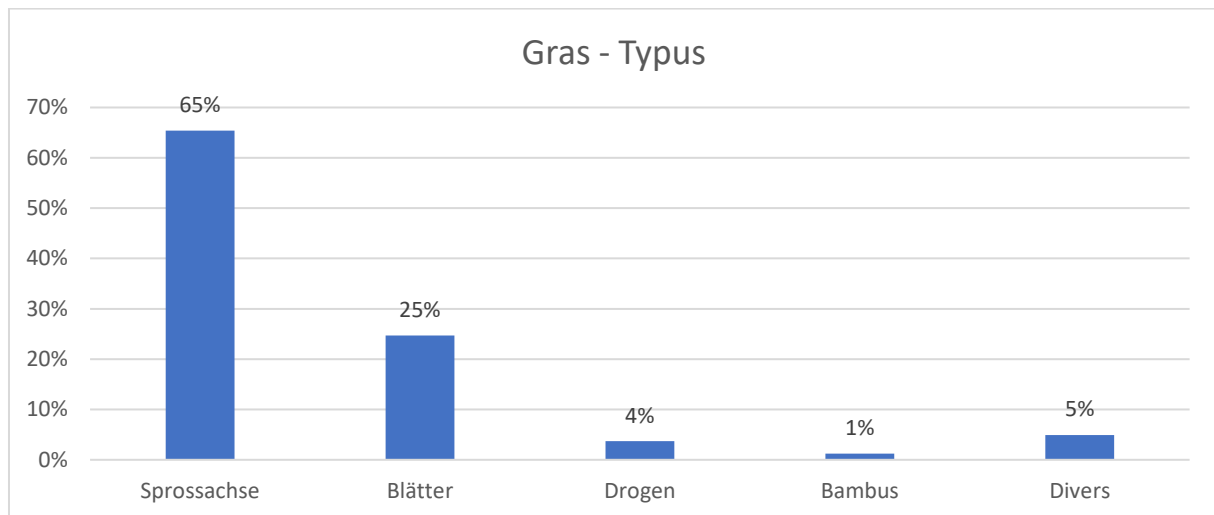


Diagramm 5: Säulendiagramm zu prozentuellen Anteilen der Typen zum Begriff Gras

5.2. Merkmale von Pflanze / Baum / Blume / Gras

Im Durchschnitt werden beim Begriff Pflanze 3,6 Merkmale, bei Baum 3,3, bei Blume 3,8 und bei Gras 1,1 Merkmale pro Zeichnung erfasst.

Beim Begriff Baum werden insgesamt 10 Merkmale unterschieden, bei Blume 9 und bei Gras 5 Merkmale. Bei Pflanzenzeichnungen werden 12 Merkmale unterschieden, wobei das Vorkommen dieser stark vom gezeichneten Typus abhängig ist.

Die nach Alter und Schulstufe eingeteilten absoluten sowie relativen Häufigkeiten der einzelnen Begriffe sind in Anhang 12.3.2 zu finden.

5.2.1. Pflanze

Bei den Merkmalen zum Begriff Pflanze werden die vorkommenden Merkmale der drei weiteren Begriffe übernommen und auf ihre Häufigkeiten untersucht.

Insgesamt kommen im Schnitt 3,6 Merkmale pro Zeichnung vor. Die fünf höchsten Werte von 4,0 bis 4,4 kommen allesamt in den fünf ältesten Altersgruppen vor.

Am häufigsten tritt mit 96% eine Sprossachse / ein Stamm in den Zeichnungen auf. Gefolgt von Blättern mit 91%. Diese beiden Merkmale sind als „Erwartbar“ einzustufen. Üblich sind Blüten, welche zu 64% auftreten. „Nicht Unüblich“ sind mit 41%, 30% und 21% die Merkmale Korb, Blattadern und Äste/Verzweigungen (siehe Tabelle 3).

Das Merkmal Blattadern tritt erstmals bei 9-jährigen auf und ist ab der VS4 in jeder Schulstufe zumindest als „Nicht Unüblich“ einzustufen. In den AHS-Klassen sogar als „Üblich“. Bei 15-jährigen und Älteren befindet sich der Prozentsatz jeweils bei über 50%. Wenn man für Blattadern voraussetzt, dass Blätter vorhanden sind, dann steigern sich in fast allen Altersklassen die Prozentsätze (siehe Diagramm 7, Anhang 12.3.2).

Tabelle 3: Absolute und prozentuelle Häufigkeit der Merkmale in Bild 1

Merkmal	Abs. H.	Prozent
Sprossachse/Stamm	155	96%
Blätter	147	91%
Blüte	103	64%
Korb	66	41%
Blattadern	48	30%
Äste/Verzweigung	34	21%
Wurzel	13	8%
Früchte	10	6%
Stacheln/Dornen	7	4%
Raue Rinde	4	2%
Staubblätter explizit	2	1%
Tierloch	1	1%
Blattaderung in Abh.		33%

5.2.2. Baum

Folgende Merkmale werden für den Begriff Baum definiert:

- Stamm: eindeutig verdickte Sprossachse;
- Äste: sichtbare, von Stamm ausgehende Äste und Zweige;
- Wurzeln: eindeutige unterirdische Wurzeln;
- Blätter: Einzelblätter; flächig angemalte Krone;
- Blätter separat: zusätzlich zu „Blätter“ noch deutliche einzelne Blätter; herunterfallende grüne Punkte;
- Früchte: runde (oder bunte) Punkte in der Krone;
- Blüte: Blüte auf den Ästen eines Baumes;
- Lianen: nach unten hängende, grüne Striche;
- Tierloch / Astabschnitt: runde oder elliptische Zeichnung innerhalb des Stammes;
- Raue Rinde: dicke Striche im Stamm;

Mit Stamm (99%) und Blätter (90%) sind zwei Merkmale in die Kategorie „Erwartbar“ einzustufen. Weiters sind die Merkmale Äste, Wurzeln, Früchte, Tierloch/Astabschnitt und Raue Rinde als „Nicht Unüblich“ zu bewerten (siehe Tabelle 4).

Bei den Merkmalen Früchte, Raue Rinde und Tierloch / Astabschnitt ist beim Übergang von MS2 zu MS3 ein deutlicher Sprung in der relativen Häufigkeit abzulesen. Bei Früchten nimmt diese ab und bei Raue Rinde und Tierloch / Astabschnitt zu, wie in Diagramm 6 dargestellt ist.

Wurzeln treten in 20% der Zeichnungen auf und sind somit hinter Stamm, Blätter, Äste, Früchte und Raue Rinde nur an sechster Stelle. Allerdings treten in AHS6 in 67% der Zeichnungen Wurzeln auf, was als üblich einzustufen ist.

Die durchschnittliche Anzahl an Merkmalen pro Zeichnung liegt bei 3,3. Die beiden höchsten Werte (4,1 und 3,7) kommen in den beiden ältesten Schulstufen vor. Nach Altersgruppen eingeteilt treten die drei höchsten Werte im Alter von 15 – 17 Jahren auf (siehe Anhang 12.3.2).

Abbildung 5 zeigt links eine Zeichnung mit überdurchschnittlich vielen Merkmalen, 6, in der Mitte eine mit durchschnittlicher Merkmalsanzahl, 3, und rechts eine Zeichnung mit wenigen Merkmalen, 2.



Abbildung 5: Baum mit 6 Merkmalen: Stamm, Äste, Wurzeln, Blätter, Tierloch / Astabschnitt, Raue Rinde (AHS6-1-Bild2). Mitte: Baum mit 3 Merkmalen: Stamm, Äste, Blätter (VS2-1-Bild2). Rechts: Baum mit 2 Merkmalen: Stamm, Blätter (VS2-7-Bild2).

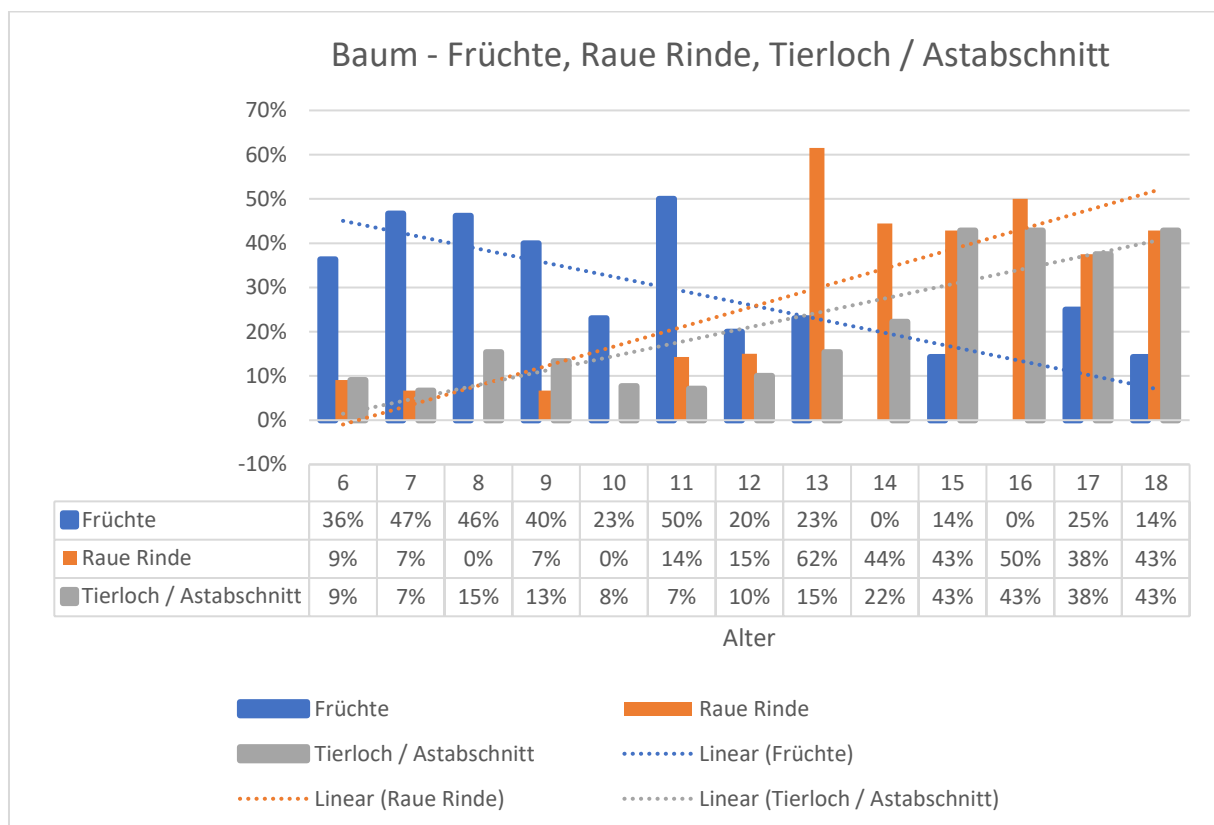


Diagramm 6: Prozentuelle Anteile der Merkmale Früchte, Raue Rinde und Tierloch / Astabschnitt in Bild 2 je nach Altersstufe mit linearer Trendlinie

Tabelle 4: Absolute und prozentuelle Häufigkeit der Merkmale in Bild 2

Merkmal	Abs. H.	Prozent
Stamm	161	99%
Blätter	145	90%
Äste	78	48%
Früchte	44	27%
Raue Rinde	37	23%
Wurzeln	33	20%
Tierloch / Astabschnitt	29	18%
Blätter separat	13	8%
Blüte	1	1%
Lianen	1	1%

5.2.3. Blume

Folgende Typen werden für den Begriff Blume definiert:

- Sprossachse: Stängel;
- Blätter: Blätter in jeder Form;
- Blüte: Blüte oder Pseudanthium;
- Wurzeln: Wurzeln – unterirdisch;
- Korb: Korb eines Korbblütengewächses, bestehend aus Röhren- und Zungenblüten; gelber Kreis mit Blättern rundherum;
- Staubblätter: lange Striche die aus der Blüte herausragen;
- Blattaderung: Striche im Blatt;
- Dornen / Stacheln: Dornen oder Stacheln an der Sprossachse;
- Verzweigung: Verzweigung der Sprossachse;

Im Durchschnitt wurden 3,8 Merkmale pro Zeichnung gezeichnet. Tabelle 5 zeigt, dass als erwartbar die Merkmale Blüte (98%) und Sprossachse (97%) einzustufen sind. Dabei kommen beide Merkmale in allen Klassen der Volksschule in allen Zeichnungen vor. Als üblich werden mit 73% das Merkmal Blätter und mit 60% das Merkmal Korb eingestuft. Beim Merkmal Blätter ist anzumerken, dass die vier höchsten Prozentsätze allesamt in den Klassen der Volksschule vorkommen.

Staubblätter wurden nur in 8 Zeichnungen gezeichnet, was 5% entspricht. Auffällig dabei ist, dass die Hälfte davon in VS3 auftritt.

Das Merkmal Blattaderung tritt mit einer Häufigkeit von 25% auf und wird als nicht ungewöhnlich eingestuft. Auffällig dabei ist jedoch, dass dieses Merkmal nur einmal in den ersten drei Schulstufen zu finden ist. Ab VS4 tritt dieses Merkmal in 25 – 56% der Zeichnungen pro Schulstufe auf, wie in Diagramm 7 dargestellt ist. Wenn man für Blattadern voraussetzt, dass Blätter gezeichnet wurden, dann steigen die Prozentsätze auf bis zu 77% in AHS6. Für die gesamte Sekundarstufe gilt, dass 36% der Zeichnungen Blattadern enthalten, bei der Primarstufe sind es nur 4%. Nach dem Alter eingeteilt tritt das Merkmal Blattadern erstmals bei 8-Jährigen auf und ist ab dem 11. Lebensjahr jedes Mal in zumindest 25% der Zeichnungen zu finden.

Wurzeln sind nur in 3% der Zeichnungen zu finden, wobei in der gesamten Volksschule nur eine einzige Zeichnung Wurzeln beinhaltet (siehe Anhang 12.3.2).

Abbildung 6 zeigt links eine Zeichnung mit über den Durchschnitt vielen Merkmalen, 5. Die Zeichnung in der Mitte zeigt 4 Merkmale und jene rechts zeigt mit 2 Merkmalen unterdurchschnittlich wenige.



Abbildung 6: Links: Blume mit 5 Merkmalen: Sprossachse, Blätter, Blüte, Korb, Blattaderung (AHS6-1-Bild3). Mitte: Blume mit 4 Merkmalen: Sprossachse, Blätter, Blüte, Staubblätter (VS3-7-Bild 3). Rechts: Blume mit 2 Merkmalen: Sprossachse, Blüte (MS1-12-Bild3).

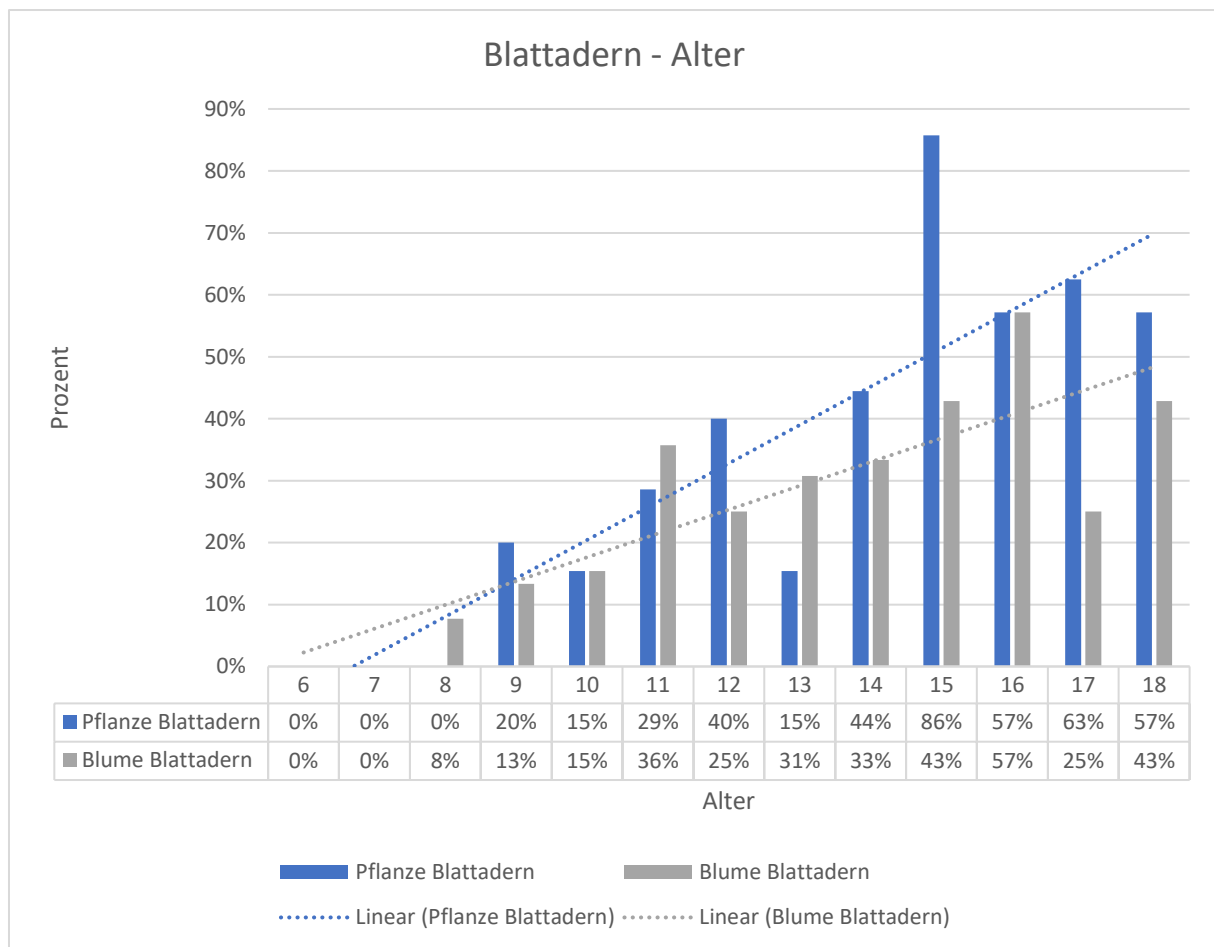


Diagramm 7: Prozentuelle Anteile des Merkmals Blattadern in Bild 1 und 3 nach Altersstufen

Tabelle 5: Absolute und prozentuelle Häufigkeit der Merkmale in Bild 3

Merkmal	Abs. H.	Prozent
Blüte	159	98%
Sprossachse	157	97%
Blätter	119	73%
Korb	97	60%
Blattaderung	40	25%
Verzweigung	15	9%
Dornen / Stacheln	12	7%
Stabblätter explizit	8	5%
Wurzeln	5	3%
Blattaderung in Abh.		34%

5.2.4. Gras

Folgende Typen werden für den Begriff Gras definiert:

- Sprossachse: vertikale Striche, (grüne) einheitliche Fläche; Bambus-Sprossachse; mehrere Blätter von Sprossachse weggehend;
- Blätter: dreieckig; in Bündeln von Sprossachse weggehend;
- Wurzeln: eindeutig unter der Erde;
- Blumen: Blumen die in der Wiese gezeichnet werden (z.B. Gänseblümchen);
- Blüte: Form der Blüte von Süßgräsern;

In 73 % der Zeichnungen treten Sprossachsen auf, sofern man vertikale Striche als solche interpretiert. Blätter, oder dreieckige Spitzen, sind in 28% der Zeichnungen zu finden. Anzumerken ist, dass nur in 5% der Zeichnungen sowohl Sprossachsen als auch Blätter auftreten. Wurzeln kommen in 3% der Zeichnungen vor (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6: Absolute und prozentuelle Häufigkeit der Merkmale in Bild 4

Merkmal	Abs. H.	Prozent
Sprossachse	119	73%
Blätter	45	28%
Blumen	11	7%
Wurzeln	5	3%
Blüte	2	1%
Sprossachse + Blätter	8	5%

Signifikanztests

5.2.5. t-Tests

Der Zweistichproben-t-Test vergleicht die Erwartungswerte zweier unabhängiger Stichproben, die normalverteilt sind. Die Nullhypothese H_0 besagt hier, dass sich die beiden Mittelwerte nicht unterscheiden. Bei Verwerfen von H_0 gilt die Alternativhypothese H_1 , welche besagt, dass sich die beiden Mittelwerte mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit α unterscheiden.

Es werden mithilfe des t-Tests die Mittelwerte der Anzahlen an gezeichneten Merkmalen einer Gruppe von Schüler*innen verglichen. Es werden je zwei Zeichnungen derselben Person für die Stichprobe verwendet. Zum ersten (1) enthält die Stichprobe alle Schüler*innen die in Bild 1 einen Baum gezeichnet haben. Für diese Schüler*innen werden Bild 1 und 2 miteinander verglichen. Zweitens (2) enthält die Stichprobe jene Schüler*innen, die in Bild 1 eine Blume gezeichnet haben und es werden die Erwartungswerte der Anzahlen an Merkmalen in Bild 1 und Bild 3 verglichen.

(1) Untersuchung mit Baum in Bild 1:

Es wird vorausgesetzt, dass in Bild 1 ein Baum gezeichnet wurde. Somit ergeben sich 26 Schüler*innen, von denen die Anzahlen der Merkmale in Bild 1 und Bild 2 verglichen werden. Für diese Schüler*innen ergibt sich ein Mittelwert der Anzahlen an Merkmalen in Bild 1 von $\mu_1 = 3,1$ und in Bild 2 ein Mittelwert $\mu_2 = 3,3$. Somit ergibt sich ein Testfunktionswert $v = 0,82$, welcher nicht im Verwerfungsbereich $B = (-\infty; 1,96) \cup (1,96; \infty)$ liegt. Folglich gilt die Nullhypothese, also dass sich die beiden Erwartungswerte mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% nicht voneinander unterscheiden.

(2) Untersuchung mit Blume in Bild 1:

Es wird analog zu (1) vorausgesetzt, dass in Bild 1 eine Blume gezeichnet wurde und ebenfalls ein Vergleich der Mittelwerte durchgeführt. Die Anzahl der Schüler*innen beträgt 78. Der Mittelwert für Bild 1 ist $\mu_1 = 4,1$ und für Bild 3 $\mu_3 = 3,8$. Somit ergibt sich $v = 2,53$, was im Verwerfungsbereich $B = (-\infty; 1,96) \cup (1,96; \infty)$ liegt. Also gilt hier die Alternativhypothese, dass sich die beiden Erwartungswerte unterscheiden.

Tabelle 7: t-Tests: Begriffe Baum und Blume

<u>(1) Baum:</u>		<u>(2) Blume:</u>	
Bild 1	Bild 2	Bild 1	Bild 3
$\mu_1 = 3,0769$	$\mu_2 = 3,3077$	$\mu_1 = 4,1282$	$\mu_3 = 3,7692$
$ \mu_1 - \mu_2 = 0,23077$		$ \mu_1 - \mu_3 = 0,35897$	
$v = 0,82076$		$v = 2,5337$	
$B > 1,96 $		$B > 1,96 $	
H_0 gilt		H_1 gilt	

5.2.6. Korrelationstests

Die Korrelationstests finden unter Verwendung des Bravais-Pearsons-Korrelationskoeffizienten r statt. Dieser untersucht, ob zwei Stichproben einer Grundgesamtheit unabhängig voneinander sind. Vorausgesetzt wird, dass die beiden verglichenen Stichproben normalverteilt sind. Die Nullhypothese H_0 besagt, dass die beiden Stichproben mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit α unabhängig voneinander sind, und die Alternativhypothese H_1 steht für eine Abhängigkeit zwischen den beiden Stichproben. Je nachdem, ob der Wert $<$ oder $>$ Null ist, besteht ein negativer oder positiver linearer Zusammenhang zwischen den Stichproben.

(1) Untersuchung der Anzahlen an Merkmalen

Es werden die Anzahlen der Merkmale verglichen, die eine Person in jedes Kästchen zeichnet. Untersucht wird somit, ob für alle Zeichnungen gilt, dass eine hohe Anzahl an Merkmalen in einem Bild, auch eine hohe Anzahl in einem anderen Bild dieser Person impliziert. Die Nullhypothese besagt hier also, dass die Anzahl der Merkmale in einem Bild, nicht mit der Anzahl in einem anderen Bild zusammenhängt. Wird H_0 verworfen, so stehen die Anzahlen der Merkmale der beiden Bilder mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% in linearem Zusammenhang. In Tabelle 8 sind die Bravais-Pearson-Korrelationskoeffizienten r und die Testfunktionswerte v für je zwei verglichene Bilder angegeben. Die Nullhypothese wird verworfen, wenn der Wert v im Verwerfungsbereich $B = (-\infty; 1,96) \cup (1,96; \infty)$ liegt. Da alle Zeichnungen verglichen werden, ist die Stichprobengröße für alle Bilder 162.

Tabelle 8: Korrelationstests: Anzahlen der Merkmale

	Bild 1 - 2	Bild 1 - 3	Bild 1 - 4	Bild 2 - 3	Bild 2 - 4	Bild 3 - 4
r	0,19647	0,07372	0,07807	0,15960	0,12481	0,15501
v	2,53457	0,93510	0,99058	2,04504	1,59118	1,98473
$B > 1,96 $						
H_0	verworfen	gilt	gilt	verworfen	gilt	verworfen
Hypothese:	H_1	H_0	H_0	H_1	H_0	H_1

Laut diesen Ergebnissen gilt, dass die Anzahlen der Merkmale von Bild 1 und 2, Bild 2 und 3 und Bild 3 und 4 voneinander abhängen. Die Anzahlen der Merkmale von Bild 1 und 3, Bild 1 und 4 und Bild 2 und 4 sind voneinander unabhängig.

(2) Untersuchung der durchschnittlichen Anzahlen an Merkmalen

Wie bei (1) werden alle Bilder miteinander verglichen. Verglichen werden die Mittelwerte der Anzahlen an Merkmalen in den einzelnen Altersstufen, also ob die Mittelwerte der einzelnen Altersstufen in Bild 1 und Bild 2 usw. zusammenhängen. H_0 besagt, dass die jeweiligen Mittelwerte mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% unabhängig voneinander sind. H_0 wird verworfen, wenn der Testfunktionswert v im Verwerfungsbereich $B = (-\infty; 2,201) \cup (2,201; \infty)$ liegt. Da es 13 Altersstufen in der Grundgesamtheit gibt, ist die Stichprobengröße für diesen Test 13.

Tabelle 9: Korrelationstests: Durchschnittliche Anzahl an Merkmalen

	Bild 1 - 2	Bild 1 - 3	Bild 1 - 4	Bild 2 - 3	Bild 2 - 4	Bild 3 - 4
r	0,74562	0,09120	0,10759	0,26576	0,49549	0,46833
v	3,71106	0,30376	0,35891	0,91432	1,89194	1,75799
$B > 2,201 $						
H_0	verworfen	gilt	gilt	gilt	gilt	gilt
Hypothese:	H_1	H_0	H_0	H_0	H_0	H_0

Wie Tabelle 9 zeigt, wird die Nullhypothese für den Vergleich zwischen Bild 1 und 2 verworfen, und gilt für die Mittelwerte aller anderen Bilder. Folglich sind die Mittelwerte der Altersstufen bei Bild 1 und 2 voneinander abhängig, und alle anderen unabhängig voneinander.

(3) Untersuchung der Merkmalsanzahlen für Bäume / Blume in Bild 1

Untersucht wird, ähnlich wie in (1), ob zwischen den Anzahlen der Merkmale, die in Bild 1 und Bild 2 gezeichnet wurden, Korrelation besteht. Voraussetzung für die Auswahl der Stichprobe ist, dass in Bild 1 ein Baum gezeichnet wurde. Analog für Zeichnungen, bei denen in Bild 1 eine Blume gezeichnet wurde. n gibt hier die Stichprobengröße an.

Tabelle 10: Korrelationstests: Merkmalsanzahlen für Baum und Blume

	Baum	Blume
n	26	78
r	0,29517	0,15563
v	1,51345	1,37351
B	$> 2,064 $	$> 1,96 $
H ₀	gilt	gilt
Hypothese	H ₀	H ₀

Die Ergebnisse in Tabelle 10 zeigen, dass keine Korrelation zwischen den Anzahlen an Merkmalen von gezeichneten Bäumen in Bild 1 und Bild 2 festzustellen ist. Also ist die Anzahl an Merkmalen in Bild 2 unabhängig von den Anzahlen der Merkmale in Bild 1. Analoges gilt für Blumen in Bild 1 und Bild 3.

(4) Untersuchung von relativen Häufigkeiten ausgewählter Merkmale in den Altersstufen

Untersucht wird, ob die relativen Häufigkeiten, mit denen Blattadern bzw. Äste gezeichnet werden, korrelieren. Dabei werden die relativen Häufigkeiten der 13 Altersgruppen in Bild 1 und Bild 3 für Blattadern bzw. 2 für Äste verglichen. Die Nullhypothese wird für einen Verwerfungsbereich $B = (-\infty; 2,201) \cup (2,201; \infty)$ verworfen.

Tabelle 11: Korrelationstests: relative Häufigkeiten ausgewählter Merkmale

	Blattadern:	Äste:
r	0,80435	0,16941
v	4,48997	0,57012
B $> 2,201 $		
H ₀	verworfen	gilt
Hypothese:	H ₁	H ₀

Wie Tabelle 11 zeigt, wird die Nullhypothese für die relativen Häufigkeiten von Blattadern in Bild 3 verworfen, und gilt für jene von Ästen in Bild 2. Also korrelieren die relativen Häufigkeiten von Blattadern in Bild 1 und 3 für die jeweiligen Altersgruppen. Dies ist für Äste in Bild 1 und 2 nicht der Fall.

(5) Untersuchung von relativen Häufigkeiten zwischen ausgewählten Merkmalen in den Altersstufen

Es werden die Merkmale Früchte, Raue Rinde und Tierloch/Astabschnitt in Bild 2 auf Korrelation untersucht. Dabei werden die relativen Häufigkeiten der 13 Altersstufen von jeweils zwei Merkmalen verglichen. Der Verwerfungsbereich ist $B = (-\infty; 2,201) \cup (2,201; \infty)$.

Tabelle 12: Korrelationstests: relative Häufigkeiten zwischen ausgewählten Merkmalen

	Früchte - Raue Rinde	Früchte - Tierloch	Raue Rinde - Tierloch
r	-0,72140	-0,65831	0,69763
v	-3,45492	-2,90052	3,229466
$B > 2,201 $			
H_0	verworfen	verworfen	verworfen
Hypothese	H_1	H_1	H_1

Es besteht, wie in Tabelle 12 zu sehen ist, mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% eine Korrelation zwischen allen Begriffen. Zwischen Früchte und Raue Rinde und Früchte und Tierloch ist dies eine negative lineare Korrelation, bei Raue Rinde und Tierloch eine positive.

(6) Untersuchung der relativen Häufigkeiten von Merkmalen in Bild 1 und 2 / 3

Es wird untersucht, ob die relativen Häufigkeiten von Merkmalen, die in Bild 1, sofern ein Baum gezeichnet wurde, und in Bild 2 vorkommen, korrelieren. Also ob die relative Häufigkeit eines Merkmals in Bild 1 einen gleichen Wert in Bild 2 impliziert. Analoges für Blume in Bild 1 und Bild 3.

Tabelle 13: Korrelationstests: relative Häufigkeiten von Merkmalen

	Baum	Blume
n	7	8
r	0,96346	0,98870
v	8,04287	16,15262
B	$> 2,571 $	$> 2,447 $
H_0	verworfen	verworfen
Hypothese	H_1	H_1

Die Ergebnisse in Tabelle 13 zeigen, dass eine Abhängigkeit der relativen Häufigkeiten jener Merkmale, die in Bild 1 und Bild 2 vorkommen, besteht, sofern in Bild 1 ein Baum gezeichnet wurde. Dasselbe gilt für Bild 3, wenn in Bild 1 eine Blume gezeichnet wurde.

5.2.7. Varianzanalyse

Die einfache Varianzanalyse untersucht, ob sich die Erwartungswerte mehrerer Stichproben mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit α unterscheiden. Die Nullhypothese H_0 besagt, dass es keinen Unterschied zwischen den Erwartungswerten gibt. Die Alternativhypothese H_1 besagt, dass sich mindestens zwei Erwartungswerte unterscheiden.

Mithilfe der Varianzanalyse werden die Erwartungswerte der einzelnen Altersstufen bezüglich der relativen Häufigkeiten von Merkmalen auf Unterschiede untersucht. Je nachdem welcher Begriff untersucht wird, ändert sich die Anzahl der Merkmale, die untersucht werden und somit der Verwerfungsbereich. Wenn keine Unterschiede zwischen den Erwartungswerten feststellbar sind, dann gilt die Nullhypothese und der Testfunktionswert F liegt nicht im Verwerfungsbereich B . Die F-Verteilung gibt an, wie der Verwerfungsbereich zu definieren ist und ist von der Anzahl der Altersstufen, welche bei allen drei Begriffen gleich ist, und der Anzahl der Merkmale abhängig.

Tabelle 14: Varianzanalyse

	Pflanze	Baum	Blume
F - Wert	0,1162	0,123	0,0417
F - Verteilung	F(12/143)	F(12/117)	F(12/104)
B	$\geq 1,8228$	$\geq 1,8364$	$\geq 1,8468$
H ₀	gilt	gilt	gilt

Sowohl für die Merkmale beim Begriff Pflanze als auch beim Begriff Baum und Blume sind die Werte nicht im Verwerfungsbereich, und somit gilt jeweils die Nullhypothese, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Altersgruppen gibt. Es gibt somit keinen signifikanten Unterschied in den Erwartungswerten der Merkmale bezüglich der einzelnen Altersstufen.

6. Interpretation der Daten

6.1. Vergleiche der Typen und Merkmale

Typus:

Die Ergebnisse der Zeichnungen zum Begriff Pflanze zeigen, dass die Schüler*innen mit 49% am häufigsten eine Blume gezeichnet haben, was auch in anderen Studien zu beobachten ist (Anderson, et al. 2014, Comeau et al. 2019, McNair und Stein 2001). Am zweithäufigsten wurden Topfpflanzen gezeichnet, welche durchaus auch als Blumen interpretiert werden können. Fasst man diese beiden Kategorien zusammen, so erhält man mit 75% einen ähnlichen Wert wie Comeau et al. (2019), wo diese Unterscheidung nicht gemacht wird und sich 68% der Schüler*innen unter einer Pflanze eine Blume vorstellen. Auf das Alter bezogen, gibt es keine offensichtlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Altersstufen. Zwar kommen in vereinzelter Altersstufen und Schulstufen auch andere Formen als Blume am häufigsten vor, jedoch sind diese willkürlich verteilt. Der Typus Gras, welcher als vierter Begriff explizit untersucht wird, tritt nur zu 2% als mental model für Pflanzen auf. Grund dafür könnte sein, dass zwar den meisten Kindern bekannt ist, dass Gras eine Pflanze ist (Bartoszeck et al. 2015), allerdings von Kindern und Jugendlichen unterrepräsentiert

wird, wenn diese darüber reden sollen. So wird aus einer Liste von verschiedenen Pflanzen Gras am seltensten als erste Pflanze genannt und darüber gesprochen (Tunncliffe und Reiss 2000).

Die Zeichnungen von Bäumen zeigen, dass der Typus des Laubbaums mit einer großen runden Krone mit 86% am häufigsten vorkommt, was auch auf jede einzelne Altersstufe zutrifft. Zeichnungen von Nadelbäumen kommen mit 12% nur vereinzelt vor. Allerdings ist das Ergebnis nicht so eindeutig, wie dies bei Comeau et al. (2019) ist, denn dort zeigen 98% der Zeichnungen den Laubbaum – Typus. Eine Erklärung für diesen kleinen Unterschied könnte sein, dass diese Untersuchung im Winter durchgeführt wurde. Denn zum einen könnten die Schüler*innen durch den Christbaum im Klassenzimmer beeinflusst worden sein, zum anderen tragen Laubbäume in dieser Zeit keine Blätter, und somit könnten die grünen Nadelbäume etwas präsenter in der Wahrnehmung sein. Es ist bekannt, dass solche verstärkten Wahrnehmungen durchaus in Zeichnungen dargestellt werden (Bartoszeck et al. 2015).

Bei den Zeichnungen zum Begriff Blume wurde mit 51% die Form des Gänseblümchens am häufigsten gezeichnet. Dies ist bei Comeau et al. (2019) ebenfalls zu beobachten. In der Schulklasse VS3 ist mit 29% der Zeichnungen die Form des Schneeglöckchens genauso oft zu beobachten. Als Begründung dafür könnte sein, dass in dieser Klasse der Aufbau der Blume anhand des Schneeglöckchens im Unterricht besprochen wurde. Im Gespräch mit der Klassenlehrerin stellte sich heraus, dass jene vermehrt Pflanzen im Zeichenunterricht als Modelle einsetzt, um diese beobachten und nachzeichnen zu lassen. Dabei sollen die Schüler*innen laut der Klassenlehrerin besonders auf die Details achten und diese einbauen. Dass dieses vermehrte Üben des Beobachtens und Wiedergebens einen Einfluss auf das mental model hat, wurde bereits beschrieben (McNair und Stein 2001).

Zum Begriff Gras ist zu sagen, dass die meisten Schüler*innen, nämlich gesamt 90%, sich unter Gras eine grüne Wiese vorstellen, die entweder aus einer grünen Fläche oder aus vertikalen Strichen, als Sprossachsen-Typus bezeichnet, besteht, oder aus spitzen Dreiecken, die als Blätter interpretiert werden. Mit dem Alter von 13 Jahren beginnen Schüler*innen vereinzelt Drogen oder Hanf mit dem Begriff „Gras“ zu assoziieren. Dies kann daran liegen, dass in diesem Alter der Kontakt zu Drogen, im

Speziellen Cannabis, anzusteigen beginnt (Hojni et al. 2019). Außerdem denken vor allem bei stimulierenden pflanzlichen Drogen die meisten Schüler*innen am häufigsten an Echten Hanf (*Cannabis sativa*), welcher in der Funktion als Droge umgangssprachlich auch als „Gras“ bezeichnet wird (Pany et al. 2019). Dass die älteste Schulklasse den höchsten Prozentsatz an Zeichnungen mit Drogen oder Hanf aufweist, kann weiters daran liegen, dass mit dem Alter die Hemmschwelle sinkt, derartige Zeichnungen zu machen. Dazu ist anzumerken, dass bereits in der Klasse MS3 beim Begriff Gras einige Schüler*innen beim Durchführen der Untersuchung zu kichern begonnen haben, was auf eine Assoziation mit Drogen schließen könnte. Allerdings hat nur eine Person der Klasse MS4 eine Zeichnung mit Drogen / Hanf abgegeben. Vielleicht hätten mehr Schüler*innen sich getraut dies zu machen, wenn ich als Lehrperson dieser Schule nicht im Klassenzimmer anwesend gewesen wäre und die Durchführung jemand von außerhalb der Schule gemacht hätte.

Merkmale:

Betrachtet man die Merkmale der einzelnen Zeichnungen, so fällt auf, dass genau wie bei Comeau (2019) die Zeichnungen der Bäume mit 10 unterschiedlichen Merkmalen die höchste Vielfalt an Merkmalen aufweist. Die Merkmalsanzahl beim Bild Pflanze ist hierbei ausgenommen, weil hier Merkmale vorkommen, die nur bei Bäumen oder nur bei Blumen vorkommen können, wie etwa Tierloch / Astabschnitt oder Korb. Eine weitere Parallele ist, dass bei den Zeichnungen zum Begriff Gras die geringste Anzahl an Merkmalen auftritt, 1,1 im Schnitt pro Zeichnung und nur 5 verschiedene Merkmale.

Das Häufigste Merkmal, das bei Pflanzen vorkommt, ist wie auch schon in anderen Studien festgestellt (Anderson et al. 2014, Comeau et al. 2019), Sprossachse / Stamm mit 96% gefolgt von Blättern mit 91%. Dies ist ebenso der Fall beim Begriff Baum, jedoch nicht bei Blumen. Bei Bäumen, und generell bei Pflanzen, kann man somit sagen, dass man für das mental model dieser beiden Begriffe erwarten kann, dass Sprossachse und Blätter vorhanden sind. Dadurch ähneln sich diese beiden Begriffe mehr, als dies bei Blumen der Fall ist, denn bei diesem Begriff dominiert die Blüte mit 98% in den Zeichnungen. Anderson et al. (2014) hat schon festgestellt, dass vor allem bei Blumen häufig eine Sprossachse ohne Laubblätter gezeichnet wurde. Dies stellte er vor allem bei Kindergartenkindern fest und die Anzahl an vorkommenden

Laubblättern stieg mit dem Alter. Dieser Anstieg ist hier nicht festzustellen, da die drei höchsten Prozentwerte für vorkommende Blätter in den Zeichnungen von Blumen bereits im Alter von unter 10 Jahren vorkommen. Somit kann man daraus folgen, dass die Häufigkeit von Blättern an der Sprossachse von Blumen beim Wechsel vom Kindergarten in die Volksschule ansteigt, dann jedoch auf einem Niveau bleibt. Dieses Merkmal kommt üblicherweise in den Zeichnungen vor, aber bei Blumen seltener als bei Bäumen und Pflanzen.

Einheitlich niedrig ist der Prozentsatz bei allen vier Begriffen für das Merkmal Wurzeln, was sich auch in anderen Studien zeigt (Anderson et al. 2014, Barman et al. 2006, Comeau et al. 2019, McNair und Stein 2001). Zwar wissen bereits Kindergartenkinder, dass es Wurzeln gibt, und verstehen, dass diese etwa zur Wasseraufnahme notwendig sind. Jedoch treten diese nur sehr selten in Zeichnungen auf. In Interviews stellt sich dann oft heraus, dass sie nicht gezeichnet wurden, weil man sie nicht sehen kann (Anderson et al. 2014). Barman et al. (2006) kommt zu dem Schluss, dass Schüler*innen Wurzeln oft nicht als Struktur von Pflanzen wahrnehmen. Sie fokussieren sich verstärkt auf Teile der Pflanze, die man sehen kann, wie Stamm, Blätter oder auch Blüten. Dies zeigt sich nicht nur in Zeichnungen, sondern auch in Gesprächen von Schüler*innen über Pflanzen (Tunncliffe 2001). Es ist also in dieser Untersuchung keine Überraschung, dass die Wurzeln ein unterrepräsentiertes Merkmal in den mental models der Schüler*innen sind. Um dies zu ändern, muss im Unterricht mehr auf die Funktionen der Pflanzenteile, im Speziellen der Wurzeln, eingegangen werden (McNair und Stein 2001).

Beim Begriff Gras kommt die Sprossachse zwar mit 73% am häufigsten vor, jedoch ist nicht sicher zu sagen, ob die Schüler*innen die dünnen vertikalen Striche wirklich als Sprossachse betrachten oder ob es Blätter sind. Hier wurden sie wie in Comeau et al. (2019) als Sprossachse betrachtet.

Schließlich kann man beim Begriff Gras sagen, dass in 90% der Zeichnungen eine grüne Fläche mit vertikalen dünnen Strichen oder Dreiecken gezeichnet wurde und nur 5% beides aufweisen. Also ist dies eindeutig als mental model zu diesem Begriff zu interpretieren, was auch Comeau et al. (2019) beschreibt. Jedoch kann man nicht eindeutig sagen, welche botanischen Teile der Pflanze die Schüler*innen gezeichnet haben, beziehungsweise überhaupt im Zusammenhang mit Gras kennen. Zwar wird Gras oft mit grünen Blättern assoziiert (Tunncliffe und Reiss 2000), was jedoch nicht

heißen muss, dass das Grüne einer gezeichneten Wiese die Blätter und nicht die Halme der Gräser sind. Um herauszufinden, welche anatomischen Teile der Pflanze in dem mental model der Wiese stecken, müsste man weiterführende Interviews oder Fragebögen zu diesem Thema durchführen.

Betrachtet man weitere Merkmale des Begriffs Blume, so ist mit dem Einzelmerkmal Korb als Blütenstand in 60% der Zeichnungen ein weiteres als üblich einzustufen. Dies deckt sich mit der Tatsache, dass 58% der Schüler*innen einen Typus einer Asteraceae gezeichnet haben, nämlich Gänseblümchen oder Sonnenblumen.

Merkmale wie Blattadern oder Staubblätter sind zwar nur als nicht ungewöhnlich oder außergewöhnlich einzustufen, hier gibt es allerdings offensichtliche Unterschiede in der Häufigkeit mit denen diese Merkmale in bestimmten Alters- oder Schulstufen vorkommen.

Bei Blattadern ist interessant festzustellen, dass diese sowohl bei Pflanzenzeichnungen als auch bei jenen von Blumen erst ab einem Alter von 9 beziehungsweise 8 Jahren auftreten, wie man aus Diagramm 7 ablesen kann. Betrachtet man die relativen Häufigkeiten nach Schulstufen, so sind diese in allen Schulstufen ab VS4 in Bild 1 und 3 in die Kategorien „Nicht ungewöhnlich“ oder „Üblich“ einzustufen. Davor sind sie gar nicht vorhanden oder vereinzelt als außergewöhnliches Merkmal einzustufen. Es ist nicht ungewöhnlich, dass mit steigendem Alter die Komplexität der Zeichnungen und die Anzahl der Merkmale zunimmt. Vor allem in der Entwicklung der geistigen Reife ist ein Sprung im Alter von etwa 8 Jahren festzustellen. Dass dieses eine Merkmal eben in diesem Alter beginnt vermehrt aufzutreten, und dann auf einem einheitlichen Niveau in allen Altersstufen zu beobachten ist, lässt folgen, dass das Merkmal „Blattadern“ ein Beispiel für ein Entwicklungsmerkmal ist (Cherney et al. 2006, Koppitz 1972). Dieser objektive Anstieg der Häufigkeit trifft für dieses eine Merkmal zu, ist allerdings nicht für die Gesamtheit der Merkmale gültig, wie die Varianzanalyse zeigt.

Bei dem Merkmal Staubblätter ist auffällig, dass vier von nur 8 Zeichnungen, die dieses Merkmal beinhalten, in der Klasse VS3 zu finden sind. Auf Nachfrage bei der Lehrperson dieser Klasse vermutet diese, dass diese Tatsache damit zu tun haben könnte, dass sie laut eigener Aussage im Zeichenunterricht verstärkt ihre Schüler*innen darauf hinweist bei Zeichnungen auf die Details zu achten und dass

diese in die Zeichnung einfließen sollen. Die Lehrperson lässt außerdem häufig Modelle abzeichnen, unter welchen sich auch Blumen befinden. Beim Beobachten und gleichzeitige Zeichnen von biologischen Objekten werden Formen und Strukturen erfasst und die geistige Verarbeitung wird dadurch gefördert. Deshalb ist dies ein wichtiger Teil der Biologiedidaktik und ermöglicht sowohl einen rationalen als auch emotionalen Zugang zur Wissenskonstruktion (Gropengießer et al. 2020). Vor allem das Zeichnen von Pflanzen hat bereits bei jüngeren Schüler*innen einen Einfluss auf das Verständnis über die Struktur und Funktionen von Pflanzen (Loureiro und Dal-Farra 2018). Dieser Einfluss zeigt sich in den Ergebnissen der Zeichnungen in der Klasse VS3, in welcher eben die Staubblätter im Vergleich zu anderen Klassen häufig vorkommen und auch das oben beschriebene häufige Auftreten des Typus Schneeglöckchen, wie Diagramm 4 zeigt.

Es wäre in weiterer Folge interessant, ob sich diese verstärkte Wahrnehmung einzelner Merkmale und des Typus über einen längeren Zeitpunkt hält und wie in Cherney et al. (2006) beschrieben sich nicht mehr ändert. Dazu müsste man diese Klasse nach einiger Zeit die Untersuchung wiederholen lassen, um zu sehen, ob auch dann noch diese Sichtbaren Unterschiede zu den anderen Schulklassen auftreten.

Die Merkmale Früchte, Raue Rinde und Tierloch / Astabschnitt zeigen in Bild 2 einen auffälligen Zusammenhang. Deren Häufigkeiten nehmen nämlich für Raue Rinde und Tierloch / Astabschnitt zu, und für Früchte mit dem Alter ab, wobei ein Schnittpunkt der linearen Trendlinien beim Alter von 12 bis 13 Jahren zu sehen ist. Dieses Alter ist interessant, da zum einen in diesem Alter die Pubertät einsetzt, zum anderen in entwicklungspsychologischen Untersuchungen von Zeichnungen von Kindern in diesem Alter die letzte Entwicklungsstufe endet (Krampen 1991).

Zusammenfassung des beschreibenden Teils:

Zusammenfassend kann man über die mental models der Schüler*innen dieser Stichprobe festhalten, dass sie jenen der bisherigen Studien in vielen Bereichen ähneln (Anderson et al. 2014, Comeau et al. 2019, McNair und Stein 2001, Tunnicliffe und Reiss 2000). Beim mental model des Begriffs Pflanze überwiegt die Vorstellung einer Blume, Stamm und Blätter sind dabei die wichtigsten Merkmale. Wurzeln

kommen wie bei allen Begriffen nur vereinzelt vor und sind das unterrepräsentierteste Grundorgan der Pflanze.

Bäume werden überwiegend als Laubbäume mit einer großen Krone gezeichnet und bei Blumen dominiert die Vorstellung eines Gänseblümchens, bei dem Sprossachse und Blüte die dominantesten Merkmale sind. Der Begriff Gras wird meist als grüne Wiese gezeichnet, bei denen entweder spitze Dreiecke oder einzelne vertikale Striche eine meist grüne Fläche bilden.

Einzelne deskriptive Unterschiede in den Merkmalshäufigkeiten sind, dass etwa Blattadern erst an der Grenze von 8 - 9 Jahren auftreten und dass im Alter von 12 – 13 Jahren ein weiterer Sprung in der Häufigkeit mancher Merkmale zu sehen ist. Ob diese objektiven Veränderungen statistisch signifikante Unterschiede oder Gemeinsamkeiten aufweisen, wird im nachstehenden Kapitel ausgeführt.

6.2. Interpretation der Signifikanztests

Die durchgeführten t-Tests zeigen, dass wenn ein*e Schüler*in unter dem Begriff Pflanze die Vorstellung eines Baums hat, sich die Anzahl der erwarteten Merkmale, die in diesem Bild gezeichnet werden, nicht von der erwarteten Anzahl an Merkmalen für eine Zeichnung des Begriffs Baum unterscheiden. Man kann also sagen, dass die erwartete Anzahl an Merkmalen für die Begriffe Baum und Pflanze, sofern ein Baum die Vorstellung unter einer Pflanze ist, sich nicht unterscheidet. Wenn sich Schüler*innen unter Pflanzen eine Blume vorstellen, so zeigt der t-Test, dass sich die erwartete Anzahl an Merkmalen sehr wohl zwischen den Begriffen Pflanze und Blume unterscheiden. Folglich kann man davon ausgehen, dass wenn die Vorstellung einer Pflanze bei Schüler*innen ein Baum ist, diese zum Begriff Baum ähnlicher ist, als dies bei Schüler*innen mit der Vorstellung einer Blume als Pflanze zum Begriff Blume ist.

Eine Begründung für den Unterschied zwischen den Begriffen Baum und Blume kann, neben jener, dass die Vorstellungen ähnlicher sind, sein, dass in der Untersuchung der Begriff Baum gleich nach dem Begriff Pflanze gezeichnet wurde. Um dies ausschließen zu können, müsste man bei einer weiteren Untersuchung die Begriffe vertauschen. Ein weiterer Grund könnte sein, dass der Begriff Blume erst als drittes Bild gezeichnet wird, und dadurch die Motivation genau zu zeichnen schon etwas

nachgelassen haben könnte. Allerdings ist diese bei Kindern im Alter von 5-7 Jahren bereits bei etwa 15 Minuten und steigt bereits bei 7-10 – jährigen auf 20 Minuten (Sieber 2018). Da die gesamte Untersuchung nur 20 Minuten dauerte, ist dies somit auszuschließen.

Somit würde dies bei einer Untersuchung auf Häufigkeiten von Merkmalen zum Thema Pflanzen mittels Zeichnungen eher für die Verwendung von Bäumen anstatt von Blumen sprechen.

Die durchgeführten Korrelationstests zeigen folgende interessante Ergebnisse. Die Ergebnisse der Untersuchung der Anzahlen an Merkmalen (1) zeigen, dass die Anzahlen verschiedener Begriffe miteinander korrelieren. Jedoch lassen sich hier keine sinnvollen Zusammenhänge erkennen. Wenn man jedoch die durchschnittlichen Anzahlen betrachtet, bezogen auf die Altersstufe (2), dann ist zu sehen, dass nur Pflanzen und Bäume korrelieren. Also kann man sagen, wenn bei Pflanzen ein Zuwachs der durchschnittlichen Anzahl an Merkmalen zu sehen ist, dann ist dieser mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % auch bei Bäumen zu sehen. Das heißt also, wenn man die Ergebnisse von (1) und (2) zusammenfügt, dass Schüler*innen, die bei Pflanzen viele Merkmale zeichnen, auch bei Bäumen viele Merkmale zeichnen, und dass diese Tatsache in allen Altersstufen zutrifft.

Auch dies ist ein Argument, das dafürspricht, Bäume, anstatt von Blumen für Analyse mittels Zeichnungen zu verwenden. Der Auftrag „Zeichne einen Baum“ spiegelt von den drei letzten Begriffen am besten wider, wie die Anzahlen an Merkmalen zum mental model einer Pflanze aussehen könnten.

Etwas widersprüchlich zu den bisherigen Annahmen können die Ergebnisse der Untersuchung (3) interpretiert werden. Die dortigen Ergebnisse zeigen, dass die Merkmalszahlen von Schüler*innen, die sich unter Pflanzen einen Baum vorstellen, mit jenen der Zeichnungen zum Begriff Baum nicht korrelieren. Dies trifft aber genauso zu, wenn sich Schüler*innen unter einer Pflanze eine Blume vorstellen.

Die Ergebnisse der Untersuchung ausgewählter Merkmale (4) zeigt, dass die relativen Häufigkeiten mit denen Blattadern gezeichnet werden mit dem Alter sowohl in Bild 1 als auch in Bild 3 steigen. Somit kann man folgern, dass der Anstieg, der in Diagramm 7 abzulesen ist, nicht rein zufällig ist. Mit steigendem Alter ist das Merkmal Blattadern immer häufiger im mental model von Schüler*innen vorhanden. Eine Begründung

könnte, wie oben beschrieben, sein, dass das Merkmal der Blattadern ein Entwicklungsmerkmal ist und eben ab einem gewissen Alter sich in den mental models von Kindern und Jugendlichen festsetzt.

Weitere Korrelationen sind bei Merkmalen in Bild 2 zu sehen, wie die Untersuchung (5) zeigt. Wenn man Diagramm 6 betrachtet, dann ist zu sehen, dass das Merkmal Früchte mit dem Alter abnimmt, wodurch sich die negativen linearen Korrelationen erklären. Ähnlich wie beim Merkmal Blattadern in Bild 1 und 3 ist auch bei Tierloch / Astabschnitt und Raue Rinde ein Anstieg mit dem Alter zu erkennen. Dieser ist allerdings erst im Alter von etwa 12-13 Jahren. Man könnte vermuten, dass dies damit zu tun hat, dass bei Schüler*innen in diesem Alter die Pubertät einsetzt. Weiters ist mit dem Alter von 12 Jahren die 4. Stufe des von Krampen (1991) beschriebenen 4-Phasen Modells, was eine weitere Veränderung der geistigen Reife bedeuten könnte (Krampen 1991). Der Abfall des Merkmals Früchte erklärt sich jedoch nicht. Dieser könnte eventuell durch Interviews weiter untersucht werden.

Was man schließlich aus diesen Ergebnissen folgern kann, ist, dass es eine Veränderung in den mental models mit dem Alter gibt. Es gibt Merkmale wie Blattadern, Raue Rinde und Tierloch / Astabschnitt deren Häufigkeit mit dem Alter zunehmen, und andere Merkmale wie etwa Früchte, deren Häufigkeit mit dem Alter abnimmt. Diese beiden Sprünge sind in den Altersgruppen 8 – 9 Jahre und 12 – 13 Jahre feststellbar. Dass Kinderzeichnungen mit dem Alter komplexer werden und an Details zunehmen, wurde bereits von Cherney et al. (2006) gezeigt. Dabei fällt auf, dass das Alter, in dem die Zeichnungen realistischer und komplexer werden, ähnlich wie in dieser Untersuchung etwa 8 Jahre ist. Danach bleiben bis zum Alter von 12 – 13 Jahren die Zeichnungen auf einem ähnlichen Niveau. Über spätere Veränderungen gibt es in dieser Untersuchung keine Nachweise.

Die Korrelationsanalyse von relativen Häufigkeiten von Merkmalen (6) zeigt, dass eine positive Korrelation zwischen jenen Merkmalen in Bild 1 und Bild 2 (beziehungsweise Bild 3) besteht. Daraus kann man schließen, dass wenn sich Schüler*innen unter einer Pflanze einen Baum vorstellen, kommen Merkmale in einer statistisch signifikant gleichen relativen Häufigkeit auch dann vor, wenn die Schüler*innen einen Baum zeichnen sollen. Somit macht es keinen Unterschied in der relativen Häufigkeit von Merkmalen, ob die Schüler*innen einen Baum zeichnen sollen oder eine Pflanze, sofern sie sich darunter einen Baum vorstellen. Dasselbe gilt für den Begriff Blume.

Für das Merkmal Blattadern wurde dies für die relativen Häufigkeiten der einzelnen Altersstufen bereits gezeigt. Nun kann man sagen, dass dies für die Gesamtheit der relativen Häufigkeiten für alle Merkmale gilt.

Zusammenfassend kann man daraus schließen, dass wenn man die relativen Häufigkeiten von einzelnen Merkmalen untersuchen möchte, macht es keinen Unterschied, ob die Schüler*innen eine Pflanze, einen Baum oder eine Blume zeichnen sollen, die relativen Häufigkeiten einzelner Merkmale unterschieden sich nicht. Sehr wohl einen Unterschied gibt es in den durchschnittlichen Anzahlen an Merkmalen, bezogen auf die einzelnen Altersstufen beim Begriff Blume, wie (2) gezeigt hat.

Dieses Ergebnis spricht dafür, dass wenn man die Schüler*innen nur ein Bild für eine Untersuchung von Merkmalshäufigkeiten zeichnen lassen möchte, man sich für den Begriff Baum oder Blume genauso entscheiden kann, wie für den Begriff Pflanze, weil sich die Vorstellung einzelner Merkmale dadurch nicht ändert.

Bei der Varianzanalyse wurden die Erwartungswerte der einzelnen Altersgruppen auf Unterschiede untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass bei allen drei Begriffen kein signifikanter Unterschied zwischen den Altersgruppen besteht. Somit kann man schließen, dass bei dieser Untersuchung das Alter der Schüler*innen bezüglich der Erwartungswerte der relativen Häufigkeiten von Merkmalen keine Rolle spielte. Somit kann man argumentieren, dass eine Untersuchung auf Merkmalsanzahlen auf alle Altersgruppen anwendbar ist und man eine mögliche Methode zur Untersuchung einzelner Gruppen von Schüler*innen nicht an ein Alter anpassen muss.

Es wurden in verschiedenen Studien Schüler*innen im Alter von etwa 8 Jahren (Comeau et al. 2019) oder im gesamten vorpubertären Alter (z.B. Anderson et al. 2014, McNair und Stein 2001) als Proband*innen ausgewählt. Obwohl objektive Unterschiede in den Altersstufen feststellbar sind, und Merkmale in absoluten Anzahlen zunehmen, so sind diese nicht statistisch signifikant feststellbar. Somit hat das Alter keine Auswirkung auf die erwartete Anzahl an Merkmalen. Lediglich ausgewählte Merkmale, Entwicklungsmerkmale wie etwa Blattadern, sind in deren Häufigkeit vom Alter abhängig. Die steigende Komplexität mit dem Alter bezieht sich somit in dieser Untersuchung lediglich auf die Art der Zeichnungen, aber nicht auf die erwartete Anzahl an Merkmalen.

7. Fazit

7.1. Beantwortung der Forschungsfragen

(1) Welchen Typus stellen sich Schüler*innen für die jeweiligen Begriffe vor und gibt es Unterschiede zwischen den Altersstufen?

Zum Begriff „Pflanze“ zeigt sich am häufigsten der Typus einer Blume gefolgt von jenem der Topfpflanze, die teilweise auch als Blume interpretiert werden kann. Gemeinsam sind diese beiden Begriffe in etwa 75% der Zeichnungen zu finden. Bei „Baum“ ist der häufigste Typus mit 86% jener des Laubbaums und für „Blume“ findet man in 51% der Zeichnungen ein Gänseblümchen. Als „Gras“ wird meist eine einheitliche grüne Fläche dargestellt.

Es finden sich nur vereinzelte Unterschiede in den Altersstufen, welche jedoch keine statistische Relevanz aufzeigen. Die mental models verändern sich somit nicht mit dem Alter und zeigen für ältere Schüler*innengruppen dieselben Ergebnisse wie in anderen Studien, in welchen jüngere Schüler*innen befragt wurden. Die einzige nennenswerte Auffälligkeit ist jene, dass bei Blumen der Typus des Schneeglöckchens in VS3 vermehrt auftritt. Diese ist auf bewusste Unterrichtsmethoden der Lehrperson zurückzuführen und zeigt, dass sich mental models von Schüler*innen durch den Unterricht beeinflussen lassen können.

(2) Welche Merkmale kommen wie häufig in den verschiedenen Altersstufen vor?

- a. Welche Merkmale können als erwartbar oder üblich eingestuft werden?
- b. Kommen Merkmale vermehrt nur in bestimmten Altersgruppen oder Schulstufen vor?
- c. Gibt es statistisch signifikante Auffälligkeiten ausgewählter Merkmale zwischen den Altersgruppen?

Als erwartbar werden bei Pflanzen die Merkmale Sprossachse und Blätter eingestuft. Üblich sind Blüten in der Form von Blumen. Dabei ist zu erwähnen, dass Blüten bei Zeichnungen von Bäumen nicht vorkommen. Daher ist eine durchschnittliche Betrachtung dieser Merkmale hier nicht eindeutig in die obigen Häufigkeitskategorien einzuteilen. Einige Merkmale sind dafür zu stark vom jeweiligen Typus abhängig.

Somit kann man mit diesem Begriff zwar das mental model von einzelnen Schüler*innen untersuchen, aber nicht quantitative Vergleiche zwischen den Schüler*innen durchführen.

Bei Bäumen sind lediglich Stamm und Blätter als erwartbar einzustufen. Bei Blumen werden Blüte und Sprossachse als erwartbar eingeordnet, und Blätter und Korb als üblich. Beim Begriff Gras ist das Merkmal Sprossachse als üblich zu sehen, wobei dieses nicht eindeutig als Sprossachse zu identifizieren ist, vor allem bezüglich der korrekten Anatomie.

Bezüglich der Altersstufen ist beim Merkmal Blattadern ein Anstieg ab dem Alter von 8-9 Jahren bemerkbar, was darauf hindeutet, dass dieses mit der Entwicklung der geistigen Reife der Schüler*innen zu tun haben kann. Weitere altersabhängige Veränderungen sind bei den Merkmalen „Raue Rinde“, „Früchte“ und „Tierloch / Astabschnitt“ zu beobachten. Diese Veränderungen treten im Alter von 12 – 13 Jahren auf, wobei die Anzahl in denen Früchte vorkommen abnimmt, und jene der anderen beiden zunimmt.

Beim Merkmal Blattadern ist dieser Anstieg in der Häufigkeit auch statistisch begründet. Die Anstiege der relativen Häufigkeiten des Merkmals mit dem Alter korrelieren in Bild 1 und Bild 3. Bei den Merkmalen „Raue Rinde“, „Früchte“ und „Tierloch / Astabschnitt“ zeigt sich eine Korrelation zwischen den Merkmalen. Also sind altersabhängige Veränderungen in den mental models bezüglich mancher Merkmale objektiv und statistisch feststellbar.

(3) Sind signifikanten Unterschiede und Korrelationen zwischen den Begriffen und zwischen Merkmalen festzustellen?

Es ist kein signifikanter Unterschied zwischen den zu erwartenden Anzahlen von Merkmalen zwischen den Altersstufen festzustellen. Ebenso ist kein Unterschied in der erwarteten Merkmalsanzahl festzustellen, wenn ein Baum unter dem Auftrag: „Zeichne einen Baum!“, oder: „Zeichne eine Pflanze!“, gezeichnet wird. Gegenteilig ist dies für Blumen der Fall, wo ein Unterschied festgestellt wird.

Bezogen auf die durchschnittliche Anzahl an Merkmalen in einer Altersstufe korrelieren diese beim Begriff Baum und jenen Zeichnungen des Begriffs Pflanze, bei denen ein Baum gezeichnet wurde.

Für das Merkmal Blattadern liegt eine Korrelation bezüglich der relativen Häufigkeit im Bild der Blume und dem Bild der Pflanze, sofern eine Blume gezeichnet wurde, für die jeweilige Altersgruppe vor. Eine weitere Korrelation liegt vor für die relativen Häufigkeiten der Merkmale Früchte, Raue Rinde und Tierloch / Astabschnitt, bei denen Anstieg und Abfall der relativen Häufigkeiten miteinander korrelieren. Im Fall Raue Rinde und Tierloch / Astabschnitt ist dies eine positive Korrelation, und in den Fällen von Früchten mit Raue Rinde bzw. Früchte und Tierloch / Astabschnitt sind die Korrelationen negativ.

Eine weitere positive Korrelation zwischen relativen Häufigkeiten von Merkmalen ist zu beobachten, wenn man Zeichnungen von Bäumen in Bild 1 und Bild 2, bzw. von Blumen in Bild 1 und in Bild 3 vergleicht.

Vor allem die Veränderungen mit den Altersstufen sind in diesen Fällen interessant zu beobachten, wie bereits beschrieben wurde.

(4) Wie könnte eine mögliche Methode aussehen, um das Auftreten von plant blindness mithilfe von Zeichnungen von mental models erfassen zu können?

- a. Welcher Begriff eignet sich am besten, um die Häufigkeiten an gezeichneten Merkmalen innerhalb einer Gruppe bestmöglich untersuchen zu können?
- b. Muss eine mögliche Methode altersabhängig konstruiert werden, oder können mithilfe einer Methode alle Altersgruppen gleichermaßen untersucht werden?

Möchte man einen Begriff der vier genannten verwenden, um Untersuchungen zu mental models und zu plant blindness durchzuführen, sind die Begriffe Pflanze und Gras nicht gut geeignet. Bei Pflanzen ist es der Fall, dass die Zeichnungen zu unterschiedlich sind, als dass man Merkmale und Anzahl von jenen sinnvoll miteinander vergleichen kann. Die einzelnen Merkmale hängen dafür zu sehr vom jeweiligen Typus ab. Beim Begriff Gras ist das mental model sehr einheitlich bei den Schüler*innen und weist nur wenig unterschiedliche Merkmale auf.

Da beim Begriff Blumen im Schnitt die meisten Merkmale gezeichnet wurden, eignet sich dieser durchaus, um festzustellen, wie detailliert Schüler*innen Blumen zeichnen. Vor allem zeigen die Ergebnisse, dass bei diesem Begriff Unterrichtsinterventionen oder Entwicklungssprünge durchaus mithilfe von Zeichnungen feststellbar sind, wie im Fall Blattadern oder Schneeglöckchen beschrieben wurde. Also kann man mit Zeichnungen von Blumen durchaus untersuchen, ob sich das mental model nach einer Unterrichtsintervention verändert hat.

Allerdings beinhaltet plant blindness die fehlende Wahrnehmung von Pflanzen im Alltag. Und gerade deshalb kann der Begriff Baum, der nichts so häufig als mental model von Pflanzen vorkommt wie Blumen, durchaus sinnvoll als Methode angewendet werden, weil dadurch eine fehlende Wahrnehmung von nicht so präsenten Pflanzen gezeigt werden kann. Außerdem ist das mental model von Bäumen, jenen von Pflanzen ähnlicher als das von Blumen, wenn man die erwarteten Merkmalszahlen betrachtet. Auch ähneln sich die Merkmalszahlen der häufigsten Merkmale, nämlich Blätter und Sprossachse / Stamm, bei Bäumen und Pflanzen am meisten. Wenn man also plant blindness mittels geringer Merkmalsanzahl in Zeichnungen feststellen möchte, eignet sich der Begriff Baum besser als jener der Blume.

Es muss keine altersabhängige Methode entworfen werden. Die Begründungen, dass Bäume besser geeignet sind als andere Begriffe gilt für jede Altersgruppe. Die Anzahl der Merkmale ist zwar objektiv im höheren Alter größer, jedoch lässt sich kein signifikanter Unterschied in den erwartbaren Häufigkeiten feststellen. Somit kann man für jüngere und ältere dieselben erwartbaren Werte verwenden, um festzustellen, ob in einer Gruppe plant blindness stark ausgeprägt ist oder nicht. Auch die erwartbaren Merkmale sind in allen Altersgruppen gleich zu bewerten.

Somit kann man sagen, dass die Methode von Zeichnungen von Begriffen Blume und Baum durchaus geeignet ist, um mental models von Schüler*innen vergleichen zu können. Blumen eignen sich gut, um Veränderungen zu untersuchen. Bäume zeigen besser, wie detailliert Pflanzen in der Umgebung wahrgenommen werden.

7.2. Zusammenfassung

Abschließend ist zu sagen, dass die Ergebnisse der Untersuchung der mental models zu den Begriffen Pflanze, Baum, Blume und Gras jenen der vorigen Ergebnisse ähneln. Sowohl die Untersuchung, welchen Typus die Schüler*innen unter ihrem mental model zeichnen, als auch jene zu den Merkmalen, die in den jeweiligen Zeichnungen auftreten, zeigen ähnliche Ergebnisse wie etwa jene der Arbeit von Comeau et al. (2019). Die Untersuchung längs der schulischen Laufbahn von 6- bis 18-Jährigen zeigt dabei dennoch neue Erkenntnisse. So zeigen Ergebnisse wie das vermehrte Auftreten von Blattadern ab dem Alter von etwa 8 – 9 Jahren, oder das häufige Vorkommen von Staubblättern in einer einzigen Schulklasse, dass neues Wissen zum Thema mental models von Pflanzen gewonnen werden kann. Dieses kann dazu beitragen, den Unterricht in gewissen Bereichen zu optimieren und somit das Auftreten von plant blindness zu verringern.

Weiters zeigen die Ergebnisse der statistischen Analysen, dass der Begriff Baum gut widerspiegelt, wie detailreich Pflanzen in der Umgebung wahrgenommen und als Zeichnung wiedergegeben werden. Damit kann in Untersuchungen auch festgestellt werden, dass das Fehlen von wichtigen Kenntnissen über Struktur und Anatomie zum Thema Pflanzen in Zeichnungen gezeigt werden kann. Somit können Zeichnungen einen Hinweis darauf geben, ob plant blindness verbreitet ist, oder nicht. Dies kann Untersuchungen von Schüler*innengruppen vereinfachen, da eine einheitliche Untersuchungsmethode angewendet werden kann.

8. Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Säulendiagramm zu prozentuellen Anteilen der Typen zum Begriff Pflanze.....	36
Diagramm 2: Säulendiagramm zu prozentuellen Anteilen der Typen zum Begriff Baum	38
Diagramm 3: Säulendiagramm zu prozentuellen Anteilen der Typen zum Begriff Blume	39
Diagramm 4: Übersicht der prozentuellen Anteile der Typen Gänseblümchen, Schneeglöckchen je nach Schulstufe	40
Diagramm 5: Säulendiagramm zu prozentuellen Anteilen der Typen zum Begriff Gras	41
Diagramm 6: Prozentuelle Anteile der Merkmale Früchte, Raue Rinde und Tierloch / Astabschnitt in Bild 2 je nach Altersstufe mit linearer Trendlinie.....	44
Diagramm 7: Prozentuelle Anteile des Merkmals Blattadern in Bild 1 und 3 nach Altersstufen.....	47

9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Studienteilnehmer*innen nach Alter und Geschlecht.....	31
Tabelle 2: Übersicht der Studienteilnehmer*innen nach Schulstufe und Geschlecht	31
Tabelle 3: Absolute und prozentuelle Häufigkeit der Merkmale in Bild 1	42
Tabelle 4: Absolute und prozentuelle Häufigkeit der Merkmale in Bild 2	45
Tabelle 5: Absolute und prozentuelle Häufigkeit der Merkmale in Bild 3	47
Tabelle 6: Absolute und prozentuelle Häufigkeit der Merkmale in Bild 4	48
Tabelle 7: t-Tests: Begriffe Baum und Blume	49
Tabelle 8: Korrelationstests: Anzahlen der Merkmale	50
Tabelle 9: Korrelationstests: Durchschnittliche Anzahl an Merkmalen	51
Tabelle 10: Korrelationstests: Merkmalsanzahlen für Baum und Blume.....	52
Tabelle 11: Korrelationstests: relative Häufigkeiten ausgewählter Merkmale	52
Tabelle 12: Korrelationstests: relative Häufigkeiten zwischen ausgewählten Merkmalen.....	53
Tabelle 13: Korrelationstests: relative Häufigkeiten von Merkmalen	54
Tabelle 14: Varianzanalyse	55

10. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Mehrere Zeichnungen pro Bild (AHS6-7-Bild1).....	33
Abbildung 2: Topfpflanze (VS1-1-Bild 1).....	36
Abbildung 3: Links: Laubbaum – Typus (MS1-2-Bild 2). Rechts: Nadelbaum – Typus (MS2-3-Bild 2).	37
Abbildung 4: Links: Gänseblümchen – Typus (MS1-2-Bild3). Mitte: Tulpen – Typus (MS2–3–Bild 3). Rechts: Rosen – Typus (AHS6–11-Bild 3).....	39
Abbildung 5: Baum mit 6 Merkmalen: Stamm, Äste, Wurzeln, Blätter, Tierlich / Astabschnitt, Raue Rinde (AHS6-1-Bild2). Mitte: Baum mit 3 Merkmalen: Stamm, Äste, Blätter (VS2-1-Bild2). Rechts: Baum mit 2 Merkmalen: Stamm, Blätter (VS2-7-Bild2).	44
Abbildung 6: Links: Blume mit 5 Merkmalen: Sprossachse, Blätter, Blüte, Korb, Blattaderung (AHS6-1-Bild3). Mitte: Blume mit 4 Merkmalen: Sprossachse, Blätter, Blüte, Staubblätter (VS3-7-Bild 3). Rechts: Blume mit 2 Merkmalen: Sprossachse, Blüte (MS1-12-Bild3).	46

11. Literaturverzeichnis

- Ahi, Berat. „A Study to Determine the Mental Models in Preschool Children’s Conceptualization of a Desert Environment.“ *International Electronic Journal of Elementary Education*, Bd. 8, Nr. 3, 2016, S. 333–50.
- Anderson, Janice L., u. a. „Understanding early elementary children’s conceptual knowledge of plant structure and function through drawings“. *CBE—Life Sciences Education*, Bd. 13, Nr. 3, 2014, S. 375–86.
- Balding, Mung, und Kathryn J. H. Williams. „Plant blindness and the implications for plant conservation“. *Conservation Biology*, Bd. 30, Nr. 6, Dezember 2016, S. 1192–99. *Wiley Online Library*, <https://doi.org/10.1111/cobi.12738>.
- Bamberg, Günter, u. a. „Statistik: Eine Einführung für Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler“. *Statistik*, De Gruyter Oldenbourg, 2022. www-degruyter-com.uaccess.univie.ac.at, <https://doi.org/10.1515/9783110759327>.
- Barman, Charles R., u. a. „Students’ ideas about plants & plant growth“. *The American Biology Teacher*, 2006, S. 73–79.
- Barraza, Laura. „Children’s drawings about the environment“. *Environmental education research*, Bd. 5, Nr. 1, 1999, S. 49–66.
- Bartoszeck, Amauri Betini, u. a. „Concepts of Plants Held by Young Brazilian Children: An Exploratory Study.“ *European Journal of Educational Research*, Bd. 4, Nr. 3, 2015, S. 105–17.
- Bowker, Rob. „Children’s Perceptions and Learning about Tropical Rainforests: An Analysis of Their Drawings“. *Environmental Education Research*, Bd. 13, Nr. 1, Februar 2007, S. 75–96. *DOI.org (Crossref)*, <https://doi.org/10.1080/13504620601122731>.

- Bozniak, E. C. „Challenges facing plant biology teaching programs“. *Plant Science Bulletin*, Bd. 40, 1994, S. 42–26.
- Brooks, Margaret. „Drawing, visualisation and young children’s exploration of “big ideas”“. *International Journal of Science Education*, Bd. 31, Nr. 3, 2009, S. 319–41.
- Chang, Ni. „The Role of Drawing in Young Children’s Construction of Science Concepts“. *Early Childhood Education Journal*, Bd. 40, Nr. 3, Juni 2012, S. 187–93. *DOI.org (Crossref)*, <https://doi.org/10.1007/s10643-012-0511-3>.
- Cherney, Isabelle D., u. a. „Children’s drawings: A mirror to their minds“. *Educational psychology*, Bd. 26, Nr. 1, 2006, S. 127–42.
- Čipková, Elena, u. a. „What Is the Students’ Interest in Biology after the Biology Curriculum Modification?“ *The Curriculum Journal*, Bd. 29, Nr. 3, September 2018, S. 370–86. *DOI.org (Crossref)*, <https://doi.org/10.1080/09585176.2017.1406811>.
- Comeau, Paula, u. a. „Analysis of Children’s Drawings to Gain Insight into Plant Blindness“. *Natural Sciences Education*, Bd. 48, Nr. 1, 2019, S. 190009. *Wiley Online Library*, <https://doi.org/10.4195/nse2019.05.0009>.
- Farokhi, Masoumeh, und Masoud Hashemi. „The analysis of children’s drawings: social, emotional, physical, and psychological aspects“. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Bd. 30, 2011, S. 2219–24.
- Gemeinholzer, Birgit. *Systematik der Pflanzen kompakt*. Springer-Verlag, 2019.
- Gilbert, John K. „Models and modelling: Routes to more authentic science education“. *International Journal of Science and Mathematics Education*, Bd. 2, Nr. 2, 2004, S. 115–30.

- Greca, Ileana Maria, und Marco Antonio Moreira. „Mental Models, Conceptual Models, and Modelling“. *International Journal of Science Education*, Bd. 22, Nr. 1, Januar 2000, S. 1–11. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1080/095006900289976>.
- Greenfield, S. S. „The challenge to botanists“. *CHALLENGE*, Bd. 1, Nr. 1, 1955. Google Scholar, <https://secure.botany.org/plantsciencebulletin/psb-1955-01-1.php>.
- Gropengießer, Harald, u. a. *Fachdidaktik Biologie die Biologiedidaktik*. 2020.
- Hershey, David R. „A Historical Perspective on Problems in Botany Teaching“. *The American Biology Teacher*, Bd. 58, Nr. 6, September 1996, S. 340–47. JSTOR, <https://doi.org/10.2307/4450174>.
- . „Plant content in the national science education standards“. *Retrieved May*, Bd. 10, 2005, S. 2008.
- . „Plant Neglect in Biology Education.“ *Bioscience*, Bd. 43, Nr. 7, 1993, S. 418.
- Hidi, Suzanne. „Interest and Its Contribution as a Mental Resource for Learning“. *Review of Educational Research*, Bd. 60, Nr. 4, 1990, S. 549. Crossref, <https://doi.org/10.2307/1170506>.
- Hidi, Suzanne, und K. Ann Renninger. „The Four-Phase Model of Interest Development“. *Educational Psychologist*, Bd. 41, Nr. 2, Juni 2006, S. 111–27. Crossref, https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_4.
- Hufschmidt, Hans-Joachim. „Über die Linksorientierung der Zeichnung und die optische Dominanz der rechten Hirn-Hemisphäre“. *Zeitschrift für Kunstgeschichte*, Bd. 46, Nr. 3, 1983, S. 287. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.2307/1482231>.
- Kadereit, Joachim W., u. a. *Strasburger – Lehrbuch der Pflanzenwissenschaften*. Springer Berlin Heidelberg, 2021.

- Koppitz, Elizabeth Munsterberg. *Die Menschendarstellung in Kinderzeichnungen und ihre psychologische Auswertung*. Hippokrates, 1972.
- Krampen, Martin. *Children's drawings: Iconic coding of the environment*. Springer Science & Business Media, 1991.
- Krüger, Dirk, und Helmut Vogt. *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung: Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden*. Springer-Verlag, 2007.
- Loureiro, Jerônimo de Oliveira, und Rossano André Dal-Farra. „Botany and environmental education in elementary school in Brazil: Articulating knowledge, values, and procedures“. *Environmental Education Research*, Bd. 24, Nr. 12, 2018, S. 1655–68.
- Markus Hojni, u. a. *ESPAD Österreich 2019*. Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz, Jänner 2019.
- McNair, Shannan, und Mary Stein. „Drawing on their understanding: using illustrations to invoke deeper thinking about plants“. *Proceedings of the 2001 annual international conference of the association for the education of teachers in science*, ERIC, 2001, S. 1364–75.
- Mogge, Sabine, u. a. *Biologische Interessen und Nicht-Interessen bei ausgewählten Schülern der Sekundarstufe I*. 2004, S. 15.
- Moseley, Christine, u. a. „The draw-an-environment test rubric (DAET-R): Exploring pre-service teachers' mental models of the environment“. *Environmental Education Research*, Bd. 16, Nr. 2, 2010, S. 189–208.
- Pany, Peter. „Students' interest in useful plants: A potential key to counteract plant blindness“. *Plant Science Bulletin*, Bd. 60, Nr. 1, 2014, S. 18–27.

---. „Using Students’ Interest in Useful Plants to Encourage Plant Vision in the Classroom“. *Plants, People, Planet*, Bd. 1, Nr. 3, 2019, S. 261–70. *Wiley Online Library*, <https://doi.org/10.1002/ppp3.43>.

Pany, Peter, und Christine Heidinger. „Nutzpflanzen als ‚Türöffner‘ für die Vermittlung botanischer Inhalte - Häufigkeitsverteilungen von Interessenprofilen als Hilfe für die Planung von Botanik-Unterrichtseinheiten“. *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, Bd. 13, 2015, S. 25–40.

Rapp, David N. „Mental models: Theoretical issues for visualizations in science education“. *Visualization in science education*, herausgegeben von John K. Gilbert, Springer, 2005, S. 43–60.

Rybska, Eliza, u. a. „Children’s Ideas about the Internal Structure of Trees: Cross-Age Studies“. *Journal of Biological Education*, Bd. 51, Nr. 4, Oktober 2017, S. 375–90. *DOI.org (Crossref)*, <https://doi.org/10.1080/00219266.2016.1257500>.

Schussler, E. E., und L. A. Olzak. „It’s not easy being green: student recall of plant and animal images“. *Journal of Biological Education*, Bd. 42, Nr. 3, 2008, S. 112–19.

Sieber, Anne-Mylène. *Der Einfluss von Atemübungen auf die Konzentrationsleistung von Kindern im Schulalltag*. Pädagogische Hochschule Wallis, 2018.

Spohn, Margot, u. a. *Was blüht denn da?* 59. Aufl., Kosmos, 2015.

Strgar, Jelka. „Increasing the interest of students in plants“. *Journal of Biological Education*, Bd. 42, Nr. 1, 2007, S. 19–23.

Tunncliffe, Sue Dale. „Talking about plants-comments of primary school groups looking at plant exhibits in a botanical garden“. *Journal of Biological Education*, Bd. 36, Nr. 1, 2001, S. 27–34.

Tunncliffe, Sue Dale, und Michael J. Reiss. *Building a model of the environment: how do children see plants?* 2000.

Villarroel, José Domingo, und Guillermo Infante. „Early Understanding of the Concept of Living Things: An Examination of Young Children’s Drawings of Plant Life“. *Journal of Biological Education*, Bd. 48, Nr. 3, Juli 2014, S. 119–26. DOI.org (Crossref), <https://doi.org/10.1080/00219266.2013.837406>.

Vogt, Helmut. „Theorie des Interesses und des Nicht-Interesses“. *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung*, herausgegeben von Dirk Krüger und Helmut Vogt, Springer Berlin Heidelberg, 2007, S. 9–20. Crossref, https://doi.org/10.1007/978-3-540-68166-3_2.

Wandersee, James H., und Elisabeth Schussler. „Toward a theory of plant blindness“. *Plant Science Bulletin*, Bd. 47, Nr. 1, 2001, S. 2–9.

Wandersee, James H., und Elisabeth E. Schussler. „Preventing Plant Blindness“. *The American Biology Teacher*, Bd. 61, Nr. 2, Februar 1999, S. 82–86. JSTOR, <https://doi.org/10.2307/4450624>.

12. Anhang

12.1. Kurzfassung / Abstract

Kurzfassung:

Pflanzen werden sowohl in der alltäglichen Wahrnehmung der Menschen als auch im Biologieunterricht häufig vernachlässigt. Der Begriff „plant blindness“ beschreibt ebendiese verminderte Beachtung von Pflanzen und die daraus folgenden vereinfachten Vorstellungen von Pflanzen. Mithilfe von Zeichnungen können „mental models“, die eine Repräsentation der inneren Vorstellung sind, wiedergegeben werden und einen Hinweis geben, ob plant blindness ausgeprägt ist. In dieser Studie werden mental models von 162 Schüler*innen im Alter von 6-18 Jahren zu den Begriffen „Pflanze“, „Baum“, „Blume“ und „Gras“ durch Zeichnungen ermittelt, analysiert und miteinander verglichen. Die Ergebnisse zeigen, wie mental models zu den genannten Begriffen zeichnerisch dargestellt werden, und welche Merkmale in diesen vermehrt auftreten. Statistische Analysen zeigen, dass der Begriff Baum gut widerspiegelt, wie detailliert Pflanzen in der Natur wahrgenommen und in Zeichnungen dargestellt werden. Die Untersuchung zeigt weiters, dass mental models in verschiedenen Altersstufen ähnlich sind. Allerdings zeigen sich bei bestimmten Merkmalen altersabhängige Auffälligkeiten und Veränderungen.

Abstract:

Plants usually are neglected in the daily perception of people as well as in biology lessons. The term “plant blindness” describes this diminished consideration of plants and the resulting simplified imagination. Using drawings, “mental models” can give an indication whether plant blindness exists. “Mental models” are a representation of the inner imagination. The present study identifies, analyses and compares mental models for the terms “plant”, “tree”, “flower” and “grass” of 162 pupils aged 6 – 18 years. The results show the mental models of the mentioned terms and which characteristics mostly occur. Statistical analyses show that the term tree reflects well how detailed plants are perceived in nature and represented in drawings. Moreover, the study shows that mental models are similar at different ages. However, age-dependent conspicuousness and changes were found in certain characteristics.

12.2. Untersuchungsmaterialien

Erhebungsbogen und Information für die Lehrperson zur Durchführung der Untersuchung, sowie Information und Einverständniserklärung für die Eltern:

Schule:			
Alter:	Geschlecht:	Männlich ☐	Weiblich ☐

1	2
3	4

Arbeitsauftrag:

A) Information für Lehrperson:

- Als erstes sollen die Schüler*innen die Angaben zu Schule, Klasse, Alter, Geschlecht ausfüllen.
- Die Schüler*innen sollen in jedes der Kästchen das erste, das ihnen zu folgenden Begriffen einfällt, zeichnen:
 - 1 - Links oben: **Pflanze**
 - 2 - Rechts oben: **Baum**
 - 3 - Links unten: **Blume**
 - 4 - Rechts unten: **Gras**
- Die Begriffe werden jeweils erst nach Beendigung des vorigen Kästchens genannt.
- Für die Bearbeitung von jedem einzelnen Kästchen stehen 5 Minuten zur Verfügung. Danach soll in diesem Kästchen nicht mehr gearbeitet werden.
- Pro Kästchen soll nur 1 Zeichnung gemacht werden.
- Es ist erlaubt ein Motiv / eine Zeichnung in mehreren Kästchen zu zeichnen (z.B. in Pflanze und Baum 2-mal ein Baum)
- Farben sind erlaubt, aber kein Muss. Begriffe / Erklärungen sind erlaubt.

B) Vorgang:

1. Lehrperson liest Punkt C) vor.
2. Lehrperson teilt Erhebungsblätter aus und fragt, ob alles klar ist.
3. Schüler*innen füllen die Angaben zu Schule, Klasse, Alter und Geschlecht aus, und warten bis alle fertig sind.
4. Der erste Begriff (**Pflanzen**) wird genannt und die Schüler*innen haben 5 Minuten Zeit, zu zeichnen, was ihnen als erstes dazu einfällt.
5. Nach 5 Minuten wird der zweite Begriff (**Baum**) genannt. Nach weiteren 5 Minuten wird der dritte (**Blume**) und dann der vierte Begriff (**Gras**) genannt.
6. Lehrperson sammelt die Zettel ein.

C) Auftrag für Schüler*innen: (bitte so vorlesen)

- Die Untersuchung ist anonym, also hat es keinen Sinn abzuschreiben.
- Fülle zuerst die Angaben zu Schule, Alter und Geschlecht aus.
- Zeichne in jedes Kästchen das Erste, das dir zum genannten Begriff einfällt. Beginne im Kästchen mit der 1, dann mach weiter im Kästchen 2, dann im Kästchen 3 und zum Schluss zeichne im Kästchen 4.
- Du hast für jedes Kästchen 5 Minuten Zeit, danach hör bitte mit diesem Kästchen auf und zeichne darin nicht mehr weiter. Dann erfährst du den nächsten Begriff.
- Du darfst ähnliche oder gleiche Zeichnungen in mehreren Kästchen machen, wenn dies das erste ist, das dir dazu einfällt. Bitte zeichne in jedes Kästchen nur 1 Bild.
- Du darfst Farben verwenden, musst du aber nicht. Begriffe / Erklärungen sind erlaubt.

Informationsblatt und Einverständniserklärung

Sehr geehrte Erziehungsberechtigte,

Im Zuge einer Masterarbeit möchte ich, Manuel Eichler BEd, in der [Schule] eine empirische Untersuchung durchführen. Dabei soll Ihr Kind in einem vorgegebenen Zeitraum zu diversen Begriffen wie Pflanze, Baum etc. etwas Zeichnen. Ich möchte in meiner Masterarbeit, welche ich im Fach Lehramt Biologie und Umweltkunde an der Universität Wien schreibe, untersuchen, wie sich die Zeichnungen mit dem Alter verändern und ob gewisse Unterschiede in den Altersgruppen zu finden sind. Ihr Kind hat weiters ausschließlich das Alter, das Geschlecht und die Schule auszufüllen, weshalb die Datenerhebung anonym ist und die Zeichnungen nicht auf Ihr Kind zurückverfolgt werden können.

Falls Sie einverstanden sind, dass Ihr Kind an dieser Datenerhebung teilnimmt, dann füllen Sie bitte den unteren Abschnitt aus und geben diesen bis zum an die entsprechende Lehrperson zurück.

Bei Fragen bin ich telefonisch unter 06641303366 oder per mail an manueleichler96@gmail.com zu erreichen.

MfG,

Manuel Eichler, BEd

Ich (Name Erziehungsberechtigte / -r)
willige ein, dass mein Sohn / meine Tochter
an einer anonymen Datenerhebung im Rahmen einer Masterarbeit teilnimmt und die
Ergebnisse dafür verwendet werden dürfen.

Datum, Unterschrift Erziehungsberechtigte / -r:

12.3. Übersicht der Ergebnisse

12.3.1. Typus

Ergebnisse der Zeichnungen: Übersicht nach dem Typus, eingeteilt nach Schulklasse:

Pflanze	VS 1	VS 2	VS 3	VS 4	MS 1	MS 2	MS 3	MS 4	AHS 6	AHS 8	Σ	%
Blume	7	10	9	8	6	11	7	7	4	10	79	49%
Topfpflanze	2	2	1	2	13	1	4	9	6	3	43	27%
Baum	8	2	4	2		1	3	3	2	1	26	16%
Blätter						1			4		5	3%
Gras	1					2					3	2%
Frucht						1	1				2	1%
Ast									1		1	1%
Keimling										1	1	1%
Divers	1								1		2	1%
	19	14	14	12	19	17	15	19	18	15	162	100%

Baum

Laubbaum	15	12	12	12	17	11	13	18	18	11	139	86%
Nadelbaum	4	2	2		2	4	2	1		3	20	12%
Ast						1					1	1%
Palme										1	1	1%
Divers						1					1	1%
	19	14	14	12	19	17	15	19	18	15	162	100%

Blume

Gänseblümchen	10	10	4	5	11	8	7	9	13	6	83	51%
Tulpe	6			4	3	5	1	4	1	3	27	17%
Rose	2	1	2		1		3	2	2	3	16	10%
Sonnenblume		1	3	1		2	2	2		1	12	7%
Schneeglöckchen		1	4	1			1	1	2		10	6%
Traube / Dolde		1		1	1						3	2%
Blatt						1					1	1%
Divers	1		1		3	1	1	1		2	10	6%
	19	14	14	12	19	17	15	19	18	15	162	100%

Gras

Sprossachse	16	9	10	8	16	10	11	14	5	7	106	65%
Blätter	3	5	4	4	2	4	3	3	9	3	40	25%
Drogen							1			5	6	4%
Bambus									2		2	1%
Divers					1	3	1	1	2		8	5%
	19	14	14	12	19	17	15	19	18	15	162	100%

Prozentuelle Anteile:

Pflanze	VS 1	VS 2	VS 3	VS 4	MS 1	MS 2	MS 3	MS 4	AHS 6	AHS 8
Blume	37%	71%	64%	67%	32%	65%	47%	37%	22%	67%
Topfpflanze	11%	14%	7%	17%	68%	6%	27%	47%	33%	20%
Baum	42%	14%	29%	17%	0%	6%	20%	16%	11%	7%
Blätter	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	22%	0%
Gras	5%	0%	0%	0%	0%	12%	0%	0%	0%	0%
Frucht	0%	0%	0%	0%	0%	6%	7%	0%	0%	0%
Ast	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%
Keimling	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%
Divers	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%

Baum

Laubbaum	79%	86%	86%	100%	89%	65%	87%	95%	100%	73%
Nadelbaum	21%	14%	14%	0%	11%	24%	13%	5%	0%	20%
Ast	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%	0%
Palme	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%
Divers	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%	0%

Blume

Gänseblümchen	53%	71%	29%	42%	58%	47%	47%	47%	72%	40%
Tulpe	32%	0%	0%	33%	16%	29%	7%	21%	6%	20%
Rose	11%	7%	14%	0%	5%	0%	20%	11%	11%	20%
Sonnenblume	0%	7%	21%	8%	0%	12%	13%	11%	0%	7%
Schneeglöckchen	0%	7%	29%	8%	0%	0%	7%	5%	11%	0%
Traube / Dolde	0%	7%	0%	8%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
Blatt	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%	0%
Divers	5%	0%	7%	0%	16%	6%	7%	5%	0%	13%

Gras

Sprossachse	84%	64%	71%	67%	84%	59%	73%	74%	28%	47%
Blätter	16%	36%	29%	33%	11%	24%	20%	16%	50%	20%
Drogen	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	33%
Bambus	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	11%	0%
Divers	0%	0%	0%	0%	5%	18%	7%	5%	11%	0%

Einteilung nach Altersstufen:

Pflanze:	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	k.A.	Σ	%
Blume	2	10	9	11	3	8	10	4	5	2	4	7	3	1	79	49%
Topfpflanze	1	3	1		9	4	5	6	2	1	6	1	2	2	43	27%
Baum	7	1	3	4	1	1	1	3	2		2		1		26	16%
Blätter							1			2	2				5	3%
Gras	1					1	1								3	2%
Frucht							2								2	1%
Ast										1					1	1%
Keimling													1		1	1%
Divers		1								1					2	1%
	11	15	13	15	13	14	20	13	9	7	14	8	7	3	162	100%

Baum:

Laubbaum	9	13	10	14	12	12	14	12	8	7	14	5	6	3	139	86%
Nadelbaum	2	2	3	1	1	1	5	1	1			3			20	12%
Ast							1								1	1%
Palme													1		1	1%
Divers						1									1	1%
	11	15	13	15	13	14	20	13	9	7	14	8	7	3	162	100%

Blume:

Gänseblümchen	7	9	6	4	9	9	5	7	5	3	11	2	4	2	83	51%
Tulpe	4	2		4	1	2	4	2	2	1	1	1	2	1	27	17%
Rose		2	2	1			4	1	1	2		3			16	10%
Sonnenblume			2	2	1		4	2					1		12	7%
Schneeglöckchen			2	3	1		1			1	2				10	6%
Traube / Dolde		1		1		1									3	2%
Blatt							1								1	1%
Divers		1	1		1	2	1	1	1			2			10	6%
	11	15	13	15	13	14	20	13	9	7	14	8	7	3	162	100%

Gras

Sprossachse	9	11	9	11	9	11	12	9	8	3	4	5	2	3	106	65%
Blätter	2	4	4	4	3	3	5	2		4	6		3		40	25%
Drogen								1				3	2		6	4%
Bambus											2				2	1%
Divers					1		3	1	1		2				8	5%
	11	15	13	15	13	14	20	13	9	7	14	8	7	3	162	100%

Prozentuelle Anteile:

Pflanze:	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	k.A.
Blume	18%	67%	69%	73%	23%	57%	50%	31%	56%	29%	29%	88%	43%	33%
Topfpflanze	9%	20%	8%	0%	69%	29%	25%	46%	22%	14%	43%	13%	29%	67%
Baum	64%	7%	23%	27%	8%	7%	5%	23%	22%	0%	14%	0%	14%	0%
Blätter	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	29%	14%	0%	0%	0%
Gras	9%	0%	0%	0%	0%	7%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Frucht	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Ast	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14%	0%	0%	0%	0%
Keimling	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14%	0%
Divers	0%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14%	0%	0%	0%	0%

Baum:

Laubbaum	82%	87%	77%	93%	92%	86%	70%	92%	89%	100%	100%	63%	86%	100%
Nadelbaum	18%	13%	23%	7%	8%	7%	25%	8%	11%	0%	0%	38%	0%	0%
Ast	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Palme	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14%	0%
Divers	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Blume:

Gänseblümchen	64%	60%	46%	27%	69%	64%	25%	54%	56%	43%	79%	25%	57%	67%
Tulpe	36%	13%	0%	27%	8%	14%	20%	15%	22%	14%	7%	13%	29%	33%
Rose	0%	13%	15%	7%	0%	0%	20%	8%	11%	29%	0%	38%	0%	0%
Sonnenblume	0%	0%	15%	13%	8%	0%	20%	15%	0%	0%	0%	0%	14%	0%
Schneeglöckchen	0%	0%	15%	20%	8%	0%	5%	0%	0%	14%	14%	0%	0%	0%
Traube / Dolde	0%	7%	0%	7%	0%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Blatt	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Divers	0%	7%	8%	0%	8%	14%	5%	8%	11%	0%	0%	25%	0%	0%

Gras

Sprossachse	82%	73%	69%	73%	69%	79%	60%	69%	89%	43%	29%	63%	29%	100%
Blätter	18%	27%	31%	27%	23%	21%	25%	15%	0%	57%	43%	0%	43%	0%
Drogen	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	0%	0%	0%	38%	29%	0%
Bambus	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14%	0%	0%	0%
Divers	0%	0%	0%	0%	8%	0%	15%	8%	11%	0%	14%	0%	0%	0%

12.3.2. Merkmale

	Erwartbar	Üblich	Nicht ungewöhnlich	Außergewöhnlich
Legende:	100	85 - 99	51 - 84	16 - 50
				0 - 15

Ergebnisse der Zeichnungen: Übersicht der Merkmale, eingeteilt nach Schulklasse:

	VS 1	VS 2	VS 3	VS 4	MS 1	MS 2	MS 3	MS 4	AHS 6	AHS 8	Σ	%
Pflanze	19	14	14	12	19	17	15	19	18	15	162	
Sprossachse/Stamm	18	14	14	12	19	13	13	19	18	15	155	96%
Blätter	19	12	13	10	14	17	11	18	18	15	147	91%
Blüte	8	11	10	10	15	11	8	14	5	11	103	64%
Korb	5	10	5	3	10	8	6	10	2	7	66	41%
Blattadern	0	0	2	2	5	8	4	6	12	9	48	30%
Äste/Verzweigung	6	1	1	2	4	2	3	5	7	3	34	21%
Wurzel	1	0	0	0	0	1	0	1	7	3	13	8%
Früchte	2	1	4	0	0	1	2	0	0	0	10	6%
Stacheln/Dornen	0	1	1	0	0	1	0	2	1	1	7	4%
Raue Rinde	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	4	2%
Staubblätter explizit	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	1%
Tierloch	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1%
Anzahl der Merkmale	3,1	3,6	3,7	3,3	3,5	3,6	3,2	4,0	4,1	4,3	3,6	

Blattaderung in Abhängigkeit auf das Vorhandensein von Blättern:

33%

Baum:

Stamm	19	14	14	12	19	16	15	19	18	15	161	99%
Blätter	19	14	13	12	17	16	13	15	13	13	145	90%
Äste	5	5	9	5	9	8	7	8	14	8	78	48%
Früchte	9	5	7	4	4	8	1	3	0	3	44	27%
Raue Rinde	1	1	1	0	1	2	7	9	9	6	37	23%
Wurzeln	1	2	0	2	2	6	1	3	12	4	33	20%
Tierloch / Astabschnitt	2	1	3	0	2	2	0	6	7	6	29	18%
Blätter separat	3	0	3	1	2	1	1	0	1	1	13	8%
Blüte	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1%
Lianen	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1%
Anzahl der Merkmale	3,1	3,0	3,6	3,0	3,0	3,5	3,1	3,3	4,1	3,7	3,3	

Blume:

Blüte	19	14	14	12	17	17	15	18	18	15	159	98%
Sprossachse	19	14	14	12	19	16	14	18	17	14	157	97%
Blätter	17	11	14	11	13	9	9	11	13	11	119	73%
Korb	10	11	7	6	12	11	8	11	13	8	97	60%
Blattaderung	0	1	0	3	5	5	6	5	10	5	40	25%

Verzweigung	4	2	0	1	4	0	1	0	2	1	15	9%
Dornen / Stacheln	0	0	2	0	0	4	2	3	1	0	12	7%
Stabblätter explizit	0	1	4	0	0	0	0	0	0	3	8	5%
Wurzeln	0	1	0	0	1	0	0	1	2	0	5	3%
Anzahl der Merkmale	3,6	3,9	3,9	3,8	3,7	3,6	3,7	3,5	4,2	3,8	3,8	

Blattaderung in Abhängigkeit auf das Vorhandensein von Blättern:

34%

Gras:

Sprossachse	16	9	11	8	16	11	12	14	11	11	119	73%
Blätter	3	5	5	4	2	4	5	3	10	4	45	28%
Blumen	1	0	0	0	1	2	2	2	2	1	11	7%
Wurzeln	0	0	1	1	1	0	0	0	2	0	5	3%
Blüte	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1%
Anzahl der Merkmale	1,1	1,0	1,2	1,1	1,1	1,0	1,3	1,0	1,5	1,1	1,1	

Sprossachse + Blätter	0	0	2	0	0	0	2	0	3	1	8	5%
-----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Prozentuelle Anteile:

	VS 1	VS 2	VS 3	VS 4	MS 1	MS 2	MS 3	MS 4	AHS 6	AHS 8
<u>Pflanze:</u>										
Sprossachse/Stamm	95%	100%	100%	100%	100%	76%	87%	100%	100%	100%
Blätter	100%	86%	93%	83%	74%	100%	73%	95%	100%	100%
Blüte	42%	79%	71%	83%	79%	65%	53%	74%	28%	73%
Korb	26%	71%	36%	25%	53%	47%	40%	53%	11%	47%
Blattadern	0%	0%	14%	17%	26%	47%	27%	32%	67%	60%
Äste/Verzweigung	32%	7%	7%	17%	21%	12%	20%	26%	39%	20%
Wurzel	5%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	5%	39%	20%
Früchte	11%	7%	29%	0%	0%	6%	13%	0%	0%	0%
Stacheln/Dornen	0%	7%	7%	0%	0%	6%	0%	11%	6%	7%
Raue Rinde	0%	0%	7%	0%	0%	0%	7%	5%	6%	0%
Staubblätter explizit	0%	0%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%
Tierloch	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	0%

Blattaderung - abhängig	0%	0%	15%	20%	36%	47%	36%	33%	67%	60%
-------------------------	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Baum:

Stamm	100%	100%	100%	100%	100%	94%	100%	100%	100%	100%
Blätter	100%	100%	93%	100%	89%	94%	87%	79%	72%	87%
Äste	26%	36%	64%	42%	47%	47%	47%	42%	78%	53%
Früchte	47%	36%	50%	33%	21%	47%	7%	16%	0%	20%
Raue Rinde	5%	7%	7%	0%	5%	12%	47%	47%	50%	40%

Wurzeln	5%	14%	0%	17%	11%	35%	7%	16%	67%	27%
Tierloch / Astabschnitt	11%	7%	21%	0%	11%	12%	0%	32%	39%	40%
Blätter separat	16%	0%	21%	8%	11%	6%	7%	0%	6%	7%
Blüte	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
Lianen	0%	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	0%

Blume:

Blüte	100%	100%	100%	100%	89%	100%	100%	95%	100%	100%
Sprossachse	100%	100%	100%	100%	100%	94%	93%	95%	94%	93%
Blätter	89%	79%	100%	92%	68%	53%	60%	58%	72%	73%
Korb	53%	79%	50%	50%	63%	65%	53%	58%	72%	53%
Blattaderung	0%	7%	0%	25%	26%	29%	40%	26%	56%	33%
Verzweigung	21%	14%	0%	8%	21%	0%	7%	0%	11%	7%
Dornen / Stacheln	0%	0%	14%	0%	0%	24%	13%	16%	6%	0%
Stabblätter explizit	0%	7%	29%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%
Wurzeln	0%	7%	0%	0%	5%	0%	0%	5%	11%	0%

Blattaderung - abhängig	0%	9%	0%	27%	38%	56%	67%	45%	77%	45%
-------------------------	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Gras:

Sprossachse	84%	64%	79%	67%	84%	65%	80%	74%	61%	73%
Blätter	16%	36%	36%	33%	11%	24%	33%	16%	56%	27%
Blumen	5%	0%	0%	0%	5%	12%	13%	11%	11%	7%
Wurzeln	0%	0%	7%	8%	5%	0%	0%	0%	11%	0%
Blüte	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	11%	0%

Sprossachse + Blätter	0%	0%	14%	0%	0%	0%	13%	0%	17%	7%
-----------------------	----	----	-----	----	----	----	-----	----	-----	----

Einteilung nach dem Alter:

<u>Pflanze</u>	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	k.A.	Σ	%
Klassenstärke	11	15	13	15	13	14	20	13	9	7	14	8	7	3	162	
Sprossachse/Stamm	10	15	13	15	13	13	16	13	9	7	14	8	7	2	155	96%
Blätter	11	13	12	15	8	13	15	12	9	7	14	8	7	3	147	91%
Blüte	3	11	10	11	10	10	13	8	7	3	5	7	4	1	103	64%
Korb	3	7	7	4	8	5	10	5	6	2	2	4	3	0	66	41%
Blattadern	0	0	0	3	2	4	8	2	4	6	8	5	4	2	48	30%
Äste/Verzweigung	3	4	1	1	4	2	3	3	3	2	5	2	1	0	34	21%
Wurzel	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	6	1	2	0	13	8%
Früchte	2	0	2	3	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	10	6%
Stacheln/Dornen	0	1	1	0	0	0	1	2	0	0	1	0	1	0	7	4%
Raue Rinde	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	4	2%
Staubblätter explizit	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	1%
Tierloch	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1%
Anzahl der Merkmale	3,0	3,4	3,5	3,6	3,5	3,4	3,5	3,6	4,4	4,0	4,1	4,4	4,1	2,7	3,6	

Blattaderung in Abhängigkeit auf das Vorhandensein von Blättern:

33%

Baum

Stamm	11	15	13	15	13	14	19	13	9	7	14	8	7	3	161	99%
Blätter	11	15	13	14	12	13	18	10	8	5	10	7	6	3	145	90%
Äste	3	6	4	10	5	5	9	5	4	7	10	4	4	2	78	48%
Früchte	4	7	6	6	3	7	4	3	0	1	0	2	1	0	44	27%
Raue Rinde	1	1	0	1	0	2	3	8	4	3	7	3	3	1	37	23%
Wurzeln	0	2	1	1	2	3	3	1	3	3	9	4	0	1	33	20%
Tierloch / Astabschnitt	1	1	2	2	1	1	2	2	2	3	6	3	3	0	29	18%
Blätter separat	2	1	2	2	1	0	2	0	1	0	1	1	0	0	13	8%
Blüte	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1%
Lianen	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1%
Anzahl der Merkmale	3,0	3,2	3,2	3,4	2,9	3,2	3,1	3,2	3,4	4,1	4,1	4,0	3,4	3,3	3,3	

Blume

Blüte	11	15	13	15	12	13	20	13	8	7	14	8	7	3	159	98%
Sprossachse	11	15	13	15	13	14	19	12	8	7	13	7	7	3	157	97%
Blätter	10	11	13	15	7	12	10	7	6	5	10	5	6	2	119	73%
Korb	7	9	8	6	10	10	10	9	5	3	11	3	5	1	97	60%
Blattaderung	0	0	1	2	2	5	5	4	3	3	8	2	3	2	40	25%
Verzweigung	1	4	1	1	2	2	1	0	0	1	1	1	0	0	15	9%
Dornen / Stacheln	0	0	1	1	0	1	5	1	2	1	0	0	0	0	12	7%
Stabblätter explizit	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	8	5%
Wurzeln	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	5	3%
Anzahl der Merkmale	3,6	3,7	4,1	3,8	3,6	4,1	3,5	3,6	3,6	3,9	4,2	3,5	4,1	3,7	3,8	

Blattaderung in Abhängigkeit auf das Vorhandensein von Blättern:

34%

Gras

Sprossachse	9	11	9	12	9	11	14	9	8	5	8	6	5	3	119	73%
Blätter	2	4	4	5	3	3	6	2	0	4	7	1	3	1	45	28%
Blumen	0	1	0	0	1	0	3	3	0	1	1	0	1	0	11	7%
Wurzeln	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	5	3%
Blüte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1%
Anzahl der Merkmale	1,0	1,1	1,1	1,2	1,0	1,1	1,2	1,1	0,9	1,7	1,3	0,9	1,3	1,3	1,1	

Sprossachse + Blätter	0	0	0	2	0	0	1	0	0	2	1	0	1	1	8	5%
-----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Prozentuelle Anteile:

„Pflanze“:

Alter	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
-------	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Sprossachse/Stamm	91%	100%	100%	100%	100%	93%	80%	100%	100%	100%
Blätter	100%	87%	92%	100%	62%	93%	75%	92%	100%	100%
Blüte	27%	73%	77%	73%	77%	71%	65%	62%	78%	43%
Korb	27%	47%	54%	27%	62%	36%	50%	38%	67%	29%
Blattadern	0%	0%	0%	20%	15%	29%	40%	15%	44%	86%
Äste/Verzweigung	27%	27%	8%	7%	31%	14%	15%	23%	33%	29%
Wurzel	9%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	11%	14%
Früchte	18%	0%	15%	20%	0%	0%	10%	8%	0%	0%
Stacheln/Dornen	0%	7%	8%	0%	0%	0%	5%	15%	0%	0%
Raue Rinde	0%	0%	0%	7%	0%	0%	0%	8%	11%	0%
Staubblätter explizit	0%	0%	0%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tierloch	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Blattadern in Abh.	0%	0%	0%	20%	25%	31%	53%	17%	44%	86%
--------------------	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Alter	16	17	18	k.A.
-------	----	----	----	------

Sprossachse/Stamm	100%	100%	100%	67%
Blätter	100%	100%	100%	100%
Blüte	36%	88%	57%	33%
Korb	14%	50%	43%	0%
Blattadern	57%	63%	57%	67%
Äste/Verzweigung	36%	25%	14%	0%
Wurzel	43%	13%	29%	0%
Früchte	0%	0%	0%	0%
Stacheln/Dornen	7%	0%	14%	0%
Raue Rinde	7%	0%	0%	0%
Staubblätter explizit	7%	0%	0%	0%
Tierloch	7%	0%	0%	0%

Blattadern in Abh.	57%	63%	57%	67%
--------------------	-----	-----	-----	-----

„Baum“

Alter	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Stamm	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95%	100%	100%	100%
Blätter	100%	100%	100%	93%	92%	93%	90%	77%	89%	71%
Äste	27%	40%	31%	67%	38%	36%	45%	38%	44%	100%
Früchte	36%	47%	46%	40%	23%	50%	20%	23%	0%	14%
Raue Rinde	9%	7%	0%	7%	0%	14%	15%	62%	44%	43%
Wurzeln	0%	13%	8%	7%	15%	21%	15%	8%	33%	43%
Tierloch / Astabschnitt	9%	7%	15%	13%	8%	7%	10%	15%	22%	43%
Blätter separat	18%	7%	15%	13%	8%	0%	10%	0%	11%	0%
Blüte	0%	0%	0%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	0%
Lianen	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%

Alter	16	17	18	k.A.
-------	----	----	----	------

Stamm	100%	100%	100%	100%
Blätter	71%	88%	86%	100%
Äste	71%	50%	57%	67%
Früchte	0%	25%	14%	0%
Raue Rinde	50%	38%	43%	33%
Wurzeln	64%	50%	0%	33%
Tierloch / Astabschnitt	43%	38%	43%	0%
Blätter separat	7%	13%	0%	0%
Blüte	0%	0%	0%	0%
Lianen	0%	0%	0%	0%

„Blume“

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Alter										
Blüte	100%	100%	100%	100%	92%	93%	100%	100%	89%	100%
Sprossachse	100%	100%	100%	100%	100%	100%	95%	92%	89%	100%
Blätter	91%	73%	100%	100%	54%	86%	50%	54%	67%	71%
Korb	64%	60%	62%	40%	77%	71%	50%	69%	56%	43%
Blattaderung	0%	0%	8%	13%	15%	36%	25%	31%	33%	43%
Verzweigung	9%	27%	8%	7%	15%	14%	5%	0%	0%	14%
Dornen / Stacheln	0%	0%	8%	7%	0%	7%	25%	8%	22%	14%
Stabblätter explizit	0%	0%	23%	13%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Wurzeln	0%	7%	0%	0%	8%	0%	0%	8%	0%	0%

Blattadern in Abh.

0%	0%	8%	13%	29%	42%	50%	57%	50%	60%
----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Alter
Blüte
Sprossachse
Blätter
Korb
Blattaderung
Verzweigung
Dornen / Stacheln
Stabblätter explizit
Wurzeln

16	17	18	k.A.
100%	100%	100%	100%
93%	88%	100%	100%
71%	63%	86%	67%
79%	38%	71%	33%
57%	25%	43%	67%
7%	13%	0%	0%
0%	0%	0%	0%
0%	25%	14%	0%
14%	0%	0%	0%

Blattadern in Abh.

80%	40%	50%	100%
-----	-----	-----	------

„Gras“

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Alter										
Sprossachse	82%	73%	69%	80%	69%	79%	70%	69%	89%	71%
Blätter	18%	27%	31%	33%	23%	21%	30%	15%	0%	57%
Blumen	0%	7%	0%	0%	8%	0%	15%	23%	0%	14%
Wurzeln	0%	0%	8%	7%	0%	7%	0%	0%	0%	0%
Blüte	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	29%

Sprossachse + Blätter

0%	0%	0%	13%	0%	0%	5%	0%	0%	29%
----	----	----	-----	----	----	----	----	----	-----

Alter	16	17	18	k.A.
Sprossachse	57%	75%	71%	100%
Blätter	50%	13%	43%	33%
Blumen	7%	0%	14%	0%
Wurzeln	14%	0%	0%	0%
Blüte	0%	0%	0%	0%

Sprossachse + Blätter	7%	0%	14%	33%
-----------------------	----	----	-----	-----