



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Fachwissenserwerb beim Forschenden Lernen in einer
Lernwerkstatt“

verfasst von / submitted by

Miriam Sabrina Irndorfer

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

Wien, 2016 / Vienna, 2016

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

A 190 445 406

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

Lehramtsstudium UF Biologie und Umweltkunde,
UF Mathematik

Betreut von / Supervisor:

Prof. Mag. Dr. Franz Radits

Mitbetreut von / Co-Supervisor:

Prof. Dr. Simone Abels

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Wien, 21 März 2016

Unterschrift
(Miriam Irndorfer)

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Menschen bedanken, die mich bei der Entstehung dieser Arbeit fachlich und/oder persönlich unterstützt und begleitet haben.

Zu allererst möchte ich Prof. Dr. Franz Radits danken, der nicht nur die Betreuung dieser Arbeit übernommen hat, sondern auch die Vorstellung von Frau Dr. Simone Abels eingeleitet hat, wodurch das Entstehen dieser Arbeit induziert wurde.

Ein ganz besonderer Dank gebührt Frau Dr. Simone Abels, die mich nicht nur für das Format Lernwerkstatt und Forschendes Lernen begeistert hat, sondern mich immer mit Rat und Tat unterstützt hat. Danke Simone, für die unbezahlbare und wertvolle Zeit und die Motivation, du hast nicht nur meine Arbeit sondern auch mich hervorragend betreut.

Mein größter Dank gebührt aber meiner Familie, meiner Mama Sieglinde und meinem Papa Gerhard, die mich nicht nur finanziell unterstützt haben, sondern mich in meinem ganzen Tun immer begleiten und bestärken. Danke Mama und Papa!!!!

Aber auch meinen Pateneltern Hermann und Maria und meiner Oma möchte ich danken, für die Unterstützung und Begleitung in all den Jahren. Danke auch an den Rest meiner Familie und an mein Patenkind Adrian.

Bedanken möchte ich mich auch bei meinem Freund Stefan, danke für den nötigen seelischen Rückhalt, die technische Unterstützung, die unzähligen Gespräche und deine positive und ruhige Art, die für mich von unbezahlbarem Wert ist.

Ich möchte mich auch bei allen meinen Freunden und Studienkollegen für die unvergessliche Zeit bedanken, für die richtige Motivation, Ablenkung und Freude am Studieren.

Danke auch an Irene und Marlies für die sprachliche und grammatikalische Unterstützung. Danke an die Lehrerinnen und Lehrer der Inklusiven Mittelschule Donaustadt für die Möglichkeit, so viele Stunden mit den SchülerInnen verbringen zu dürfen.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Forschendes Lernen und Lernwerkstatt	6
2.1. Forschendes Lernen	8
2.2. Die Level Forschenden Lernens	12
2.3. Die Lehrperson beim Forschenden Lernen.....	16
2.4. Fachwissenserwerb beim Forschenden Lernen	18
2.5. Die Entstehung des offenen Unterrichtskonzepts „Lernwerkstatt“	22
2.6. Die Lernwerkstatt eine offene Lernkultur	23
3. Konstruktivistische Lernumgebungen.....	27
3.1. Moderater Konstruktivismus oder die konstruktivistische Sichtweise	28
3.2. Situiertes Lernen.....	31
4. Kompetenzen und Bildungsstandards	35
4.1. Die Bildungsstandards in Österreich.....	36
4.1.1. Kompetenzmodelle, Kompetenzbereiche und Kompetenzen anhand des Kompetenzmodells der Naturwissenschaften.....	38
4.2. Die Bildungsstandards in Deutschland	42
4.2.1. Kompetenzbereiche im Fach Biologie	45
5. Lernen und Gehirn	50
5.1. Physiologische Grundlagen	51
5.1.1. Gehirnaufbau	51
5.1.2. Nervengewebe, Synapsen und Langzeitpotenzierung	54
5.2. Das Gedächtnis (Speichern, Wiederfinden und Vergessen).....	56
5.2.1. Das Ultrakurzzeitgedächtnis.....	58
5.2.2. Das Kurzzeitgedächtnis.....	60
5.2.3. Das Langzeitgedächtnis	61
5.2.4. Denkblockaden.....	62
5.3. Lernpsychologie.....	62
5.3.1. Prozedurales (implizites) Lernen:.....	65
5.3.2. Deklaratives (explizites) Lernen	65
5.4. (Fach)Wissenserwerb	67
5.5. Interesse und Motivation	71
6. Die Beschreibung des Projektes und des Umfeldes.....	76
6.1. Die Inklusive Mittelschule Lernwerkstatt Donaustadt.....	76
6.2. Die Lernwerkstatt.....	78
6.2.1. Der Stationenbetrieb	79

6.2.2. Der Ablauf der Lernwerkstatt.....	81
6.3. Klassenbeschreibungen.....	87
6.3.1. Klasse 1	87
6.3.2. Klasse 2	88
6.3.3. Klasse 3	89
6.4. Das Forschungsfeld	89
6.5. Die Forschungsfrage.....	91
7. Methoden	93
7.1. Geschlossene Aufgabenformate oder gebundene Antwortformate	95
7.2. Offene Aufgabenformate oder freie Antwortformate	96
7.3. Testentwicklung Teil 1	96
7.3.1. Multiple-Choice Aufgaben (MC-Aufgaben).....	97
7.3.2. Offene Aufgabenformate	100
7.4. Testentwicklung Teil 2	103
7.5. Bewertungssystem der Aufgabenformate für Test Teil 1	106
7.6. Bewertungssystem der Aufgabenformate in Test Teil 2.....	113
7.6.1. Codierleitfaden für offene Aufgabenformate.....	113
8. Ergebnisdarstellung und -interpretation.....	116
8.1. Ergebnisdarstellung des ersten Testteils von Klasse 1	116
8.2. Ergebnisdarstellung des ersten Testteils von Klasse 2.....	121
8.3. Ergebnisdarstellung des ersten Testteils von Klasse 3.....	125
8.4. Interpretation der Ergebnisse von Testteil 1	129
8.5. Ergebnisdarstellung des zweiten Testteils von Klasse 1.....	130
8.6. Ergebnisdarstellung des zweiten Testteils von Klasse 2.....	136
8.7. Ergebnisdarstellung des zweiten Testteils von Klasse 3.....	142
8.8. Interpretation der Ergebnisse von Testteil 2	147
8.9. Vergleich von Testteil 1 und Testteil 2	148
8.9.1. Vergleich von Testteil 1 und 2 der Klasse 1	148
8.9.2. Vergleich von Testteil 1 und 2 der Klasse 2	149
8.9.3. Vergleich von Testteil 1 und 2 der Klasse 3	149
8.10. Interpretation der Vergleichswerte	150
8.11. Interpretation und Diskussion aller Ergebnisse.....	151
9. Methodenreflexion	156
10. Fazit und Ausblick	158
11. Literaturverzeichnis	161
12. Abbildungsverzeichnis.....	167
13. Tabellenverzeichnis.....	169

14. Diagrammverzeichnis	171
15. Zusammenfassung	172
16. Abstract	173
17. Anhang	174

1. Einleitung

Studien wie PISA¹ im Jahr 2006 (Schwantner & Schreiner, 2009) haben ergeben, dass etwas mehr als jede/r fünfte österreichische SchülerIn erhebliche Defizite hinsichtlich des naturwissenschaftlichen Wissens und der naturwissenschaftlichen Argumentation am Ende der Pflichtschule hat. Selbst unter den leistungsstärksten SchülerInnen (die obersten 25%, laut PISA-Test) gaben nur 56% der österreichischen und deutschen SchülerInnen an, an den Naturwissenschaften interessiert zu sein (44% waren an den Naturwissenschaften desinteressiert). Im Vergleich dazu gaben die finnischen SchülerInnen zu 71% an, naturwissenschaftlich interessiert zu sein. Dies ergab eine Zusatzstudie aus Deutschland zu PISA 2006 (Prenzel, Schütte & Walter, 2007 zitiert nach Schreiner & Schwantner, 2009).

Doch um in einer technisch und wissenschaftlich immer weiter fortschreitenden Welt mitreden und mitbestimmen zu können, ist ein spezifisches Wissen speziell über die Naturwissenschaften unumgänglich. Rund um uns findet ein ständiger Wandel statt, sei es hinsichtlich Technik, Umweltbedingungen oder Medizin. So sind Naturwissenschaften nicht nur wichtig, um diesen Fortschritt begreifen zu können, sie sind ebenso wichtig, damit SchülerInnen selbstreflektierte Menschen werden, die sich kritisch ein Bild von einer sich ständig ändernden Welt machen können. Menschen sollten sich nicht nur auf die Aussagen verlassen können, die so genannte ExpertInnen machen, sie sollten genügend Grundwissen haben, um sich selbst eine fundierte Meinung zu bilden. Ich empfinde daher das Wissen über Naturwissenschaften nicht nur als notwendig, sondern als unumgänglich.

„Obwohl lernen ein generelles Ziel schulischer Bildung und zum Teil von den jeweiligen Fächern unabhängig ist, kann naturwissenschaftlicher Unterricht in besonderer Weise zu einer spezifischen ‚Lernkompetenz‘ beitragen: Während Schüler (die Schülerinnen sind in diesem Aufsatz selbstverständlich immer mit

¹ „Der Begriff ‚PISA‘ steht für ‚Programme for International Student Assessment‘, d.h. eine standardisierte Leistungsmessung zur Erhebung essentieller Bildungsindikatoren. Die PISA-Studie wurde Ende der 1990er-Jahre von der OECD (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung) initiiert, um Daten zur Qualität und Effektivität der verschiedenen Schulsysteme in den Mitgliedsstaaten zu erhalten.“ Zitiert von <http://www.pisa-austria.at/>, Zugriff am 8. Jänner 2016

gemeint) in den Geisteswissenschaften ausschließlich an *Mensch-Mensch*-Systemen lernen, lernen sie in den Naturwissenschaften auch und ganz besonders aus den Interaktionen *Mensch-Natur* und *Natur-Natur*. [...] Darüber hinaus entdecken die Schüler in der Biologie die unterschiedlichen Lernarten von *Tieren*, und durch den Vergleich ihrer eigenen Art zu lernen mit der von Tieren (z.B. Habituation, Imitation, ‚Versuch und Ergebnis‘ etc.) erkennen sie unterschiedliche Lernmöglichkeiten und können so ein höheres Niveau von Lernkompetenz erreichen.“ (Schaefer, 2002, S. 93f.).

Vor allem einer Naturwissenschaft, und zwar der Biologie, soll in den nächsten Seiten meine Aufmerksamkeit gelten, aber wie die meisten, die sich mit einer Naturwissenschaft beschäftigen, wohl wissen, kann man eine Naturwissenschaft nie gänzlich ohne die anderen sehen und verstehen. Daher ist es wichtig, die Grundsteine der Naturwissenschaften in der Schule kennen und verstehen zu lernen, um ein grundlegendes Verständnis zu erzielen. Aber wie Weinert (2002) so treffend beschreibt, kann der Umschwung zum fachübergreifenden Lernen nur dann stattfinden, wenn der Grundbaustein in Form von genügend Fachwissen gelegt wurde. Es ist eindeutig ersichtlich, dass es einen gewissen Grundstock an Fachwissen von Seiten der SchülerInnen benötigt, um überhaupt ein Anknüpfen (an schon vorhandenes Wissen), Übergreifen (zwischen den unterschiedlichen Fachbereichen) und kreatives Lösen von neuen Problemstellungen ermöglichen zu können. Dass von Seiten der Lehrperson genügend Fachwissen vorhanden ist, setze ich voraus, um den SchülerInnen dieses Fachwissen erfolgreich näher zu bringen und ihr Interesse zu wecken.

Nach der PISA Studie wurden im ExpertInnenbericht zum Naturwissenschafts-Schwerpunkt sieben Indikatoren für qualitativen Unterricht² angegeben (Schreiner & Schwantner, 2009). Dabei werden folgende Punkte als diese sieben Indikatoren genannt:

- *Ziel-, Wirkungs- und Kompetenzorientierung*
- *Methodenvielfalt*

² Für weitere Erklärungen, was guter Unterricht ist, siehe: <http://www.peterkoester.de/download.php?file=610b2b444303> und http://www.phsg.ch/Portaldata/1/Resources/bps_sek_i/z-extranet/ausbildungsunterlagen/10_Merkmale_guten_Unterrichts.pdf, Zugriff am 10.2.2016 oder (Springer, et al., 2000)

- *Lernzeit*
- *Schüler/innenorientierung, Umgang mit heterogenen Lernvoraussetzungen*
- *Förderung aktiven selbstständigen Lernens*
- *intelligentes Üben, Sicherung des Unterrichtsertrages*
- *vielfältige Motivierung (Schreiner und Schwantner, 2009, Kapitel 9.2; Hervorh. d. Verf.)*

Außerdem werden aber auch personale Elemente, wie Motivation und Interesse als Grundvoraussetzung für einen angestrebten Unterricht vorgesehen (Schreiner & Schwantner, 2009).

Es stellt sich nunmehr die Frage, wie all dies am besten umsetzbar ist. Wie kann man den SchülerInnen ein ausgewähltes und exemplarisches Fachwissen nachhaltig näher bringen, dann noch fachübergreifend unterrichten und zum Schluss noch die SchülerInnen dazu bringen, alle Zusammenhänge zu verstehen, um Probleme aus ganz anderen Bereichen erfolgreich lösen zu können? Ich kenne niemanden, der ein Rezept hat, um all dies in neun oder zwölf Schuljahren erfolgreich umzusetzen. Betrachtet man den Auftrag des Bifies (Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des österreichischen Schulwesens), hinsichtlich des Kompetenzmodells für Naturwissenschaften (Bifie, 2011), so sollen SchülerInnen in der achten Schulstufe z. B. fähig sein, ausgewählte Tiergruppen und deren charakteristische Merkmale zu benennen und zu erkennen, zu beschreiben, Experimente dazu zu planen usw. Eine Frage, die sich mir nun beispielsweise stellt, ist: Wie kann man diese unterschiedlichen Merkmale den SchülerInnen so beibringen, dass sie sowohl die Fachbegriffe können, aber auch verstehen, was in den Organsystemen abläuft, wie sie zusammen wirken und zusammenhängen. Das Verständnis über gewisse Tiergruppen hinsichtlich Organsystemen, deren Zusammenhänge und Zusammenwirken soll im Unterricht erfolgreich behandelt werden. Als Beispiel für eine dieser Tiergruppen möchte ich die Insekten wählen, da sie auch Thema dieser Arbeit sind. Ein möglicher Weg wäre dieses Thema mittels Forschendem Lernen den SchülerInnen näher zu bringen. Um fachliches Lernen beim Forschenden Lernen in einer Lernwerkstatt verstehen zu können, ist es zuallererst nötig zu verstehen, was Forschendes Lernen ist. Je nach

Öffnung, Thema, vorhandenen Kompetenzen und Selbstständigkeit der SchülerInnen können unterschiedliche Levels an das Vorwissen der SchülerInnen angepasst werden. Eine Lernwerkstatt stellt eine besondere Form des Forschenden Lernens dar, nämlich die ganz offene Form oder Level 3, bei der die SchülerInnen selbständig eine Forschungsfrage finden, eine geeignete Untersuchungsmethode wählen und anschließend selbst Daten sammeln, interpretieren und in Verbindung setzen (vgl. Blanchard, et al., 2010). Was genau Forschendes Lernen ist, werde ich in Kapitel 2 erklären. Der Unterrichtsansatz auf den ich mich aber auch noch speziell konzentrieren möchte, ist der der Lernwerkstatt, welchen ich auch im nächsten Kapitel genau erörtern werde. Da mein Forschungsumfeld in einer Lernwerkstatt stattgefunden hat, wird diese in meiner Arbeit speziell behandelt. Die Lernwerkstatt verkörpert das offene Forschende Lernen. Ein oftmaliger Kritikpunkt solcher offenen Unterrichtskonzepte ist, dass Forschendes Lernen in der Theorie zwar ganz nützlich erscheinen mag, das fachsystematische Stoffpensum aber in dieser Zeit nicht befriedigend abgedeckt werden kann (Huber, 2009)³.

Genau dieser Kritikpunkt gab mir den Anstoß, diese Arbeit zu schreiben. Durch das intensive Auseinandersetzen mit einem Thema müsste trotzdem ausreichend Wissen verankert bleiben. Im Laufe meiner Diplomarbeit habe ich viele Leute aus meinem Umfeld gefragt, woran sie sich in der Schule noch gut erinnern können. Erstaunlich war, dass genau solche Forschertage, Experimente oder Versuche sehr oft noch ganz gut im Gedächtnis abgespeichert waren. Daher stellte ich mir die Frage, ob nur die Erinnerung daran im Gedächtnis haften bleibt, oder aber auch das dazu benötigte Fachwissen.

Bevor ich aber mit dem Theorieteil beginnen werde, möchte ich noch kurz einen Überblick über die gesamte Arbeit geben.

Meine Arbeit ist in zwei Teile geteilt: Den ersten Teil bildet der Theorieteil, in welchem ich versuchen werde, Grundbegriffe zu erklären und wichtige Zusammenhänge niederzuschreiben. Hierbei werde ich auf das Forschende Lernen, Lernwerkstatt generell, die Bildungsstandards in Österreich und Deutschland sowie den Vorgang des (fachlichen) Lernens eingehen. Der Überbegriff für diese beiden Ansätze ist der einer konstruktivistischen

³ Obwohl Huber von Studierenden spricht, sehe ich keinen Grund, warum das fachsystematische Stoffpensum bei SchülerInnen abgedeckt werden soll.

Lernumgebung und daher erachte ich auch diese zu erklären für nötig. Im Anschluss daran werde ich auf die Bildungsstandards und Grundkompetenzen eingehen. Laut dem Bundesinstitut für Bildungsforschung, Innovation und Entwicklung des österreichischen Schulwesens (Bifie) sind Bildungsstandards die Möglichkeit, von einem Input gesteuerten System zu einem Output gesteuerten System überzuwechseln (www.bifie.at, Zugriff am 5. November 2015). Speziell der Kompetenz des Fachwissens möchte ich vermehrte Aufmerksamkeit widmen. Den Abschluss meines Theorieteils bildet das (fachliche) Lernen. Das Langzeitgedächtnis und die Gedächtnissysteme generell spielen einen wichtigen Faktor beim Lernen.

Den zweiten Teil der Arbeit bildet meine empirische Forschung. Hier werde ich die Rahmenbedingungen und das Forschungsumfeld näher erläutern. Anschließend werde ich die Erhebungsmethode genauer beschreiben. Die offenen Fragen werden nach Hammann & Jördens (2014) codiert und ausgewertet und die geschlossenen Fragen nach einem von mir entwickelten Punktesystem, das jedoch Ähnlichkeiten mit dem Punktesystem hat, das bei der PISA-Studie Anwendung findet.

Die Auswertung der von mir erhobenen Daten mittels Testbögen wird in der Ergebnisdarstellung und Interpretation, hinsichtlich dem Behalt von Fachwissen, dargestellt. So werden die vorliegenden Testbögen ausgewertet und, mit Rückblick auf die theoretischen Grundlagen aus dem Theorieteil hin, interpretiert.

2. Forschendes Lernen und Lernwerkstatt

Da ich mich bei meiner Forschung mit dem fachlichen Wissenserwerb beim Forschenden Lernen in einer Lernwerkstatt auseinandersetze, werde ich nun zuerst das Forschende Lernen vorstellen, um anschließend zu erklären, was genau eine Lernwerkstatt ist und auf welche Weise eine Lernwerkstatt eine Umsetzung des Forschenden Lernens ist.

Außerdem werde ich darauf eingehen, wie Lernen generell und Fachlernen speziell funktionieren und was laut Bildungsstandards für Kompetenzen in Biologie, aber auch generell, erworben werden sollen. Zuvor möchte ich nun noch etwas ausführlicher erklären, was Forschendes Lernen bedeutet. Ich möchte außerdem versuchen zu diskutieren, wie effektiv der fachbezogene Lernertrag beim Forschenden Lernen ist und zum Schluss dieses Kapitels noch das Unterrichtskonzept Lernwerkstatt, als Umsetzungsmöglichkeit des Forschenden Lernens, vorstellen.

Gerade in heutiger Zeit schwindet in Österreich im Vergleich zu anderen Ländern das Interesse an Naturwissenschaften immer mehr. Die wenigsten SchülerInnen beschäftigen sich freiwillig mit ihrer Umwelt und naturwissenschaftlichen Phänomenen, Wundern und Abläufen, weil sie dadurch keinen Vorteil für zukünftige Berufs- oder Studienchancen sehen (<https://www.bifie.at/buch/815/8/3#fuss-1-10.3>, Zugriff am 16.12.2015). Kleine Kinder beginnen schon sehr bald, neugierig zu sein, sie ertasten Dinge, beobachten oder sie reißen einem Schmetterling die Flügel aus, nur um zu sehen, wie der Mechanismus des Fliegens funktioniert. Ab dem Zeitpunkt der Schule ist es wichtig, still zu sitzen und aufmerksam zuzuhören. Kinder lernen die Fragen der LehrerIn so zu beantworten, dass diese/r zufrieden ist. Dies geht sogar noch weiter, die Pädagogin Rita Laube (2011) meint, dass die Motivationsstrategien der Schulen der Neugier der SchülerInnen im Weg stehen. So werden auch die Begriffe Lehren und Lernen gleichgesetzt und lernen findet nur noch durch Unterricht statt, in welchem die Kinder verlernen, Fragen zu stellen, da sie auch der Auffassung sind, dass Lernen selbstständig nicht mehr stattfinden kann (Laube, 2011).

Gerade in einer Zeit, in der so viel passiert, und hier möchte ich nur einige Dinge anführen, wie das Bienensterben, die globale Erwärmung, die Minderung der Artenvielfalt oder das Sterben der Korallenriffe, wäre ein Wissen um unsere Natur ausschlaggebend, um die Auswirkungen zu verstehen.

Aber nicht nur das Interesse an den Naturwissenschaften nimmt immer mehr ab, sondern auch das Wissen darüber, denn laut den Ergebnissen der PISA-Studie 2012 hat etwas mehr als jede/r sechste österreichische Schüler/in gegen Ende der Pflichtschulzeit erhebliche Mängel im naturwissenschaftlichen Wissen und große Probleme mit dem naturwissenschaftlichen Argumentieren (Bifie, 2013).

Den Lernenden werden Sätze und Wörter gelehrt wie: Die DNS ist das Erbmateriale, Mitochondrien sind die Kraftwerke der Zelle und Bewegung erzeugt kinetische Energie (National Research Council (NRC), 2000). Aber dieses Wissen zeugt nicht davon, dass die Lernenden wirklich ein Verständnis für Naturwissenschaften entwickelt haben, eher scheinen solche Aussagen wie die Antworten bei einer Quizshow (NRC, 2000). Dementsprechend sinkt die Motivation, diese Fakten zu lernen, aber noch wichtiger ist die Tatsache, dass den SchülerInnen zum Beispiel die Ausbildung zur Fähigkeit der Problemlösefähigkeit versagt wird (NRC, 2000). Die Problemlösefähigkeit ist einerseits eine wichtige Schlüsselqualifikation⁴ beim Forschenden Lernen, andererseits auch eine geforderte Fähigkeit hinsichtlich Zentralmatura.

Gerade Kleinkinder haben eine wunderbare Fähigkeit, nämlich die, dass sie Fragen stellen (NRC, 2000). Sie fragen nach dem Warum, nach dem Wie und Weshalb, aber leider verlieren die meisten Menschen diese natürliche Neugier, je älter sie werden, leider oftmals durch das Gefühl, dass die Fragen uninteressant und dumm sind (NRC, 2000). So sollte ein Weg in der naturwissenschaftlichen Schulbildung gesucht werden, die natürliche Neugier zu erhalten und das Interesse an genau dieser Neugier zu fördern und so den SchülerInnen die Möglichkeit zu geben, sich zu selbst reflektierten Menschen zu entwickeln (NRC, 2000).

Wie auch ein/e naturwissenschaftliche/r ForscherIn selbst, sollten sich auch SchülerInnen ihr Wissen durch Forschen aneignen (NRC, 2000). Ein möglicher Weg besteht darin Forschungsfragen zu finden und diese zu überprüfen. Sie durchlaufen im Idealfall einen sehr ähnlichen Forschungszyklus (siehe Kapitel

⁴ Zur kritischen Auseinandersetzung mit diesem Begriff siehe Sembill (1992).

2.2) wie auch WissenschaftlerInnen. Abgesehen davon treffen sie selbst Entscheidungen, sie erfahren und reflektieren selbstständig, dies bereichert und fördert auch wieder die natürliche Neugier. Eine Möglichkeit dieses Forschen in die Klassenräume zu bringen, wäre das „Inquiry-based Learning“, das im deutschen Sprachraum als „Forschendes Lernen“ bekannt ist. An dieser Stelle möchte ich kurz erwähnen, dass in unterschiedlicher Literatur „Inquiry-based Learning“, „Inquiry“, „Inquiry-based Instruction“, „Scientific Inquiry“ als auch die deutschen Begriffe „Forschendes Lernen“ oder „Untersuchendes Lernen“ oftmals synonym verwendet werden. Ich möchte mich diesem Gleichsetzen der Begriffe aber nicht ganz anschließen und so werde ich nun im Folgenden unter den Begriffen „Inquiry-based Learning“, „Inquiry“ (als Kurzform davon) und „Inquiry-based Instruction“ das Forschende Lernen verstehen. Unter „Scientific Inquiry“ verstehe ich das wissenschaftliche Forschen und genau wie auch im Deutschen zwischen dem Unterrichtsansatz des Forschenden Lernens und dem wissenschaftlichen Forschen ein Unterschied besteht, möchte ich auch diese Unterscheidung im Englischen treffen. Nun möchte ich mich aber dem Unterrichtsansatz widmen und zeigen, was unter Forschendem Lernen verstanden wird und in welcher Weise Forschendes Lernen dazu beiträgt, den oben genannten Problemen zu begegnen oder sich ihnen anzunehmen, aber noch viel wichtiger, zeigen, dass Forschendes Lernen einen fachlichen Wissenszuwachs bringen kann.

2.1. Forschendes Lernen

Durch den Ansatz des Forschenden Lernens sollen folgende drei Unterrichtsziele in den Vordergrund rücken (Abrams, Southerland & Evans, 2008):

- Das Lernen von naturwissenschaftlichen Inhalten
- Das Lernen, wie naturwissenschaftliche Untersuchungen durchgeführt werden
- Das Reflektieren über naturwissenschaftliche Arbeitsweisen

Speziell der erste Punkt hat in meiner Arbeit einen großen Stellenwert, da auch meiner Überzeugung nach SchülerInnen beim Forschenden Lernen fachliche Inhalte lernen sollten und mit dieser Arbeit möchte ich versuchen zu zeigen, dass

genau dies auch geschieht. So ist es eine Sache, festzustellen, wie wichtig es für eine/n SchülerIn ist, durch selbstständiges Forschendes Lernen sich im naturwissenschaftlichen Unterricht weiter zu entwickeln, aber eine andere Sache ist es zu definieren, was genau benötigt wird, um dieses Forschen in Gang zu setzen und zu ermöglichen (Abrams et al., 2008).

Also was ist „inquiry“? Die National Science Education Standards (1996, S. 23) definieren es folgendermaßen:

„Inquiry is a multifaceted activity that involves making observations; posing questions; examining books and other sources of information to see what is already known; planning investigations; reviewing what is already known in light of experimental evidence; using tools to gather, analyze, and interpret data; proposing answers, explanations, and predictions; and communicating the results. Inquiry requires identification of assumptions, use of critical and logical thinking, and consideration of alternative explanations. Students will engage in selected aspects of inquiry as they learn the scientific way of knowing the natural world, but they also should develop the capacity to conduct complete inquiries.“

Die oben genannten Schritte können beim Durchlaufen eines Forschungszyklus beobachtet werden (Abbildung 1). Genau diesen Forschungszyklus möchte ich nun beschreiben und erklären.

Da sich Forschendes Lernen an den Vorgehensweisen von NaturwissenschaftlerInnen orientiert, müssen SchülerInnen ebenfalls Schritte bewältigen, die auch im naturwissenschaftlichen Forschungsalltag getätigt werden müssen.

In Abbildung 1 kann man einen idealisierten Forschungszyklus betrachten, bei dem die einzelnen Schritte Forschenden Lernens abgebildet werden. Betrachtet man die einzelnen Schritte des Forschungszyklus, kann man sehr gut die Parallelen zum Kompetenzmodell der Naturwissenschaften sehen (Bifie, 2011 bzw. Kapitel 4). Speziell der Bereich „Erkenntnisse gewinnen“, der einen Teil der Handlungskompetenz darstellt, ähnelt sehr stark den einzelnen Schritten des Forschungszyklus. Das Kompetenzmodell der Naturwissenschaften mit den einzelnen Kompetenzbereichen und Kompetenzen, werde ich in Kapitel 4 näher erläutern.

Durch erfolgreiches Anwenden des Forschungszyklus hätte man somit auch die Anforderungen des Kompetenzbereichs „Erkenntnisgewinnung“ im Idealfall erfolgreich gemeistert.

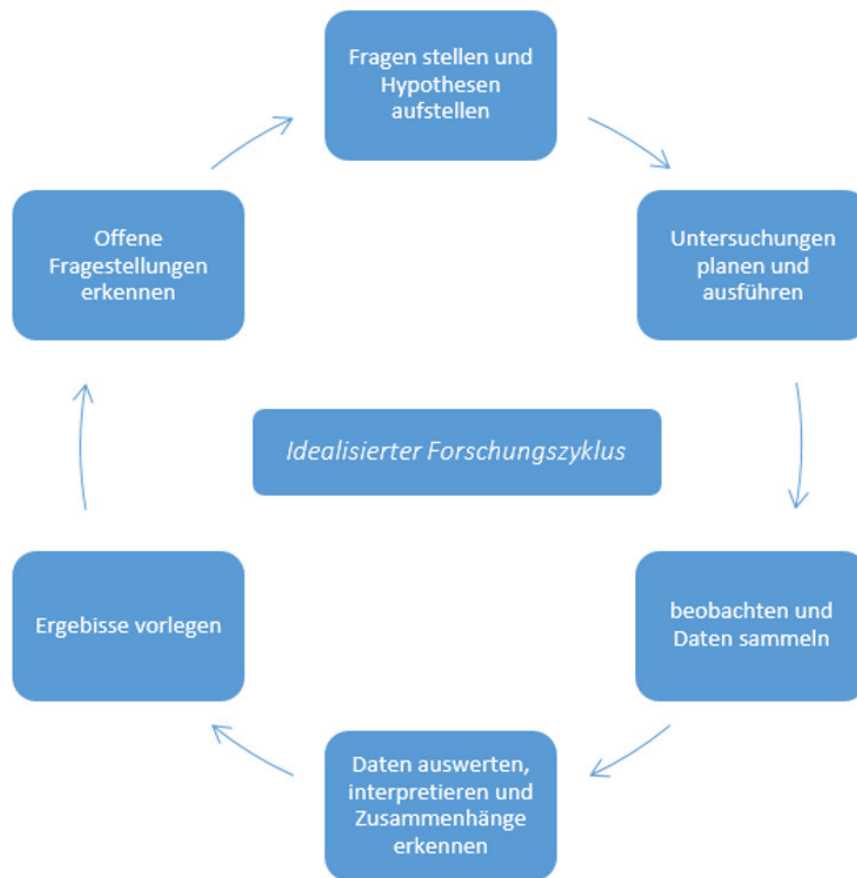


Abbildung 1: Schritte des Forschenden Lernens (in Anlehnung an NRC 2000; Abels, 2014)

Die einzelnen Phasen werden in einem idealen Forschungszyklus schrittweise durchlaufen. Hier möchte ich nun kurz auf die einzelnen Etappen eingehen.

Fragen stellen und Hypothesen aufstellen: In dieser ersten Phase formulieren die SchülerInnen eine Frage, die sie gerne beantworten würden und stellen dazu eine mögliche Hypothese auf.

Untersuchungen planen und durchführen: In der zweiten Phase wird ein Plan aufgestellt, wie die zuerst gestellte Frage möglicherweise zu beantworten ist. Hier wird eventuell eine Liste mit benötigten Materialien angefertigt und im Anschluss daran wird mit der konkreten Umsetzung der geplanten Untersuchung begonnen.

Beobachten und Daten sammeln: Nun wird die Untersuchung durchgeführt und währenddessen genau beobachtet. Im Idealfall werden die Beobachtungen genau verschriftlicht und festgehalten. Bei mehreren Durchläufen wird dieser Prozess wiederholt und somit eine Reihe von Daten gesammelt.

Daten auswerten, interpretieren und Zusammenhänge erkennen: Die gesammelten Daten werden nun ausgewertet und interpretiert. Anschließend wird versucht, einen Zusammenhang zu der zuvor aufgestellte Hypothese zu finden.

Ergebnisse vorlegen: Hier werden die gefundenen Ergebnisse festgehalten, aber auch die Bedenken und Schlussfolgerungen werden so festgehalten, dass diese nachvollziehbar sind. Das Vorlegen der Ergebnisse kann schriftlich aber auch mündlich vor einer Gruppe oder der Klasse stattfinden.

Offene Fragestellungen erkennen: Der letzte Schritt besteht nun darin, dass noch offene Fragen erkannt werden. Nun beginnt der Forschungszyklus von neuem, indem gegebenenfalls neue Hypothesen dazu aufgestellt werden.

Wie aber schon gesagt, ist dies nur der als ideal dargestellte Weg. In der Praxis läuft der Vorgang oft anders ab, da schon während der Untersuchung einer Frage die nächste auftreten kann oder man während des Arbeitens zu dem Schluss kommt, dass diese Strategie nicht zielführend ist. So läuft ein Forschungszyklus nicht immer streng zyklisch ab, sondern führt über Irrwege, Umwege und Rückwege oft auch anders zum Ziel (Abels, Lautner, & Lembens, 2014; Abels, Puddu, & Lembens, 2014).

Viele der Kompetenzen des Forschenden Lernens, die sich unter den Handlungsdimensionen wie Wissen zu organisieren, Erkenntnisse zu gewinnen und Schlüsse zu ziehen, finden lassen, müssen von den SchülerInnen aber erst schrittweise entwickelt werden (Abels, et al., 2014b). So möchte ich hier anmerken, dass jede/r SchülerIn ein unterschiedliches Vorwissen und unterschiedliche Kompetenzen mitbringt. Auf diesen muss allmählich aufgebaut werden. Eine Hilfestellung für diesen sukzessiven Kompetenzaufbau kann die Orientierung an dem Aufbau des Forschenden Lernens durch vier Levels sein

(Abels, et al., 2014b). Die verschiedenen Levels ermöglichen ein unterschiedliches Ausmaß an Selbstständigkeit der SchülerInnen. Die Lehrperson muss selbst entscheiden, welches Level am besten geeignet ist, um den SchülerInnen bestimmte Inhalte und Kompetenzen in den Bereichen „Erkenntnisse gewinnen“, „Wissen organisieren“ und „Schlüsse ziehen“ näher zu bringen, ohne sie zu überfordern und ihnen so den Spaß am Forschen zu mindern (Abels, et al., 2014a).

In Kapitel 2.2 möchte ich mich genau diesen unterschiedlichen Levels des Forschenden Lernens widmen, um einen Einblick in die Öffnung und Selbstständigkeit, bezüglich des Forschenden Lernens, zu ermöglichen.

2.2. Die Level Forschenden Lernens

Colburn (2000) beschreibt drei Schlüsselbegriffe, die das Forschende Lernen kennzeichnen: das Fragen stellen bzw. finden, das Sammeln der Daten und das Interpretieren der Resultate bzw. der zuvor gesammelten Daten. Wobei ich hier anmerken möchte, dass diese drei Eckpfeiler in einer Verkürzung ebenfalls einen Forschungszyklus darstellen, denn zum Fragen stellen und finden gehört auch das Aufstellen einer Hypothese. Anschließend muss eine Untersuchung geplant werden, man muss Beobachtungen anstellen und im Anschluss daran müssen Daten gesammelt und erhoben werden. Diese gesammelten Daten werden ausgewertet und Rückschlüsse werden gezogen. Gegebenenfalls muss eine neue Interpretation stattfinden. Es muss an dieser Stelle auch angemerkt werden, dass ein/e SchülerIn, um einen Forschungszyklus erfolgreich durchlaufen zu können, gewisse Kompetenzen benötigt. Wie schon oben erwähnt (und auch später in Kapitel 4) kann man an den Handlungsdimensionen („Wissen organisieren“, „Erkenntnisse gewinnen“ und „Schlüsse ziehen“) sehr gut ablesen, welche Fähigkeiten ein/e SchülerIn benötigt, um Forschendes Lernen zu betreiben. Durch die unten vorgestellten vier Levels kann eine Unterscheidung getroffen werden, ab welcher Stufe man den SchülerInnen selbst die Verantwortung überträgt.

Es werden vier Levels beschrieben, die sich dadurch differenzieren, was genau der/die LehrerIn vorgibt und was sich die SchülerInnen selbst erarbeiten müssen. Abhängig von den Vorkenntnissen der Klasse kann man entscheiden, welches

Level am besten geeignet ist, dies sollte abhängig vom Vorwissen, dem Thema und den schon erworbenen Kompetenzen ganz individuell entschieden werden (Abels, et al., 2014b). In Tabelle 1 kann man einen Überblick über die unterschiedlichen Levels erhalten.

	Source of the Question	Data Collection Methods	Interpretation of Results
Level 0: Verification	Given by teacher	Given by teacher	Given by teacher
Level 1: Structured Inquiry	Given by teacher	Given by teacher	Open to student
Level 2: Guided Inquiry	Given by teacher	Open to student	Open to student
Level 3: Open Inquiry	Open to student	Open to student	Open to student

Tabelle 1: Die Levels beim Forschenden Lernen (Blanchard, et al., 2010, S. 581)

Level 0:

Hier werden die Fragestellung bzw. das Fragenfinden, die Untersuchungsmethode und die Interpretation der Ergebnisse von der Lehrperson vorgegeben. Colburn (2000) beschreibt dieses Level als „Kochbuch Aktivitäten“, bei dem die Lernenden in ihrem Vorgehen genau angeleitet werden. Ziel ist es, die festgelegte Frage mittels vorgegebenen Untersuchungsmethoden zu analysieren und anschließend genau das Ergebnis zu erhalten, das erwartet wurde. Mit diesen erhaltenen Daten muss die gleiche Interpretation der Ergebnisse möglich sein, wie sie schon der/die LehrerIn beschrieben hat.

Level 1:

Dieses Level wird nach Abels et al. (2014a) auch als klassischer Schulversuch beschrieben. Hier erhalten die SchülerInnen eine vorgegebene Fragestellung und eine Untersuchungsmethode, müssen aber die Ergebnisinterpretation und Sammlung der Daten selbst vornehmen. Hier besteht die Schwierigkeit darin, die „richtigen“ Daten zu sammeln und zu filtern und im Anschluss daran diese auch richtig zu interpretieren. Dieses Level wird auch „structured inquiry“ genannt und

stellt den SchülerInnen eine Schritt-für-Schritt Anleitung zur Verfügung. Eine weitere Schwierigkeit, die es hier zu bewältigen gilt, ist das Erkennen der Zusammenhänge von Variablen und diese gegebenenfalls auch aus Diagrammen oder Texten herausfiltern zu können (Colburn, 2000).

Level 2:

Level 2 wird auch „guided inquiry“ genannt. Hier stellt die Lehrperson lediglich das Material bereit und gibt eine Fragestellung vor. Die Untersuchungsmethode, das Sammeln der Daten und deren Interpretation stehen den SchülerInnen frei.

Level 3:

Im letzten Level, das auch „open inquiry“ genannt wird, ist auch die Fragestellung von den Lernenden selbst zu finden. Hier liegt nun die Herausforderung in der kompletten Offenheit. Speziell die Fragenfindung stellt sich oft als Problem heraus (Hofstein, Navon, Kipnis, & Mamlok-Naaman, 2005). Nach gefundener Fragestellung muss eine geeignete Untersuchungsmethode gewählt werden, und die daraus gewonnen Daten müssen gesammelt, interpretiert und in Verbindung gesetzt werden.

Später werde ich das Format einer Lernwerkstatt genauer erklären, hier möchte ich nur kurz erwähnen, dass eine Lernwerkstatt das Level 3 des Forschenden Lernens widerspiegelt.

Blanchard et al. (2010) weisen darauf hin, dass diese Levels und Anforderungen nicht streng voneinander getrennt werden können. So passiert es in Klassen und dynamischen Forschungsprozessen, dass die Lehrperson mit einer Hilfestellung bei der Fragenfindung oder der Beantwortung dieser eingreifen muss. Hier möchte ich ausdrücklich darauf hinweisen, dass mit Hilfestellung nicht gemeint ist eine Vorgabe zu machen. Vielmehr ist damit gemeint, dass man durch Fragen oder weitere Materialien den SchülerInnen Gedankenanstöße geben kann. Es ist für die Lehrperson sehr wichtig, in diesem Prozess offen gegenüber den Ideen der SchülerInnen zu bleiben und nicht zu versuchen, ihnen den eigenen Stempel aufzudrücken. Man muss als LehrerIn versuchen, Teil dieser Gedankengänge zu werden und am Forschungsprozess der SchülerInnen aktiv und bewusst teilzunehmen, ohne diese zu stark zu beeinflussen. Die Levels dürfen auch nicht

als starre Stufen verstanden werden, die schrittweise erklommen werden. Vielmehr benötigt es einen fließenden Übergang, bei dem die SchülerInnen aber auch die Lehrpersonen ausreichend Zeit zur Verfügung haben, die benötigten Kompetenzen aufzubauen. Somit gleicht dieser Prozess eher einer Rolltreppe als einer Treppe, bei der fließend und mit jeder weiteren Kompetenz ein Vorankommen passiert. Manchmal kann es aber auch nötig sein, Level 0 durchzuführen, obwohl schon einige Kompetenzen vorhanden sind, die eher Level 3 entsprechen. Dies ist vor allem dann von Vorteil, wenn zum Beispiel neue Methoden, wie das Mikroskopieren, eingeführt werden.

Man kann die Levels aber sehr wohl als Orientierungshilfe verwenden, um Forschendes Lernen, als Unterrichtsansatz, in den Klassen zu nutzen. An dieser Stelle sei angemerkt, dass Level 3 nicht als Optimum verstanden werden soll, sondern mit fortschreitendem Level soll die Vertiefung weiterer Unterrichtsziele vorgenommen und angestrebt werden (Abels, et al., 2014b). Scruggs und Mastropieri (2007) stellten fest, dass Level 2 eine gute Balance aus Offenheit und Strukturierung bietet.

Ein sehr wichtiger Schritt beim Forschenden Lernen besteht darin, den persönlichen und individuell passendsten Weg für die Lernenden zu finden, um die SchülerInnen zu fordern und zu fördern. Die Lernenden müssen so gefordert werden, dass sie neue Kompetenzen ausbilden, aber sie dürfen nicht überfordert werden, da sie sonst schnell frustriert sind und keinen zufriedenstellenden Wissensaufbau erlangen (Colburn, 2000).

Einen sehr wichtigen Parameter stellt die Lehrperson als Schlüsselement beim Forschenden Lernen dar. Was genau von der Lehrperson gefordert wird, um einen erfolgreichen Forschungsprozess in Gang zu setzen, möchte ich im nächsten Kapitel zeigen.

2.3. Die Lehrperson beim Forschenden Lernen

Um erfolgreich Forschendes Lernen in Gang zu setzen, bedarf es mehr, als nur die geeigneten Materialien bereitzustellen (aber auch dies ist nicht so einfach wie es auf den ersten Blick erscheint). So muss der/die LehrerIn selbst verschiedene Kompetenzen aufweisen und ein bestimmtes Verhalten an den Tag legen (Colburn, 2000). Es stellt eine große Herausforderung dar, die SchülerInnen bei einem so offenen Format wie Level 3 zu unterstützen. Aber wie auch schon im Kapitel zuvor besprochen, weisen alle Levels variierende Herausforderungen für die Lehrperson auf. Es findet eine Umorientierung statt, von der Lehrperson als Zentrum des Unterrichts, hin zum Lerncoach oder LernbegleiterIn (Abels, 2014). Die Lehrperson muss den Wert erkennen, den es hat, dass die SchülerInnen selbst die Kontrolle darüber haben, was sie machen und wie sie sich verhalten (Colburn, 2000). Die Lehrperson darf den SchülerInnen nicht die möglichen Antworten vorwegnehmen und darf nicht ihre eigenen Ideen auf die Lernenden übertragen, sondern sie muss sich als Lerncoach aktiv zurückhalten und den Lernenden die Möglichkeit geben, selbst Theorien aufzustellen (Werning & Lütje-Klose, 2007).

Ein weiterer wichtiger Punkt, auf den LehrerInnen achten sollten, ist, durch aktive Gespräche und aktives Zuhören, die SchülerInnen zu unterstützen und zu motivieren. Die Lehrperson muss als Gesprächspartner zur Verfügung stehen und gegebenenfalls Anstöße zu neuen Fragen geben (Werning & Lütje-Klose, 2007).

Außerdem benötigt die Lehrperson einige wichtige Fähigkeiten, wie das Wissen über das zu lernende Objekt oder Thema, als auch Kenntnisse darüber, wie Menschen oder vielmehr das Gehirn lernt (Colburn, 2000). Dies ist nötig, um ein besseres Verständnis für den Lernvorgang, den Wissenserwerb sowie den Behalt dieses Wissens zu haben. Durch das Wissen darüber, wie das Gehirn lernt, ist es auch leichter, Inhalte für SchülerInnen so aufzubereiten, dass die Chance auf ein erfolgreiches Behalten erhöht wird (siehe Kapitel 5). Wie ich in Kapitel 5 näher ausführen werde, ist es für das Gehirn sehr schlecht möglich, in Stresssituationen zu lernen. Außerdem ist es generell einfacher, an schon bestehendes Wissen anzuknüpfen und was genau das Abspeichern, in den unterschiedlichen Gedächtnissystemen, fördert oder verhindert und was Lernen

für das Gehirn bedeutet, werde ich in Kapitel 5 näher erklären. Daher ist es für eine Lehrperson von Vorteil, Stresssituationen in Lernumgebungen zu vermeiden.

Colburn (2000) beschreibt einige Fähigkeiten, die ein/e LernbegleiterIn haben muss, um erfolgreich Forschendes Lernen zu fördern:

- Es sollen den Lernenden möglichst offene Fragen gestellt werden (z.B.: „Was machst du gerade?“ „Erklär mir was du gerade denkst!“ oder „Was denkst du würde passieren, wenn...?“
- Nachdem die offenen Fragen gestellt wurden, muss dem oder der Gefragten auch genügend Zeit eingeräumt werden, darüber nachzudenken und gegebenenfalls zu antworten.
- Die Antwort der Lehrperson sollte daraufhin so gegeben werden, dass nur die Aussage des Schülers oder der Schülerin sinngemäß wiederholt oder umschrieben wird, ohne zu loben oder zu kritisieren. Dies hat als Ziel, dass die Lernenden selbst denken und reflektieren müssen, ohne ständige Bestätigung durch die Lehrperson zu erfahren. Hier soll also von dem klassischen fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch, dem IRE Muster (initiate – response – evaluate), abgewichen werden. Außerdem soll vermieden werden, die Ideen und das Verhalten der Lernenden zu loben, zu beurteilen, zurückzuweisen oder sie zu entmutigen. Man sollte es unterlassen, den Lernenden vorzuschreiben, was sie machen sollen.
- Zum Schluss sollten die LernbegleiterInnen drauf achten, dass die Disziplin im Klassenraum eingehalten wird. Dies ist auch für die Lernatmosphäre wichtig, um ein Stressfreies und angenehmes Lernklima zu schaffen in dem Platz ist für forschen, entdecken und ausprobieren.

Bruner formalisierte vier Auswirkungen, die Forschendes oder Entdeckendes Lernen⁵ auf SchülerInnen haben. Er beschreibt den Zuwachs intellektueller Potenz, durch die Anwendung und Ausführung Entdeckenden Lernens, die Steigerung der intrinsischen Motivation, das Erlernen heuristischer Methoden

5 Im Folgenden werde ich öfter den Begriff des Entdeckenden Lernens verwenden, ich möchte aber darauf hinweisen, dass Forschendes und Entdeckendes Lernen nicht synonym verwendet werden. Es hat sich aber Forschendes Lernen in gewisser Weise aus dem entdeckenden Lernen entwickelt und so lassen sich sehr viele Gedanken vom Entdeckenden Lernen auch auf das Forschende Lernen übertragen.

und außerdem fördert das Entdeckende Lernen den Behalt des Gelernten (Bruner, 1981, zitiert nach Hartinger & Lohrmann, 2011). Speziell der letzte Punkt, soll in dieser Diplomarbeit näher und ausführlicher behandelt werden. Das nächste Kapitel beschäftigt sich mit genau diesem Wissenserwerb, durch Forschendes Lernen, da dies die Grundlage meiner Diplomarbeit darstellt.

2.4. Fachwissenserwerb beim Forschenden Lernen

Oftmals wird die Kritik laut, dass die offene Form des Forschenden Lernens nicht den erstrebenswerten Wissensaufbau mit sich bringt, im Gegensatz zu direkten Arbeitsaufträgen (Blanchard, et al., 2010). Wenn man sich hier nun dem Begriff des erstrebenswerten Wissens zuwendet, muss ich hier auf den Lehrplan (herausgegeben vom Bundesministerium für Bildung und Frauen) verweisen, der den Lehrpersonen vorgibt, was genau ein/e SchülerIn nach Abschluss jeder Klasse wissen sollte (siehe für den Lehrplan Biologie für die Unterstufe einer AHS⁶). Die Kritik meint vermutlich, dass nicht das nötige Stoffpensum erreicht werden kann.

Ein Kritikpunkt der aufgeführt wird ist, dass Forschendes Lernen in der Theorie zwar ganz nützlich erscheinen mag, dass das fachsystematische Stoffpensum aber in dieser Zeit nicht befriedigend abgedeckt werden kann (Huber, 2009)⁷. Gerade dieser Kritikpunkt ist für meine Arbeit sehr wichtig, denn wenn man dieser Kritik glaubt, so kann Forschendes Lernen nicht ausreichend zum fachlichen Wissensaufbau beitragen. Es stellt sich mir aber nun die Frage, worauf die Gesellschaft oder aber auch jeder Einzelne Wert legen sollte. Momentan geht Schule den Weg, möglichst viele Bereiche abzudecken (siehe Zentralmatura), und so ist es auch als Lehrperson schwer, den Wünschen und Begabungen der SchülerInnen gerecht zu werden, da hierfür auch oft die Zeit fehlt. Hier stelle ich mir aber mehrere Fragen, die den Stoffumfang und die Lehrpläne hinsichtlich Wissen und Zusammenhänge betreffen:

⁶ https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/ahs5_779.pdf?4dzgm2, Zugriff am 6. März 2016

⁷ Auch hier sind wieder die Studenten gemeint, wobei ich hier abermals eine parallele zu SchülerInnen ziehen möchte, da dieser Kritikpunkt ebenso auf die Schule zutreffen muss.

- Ist es für die SchülerInnen nötig, so viel als möglich in der Schule zu hören oder ist es doch wichtiger das zu lernen, was sie beschäftigt oder was sie interessiert?
- Ist das Wissen, das die Lehrperson vorbetet und zu einem späteren Zeitpunkt bei einem Test abgefragt wird, ein nachhaltiges Wissen?
- Wäre ein Wissen, zu dem die SchülerInnen einen persönlichen Bezug haben, nicht das Gegenteil von „trägem“⁸ Wissen?
- Und wieviel wichtiger ist unserer Gesellschaft momentan Quantität vor Qualität?

Ich möchte damit keinesfalls sagen, dass direkte Instruktion nicht auch Assoziationen bei den SchülerInnen erzeugen kann oder dass Forschendes Lernen das Allheilmittel gegen Wissenslücken ist, aber mir scheint es doch wichtig zu zeigen, dass Forschendes Lernen sehr wohl auch fachliches Wissen erzeugen kann, auch wenn kein/e LehrerIn an der Tafel steht und es den SchülerInnen frontal vorträgt. Wissen entsteht dadurch, dass sich die Lernenden mit ihrer Umwelt beschäftigen. Hierdurch entstehen Assoziationen und Erinnerungen welche sich im Gedächtnis verankern. Genau aus dieser Diskussion heraus hat sich meine Forschungsfrage und somit diese Diplomarbeit gebildet.

Oftmals wird auch kritisiert, dass Forschendes Lernen sich ausschließlich für lernstarke SchülerInnen eignet. Colburn (2000) verneint dies aber ausdrücklich, obwohl er auch anmerkt, dass möglicherweise manche Tätigkeiten beim Forschenden Lernen sich eher für fortgeschrittene SchülerInnen eignen. Er weist auch darauf hin, dass der Erfolg effektiver ist, umso vertrauter die Tätigkeit, die Materialien und der Zusammenhang des zu untersuchenden Materials ist. Aber es gibt auch Literatur, die beschreibt, dass auch lernschwache SchülerInnen, durch den Ansatz des Forschenden Lernens, hinsichtlich Wissenszuwachs profitieren können, da es einen Vorteil bringen kann, auf die individuellen Bedürfnisse und Begabungen aller SchülerInnen einzugehen (Abels & Markic, 2013; Werning & Lütje-Klose, 2007; Scruggs & Mastropieri, 2007).

⁸ Träges Wissen: Wissen, das theoretisch gelernt worden ist, in der Praxis aber nicht angewendet werden kann (Gruber, Mandl und Renkl 2000 zitiert nach Mandl, 2006)

Blanchard, et al. (2010) beschreiben eine Studie von Klahr und Nigam (2004), bei der 112 Dritt- und Viertklässler zwei unterschiedliche Levels des Forschenden Lernens ausgesetzt wurden. Die eine Gruppe arbeitete sehr LehrerInnen unterstützt und die andere Gruppe arbeitete gänzlich ohne LehrerInnen Begleitung (Level 0 oder 1 und Level 3). Als Fazit schloss die Studie, dass sich die SchülerInnen, welche mittels „direct instruction“ unterrichtet wurden, eine zu erarbeitende Technik (CVS)⁹ besser aneignen konnten, als die „inquiry based instruction“-Gruppe (S. 582). Von Blanchard, et al. (2010) wird diese Studie aber in Frage gestellt, da die Studie in einem kleinen Umfang bearbeitet wurde und nur über einen sehr kurzen Zeitraum gelaufen ist (siehe S. 582).

Blanchard, et al. (2010) beschreiben Studien (Hall & McCurdy, 1990; Leonard, Cavana, & Lowery, 1981), bei der Highschool SchülerInnen, welche mittels Level 2 unterrichtet wurden, bessere Testergebnisse erzielen konnten¹⁰. Level 2 wird von Scruggs, Mastropieri und Okolo (2008) als geeignetes Level zwischen Offenheit und Strukturierung festhalten, dies könnte viele weitere positive Testergebnisse erklären.

Blanchard et al. (2010) führen auch eine Studie von Dean und Kuhn (2006) auf, die zeigt, dass direkte Instruktionen, im Vergleich zu Level 3, keineswegs nötig waren, um das erworbene Wissen zu erwerben oder beizubehalten.

Blanchard et al. (2010) beschreiben in der von ihnen durchgeführten Studie (an Middle School und High School SchülerInnen), dass SchülerInnen, die durch Level 2 (guided inquiry) lernten, mit einer höheren Punktezahl hinsichtlich Wissensbehalt und Wissenszuwachs abgeschnitten haben, als ihre MitschülerInnen, die Unterricht auf Level 0 absolviert haben. In der Studie von Blanchard et al. (2010) selbst konnte gezeigt werden, dass SchülerInnen, denen mittels Forschendem Lernen auf Level 2 neue Inhalte vermittelt wurden, sich einen gravierenderen und längerfristigen Wissenszuwachs aneignen konnten, als SchülerInnen auf Level 0.

Betrachtet man nun die oben angeführten Studien, so lassen sich einerseits jene Studien finden, die die offene Form des Forschenden Lernens als nicht ertragreich ansehen, andererseits gibt es jene Studien, die zeigen, dass Forschendes Lernen auf Level 2 einen guten Weg zwischen Strukturierung und

⁹ Was genau mit CVS gemeint ist, wird im Artikel nicht genauer beschrieben.

¹⁰ Welche Kontrollgruppe ausgewählt wurde bzw. wie die Kontrollgruppe unterrichtet wurde steht leider nicht in dem Artikel

Öffnung findet. Außerdem gibt es noch Studien, die aufzeigen, dass SchülerInnen keineswegs besser abschneiden, wenn sie direkte Instruktionen erhalten, verglichen mit der offenen Form des Forschenden Lernens, welche keine Instruktionen vorgibt. Gerade deshalb, weil es so viele unterschiedliche Ergebnisse gibt, hat sich auch der Entwurf dieser Diplomarbeit aufgetan, um selbst zu untersuchen, wie effektiv Lernen auf Level 3 ist.

Obwohl man unterschiedliche Studien und Ergebnisse findet, kann Wissen, das selbstorganisiert ist, und das von den Lernenden kritisch reflektiert wird, von dem „trägen“ Wissen wegführen, dass weiter oben schon beschrieben wurde. So werden in diesem Zusammenhang auch Situationen als förderlich beschrieben, bei denen die Lernenden selbst eine Wahl hinsichtlich Interesse und Strukturierung treffen können und dieses selbständig verfolgen können. Authentische Problemstellungen sowie Offenheit regen die Lernenden dazu an, sich mit anderen zusammen zu tun und in Gruppen zu arbeiten, sowie übergreifende Arbeiten mit Spezialisten zu entwickeln (Huber, 2009). Obwohl Huber (2009) eigentlich nur über Forschendes Lernen an Universitäten spricht, so kann ich mir gut vorstellen, dass auch bei SchülerInnen die Selbstständigkeit (sofern vorhanden) hinsichtlich Fragenswahl und der Strukturierung das Interesse fördert (siehe Kapitel 5.5 Interesse und Motivation).

In den letzten Kapiteln wurde der Unterrichtsansatz des Forschenden Lernens vorgestellt. Die offene Form des Forschenden Lernens bietet den SchülerInnen viele Freiräume und die Möglichkeit, sich selbstständig mit einem Thema auseinanderzusetzen und neue Kompetenzen zu entwickeln.

Eine mögliche Umsetzung des Forschenden Lernens auf Level 3 bietet das Unterrichtskonzept „Lernwerkstatt“. Hier arbeiten SchülerInnen selbstbestimmt und durchlaufen einen Forschungskreislauf vom Finden einer Forschungsfrage, bis hin zum Präsentieren ihrer Ergebnisse. Studien belegen, dass fachlicher Wissensaufbau in Lernwerkstätten möglich ist. So zeigt Ernst (1996b), dass der Wissensaufbau durch solche offenen Lernumgebungen stark profitiert. In einer Studie, die Ernst beschreibt, konnte gezeigt werden, dass die SchülerInnen, die durch Entdeckendes Lernen ihr Wissen erworben haben, bzgl. der allgemeinen Leistungsfähigkeit, beim Denken und methodischen Untersuchen besser abschnitten als Lernende, die auf traditionelle Weise unterrichtet wurden. Was

traditioneller Unterricht in diesem Zusammenhang heißt, kann ich nur vermuten, aber ich halte es für wahrscheinlich, dass keine offenen Unterrichtsansätze damit gemeint sind. Auch diese Studie zeigt, dass es den Lernenden einen Vorteil bringen kann, wenn im Unterricht Forschendes Lernen, aber auch speziell Forschendes Lernen auf Level 3 (→ Lernwerkstatt), betrieben wird. Daher werde ich nun im Folgenden beschreiben, was genau unter einer Lernwerkstatt verstanden wird. Aber nicht nur die Tatsache, dass das Unterrichtskonzept der Lernwerkstatt dem Forschenden Lernen auf Level 3 entspricht, macht dieses Kapitel ausschlaggebend für meine Arbeit, sondern auch die Tatsache, dass das Setting zur Beantwortung der Fragestellung dieser Diplomarbeit in einer Lernwerkstatt stattgefunden hat, macht es für mich unumgänglich, zu beschreiben, was eine Lernwerkstatt ausmacht und was sie charakterisiert.

2.5. Die Entstehung des offenen Unterrichtskonzepts „Lernwerkstatt“

Lillian Weber hat den ersten Ansatz einer Lernwerkstatt in Amerika umgesetzt und gezeigt, dass Lernen auf sehr individuellen Wegen erfolgen kann. Aus einem Interview mit Lillian Weber berichtet Karin Ernst von den ersten Gedanken des „Offenen Unterrichts“ und wie sich dieser Gedanke weiterentwickelte. Als eine „Revolution“ im Bildungswesen stattfand und der Wunsch nach einer Neuerung des Bildungswesens laut wurde, entwickelte Lillian Weber eine Idee, welche sich schließlich zu den Grundmauern der Lernwerkstatt entwickelte (Ernst, 1996a).

Als Mutter zweier Kindergartenkinder begann sie sich für professionelle pädagogische Arbeit zu interessieren. Aus diesem Interesse entwickelte sich das Projekt „Open Corridor“ an einer Grundschule in Harlem. Diese Bezeichnung kommt daher, dass Lillian Weber mit den SchülerInnen und LehrerInnen in den Flur ging, wo sie eine Verbindung zu der Welt und ihrer Umgebung hatten und hier sollte der Neugier der Kinder freien Lauf gelassen werden. Karin Ernst beschreibt nach dem Interview mit Lillian Weber, durch welche Gedanken der Anbeginn des Offenen Unterrichts und des Entdeckenden Lernens geschaffen wurde (Ernst, 1996a). Für Lillian Weber war es wichtig, nicht den starren Unterricht weiter zu führen, bei dem Kinder bestraft werden, wenn sie reden, sich umdrehen oder anderweitig den Unterricht störten. Lillian Weber hat es in diesem

Interview so beschrieben, dass es für sie etwas Krankhaftes hat, die Kinder von der Umwelt durch die Klassentür abzuschotten und dies zu einem entarteten Streben nach alleiniger Macht der Lehrperson führt (Ernst, 1996a).

Außerdem war es für Lillian Weber wichtig den Lernprozess auch als Lehrperson zu verstehen, sich die Grundfragen zu stellen, warum manche Fragen in der Vergangenheit überhaupt aufgetaucht sind. So sollte eine Lehrperson die SchülerInnen bei ihrem Fragen und Forschen nicht nur begleiten, sondern am besten selbst Teil dieses Forschens und Lernens werden (Ernst, 1996a).

1980 wurde von Karin Ernst der Begriff „Lernwerkstatt“ in Anlehnung an den englischen Begriff des „Workshop-Center“ ins Leben gerufen. Karin Ernst nutzte diesen Begriff als Charakteristik für einen Raum, in dem LehrerInnen genauso wie Kinder forschend, entdeckend, kreativ und offen lernen können, um so eine neue Art von Schule bzw. Lernen zu ermöglichen (Wedekind, 2006).

Nachdem ich die Entstehung des Grundgedankens der Lernwerkstatt aufgezeigt habe, möchte ich beschreiben, welche Vorteile es bringt, sich Zeit zu nehmen, um den SchülerInnen in ihrem Forschen zu folgen und mit ihnen diesen Prozess aktiv zu erleben. Nicht als BegleiterIn oder LehrerIn sondern als neugierige/r, aktive/r und kreative/r ForscherIn.

2.6. Die Lernwerkstatt eine offene Lernkultur

„Das methodische Grundprinzip des Offenen Unterrichts ist das entdeckende, problemlösende, handlungsorientierte und selbstverantwortliche Lernen.“ (Reich, 2008, S. 1). Jedoch wird unter Öffnung keineswegs eine allumfassende Öffnung verstanden, sondern eine Fokussierung auf die Öffnung bestimmter Methoden im Vergleich zum Frontalunterricht. Offener Unterricht wird fälschlicherweise oft als eine radikale Form verstanden, welche den Frontalunterricht vollständig ablösen soll. Dies ist aber in der Praxis weitestgehend nicht möglich, daher sollte der Begriff des Offenen Unterrichts eher als Mischform mit anderen Unterrichtsmethoden durchgeführt werden (Reich, 2008).

Lernwerkstätten als Unterrichtsmodell weisen einen offenen Charakter auf, sie

entsprechen dem Level des Open Inquiry oder Level 3 beim Forschenden Lernen. Hierbei müssen die SchülerInnen selbst Fragen finden, eine geeignete Methode auswählen und die selbständig gesammelten Daten interpretieren.

Karin Ernst hat erstmals 1993 eine Definition einer Lernwerkstatt geliefert:

„Lernwerkstätten sind Räume, die voller Materialien stecken und in denen sich Erwachsene, manchmal auch Kinder, treffen, um sich mit diesen Materialien lernend auseinanderzusetzen – durch eigenes Tun und aktive Nutzung all dessen, was in diesen Räumen vorhanden ist, durch Sichten des Materials für eine Verwendung in anderen Zusammenhängen oder durch Gespräche über pädagogische Fragen in Arbeits- bzw. Beratungssituationen. Lernwerkstätten erscheinen häufig wie ‚offene Klassenzimmer‘ und wollen auch für diesen Typ von Lernumgebung auch in Grenzen ein Modell abgeben.“ (Ernst/Wedekind, 1993, S. 9, zitiert nach Wedekind 2006, S. 2, Herv. i.O.).

Daraus entwickelte Wedekind (2006) Kennzeichen einer Lernwerkstatt. Diese beschreiben einen Raum, in dem Materialien anregen zum selbstständigen Forschen, Lernen und Tun. So soll eine Lernwerkstatt, eigentlich dem Lernen von Erwachsenen gewidmet sein und durch einen Austausch mit anderen einen Transfer zur eigenen Arbeit schaffen, sowie eine Möglichkeit bieten, eine Lernwerkstatt zu einem Modell von „offenen Klassenräumen“ (Herv. i. O.) umzufunktionieren.

So kann eine Lernwerkstatt auch als Ort gesehen werden, an dem es den Lernenden möglich ist, frei, aktiv und kreativ zu arbeiten und zu forschen. Sie können Fragen entwickeln, sich frei entfalten und abhängig vom Material unterschiedliche Dimensionen der Öffnung erleben. Die entwickelten Fragen bedürfen je nach Fokus einer fächerübergreifenden oder spezifischen und fachbezogenen Auseinandersetzung mit einem Thema, und diese Fragen werden, von Seiten der SchülerInnen, in Gruppen, Partnerarbeit oder wenn gewünscht auch Einzelarbeit vollzogen und beantwortet (Müller, o.J.).

Mit all diesen Einsichten und Beschreibungen einer Lernwerkstatt lassen sich folgende Ideen über Lernen in einer Lernwerkstatt sagen:

*„Lernen ist immer eine
Neukonstruktion der Welt*

Lernen ist ein individueller Prozess

*Lernen findet in situativen
Kontexten statt*

*Lernen erfolgt
Selbstreguliert*

Lernen ist ein aktiver und konstruktiver Prozess, in dem der Lernende der entscheidende Akteur des Prozesses ist.“ (Wedekind, 2006; S. 4, Herv. i.O.).

Gerade in der offenen Umgebung einer Lernwerkstatt geht es um das Fragen finden. Dabei unterscheidet Karin Ernst (1996b) verschiedene Arten von Fragen. „Erste Fragen“ zeigen sich oftmals am Beginn eines neuen Themas und sind noch nicht tragfähig für einen längeren Prozess des Forschens. „Zweite Fragen“ entstehen durch den allmählichen Umgang mit der Sache selbst, sie tragen den Prozess des Lernens über einen längeren Weg. Sogenannte „dritte Fragen“ entwickeln sich aus den Entdeckungsprozessen selbst, diese können zu grundlegenden Einsichten führen (Ernst, 1996b).

Eine Lernwerkstatt zeichnet sich in Anbetracht dieser Punkte als ein anregender Lernraum aus, in dem die Lehrpersonen vom herkömmlichen Bild als Belehrende wegrücken und sich hinbewegen zu LernbegleiterInnen. Sie stellen eine Lernumgebung zur Verfügung, die auf die SchülerInnen so anregend wirken soll, dass sie Fragen zu ihrer Umwelt stellen. Die Wertschätzung und Anerkennung verschiedener individueller Lernwege soll Berücksichtigung finden und die Lehrperson soll lediglich als BeraterIn, BeobachterIn und HilfestellerIn agieren. Diese/r soll gegebenenfalls zum Umdenken, Reflektieren und Forschen ermutigen und anregen (Wedekind, 2006). Ein wichtiger Prozess ist es, die SchülerInnen selbst Wege gehen zu lassen, hierbei muss Verantwortung an die Lernenden abgegeben werden. Außerdem muss man ihnen eine gewisse Selbstständigkeit ermöglichen, sie stärken und unterstützen (Wedekind, 2006).

Ich möchte aber erwähnen, dass es auch für die Lehrperson nicht immer einfach ist, den SchülerInnen diese Wege frei gehen zu lassen. Speziell wenn man als Lehrperson selbst mit den Lernenden beginnt, sich auf das Forschende Lernen oder eine Lernwerkstatt einzulassen, so muss dieser Entwicklungsschritt nicht nur von den Lernenden gemacht werden, sondern ebenso von der Lehrperson. Denn auch als Lehrperson ist dieser Prozess unumgänglich, um die richtigen Momente zu erkennen, in denen man die SchülerInnen unterstützen muss, aber auch jene zu erkennen, in denen sie frei arbeiten und selbst aus Fehlern lernen müssen.

Lernwerkstätten sind Teil einer konstruktivistischen Lernkultur. Was genau unter konstruktivistischen Lernumgebungen verstanden wird soll im nächsten Kapitel erörtert werden.

3. Konstruktivistische Lernumgebungen

In Kapitel 2 habe ich Forschendes Lernen erörtert und speziell Level 3 mit der Lernwerkstatt als Beispiel hervorgehoben. Generell kann man diese Unterrichtskonzepte unter dem Dach des Konstruktivismus zusammenfassen, denn sowohl Forschendes Lernen und damit auch Lernwerkstätten, sind eindeutig konstruktivistische Lernumgebungen. Der Vollständigkeit halber möchte ich deswegen kurz erklären, was konstruktivistische Lernumgebungen ausmachen, und wodurch sie gekennzeichnet sind. In der Literatur gibt es schon viele Abhandlungen über Konstruktivismus und seine Formen (Gerstenmaier & Mandl, 1995; Knorr-Cetina, 1989), daher möchte ich mich sehr kurz fassen. Ich möchte diese Grundlagen aber nicht ganz auslassen, da es vielleicht jemanden gibt, der diese Arbeit liest, und sich noch nicht mit Konstruktivismus und seinen Formen beschäftigt hat. Da dies aber die Grundlage des Forschenden Lernens und somit auch der Lernwerkstatt ist, gehört auch dieser kurze Exkurs in meine Arbeit. Der Konstruktivismus zeigt den Grundgedanken, dass Wissen nur dann nachhaltig sein kann, wenn es selbst konstruiert wurde. Das heißt, dass Wissen von der Lehrperson nicht auf die SchülerInnen übertragen werden kann. Ich leite daraus weiter ab, dass auch Fachwissen nachhaltiger und längerfristiger behalten werden kann, wenn es selbst konstruiert wurde. Natürlich kann es dadurch auch zu fachlich falschen Konstruktionen kommen, die sich recht hartnäckig halten und schwer zu korrigieren sind, aber der Lösung dieses Problems kann an anderer Stelle nachgegangen werden (zum Konzeptwechsel siehe z.B. Duit, 1995, S. 913).

In der Literatur findet man keine einheitliche Definition von Konstruktivismus, da in unterschiedlichen Bereichen sehr unterschiedliche Formen des Konstruktivismus verwendet werden. Was man allerdings festhalten kann, ist, dass der Konstruktivismus eine Erkenntnistheorie ist, welcher als Grundgedanke die Tatsache sieht, dass eine direkte Erfassung einer außen liegenden Wirklichkeit nicht möglich ist (z.B. von Glasersfeld, 1997; Riemeier, 2007).

Der radikale Konstruktivismus als ursprüngliche Form verwehrt die menschliche Fähigkeit, eine objektive Realität zu erfassen, da Wirklichkeit ausschließlich in den Köpfen existiert, in welchen sie erschaffen wurde (von Glasersfeld, 1989). So beschreibt von Glasersfeld (1987) auch, dass Wissen nicht wie ein Gut von

einem Menschen zum anderen gegeben werden kann, sondern dass Wissen selbst konstruiert werden muss. Weiterhin muss eine Lehrperson eine Lernumgebung, also ein Lernumfeld gestalten, sodass Lernende selbst die Strukturen aufbauen können, die der Lehrende ihnen vermitteln möchte (von Glasersfeld, 1987). Deshalb verfolgen konstruktivistisch orientierte Lerntheorien den Grundgedanken der aktiven und persönlichen Konstruktion von Wissen, wobei Extreme wie die Negation bzw. Zweifel des Vorhandenseins der Realität ausgespart werden (Marsch, 2009).

Marsch (2009) weist auch darauf hin, dass es Gefahren mit sich bringt, wenn man eine Lernumgebung als konstruktivistisch bezeichnet, da es das Risiko birgt, einen Konstruktionsprozess zur Bedingung zu machen, ohne dass dieser aber dann auch tatsächlich stattfinden muss. Konstruktivistische Lernumgebungen, wie zum Beispiel eine Lernwerkstatt, geben somit leider keine Garantie, dass dieser erwünschte Prozess der Konstruktion dann auch wirklich stattfindet. Sie bieten aber einen möglichen Rahmen, um Lernprozesse in Gang zu setzen und zu verstehen (Marsch, 2009). Nun möchte ich aber die konstruktivistische Sichtweise erklären, da sie sich im Gegensatz zum Konstruktivismus als Erkenntnistheorie (wie entsteht Erkenntnis beim Menschen) mit der Frage beschäftigt wie sich entstandenes Wissen individuell verändert (Riemeier, 2007).

3.1. Moderater Konstruktivismus oder die konstruktivistische Sichtweise

Ein Problem, das sich beim Lernen entwickelt hat, ist das so genannte träge Wissen. Wissen, das theoretisch gelernt worden ist, in der Praxis aber nicht angewendet werden kann (Gerstenmaier & Mandl, 1995). Um diesem Problem entgegenzuarbeiten, wird in der Fachdidaktik vermehrt der konstruktivistische Ansatz vertreten, dessen Ziel die Konstruktion von Wissen ist, welches in der Praxis anwendbar ist und somit die Kluft zwischen Wissen und Handeln zu verbinden versucht (Mandl, 2006). Auch die Forschungsgruppe um Bransford widmet sich vermehrt dem Begriff des trägen Wissens. Es wird vermutet, dass die nicht greifbare Anwendungsqualität genau dieses Wissens mit der Art zusammenhängt, wie dieses Wissen erworben wird (Konrad & Traub, 2005, Gerstenmaier & Mandl, 1995).

SchülerInnen müssen bei ihrem jeweiligen Standpunkt abgeholt werden und genau dort muss angesetzt werden, um neues Wissen zu konstruieren (Duit, 1995). Die Wurzeln der Konstruktionsprozesse sind genau diese bereits vorhandenen Vorstellungen und an diesen muss angeknüpft werden, denn eine Weitergabe von Wissen wie ein Gut ist demnach nicht möglich (Riemeier, 2007). Beim konstruktivistischen Lernen wird ein Teil der Verantwortung an die SchülerInnen delegiert, jedoch wird fälschlicherweise oft davon ausgegangen, dass in konstruktivistischen Lernumgebungen die SchülerInnen den Lernprozess ausschließlich selbst steuern und festlegen (Marsch, 2009).

Laut konstruktivistischer Sichtweise können Bedeutungen und Wissen nicht übertragen werden und so müssen Lernumgebungen geschaffen werden, die Konstruktionsprozesse auslösen, die SchülerInnen in die fachlich korrekte Bahn lenken (Riemeier, 2007). So entzieht sich die Lehrperson im moderaten Konstruktivismus¹¹ nicht, sondern die Aufgaben dieser werden eher noch komplexer, da die Lehrperson die Vorstellungen und Gedanken der SchülerInnen kennen muss, um sie in die fachlich korrekte Richtung zu leiten (Marsch, 2009). Somit müssen die Lernenden individuell in ihren Konstruktionsprozessen unterstützt werden und dies erfordert ein personenzentriertes und überlegtes Arbeiten der Lehrperson. Dies kann man auch im Kapitel 2 sehen, bei den Anforderungen die an die Lehrperson gestellt werden, um Forschendes Lernen oder auch die Lernwerkstatt erfolgreich zu gestalten und zu begleiten.

„Es kann kein Zweifel daran bestehen, daß die konstruktivistische Sichtweise dem naturwissenschaftlichen Unterricht wichtige Impulse gegeben hat. [...] Der gemeinsame Kern der unterschiedlichen Varianten dieser Sichtweise kann als moderater, pragmatischer Konstruktivismus beschrieben werden. Dieser Kern bietet nicht nur die Grundlagen für die Erforschung des Wissenserwerbs und für die Entwicklung neuen Unterrichts und neuer Modelle der Lehrerbildung.“ (Duit, 1995, S. 919)

¹¹ Ist eine aus der Erkenntnistheorie hervorgegangene Sichtweise vom Lernen, bei der sowohl der Lernende, als auch dessen Lernprozess im Vordergrund stehen (Riemeier, 2007). Für eine detaillierte Beschreibung des moderaten Konstruktivismus siehe Riemeier, 2007.

Um eine problemorientierte Lernumgebung zu schaffen, die diese Konstruktionsprozesse auslöst, werden vier zentrale Gestaltungsprinzipien angegeben:

- Authentizität und Anwendungsbezug besagt, dass eine Lernumgebung so ausgerichtet werden soll, dass sie den Bezug mit realen Problemen und authentischen Situationen arrangiert und/oder anregt. Solche Lernumgebungen fördern die Anschaffung von anwendungsorientierten Kenntnissen und beuteten aber auch eine große Herausforderung hinsichtlich selborganisierten Lernens.
- Multiple Kontexte und Perspektiven fordern, dass unterschiedliche Situationen auch aus verschiedenen Blickwinkeln und Sichtweisen betrachtet werden sollen und können, um den Transfer von flexiblem Wissen zu fördern.
- Soziale Lernarrangements sollen die Offenheit der SchülerInnen fördern. Aber nicht nur der kooperative Kontakt zu MitschülerInnen soll gefördert werden, um Lerngemeinschaften zu bilden oder Kommunikation und Kooperation hinsichtlich Problemlösestrategien zu entwickeln. Auch der Kontakt nach außen durch ExpertInnenkontakte soll geschaffen werden.
- Instruktionale Anleitung und Unterstützung sind beispielsweise kontinuierliche Begleitung der Gruppenprozesse, informatives Feedback und Ermunterung zur Selbstreflexion (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 2001 zitiert nach Mandl, 2006).

Die Kennzeichen von konstruktivistischen Lernumgebungen werden folgendermaßen beschrieben:

- „Lernen ist ein aktiver Prozess. Erst durch die aktive Beteiligung des Lernenden wird Lernen möglich.
- Lernen ist ein selbstgesteuerter Prozess. Der Lernende selbst übernimmt im Rahmen des Lernprozesses Steuerungs- und Kontrollprozesse.
- Lernen ist ein konstruktiver Prozess. Neues Wissen kann nur erworben und genutzt werden, wenn es in die vorhandenen Wissensstrukturen eingebaut und auf der Basis individueller Erfahrungen interpretiert wird.
- Lernen ist ein emotionaler Prozess. Beim Lernen haben sowohl leistungsbezogene als auch soziale Emotionen einen starken Einfluss.

Insbesondere im Hinblick auf die Motivation für das Lernen ist die emotionale Komponente wesentlich.

- Lernen ist ein sozialer Prozess. Lernen ist fast immer ein interaktives Geschehen und wird durch soziale Komponenten beeinflusst.
- Lernen ist ein situativer Prozess. Wissenserwerb erfolgt stets in einem spezifischen Kontext und ist mit diesem verbunden. Lernen ist daher als situativer Prozess zu verstehen.“ (Mandl, 2006 S. 29; vgl. Riemeier, 2007)

Diese sechs Punkte lassen sich alle auf das Konzept der Lernwerkstatt übertragen, denn das Lernen kann in einer Lernwerkstatt als aktiv und selbstgesteuert bezeichnet werden. Außerdem findet es in einem sozialen Kontext statt, der von Emotionen beeinflusst ist. Somit kann das Format Lernwerkstatt als Konstruktivistische Lernkultur angesehen werden.

Genau diese Punkte bringen uns zum situierten Lernen, und dieser speziellen Art des Lernens möchte ich mich im Folgenden zuwenden, da ich das kontextgebundene Lernen, dass das situierte Lernen fordert, auch für das Forschende Lernen sehe. Speziell das situierte Lernen soll durch das Lernen in multiplen Kontexten ebenfalls das träge Wissen mindern (Widodo & Duit, 2004).

3.2. Situiertes Lernen

Das situierte Lernen stammt eigentlich aus dem Sozialkonstruktivismus (der Mensch ist abhängig von Sprache, Kultur und Gesellschaft; v. Tiling, 2004), der eine andere Ableitung des Konstruktivismus darstellt. Im Sozialkonstruktivismus wird versucht, Individuelles mit Sozialem zu verknüpfen, somit ist der Leitgedanke des Sozialkonstruktivismus jener, dass der Mensch die Welt in der Interaktion konstruiert, also mittels sozialen Beziehungen aber auch auf den Zugriff auf die Außenwelt (v. Tiling, 2004).

Ich möchte das situierte Lernen aber auch im Zusammenhang mit dem moderaten Konstruktivismus sehen, da gerade im moderaten Konstruktivismus ein kontextgebundenes Lernen gefordert wird, dem das situierte Lernen auf jeden Fall nachkommt. Konrad und Traub schreiben, dass für den Wissenserwerb, also für das Lernen, (speziell aus konstruktivistischer Sicht) Situationen geschaffen werden müssen, in denen sich der/die Lernende kontextgebunden Wissen

aneignet (Konrad & Traub, 2005). Diese Umgebungen werden auch situierte Lernumgebungen genannt und sie beruhen auf authentischen Aufgaben, sowie darauf, dass Wissen in verschiedenen Kontexten angewendet werden kann, und fördern demnach ein gemeinsames Lernen in einem sozialen Kontext (Konrad & Traub, 2005).

Eine Definition zu situiertem Lernen lautet folgendermaßen:

„Situieretes Lernen‘ bezeichnet eine lernpsychologische Theorie, nach der Materialien aus dem Alltag der Schüler in den Unterricht einbezogen werden, um die Lernfähigkeit und Motivation der Schüler zu fördern. In Anlehnung an sozial-konstruktivistische Ansätze gehen situierte Ansätze davon aus, dass Wissen nicht nur als abstrakte Einheit in den Köpfen, sondern (auch) in der Beziehung zwischen Individuum und sozio-kultureller Umwelt verortet sein kann und sich in Produkten, Werkzeugen oder Ressourcen widerspiegelt.“ (Konrad, 2014, S. 65f, Herv. i. O.)

Weiters behandeln die Vorschläge des situierten Lernens die Frage, wie träges Wissen vermieden werden kann und wie man die Lernenden zu direkten und unmittelbaren Handlungen anregen kann. Außerdem wird versucht, einen Weg zu finden, um neues Wissen kontextgebunden und mit praktisch bedeutsamen Tun zu verbinden (Konrad, 2014).

So fassen Konrad und Traub (2005) situierte Kognition folgendermaßen zusammen:

„Die Bewegung der situierten Kognition zielte auf die Frage nach der Struktur und der Entstehung von Wissen. Dabei orientiert sie sich an einem Subjektmodell, das im Kern die grundsätzliche Situietheit von Kognition und Handeln postuliert. Wie sich am Beispiel des Mathematiklernens zeigen lässt, ist die ‚Theorie des situierten Lernens‘ auch ein Ansatz, der die Kluft zwischen schulischem Lernen und alltäglichen Erfahrungen überbrücken kann und damit vor allem für die Instruktionspsychologie und Empirische Pädagogik bedeutsam wird.“ (Konrad & Traub, 2005 S. 6)

Der konstruktivistische Standpunkt des Wissenserwerbs rückt mit diesen Überlegungen in den Vordergrund und somit auch die Überlegungen und Ideen zu der Gestaltung von Lernumgebungen, welche den Wissenserwerb fördern (Konrad & Traub, 2005).

Im Folgenden möchte ich konstruktivistische Grundannahmen nennen, die für die Instruktionspsychologie übernommen wurden, wie die Tatsache, dass Lernen ein aktiver Konstruktionsprozess ist, der den Fokus auf die eigene Tätigkeit lenkt, anstelle der Beeinflussung von außen. Hier kann man schon erkennen, dass das offene Forschende Lernen diesen Punkt erfüllt, da ein aktives Handeln der SchülerInnen in Kraft gesetzt wird und die Lehrperson versuchen sollte, ein bewusstes Beeinflussen in eine Richtung zu vermeiden. Ein weiterer Punkt ist jener der sozialen Situation, hierbei wird beschrieben, dass Lernende ihre Erfahrungen interpretieren. Dies hängt von ihren Wünschen, momentanen Gefühlen und Erwartungen ab. Wissen wird also vom Individuum selbst erzeugt, es verknüpft sich allerdings mit dem Vorwissen und neuen Wissensstrukturen. Auch dieser Punkt lässt sich beim offenen Forschenden Lernen wiederfinden, da die Interpretation der Ergebnisse auch oft von den momentanen Gefühlen abhängt. Ein wesentlicher Punkt ist die Rolle des oder der Lehrenden, von welcher/welchem gefordert wird die unterschiedlichen Interpretationsmöglichkeiten anzuerkennen und für die SchülerInnen relevante Kontexte zu bilden, ohne dass diese Informationen an Bedeutung verlieren (Konrad & Traub, 2005) (für die Parallelen die Lehrperson betreffend siehe Kapitel 2).

Betrachtet man die letzten Abschnitte, so wird klar, dass situiertes Lernen und Forschendes Lernen viele Parallelen aufweisen. Habe ich nun dieses Unterrichtskonzept ausreichend dargestellt, also das WIE, bleibt noch die Frage offen, WAS SchülerInnen momentan lernen, aber vor allem können müssen, um die Schule und idealerweise das spätere Leben erfolgreich meistern zu können. Ob Schule die Fähigkeiten ausbildet, um Kinder zu selbständigen, mündigen und selbstreflektierten Menschen zu erziehen, möchte ich hier nicht diskutieren, dazu muss sich jeder selbstreflektierte Mensch selbst ein Bild und eine Meinung machen. In den Bildungsstandards, die eine Orientierung bieten sollen bezüglich der Inhalte des Unterrichts, wird auch der Punkt des Fachwissens aufgegriffen.

Hier wird festgelegt, welche Bereiche in der Schule durchgenommen werden sollen, was verstanden werden soll und welchen einzelnen Themen sich der Biologieunterricht widmen soll. Auch der aktuelle Lehrplan für den Biologieunterricht in einer AHS (https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/ahs5_779.pdf?4dzgm2) ist eng mit den Bildungsstandards verknüpft. Daher möchte ich mich im nächsten Kapitel den Bildungsstandards widmen und aufzeigen, was Fachwissen ist und welche Eckpfeiler es umfasst.

4. Kompetenzen und Bildungsstandards

Was müssen/sollten die SchülerInnen von heute wissen, wenn sie die Schule erfolgreich gemeistert haben? Diese Frage beschäftigt viele BildungsexpertInnen, PhilosophInnen und PsychologInnen schon seit langem. Reicht es zu wissen, wie viele Bundesländer Österreich hat, oder dass der Wal ein Säugetier und kein Fisch ist oder sind es Dinge wie das Ausbilden des so genannten Hausverstandes, die Fähigkeit zu Kommunizieren oder ein Problem systematisch lösen zu können? Studien wie PISA 2012 (<http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-results-austria-DEU.pdf>; Zugriff am 31.12.2015) oder TIMSS¹² (Suchan, Wallner-Paschon, Bergmüller, & Schreiner, 2011) zeigen uns, dass sich Österreichische SchülerInnen hinsichtlich naturwissenschaftlichen Kompetenzen, mathematischen Kompetenzen und Lesekompetenzen lediglich im OECD¹³ Mittelfeld befinden. Die SchülerInnen sind auch nicht in der Lage, sinnerfassend zu lesen und somit gefährdet, den Einstieg in die Arbeitswelt nicht erfolgreich meistern zu können (Breit, et al., 2011). Abgesehen davon, laufen diese SchülerInnen auch Gefahr, sich nicht zufriedenstellend am gesellschaftlichen Leben beteiligen zu können und sich nicht zu mündigen BürgerInnen entwickeln zu können (Breit, et al., 2011).

Um diesem Problem entgegenzutreten, wurde seit dem PISA-Schock der Fokus mehr auf Kompetenzen gelenkt. Gerade in heutiger Zeit, in der sich eine Menge neuer Reformen im Bildungswesen durchsetzen, schweben die Begriffe Grundkompetenzen, Leistungsstandards und Kompetenzmodelle durch die Medien. Diesen Grundkompetenzen, Leistungsstandards und Kompetenzmodellen möchte ich mich in diesem Kapitel zuwenden. Da für meine Arbeit speziell die Naturwissenschaften von Bedeutung sind, werde ich die allgemeinen Bereiche nicht weiter erläutern und die vorher genannten Begriffe, anhand der Modelle für Naturwissenschaften erklären.

In Abbildung 2: Begriffserklärung des Bifies (Breit, et al., 2011 S.15) kann man eine zusammenfassende Erklärung der Begriffe erkennen. Anhand der Naturwissenschaften, möchte ich anschließend konkrete Beispiele für diese Begrifflichkeiten liefern.

¹² TIMSS: Trends in International Mathematics and Science Study

¹³ OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development

4.1. Die Bildungsstandards in Österreich

Generell werden in der Expertise zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards von Klieme et al. (2009) nationale Bildungsstandards als Anforderungen an das Lehren und Lernen in der Schule definiert und dienen der Sicherung und Steigerung der Qualität schulischer Arbeit. Weiters legen sie fest, welche Kompetenzen bis zu einer bestimmten Jahrgangsstufe idealerweise erworben werden sollen. So nennen Bildungsstandards präzise, verständlich und fokussiert die wichtigsten Ziele der pädagogischen Arbeit und drücken somit das erwünschte Lernergebnis der SchülerInnen aus (Klieme et al., 2009).

Man versteht unter Bildungsstandards also greifbare und klar verfasste Lernergebnisse, welche aus den Lehrplänen abgeleitet werden. In den Bildungsstandards werden Kompetenzen festgelegt, welche Fähigkeiten, Fertigkeiten und Haltungen beschreiben, die die SchülerInnen bis zum Ende der vierten bzw. achten Schulstufe (in Deutsch und Mathematik bzw. Deutsch, Mathematik und Englisch) erworben haben sollten (Breit, et al., 2011). Weiters beschreibt das Bifie die Bildungsstandards als grundlegende Erwartungen, die in Form spezifischer Könnenserwartungen auftreten und zu erbringende Leistungen in einem Pflichtgegenstand festlegen (<https://www.bifie.at/bildungsstandards>, Zugriff am 18. August 2015).

Die Einführung der Bildungsstandards hatte den Grundgedanken, dass die Sicherstellung der grundlegenden Kompetenzen bei allen SchülerInnen gewährleistet werden soll (Breit, et al., 2011). Nun möchte ich zur Begriffserklärung der Kompetenzen kommen um einen Eindruck dieser zu vermitteln.

Kompetenzen:

Die Kompetenzen, welche die Fähigkeiten, Fertigkeiten und Haltungen beschreiben, die SchülerInnen ausbilden sollen, werden von Weinert folgendermaßen definiert:

„Dabei versteht man unter Kompetenzen die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen

und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten um die Problemlösung in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (Weinert, 2002, S. 27f., Herv. d. Verf.)

Somit stellen Kompetenzen die Ergebnisse von Lernprozessen dar, diese sind abhängig vom Kontext, da sie in Auseinandersetzung mit der Umwelt übernommen und gelernt werden (<https://www.bifie.at/node/49>, Zugriff am 18. August 2015). Bildungsstandards werden in Österreich in zwei Kategorien unterteilt, einerseits die allgemeinen Kompetenzen, andererseits die grundlegenden fachbezogenen Kompetenzen. Kompetenzen sollen SchülerInnen als Werkzeug dienen, um unterschiedliche und wechselnde Herausforderungen bewältigen zu können (<https://www.bifie.at/node/49>, Zugriff am 18. August 2015).

Die allgemeinen Kompetenzen beinhalten laut Bifie (18. August 2015):

- Wissen und kognitive Fähigkeiten
- Das Vermögen der Selbstregulation
- Sozial-kommunikative Elemente
- Motivationale Elemente

Weinert (2002) unterscheidet folgende Kompetenzen:

- Fachliche Kompetenzen
- Fachübergreifende Kompetenzen
- Handlungskompetenzen

Außerdem beschreibt Weinert (2002), dass ein Umschwung stattfindet, der sich weg vom fachlichen Lernen und hin zum fächerübergreifenden Lernen entwickelt. Er weist aber auch darauf hin, dass dies nur dann möglich ist, wenn das nötige fachliche Wissen vorhanden ist und genutzt werden kann, um ein Problem aus einem anderen Bereich zu lösen (s. Kap. 2). Er gibt folgendes Beispiel an: Versucht man ein mathematisches Problem, welches aber in einen sozio-ökonomischen Kontext situiert ist, zu lösen, so benötigt man einerseits die fachübergreifende Kompetenz, andererseits aber auch das notwendige mathematische Wissen, um allen Anforderungen gerecht werden zu können (Weinert, 2002).

Nun werden die Begriffe Kompetenzmodell und Kompetenzbereich erläutert. In Abbildung 2 kann man die Begriffserklärungen laut Bifie sehen. Hierbei wird unter Kompetenzmodell verstanden, dass jedes Fach in Kompetenzbereiche unterteilt wird, diese Kompetenzbereiche wiederum enthalten die Bildungsstandards, welche die zu erwerbenden Kompetenzen festlegen (Abbildung 2).

Kompetenzmodelle sind prozessorientierte Modellvorstellungen über den Erwerb von fachbezogenen oder fächerübergreifenden Kompetenzen. Kompetenzmodelle stützen sich dabei auf fachdidaktische und fachsystematische Gesichtspunkte. Jedes Modell gliedert das jeweilige Fach in Kompetenzbereiche.

Kompetenzbereiche sind Teilbereiche innerhalb eines Kompetenzmodells.

Die als Can-Do-Statements formulierten **Bildungsstandards** legen in einem Pflichtgegenstand konkrete, von Schülerinnen und Schülern erwartete Kompetenzen fest – als Lernergebnisse, die bis zum Ende einer bestimmten Schulstufe im Unterricht zu erwerben sind.



Abbildung 2: Begriffserklärung des Bifies (Breit, et al., 2011 S.15)

4.1.1. Kompetenzmodelle, Kompetenzbereiche und Kompetenzen anhand des Kompetenzmodells der Naturwissenschaften

Mich interessiert für diese Arbeit speziell das Kompetenzmodell der Naturwissenschaften. Ich möchte dieses für die achte Schulstufe betrachten, da die SchülerInnen, welche ich für meine Arbeit getestet habe, ebenfalls die siebte bzw. achte Schulstufe besucht haben¹⁴.

¹⁴In der Sonderschulklasse waren vereinzelt Schüler aus der achten Schulstufe.

Das Kompetenzmodell der Naturwissenschaften für die 8. Schulstufe (Bifie, 2011) stellt ein dreidimensionales Koordinatensystem dar, welches in drei Dimensionen unterteilt wird.

- Anforderungsdimension
- Inhaltsdimension
- Handlungsdimension

Die Handlungsdimension (Handlungskompetenz) wird weiter in „Wissen organisieren“ (W), „Erkenntnisse gewinnen“ (E) und „Schlüsse ziehen“ (S) unterteilt. Für eine detailliertere Beschreibung der Handlungsdimension siehe Abbildung 4.

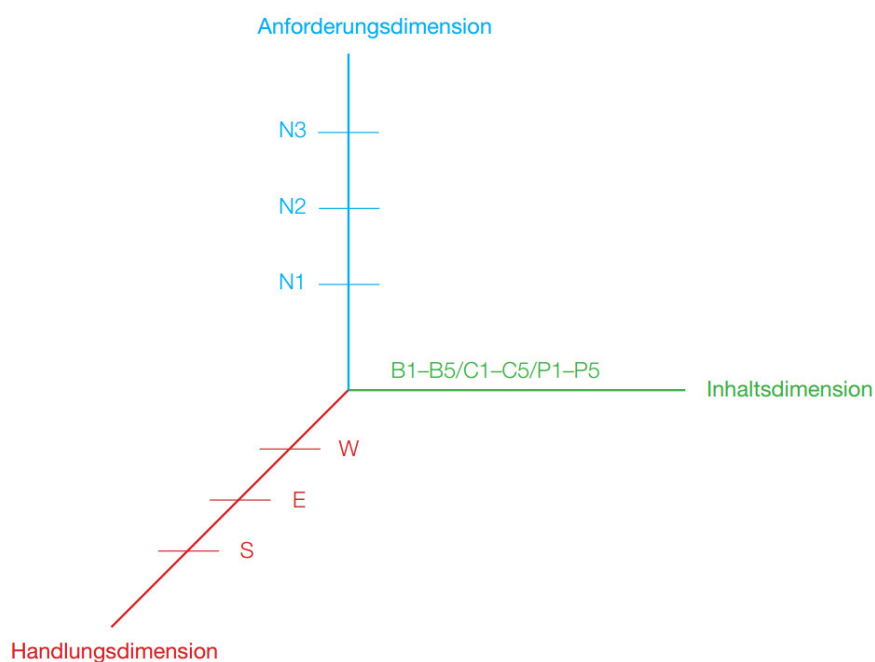


Abbildung 3: Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe (Bifie, 2011, S. 1)

In Abbildung 3 kann man erkennen, woraus sich das Kompetenzmodell der Naturwissenschaften für die 8. Schulstufe zusammensetzt. Die Handlungsdimension wird in Abbildung 4 genauer beschrieben. Die Inhaltsdimension (für Biologie B1 – B5) bezieht sich auf die Fähigkeit, folgende

Inhalte beobachten, benennen, beschreiben, bewerten und Experimente dazu planen zu können (Bifie, 2011):

- Planet Erde (B1)
- Ökosystem (B2)
- Organismen (B3)
- Organe (B4)
- Zelle (B5)

Die Anforderungsdimension (N) wird in Anforderungsniveau I (N1), Anforderungsniveau II (N2) und Anforderungsniveau III (N3) unterteilt (Bifie, 2011). Unter N1 versteht man stark angeleitete Arbeiten, die sich durch eine einfache Sprache kennzeichnen. N2 charakterisiert einfache Zusammenhänge zwischen Natur, Umwelt und Technik sowie die Verwendung einzelner Begriffe der Fachsprache. Unter N3 wird auch das Verstehen von komplexen Zusammenhängen verstanden, aber auch die Verwendung der Fachbegriffe und das Erklären von Modellen fallen unter das Anforderungsniveau III (Bifie, 2011).

1 Handlungsdimension

1.1 Handlungskompetenzen (H)

Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren

Ich kann einzeln oder im Team ...

- W 1 Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik beschreiben und benennen
- W 2 aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen
- W 3 Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm ...) darstellen, erklären und adressatengerecht kommunizieren
- W 4 die Auswirkungen von Vorgängen in Natur, Umwelt und Technik auf die Umwelt und Lebenswelt erfassen und beschreiben

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

Ich kann einzeln oder im Team ...

- E 1 zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben
- E 2 zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen
- E 3 zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren
- E 4 Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren

Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln

Ich kann einzeln oder im Team ...

- S 1 Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen
- S 2 Bedeutung, Chancen und Risiken der Anwendungen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für mich persönlich und für die Gesellschaft erkennen, um verantwortungsbewusst zu handeln
- S 3 die Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik für verschiedene Berufsfelder erfassen, um diese Kenntnis bei der Wahl meines weiteren Bildungsweges zu verwenden
- S 4 fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren und naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden

Abbildung 4: Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe (Bifie, 2011, S. 2)

Speziell eine Kompetenz, und zwar die des Fachwissens, interessiert mich sehr. Diese bildet für mich unter anderem den Grundstein aller weiteren Kompetenzen. Natürlich ist es wichtig, die Kommunikationskompetenz aber auch die Kompetenz, Erkenntnisse zu gewinnen, auszubilden, auch die Problemlösekompetenz darf nicht vergessen werden, aber welche Wichtigkeit haben diese Kompetenzen, wenn man nicht weiß, worüber man reden kann, die richtigen Begriffe nicht kennt oder die Zusammenhänge nicht versteht. Aber auch umgekehrt nützt es wenig, wenn man das nötige Fachwissen besitzt, dieses zum Beispiel aber nicht kommunizieren kann. All diese Fähigkeiten sind notwendig,

um aus den SchülerInnen mündige BürgerInnen zu machen. Diese Kompetenzen und Fähigkeiten stehen miteinander in Wechselwirkung. Meine Diplomarbeit soll dem Fachwissen gewidmet sein, aber man kann nicht umhin, auch die anderen Kompetenzen zu erklären, welche auch vom Bildungsministerium als Erstrebenswert gesehen werden, um aus den SchülerInnen von heute selbstständige und selbstreflektierende BürgerInnen zu machen.

Im Österreichischen Bildungssystem wird die Fachkompetenz unter Inhaltsdimension geführt. Jedoch wird hierbei kaum ausdrücklich auf die Fähigkeit verwiesen, Fachbegriffe zu kennen oder Systeme zu verstehen. In den deutschen Bildungsstandards wird der Fachwissensbegriff als eigene Kompetenz geführt, und daher möchte ich mich nun auch den deutschen Bildungsstandards zuwenden.

4.2. Die Bildungsstandards in Deutschland

Der Beschluss der Kultusministerkonferenz (KMK) vom 16.12.2004 liefert für Deutschland viele wichtige Kompetenzen, die man mit dem Mittleren Schulabschluss erworben haben sollte. Außerdem liefert er einen wichtigen Beitrag zum Thema Standards für die Kompetenzbereiche u.a. des Faches Biologie.

Gerade seit den TIMSS-Ergebnissen und der PISA-Studie stehen Debatten um das Bildungssystem und der Qualität von Unterricht auf dem Programm (Klieme, et al., 2009).

Beim Beschluss der Kultusministerkonferenz (KMK) der Länder vom 16.12.2004 wurden zu den festgelegten Kompetenzbereichen sogenannte Regelstandards festgelegt, welche mit dem Erreichen des Mittleren Schulabschlusses zu erwerben sind (KMK, 2004). Diese sind in die folgenden Bereiche eingeteilt: F1 (System), F2 (Struktur und Funktion), sowie F3 (Entwicklung) im Kompetenzbereich Fachwissen, E1 bis E13 im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung, K1 bis K10 im Kompetenzbereich Kommunikation, sowie B1 bis B7 im Kompetenzbereich Bewertung (KMK, 2004).

Eine weitere Einteilung beschreibt die Anforderungsbereiche, welche verschiedene Schwierigkeitsgrade auch innerhalb einer Kompetenz wiedergeben können. Diese werden in Anforderungsbereich I (Sachverhalte,

Methoden und Fertigkeiten reproduzieren), Anforderungsbereich II (Sachverhalte, Methoden und Fertigkeiten in neuem Zusammenhang benutzen) und Anforderungsbereich III (Sachverhalte neu erarbeiten und reflektieren sowie Methoden und Fertigkeiten eigenständig anwenden) unterteilt (KMK, 2004). In Abbildung 5 findet man einen Überblick über die Anforderungs- und Kompetenzbereiche.

		Anforderungsbereiche		
		I	II	III
Kompetenzbereich	Fachwissen	- Basiskonzepte kennen und mit bekannten Beispielen beschreiben, - Kenntnisse wiedergeben und mit Konzepten verknüpfen.	- Biologisches Wissen in einfachen Kontexten verwenden, - neue Sachverhalte konzeptbezogen beschreiben und erklären, - biologische Sachverhalte auf verschiedenen Systemebenen erklären, - bekannte biologische Phänomene mit Basiskonzepten, Fakten und Prinzipien erläutern.	- Biologisches Wissen in komplexeren Kontexten neu verwenden, - neue Sachverhalte aus verschiedenen biologischen oder naturwissenschaftlichen Perspektiven erklären, - Systemebenen eigenständig wechseln für Erklärungen.
	Erkenntnisgewinnung	- Versuche nach Anleitung durchführen, - Versuche sachgerecht protokollieren, - Arbeitstechniken sachgerecht anwenden, - Untersuchungsmethoden und Modelle kennen und verwenden, - kriterienbezogene Vergleiche beschreiben, - Modelle sachgerecht nutzen, - Modelle praktisch erstellen.	- Biologische Fachfragen stellen und Hypothesen formulieren, - Experimente planen, durchführen und deuten, - Beobachtungen und Daten auswerten, - biologiespezifische Arbeitstechniken in neuem Zusammenhang anwenden, - Unterschiede und Gemeinsamkeiten kriterienbezogen analysieren, - Sachverhalte mit Modellen erklären.	- Eigenständig biologische Fragen und Hypothesen finden und formulieren, - Daten hypothesen- und fehlerbezogen auswerten und interpretieren, - Organismen ordnen anhand selbst gewählter Kriterien, - Arbeitstechniken zielgerichtet auswählen oder variieren, - Hypothesen erstellen mit einem Modell, - Modelle kritisch prüfen im Hinblick auf ihre Aussagekraft und Tragfähigkeit.
	Kommunikation	- Eigene Kenntnisse und Arbeitsergebnisse kommunizieren, - Fachsprache benutzen, - Informationen aus leicht erschließbaren Texten, Schemata und anderen Darstellungsformen entnehmen, verarbeiten und kommunizieren.	- Darstellungsformen wechseln, - Fachsprache in neuen Kontexten benutzen, - Fachsprache in Alltagssprache und umgekehrt übersetzen, - Alltagsvorstellungen und biologische Sachverhalte unterscheiden.	- verschiedene Informationsquellen bei der Bearbeitung neuer Sachverhalte zielführend nutzen, - eigenständig sach- und adressatengerecht argumentieren und debattieren sowie Lösungsvorschläge begründen.
	Bewertung	- Biologischen Sachverhalt in einem bekanntem Bewertungskontext wiedergeben, - Bewertungen nachvollziehen, - bekannte Bewertungskriterien zu Gesundheit, Menschenwürde, intakte Umwelt, Nachhaltigkeit beschreiben.	- Biologische Sachverhalte in einem neuen Bewertungskontext erläutern, - Entscheidungen bezüglich Mensch oder Natur in einem neuen Bewertungskontext erkennen und beschreiben, - Sachverhalt in Beziehung setzen mit Werten zu Gesundheit, Menschenwürde, intakte Umwelt, Nachhaltigkeit.	- Biologische Sachverhalte in einem neuen Bewertungskontext erklären, - Fremdperspektiven einnehmen und Verständnis entwickeln für andersartige Entscheidungen, - eigenständig Stellung nehmen, - gesellschaftliche Verhandbarkeit von Werten begründend erörtern.

Abbildung 5: Anforderungsbereiche und Kompetenzbereiche (KMK, 2004, S. 22)

In Abbildung 5 kann man sehr gut erkennen, dass der Kompetenzbereich Fachwissen einen wichtigen Aspekt von Grundbildung und Kompetenzen darstellt und somit wie alle anderen beachtet gehört.

Nun möchte ich genauer auf das Fach Biologie eingehen und die Kompetenzbereiche und Kompetenzmodelle zur Erfüllung der Bildungsstandards erklären.

4.2.1. Kompetenzbereiche im Fach Biologie

Generell unterscheidet die KMK (2004) im Fach Biologie vier Kompetenzbereiche, die beim Erreichen des Mittleren Schulabschlusses zu erwerben sind:

- Fachwissen
- Erkenntnisgewinnung
- Kommunikation
- Bewertung

Neben der inhaltlichen Dimension existiert auch die Handlungsdimension mit drei Kompetenzbereichen, wobei Erstere in der Biologie durch drei Basiskonzepte abgedeckt wird. Diese setzen sich aus System, Struktur und Funktion sowie Entwicklung zusammen (KMK, 2004).

Die Handlungsdimension nimmt Bezug auf elementare Grundbegriffe der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung. Darunter versteht man sowohl experimentelles als auch theoriegeleitetes Handeln. Auch die Kommunikation sowie die Bewertung, als auch Anwendbarkeit der biologischen Sachverhalte, in fachlichen und gesellschaftlichen Umgebungen, ist Teil der Handlungsdimension. Die Inhaltsdimension bildet sich hauptsächlich auf den Kompetenzbereich Fachwissen ab und die Handlungsdimension auf die Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung. Es wird aber auch erwähnt, dass inhaltsbezogene und handlungsbezogene Kompetenzen nur zusammen und in Verbindung erworben werden können und dass diese Kompetenzen Ergebnisse des Lernens beschreiben (KMK, 2004).

Kompetenzbereich Fachwissen:

Der Kompetenzbereich des Fachwissens fordert von den SchülerInnen die Fähigkeit „Lebewesen, biologische Phänomene, Begriffe und Fakten kennen und Konzepten zuordnen“ zu können (KMK, 2004, S. 10).

Da jedoch in der Wissenschaft Biologie ein sehr hoher Wissensstand vorherrscht, ist es in der Schule notwendig, sich auf den Kern des Faches Biologie zu konzentrieren. Dieser soll somit nur exemplarisch aufgegriffen werden, um eine Minderung der Fülle an Fachinhalten vorzunehmen. Die Kompetenzen sollen anhand von ausgewählten Inhalten erworben werden. Das Wissen, welches erworben wird, soll auf der Grundlage der drei Basiskonzepte (System, Struktur und Funktion; Entwicklung) ausgebildet werden (KMK, 2004).

Im Folgenden möchte ich nun kurz meinen Blick auf die drei Basiskonzepte richten.

System:

Die SchülerInnen sollen die lebendigen Systeme (Biosysteme) als einen Teil der Biologie verstehen. Dazu gehören Zellen, Organismen, Ökosysteme als auch die Biosphäre. Sie sollen begreifen, dass sich lebendige Systeme aus unterschiedlichen Elementen zusammensetzen, welche in gegenseitiger Wechselwirkung stehen. Außerdem sollen die spezifischen Eigenschaften lebendiger Systeme verstanden werden, wie die Stoff- und Energieumwandlung einer Zelle oder eines Organismus. Sowohl die individuelle Entwicklung, als auch die Evolution durch genetische und umweltbedingte Variationen sollen als Kennzeichen von lebendigen Systemen verstanden werden (KMK, 2004).

Struktur und Funktion:

Die Zelle soll als strukturelle und funktionelle Grundbaueinheit des Lebenden verstanden werden. Die strukturellen Grundlagen der Funktionen von Zelle und Organismus als auch von Ökosystem und Biosphäre sollen begriffen werden. Die Tatsache, dass sich Organismen an ihre Umwelt anpassen, ist das Ergebnis der evolutionären Entwicklung durch Struktur und Funktion (KMK, 2004).

Entwicklung:

Die Entwicklung der lebenden Systeme durch Veränderung sollen verstanden werden. Zwei Entwicklungen werden unterschieden, einerseits die individuelle Entwicklung andererseits die evolutionäre.

Aber auch die innerartliche und stammesgeschichtliche Entwicklung, durch genetische Mutationen als auch durch Selektion, soll als Entwicklung verstanden werden, welche sich in unterschiedlich langen Zeiträumen abspielt (KMK, 2004).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

Unter fundamentalen wissenschaftsmethodischen Verfahren werden das Kriterien bezogene Beobachten von biologischen Naturereignissen, das hypothesengeleitete Experimentieren, das Kriterien bezogene Vergleichen und die Modellbildung verstanden (KMK, 2004). Zuerst stellen die SchülerInnen ein Problem fest, anschließend bilden sie daraus eine Fragestellung und stellen eine darauf bezogene Hypothese auf. Anschließend überlegen sie sich eine Beobachtung, einen Vergleich oder ein Experiment und machen dann Untersuchungen dazu mit verschiedenen Methoden. Arbeitstechniken, welche die SchülerInnen anwenden können, sind etwa Mikroskopieren oder das Bestimmen sowie Auszählen von Organismen (KMK, 2004). Anschließend werden die gewonnenen Daten ausgewertet und interpretiert in Bezugnahme auf die vorher aufgestellte Hypothese (KMK, 2004). Der Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung wird laut Henke (2006) auch oft als scientific Inquiry (hier ist eigentlich inquiry based learning bzw. inquiry learning gemeint) bezeichnet. In diesem Kompetenzbereich werden problemorientierte Hypothesen anhand experimenteller Methoden getestet (Bybee, 2002). Dieser Kompetenzbereich zeigt große Ähnlichkeit mit den Kompetenzen, die auch beim Forschenden Lernen gefordert werden, denn auch im Forschungszyklus werden ähnliche Kompetenzen gefordert (siehe Kapitel 2).

Kompetenzbereich Kommunikation:

Hier erwerben die SchülerInnen die Fähigkeit sich fachlich auszutauschen und sich mit der Wirklichkeit auseinander zu setzen (KMK, 2004). Auch der Lernprozess, wird durch den sprachlichen Austausch bzw. die Kommunikation gefördert (KMK, 2004). Durch die Verwendung und Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Informationsträgern, wie Formeln, Graphen, Gleichungen usw., entwickeln die SchülerInnen die Fähigkeit, diese unterschiedlichen Informationen aufzunehmen, zu verarbeiten und anschließend wiederzugeben (KMK, 2004). All dies trägt zum Verstehen bei und weiterführend zur Kommunikationskompetenz.

Kompetenzbereich Bewertung:

Durch ausgewähltes grundlegendes aber vernetztes Fachwissen, sollen SchülerInnen ein Verständnis über Organisationsstrukturen und Organisationsprozesse lebendiger Systeme entwickeln. Dies schließt den Körper des Menschen mit ein. Eine weitere Kompetenz, die die Lernenden erwerben sollen, ist die Wertschätzung für eine funktionierende Umwelt und Natur. Sie sollen über eine gesunde Lebensführung Bescheid wissen und fähig sein, sich Anwendungsgebiete aus der modernen Biologie selbst anzueignen. Die Führung strittiger Unterhaltungen kann mit Entwicklung der Bewertungskompetenz getätigt werden, indem sie unterschiedliche Perspektiven erkennen und sich in andere Menschen und deren Sichtweisen einfühlen (KMK, 2004). Dadurch lernen die SchülerInnen verschiedene Meinungen zuzulassen und sich ihrem eigenen Toleranzrahmen bewusst zu werden (KMK, 2004).

Wurde nun geklärt, welche Kompetenzen von den Lernenden erworben werden sollen und welche Inhalte sich die SchülerInnen aneignen sollen, so bleibt noch offen, wie diese Aneignung physiologisch im Gehirn funktioniert.

Im nächsten Kapitel möchte ich mich mit dem Lernen beschäftigen. Ich möchte erklären, wie das Gehirn Informationen vom Kurzzeit- in das Langzeitgedächtnis überführt, denn genau dieser Vorgang macht es uns Menschen möglich, Informationen, Wissen und Fakten abzurufen und wiederzugeben, also zu

Lernen. Aber auch die Verknüpfung zwischen Wissen, das in unterschiedlichen Situationen aufgenommen wurde, findet im Gehirn statt. Daher werde ich auch einige wichtige Hirnareale beschreiben.

5. Lernen und Gehirn

Ich habe zuerst versucht, den theoretischen Hintergrund, auf dem meine Arbeit basiert, zu beschreiben, indem ich Forschendes Lernen und eine spezielle Form dessen, die Lernwerkstatt, dargestellt habe. Anschließend bin ich auf das Grundkonzept des moderaten Konstruktivismus eingegangen und habe den Kompetenzbereich ‚Fachwissen‘ und Bildungsstandards generell beschrieben. Nun möchte ich mich aber einer anderen Sache widmen, und zwar der des Lernens. Speziell das Langzeitgedächtnis und somit auch das Kurzzeitgedächtnis, sind essentiell, in Bezug auf Lernen, Fachlernen und somit auch meiner Diplomarbeit. Betrachtet man die Theorie, dass sobald sich etwas im Langzeitgedächtnis befindet, es nicht mehr gelöscht werden kann, so macht es keinen Unterschied mehr, ob man einen Fragebogen beispielsweise zur Wissensabfrage nach vier Wochen, acht Wochen oder 16 Wochen durchführt. Aber nicht nur die Gedächtnissysteme sind für diese Arbeit von Bedeutung, sondern auch Vorgänge zu verstehen, in denen kein Lernen stattfinden kann, wie etwa wenn der Mensch großen Stress oder Angst hat. Es ist wichtig zu verstehen, welche Arten von Lernen es gibt, um auch fachliches Lernen verstehen zu können, aber auch zu verstehen, wie SchülerInnen Lernen erleichtert werden kann, etwa durch assoziatives Lernen oder durch die Bemühung, Stress fernzuhalten.

SchülerInnen lernen laut der Theorie des moderaten Konstruktivismus durch selbständige Konstruktion. So kann es für einen Lernenden sehr Aufwendig sein, den Körperbau eines Insekts zu lernen. Setzt man sich aber mit den Lernenden hin und betrachtet in Ruhe den Körper von Insekten, kann der Lernende vielleicht von alleine bemerken, dass der Körperbau von unterschiedlichen Insekten Gemeinsamkeiten hat. Vielleicht entdeckt er so Gemeinsamkeiten, wie etwa die sechs Beine oder den dreiteiligen Körperbau. Genau diese Möglichkeit gibt man den Kindern in einer Lernwerkstatt, da sie sich aktiv damit beschäftigen und Assoziationen herstellen.

All diese Dinge hängen mit Lernen zusammen, und deswegen möchte ich Lernen erklären und da dieses Lernen im Gehirn stattfindet, werde ich genau dort starten. Um Lernen zu verstehen, werden in diesem Kapitel zuerst ein paar ausgewählte Funktionen des Gehirns vorgestellt und kurz erklärt, da man Lernen und Gehirnfunktionen nicht voneinander trennen kann. Hierzu müssen auch die

physiologischen Grundlagen verstanden werden. Speziell das Kurzzeitgedächtnis und das Langzeitgedächtnis spielen in meiner Arbeit eine wichtige Rolle. Lernen findet ja genau dann statt, wenn die Informationen sicher abgespeichert werden und auch wieder abgerufen werden können. Der Übergang, wie Informationen vom Kurzzeit- ins Langzeitgedächtnis transferiert werden und wieder zurück, ist für diese Arbeit von Bedeutung, denn daran lässt sich erahnen was nötig ist, um zu lernen.

Außerdem werde ich kurz auf die Lernpsychologie und ein paar dieser Grundbegriffe eingehen.

5.1. Physiologische Grundlagen

In diesem Unterkapitel werde ich ein paar Teile des Gehirns genauer erklären. Lernen findet in unserem Gehirn statt, aber dieses komplexe Organ lässt sich unterteilen und so sind verschiedene Areale für unterschiedliche Funktionen zuständig. Außerdem werde ich hier auch kurz auf Synapsen und ihre Kommunikation eingehen und Neuronen sowie das Nervengewebe generell erläutern. Da nicht alle Hirnteile direkt mit dem Lernen zu tun haben, werden auch nicht alle Gebiete erläutert und erklärt, da dies den Rahmen sprengen würde.

Speziell der Hippocampus spielt eine wesentliche Rolle beim Lernen, wo er sich befindet und welche Strukturen ihn umgeben, möchte ich in den nachfolgenden Kapiteln kurz zeigen, um sich das System in dem Lernen stattfindet auch vorstellen zu können.

5.1.1. Gehirnaufbau

Frederic Vester (1996) beschreibt das Gehirn als den wichtigsten Teil des zentralen Nervensystems, der sicher in einem Safe gelagert ist.

Das Gehirn ist umgeben von Gehirnwasser, das es gegen Krafteinwirkungen wie Druck und Stoß schützt (Vester, 1996). Das Gehirn (Encephalon) wird in folgende Abschnitte unterteilt: siehe Abbildung 7:

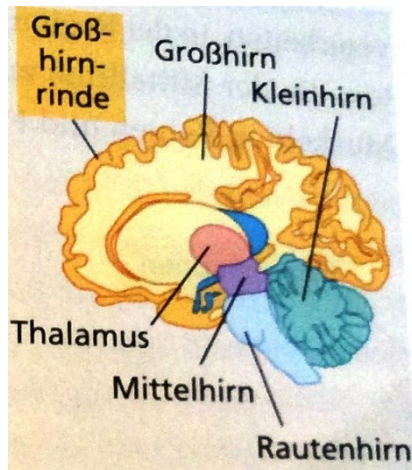


Abbildung 6: Das menschliche Gehirn (Campell & Reece, 2009, S.1445)

Weiters beschreibt Trebsdorf (2000), dass das Gehirn in Großhirn und Hirnstamm eingeteilt wird und weist den Abschnitten auch bestimmte Funktionen zu. Ich möchte hier vor allem auf das Großhirn eingehen. Ein wichtiger Teil des Großhirns ist das limbische System, diesem wird das Gedächtnis zugeordnet. Genauer gesagt, beinhaltet das limbische System den Hippocampus, welchem das Motivationsverhalten sowie Lernvorgänge zugeschrieben werden (Faller & Schünke, 2012). Diese Regionen sind für die vorliegende Arbeit von Bedeutung, da hier Lernen, aber vor allem das langfristige Behalten von Gelerntem, sowie das Überführen von Inhalten vom Kurzzeit- in das Langzeitgedächtnis stattfindet.

Großhirn bzw. Endhirn (Telencephalon):

Hier befindet sich der Sitz des Bewusstseins, der Empfindungen, des Willens und auch des Gedächtnisses. Der Balken oder Corpus callosum verbindet die beiden nahezu symmetrischen Hälften, welche als Hemisphären bezeichnet werden.

Jede der Hemisphären wird durch Furchen in vier Lobi oder Hirnlappen unterteilt: Stirnlappen (Lobus frontalis), Scheitellappen (Lobus parietalis), Schläfenlappen (Lobus temporalis) und den Hinterhauptslappen (Lobus occipitalis) (Faller & Schünke, 2012). Siehe dazu Abbildung 7.

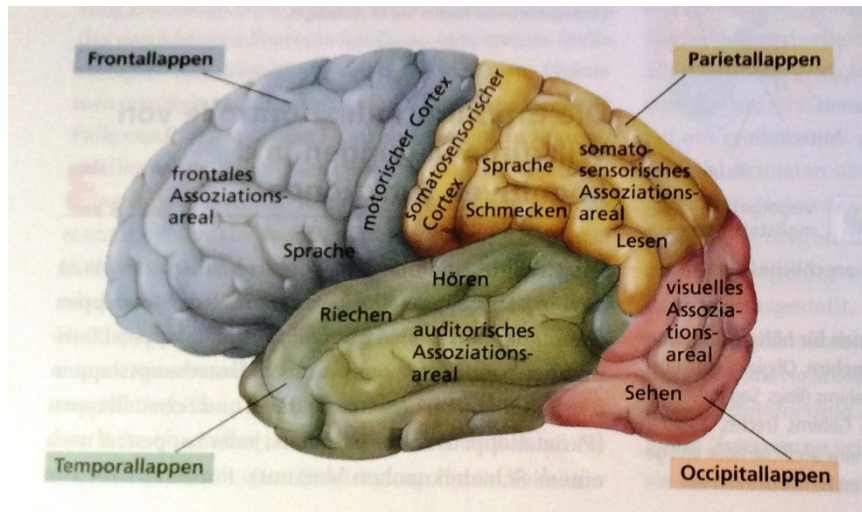


Abbildung 7: Die menschliche Großhirnrinde (Campell & Reece, 2009, S. 1446)

Zum Endhirn gehört das **limbische System** (Abbildung 8):

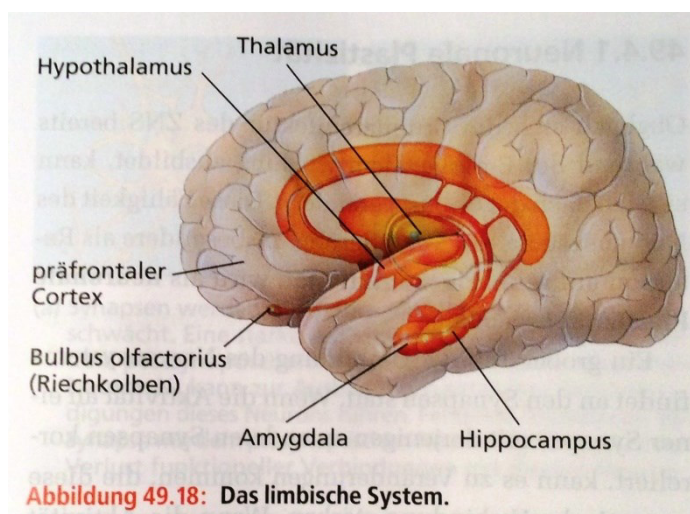


Abbildung 8: Das limbische System (Campell & Reece, 2009, S. 1449)

Dem limbischen System werden emotionales Verhalten und somit auch das Motivationsgefüge zugeordnet. Hier werden außerdem Lern- und Gedächtnisprozesse geregelt (Faller & Schünke, 2012). Eine andere Funktion des limbischen Systems ist die Einwirkung auf viele vegetative Funktionen, wie

Blutdruck, Verdauung und Herzfrequenz, dies passiert deswegen, weil das limbische System dem Hypothalamus direkt übergeordnet ist.

Auch der **Hippocampus** liegt im Telencephalon (genauer noch im limbischen System) und spielt bei Lernvorgängen, bei denen etwas schon Gelerntes mit etwas neu Gelerntem in Verbindung gesetzt wird, eine bedeutende Rolle (Wehner & Gehring, 2007). Der Hippocampus ist außerdem von großer Bedeutung, weil er in viele Lernleistungen involviert ist und somit schon zuvor erworbenes Wissen situationsgerecht abgewandelt wird (Wehner & Gehring, 2007). Das bedeutet für das Lernen, dass ohne Hippocampus keine neuen Informationen mehr gespeichert werden können. Faller und Schünke (2012) schreiben, dass der Hippocampus für die Überführung expliziter Gedächtnisinhalte vom Kurzzeitgedächtnis ins Langzeitgedächtnis verantwortlich ist. Genauer beschreiben Campell & Reece (2009) diesen Vorgang: zeitweilige Verknüpfungen oder Assoziationen, die im Hippocampus gebildet werden, ermöglichen den Abruf von Inhalten aus dem Kurzzeitgedächtnis. Gehen diese Verbindungen aber vom Kurzzeitgedächtnis in das Langzeitgedächtnis über, so werden die Verknüpfungen im Hippocampus durch anhaltende Verbindungen im Cortex selbst ausgewechselt (Campell & Reece, 2009).

5.1.2. Nervengewebe, Synapsen und Langzeitpotenzierung

Um Reize aus der Außenwelt in das Gehirn zu bringen, benötigt der Mensch bestimmte Zellen, die Nervenzellen. Das Nervengewebe, als Element des Nervensystems, ist aus den Nervenzellen (= Neuronen) und aus den Gliazellen, also aus einzelnen Zellen aufgebaut. Das menschliche Gehirn besitzt in etwa 100 Milliarden Neuronen, welche sich jeweils aus Dendriten, Neuriten und einem Perikaryon zusammensetzen (Faller & Schünke, 2012).

Zellen werden durch einen Reiz erregt, dies ist eine Grundeigenschaft jeder Zelle. Damit diese möglichst rasch weitergeleitet werden, benötigt ein Organismus Axone und die Entstehung von Aktionspotentialen. Ist ein Aktionspotential erst einmal ausgelöst, wird dieses entlang des Axons weitergeleitet (Faller & Schünke, 2012).

Aber nicht nur von außen kommende Reize lösen eine Depolarisation aus, sondern auch übertragene Erregungen durch Synapsen. Diese werden jedoch fast immer über den chemischen Weg weitergeleitet (Faller & Schünke, 2012).

Betrachtet man die synaptische Verbindung, kann man Veränderungen hinsichtlich des Kommunikationsflusses feststellen. Dieser kann entweder sehr effektiv sein (wenn die Aktivität einer Synapse mit einer anderen in Wechselwirkung steht) oder aber weniger effektiv sein. Ein Prozess, der die langfristige Verstärkung der synaptischen Übertragung herbeiführt, wird Langzeitpotenzierung (long term potentiation, LTP) genannt (Campbell & Reece, 2009).

Die Langzeitpotenzierung wird von Campbell und Reece (2009) als eine langzeitige Verstärkung der synaptischen Übertragung beschrieben: Um eine Langzeitpotenzierung zu erreichen, müssen viele kurze, hochfrequente Aktionspotentiale an einem Neuron eintreffen, sodass die postsynaptische Membran schon depolarisiert ist, wenn dort Aktionspotentiale ankommen. Wichtig bei diesem Vorgang sind präsynaptische Neuronen, die Glutamat ausschütten. (Für eine genauere Erklärung siehe Campbell & Reece, 2009, S. 1451.) „Das Ergebnis ist eine LTP – eine stabile Zunahme des postsynaptischen Potenzials. Da die LTP in Gewebeschnitten tage- oder wochenlang andauern kann, nimmt man an, dass sie einen der fundamentalsten Prozesse darstellt, durch den Erinnerungen gespeichert werden und Lernen stattfindet.“ (Campbell & Reece, 2009, S. 1452)

Ich möchte dazu ein Beispiel geben. Man stelle sich vor, am Rand einer Wiese zu stehen, bei der das Gras schon lange nicht mehr geschnitten wurde. Durch diese Wiese hindurch soll man einen Weg zur anderen Seite finden. Man beginnt wie üblich jede lange Reise mit dem ersten Schritt und so setzen wird das ganz fort. Durch unser Auftreten werden Grashalme abgeknickt oder verbogen. Manche dieser können sich vielleicht wieder aufrichten, aber viele bleiben liegen. Versucht man, diese Spur nach 5 Wochen wieder zu gehen, so wird man den schon gegangenen Weg nicht wieder finden, geht man diesen Weg aber nach kurzer Zeit wieder und wiederholt diesen Vorgang so entsteht ein Pfad. Je öfter man diesen

geht, desto leichter ist es, ihn einzuschlagen. Ganz ähnlich funktioniert auch unser Gedächtnis wenn wir lernen und wiederholen.

5.2. Das Gedächtnis (Speichern, Wiederfinden und Vergessen)

Die wohl bedeutendste und bekannteste Theorie über das Gedächtnis stammt von Atkinson & Shiffrin (1968) und wird als Mehrspeichermodell bezeichnet. Hier findet man die Begriffe Ultrakurzzeitgedächtnis (sensory register), Kurzzeitgedächtnis (short-term store) und Langzeitgedächtnis (long-term store), die im folgenden Abschnitt beschrieben werden.

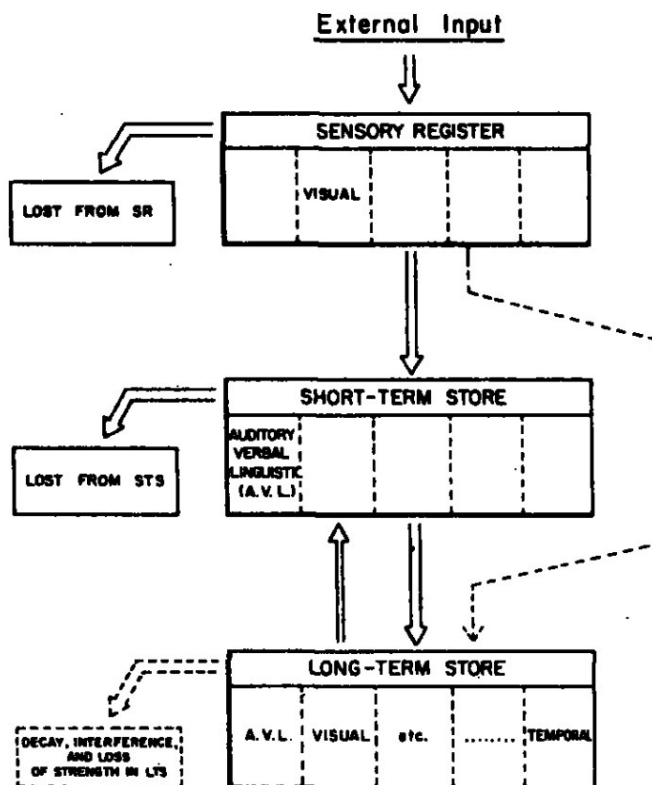


Abbildung 9: Strukturen des Gedächtnissystems (Atkinson & Shiffrin, 1968, S. 93)

Das Modell (Abbildung 9) beschreibt die drei Hauptkomponenten: das Ultrakurzzeitgedächtnis, das Kurzzeitgedächtnis und das Langzeitgedächtnis (Sensory Register, Short-Term Store, Long-Term Store).

Man kann in der Abbildung 9 über die Strukturen des Gedächtnissystems genau erkennen wie die Übertragung in das Langzeitgedächtnis erfolgen kann. Mit A.V.L.

ist ein „Lernstil“ gemeint bei dem man Informationen durch Zuhören und selbst Aussprechen behält und versteht.

In Abbildung 10 kann man entlang der fett hervorgehobenen Richtungspfeile den Weg von Informationen, von einem Teil des Systems in ein anderes, verfolgen.

Generell besagt dieses Speichersystem, dass im Ultrakurzzeitgedächtnis nur kurzfristig Informationen gespeichert werden, bis sie ins Kurzzeitgedächtnis überführt oder vergessen werden. Dort können durch erhaltendes Wiederholen (rehearsal), das unter Kontrollprozesse (Abbildung 10) fällt, Informationen ins Langzeitgedächtnis überführt werden. Je öfter eine Information wiederholt wird, desto eher wird sie in das Langzeitgedächtnis überführt. Das Langzeitgedächtnis wird laut Shiffrin & Atkinson (1969) als permanenter Aufbewahrungsort erklärt, in welchem Informationen niemals zerstört oder eliminiert werden können (hierbei werden Unfälle, Krankheiten oder ähnliche Situationen, die zu einem Gedächtnisverlust führen können, nicht beachtet). Werden Gedächtnisinhalte aus dem Langzeitgedächtnis benötigt, werden sie wieder in das Kurzzeitgedächtnis überführt, was sich in Abbildung 10 gut an den gegengesetzten Pfeilen zwischen Kurzzeitgedächtnis und Langzeitgedächtnis erkennen lässt.

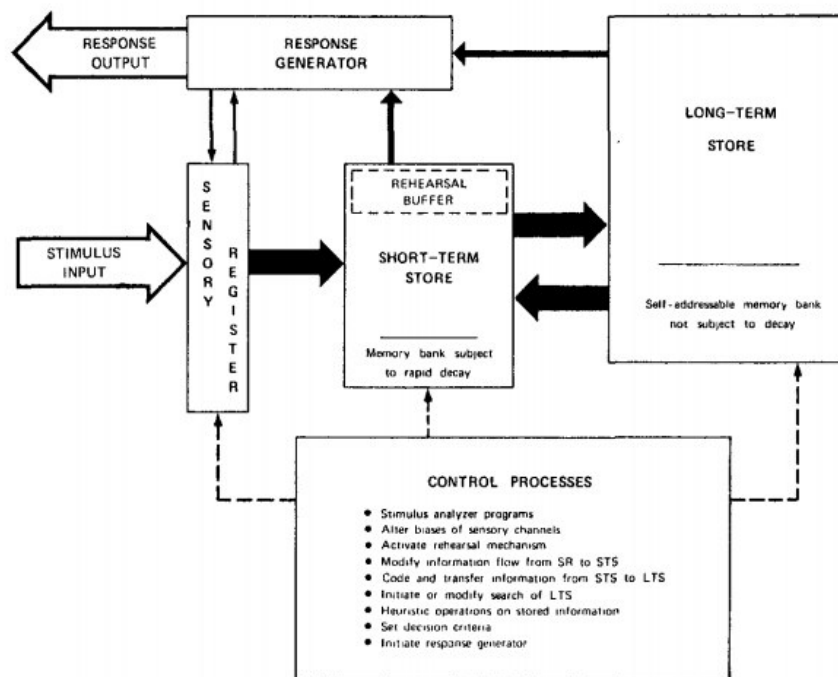


Abbildung 10: Erinnerungssystem (Shiffrin & Atkinson, 1969, S.180)

Thomas Gruber (2011) definiert das Gedächtnis als einen Vorgang und ein System, das, obwohl die ursprüngliche Information nicht mehr vorhanden ist, trotzdem Informationen einspeichert und aufbewahrt und diese abrufen und anwendet. Als Information versteht Gruber (2011) jegliche Bilder, Geräusche, Wörter und so weiter, die als Reize in unserem Gehirn eintreffen.

Um sich Sachverhalte, Fakten oder Situationen zu merken, und daraus zu lernen, muss man sich Dinge merken. Dazu benötigt der Mensch das Gehirn. Wie lange die Informationen jedoch gespeichert werden und wie schnell man darauf zugreifen kann, ist abhängig von wichtigen Strukturen unseres Gehirns. So muss laut Vester (1996) eine Information verschiedene Stufen passieren, um ein Leben lang verankert zu bleiben. Die erste Barriere, die sie zu überschreiten hat, nennt Vester (1996) ebenfalls Ultrakurzzeitgedächtnis. Vom Ultrakurzzeitgedächtnis werden Informationen in das Kurzzeitgedächtnis und schließlich in das Langzeitgedächtnis übertragen (Vester, 1996; Gruber, 2011). Wobei Gruber (2011) erwähnt, dass in neueren Studien gezeigt werden konnte, dass das Kurzzeitgedächtnis nicht unbedingt einen notwendigen Zwischenschritt zum Langzeitgedächtnis darstellt.

Hier betonen Shiffrin und Atkinson (1969) aber, dass die übertragene Information keineswegs aus dem Kurzzeitgedächtnis gelöscht wird, wenn sie in das Langzeitgedächtnis übertragen wird, sondern die Information wird kopiert und ist im ursprünglichen System noch immer vorhanden.

5.2.1. Das Ultrakurzzeitgedächtnis

Als das Ultrakurzzeitgedächtnis bezeichnet Frederic Vester (1996) den ersten Filter, der Informationen und Wahrnehmungen aufnimmt und ausfiltert. Gruber (2011) benennt das Ultrakurzzeitgedächtnis auch als sensorisches Gedächtnis. Wehner und Gehring (2007) beschreiben das Ultrakurzzeitgedächtnis als Stimulus spezifisches (sensorisches) Immediatgedächtnis, welches nur ein paar Sekunden Informationen speichert und dann die gelernte Information in das Kurzzeitgedächtnis überführt. Auch Shiffrin und Atkinson (1969) bemerken, dass das Ultrakurzzeitgedächtnis lediglich die Informationen behält, bis sie ins

Kurzzeitgedächtnis übertragen werden, was aber nur ein paar wenige Sekunden oder noch weniger dauert.

Weiters beschreibt Vester (1996) ein populäres Phänomen, das vielen Menschen bekannt ist, nämlich des Vergessens von gerade erlebten Situationen. Das Ultrakurzzeitgedächtnis konnte durch Versuche an Ratten nachgewiesen werden und benötigt ca. 10 - 30 Sekunden um eine Information zu verarbeiten. Wird dieser Prozess gestört, wird die Information auch nicht an das Kurzzeitgedächtnis weitergeleitet (Vester, 1996). Angenommen, ein Footballspieler wird gefoult und man kümmert sich zuerst um die Verletzung und fragt erst nach ein paar Minuten, was passiert ist, so kann er sich oftmals nicht mehr daran erinnern. Wird der gefoulte Spieler aber sofort, d.h. innerhalb der nächsten 20 Sekunden, gefragt was genau geschehen ist so kann er ganz genau beschreiben, von wem er wie gefoult wurde und was genau geschehen ist. Aber dieser Prozess geht noch weiter, denn wenn er einmal ausgesprochen hat, was passiert ist, kann er sich auch noch später daran erinnern und es genau wiedergeben (Vester, 1996).

Hierfür ist das Ultrakurzzeitgedächtnis verantwortlich und genau hier erklärt sich auch ein bekanntes Phänomen aus der Schule. Wird ein Sachverhalt auf unterschiedliche Weisen erklärt so ist dies für SchülerInnen oft zu kompliziert und bevor die gerade gehörte Information verarbeitet werden kann, rieselt auch schon die nächste Erklärung ein und durch diese Interferenz kann die erste Erläuterung nicht verarbeitet werden (Vester, 1996).

Übernimmt man diese Theorie, sollte man sich in der Praxis bewusst sein, dass zu viele Informationen genau dann nicht aufgenommen werden können, wenn die zuvor gehörten Dinge noch nicht verarbeitet werden konnten. Versucht man für einen Sachverhalt unterschiedliche Lösungen oder Erklärungen zu liefern, muss man den SchülerInnen auch genügend Zeit lassen, diese zu verarbeiten. Ermöglicht man ihnen diesen Verarbeitungsprozess nicht, kann die gehörte Information auch nicht in das Kurzzeitgedächtnis gelangen und in weiterer Folge auch nicht in das Langzeitgedächtnis.

Schenkt man dieser Theorie Beachtung, muss man jedem/jeder SchülerIn die Möglichkeit geben, das Gehörte auch zu verarbeiten. Dies kann man meines Erachtens nach gerade dann gewährleisten, wenn die SchülerInnen selbst die Zeit der Verarbeitung bestimmen, und nicht die Lehrperson, wie das beim offenen Lernen der Fall ist.

5.2.2. Das Kurzzeitgedächtnis

Wenn eine Information aus dem Ultrakurzzeitgedächtnis weitergegeben wird, gelangt sie in das Kurzzeitgedächtnis und hier bleibt der Eintrag solange erhalten, bis er ausgelöscht oder von einem neuen Reiz ausgewechselt wird (Gruber, 2011).

Vester (1996) gibt an, dass die Dauer, bis ein Ereignis oder etwas Gelerntes vom Ultrakurzzeitgedächtnis ins Kurzzeitgedächtnis übertragen wird, etwa 20 Minuten dauert. Er beschreibt auch das Phänomen, dass als retrograde Amnesie bezeichnet wird. Es tritt ein, wenn z. B. ein Unfall passiert ist und der/ die AutolenkerIn dadurch so geschockt ist, dass er oder sie sich an die letzten 20 Minuten nicht erinnern kann, also an genau die Zeit, die eigentlich vom Kurzzeitgedächtnis gesichert sein sollte.

Daraus lässt sich schließen, dass durch einen Schock der Übergang vom Kurzzeit- in das Langzeitgedächtnis blockiert ist. Dieses Wissen kann auch für das Lernen durchaus wichtig sein, denn Lernen kann laut dieser Theorie nicht in Stresssituationen stattfinden. Dieses Wissen ist vor allem dann für eine/n LehrerIn von Bedeutung, wenn man daran denkt, dass SchülerInnen, wenn sie an die Tafel geholt werden, unter enormen Stress stehen. Denkt man an oben genannte Phänomene, so können SchülerInnen in dieser Situation nichts lernen.

Eine andere Theorie von Gruber (2011), benennt den Zeitraum, in dem Ereignisse oder Informationen im Kurzzeitgedächtnis gespeichert werden können, das Retentionsintervall. Jedoch wird hier auch erwähnt, dass die Wirkungsdauer des Kurzzeitgedächtnisses nur 20 Sekunden beträgt und dies auch nur, wenn zuvor schon ein paar Testdurchläufe bei Studien gemacht wurden.

Shiffrin und Atkinson (1969) beschreiben auch, dass durch erhaltendes Wiederholen, Informationen, bzw. Teile von diesen, in das Kurzzeitgedächtnis und möglicherweise auch anschließend in das Langzeitgedächtnis transferiert (kopiert) werden. Schließt man an den Vorgang des erhaltenden Wiederholens an, so kann man sehr gut die ablaufenden Prozesse beim Lernen von Vokabeln oder Fachbegriffen erklären. Oft merkt man sich diese Ausdrücke, wenn man einen Vorgang erklärt oder gerade darüber gesprochen hat, aber zuhause ist das Wort, der Fachausdruck oder die Vokabel schon wieder vergessen. Durch

mehrmaliges Anwenden wird es ins Langzeitgedächtnis kopiert und ist solange gut abrufbar, wie es benötigt wird.

5.2.3. Das Langzeitgedächtnis

Wenn eine Information dauerhaft vom Kurzzeitgedächtnis ins Langzeitgedächtnis übertragen wird, so nennt man diesen Übertragungsprozess „erhaltendes Wiederholen“ (Gruber, 2011). Weiters beschreibt Gruber (2011) das Langzeitgedächtnis als kontinuierlichen Wissensspeicher, der in Differenz zum Kurzzeitgedächtnis eine uneingeschränkte Speicherkapazität aufweist. Hier muss aber auch erwähnt werden, dass nicht nur Fakten für Prüfungen in unserem Langzeitgedächtnis abgespeichert werden, sondern auch durchaus andere Informationen, die wir über unsere Umwelt benötigen, oder ein generelles Wissen über unser Leben, wie die Tatsache, dass wir die deutsche Grammatik anwenden können, ohne die genauen Regeln benennen zu können (Gruber, 2011). So weist Gruber (2011) auch darauf hin, dass es unterschiedliche Subsysteme gibt, in welche das Langzeitgedächtnis unterteilt wird (siehe Kapitel 5.3.2).

Das Langzeitgedächtnis ist ein dauerhafter Speicher (Gehirnerschütterungen, schwere Lesionen, Krankheiten wie Demenz etc. ausgenommen), welcher möglicherweise zu einem Großteil wie eine Bibliothek funktioniert. Denn schreibt man ein Buch über ein gewisses Thema (Informationsübertragungen in einem Bienenvolk), so wird dieses in einem ganz bestimmten Raum aufbewahrt (Insekten). Benötigt man dann eine gewisse Information, so wird man in diesen Raum gebracht und hier sucht man nach der gewollten Auskunft. Jedoch kann es passieren, dass in der benötigten Zeit die Information nicht gefunden wird. Dieser Vorgang ist den meisten Menschen bekannt, angenommen man soll die Fachausdrücke der drei Körperteile eines Insektes nennen und ordnet dem Kopf das Wort „Caput“ zu, dem Brustteil den „Thorax“ aber es will einem nicht einfallen, wie der Hinterleib noch genannt wird. Plötzlich fällt einem beim Essen ein, dass das gesuchte Wort „Abdomen“ heißt und spricht dies auch unmittelbar aus.

Auch wenn einem das Wort „Abdomen“ nicht sofort einfällt bzw. man es nicht verbalisieren kann, würde man aus einer Liste von Beispielen das richtige Wort finden und erkennen. Im Langzeitgedächtnis findet man somit sowohl aktives, als auch passives Wissen.

Generell kann man nun festhalten, dass man Gedächtnisprozesse benötigt, um erfolgreich Informationen aufzunehmen, zu speichern und diese auch wieder abzurufen. Als Gedächtnisprozess versteht man jenen Prozess, der sich in drei Phasen einteilen lässt: Zuerst die Enkodierung, bei der Informationen im Gedächtnis abgespeichert werden, dann die Retention oder auch Konsolidierung, welche die Aufrechterhaltung des Reizes bezeichnet und zum Schluss der Abruf, der gewährleistet, dass die gespeicherten Informationen auch wieder aufgerufen werden können (Gruber, 2011).

5.2.4. Denkblockaden

Gerade in der Schule ist man des Öfteren mit Denkblockaden konfrontiert, sei es bei einer Prüfungssituation, oder wenn einem gerade nicht die richtige Erklärung einfällt, wenn man gefragt wird. In diesem Zusammenhang ist es zu allererst einmal wichtig zu erklären, was Angst und Aufregung sind. Unangenehme Situationen, Gefahren oder Stress, lösen über das Zwischenhirn und den Sympathikusnerv eine spontane Stimulation der Nebenniere und gewisser Hirnregionen aus. Adrenalin und Noradrenalin, zwei bekannte Stresshormone, werden ausgeschüttet und bewirken, dass der Körper blitzschnell auf Höchstleistung gebracht wird (Vester, 1996).

Wie Vester (1996) beschreibt, passiert aber noch etwas ganz anderes, wenn diese Hormone ausgeschüttet werden, denn dann wird auch die Schaltstelle zwischen den Neuronen beeinflusst und die synaptische Übertragung kann gestört oder sogar unterbunden werden. Daraus ergibt sich logischerweise die Schlussfolgerung, dass unter Stress niemals etwas gelernt werden kann und auch nicht sollte, selbst das Abprüfen von schon Gelerntem ist in Stresssituationen nicht förderlich.

(Genauere Erklärungen findet man in Vester, 1996.)

5.3. Lernpsychologie

Betrachtet man Lernen von der biologischen Seite, so kann man Lernen in nichtassoziatives Lernen und assoziatives Lernen unterscheiden (Wehner & Gehring, 2007; Campell & Reece, 2009). Eine wesentlich genauere Unterteilung

liefert z. B. Gruber (2011), welcher speziell das Langzeitgedächtnis in weitere Subsysteme unterteilt. Ich möchte beide Ansätze betrachten und wichtige Begriffe erklären, da sie sich größtenteils überschneiden und zusammen einen guten Überblick über unterschiedliche Systeme des Lernens aufzeigen (Abbildung 11 und Abbildung 12).

A Nichtassoziatives Lernen

- Habituation
- Dishabituation
- Sensitivierung

B Assoziatives Lernen

- I. Elementares Assoziieren:
Prozedurales (implizites) Lernen
 - Klassische Konditionierung
 - Operante (instrumentelle) Konditionierung
- II. Konfigurales Assoziieren:
Deklaratives (explizites) Lernen

Abbildung 11: Lernpsychologische Begriffe (Wehner & Gehring, 2007, S. 515)

Nichtassoziatives Lernen:

Zu den einfachsten Formen des Lernens zählt die Fähigkeit, auf einen wiederholt auftretenden Reiz adaptiv mit Verhaltensänderungen zu reagieren: entweder durch Abnahme (Habituation) oder Zunahme (Sensitivierung) der Reaktionsstärke. Beim Kiemenrückziehreflex der Meeresschnecke *Aplysia* führt mehrmalige mechanische Reizung des Siphons zur Habituation des Reflexes. Doch ein qualitativ verschiedener neuer Reiz kann die Reaktion sofort wieder voll auslösen. „Diese Dishabituation zeigt, dass es sich bei der vorhergehenden Habituation nicht um eine Ermüdung der motorischen Strukturen gehandelt haben kann, sondern dass im Nervensystem selbst Veränderungen stattgefunden haben müssen“ (Wehner & Gehring, 2007, S. 515).

Campell & Reece (2009) beschreiben die Habituation auch als eine der einfachsten Formen des Lernens, bei der die Ansprechempfindlichkeit für einen Reiz abnimmt, wenn dieser kaum oder keine neue Information liefert.

Assoziatives Lernen

Als assoziatives Lernen wird die Fähigkeit bezeichnet, verschiedene Situationen oder Erfahrungen miteinander verknüpfen zu können. So lernt ein Vogel, den unangenehmen Geschmack der Raupe des Monarchfalters mit dessen Farbe zu assoziieren und er unterlässt somit die Jagd auf analog aussehende Insekten (Campell & Reece, 2009).

Ein/e SchülerIn lernt leider oft Prüfungen mit Angst zu verbinden, was aber durchaus nicht der Fall sein muss. Deswegen kommt es in Prüfungssituationen oft zu Denkblockaden (Kapitel 5.2.4). Im Grunde findet unser Leben lang dieses Assoziative Lernen statt, wir verbinden Gerüche, Geräusche oder Geschmäcke mit Situationen. Nehmen wir den Geruch dann wahr, erscheint automatisch diese gelebte Situation vor uns. Ein Beispiel aus meinem eigenen Biologieunterricht fand folgendermaßen statt: Mein Biologielehrer hat uns von dem Aufbruch eines Schiffes, der HMS Beagle, von der Reise und von den Entdeckungen Charles Darwins erzählt, als er die Galapagosinseln betrat. Ich erinnere mich noch nach fast 6 Jahren an seine Erzählung und konnte mir dadurch auch die Fakten merken, ohne diese erst auswendig lernen zu müssen. So kann einem/einer SchülerIn lernen erleichtert werden oder sogar Spaß machen, und das ist ein sehr positiver Ansatz, denn Lernen verbinden die wenigsten mit Spaß, was übrigens auch mit assoziativem Lernen zu tun hat. Genau hier aber müsste ein neuer Unterricht ansetzen, diese negative Assoziation zu vertreiben und positive Gedanken und Gefühle zu erzeugen. Ich glaube dass Forschendes Lernen und Lernwerkstatt das Potential haben, dies möglich zu machen, solange die Lehrperson selbst bemüht ist, Spaß zu verbreiten und im Idealfall auch selbst Spaß am Forschen hat.

5.3.1. Prozedurales (implizites) Lernen:

Das implizite Gedächtnis hat mit dem bewussten Lernen in der Schule nur scheinbar wenig zu tun. Im impliziten Gedächtnis finden jene Vorgänge statt, die dem bewussten Zugriff verschlossen sind (Faller & Schünke, 2012). Der Vollständigkeit halber sollte aber auch dieses kurz erwähnt werden.

Das assoziative Lernen liegt genau dann vor, wenn Assoziationen zwischen Ereignissen hergestellt werden. Ivan Pavlov und Burrhus Frederic Skinner haben die klassische und operante Konditionierung mittels Experimenten an Tieren getestet und definiert (Wehner & Gehring, 2007; Campell & Reece, 2009).

Gruber (2011) beschreibt das prozedurale Gedächtnis als jenes System, das dafür verantwortlich ist, dass wir automatisierte Fertigkeiten und Verhaltensroutinen, wie Rad fahren, Schuhe binden etc., aufbauen können. Dies ist aber durchwegs nicht immer und automatisch schon immer so gewesen, denn erst nach langem Üben und Wiederholen werden diese Vorgänge automatisiert. Genau dieses Üben und Wiederholen aber benötigt man auch manchmal in der Schule.

Kiesel und Koch (2012) schreiben, dass das implizite Lernen vom expliziten Lernen unterschieden wird, welches in der Schule stattfindet, wo SchülerInnen angewiesen werden, Zusammenhänge zielgerichtet zu erwerben, sodass sie später bei Prüfungen erklärbar sind.

Jedoch muss hier erwähnt werden, dass implizites Lernen wesentlich komplizierter ist und auch nicht immer ganz unbewusst passiert. (Hier sei auf das Buch von Kiesel und Koch (2012) verwiesen.)

5.3.2. Deklaratives (explizites) Lernen

Das explizite Lernen, oder auch deklaratives Lernen genannt, wird beim Menschen als jener Typ des Wissenserwerbs bezeichnet, bei dem gedankliche Leistungen zu einem bewusstwerdenden Gedächtnisinhalt führen. Dies geschieht dann, wenn Mitteilungen über geschehene Ereignisse verglichen und in bedeutungsmäßige Zusammenhänge gebracht werden. Hierfür ist der Hippocampus grundlegend (Wehner & Gehring, 2007).

Wird in dem Modell, welches Wehner und Gehring (2007), aber auch Campell und Reece (2009) beschreiben, in erster Linie zwischen assoziativem und

nichtassoziativem Lernen unterschieden, so differenziert Gruber (2011) in erster Ebene zwischen Langzeitgedächtnis und transientes Gedächtnis, auf zweiter Ebene zwischen deklarativem und non-deklarativem Gedächtnis.

In Abbildung 12 zeigt Gruber (2011) eine andere Möglichkeit, das Gedächtnis in verschiedene Subsysteme zu unterteilen.

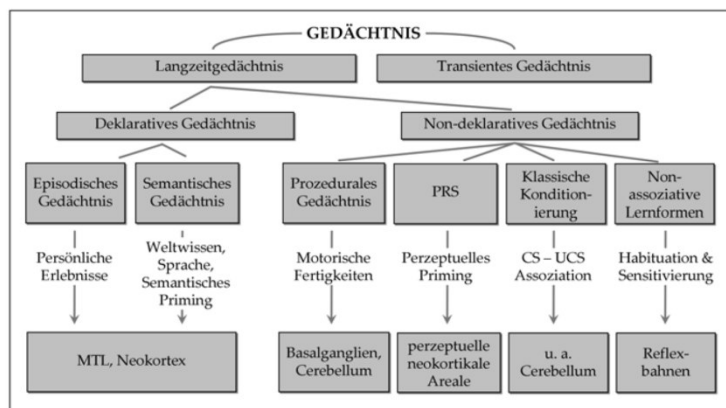


Abbildung 3.1: Taxonomie bekannter Gedächtnissysteme, Auswirkungen auf das Verhalten und vereinfachte Zuordnung beteiligter Hirnstrukturen (PRS = Perzeptuelles Repräsentationssystem; MTL = Medialer Temporallappen)

Abbildung 12: Taxonomie bekannter Gedächtnissysteme (Gruber, 2011, S. 53)

Das Langzeitgedächtnis wird nach Gruber (2011) folgendermaßen unterschieden: das deklarative Gedächtnis, das oft auch als explizites Gedächtnis angegeben wird (wobei hier eigentlich genauer zwischen dem Inhalt (deklarativ) und dem Abrufprozess (explizit) unterschieden werden sollte), ist jenes System, das bewusste Informationen speichert (z.B. den letzten Urlaub), d.h. diese Informationen können deklariert, also erklärt und beschrieben werden. Dem deklarativen Gedächtnis gegenüber steht das non-deklarative Gedächtnis, welches auch als impliziertes Gedächtnis bezeichnet wird, auch hier muss man eigentlich wieder genauer zwischen Inhalt und Abrufprozess differenzieren. Das non-deklarative Gedächtnis speichert, wie der Name schon sagt, jene Dinge ab, die nicht deklariert werden können, also jene Informationen, die nicht erklärt und beschrieben werden können. Ein Beispiel hierfür wäre das Anwenden der Grammatik. Wie schon weiter oben beschrieben, kann man hier meist nicht die genauen Regeln angeben, jedoch hat man es als MuttersprachlerIn automatisch im Gefühl, wann z. B. das Partizip Perfekt zu bilden ist.

Da gerade beim schulischen Lernen oft nur das deklarative Gedächtnis als wichtig erachtet wird, werde ich hier genauer auf dieses eingehen und das non-deklarative Gedächtnis etwas vernachlässigen. Leider kommt dem non-deklarativen Gedächtnis in der Schule zu wenig Bedeutung zu, obwohl keines der Beiden hintenanzustellen ist.

Laut Tulving (1972, zitiert nach Gruber, 2011) unterteilt sich das deklarative Gedächtnis weiter in das episodische und in das semantische Gedächtnis. Das episodische Gedächtnis ist jenes System, welches Ereignisse und Erinnerungen aus dem eigenen Leben behält und abspeichert. Also all jene Erinnerungen, die für uns und unser Leben bedeutend sind, wie etwa: die Geburt des Kindes, der Hochzeitstag, Todesfälle und Beerdigungen. All diese Ereignisse lassen sich problemlos in eine Episode unseres Lebens oder auf einem Zeitstrahl einordnen. Das semantische Gedächtnis allerdings beinhaltet jenes Wissen, das auch als generisches Wissen bezeichnet wird. So wissen wir, dass Wien die Hauptstadt von Österreich ist, dass Österreich neun Bundesländer hat oder dass eins plus zwei drei ergibt. Dieses Wissen wird auch oft als Allgemeinwissen bezeichnet und umfasst alle Fakten die wir im Laufe unseres Lebens sammeln und speichern. Oftmals wissen wir nicht, woher wir diese Informationen haben, diese Fakten aber sind auch meist ohne Zusammenhang zu anderem Wissen gespeichert.

Gruber (2011) weist aber ausdrücklich darauf hin, dass nicht immer eine strenge Trennung zwischen den Subsystemen stattfindet, sondern dass auch eine Interaktion stattfinden kann. Hat man sich nun einen Überblick über die physio- und psychologischen Grundbegriffe gemacht, bleibt noch die praktische Umsetzung für das Lernen in der Schule übrig.

5.4. (Fach)Wissenserwerb

Nun möchte ich darauf zu sprechen kommen, wie im generellen gelernt wird, im speziellen jedoch biologisches Wissen. Es gibt leider keine Literatur, die genau beschreibt, welche Fähigkeiten man benötigt, um biologisches Wissen zu lernen, daher werde ich allgemein beschreiben wie Lernen geschehen kann und versuchen, Beispiele aus der Biologie anzuführen.

In den vorigen Kapiteln habe ich einige Möglichkeiten beschrieben wie gelernt werden kann. Wie etwa durch Assoziationen oder durch ständiges Wiederholen, aber auch die Langzeitpotenzierung ist eine Form des Lernens. Diese Formen des Lernens finden in unserem Gehirn statt, ohne dass wir willkürlich darauf zugreifen können. Das bedeutet, dass wir beim Lernen nicht wirklich sagen können: „Das merke ich mir jetzt!“ oder „das vergesse ich jetzt!“. Was wir uns merken oder vergessen, hängt von unterschiedlichen Faktoren ab. Ich habe in Kapitel 3 schon erklärt, dass Wissen nicht weitergegeben werden kann, sondern selbst konstruiert werden muss. Die Konstruktion dieses Wissens findet wie schon gesagt im Gehirn statt (siehe Kapitel 5.1.1). Ein wichtiger Teil des Gehirns ist das limbische System (Kapitel 5.1.1), hier findet man das „zentrale Bewertungssystem“ (Roth, 2004, S. 499). In diesem findet eine Bewertung statt, ob etwas für uns vorteilhaft ist und wiederholt werden sollte oder ob etwas schlecht ist und dementsprechend gemieden werden sollte. Die Einstellung zum Lernstoff beeinflusst daher unser Lernverhalten. Roth (2004) beschreibt fünf Faktoren, die für das Lehren und Lernen eine bedeutende Rolle spielen. So ist die Motivation und Glaubhaftigkeit der Lehrperson selbst, aber auch die allgemeine Motivation und Lernbereitschaft der Schülerinnen, sowie die spezielle Motiviertheit der Lernenden hinsichtlich Stoff, Vorwissen und momentanen emotionalen Zustand ausschlaggebend für den Lernerfolg. Außerdem beschreibt Roth (2004) die persönlichen kognitiven und emotionalen Lernvoraussetzungen sowie die spezifischen Kontexte, in denen gelernt und gelehrt wird, als wesentliche Faktoren, welche das Lernen und Lehren beeinflussen. All diese Dinge haben Auswirkung darauf, wie erfolgreich bzw. ob SchülerInnen lernen.

Ich möchte damit beginnen, jene Lernmethode aufzugreifen, die am problematischsten ist, das Auswendiglernen. Beim Auswendiglernen bilden sich Gedächtnisnetzwerke durch ständiges Wiederholung aus (Roth, 2004). Diese Form des Lernens kann immer stattfinden, auch wenn sich weder Lerninteresse noch Vorwissen finden lassen. Auswendiglernen stellt eine Variante des impliziten Lernens dar und nicht des inhaltlich bedeutungsvollen Lernens, somit ist dieses Wissen aber auch nicht auf andere Gebiete übertragbar (Roth, 2004). Jedoch hängt auch das Auswendiglernen stark vom Vorwissen ab, angenommen ein Schüler hatte Latein, bevor im Biologieunterricht der Körperbau der Insekten durchgenommen wird, dann braucht dieser Schüler nicht die Wörter Caput, Thorax

und Abdomen auswendig lernen. Dieser Schüler kann sich die Wörter einfach als Kopf, Brust und Unterleib übersetzen. Hierbei muss natürlich angemerkt werden, dass der Prozess des Auswendiglernens dann vielleicht in Latein stattgefunden hat. Dies könnte aber auch über eine Eselsbrücke stattgefunden haben. So lernt sich die Linnese Systematik (Reich, Stamm, Klasse, Ordnung, Familie, Gattung, Art) über die Eselsbrücke: *Die Art des Gatten, die Familie in Ordnung zu halten, ist Klasse und stammt aus reicher Erfahrung*, (Herv. d. Verf.) leichter.

Viel wichtiger als Auswendiglernen ist somit das Verstehen des Gelernten. Man kann sich das Gedächtnis vorstellen wie ein Schubladensystem. In je mehr Schubladen ein gelernter Inhalt abgelegt wird, desto besser lässt sich dieser, mit allem anderen dazu verknüpften Wissen, wiedergeben. Somit sollte Wissen immer den Anschluss an etwas schon vorhandenes finden. Dies deutet darauf hin, dass auch das Vorwissen ein wichtiger Punkt ist, der Lernen generell fördert. Für SchülerInnen ist es leichter, neu eingeführten Stoff alltagsnah und anschaulich darzustellen, und mit etwas schon bekanntem zu verknüpfen. Ein Beispiel hierfür wäre, das „Geweih“ des Hirschkäfers mit dem Hirschen zu verbinden. So weiß der Lernende, warum der Käfer diesen Namen trägt und dass der weibliche Hirschkäfer wie die Hirschkuh kein Geweih trägt. Spricht also jemand vom Geweih eines Hirschen fällt dem Lernenden auch der männliche Hirschkäfer ein.

Es ist wichtig, Inhalte und Wissen zu vernetzen, dies geschieht leichter an je mehr Vorwissen (Schubladen) angeknüpft werden kann (Roth, 2004).

Ein weiterer Faktor für erfolgreiches Lernen ist laut Roth (2004) auch der Lernkontext. Er beschreibt, dass Lernende neben dem Inhalt auch mitabspeichern, wer den Inhalt vermittelt hat, sowie wann und wo das Lernen stattgefunden hat. Inhalte die in einer negativen Umgebung von unmotivierten Lehrpersonen unterrichtet wurden, haben demnach eine schlechtere Chance, dauerhaft im Gedächtnis verankert zu bleiben.

Als Lehrperson sollte man sich der Tatsache bewusst sein, dass das Anknüpfen an das Vorwissen für die SchülerInnen ein leichteres, alltagstreuere und realistischeres Lernen durch Assoziationen ermöglicht.

Allgemein lassen sich nun abschließend über erfolgreiches Lernen noch vier wichtige Punkte zusammenfassen (Hasselhorn & Gold, 2009):

- Der neuen Information muss genügend Beachtung und Aufmerksamkeit geschenkt werden.

- Die neuen Informationen müssen ausreichend oft wiederholt und/oder geübt werden.
- Die neuen Informationen müssen mit dem bereits vorhandenen Wissen abgeglichen werden.
- Es muss zu einer Konsolidierung¹⁵ des neuen Wissens kommen.

Verbindet man nun alle Teile dieses Kapitels, so kann man sich für erfolgreiches Lernen das INVO-Modell (Individuelle Voraussetzungen) (Hasselhorn & Gold, 2009) für erfolgreiches Lernen zurate ziehen (Abbildung 13). So ist das Zahnrad des „Erfolgreichen Lernens“ von anderen umliegenden Zahnrädern abhängig und all diese greifen in unterschiedlicher Schwere ineinander.



Abbildung 13: INVO-Modell erfolgreichen Lernens (Hasselhorn & Gold, 2009, S. 68)

Wie man auch in Abbildung 13 auf der rechten Seite sehen kann, ist ein wichtiger Teil erfolgreichen Lernens die Motivation. Aber auch das Interesse darf nicht außer Acht gelassen werden, denn jeder weiß, dass sich vieles viel leichter lernen lässt, was einen persönlich interessiert, als Inhalte, die einen nicht fesseln (Roth,

¹⁵ meint die Verfestigung und Einprägung

2004). Daher möchte ich nun kurz einen Exkurs zu Interesse und Motivation machen, da beide Dinge für das fachliche Lernen wichtig sind.

5.5. Interesse und Motivation

Die Interessenstheorie wurde von Krapp und Schiefele geprägt, wohingegen die Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan federführend war, was Interesse und Lernmotivation betrifft. Beide Theorien werden hier nur in aller Kürze dargestellt. (für ausführlichere Darstellung: Fellingner, 2015)

Deci und Ryan (1993) beschreiben in ihrer Arbeit, dass man vor allem dann qualitativ hochwertige Lernergebnisse erwarten kann, wenn die Motivation selbstbestimmte Formen der Handlungsregulation aufweist. Daher liegt es nahe, dass Motivation und erfolgreiches Lernen eng zusammenhängen. Eine weitere Studie, die Deci und Ryan (1993) vorstellen, kann ebenfalls so interpretiert werden, als dass sich die Motivation für qualitativ wertvolle Leistungen an der Spitze befindet, wenn die Kontrollbedingungen minimiert werden und der Beistand der Autonomie perfektioniert wird. Ich komme aber gleich darauf zu sprechen, wie auch Motivation und Interesse zusammenhängen und wie aus Motivation Interesse werden kann¹⁶.

Krapp (1999) unterteilt die Lernmotivation in intrinsische und extrinsische Lernmotivation. Schiefele (1996, S. 50; zitiert nach Krapp 1999 S. 388) beschreibt den Begriff Lernmotivation wie folgt: „Wunsch bzw. Absicht, bestimmte Inhalte oder Fertigkeiten zu lernen“.

Intrinsische Motivation und extrinsische Motivation können allgemein unterschieden werden, da alles was man um der Sache selbst macht, ohne von außen gesteuert zu werden, als intrinsische Motivation aufgefasst wird. Wohingegen als extrinsische Motivation alles aufgefasst wird, was von außen initiiert oder gesteuert wird, oder wenn eine Handlung nur ein Mittel zum Zweck darstellt (Krapp, 1999).

Die Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan (1993) besagt, dass sich ein Individuum aktiv mit seiner Umwelt beschäftigt und sich dadurch weiterentwickelt,

¹⁶ Diese Idee stellt eine Richtung der Interessenstheorie dar, für eine detaillierte Beschreibung siehe Krapp (1992) Interesse, Lernen und Leistung

solange drei psychologische Grundbedürfnisse gestillt sind. Diese Grundbedürfnisse umfassen:

- Kompetenz
- Autonomie
- Soziale Eingebundenheit

Solange diese drei Grundbedürfnisse gestillt sind, kann sich eine bereits vorhandene intrinsische Motivation fortsetzen (Deci & Ryan, 1993).

Auch Deci und Ryan (1993) unterscheiden intrinsisch und extrinsisch motivierte Handlungen, wobei ebenfalls das intrinsisch motivierte Handeln als jenes bezeichnet wird, das um ihrer selbst willen geschieht und aus Interesse am Gegenstand selbst. Ebenso werden extrinsisch motivierte Handlungen als jene beschrieben, die durch äußere Wirkungen eingeleitet werden, somit sind sie fremdbestimmt (Abbildung 14).

Behavior	Nonself-determined				Self-determined	
Type of Motivation	Amotivation	Extrinsic Motivation				Intrinsic Motivation
Type of Regulation	Non-regulation	External Regulation	Introjected Regulation	Identified Regulation	Integrated Regulation	Intrinsic Regulation
Locus of Causality	Impersonal	External	Somewhat External	Somewhat Internal	Internal	Internal

Abbildung 14: Selbstbestimmungskontinuum nach Deci & Ryan (2000, S.237, zitiert nach Henke 2006 S. 15)

In Abbildung 14 kann man die unterschiedlichen Arten der Motiviertheit sehen und die unterschiedlichen Abstufungen zwischen Unmotiviertheit und intrinsischer Motiviertheit. Die Wandlung vom extrinsisch zum intrinsisch motivierten Handeln bzw. Lernen findet in einem Regulationsprozess innerhalb dieses Kontinuums statt (Deci & Ryan 1993, zitiert nach Henke 2006). Hierbei lässt sich extrinsische Motivation in vier gesonderte Typen der Verhaltensregulation aufschlüsseln. Bei der rein externalen Verhaltensregulation liegt eine hohe fremdgesteuerte Motivation vor, ein Beispiel hierfür wäre das Abzielen auf eine gute Note, um dafür eine Belohnung zu erhalten, oder aber

auch um eine Bestrafung zu vermeiden. Bei den internalen Faktoren steht bereits die eigene Neugier im Vordergrund, dazwischen liegen die introjizierte Regulation und die identifizierte Regulation, diese entstehen durch einen steigenden inneren Druck (Abbildung 14).

Nach Prenzel et al. (1998, zitiert nach Henke, 2006) kann man durch das vorher genannte Regulationsmodell des Selbstbestimmungskontinuums die Relation zwischen Motivation und interessensgeleitete Handlungen darlegen (Abbildung 15). Anhand der Grafik kann man erkennen, dass die Stufe des Interesses genau dann erreicht wird, wenn Selbstbestimmung, sowie Inhalts- und Tätigkeitsanreiz ausreichend groß sind.

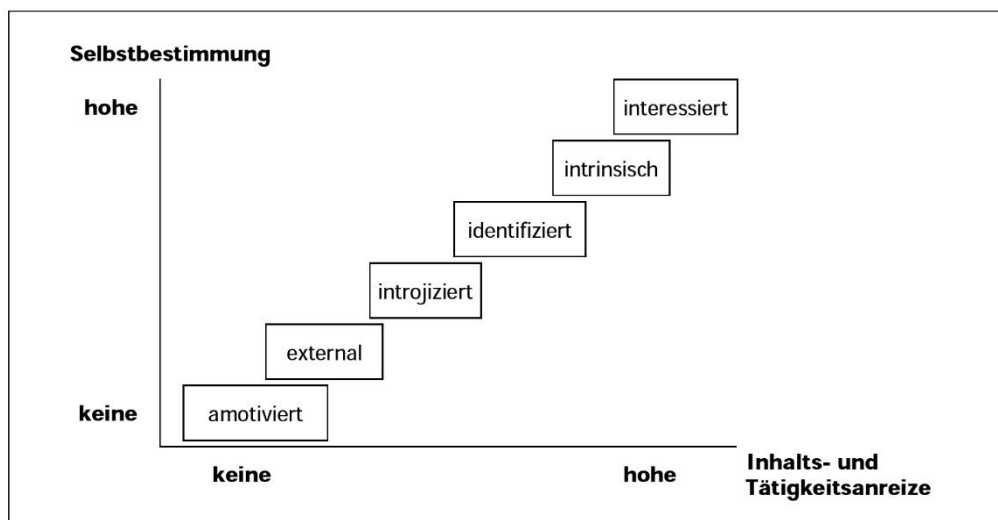


Abbildung 15: Sechsstufiger Zusammenhang zwischen Selbstbestimmung und Anreiz nach Prenzel et al. (1998, 8, zitiert nach Henke 2006 S. 16)

Geht man von diesem Stufenmodell aus, benötigt man einen hinreichend großen Inhalts- und Tätigkeitsanreiz, um Interesse herbeizuführen. Geht man davon aus, dass beim Forschenden Lernen die SchülerInnen sich eine naturwissenschaftliche Frage suchen, die sie interessiert, so kann man auch davon ausgehen, dass der Inhalts- und Tätigkeitsanreiz relativ hoch sein muss. „Umwelten, in denen wichtige Bezugspersonen Anteil nehmen, die Befriedigung psychologischer Bedürfnisse ermöglichen, Autonomiebestrebungen des Lerners unterstützen und die Erfahrung individueller Kompetenz ermöglichen, fördern die

Entwicklung einer auf Selbstbestimmung beruhenden Motivation“ (Deci & Ryan, 1993, S. 236). Sehr bedeutend ist die Erfahrung, dass eigene Handlungen frei gewählt werden dürfen und können (Deci & Ryan, 1993).

Nachdem nun geklärt wurde, was Forschendes Lernen bedeutet und welche Kompetenzen dazu nötig sind, wurden die geforderten Kompetenzen der Bildungsstandards erläutert. Im letzten Kapitel des Theorieteils wurde nun der Grundstock für die Tätigkeit des Lernens gelegt. Physiologischen Grundbegriffen und Voraussetzungen für Lernen und die Theorie von Haselhorn und Gold (2009) welche Punkte erfolgreiches Lernen induzieren wurden beschrieben. Nun möchte ich zum praktischen Teil dieser Arbeit kommen, in dem ich das spezielle Setting der Lernwerkstatt Donaustadt erklären und meine Ergebnisdarstellung und Interpretation darlegen werde. Die Interpretation und Analyse der Ergebnisse wird basierend auf der zuvor genannten Theorie vorgenommen.

Teil II

Empirischer Forschungsteil

6. Die Beschreibung des Projektes und des Umfeldes

Die vorliegende Arbeit fand in Zusammenarbeit mit der Inklusiven Wiener Mittelschule Lernwerkstatt Donaustadt statt und entstand aus dem Habilitationsprojekt von Dr. Simone Abels. Die Untersuchungen von Dr. Abels sollen LehrerInnen, aber auch Schulen insgesamt, helfen, mit den heterogenen Lernvoraussetzungen von SchülerInnen im naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe I umzugehen (<https://aeccc.univie.ac.at/projekte/habilitationsprojekt-von-dr-simone-abels/>, Zugriff am 11.1.2016). Das Projekt von Dr. Simone Abels wurde vom Stadtschulrat genehmigt.

Im Zuge einer universitären Lehrveranstaltung durfte ich Dr. Simone Abels kennenlernen. Sie gab mir die Gelegenheit, mit meiner Diplomarbeit an ihrem Habilitationsprojekt teilzuhaben. Im Zuge von Gesprächen entstanden neue Fragestellungen, mit welchen ich mich in dieser Arbeit befassen werde (s. Kap. 6.4).

6.1. Die Inklusive Mittelschule Lernwerkstatt Donaustadt

Die Lernwerkstatt Donaustadt befindet sich im 22. Wiener Gemeindebezirk und wird als Mittelschule mit acht Integrationsklassen und zwei Sonderschulklassen¹⁷ geführt. Die SchülerInnen werden von der 5. bis zur 8. Jahrgangsstufe betreut und unterrichtet. In jeder Klasse sind bis zu 24 SchülerInnen, wobei sich in jeder Klasse auch ca. fünf Integrationskinder befinden (Minnerop-Haeler, 2013). Minnerop-Haeler (2013) versteht unter dem Begriff ‚Integrationskinder‘ SchülerInnen mit geistig oder körperlichen Behinderungen, Autismus, ADHS, Teilleistungsschwächen oder Ähnlichem.

Eine weitere Besonderheit ist, dass diese Schule als „Offene Schule“ geführt wird, was bedeutet, dass die Schule eine freiwillige Ganztagschule ist.

¹⁷ Zum Zeitpunkt des Jahres 2014. Nach Auslaufen dieser gibt es in der Schule keine Sonderschulklassen mehr.

Diese Schule gibt ein gutes Beispiel für gelebte Inklusion¹⁸.

Die Schule versucht entlang mehrerer Leitlinien der Vielfalt der SchülerInnen gerecht zu werden. Damit ist z.B. gemeint exemplarisches Lernen der Stofffülle vorzuziehen, aber auch auf die Begabungen und Talente der einzelnen SchülerInnen einzugehen sowie ein gemeinsames Lernen zu ermöglichen, in dem alle SchülerInnen voneinander, aber auch miteinander lernen (Minnerop-Haeler, 2013).

Die Schule versucht durch individuelle Leistungsbeurteilungen der Individualität der SchülerInnen gerecht zu werden. So gibt es von der fünften bis zur siebten Schulstufe keine Ziffernnoten zur Beurteilung, sondern folgende Alternativen:

- Der Kompass (d.h. Kompetenzenpass) gibt einen Überblick über die Kompetenzen, welche von den SchülerInnen in den vier Jahren erreicht worden sind.
- Das KDL-Gespräch (Kommentierte Direkte Leistungsvorlage) bietet den SchülerInnen die Möglichkeit, ihren Eltern und LehrerInnen ihre Arbeiten, Werkstücke und vollbrachten Leistungen vorzustellen (<http://lws22.schule.wien.at/besonderes/leistungsbeurteilung/>, Zugriff am 11.1.2016).

Den SchülerInnen stehen auch entwicklungsbegleitende Angebote zur Verfügung. Darunter versteht die Schule eine Lern-, Lebens- und Entwicklungsbegleitung durch ExpertInnen. Diese entwicklungsbegleitenden Angebote sind unter anderem:

- Tiergestützte Pädagogik
- Heilpädagogisches Voltigieren
- Kunsttherapie
- Outdoorpädagogik
- Lebenspraktisches Training

¹⁸ Inklusion wäre aber nur dann vollständig zutreffend, wenn eine Schule für alle existieren würde, was aber nicht der Fall ist. In der Schule gibt es aber Möglichkeiten, welche sich der Inklusion annähern. Zum Beispiel die alternative Leistungsbeurteilung, aber auch die Tatsache, dass Reformpädagogik betrieben wird, versucht möglichst nahe an den Anspruch an Inklusion zu kommen (siehe <http://lws22.schule.wien.at/besonderes/reformpaedagogik/> sowie Abels, 2014a).

- uvm. (<http://lws22.schule.wien.at/besonderes/entwicklungsbegleangebote/>, Zugriff am 11.1.2016)

Die Weltorientierung, welche als reformpädagogisches Prinzip des Jenaplans ein Teil des Unterrichts ist, bietet den SchülerInnen individuelle Arbeitsmöglichkeiten. Hierbei wird den SchülerInnen ermöglicht, forschend-entdeckend zu arbeiten. Eine weitere Besonderheit der Schule, die Lernwerkstatt als eigener Bereich in der Schule, weist Parallelen zum forschend-entdeckenden Arbeiten auf. Im Theorieteil (Kapitel 2) habe ich versucht allgemein zu erklären, was eine Lernwerkstatt ausmacht. Nun möchte ich speziell die Lernwerkstatt vorstellen in der ich versucht habe, meine Fragestellung zu erforschen.

6.2. Die Lernwerkstatt

In der Lernwerkstatt haben die SchülerInnen einmal pro Jahr die Möglichkeit, sich in einem Raum voller anregender Materialien, Kuriositäten und Naturphänomenen Fragen zu stellen und diese zu erforschen. Für das Betreiben der Lernwerkstatt als Format steht der Schule ein Bereich aus drei Räumen zur Verfügung. Diese Räume (ebenfalls als Lernwerkstatt bezeichnet) dienen den SchülerInnen zum Forschen, Entdecken, Lernen und Experimentieren.

Die Lernwerkstatt als Format findet für jede Klasse einmal pro Jahr für drei Tage statt. Jedes Jahr wird ein Thema (Kleines Leben ganz groß (d.h. Insekten etc.), Wasser, Licht ...) vorgegeben und zu diesem können die Kinder Fragen stellen, Hypothesen aufstellen und diese überprüfen. Die erste Lernwerkstatt in der 5. Schulstufe wird als Stationenbetrieb geführt, um die Kinder langsam in das Format einzuführen. Diesen Stationenbetrieb werde ich ebenfalls im nächsten Kapitel erklären.

Die sogenannten Schachtelstunden dienen auch als Vorbereitung für die Lernwerkstatt. Zwei Stunden pro Woche stehen laut Lehrplan den SchülerInnen zur Verfügung, um ihren momentanen Interessen, Lernmotivationen und Neigungen freien Lauf zu lassen. Diese Themenschachteln sind so aufgebaut, dass sich die Kinder selbstständig beschäftigen und anschließend ihre Ergebnisse kontrollieren können. Die Schachteln entsprechen dem Level 0 des Forschenden Lernens nach Blanchard et al. (2010) und dienen somit sehr gut als Einstieg in die später folgende Lernwerkstatt (Forschendes Lernen Level 3).

Die unterschiedlichen Themen der Schachteln (Geld, London, Gesunde Zähne, Geheimschriften usw.) werden von den SchülerInnen selbst gewählt. Sie haben zwei Stunden Zeit diese zu bearbeiten. Eine Schachtel setzt sich zusammen aus einer genauen Anleitung was zu tun ist, den benötigten Materialien und einem Kontrollblatt. Mit diesem Kontrollblatt können die SchülerInnen selbständig kontrollieren, ob sie die Aufgabe richtig gelöst haben (Minnerop-Haeler, 2013). Somit dienen die Schachtelstunden als Vorbereitung für den Stationenbetrieb (Level 0 bzw. Level 1 des Forschenden Lernens, s. Kap. 2) welcher wiederum als Vorbereitung für die Lernwerkstatt dient.

6.2.1. Der Stationenbetrieb

Der Stationenbetrieb ist der Lernwerkstatt vorgeschaltet und dient als Einstieg in diese. Der Stationenbetrieb findet auf Level 0 bzw. Level 1 des Forschenden Lernens statt. Er soll den SchülerInnen den Einstieg in die Lernwerkstatt erleichtern indem versucht wird, dort den SchülerInnen „wissenschaftliches Arbeiten“ näher zu bringen. Es werden Stationen aufgebaut, bei denen die Lernenden ihre Fähigkeiten und Kompetenzen, hinsichtlich beobachten, Fragen finden, messen und Daten auswerten, ausbauen können. In den folgenden Zeilen werde ich den Ablauf kurz beschreiben, um kurz zu erklären, wie diese Vorbereitung vonstattengeht.

Der Stationenbetrieb hat mir als das erste Kennenlernen der SchülerInnen gedient. Dort habe ich mir erstmals ein Bild von den Lernenden gemacht (Details in Kap. 6.3) und einen ersten Eindruck von ihrer Arbeitsweise bekommen. Außerdem haben die SchülerInnen auch mich kennengelernt, wodurch bei der Lernwerkstatt ein Schuljahr später eine bessere Vertrauensbasis vorhanden war, welche das Arbeiten auf beiden Seiten erleichtert hat.

Am ersten Tag findet ein Plenum statt, bei dem ein Brainstorming durchgeführt wird, wie ForscherInnen arbeiten. Außerdem werden die Grundlagen geschaffen, um den SchülerInnen genaues Arbeiten zu ermöglichen und der Unterschied zwischen beobachten und vermuten erläutert (Abbildung 16: Aufgabe zum Basteln eines Mikroskops (links oben), Laufzettel zum Stationenbetrieb „Kleines Leben ganz groß“ (rechts); Unterschied zwischen Beobachten und Vermuten (links unten). Jedes Kind bekommt eine Liste und wird in den Raum der

Lernwerkstatt geschickt, um dort alles aufzuschreiben was es findet und sieht. Anschließend werden diese Dinge gesammelt und festgehalten. Nun bekommt jede/r eine Liste von Arbeitsaufträgen (Stationsplan), die jede/r SchülerIn nach eigenem Ermessen und in beliebiger Reihenfolge abhandeln kann. Der Stationenbetrieb ist im Ablauf hinsichtlich der Plena und der Bearbeitung der unterschiedlichen Aufträge der Lernwerkstatt sehr ähnlich außerdem findet er ebenfalls drei Tage statt. Nur die Offenheit unterscheidet sich maßgeblich von der Lernwerkstatt, da diese auf Level 3 des Forschenden Lernens stattfindet und der Stationenbetrieb Level 0 oder Level 1 entspricht. Im Anschluss an die Arbeitsphasen und die Plena stellen die SchülerInnen bei einer Präsentationsfeier eine Station ihrer Wahl vor.

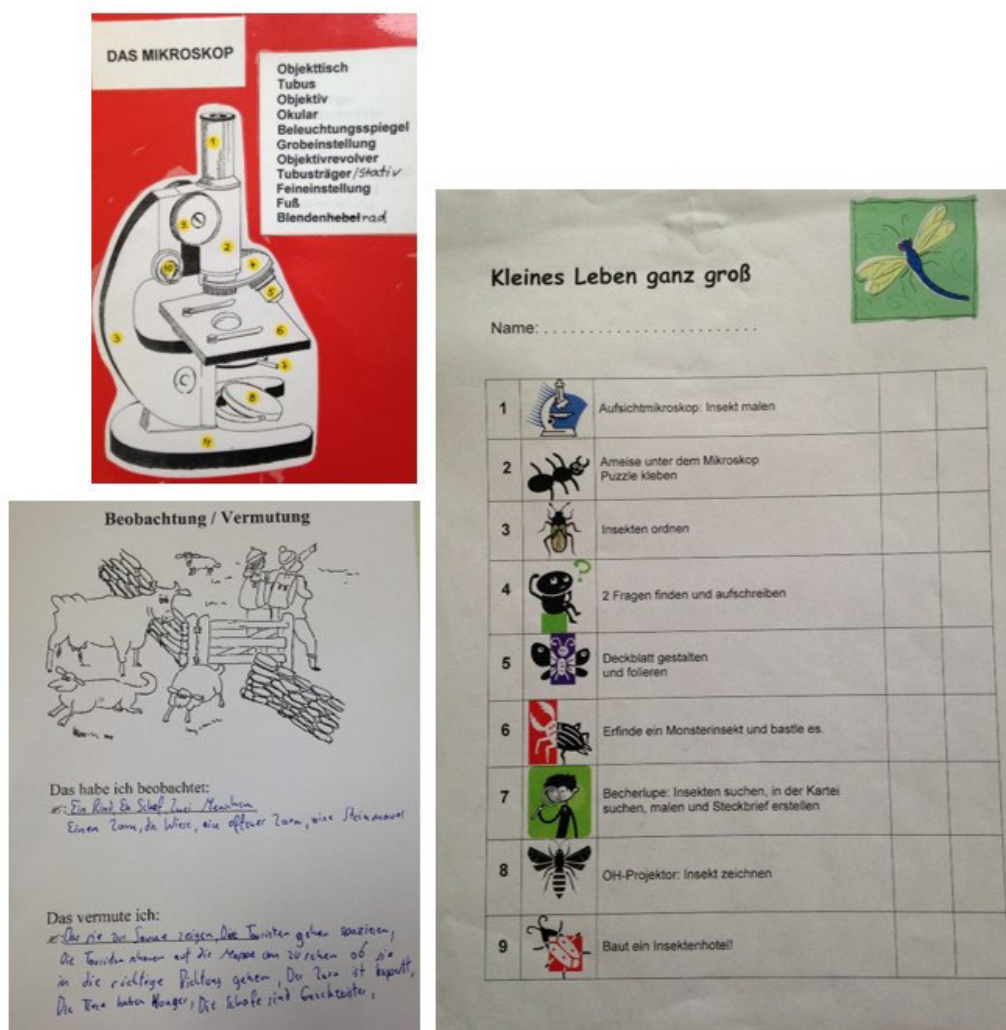


Abbildung 16: Aufgabe zum Basteln eines Mikroskops (links oben), Laufzettel zum Stationenbetrieb „Kleines Leben ganz groß“ (rechts); Unterschied zwischen Beobachten und Vermuten (links unten)

Nachdem ich nun die Beschreibung des Stationenbetriebs vorgenommen habe, werde ich nun den genauen Ablauf der Lernwerkstatt erklären.

6.2.2. Der Ablauf der Lernwerkstatt

Die Lernwerkstatt stellt die offene Form des Forschenden Lernens auf Level 3 dar und wird von zwei Lehrerinnen der Schule geleitet. Ihnen zur Seite stehen die KlassenlehrerInnen und SonderschullehrerInnen der jeweiligen Klasse. Die SchülerInnen versuchen, die einzelnen Forschungsschritte anhand des Forschungszyklus (Kap. 2.1) zu durchlaufen. Ich habe den Forschungszyklus bereits im Theorieteil näher erklärt, trotzdem wird hier nun nochmals die Abbildung gezeigt, um die einzelnen Schritte abermals zu verdeutlichen (Abbildung 1).

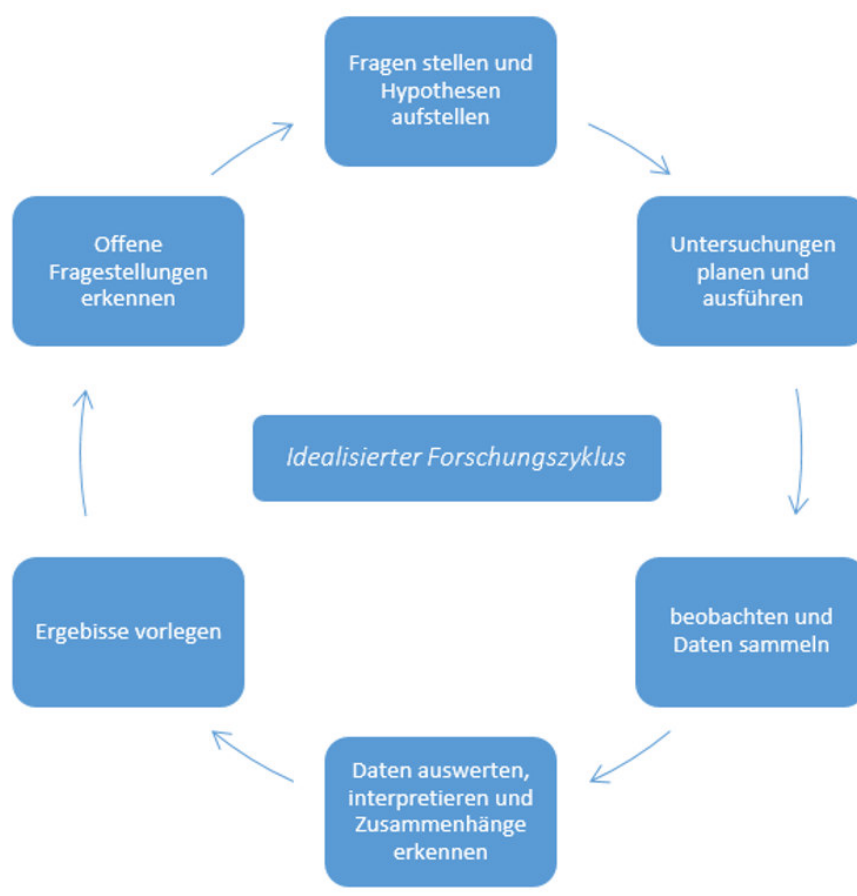


Abbildung 17: Schritte des Forschenden Lernens (in Anlehnung an NRC 2000; Abels, 2014)

Gemäß dieser Schritte werden die Phasen auf die drei Tage folgendermaßen verteilt (Tabelle 2):

	Arbeitsschritte
Tag 1	• Plenum mit Einführung und kurzer Wiederholung, wie ForscherInnen arbeiten • Orientierung in der Lernwerkstatt und erstmaliger Kontakt mit den Materialien • Finden von Forschungsfragen • Ausfiltern der Forschungsfragen • Erste Überlegungen zur Methodenwahl • Forschungstagebuch schreiben
Tag 2	• Bearbeiten der Forschungsfrage • Feinabstimmung und notwendige Korrekturen • Datenerhebungen, evtl. Interpretation
Tag 3	• Abschließen der Untersuchungen • Vorbereitung der Präsentation • Präsentationsfeier • Aufräumen, Feedback, Forschungstagebuch finalisieren

Tabelle 2: Ablauf der Lernwerkstatt

Tag 1: Am ersten Tag finden sich alle beteiligten Personen in einem Plenum zusammen. Dieses Plenum findet im Mehrzweckraum der Schule in einem Sesselkreis statt. Jeder bekommt ein Namensschild und es findet ein kurzes Kennenlernen statt. Anschließend wird den Lernenden wieder in Erinnerung gerufen, wie ForscherInnen arbeiten. Hierfür werden Kärtchen ausgeteilt, auf denen die einzelnen Arbeitsschritte abgebildet sind. Die SchülerInnen versuchen nun diese in der richtigen Reihenfolge anzuordnen. Dies soll den Lernenden den

Zyklus näherbringen und sie auf die Arbeit als „ForscherIn“ vorbereiten. Es wird der Ablauf der folgenden drei Tage durchgesprochen und die SchülerInnen werden mit einer Liste in die Lernwerkstatt geschickt, um sich einen ersten Eindruck von der Lernumgebung zu verschaffen. Auf dieser Liste halten die SchülerInnen alle Materialien fest, die sie finden können. Im Anschluss daran werden die gesammelten Materialien reihum genannt.

Während des Entdeckens der Materialien haben sich schon erste Fragen aufgetan und die SchülerInnen wurden ermutigt, diese gleich auf bunten Kärtchen festzuhalten. Beim Sammeln der Materialien und Festhalten der bereits gefundenen Fragen haben die Leiterinnen der Lernwerkstatt einen neuen Teil eingebaut, der sich aus Problemen aus den vorigen Lernwerkstätten ergeben hat, nämlich die Frage, was eine gute Forschungsfrage sei. So gibt es zweierlei offensichtliche Probleme: Einerseits werden Fragen gestellt, die in dieser Form viel zu komplex sind, als dass sie mit SchülerInnen dieser Altersstufe geklärt werden könnten (z.B. „Warum haben Marienkäfer Punkte?“), andererseits werden Fragen nach einfachen Fakten gestellt, die zu schnell zu klären wären (z.B. „Wie alt werden Bienen?“). Generell wird den SchülerInnen versucht zu vermitteln, dass Warum-Fragen meist existentieller Natur sind und unter den gegebenen Bedingungen (Zeit, Materialien, ExpertInnen vor Ort) nicht ausreichend beantwortet werden können. Nun werden die Lernenden erneut in die Lernwerkstatt entlassen und versuchen (weitere) Fragen zu finden. Wenn diese mit ihren Fragen zurückkommen, werden sie geordnet. Die gesammelten Fragen, vor und nach der Auswahl der dann tatsächlich zu bearbeitenden Fragestellungen, kann man in Abbildung 18, Abbildung 19, Abbildung 20 und Abbildung 21 sehen. Fragen die den Leiterinnen als nicht geeignet erschienen wurden mit einem roten X gekennzeichnet und den SchülerInnen erläutert, warum die Fragen gut sind, sich aber nicht für die Lernwerkstatt eignen.



Abbildung 18: Die gefundenen Fragen nach Themen sortiert

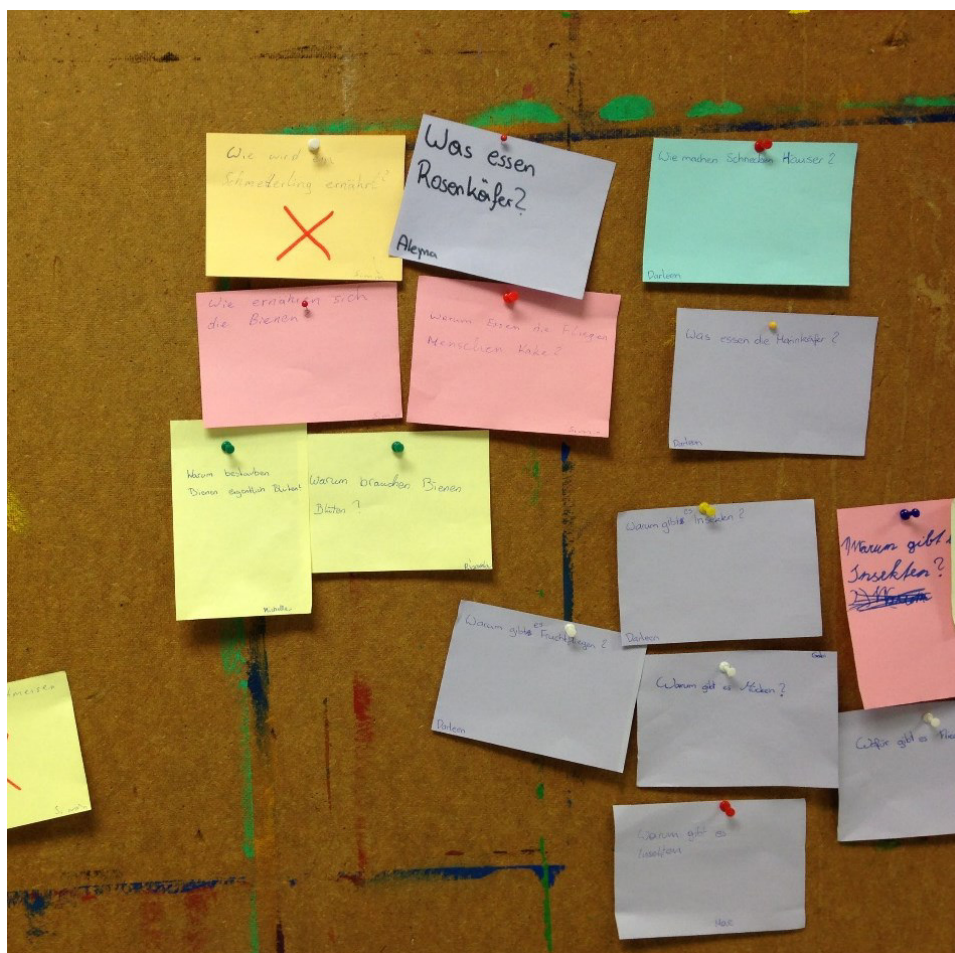


Abbildung 19: Fragen zum Thema Ernährung



Anschließend werden die Fragen nach Überkategorien sortiert und die SchülerInnen finden sich in Gruppen so zusammen, dass sie gemeinsam oder alleine versuchen, die Frage zu beantworten, die sie am meisten interessiert. Dann versuchen die Lernenden eine geeignete Methode zu finden, um die Frage zu beantworten und arbeiten an dieser bis zum Ende des ersten Tages. Nun folgen das gemeinsame Zusammenräumen und ein Abschlusstreffen im Plenum. Hier wird noch einmal kurz zusammengefasst was geschehen ist und die Kinder können mitteilen, was für ihre Untersuchung noch alles benötigt wird. Die SchülerInnen teilen auch gleich mit, wer das noch benötigte Material besorgen kann. Im Anschluss daran gehen die Lernenden in die Klasse und halten den ersten Tag in ihren Forschungstagebüchern fest.

Tag 2: Auch dieser Tag beginnt wieder in einem kurzen Plenum, bei dem das Arbeiten an der Forschungsfrage an erster Stelle steht. Nun wird mit der Umsetzung der Methode, dem Konkretisieren der Untersuchung, dem Sammeln der Daten und der Auswertung der Daten begonnen. Dieser Tag ist nun ganz diesen Arbeiten gewidmet und schließt wie auch der erste Tag mit dem Aufräumen, dem anschließenden Gespräch im Plenum und dem Verschriftlichen im Forschungstagebuch ab.

Tag 3: An diesem Tag können die angefangenen Projekte abgeschlossen werden. Im Anschluss daran wird die Präsentation vorbereitet. Die SchülerInnen überlegen, in welcher Form sie ihre Ergebnisse präsentieren möchten (Interview, Rollenspiel, Quizshow usw.). Um genügend Ideen zur Präsentationsart zur Verfügung zu haben, wird ein Zettel ausgeteilt, auf dem unterschiedliche Ideen und Möglichkeiten festgehalten sind.

Die Präsentationsfeier bietet den SchülerInnen die Möglichkeit, ihre Ergebnisse und Schritte sowie ihre Probleme und deren Bearbeitung mit den anderen teilen zu können. Diese Feier findet am Ende des dritten Tages statt. Hierbei werden die Projekte gelobt, anerkannt und positive Gefühle vermittelt. Den Abschluss bildet auch hier wieder das schriftliche Festhalten des Tages im Forschungstagebuch.

Bevor ich meine Forschungsfrage erläutern werde, möchte ich zuerst noch die drei Klassen vorstellen, die ich beforscht habe.

6.3. Klassenbeschreibungen

Ich möchte nun die drei an der Inklusiven Mittelschule Lernwerkstatt Donaustadt beforschten Klassen vorstellen und versuchen, einen Eindruck von den drei Klassen zu vermitteln. Alle drei Klassen absolvierten im Schuljahr 2013/14 den Stationenbetrieb als Vorbereitung für die Lernwerkstatt, wobei ich bereits Gelegenheit hatte, die SchülerInnen kennen zu lernen. Die Bezeichnung der Klassen erfolgte von mir zum Zweck der Anonymisierung willkürlich, ebenso wurde jedem Kind eine Nummer zugewiesen die in keinem Zusammenhang mit der Nummerierung der SchülerInnen der Klassenliste laut Alphabet steht.

6.3.1. Klasse 1

Klasse 1 besteht aus 12 Schülerinnen und 9 Schülern, wobei vier Schüler und drei Schülerinnen einen ASO-Status¹⁹ haben. Vier Schüler sowie neun Schülerinnen besitzen einen Migrationshintergrund. Erwähnenswert ist auch die Tatsache, dass die Klasse im Schuljahr 2014/2015 eine neue Klassenlehrerin bekommen hat. Die neue Klassenlehrerin beschreibt die Klasse als sehr ruhig und mitarbeitsschwach.

Die Unterrichtsstunden zum Thema ‚Insekten‘ wurden im September 2014 im regulären Biologieunterricht durchgeführt, also etwa zwei Monate vor Beginn der Lernwerkstatt. Im Unterricht wurden folgende Merkmale der Insekten besprochen:

- Mundwerkzeuge
- Ausgewählte Vertreter der Insekten wurden genauer beschrieben
- Charakteristischer Körperbau der Insekten (3 Beinpaare, dreiteiliger Körper, Facettenauge,...)
- Atemsystem (Stigmata, Tracheen,...)
- Chitinpanzer

¹⁹ „Allgemeine Sonderschule, zunehmend abgelöst durch die → Integration von Kindern mit → SPF in integrativ geführten Klassen“ <https://www.bifie.at/buch/1024/2>, Zugriff am 7. März 2016

6.3.2. Klasse 2

Klasse 2 besteht aus 9 Schülerinnen und 12 Schülern, wobei zwei der Schüler einen ASO-Status haben und zwei einen SPF²⁰ (ein Schüler in Deutsch und Englisch, der andere Schüler in Deutsch, Englisch und Mathematik). Eine Schülerin hat einen ASO-Status und eine einen SPF in Mathematik. Fünf Schüler und fünf Schülerinnen haben einen Migrationshintergrund. Die SchülerInnen der Klasse 2 arbeiten oft selbständig in Partner-, Gruppen- oder Einzelarbeiten. Die Klassenlehrerin beschreibt die Klasse als sehr lebendig und temperamentvoll. Diese Klasse hat ebenfalls im Unterricht das Thema ‚Insekten‘ vor Beginn der Lernwerkstatt behandelt. Jedoch wurden die Insekten im Unterricht schon im vorherigen Schuljahr (Sommersemester 2014) durchgenommen. Hierbei möchte ich anmerken, dass ich im Unterricht anwesend war, als das Thema Insekten durchgenommen wurde. Anhand dieses abgehandelten Stoffes wurde der Testbogen erstellt. Es wurden folgende Themen behandelt:

- Mundwerkzeuge
- Ausgewählte Vertreter
- Atemsystem (Atemloch, Tracheen,...)
- Blutgefäßsystem (offenes Blutgefäßsystem)
- Strickleiternnervensystem
- Entwicklungsstadien
- Charakteristische Merkmale (drei Beinpaare, dreiteiliger Körperbau, Facettenaugen...)
- Chitinpanzer

²⁰„Sonderpädagogischer Förderbedarf, kann von der Schule auf jeder Schulstufe, aber auch von den Eltern noch vor Schuleintritt beim Bezirksschulrat beantragt werden. Er wird unter Zuhilfenahme von Gutachter/innen konstatiert – u.a. können ärztliche Gutachten bzw. mit Zustimmung der Eltern schulpyschologische Gutachten herangezogen werden – und durch Bescheid der Schulbehörde festgestellt. Das betroffene Kind erwirbt damit Recht auf zusätzliche Förderstunden in integrativ geführten Klassen bzw. können die Eltern nach Beratung durch ein Sonderpädagogisches Zentrum ihr Kind an einer geeigneten Sonderinstitution anmelden (an der Allgemeinen Sonderschule oder der jeweiligen Behinderung entsprechenden Einrichtungen wie Gehörloseninstitute etc.).“ <https://www.bifie.at/buch/1024/2>, Zugriff am 7. März 2016

6.3.3. Klasse 3

Klasse 3 ist eine reine Sonderschulklasse und besteht aus acht Schülern. Einige der Schüler aus Klasse 3 zeigen Verhaltensauffälligkeiten, außerdem kommen viele der Schüler aus sozial schwierigen Verhältnissen.

Diese Klasse hat im Unterricht das Thema Insekten nicht durchgenommen. Sie bietet diesbezüglich eine gute Vergleichsmöglichkeit zu den anderen Klassen, da diese das Thema Insekten zuvor im Unterricht schon behandelt haben. Mit Klasse 3 wurde keine komplett offene Form des Forschenden Lernens durchgeführt, sondern sie hat ähnlich wie im Jahr zuvor einen Stationenbetrieb in abgeänderter Form durchlaufen. Die Lehrerinnen begründeten dies mit reduzierter Komplexität und erhöhter Strukturierung.

Nachdem nun die drei Klassen kurz vorgestellt wurden, möchte ich nun näher auf das Forschungsfeld eingehen.

6.4. Das Forschungsfeld

Bei meiner Untersuchung habe ich mein Forschungsfeld auf drei dritte Klassen (7. Schulstufe)²¹ eingeschränkt, die ich alle drei schon ein Jahr zuvor durch den Stationenbetrieb begleiten durfte. Eine der Klassen (Klasse 3) ist eine reine Sonderschulklasse. In Klasse 1 und Klasse 2 sind SchülerInnen integriert, die sonderpädagogischen Förderbedarf (SPF) in einzelnen Fächern aufweisen, aber auch Kinder, die nach dem Lehrplan der Allgemeinen Sonderschule (ASO) unterrichtet werden. Thema der Lernwerkstatt für die siebte Schulstufe war „Kleines Leben ganz groß“, wobei ich meinen fachlichen Schwerpunkt auf Insekten gelegt habe. Es gab auch Materialien zu Spinnentieren, Bakterien und Mikroorganismen. Da diese aber im Unterricht zuvor nicht behandelt wurden, wurde der Fokus auf Insekten gelenkt.

Durch die vorhandenen Materialien wurden folgende Teile der Inhaltsdimension (s. Kapitel 4) abgedeckt (Tabelle 3):

²¹ In der Sonderschulklasse sind die Schulstufen gemischt, daher wird diese Klasse auch als dritte und vierte Klasse bezeichnet.

Planet Erde B1	• Boden
Ökosystem B2	• Ökosysteme, die für Weltklima und Welternährung eine besondere Bedeutung haben • Kennzeichen für gesunde und kranke Wälder, Gewässer und Böden
Organismen B3	• Ausgewählte Tier- und Pflanzenarten, auch aus eigener Beobachtung • Charakteristische Merkmale von Pflanzen- und Tiergruppen (Wirbeltiere, Wirbellose...) • Merkmale und Lebensweisen von Mikroorganismen und Pilzen • Bedürfnisse von Tieren und Pflanzen • Arten der Verständigung zwischen Lebewesen • Ernährungsweise von Tieren und Pflanzen • Fortpflanzung bei Tieren und Pflanzen in Grundzügen

Tabelle 3: Inhaltsdimension für Biologie des Kompetenzmodells Naturwissenschaften (Bifie, 2011) für die 8. Schulstufe (S. 3) speziell für die Lernwerkstatt „Kleines Leben ganz groß“

Da die Klasse 3 eine reine Sonderschulklasse ist, wurde anstelle der Lernwerkstatt ein Stationenbetrieb bevorzugt, da dieser keine vollständige Öffnung und erhöhte Strukturierung vorsieht. Somit haben die SchülerInnen dieser Klasse den Prozess des Fragenfindens zwar nicht übersprungen, aber sie haben erst im Anschluss an die bearbeiteten Stationen Fragen generiert. Viel bedeutender für mein Erkenntnisinteresse ist allerdings die Tatsache, dass sich diese Klasse zuvor im Unterricht noch nicht mit Insekten beschäftigt hat. Die Schüler der Klasse 3 haben sich unter anderem mit dem genauen Betrachten von Käfern beschäftigt, sie haben die Stabheuschrecken beobachtet und ein Insektenhotel gebaut.

Nachdem nun die Klassen und das Umfeld genauer beschrieben wurden, möchte ich die Forschungsfrage erläutern und erklären.

6.5. Die Forschungsfrage

Die Forschungsfrage fokussiert die Entwicklung des fachlichen Wissens im Verlauf der Lernwerkstatt. Genauer formuliert meine ich damit die Frage, ob sich das aus dem Unterricht erworbene Fachwissen durch die Lernwerkstatt vertieft bzw. festigt. Dies wäre dadurch möglich, da an schon vorhandenes Wissen angeknüpft wird. Laut der Theorie über das Assoziative Lernen (Kapitel: 5.3) speichert sich Wissen umso besser ab, an je mehr Vorwissen angeknüpft werden kann. Weiters liegt der Fokus außerdem auf dem Wissen, welches in der Lernwerkstatt erworben und konstruiert wurde. Laut Konstruktivistischer Theorien (siehe Kapitel 3) muss selbst erworbenes Wissen länger abrufbar sein, als Wissen, das nicht selbst konstruiert wurde.

Grundgedanke dabei war die Vermutung, dass fachliches Wissen, mit welchem sich die SchülerInnen selbst auseinandergesetzt haben, länger abrufbar ist, als Wissen das z.B. für eine Prüfung gelernt wurde.

Oftmals ist ein Kritikpunkt am Unterrichtsansatz des Forschenden Lernens, dass sich das Fachwissen nicht wirklich weiterentwickelt (Theoriekapitel 2). Daher wurde getestet, ob dies wirklich der Fall ist, denn nach meinem Gefühl und der schon oben erwähnten konstruktivistischen Lerntheorie (siehe Kapitel 3), müssten sich die SchülerInnen sehr wohl etwas Fachbezogenes merken, da sie sich ja sehr intensiv mit einem Gegenstand beschäftigen. Weiters erleichtert ein Grundstock an Wissen das weitere Ausbilden von Fachwissen, da speziell an schon existierendem Wissen leicht angeknüpft werden kann. Wie ich in Kapitel 5 geschrieben habe, baut Lernen auf Wiederholung und aktiver Auseinandersetzung auf. Da das Thema Insekten für die Klassen 1 und 2 in den Grundzügen schon im Unterricht behandelt wurde, war es nicht gänzlich neu für diese SchülerInnen. Daher war meine Vermutung, dass sich hier das Wissen leichter festigen konnte, da Assoziationsmöglichkeiten vorhanden waren, auch wenn die Fragestellungen, die in der Lernwerkstatt behandelt wurden, im Unterricht nicht durchgenommen wurden.

Daraus entwickelte sich meine Forschungsfrage:

Was bzw. wie viel wissen die SchülerInnen über Insekten, bevor und nachdem sie die Lernwerkstatt absolviert haben?
--

In wie weit können die SchülerInnen dieses Wissen behalten und ist dieses Wissen nach einer Woche bzw. sechs Monaten noch abrufbar?

Hierzu habe ich erhoben, welches Wissen über Insekten bei den SchülerInnen vor der Lernwerkstatt vorhanden ist. Dies habe ich mittels eines Leistungstest, welcher im nächsten Kapitel vorgestellt wird, versucht herauszufinden. Wobei hier anzumerken ist, dass sich zwei Klassen (im Folgenden Klasse 1 und Klasse 2) zuvor schon mit dem Thema Insekten im Unterricht beschäftigt haben.

Nachdem ich nun das Forschungsfeld skizziert habe und meine Forschungsfrage erklärt habe, werde ich mich nun der genauen Testmethode widmen, die ich für die Erhebung benötigt und entwickelt habe.

7. Methoden

Ziel meiner Untersuchung war es, die Fachkompetenz der SchülerInnen zum Thema ‚Insekten‘ vor und nach der Lernwerkstatt zu testen. Dazu war es nötig ein geeignetes Instrument zu entwickeln, da ein solcher spezifischer Test noch nicht existierte. Um die themenbezogene Fachkompetenz zu erheben, erschien mir ein Leistungstest am geeignetsten. Laut Rost (1996) kann man einen Leistungstest daran erkennen, dass von den Personen die Lösung von Problemen oder Aufgaben verlangt wird. Im Folgenden werde ich unter den Testpersonen die SchülerInnen verstehen, die an der Lernwerkstatt teilgenommen haben. Bei diesen Leistungstests müssen die SchülerInnen ihr Wissen unter Beweis stellen. Laut Rost (1996) haben alle Leistungstests auch gemeinsam, dass sie nur in eine Richtung verfälscht werden können, nämlich „nach unten“. So können sich die SchülerInnen keine Mühe geben, die Beantwortung des Tests verweigern, raten oder sich dümmer stellen als sie sind. Jedoch funktioniert dies nur in eine Richtung. So kann man erkennen, dass eine Verfälschung nach oben nicht möglich ist. Daher kann man solche Leistungstest von vornherein als „halb-objektiv“ bezeichnen (Rost, 1996). Leistungstests können weiter unterteilt werden in speed-Tests und power-Tests. Bei ersteren wird eine Zeitvorgabe gemacht, in der die Aufgaben gelöst werden sollen, wie das zum Beispiel bei den PISA Aufgaben der Fall ist. In meinem Fall habe ich einen power-Test gemacht, da es mir nicht wichtig war, wie schnell die Aufgaben gelöst werden konnten sondern, dass die SchülerInnen ausreichend Zeit hatten, alle Testaufgaben, soweit es ihnen möglich war, zu erledigen. Man kann die Untersuchung als Längsschnittuntersuchung bezeichnen, da der gleiche Test den SchülerInnen über einen gewissen Zeitrahmen mehrmals vorgelegt wurde (Tabelle 4). Der gesamte Test wurde als Pre-Post-Follow-up Test ausgegeben. Der erste Testdurchlauf war bei jeder Klasse ein paar Tage vor Beginn der Lernwerkstatt. Hier wurde jedem/jeder SchülerIn ein Testbogen gegeben. Hierbei sollte herausgefunden werden, was an Wissen über Insekten vorhanden ist. Der zweite Test wurde bei jeder Klasse ca. eine Woche nach der Lernwerkstatt bearbeitet. Hier kam zum ersten Teil des Tests der zweite Teil dazu, der sich speziell auf die Dinge bezog, mit denen sich die einzelnen SchülerInnen während der Lernwerkstatt beschäftigten. Dieser Test wurde in gewissen Abständen

(Tabelle 4) noch zweimal wiederholt, um zu sehen, wie sich die Testergebnisse entwickeln. Da nicht alle SchülerInnen bei allen vier Testterminen anwesend waren, konnten von den insgesamt 50 SchülerInnen lediglich von 27 SchülerInnen die Testbögen ausgewertet werden (Tabelle 6).

Klasse	Zeitpunkt 1 (Testteil 1)		Zeitpunkt 2 (Testteil 1 u. 2)	Zeitpunkt 3²² (Testteil 1 u. 2)	Zeitpunkt 4²³ (Testteil 1 u. 2)
1	21.10.2014	L	18.11.2014	18.12.2014	22.4.2015
2	21.10.2014	W	5.11.2014	18.12.2014	22.4.2015
3	21.10.2014	S	30.10.2014 ²⁴	18.12.2014	22.4.2015

Tabelle 4: Zeitlicher Verlauf der Lernwerkstatt und der Testtermine; (LWS = Lernwerkstatt)

Zwischen Zeitpunkt 1 und Zeitpunkt 2 fand die Lernwerkstatt statt. In Tabelle 5 findet man die genauen Zeitpunkte der Lernwerkstätten.

Klasse	Lernwerkstatt
1	12. – 14.11.2014
2	29. – 31.10.2014
3	22. – 24.10.2014

Tabelle 5: Zeitpunkte der Lernwerkstätten aller drei Klassen

Klasse	Anzahl der bei allen Terminen anwesenden SchülerInnen
1	12
2	11
3	4

Tabelle 6: Anzahl der SchülerInnen pro Klasse, die bei allen vier Testterminen anwesend waren

²² Hier fehlten einige SchülerInnen, der Test konnte mit ihnen nicht wiederholt werden

²³ Hier fehlten einige SchülerInnen, der Test konnte mit ihnen nicht wiederholt werden

²⁴ Außer einem Schüler, dieser machte den zweiten Test am 14.11. (fehlte krankheitsbedingt so lange)

Hier möchte ich noch anmerken, dass ich die Anzahl der Fragen nicht nach den Leistungen der SchülerInnen gewählt habe. Je nachdem wie viele Informationen die SchülerInnen gesammelt haben, haben sie auch mehr oder weniger Fragen zum Beantworten bekommen.

Generell unterteilt sich mein Test in zwei Teile. Teil 1 ist jener Test, der das „allgemeine“ Wissen über Insekten betrifft und welcher schon vor der Lernwerkstatt von den SchülerInnen bearbeitet wurde. Hier finden sich offene Aufgabenformate (diese werden weiter unten genauer beschrieben) und Multiple-Choice Fragen. Der zweite Teil meines Tests ist spezifisch auf die einzelnen SchülerInnen zugeschnitten und testet das spezielle Wissen, das nach der Lernwerkstatt insofern vorhanden sein sollte, als dass sich die SchülerInnen mit einer Thematik speziell auseinandergesetzt haben. Diese Fragen sind individuell und beinhalten jene Themen mit denen sich die SchülerInnen drei Tage in der Lernwerkstatt beschäftigt haben (s. Kap. 6). Teil 1 wurde als Follow-up noch drei weitere Male durchgeführt (Tabelle 4), Teil 2 wurde als Follow-up noch zwei weitere Male nach 4 Wochen (Klasse 1), 6 Wochen (Klasse 2), 7 Wochen (Klasse 3) und nach weiteren 18 Wochen noch einmal eingesetzt (Tabelle 4).

Im Folgenden wird die genaue Testentwicklung des ersten als auch des zweiten Tests erklärt. Bevor ich diese aber genauer vorstelle, werden noch kurz geschlossene bzw. offene Aufgabenformate erklärt, da der nun folgende Test aus diesen Aufgabenformaten besteht. Die speziellen Aufgaben aus beiden Testteilen werden in Kapitel 7.3 und 7.4 vorgestellt.

7.1. Geschlossene Aufgabenformate oder gebundene Antwortformate

Bei einem gebundenen Antwortformat wird den SchülerInnen eine Auswahl angeboten. Daher ist es nicht nötig, dass die SchülerInnen eine Itemantwort formulieren (Rost, 1996). Der Vorteil dieser Tests liegt in der leichteren Auswertbarkeit und kann mittels Schablonen in relativ kurzer Zeit ausgewertet werden. Der Nachteil liegt aber in den vorgefertigten Antworten, die möglicherweise nicht den Antworten der SchülerInnen entsprechen würden (Rost, 1996).

7.2. Offene Aufgabenformate oder freie Antwortformate

Bei einem freien Antwortformat gibt es laut Rost (1996) drei Unterscheidungen. Beim ersten freien Antwortformat wird die Testperson aufgefordert, einen Lückentext zu vervollständigen. Beim zweiten freien Antwortformat liegt lediglich ein leeres weißes Blatt vor und beim dritten freien Antwortformat wird die Testperson aufgefordert, konkret drei Dinge zu nennen oder eine Frage zu beantworten.

Obwohl offene Aufgabenformate zeitintensiver zu codieren sind, werden sie dennoch auch in Large-Scale-Studien wie PISA eingesetzt. PISA vergibt einstellige und zweistellige Codes zur Zuweisung von Punkten bzw. Kategorien. Bei PISA werden einstellige Codes nach folgendem Prinzip vergeben: Bei richtiger Beantwortung der Frage wird ein Punkt vergeben. Bei falscher Beantwortung erhält die Testperson null Punkte. Wird ein Zwischenschritt eingelegt, so erhält die Testperson bei vollständig richtiger Antwort zwei Punkte, bei teilweise richtiger Antwort einen Punkt und bei falscher Antwort null Punkte. Wird das Feld leer gelassen, werden neun Punkte vergeben. Der zweistellige Code bewertet noch zusätzlich den Lösungsweg bzw. die Fehler die von der Testperson gemacht wurden (Schreiner & Haider, 2007).

Ich werde in meinem Codierleitfaden einstellige Codes wählen wie in 7.4.3 erörtert. Die Codierleitfäden zu den einzelnen SchülerInnen finden sich im Anhang wieder.

7.3. Testentwicklung Teil 1

Da kein Test existiert, der genau das Wissen über Insekten abfragt, welches die SchülerInnen der Klasse 2 bzw. Klasse 1 durchgenommen haben, habe ich selbst einen Leistungstest entworfen. Dazu habe ich mich speziell am Stoff der Klasse 2 orientiert, die ich in meiner Arbeit beforscht habe. Ich habe zwei Stunden in dieser Klasse (Klasse 2) verbracht, in der ein Teil der Insekten durchgenommen wurde und habe aus diesem Stoff einen Leistungstest entwickelt, den alle SchülerInnen dieser besagten Klasse 2 theoretisch beantworten können müssten.

Dieser Test besteht hauptsächlich aus Multiple-Choice Aufgaben (MC-Aufgaben), die entweder eine eindeutige Antwort (ja/nein oder richtig/falsch) zur Auswahl haben oder eine Mehrfachauswahl zulassen (siehe Abbildung 22 und Abbildung 23). Drei Fragen sind sogenannte offene Fragen, bei einer Frage sollen die SchülerInnen die richtigen Bezeichnungen für den Körperbau eines Insekts angeben (Abbildung 27). Zwei Fragen sind MC-Aufgaben mit einer richtigen Antwort und zwei Fragen sind MC-Aufgaben mit Mehrfachauswahl.

7.3.1. Multiple-Choice Aufgaben (MC-Aufgaben)

Bei den Multiple-Choice Aufgaben unterscheide ich zwei unterschiedliche Arten. Jene, die eine richtige Antwort erfordern (multiple choice single response) und jene, die eine Mehrfachauswahl zulassen (multiple choice multiple answer). Von beiden Arten gibt es im ersten Testteil je zwei Aufgaben. Bei jenen, die eine eindeutige Antwort vorsehen, habe ich mich bewusst dafür entschieden, sowohl eine Antwortmöglichkeit für „Ja/stimmt/trifft zu“ als auch für „Nein/Stimmt nicht/trifft nicht zu“ vorzugeben. Dies dient der Differenzierung zwischen Antworten die nicht gegeben wurden und Antworten die nicht gekreuzt wurden. Angenommen man hat nur eine Spalte, in der die SchülerInnen nur ankreuzen können, ob es zutrifft, dann kann man bei der Testauswertung nicht nachvollziehen, ob bei einem nicht Ankreuzen dieses Kästchens gewusst wurde, dass diese Antwort falsch ist oder ob der/die SchülerIn diese Frage ausgelassen hat. Daher habe ich beide Spalten zum Ankreuzen in den Test genommen (Abbildung 22).

Ist dieses Tier ein Insekt?

	Ja	Nein
Wanze		
Kellerassel		
Hummel		
Regenwurm		
Kröte		
Heuschrecke		
Spinne		
Libelle		
Käfer		

Abbildung 22: Frage 1a – 1i, Testteil 1 unbeantwortet

Die zweite Aufgabe dieses Formats beinhaltet das Wissen über das Blutgefäßsystem, das Nervensystem und das Atmungssystem der Insekten (Abbildung 24). Diese Aufgabe ist ebenfalls mit zwei Spalten zum Auswählen der zutreffenden Antwort vorgesehen. Hierbei habe ich auch versucht, die Gegenteile als Antwortmöglichkeit vorzusehen, um zu kontrollieren, wie sicher sich die SchülerInnen bei der Antwort sind. Dadurch tritt aber auch der Fall auf, dass SchülerInnen beide Antwortmöglichkeiten ankreuzen, da eines der beiden zutrifft. Wie etwa wenn Frage 8g (Insekten haben ein geschlossenes Blutgefäßsystem) als auch Frage 8i (Insekten haben ein offenes Blutgefäßsystem) angekreuzt werden (Abbildung 24). Nur bei wenigen SchülerInnen traf der Fall zu, dass sie sich gegen beide Antwortmöglichkeiten entschieden haben.

Bei den beiden Aufgaben, die eine Mehrfachauswahl zulassen, habe ich versucht, mögliche SchülerInnenvorstellungen aufzugreifen, wie etwa, dass Insekten Ohren am Kopfteil haben (Abbildung 23). Dies könnte für die SchülerInnen naheliegend sein, da viele bekannte Tiere die Hörorgane wie auch der Mensch am Kopf haben. Diese Distraktoren²⁵ zeigen, ob die SchülerInnen hier Rückschlüsse auf den Menschen ziehen oder ob sie wissen, dass Hörorgane der Insekten, falls vorhanden, sich nicht am Kopf befinden. Ein weiterer Punkt

²⁵ Falsche Antworten, diese sollten die Ratewahrscheinlichkeit verringern (Riese & Reinhold, 2014)

der hier erwähnt werden soll ist, dass ich sowohl die Komplexaugen als auch die Facettenaugen als Antwortmöglichkeit fixiert habe. Dies soll zeigen, ob die SchülerInnen beide Begriffe für das Sehorgan der Insekten kennen.

Kreuze alle Körperteile an, die sich am Kopf des Insekts befinden.

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ☐ Komplexaugen | ☐ Flügel |
| ☐ Fühler | ☐ ein Beinpaar |
| ☐ Mundwerkzeuge | ☐ Antennen |
| ☐ Ohren | ☐ Facettenaugen |

Abbildung 23: Frage 2a – 2h, Testteil 1 unbeantwortet

<i>Sind diese Sätze richtig oder falsch? :</i>		
	<i>richtig</i>	<i>falsch</i>
Das Blut der Insekten verläuft wie beim Menschen in Adern und Venen.		
Insekten haben wie der Mensch ein Skelett, dass sich im Körperinneren befindet.		
Das Nervensystem der Insekten wird Strickleiternnervensystem genannt.		
Insekten haben statt einem Skelett einen festen Panzer aus Chitin.		
Der Körper eines Insekts ist von vielen kleinen Röhren durchzogen, den Tracheen.		
Das Nervensystem der Insekten ist dem der Menschen ganz gleich.		
Insekten haben ein geschlossenes Blutgefäßsystem.		
Über die Tracheen kann der Körper eines Insekts mit Sauerstoff versorgt werden.		
Insekten haben ein offenes Blutgefäßsystem.		
Die Tracheen sind durch kleine Röhren im Chitinpanzer mit der Außenwelt verbunden.		

Abbildung 24: Frage 8a – 8j, Testteil 1 unbeantwortet

Bei der zweiten Aufgabe (Abbildung 25), bei welcher Mehrfachantworten möglich sind, habe ich ebenfalls versucht, gute Distraktoren zu finden. Als guten Distraktor habe ich als Antwortmöglichkeit bei Frage 3 acht Beine aufgegriffen und sowohl die sechs Beine, als auch die drei Beinpaare als Antwortmöglichkeit festgelegt. Sowohl bei Frage 2 (Abbildung 23), als auch bei Frage 3 (Abbildung 25) ist nicht genau die Hälfte der Antwortmöglichkeiten richtig, um ein Raten oder Abschätzen zu minimieren.

Was befindet sich am Brustabschnitt eines Insekts?

- | | |
|-----------------------------------|--|
| ☐ 3 Beinpaare | ☐ 6 Beine |
| ☐ 8 Beine | ☐ 1-2 Flügelpaare |
| ☐ Fühler | ☐ ein Chitinpanzer |

Abbildung 25: Frage 3a – 3f, Testteil 1 unbeantwortet

7.3.2. Offene Aufgabenformate

Frage 4 (Abbildung 26) fordert die SchülerInnen dazu auf, die Entwicklungsstadien des Schmetterlings zu erklären. Da viele SchülerInnen lediglich die Bilder nummeriert haben, habe ich diese Frage in zwei Teile unterteilt. Der erste Teil bewertet den geschriebenen Text, der zweite Teil bewertet die Nummerierung der Bilder in der richtigen Reihenfolge.

Erkläre die Entwicklungsstadien des Schmetterlings!

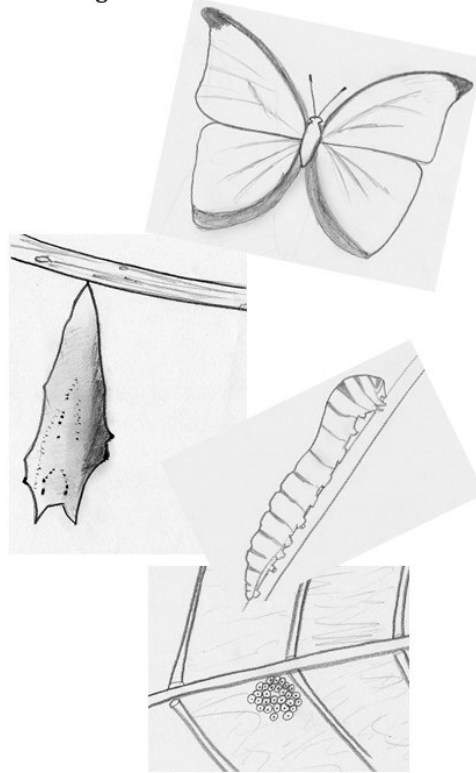


Abbildung 26: Frage 4a (wenn Text) und Frage 4b (wenn Nummerierung der Bilder), Testteil 1 unbeantwortet

Frage 5 (Abbildung 27) habe ich aus der Wertung genommen, da diese Frage von fast keinem Schüler bzw. fast keiner Schülerin richtig beantwortet werden konnte. Aufgaben mit einem Boden- oder Deckeneffekt²⁶ sollen laut Riese und Reinhold (2014) aus dem Test genommen werden.

Warum gibt es keine 6 Meter Großen Insekten? Was vermutest du?

Abbildung 27: Frage 5, Testteil 1 unbeantwortet

²⁶ Damit sind Aufgaben gemeint, bei denen die Mehrheit der Testpersonen alle möglichen Punkte bzw. keine Punkte erlangt haben (vgl. Riese & Reinhold, 2014).

Frage 6 (Abbildung 28) zeigt ein unbeschriftetes Insekt, dieses sollten die SchülerInnen beschriften.

Beschrifte das Insekt!

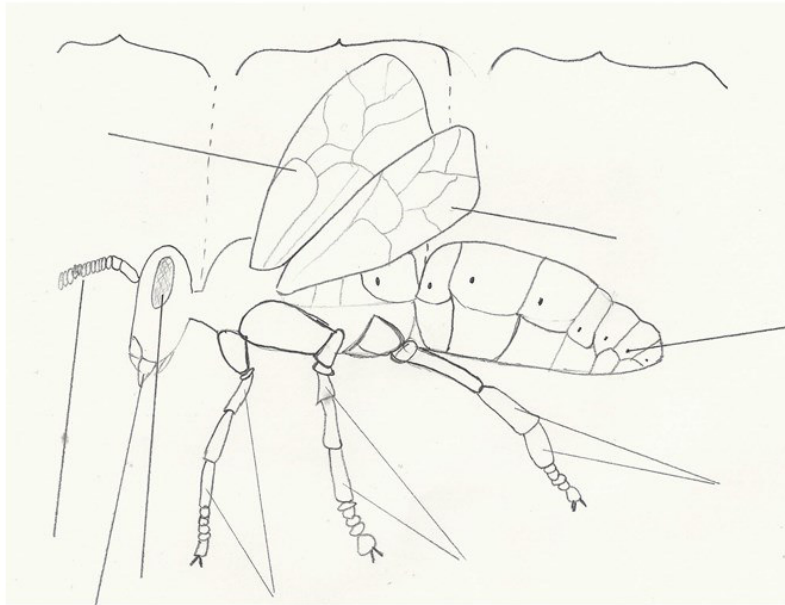


Abbildung 28: Frage 6a – 6l, Testteil 1 unbeantwortet

Bei Frage 7 (Abbildung 29) waren die charakteristischen Erkennungsmerkmale von Insekten gefragt.

Was haben alle Insekten gemeinsam, was sie z.B. von den Spinnen unterscheidet?

Abbildung 29: Frage 7, Testteil 1 unbeantwortet

Frage 9 (Abbildung 30) wurde ebenfalls aus der Punktwertung genommen, obwohl festgehalten wurde, welche zusätzlichen Informationen die SchülerInnen über Insekten weiters verschriftlicht haben. Die Frage wurde deshalb aus der Wertung genommen, da die SchülerInnen kaum neue Informationen angeben konnten. Es wurden hauptsächlich Informationen gegeben, welche zuvor schon durch den Test beantwortet wurden. Frage 9 diente hauptsächlich dem Zweck, zusätzliche Informationen über Insekten zu erhalten, die noch nicht gegeben wurden und den SchülerInnen die Möglichkeit zu geben, zusätzliches Wissen „loszuwerden“.

Was weißt du noch alles über Insekten?

Abbildung 30: Frage 9, Testteil 1 unbeantwortet

Nun möchte ich den zweiten Teil der Testentwicklung vorstellen. Dieser Teil kennzeichnet sich durch die inhaltsbezogenen Fragen hinsichtlich der Forscherfragen der SchülerInnen in der Lernwerkstatt.

7.4. Testentwicklung Teil 2

Der zweite Teil meines Tests wurde erstmals nach der Lernwerkstatt durchgeführt und zwar annähernd eine Woche nach der Lernwerkstatt (Tabelle 4). Vereinzelt haben SchülerInnen die an diesem Tag gefehlt haben den Test eine Woche später nachgeholt. Laut den Theorien über das Langzeitgedächtnis dürfte dies aber keinen Unterschied machen, da hier der Übergang in das Langzeitgedächtnis schon stattgefunden hat (s. Kap. 5).

Der zweite Teil besteht fast nur noch aus offenen Aufgabenformaten, die spezifisch auf die Forschungsfrage von einzelnen SchülerInnen oder Gruppen zurechtgeschnitten wurden. So hat es nur ganz wenige SchülerInnen gegeben, die gleiche Fragestellungen zu beantworten hatten. Ich habe bei den speziellen Fragen zur Lernwerkstatt darauf geachtet, dass ich die Fragen so wähle, dass die SchülerInnen auch genügend Wissen zur Verfügung haben, um diese

ausreichend zu beantworten. Während der Lernwerkstatt habe ich versucht, jene Fragen festzuhalten, die die SchülerInnen detailliert beantwortet haben, außerdem habe ich alle LernbegleiterInnen gebeten Fragen zu notieren an denen sie detailliert mit den SchülerInnen gearbeitet haben. Anhand ausgewählter Beispiele möchte ich nun ein paar dieser Fragen vorstellen. Alle Fragebögen sind im Anhang einzusehen.

Die Unterschiede von Zitronenfalter und Heufalter

***Schreibe möglichst viele Unterschiede der beiden Schmetterlinge auf!
(Flügelform, Körperform, Farbe,...)***

Abbildung 31: Frage aus Teil 2 des Tests

Wie man in Abbildung 31 sehen kann, ist diese Aufgabe sehr offen gestellt. Es gibt mehrere Möglichkeiten diese richtig zu beantworten. Ich habe manchen SchülerInnen aber auch Fragen gestellt, die eine präzise Antwort gefordert haben, wie in Abbildung 32 ersichtlich.

Die Fragen sind sehr unterschiedlich und wurden danach ausgewählt, was die SchülerInnen intensiv beforscht haben.

Wie alt wird eine Bienenkönigin?

Wie viel wiegen 10 Bienen?

Wie schnell fliegen Bienen?

Wie alt werden „Winterbienen“?

Abbildung 32: Fragen zu Bienen aus dem zweiten Teil des Tests

Kannst du dich noch an den Hirschkäfer und die Maulwurfsgrille erinnern?

Erkläre kurz, warum der Hirschkäfer „Hirschkäfer“ heißt!

Erkläre kurz, warum die Maulwurfsgrille „Maulwurfsgrille“ heißt!

Kannst du Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Hirschkäfern nennen?

Erkläre, warum der Schmetterling ein Insekt ist!

Abbildung 33: Weitere Fragen zur Lernwerkstatt

Nachdem ich nun einige Fragen vorgestellt habe, möchte ich mich nun dem Bewertungssystem zuwenden. Da ein anderes Bewertungssystem für die

geschlossenen Aufgabenformate verwendet wurde, als für die offenen Aufgabenformate, werde ich nun in den nächsten Kapiteln beide beschreiben.

7.5. Bewertungssystem der Aufgabenformate für Test Teil 1

Bei meinem Test Teil 1 finden sich unterschiedliche Antwortformate: einerseits Multiple-Choice-single-response und Multiple-Choice-multiple-answer Fragen, andererseits auch „offene“ Fragen. Ich werde nun, wie in den vorigen Kapiteln auch, die Bewertungssysteme separat erklären.

MC-Fragen:

Hier möchte ich erwähnen, dass bei MC-Fragen normalerweise mit einem Bonus-Malus-System bewertet wird, das heißt, dass für jede richtig beantwortete Frage ein Pluspunkt gegeben wird und für jede falsch beantwortete Frage ein Minuspunkt gegeben wird. Das Erreichen einer negativen Summe ist allerdings nicht möglich. Auch wenn alle Fragen falsch beantwortet werden, so können mindestens null Punkte erreicht werden. Ich habe mich bewusst nicht für dieses System entschieden, da mir hier ein Wissenszuwachs entgehen würde. Das möchte ich anhand eines Beispiels erklären: Bei Frage 2 des Leistungstest aus Teil 1 (Abbildung 23) kann man die Frage unbeantwortet sehen.

Kreuze alle Körperteile an, die sich am Kopf des Insekts befinden.

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ☐ Komplexaugen | ☐ Flügel |
| ☐ Fühler | ☐ ein Beinpaar |
| ☐ Mundwerkzeuge | ☐ Antennen |
| ☐ Ohren | ☐ Facettenaugen |

Abbildung 34: Frage 2a – 2h, Testteil 1 unbeantwortet

Würde ein/e SchülerIn nun folgende Antworten als richtig erachten (Abbildung 35), wäre die Summe der Punkte =0, da 1 Pluspunkt (Komplexaugen) und 3 Negativpunkte (Ohren, Flügel, ein Beinpaar) in Summe -2 ergeben würden, was wieder 0 Punkte ergeben würde.

Kreuze alle Körperteile an, die sich am Kopf des Insekts befinden.

- | | |
|---|---|
| ☒ Komplexaugen | ☒ Flügel |
| ☐ Fühler | ☒ ein Beinpaar |
| ☐ Mundwerkzeuge | ☐ Antennen |
| ☒ Ohren | ☐ Facettenaugen |

Abbildung 35: Frage 2, Testteil 1 beantwortet; 0 Punkte

Betrachtet man nun die Frage nochmals, aber anders beantwortet (Abbildung 36), so würde die Summe wieder 0 ergeben, da 1 Pluspunkt (Komplexaugen) und zwei Negativpunkte (Flügel und ein Beinpaar) in Summe wieder -1 ergeben würden, was aber wieder 0 wäre. Ich empfinde die Tatsache, dass ein/e SchülerIn erkannt hat, dass ein Insekt keine Ohren im herkömmlichen Sinn am Kopf hat, sehr wohl als Wissenszuwachs. Natürlich ist es auch möglich, dass der/die SchülerIn dies trotzdem nicht weiß, aber hier möchte ich nach dem alten Sprichwort gehen: „Im Zweifel für den Angeklagten“.

Kreuze alle Körperteile an, die sich am Kopf des Insekts befinden.

- | | |
|---|---|
| ☒ Komplexaugen | ☒ Flügel |
| ☐ Fühler | ☒ ein Beinpaar |
| ☐ Mundwerkzeuge | ☐ Antennen |
| ☐ Ohren | ☐ Facettenaugen |

Abbildung 36: Frage 2 Testteil 1 beantwortet; abermals 0 Punkte

Daher habe ich mich entschieden eine andere Art von Bewertung zu wählen und zwar habe ich für dieses Beispiel acht zu erreichende Punkte festgelegt. Dies

wäre genau dann der Fall, wenn alle richtigen Antworten (Komplexaugen, Fühler, Mundwerkzeug, Antennen und Facettenaugen) angekreuzt wären und alle falschen Antworten (Ohren, Flügel und ein Beinpaar) nicht angekreuzt wären. Somit hätte der/die SchülerIn bei der ersten Antwort (Abbildung 35) 1/8 Punkten (zu lesen: einen von acht Punkten) und bei der zweiten Antwort (Abbildung 36) 2/8 Punkte erreicht.

Mir ist bewusst, dass diese Rechenart das Ergebnis im Gegensatz zum Bonus-Malus-System im Verhältnis besser benotet, jedoch erachte ich es für fatal, wenn das oben genannte Beispiel nicht festgehalten würde.

Nach diesem Schema bin ich auch bei den anderen Fragen vorgegangen. Bei den MC-Fragen die nur eine richtige oder falsche Lösung zulassen, habe ich ebenfalls einen Punkt für die richtige Antwort gegeben. Bei falsch Beantwortung habe ich aus denselben Gründen wie vorher keinen Punkt abgezogen (siehe Frage 1: Abbildung 22 und Frage 8: Abbildung 24).

Ist dieses Tier ein Insekt?

	Ja	Nein
Wanze		
Kellerassel		
Hummel		
Regenwurm		
Kröte		
Heuschrecke		
Spinne		
Libelle		
Käfer		

Abbildung 37: Frage 1a – 1i, Testteil 1 unbeantwortet

Sind diese Sätze richtig oder falsch? :

	<i>richtig</i>	<i>falsch</i>
Das Blut der Insekten verläuft wie beim Menschen in Adern und Venen.		
Insekten haben wie der Mensch ein Skelett, dass sich im Körperinneren befindet.		
Das Nervensystem der Insekten wird Strickleiternnervensystem genannt.		
Insekten haben statt einem Skelett einen festen Panzer aus Chitin.		
Der Körper eines Insekts ist von vielen kleinen Röhren durchzogen, den Tracheen.		
Das Nervensystem der Insekten ist dem der Menschen ganz gleich.		
Insekten haben ein geschlossenes Blutgefäßsystem.		
Über die Tracheen kann der Körper eines Insekts mit Sauerstoff versorgt werden.		
Insekten haben ein offenes Blutgefäßsystem.		
Die Tracheen sind durch kleine Röhren im Chitinpanzer mit der Außenwelt verbunden.		

Abbildung 38: Frage 8a – 8j, Testteil 1 unbeantwortet

Offene Aufgabenformate

Die offenen Aufgabenformate aus Test Teil 1 habe ich unterschiedlich bewertet. Anhand der einzelnen Fragen werde ich nun mein Bewertungssystem erklären. Frage 4 (Abbildung 26) habe ich in 4a und 4b unterteilt. Wie schon weiter oben beschrieben (siehe 7.3.2), habe ich einmal die verschriftlichten Entwicklungsstadien des Schmetterlings bewertet (4a) und einmal die Nummerierung der Bilder (4b). Die SchülerInnen konnten bei Frage 4 insgesamt 8 Punkte erreichen, 4 Punkte bei richtiger Beantwortung von Frage 4a und 4 Punkte bei richtiger Beantwortung von Frage 4b. Für jede richtige Zuordnung eines Bildes zur richtigen Nummer wurde ein Punkt vergeben. Bei den Bildern wäre dies dann der Fall, wenn der adulte Schmetterling als 4, die verpuppte Raupe als 3, die Raupe als 2 und die Eier als 1 bezeichnet wären. Bei dem Text habe ich einerseits die korrekte Reihenfolge, andererseits die zutreffenden

Begriffe gewertet. Bei falscher Reihenfolge aber richtigem Wortlaut wurden somit keine Punkte vergeben. Volle 4 Punkte hat zum Beispiel Schülerin 16 (Klasse 2) beim vierten Termin erzielt mit folgender Antwort:

„Aus den Eiern schlüpfen Raupen. Die verpuppen sich nach einer Zeit, wenn die groß genug sind. Dann schlüpfen sie und sind ein Schmetterling. durch die entwicklung im Kokon.“

Folgende Begriffe sollten vorkommen, um die einzelnen Punkte zu vergeben: Eier; Raupe; Kokon oder Verpuppen und Schmetterling. Aufgrund des Schwierigkeitsniveaus der Fachbegriffe habe ich auch Begriffe wie „Kakon“ anstelle von „Kokon“ zugelassen. Bei Wörtern wie „Kukoa“ habe ich 0,5 Punkte vergeben, da bei Aussprache dieses Wortes noch immer klar erkenntlich ist, was gemeint ist.

Erkläre die Entwicklungsstadien des Schmetterlings!

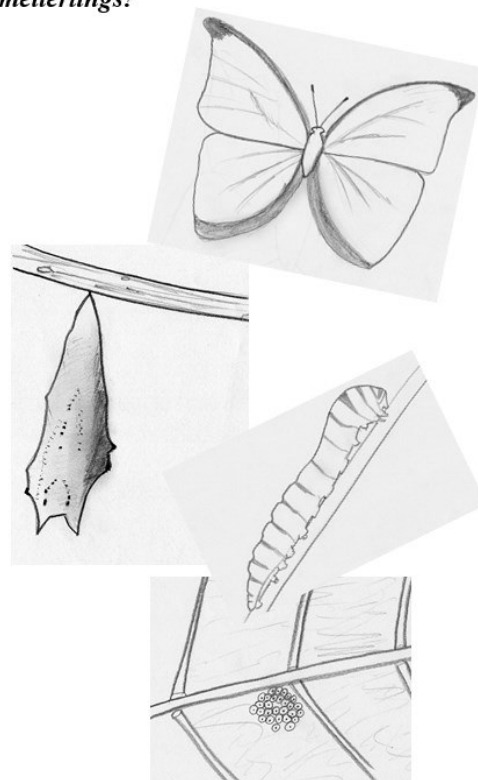


Abbildung 39: Frage 4a (wenn Text) und Frage 4b (wenn Nummerierung der Bilder), Testteil 1 unbeantwortet

Frage 6 wurde in 6a bis 6f unterteilt, in Tabelle 7 und Tabelle 8 kann man die richtigen bzw. halbrichtigen Antworten lesen. Ich habe mich dazu entschieden, die Begriffe „Flügel“ mit 0,5 Punkten zu bewerten, da die Antwort sehr wohl richtig ist, aber nicht die volle Punktezahl gegeben, da die Begriffe „Vorderflügel“ und „Hinterflügel“ gefragt waren. Diese Begründung trifft auch auf Frage 6g - 6i zu (Tabelle 8). Auch bei Frage 6j und 6k habe ich Teilpunkte für eine teilrichtige Antwort gegeben. So erhielten SchülerInnen einen halben Punkt, wenn anstelle von „Vorderbein“, „Mittelbein“ und/oder „Hinterbein“ einfach nur „Bein“ geschrieben wurde, da diese Antwort sehr wohl richtig ist, dem Fachbegriff aber nicht gerecht wird. Dasselbe gilt für die Bezeichnung des „Facettenauges“ oder „Komplexauges“ als „Auge“. Ebenfalls gültig mit einem halben Punkt ist die Bezeichnung der „Mundwerkzeuge“ als „Mund“ und die Bezeichnung der „Tracheen“ anstelle der „Atemlöcher“ oder „Stigma“. Anstelle von „Brust“ oder „Thorax“ habe ich mit voller Punktzahl (1 Punkt) auch „Vorderleib“, „Vorderkörper“, „Rumpfteil“ oder „Brustabschnitt“ gelten lassen.

	6a	6b	6c	6d	6e	6f
1 Punkt	Kopf	Brust	Hinterleib	Vorderflügel	Hinterflügel	Atemloch
Alternativbegriff	Caput	Thorax/ Vorderkörper/ Rumpfteil	Abdomen/ Hinterkörper			
0,5 Punkte				Flügel	Flügel	Trachee

Tabelle 7: Punkteschema für die Fragen 6a - 6g

	6g	6h	6i	6j	6k	6l
1 Punkt	Hinter-bein(e)	Mittel-bein(e)	Vorder-bein(e)	Komplex-augen	Mundwerk-zeug	Antenne
Alternati vbegriff				Facetten- augen		Fühler
0,5 Punkte	Bein(e)	Bein(e)	Bein(e)	Augen	Mund	

Tabelle 8: Punkteschema für die Fragen 6h - 6l

Beschrifte das Insekt!

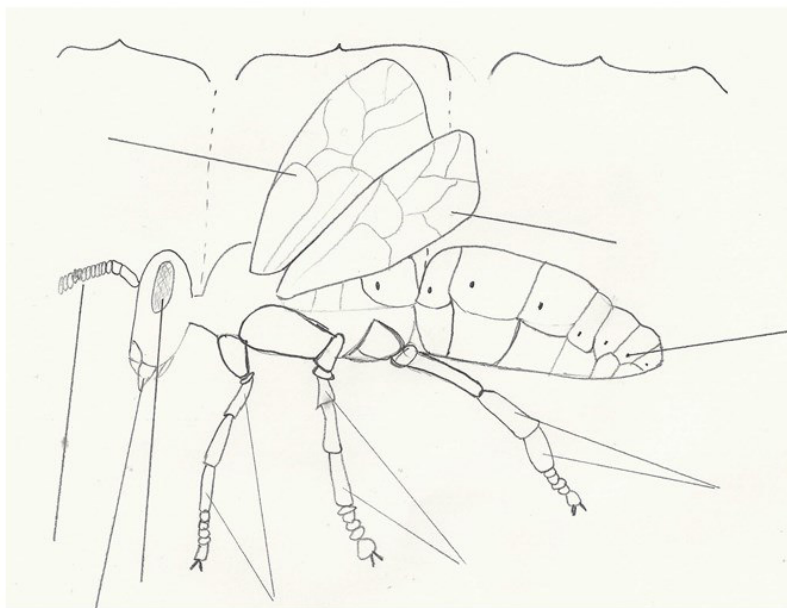


Abbildung 40: Frage 6a – 6l, Testteil 1 unbeantwortet

Für Frage 7 (Abbildung 41) habe ich drei Antworten zugelassen:

- Dreiteiliger Körperbau
- 6 Beine (3 Beinpaare)
- Facettenaugen/Komplexaugen

Für jede dieser Antworten gab es je einen Punkt.

Was haben alle Insekten gemeinsam, was sie z.B. von den Spinnen unterscheidet?

Abbildung 41: Frage 7, Testteil 1 unbeantwortet

7.6. Bewertungssystem der Aufgabenformate in Test Teil 2

Beim zweiten Teil des Tests kommen ausschließlich offene Fragen vor. Da fast alle SchülerInnen zu zweit, dritt oder viert eine Forschungsfrage bearbeitet haben, wurden auch dementsprechend viele Bewertungsbögen festgelegt. Wenn man Wissen oder Verständnis überprüfen möchte, werden oft offene Aufgaben verwendet (Hammann & Jördens, 2014), denn bei diesen können die SchülerInnen ihre Antworten selbst formulieren, ohne dass man ihnen Antworten in den Mund legt. Jedoch ist die Auswertung dieser erheblich schwerer als die Auswertung der MC-Tests. Bevor ich zur der Bewertung der offenen Aufgabenformate komme, möchte ich noch kurz anmerken, dass ich auch beim zweiten Testteil die letzte Frage („Was hast du noch in der Lernwerkstatt gelernt?“) nie bewertet habe. Auch hier kamen hauptsächlich entweder unangemessene Antworten oder die SchülerInnen schrieben das Wort „nichts“ hin. Sehr viele SchülerInnen ließen die Frage generell aus oder fassten lediglich Informationen aus den vorigen Testteilen zusammen. Daher habe ich die letzte Frage aus der Bewertung genommen.

7.6.1. Codierleitfaden für offene Aufgabenformate

Für die Bewertung der offenen Aufgabenformate aus dem Testteil 2 habe ich mich entschieden, einen Codierleitfaden nach Hammann und Jördens (2014) zu erstellen. Um offene Aufgaben auswerten zu können, benötigt man Kategorien und einen Codierleitfaden. Bei der Auswertung der Antworten zu offenen Fragen

unterscheidet man deduktiv gewonnene Kategorien oder induktiv gewonnene Kategorien die man direkt aus den Antworten ableitet. Ziel einer deduktiven Kategorienbildung ist es, vor der Auswertung Kategorien festzulegen. Die offenen Antworten werden anschließend einer Antwortkategorie zugeordnet und gegebenenfalls in Zahlen umformuliert (Hammann & Jördens, 2014).

Es müssen hierbei aber Gütekriterien berücksichtigt werden, es muss z.B. die Interrater-Reliabilität gewährleistet werden. Diese wird ermittelt, indem man einen zweiten unabhängigen Codierer die Zuordnung der Antworten zu Kategorien treffen lässt. Weiters muss die Reliabilität als Gütekriterium untersucht werden (Hammann & Jördens, 2014).

Unter Reliabilität versteht man, dass unter gleichen Bedingungen die gleichen Ergebnisse auftreten müssen, d.h. das Experiment (in diesem Fall die Zuordnung) muss reproduzierbar sein und dabei die gleichen Ergebnisse liefern. Eine Schwierigkeit bei meiner Codierung ist, dass manche Antworten von SchülerInnen fachlich nicht angemessen sind. So wird z.B. anstatt des Wortes „Amöbe“ das Wort „Ambö“ genannt. Dieses Wort wurde aber auch während der Lernwerkstatt immer wieder verwendet. Damit ich auch für diese eine Auswertung vornehmen kann habe ich die Codierleitfäden nicht deduktiv oder induktiv gewählt, sondern deduktiv und induktiv in einem Codierleitfaden vereint. Das bedeutet, dass ich versucht habe die Abstufung so vorzunehmen, dass die volle Punktezahl bei der fachlich korrekten Antwort gegeben wird, die vor der Auswertung von mir festgesetzt wurde. Trotzdem habe ich auch induktive Kategorien gebildet und diese mit weniger Punkten als die deduktiven Kategorien bewertet wenn mir beim Auswerten aufgefallen ist, dass ich eine Antwort noch nicht berücksichtigt habe.

Nach Mayring (2000) besteht ein Codierleitfaden aus folgenden vier Komponenten:

- Bezeichnung der Kategorie
- Definition der Kategorie
- Codierregel
- Beispiel

Nach diesen Regeln habe ich versucht, einen Codierleitfaden zu erstellen. Da aber „nur“ noch 27 von 50 SchülerInnen für die Auswertung zur Verfügung standen und fast jeder eine einzelne Frage zu beantworten hatte, gibt der Codierleitfaden lediglich Auskunft über ein oder maximal zwei SchülerInnenantworten pro Frage. Die Anzahl der Testpersonen hat sich deswegen reduziert, weil einige SchülerInnen bei den Testterminen nicht anwesend waren und es mir nicht möglich war den Test an einem anderen Termin mit diesen SchülerInnen nachzuholen. Trotzdem erachte ich diesen Weg als beste Möglichkeit den Leistungszuwachs, -abfall bzw. dessen generelle Veränderung zu beobachten und zu beschreiben. Im Gegensatz zu Leistungstests wie PISA habe ich auch keine Abstufung der Schwierigkeitsgrade getroffen, da auch bei diesem System mehrere Personen die gleichen Fragen beantworten müssten, um zu berechnen wie viele SchülerInnen die Frage richtig lösen.

Meiner Meinung nach sagt eine quantifizierende Generalisierung, z.B. in einem Diagramm, zu diesem Testteil nur etwas aus, wenn die SchülerInnen einzeln betrachtet werden, da wie schon erwähnt die Codierleitfäden auf maximal zwei SchülerInnenantworten angewendet werden. Daher werde ich mich bei der Auswertung eher auf einzelne SchülerInnen konzentrieren und die Veränderung dieser Tests herausheben.

Nachdem ich nun meine beiden Testteile sowie die Bewertungssysteme dazu vorgestellt habe, werde ich nun zur Ergebnisdarstellung und Interpretation kommen.

8. Ergebnisdarstellung und -interpretation

Mit Hilfe von dem in Kapitel 7 vorgestellten Codierleitfaden bzw. dem Punktesystem möchte ich nun die von mir ausgewerteten Ergebnisse darstellen. Rückgreifend auf die Theorie aus Teil 1 meiner Arbeit werde ich im Anschluss daran die Ergebnisse interpretieren.

Die Ausführung der Ergebnisse werde ich unterteilen, außerdem die Ergebnisse jeder Klasse gesondert vorstellen und ausgewählte Beispiele präsentieren. Ebenso wie der Test selbst wird auch die Ergebnisdarstellung in zwei Teile unterteilt. Ein grundlegender Unterschied besteht nicht nur in der Art des Fragenformates, sondern auch in der Tatsache, dass Teil 1 vier Mal vorgelegt wurde und Teil 2 drei Mal.

Um einen aussagekräftigen Gesamteindruck der drei Klassen geben zu können, werden die Ergebnisse in Diagrammen mit unterschiedlichen Gesichtspunkten dargestellt.

8.1. Ergebnisdarstellung des ersten Testteils von Klasse 1

In Kapitel 6.3.1 habe ich Klasse 1 mit den zwölf Schülerinnen und neun Schülern vorgestellt. Nun möchte ich die Ergebnisse dieser Klasse aufführen. Hier möchte ich auch noch einmal anmerken, dass ich Frage 5 (Warum gibt es keine 6 Meter Großen Insekten? Was vermutest du?) aufgrund des „Boden- Deckeneffektes“ (Riese & Reinhold, 2014) aus der Wertung genommen habe. Frage 9 wurde ebenfalls nicht bewertet, da die Antworten fast keine neuen Informationen lieferten. Es wurden hauptsächlich Informationen von den Seiten davor niedergeschrieben (siehe Kapitel 7.3.2). Für einige ausgewählte Antworten zu dieser Frage siehe Tabelle 9:

SchülerIn (Termin)	Klasse	Antwort
12 (1)	1	Insekten leben draußen. Viele Insekten können fliegen; Alle Insekten haben 6 Beine
6 (2)	1	Dass alle Insekten 3 teile haben, Kopf, Rumpf und Hinterleib. Die Insekten haben unter anderem auch 6 beine.
9 (1)	2	8 Beine; sie fressen uns nicht auf
14 (1)	2	Es gibt Insekten die nicht fliegen können
9 (2)	2	Sieh haben 6 Beinpaare sie haben Flügel

Tabelle 9: Antworten zu Frage 9

Von den 21 SchülerInnen der Klasse 1 waren nur 12 bei allen vier Testterminen anwesend, es werden daher nur die Daten von SchülerIn 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 16, 17 und 19 verwendet. Um eine nachvollziehbare und überzeugende Ergebnisdarstellung machen zu können, werde ich nur die Ergebnisse dieser zwölf SchülerInnen berücksichtigen. Beim ersten Testteil konnten insgesamt 56 Punkte erreicht werden.

Aus Tabelle 10 kann man die Gesamtpunkte der SchülerInnen herauslesen. Nun werde ich versuchen, wichtige Zahlenzusammenhänge herauszuarbeiten und miteinander in Verbindung zu setzen.

SchülerInnen	Termin 1	Termin 2	Termin 3	Termin 4
2	18,5	24,5	15,5	18
3	25	29,5	31	30,5
4	34,5	35	36,5	36,5
6	33	32,5	33,5	29,5
8	37,5	42	43,5	32,5
9	28,5	25	32	24,5
11	27,5	25,5	28	26,5
12	36,5	35,5	36,5	38
14	18	23,5	21,5	23,5
16	23,5	26	28,5	28,5
17	34,5	39	49	46
19	29,5	43	34	36

Tabelle 10: Gesamtpunkte Klasse 1, Testteil 1

Betrachtet man Diagramm 1 kann man die erreichten Punkte im Testteil 1 der Klasse 1 bei Termin 1 und Termin 2 sehen. Termin 1 fand vor der Lernwerksatt statt, Termin 2 kurz nach der Lernwerkstatt.

Vier SchülerInnen (6, 9, 11, 12) erreichten bei Termin 2 weniger Punkte als bei Termin 1, acht SchülerInnen (2, 3, 4, 8, 14, 16, 17, 19) erreichten demnach bei Termin 2 mehr Punkte als bei Termin 1. Den größten Punktezuwachs hatte Schüler 19 mit 13,5 Punkten, den geringsten Punktezuwachs hatte Schülerin 4 mit 0,5 Punkten. Im Gegensatz dazu hatte Schüler 6 den geringsten Punkteabfall mit -0,5 Punkten und Schüler 9 den größten Punkteabfall mit -3,5 Punkten.

Zum Lesen der Diagramme sei gesagt, dass sich die Nummern der SchülerInnen auf der 1. Achse befinden und die erreichten Punkte auf der 2. Achse.

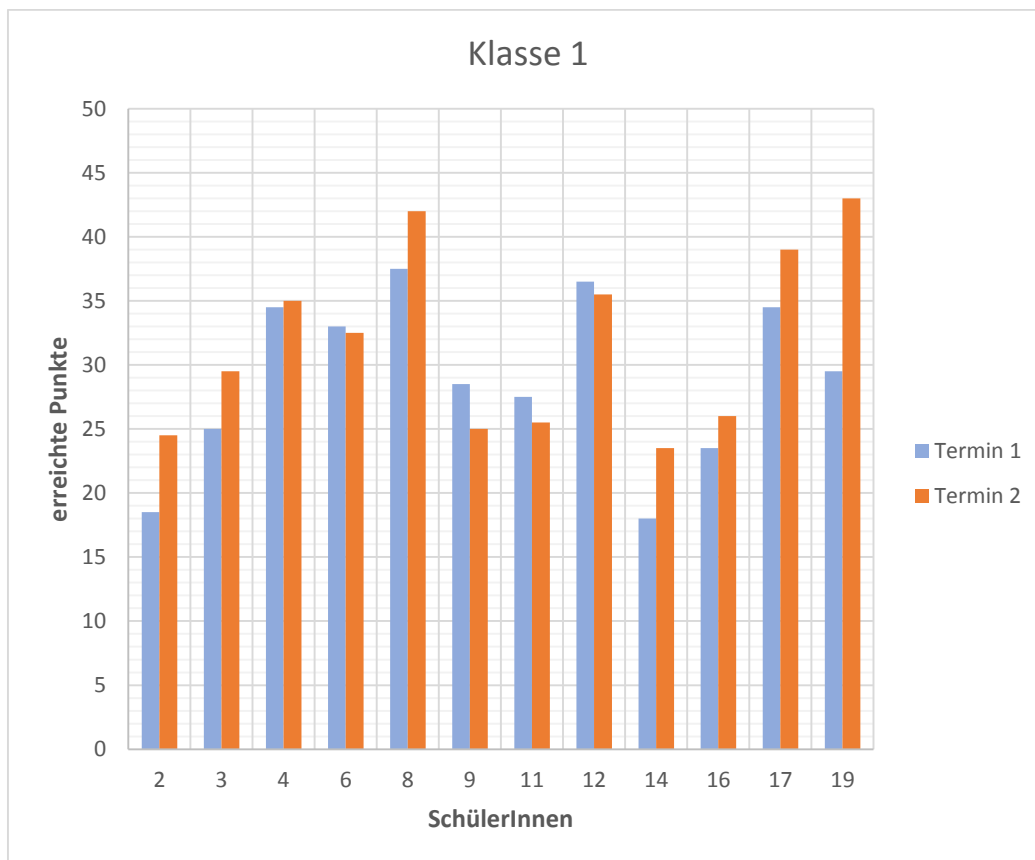


Diagramm 1: Termin 1 und Termin 2, Testteil 1, Klasse 1

Erstaunlich aber ist die Tatsache, dass beim Vergleich von Termin 1 und Termin 3 (Diagramm 2), nur noch Schülerin 2 bei Termin 3 weniger Punkte erreichte als bei Termin 1. Schülerin 12 erreichte sowohl bei Termin 1 als auch bei Termin 3

36,5 Punkte. Alle anderen schnitten bei Termin 3 mit mehr Punkten ab als bei Termin 1.

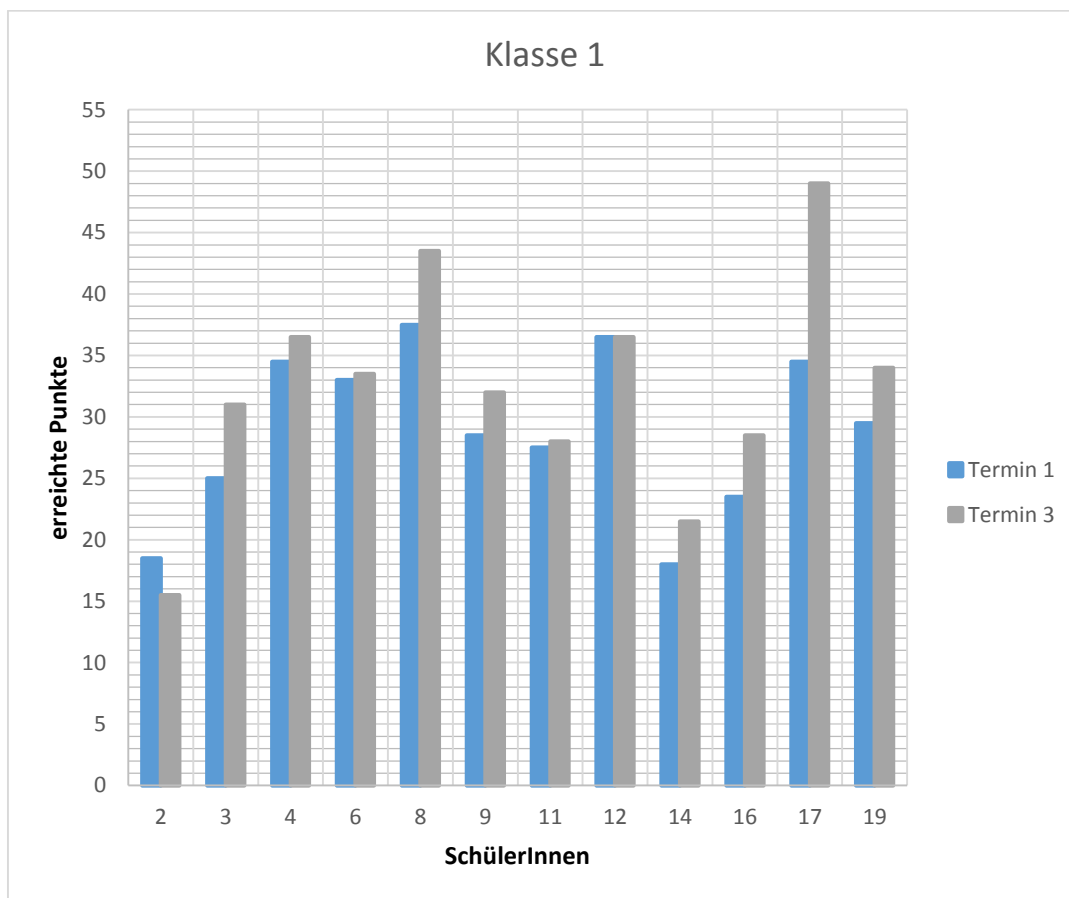


Diagramm 2: Termin 1 und Termin 3, Testteil 1, Klasse 1

In Diagramm 3 ist ersichtlich, dass bei den SchülerInnen 3,14,16,17 und 19 ab Termin 1 ein Punktezuwachs stattgefunden hat. Dies bedeutet, dass diese SchülerInnen nach der Lernwerkstatt bei allen weiteren Terminen mehr Punkte erreicht haben als vor der Lernwerkstatt.

Weiters ist in Diagramm 3 ersichtlich, dass fünf SchülerInnen (2, 6, 8, 9, 11) beim vierten Termin weniger Punkte erzielt haben als bei Termin 1. Alle anderen (3, 4, 12, 14, 16, 17, 19) schnitten auch beim vierten Termin mit mehr Punkten ab als bei Termin 1. Beim Vergleich zwischen Termin 1 und Termin 4 hatte Schüler 17 den größten Punktezuwachs mit 11,5 Punkten und Schülerin 12 den geringsten Zuwachs mit 1,5 Punkten. Den meisten Punkteverlust hatte Schülerin 8 mit -5 Punkten, den geringsten Abfall hatte Schülerin 2 mit -0,5 Punkten.

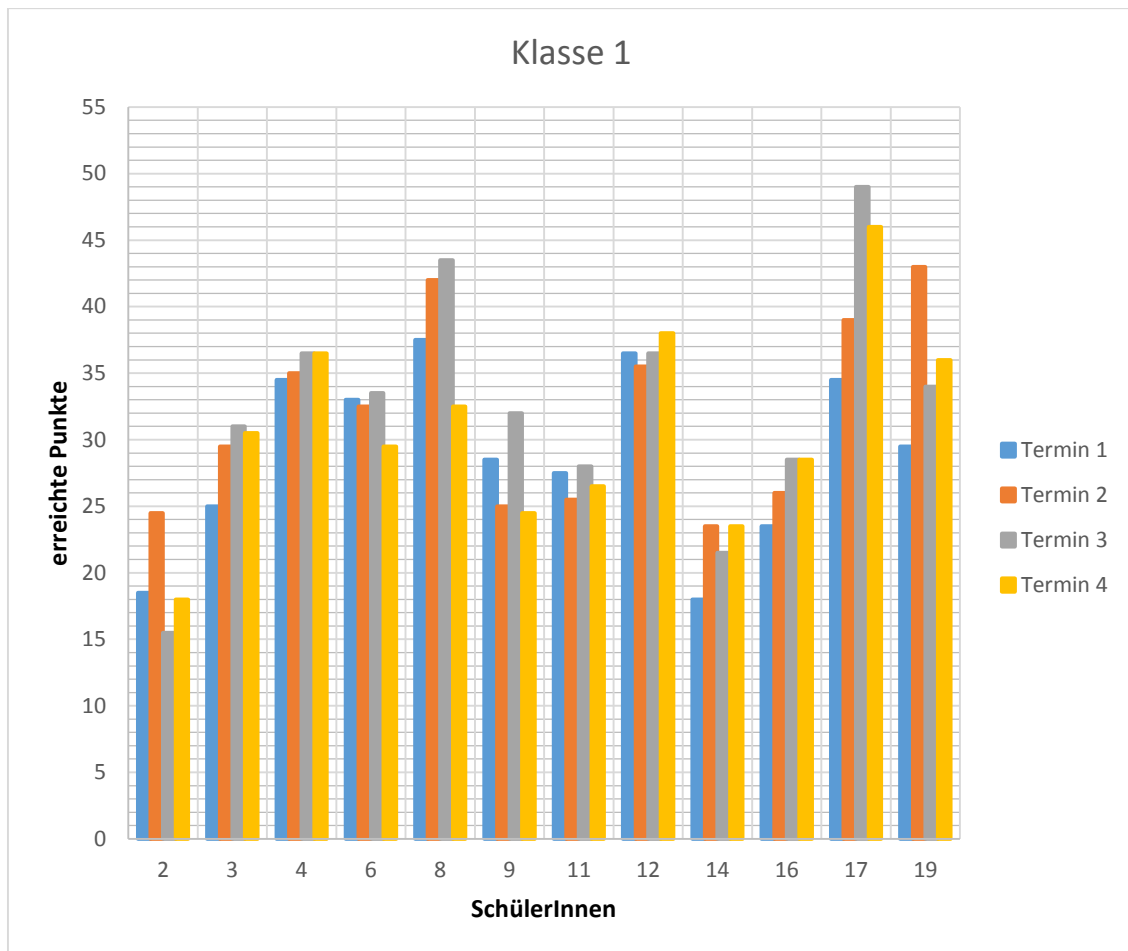


Diagramm 3: Gesamtpunkte über alle vier Termine, Testteil 1, Klasse 1

Betrachtet man nun die Mittelwerte der vier Termine kann man die oben beschriebenen Zusammenhänge abermals erkennen. Bei den Terminen nach der Lernwerkstatt konnten durchschnittlich mehr Punkte erzielt werden (Tabelle 11). Interessant ist auch die Tatsache, dass bei Termin 3 die höchste, aber gleichzeitig auch die niedrigste Punktezahl erreicht wurde (Tabelle 11). Hier sei aber auch angemerkt, dass die Mittelwerte bloß als Richtwerte angesehen werden dürfen.

Betrachtet man nun den Vergleich zwischen Termin 1 und Termin 4, erkennt man, dass der Mittelwert ebenfalls gestiegen ist (im Vergleich zwischen Termin 2 und Termin 4 ist der Mittelwert aber bei Termin 4 niedriger als bei Termin 2).

	Termin 1	Termin 2	Termin 3	Termin 4
Mittelwert	28,9	31,8	32,5	30,8
Min²⁷.	18	23,5	15,5	18
Max²⁸.	37,5	43	49	46

Tabelle 11: Mittelwerte, Minima und Maxima, Klasse 1

Generell kann man an den Mittelwerten (Tabelle 11) erkennen, dass bei Termin 2, 3 und 4 durchschnittlich mehr Punkte erzielt wurden, als bei Termin 1.

Ich habe Termin 1, 2 und 3 exemplarisch berechnet und festgestellt, dass die Ergebnisse nicht signifikant sind. Aufgrund der kleinen Stichprobenzahlen kann aber kein aussagekräftiges Statement bzgl. der Signifikanz gemacht werden.

8.2. Ergebnisdarstellung des ersten Testteils von Klasse 2

In Kapitel 6.3.2 habe ich Klasse 2 beschrieben. In Klasse 2 befinden sich zum Zeitpunkt der Überprüfung 21 SchülerInnen, wobei nur elf SchülerInnen bei allen vier Testterminen anwesend waren. Daher werde ich auch nur die Testbögen dieser fünf Schülerinnen und sechs Schüler darstellen. Zur kurzen Erinnerung möchte ich noch erwähnen, dass der Stoff, aus dem ich den Test zusammengestellt habe, aus den Unterrichtseinheiten dieser Klasse stammt. Wie auch schon zuvor erwähnt, konnten insgesamt 56 Punkte erreicht werden. Tabelle 12 gibt die Gesamtpunkte der einzelnen SchülerInnen wieder, auch hier werde ich wieder versuchen, die Zahlen zu vergleichen und wichtige Zusammenhänge herauszuarbeiten.

²⁷ Mit Min ist hier die kleinste Punktezahl gemeint, die ein/e SchülerIn erreicht hat

²⁸ Mit Max ist hier die größte Punktezahl gemeint, die ein/e SchülerIn erreicht hat

SchülerInnen	Termin 1	Termin 2	Termin 3	Termin 4
1	37	41	46,5	29
3	41	42,5	45,5	40,5
4	27	37	37	30
7	21	31	32,5	30
9	32,5	34	40	33
13	29	37	40	29
14	35,5	40	37,5	35,5
15	19,5	20	23	24
16	41	47,5	45,5	46,5
18	35,5	48	39	39
19	26,5	32,5	31,5	29,5

Tabelle 12: Gesamtpunkte über alle vier Termine von Klasse 2

Sehr auffällig ist die Tatsache, dass bei Termin 2 jede/r SchülerIn mehr Punkte erzielt hat, als bei Termin 1 (Diagramm 4). Den stärksten Punktezuwachs kann man bei Termin 1 zu Termin 2 bei Schüler 18 mit 12,5 Punkten erkennen, den niedrigsten bei Schüler 15 mit 0,5 Punkten.

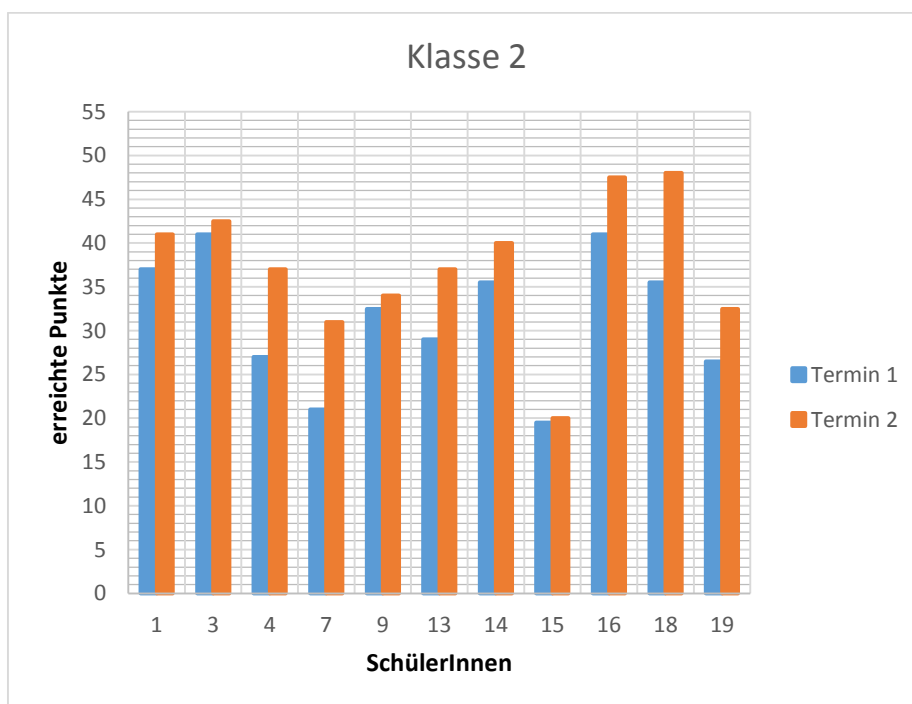


Diagramm 4: Termin 1 und Termin 2, Testteil 1, Klasse 2

Ebenso bemerkenswert ist, dass alle SchülerInnen bei Termin 3 mit mehr Punkten abgeschnitten haben als bei Termin 1 (Diagramm 5). Den stärksten Punktezuwachs von Termin 1 auf Termin 3 hatte Schüler 7 mit 11,5 Punkten, den niedrigsten Punktezuwachs erreichte Schüler 14 mit 2 Punkten.

In Diagramm 5 kann man außerdem die Punkteveränderung zwischen Termin 2 und Termin 3 erkennen. Hierbei konnten sechs SchülerInnen mehr Punkte bei Termin 3 erzielen als bei Termin 2. Vier SchülerInnen erzielten bei Termin 3 weniger Punkte als bei Termin 2 und Schülerin 4 erzielte bei Termin 2 und 3 37 Punkte.

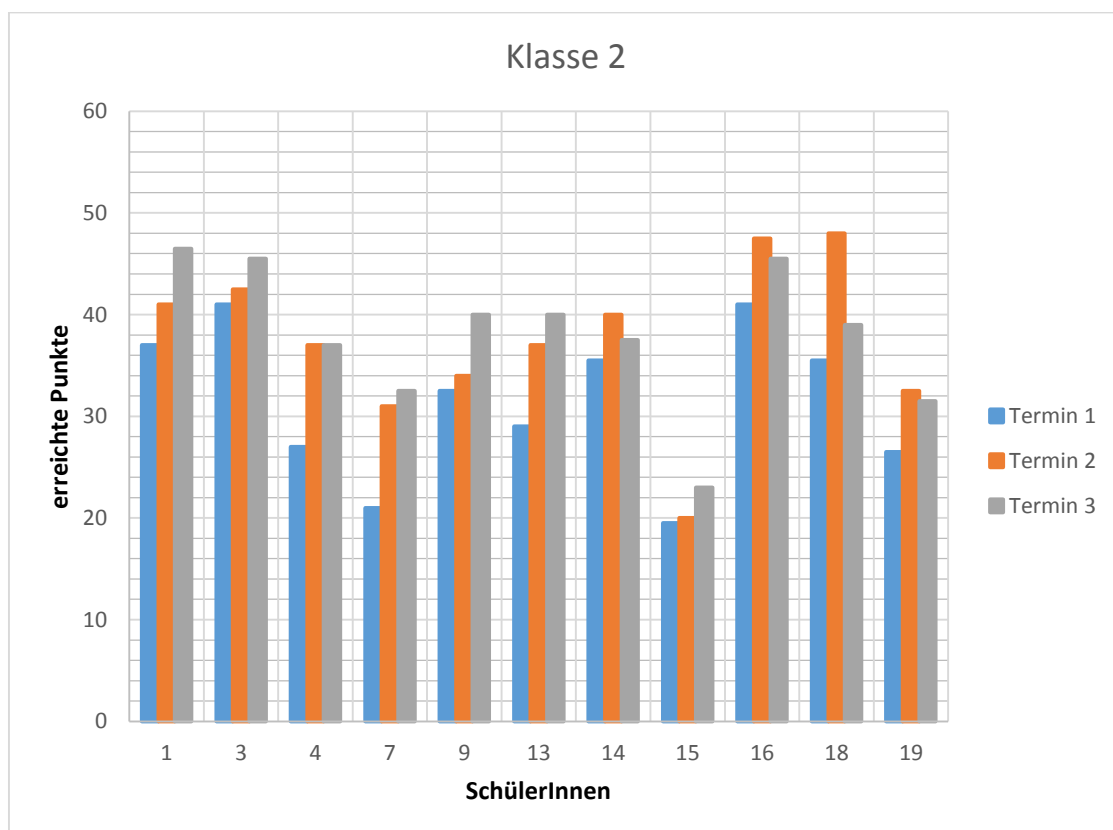


Diagramm 5: Termin 1, Termin 2 und Termin 3, Testteil 1, Klasse 2

Ebenfalls wie bei Klasse 1 ist auch bei Klasse 2 der Mittelwert bei Termin 3 am größten, daher möchte ich nun auch noch kurz die Punktedifferenz zwischen Termin 2 und Termin 3 beschreiben.

Die Punktedifferenz zwischen Termin 2 und Termin 3 ergibt folgende Werte:

Schüler 9 erzielte bei Termin 3 um 6 Punkte mehr als bei Termin 2, er hatte die größte positive Punktedifferenz. Schülerin 4 erzielte bei beiden Terminen gleich

viele Punkte. Die größte negative Punktedifferenz erzielte Schüler 18 mit -9 Punkten. Die geringste negative Punktedifferenz erreichte Schülerin 19 mit -1 Punkt.

In Diagramm 6 kann man erkennen, dass folgende SchülerInnen bei Termin 4 noch immer mehr Punkte erreichten, als bei Termin 1: 4, 7, 9, 15, 16, 18 und 19. Schülerin 13 und Schüler 14 erzielten bei Termin 4 die gleichen Punkte wie bei Termin 1 und Schülerin 1 und Schüler 3 erzielten bei Termin 4 weniger Punkte als bei Termin 1 (zum Vergleich: Tabelle 12). Somit erzielten sieben SchülerInnen bei Termin 4 noch immer mehr Punkte als bei Termin 1, zwei SchülerInnen erreichten gleich viele Punkte und lediglich zwei SchülerInnen schnitten bei Termin 4 schlechter ab als bei Termin 1.

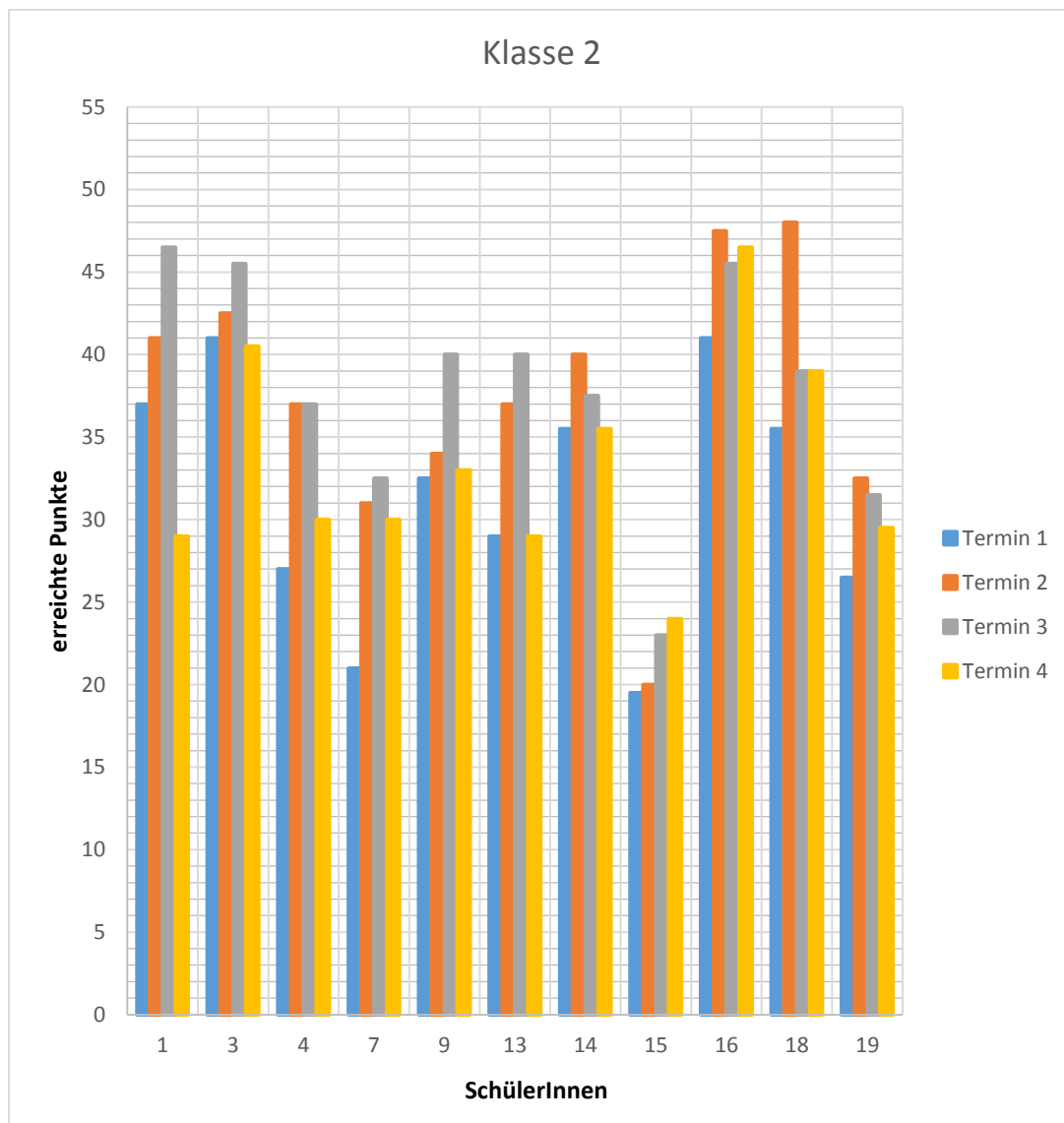


Diagramm 6: Alle vier Termine, Testteil 1, Klasse 2

Weitere wichtige Richtwerte liefert Tabelle 13, hier kann man sehr gut erkennen, dass der Mittelwert bei Termin 1 der niedrigste ist. Verglichen mit Termin 1 findet nun bei allen weiteren Überprüfungen ein Punktezuwachs statt. Auch bei Klasse 2 ist der Mittelwert bei Termin 3 am größten. Eine weitere Gemeinsamkeit ist, dass bei Termin 2 der Mittelwert größer ist verglichen mit Termin 1 aber geringer als der Mittelwert bei Termin 3. Bei Klasse 2 kann man einen deutlichen Punkteunterschied zwischen Termin 1 und Termin 3 erkennen, genauso deutlich ist aber auch der Unterschied zwischen Termin 3 und Termin 4.

	Termin 1	Termin 2	Termin 3	Termin 4
Mittelwerte	31,4	37,3	38	33,3
Min.	19,5	20	23	24
Max.	41	48	46,5	46,5

Tabelle 13: Mittelwerte, Maxima und Minima, Klasse 2

8.3. Ergebnisdarstellung des ersten Testteils von Klasse 3

Klasse 3 wurde schon in Kapitel 6.3.3 beschrieben. Die vier Schüler, die an allen vier Terminen anwesend waren, werden nun anhand ihrer Gesamtpunkte verglichen. Wie schon in den Kapiteln zuvor werde ich versuchen die Richtwerte zu vergleichen und Zusammenhänge herzustellen. Eine erwähnenswerte Besonderheit dieser Klasse ist, dass diese Klasse das Thema ‚Insekten‘ nicht im Unterricht behandelt hat. Die Schüler der Klasse 3 haben ohne Vorwissen aus dem Unterricht die Lernwerkstatt besucht. Woher sie vorhandenes Wissen mitbringen, ist mir nicht bekannt. Hier möchte ich noch einmal anmerken, dass Klasse 3 eine Sonderschulklasse ist. Bei der Deutung der Daten werde ich darauf keinen Wert legen. In Tabelle 14 kann man wieder die Gesamtpunkte der vier Schüler an allen vier Terminen erkennen. Anhand dieser Zahlen werde ich weiter unten Vergleiche anstellen.

In Tabelle 14 kann man bei Schüler 3 und Termin 3 erkennen, dass hier nichts bewertet wurde. Dies liegt nicht daran, dass der Schüler nicht anwesend war, sondern an der Tatsache, dass er sich geweigert hat, an Termin 3 den Test auszufüllen. Er hat, um seinen Unmut auszudrücken, bei Frage 1 alle Kästchen

mit „Nein“ angekreuzt. Bei Frage 2 hat er alles angekreuzt und bei Frage 3 alles bis auf die „3 Beinpaare“. Frage 8 hat er gänzlich mit „Richtig“ beantwortet. Auch beim zweiten Testteil hat er auf die Frage „Weißt du, was eine Stabheuschrecke frisst?“ drei Kästchen angekreuzt („andere Stabheuschrecken“, „Himbeerblätter“ und „Früchte“) (für den ganzen Fragebogen siehe im Anhang Klasse 3 Schüler 3 Termin 3). Ich habe diesen Test insgesamt nicht gewertet, da der Schüler sich geweigert hat den Test ernsthaft auszufüllen und dies auch kundgetan hat.

Trotzdem wollte ich die Daten nicht auslassen, da nicht das Fehlen des Schülers, sondern seine Weigerung, den Test auszufüllen zu dem Datenverlust geführt hat. Bei Termin 4 war Schüler 3 aber sehr wohl wieder bereit, den Test auszufüllen, daher möchte ich die Daten trotzdem auswerten.

SchülerInnen	Termin 1	Termin 2	Termin 3	Termin 4
1	25	17	24,5	23
2	33	48,5	43	35
3	19,5	32	x	28
5	16	32	35	35,5

Tabelle 14: Gesamtpunkte aller vier Termine von Klasse 3

In Diagramm 7 sieht man deutlich, dass bis auf Schüler 1 alle anderen drei Schüler bei Termin 2 mehr Punkte erzielt haben, als bei Termin 1. Schüler 5 hatte den größten Punktezuwachs mit 16 Punkten. Den niedrigsten Zuwachs hatte Schüler drei mit 12,5 Punkten. Schüler 1 hat bei Termin 1 acht Punkte mehr erreicht als bei Termin 2.

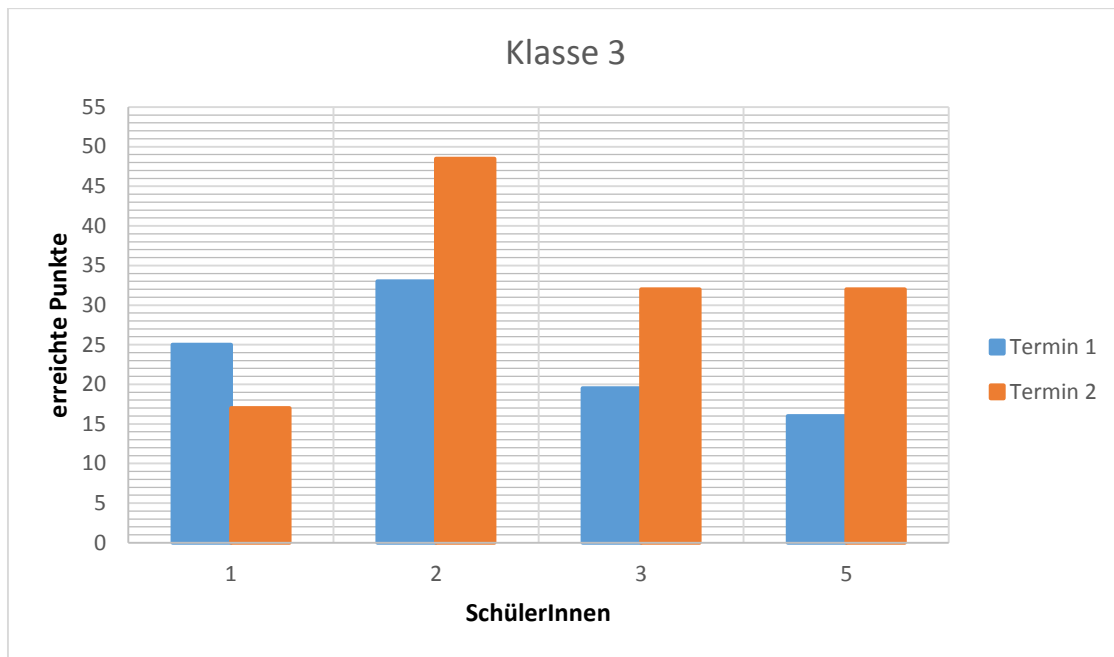


Diagramm 7: Termin 1 und Termin 2, Testteil 1, Klasse 3

In Diagramm 8 kann man erkennen, dass Schüler 2 und 5 bei allen Terminen besser abgeschnitten haben als bei Termin 1. Schüler 3 hat bei Termin 2 und Termin 4 ebenfalls besser abgeschnitten als bei Termin 1. Termin 3 scheint wie schon weiter oben besprochen deshalb ohne Punkten auf, da der Schüler sich geweigert hat den Test auszufüllen. Nach den Theorien über das Langzeitgedächtnis müsste Schüler 3 aber auch bei Termin 3 besser abgeschnitten haben als bei Termin 1, da es unwahrscheinlich ist, dass er nur bei diesem einen Termin wieder schlechter abschneidet. Beachtlich ist auch die Punkteveränderung von Termin 2 auf Termin 3. Schüler 1 und 5 hatten einen Punktezuwachs: Schüler 1 von 7,5 Punkten und Schüler 5 hatte einen Punktezuwachs von 3 Punkten. Schüler 2 hatten eine Punktedifferenz von -5,5 und die Punktedifferenz von Schüler 3 ist nicht messbar.

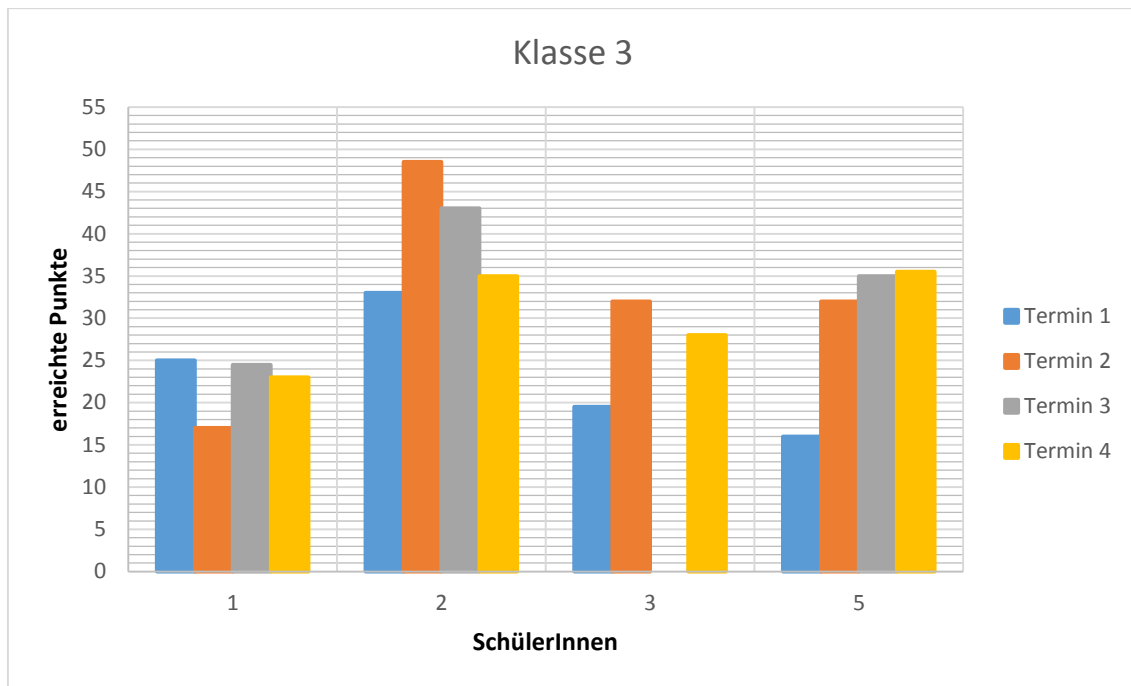


Diagramm 8: Alle vier Termine, Testteil 1, Klasse 3

In Tabelle 15 kann man die Mittelwerte, Minima und Maxima der Klasse 3 herauslesen. Diese dienen ebenfalls als Richtwert. Man kann ebenso wie bei Klasse 1 und Klasse 2 erkennen, dass der Mittelwert bei Termin 1 am niedrigsten ist. Im Gegensatz zu den anderen beiden Klassen ist allerdings bei Klasse 3 nicht der Mittelwert bei Termin 3 der höchste, sondern bei Termin 2, welcher kurz nach der Lernwerkstatt stattfand.

	Termin 1	Termin 2	Termin 3	Termin 4
Mittelwerte	23,4	32,4	25,6	30,4
Min.	16	17	0	23
Max.	33	48,5	43	35,5

Tabelle 15: Mittelwerte, Maxima und Minima von Klasse 3

Nachdem nun die Ergebnisse aller drei Klassen vom ersten Testteil ausgewertet und interpretiert wurden, werde ich nun diese Ergebnisse vergleichen.

8.4. Interpretation der Ergebnisse von Testteil 1

Vergleicht man die drei Klassen miteinander, so kann man anhand der Mittelwerte erkennen (Tabelle 16), dass bei Termin 1 Klasse 3 am schlechtesten abgeschnitten hat. Dies lässt sich u.a. darauf zurückführen, dass diese Klasse das Thema Insekten im Unterricht nicht behandelt hat. Klasse 2 hat generell bei allen vier Terminen im Durchschnitt am besten abgeschnitten. Dies könnte den Grund haben, dass der Testteil 1 an den Unterrichtsstoff der Klasse 2 angepasst war.

Mittelwerte	Termin 1	Termin 2	Termin 3	Termin 4
Klasse 1	28,9	31,8	32,5	30,8
Klasse 2	31,4	37,3	38	33,3
Klasse 3	23,4	32,4	25,6	30,4

Tabelle 16: Mittelwerte aller drei Klassen, Testteil 1

Interessant finde ich, dass Klasse 1 und Klasse 2 die besten Mittelwerte an Termin 3 erzielt haben. Was der Grund hierfür ist, lässt sich nur vermuten. Eine Möglichkeit wäre aber, dass das Interesse der SchülerInnen für Insekten geweckt wurde und sie noch zusätzliche Informationen aus anderen Quellen bekommen haben. Eine andere Möglichkeit wäre natürlich, dass sich die SchülerInnen nach der zweiten Überprüfung über ihre Antworten unterhalten haben, sich ausgetauscht haben oder über ihre Ergebnisse diskutiert haben. Man kann auch festhalten, dass der Test nicht nur Erhebungsinstrument, sondern auch Interventionsinstrument war. Es liegt nahe, dass durch das Wiederholen des Stoffes eine neue Verankerung im Langzeitgedächtnis möglich war (siehe Kapitel 5). Speziell der Vergleich zwischen Termin 1 und Termin 2 ist für mich von großem Interesse, da Termin 1 kurz vor und Termin 2 kurz nach der Lernwerkstatt stattgefunden hat. Hier ist in allen Klassen ein deutlicher Punkteanstieg zu erkennen. Was außerdem sehr interessant ist, ist die Tatsache, dass sich die niedrigsten Mittelwerte vor der Lernwerkstatt abgezeichnet haben. Somit schließe ich daraus, dass das Format Lernwerkstatt deutlich zum fachlichen Wissenserwerb beiträgt bzw. auch zur Wissensvertiefung und/oder

Wissensdurchdringung. Wodurch genau dieser Wissenserwerb stattgefunden hat, ist nicht herauszufinden, aber auf jeden Fall lässt sich anhand der gewonnenen Daten sagen, dass die SchülerInnen der Inklusiven Mittelschule Lernwerkstatt Donaustadt nach der Lernwerkstatt durchschnittlich mehr Wissen über Insekten wiedergeben konnten, als vor der Lernwerkstatt. Aber auch wenn das Wissen, das sich die SchülerInnen über die Monate angeeignet haben oder gefestigt haben, nicht direkt aus der Lernwerkstatt stammt (da sie ganz andere Fragen beforscht haben), so haben sie dennoch einen erkennbaren Punkteanstieg und somit steht das Format Lernwerkstatt den SchülerInnen auf keinen Fall im Weg, sich Fachwissen anzueignen bzw. es zu verfestigen. Im Gegenteil, ich empfinde den Unterrichtsansatz der Lernwerkstatt als förderlich für den Wissensaufbau bzw. die Wissensvertiefung.

8.5. Ergebnisdarstellung des zweiten Testteils von Klasse 1

In Kapitel 7 habe ich erwähnt, dass ich den zweiten Teil des Tests mittels Codierleitfäden ausgewertet habe. Durch das Fehlen einiger SchülerInnen hat meist nur noch ein/e Schüler/in den Test zu einer Forschungsfrage bearbeitet. Somit ist eine Aufschlüsselung mittels Diagramm nur bedingt aufschlussreich. Außerdem wurde zu jeder Forschungsfrage eine unterschiedliche Anzahl an Fragen entwickelt. Dies bedeutet, dass auch unterschiedlich viele Punkte erreicht werden konnten, was einen Vergleich zwischen den SchülerInnen eher schwierig macht, da nicht auf die Punkte zwischen den SchülerInnen geachtet werden darf, sondern nur auf die Steigerung bzw. Abnahme der Punkte der einzelnen SchülerInnen. Daher werde ich die Punkte in Prozent umrechnen und immer angeben wie viele Punkte zu erreichen waren damit sich jeder auch die tatsächlich erreichten Punkte berechnen kann. Da aber die Darstellung in einem Diagramm mit Prozent einfacher zu betrachten ist, wird die Angabe hier in Prozent gemacht. Ich möchte aber ausdrücklich darauf hinweisen, dass ein Vergleich zwischen den SchülerInnen nicht sinnvoll ist, da die SchülerInnen zumeist unterschiedliche Aufgaben bearbeitet haben. Damit aber ersichtlich ist, welche SchülerInnen die gleichen Fragen beantwortet haben, möchte ich noch kurz eine Tabelle einfügen (Tabelle 17):

Thema (stichwortartig)	SchülerInnen laut Nummerierung
Bienen	4, 11, 14
Honig	6, 19
Insektenhotel	9, 16, 17
Schneckenhaus	12
Stabheuschrecken	3, 8
Zeichnungen	2

Tabelle 17: Liste der SchülerInnen und ihr zugehöriges Thema, Klasse 1

Anhand von Diagramm 9 kann man sehr gut erkennen, dass bei Termin 2 die SchülerInnen durchschnittlich besser abgeschnitten haben. Schülerinnen 2, 3 und 4 haben bei Termin 2, 3 und 4 jeweils die gleiche Anzahl von Punkten erzielt. Anhand dieser Aufschlüsselung der Punkte in Prozent schließe ich, dass sich das Wissen der SchülerInnen nicht ausreichend im Langzeitgedächtnis verankern konnte. Nur Schüler 9 erreichte bei Termin 3 und 4 mehr Punkte als bei Termin 2.

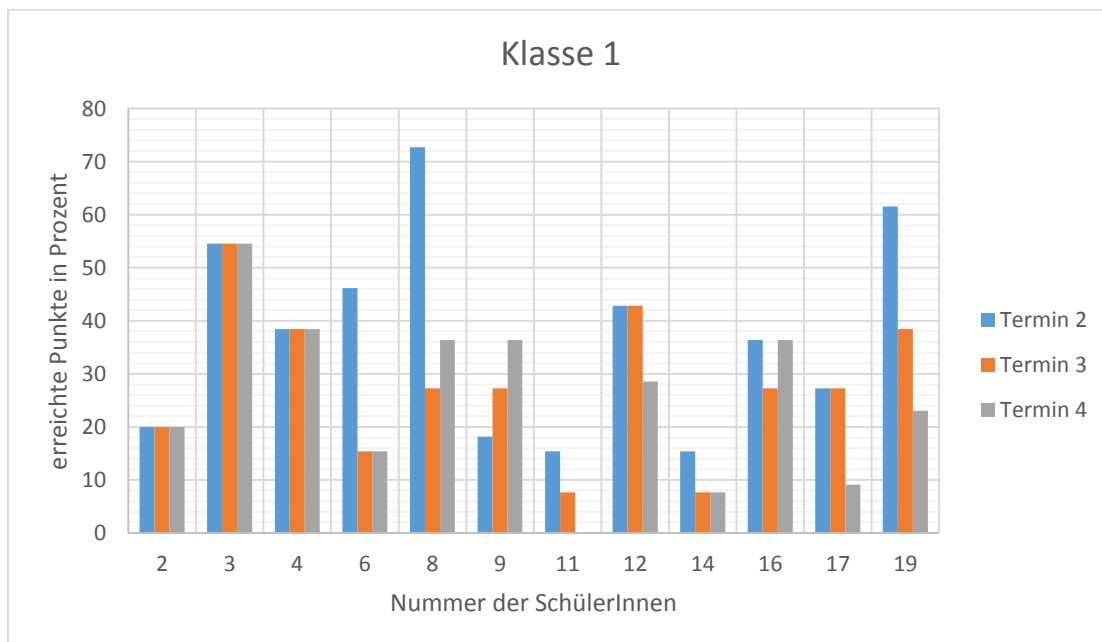


Diagramm 9: Punkteverlauf in Prozent der Klasse 1 bei Testteil 2

Ich habe mich entschieden, eine Auswahl an den gegebenen Antworten vorzustellen, um einen Eindruck von den einzelnen Bewertungen zu ermöglichen. Schülerin 3 hat sich zusammen mit Schülerin 8 den Stabheuschrecken gewidmet. Folgende Fragen haben die Schülerinnen beim Testteil 2 versucht zu beantworten: (Insgesamt konnten elf Punkte erreicht werden.) In Klammer stehen ausgewählte Antworten, die restlichen Antworten finden sich im Anhang.

1. Was fressen Stabheuschrecken? *[Antworten: Brombeerblätter, Blattläusen, Haselnussblatt“ (Schülerin 3, Termin 2) „Haselnussblätter und Brombeerblätter“ (Schülerin 8, Termin 2)]* (Herv. d. Verf.)
2. Warum heißen Stabheuschrecken „Stabheuschrecken“? *[Antworten: Weil die wie ein Stock aussehen.“ (Schülerin 3, Termin 2) „Weil sie wie ein Stück Ast aussehen.“ (Schülerin 8, Termin 2)]* (Herv. d. Verf.)
3. Wie unterscheidet man männliche und weibliche Stabheuschrecken? *[Antworten: „Die Männlichen: klein, dünn; Die Weiblichen: groß, dick“ (Schülerin 3, Termin 2) „Die Männlichen sind dünn und klein, die Weiblichen sind dick und groß. (Schülerin 8, Termin 2)]* (Herv. d. Verf.)
4. Was weißt du sonst noch über Stabheuschrecken? *[Antworten: „Das es verschiedene Arten von denen gibt.“ (Schülerin 3, Termin 2) „Wenn sie über deine Hand geht, dann spürt man sie fast gar nicht. Sie ist nur leicht.“ (Schülerin 3, Termin 3) „Das sie ganz leicht sind, wenn man sie in die Hand nimmt.“ (Schülerin 3, Termin 4) „Das Stabheuschrecken Eier legen können. Und Stabheuschrecken können 1/2 Jahre alt werden.“ (Schülerin 8, Termin 2) „Das sie Wasser trinken können, und dass sie Kacken können.“ (Schülerin 8, Termin 3)]* (Herv. d. Verf.)

Anhand des Codierleitfadens (siehe Anhang) habe ich folgende Punkte für jede Antwort vergeben (Tabelle 18 und Tabelle 19):

Frage	1	2	3	4
Max. Punkte	(4)	(3)	(2)	(2)
Termin 2	2	1	2	1
Termin 3	2	1	2	1
Termin 4	2	1	2	1

Tabelle 18: Bewertung der Antworten zu den Stabheuschrecken Schülerin 3; in Klammer stehen die maximal zu erreichenden Punkte

Frage	1	2	3	4
Max. Punkte	(4)	(3)	(2)	(2)
Termin 2	2	2	2	2
Termin 3	2	2	2	2
Termin 4	2	2	2	2

Tabelle 19: Bewertung der Antworten zu den Stabheuschrecken Schülerin 8; in Klammer stehen die maximal zu erreichenden Punkte

Ich war mit vier Schülerinnen (4, 10, 11 und 14, wobei Schülerin 10 nicht bei allen vier Testterminen anwesend war) bei einem Imker. Dieser hat uns ganz viele Informationen über Bienen gegeben und uns auch viel über das Leben der Bienen und die Honiggewinnung erzählt. Es war für mich nicht überraschend, dass beim Korrigieren der Tests sehr wenig richtige Antworten dabei waren, denn die Schülerinnen haben sich das Wissen nicht selbst konstruiert (Kapitel 3). Folgende Fragen habe ich für den Testteil 2 ausgewählt: (Insgesamt konnten 13 Punkte erreicht werden.) In Klammer stehen ausgewählte Antworten, die restlichen Antworten finden sich im Anhang.

1. Wie alt wird eine Bienenkönigin? [Antworten: „5 Jahre alt“ (Schülerin 14, Termin 4)] (Herv. d. Verf.)
2. Wie viel wiegen 10 Bienen? [Antworten: „1g“ (Schülerin 4, Termin 2) „8 kg“ (Schülerin 14, Termin 4)] (Herv. d. Verf.)

3. Wie schnell fliegen Bienen? [Antworten: „1 km“ (Schülerin 4, Termin 2)] (Herv. d. Verf.)
4. Wie alt werden „Winterbienen“? [Antworten: „9 Monate“ (Schülerin 4, Termin 2) „3 Jahre“ (Schülerin 14, Termin 4)] (Herv. d. Verf.)
5. Wie verhält man sich, wenn eine Biene um einen herumfliegt? [Antworten: „Still und nicht herum Zappeln“ (Schülerin 4, Termin 2) „ruig“ (Schülerin 11, Termin 3) „Nicht bewegen; weil dan die Biene Dich sticht“ (Schülerin 14, Termin 4)] (Herv. d. Verf.)
6. Wie entstehen Drohnen? [Antworten: „wen es Befruchtet wird das Ei“ (Schülerin 4, Termin 2)] (Herv. d. Verf.)
7. Wie entstehen „Arbeiterinnen“? [Antworten: „wen es Unbefruchtet ist das Ei“ (Schülerin 4, Termin 2)] (Herv. d. Verf.)
8. Wie wird Honig hergestellt? [Antworten: „Aus den Waben das herauskrazen dan in eine Schleuter und dan in ein Gefäss“ (Schülerin 4, Termin 2)] (Herv. d. Verf.)
9. Wie entstehen verschiedene Honigsorten? [Antworten: „Durch Bienen“ (Schülerin 11, Termin 2)] (Herv. d. Verf.)
10. Wie weiß die Bienenkönigin, in welche Wabe sie welches Ei legen muss? [Antworten: „Sie tut das mit ihren Füßen ab messen wo was rein kommt“ (Schülerin 4, Termin 2) „Sie haben farben“ (Schülerin 14, Termin 4)] (Herv. d. Verf.)

Anhand von Tabelle 20 kann man die Punkte an allen vier Terminen ablesen. Auffällig hierbei ist, dass Schülerin 4 bei Termin 2, also kurz nach der Lernwerkstatt, genau wie bei allen anderen Terminen auch 5 Punkte erzielt hat, jedoch hat sie bei Termin 2 zum Teil andere Fragen richtig beantworten können als bei Termin 3 und 4.

Frage	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Max. Punkte	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)	(1)	(2)
Termin 2	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1
Termin 3	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1
Termin 4	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1

Tabelle 20: Fragen zu Bienen Schülerin 4; in Klammer stehen die maximal zu erreichenden Punkte

Schüler 9 war der Einzige, der bei Termin 3 und 4 besser abgeschnitten hat als bei Termin 2, daher möchte ich auch noch kurz seine Punkte betrachten (Tabelle 21). Schüler 9 hat sich als Forschungsfrage „Wie baut man ein Insektenhotel?“ ausgesucht und auch geforscht, welches Insekt welche Teile des Insektenhotels anfliegt bzw. bewohnt oder besucht. Er musste folgende Fragen beantworten: (Insgesamt konnten elf Punkte erreicht werden.) In Klammer stehen ausgewählte Antworten, die restlichen Antworten finden sich im Anhang.

1. Wie baut man ein Insektenhotel? [Antworten: „mit Holz, farbe, negel“ (Schüler 9, Termin 2) „Holtznegel, farbe, gitter“ (Schüler 9, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)
2. Wer oder was bewohnt die Zapfen? [Antworten: „Bine“ (Schüler 9, Termin 2) „fligen“ (Schüler 9, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)
3. Wer oder was bewohnt die Späne? [Antworten: „Spine“ (Schüler 9, Termin 2) „kleine spinen“ (Schüler 9, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)
4. Wer oder was bewohnt die Löcher? [Antworten: „armeisen“ (Schüler 9, Termin 2) „armeisen“ (Schüler 9, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)
5. Wer oder was fliegt die rote Tür an? [Antworten: „marinkefe“ (Schüler 9, Termin 2) „marinkefer“ (Schüler 9, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)

Frage	1	2	3	4	5
Max. Punkte	(3)	(3)	(2)	(2)	(1)
Termin 2	1	0	0	0	1
Termin 3	1	1	0	0	1
Termin 4	1	1	1	0	1

Tabelle 21: Fragen zum Insektenhotel Schüler 9 Testteil 2; in Klammer stehen die maximal zu erreichenden Punkte

Wie man in Tabelle 21 sehen kann, hat Schüler 9 bei jedem Termin eine Frage mehr richtig beantwortet. Auffällig hierbei ist, dass er als Einziger bei Termin 3 und 4 besser abgeschnitten hat als bei Termin 2.

8.6. Ergebnisdarstellung des zweiten Testteils von Klasse 2

Wie auch schon bei Klasse 1 werde ich nun die Ergebnisse des zweiten Testteils auswerten. Auch hier möchte ich wieder darauf hinweisen, dass die SchülerInnen unterschiedlich viele Punkte erreichen konnten, daher müssen die Diagramme wirklich nur für jede/n SchülerIn einzeln gelesen werden. Damit das Diagramm aber anschaulicher ist, werden die Punkte abermals in Prozent angegeben. Vergleiche zwischen den SchülerInnen sind nur sinnvoll, wenn die SchülerInnen die gleichen Fragen beantworten mussten (Tabelle 22).

Thema stichwortartig	SchülerInnen laut Nummerierung
Bienenwaben	3
Honig	13, 16
Insektenhotel	1, 7, 9, 15,
Schmetterlinge	14, 19
Stabheuschrecken	18
Unterschied zwischen zwei Schmetterlingen	4

Tabelle 22: Liste der SchülerInnen und ihr zugehöriges Thema, Klasse 2

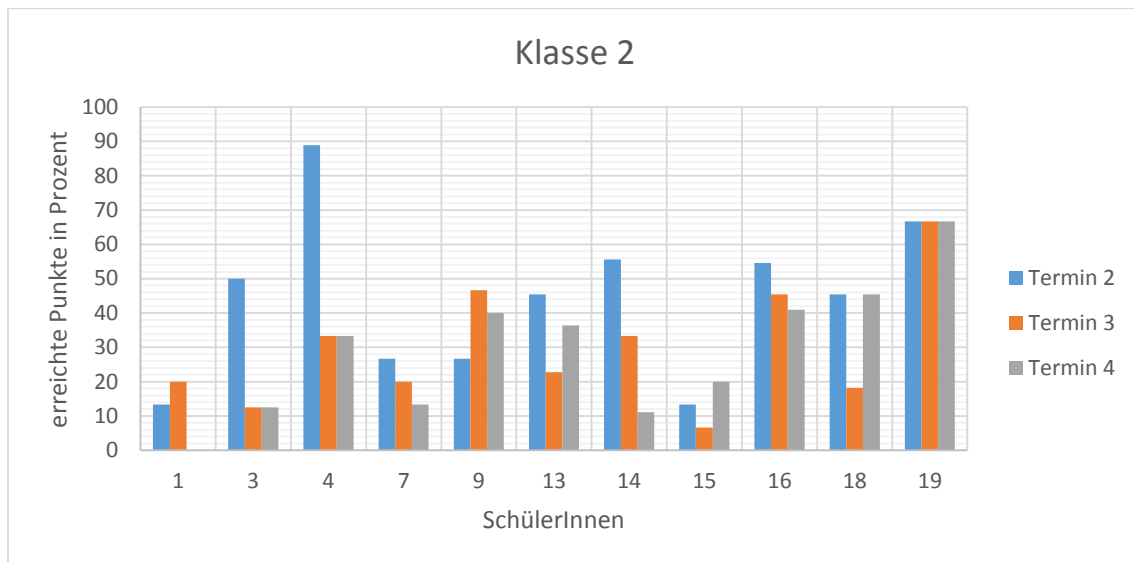


Diagramm 10: Punkteverlauf in Prozent der drei Termine von Klasse 2

Man kann auch in Diagramm 10 deutlich erkennen, dass die SchülerInnen bei Termin 2 durchschnittlich besser abgeschnitten haben, als bei den beiden anderen Terminen. Ich möchte nun wieder einzelne SchülerInnen auswählen und ihren Testverlauf näher darstellen.

Schülerin 4 möchte ich deshalb näher betrachten, da sie eine relativ große Punktedifferenz aufweist, wenn man den zweiten Termin mit den beiden anderen Terminen vergleicht. Schülerin 4 hat sich der Forschungsfrage, welche Unterschiede zwischen Zitronenfalter und Heufalter bestehen, gewidmet. In Abbildung 42 kann man die Unterschiede, welche für die Präsentation ausgewählt wurden, sehen.



Abbildung 42: Unterschiede zwischen Heufalter und Zitronenfalter

In Tabelle 23 kann man die richtigen Antworten sehen, diese wurden von Schülerin 4 und Schülerin 6 für die Präsentation herausgearbeitet.

	Heufalter	Zitronenfalter
Farbe	Gelb und schwarz	Gelblich weißlich
Körperform	Brustteil ist schmal	Brustteil ist breit
Flügelform	Rund	Spitz zulaufend
Punkteform	Gleichgroß	Oben kleiner
Punktefarbe	Oben braun, unten gelb	Gelb

Tabelle 23: Unterschiede zwischen Heufalter und Zitronenfalter, von Schülerin 4 und 6 für die Präsentation erstellt

In Tabelle 24 kann man den Punkteverlauf zwischen den einzelnen Terminen sehen. Man erkennt, dass bei Termin 2 noch viele Unterschiede genannt werden konnten, bei Termin 3 und 4 nur noch wenige richtig genannt werden konnten.

Obwohl bei Termin 3 Frage 2 nicht richtig beantwortet werden konnte, konnten diese bei Termin 4 wieder ausreichend beantwortet werden. Folgende zwei Fragen musste die Schülerin beantworten: (Maximal waren neun Punkte zu erreichen.) In Klammer stehen ausgewählte Antworten, die restlichen Antworten finden sich im Anhang.

1. Schreibe möglichst viele Unterschiede der beiden Schmetterlinge auf!
(Flügelform, Körperform, Farbe,...) [Antworten:

Der Zitronenfalter	Der Heufalter
Die Flügel gehen spitz zu	Die Flügel gehen rund zu
Er ist weiß	Er ist braun, gelb, weißlich
4 gelbe Punkte	4 gleich große Punkte
oben zwei kleinere	die Flügel sind
unten größere	Der Brustteil ist schmal
Der Brustteil ist breitere	

(Schülerin 4, Termin 2)] (Herv. d. Verf.)

2. Wie bist du vorgegangen um deine Forschungsfrage zu beantworten?
[Antworten: „Mit den 2 Bilder von den Schmetterling unterschiede zu finden“ (Schülerin 4, Termin 2)] (Herv. d. Verf.)

Frage	1	2
Max. Punkte	(8)	(1)
Termin 2	7	1
Termin 3	3	0
Termin 4	2	1

Tabelle 24: Erreichte Punkte von Schülerin 4, Klasse 2; die maximal zu erreichenden Punkte stehen in der Klammer

Auffällig ist auch Schüler 9, er hat als einziger bei Termin 2 schlechter abgeschnitten als bei Termin 3 und Termin 4 (Diagramm 10). Schüler 9 hatte folgende fünf Fragen zu beantworten: (Maximal konnten 15 Punkte erreicht werden) In Klammer stehen ausgewählte Antworten, die restlichen Antworten finden sich im Anhang.

1. Wie baut man ein Insektenhotel? Erkläre deine Arbeitsschritte! [Antworten: „Ausholz und Nägel“ (Schüler 9, Termin 2) „Baumatratel, leim, Nägel“ (Schüler 9, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)
2. Was ist ein Insektenhotel? [Antworten: „ein Haus für Insketen“ (Schüler 9, Termin 2) „Ein Hotel für Bienen usw“ (Schüler 9, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)
3. Welche Insekten besuchen das Insektenhotel? [Antworten: „Alle Insekten“ (Schüler 9, Termin 2) „Bienen, Fliege, Käfer“ (Schüler 9, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)
4. Was hast du genau untersucht? [Antworten: „die Stapilietet“ (Schüler 9, Termin 2) „Stablität“ (Schüler 9, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)
5. Welche Ergebnisse hast du erhalten, wenn du an deine Forscher-Frage denkst? [Antworten: „Das Nägel Stamilieteter ist als leim“ (Schüler 9, Termin 2) „Das Nägel länger halten“ (Schüler 9, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)

In Tabelle 25 kann man den Punkteverlauf von Schüler 9 zu allen drei Terminen sehen. Auffällig hierbei ist, dass sich die Antworten zu Frage 3 geändert haben. Zuerst hat er als Antwort auf Frage 3 noch alle Insekten angegeben. Diese Antwort wurde mit null Punkten versehen, da bei dem gebauten Insektenhotel keine Nist- bzw. Überwinterungsmöglichkeit für Schmetterlinge vorgesehen war. Bei Termin 3 schrieb er dann „Bienen, Fliege, Käfer“ als Antwort und bei Termin 4 noch „Bienen, Fliegen“.

Frage	1	2	3	4	5
Max. Punkte	(3)	(3)	(4)	(3)	(2)
Termin 2	1	1	0	1	1
Termin 3	1	1	3	1	1
Termin 4	1	1	2	1	1

Tabelle 25: erreichte Punkte von Schüler 9 an allen drei Terminen; in Klammer stehen die maximal zu erreichenden Punkte

Bemerkenswert finde ich auch den Punkteverlauf von Schüler 18, denn dieser hatte einen Punkteverlust von Termin 2 auf Termin 3. Bei Termin 4 erreichte er jedoch wieder genauso viele Punkte wie schon bei Termin 2 (Tabelle 26). Folgende sechs Fragen wurden von Schüler 18 zu den Stabheuschrecken beantwortet: (Maximal konnten elf Punkte erreicht werden.) In Klammer stehen ausgewählte Antworten, die restlichen Antworten finden sich im Anhang.

1. Wie groß können Stabheuschrecken werden? [Antworten: *„Weibchen 30 cm Männchen 15 cm“* (Schüler 18, Termin 2) *„Männchen 15 cm Weibchen 30 cm“* (Schüler 18, Termin 3)] (Herv. d Verf.)
2. Wie alt können Stabheuschrecken werden? [Antworten: *„8 Monate oder 1 Jahr“* (Schüler 18, Termin 2) *„8 Monate bis 1 Jahr“* (Schüler 18, Termin 3)] (Herv. d Verf.)
3. Was fressen Stabheuschrecken? [Antworten: *„Am liebsten essen sie Rosenblätter Himbeerblätter“* (Schüler 18, Termin 2) *„Blätter“* (Schüler 18, Termin 3)] (Herv. d Verf.)
4. Erkläre die Fortpflanzung der Stabheuschrecken! [Antworten: *„Die Weibchen brauchen keine Männchen zum vortpflanzen“* (Schüler 18, Termin 2) *„Die Weibchen legen pro tag 5 Eier“* (Schüler 18, Termin 3)] (Herv. d Verf.)
5. Wie verteidigen sich Stabheuschrecken? [Antworten: *„sie verteidigen sich nicht sondern sie tarnen sich“* (Schüler 18, Termin 2)] (Herv. d Verf.)
6. Wie unterscheidet man männliche und weibliche Stabheuschrecken? [Antworten: *„Die Hörner auf den Kopf haben Weibchen“* (Schüler 18, Termin 2)] (Herv. d Verf.)

Frage	1	2	3	4	5	6
Max. Punkte	(1)	(1)	(4)	(2)	(2)	(1)
Termin 2	1	1	1	1	1	0
Termin 3	1	1	0	0	9 ²⁹	9
Termin 4	9	1	1	1	1	1

Tabelle 26: Erreichte Punkte von Schüler 18; in Klammer stehen die maximal zu erreichenden Punkte

Generell war auch bei Klasse 2 auffällig, dass das spezielle Wissen, das durch die Forschungsfrage entwickelt werden sollte, bei Termin 2 deutlich besser vorhanden war als bei den anderen beiden Testterminen. Nun möchte ich zum Abschluss noch Klasse 3 als reine Sonderschulklasse betrachten.

8.7. Ergebnisdarstellung des zweiten Testteils von Klasse 3

Zum Abschluss wird noch die Punkteentwicklung von Klasse 3 beschrieben und näher betrachtet. Wie auch schon bei beiden Klassen zuvor wird zuerst eine Punkteübersicht von allen Schülern an allen drei Terminen gegeben. Es darf ebenfalls nur auf die Punkte der einzelnen Schüler geachtet werden, da unterschiedliche Themen bearbeitet wurden. Trotzdem wird auch hier die Anzahl der erreichten Punkte im Diagramm in Prozent angegeben. Hier sei nochmals angemerkt, dass die Schüler der Klasse 3 aufgrund des leichteren Einstiegs einen abgeänderten „Stationenbetrieb“ durchgeführt haben und im Anschluss Fragen nachgegangen sind, die sie besonders interessiert haben. Schüler 3 hat sich, wie schon zuvor erwähnt, bei Termin 3 geweigert den Test auszufüllen.

²⁹mit 9 Punkten wurde das leere Feld codiert, wenn keine Antwort geschrieben wurde, 0 steht für eine falsche Antwort

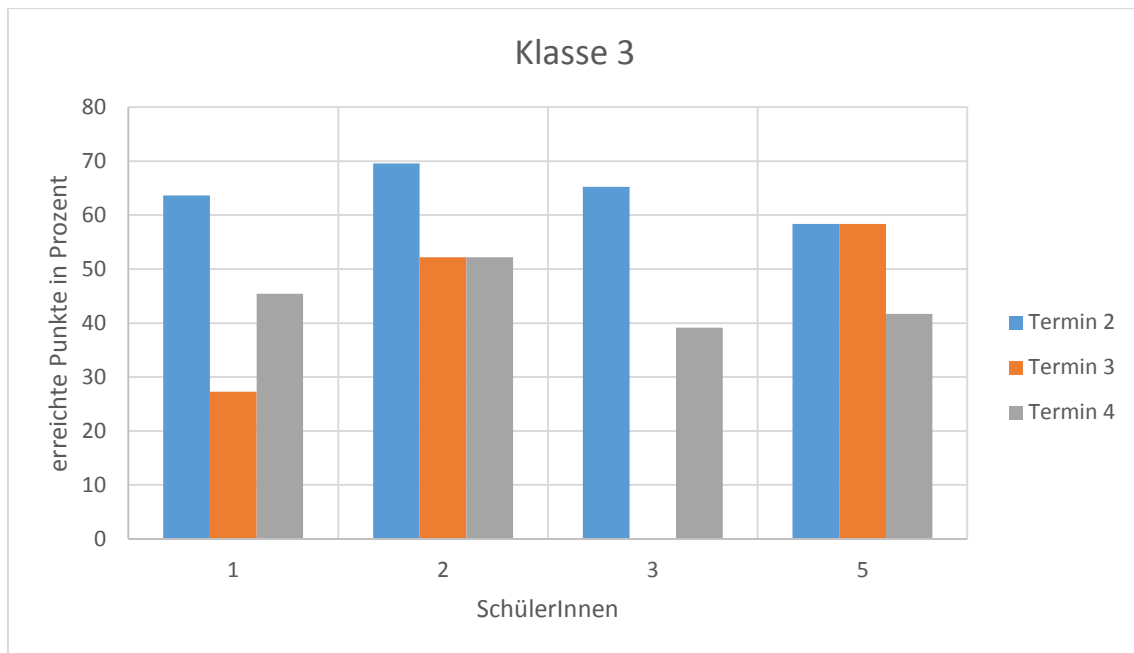


Diagramm 11: Entwicklung der Punkte in Prozent von Klasse 3 zu allen drei Terminen

Auch bei Klasse 3 lässt sich feststellen, dass bei Termin 2 die meisten Punkte erzielt wurden (Diagramm 11). Bei Termin 3 und 4 wurden weniger bzw. gleich viele Punkte erzielt.

Der geringste Punkteabfall konnte bei Schüler 5 beobachtet werden, der folgende fünf Fragen (Frage 1 bis Frage 5) zu beantworten hatte: (Insgesamt konnten elf Punkte erreicht werden.) In Klammer stehen ausgewählte Antworten, die restlichen Antworten finden sich im Anhang.

1. Erkläre kurz, warum der Hirschkäfer „Hirschkäfer“ heißt! [Antworten: „*der Hirschkäfer hat ein ähnliches geweih*“ (Schüler 5, Termin 2) „*weil es hat wie ein Reh ein geweih*“ (Schüler 5, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)
2. Erkläre kurz, warum die Maulwurfsgrille „Maulwurfsgrille“ heißt! [Antworten: „*Die Maulwurfsgrille sieht aus wie ein Maulwurf es hat Schaufelhände*“ (Schüler 5, Termin 2) „*Weiler keine augen hat wie der Maulwurf und hat Schaufeln*“ (Schüler 5, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)
3. Kannst du Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Hirschkäfern nennen? [Antworten: „*Weibliche Hirschkäfer haben kein geweih Männliche Hirschkäfer haben ein geweih*“ (Schüler 5, Termin 2) „*ein männlicher Hirschkäfer hat ein geweih und ein weibliches Hirschkäfer hat kein geweih*“ (Schüler 5, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)

4. Erkläre, warum der Schmetterling ein Insekt ist! *[Antworten: „6 Beine Flügel Komplexaugen“ (Schüler 5, Termin 2) „weiler hat ein Flügel, 6 Beine; Fühler, Komplexaugen“ (Schüler 5, Termin 3)]* (Herv. d. Verf.)
5. Zeichne einen Schmetterling!

In Tabelle 27 kann man die erreichten Punkte an allen drei Terminen ablesen. Man erkennt, dass Schüler 5 bei Termin 2 und 3 gleich viele Punkte erzielt hat und bei Termin 4 eine Punktedifferenz von -2 zu verzeichnen hat.

Frage	1	2	3	4	5
Max. Punkte	(2)	(4)	(1)	(3)	(1)
Termin 2	1	2	1	2	1
Termin 3	2	1	1	2	1
Termin 4	0	1	1	2	1

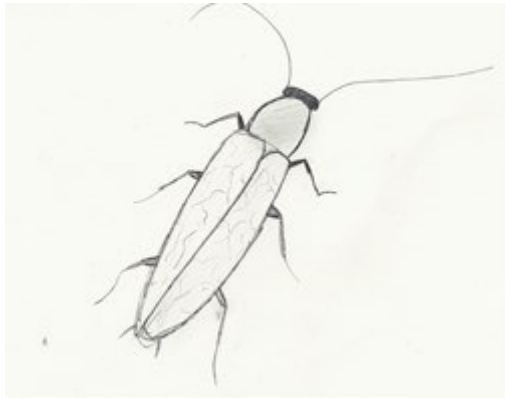
Tabelle 27: erreichte Punkte an allen drei Terminen von Schüler 5; in Klammer stehen die maximal zu erreichenden Punkte

Schüler 2 hat sich intensiv mit den Stabheuschrecken auseinander gesetzt, anschließend hat er gemeinsam mit mir und den anderen Lehrpersonen versucht, eine Schabe, die er gefunden hat, zu bestimmen. Folgende Fragen hatte er zu beantworten: (Es konnten insgesamt 23 Punkte erreicht werden) In Klammer stehen ausgewählte Antworten, die restlichen Antworten finden sich im Anhang.

1. Weißt du, was eine Stabheuschrecke frisst? *[Antworten: „Es wurden Rosenblätter, Brombeerblätter und Himbeerblätter angekreuzt“ (Schüler 2, Termin 2) „Es wurden Rosenblätter, Brombeerblätter und Himbeerblätter angekreuzt“ (Schüler 2, Termin 3)]* (Herv. d. Verf.)
2. Kannst du erklären, warum Stabheuschrecken „Stabheuschrecken“ heißen? *[Antworten: „weil sie aussehen wie ein Ast“ (Schüler 2, Termin 2) „weil sie aussehen wie Erte“ (Schüler 2, Termin 3)]* (Herv. d. Verf.)
3. Nenne Unterscheidungsmerkmale von männlichen und weiblichen Stabheuschrecken! *[Antworten: „die Weiblichen haben lengere*

forderebine und sind Grünlicher“ (Schüler 2, Termin 2) „Männliche Haben Kürzere forder Beine“ (Schüler 2, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)

4. Beschreibe die Eier der Stabheuschrecken! *[Antworten: „sehen aus wie Holz“ (Schüler 2, Termin 2) „sehen aus wie Holz“ (Schüler 2, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)*
5. Erkläre kurz, wie sich die Stabheuschrecken vermehren! *[Antworten: „keine Ahnung“ (Schüler 2, Termin 2) „keine Ahnung“ (Schüler 2, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)*
6. Weißt du, wie dieses Tier heißt? Zeichne das Kopfschild/Halsschild ein!



7. Kannst du dich noch an verschiedene Schabenarten erinnern? Schreibe auf, welche dir noch einfallen! *[Antworten: „Braunbandschabe, Amerikanische schaben, Australische schabe, Deutsche schabe“ (Schüler 2, Termin 2) „Amerikansiche, Australische, Braunbandschabe“ (Schüler 2, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)*
8. Wie hast du herausgefunden, wie die Schabe heißt, die du im Garten gefunden hast? *[Antworten: „im internet in Google Kefer eingegeben; Bilder angeschaut Studentin gefragt hat dan gesagt fieleicht eine Schabe dan habe ich das in Google eigegeben und so die Lappländische Waldschabe gefunden“ (Schüler 2, Termin 2) „im internet gesucht unter schaben“ (Schüler 2, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)*

Frage	1	2	3	4	5	6	7	8
Max. Punkte	(6)	(3)	(2)	(2)	(2)	(2)	(4)	(2)
Termin 1	6	2	0	1	0	1	4	2
Termin 2	6	0	0	0	0	2	3	1
Termin 3	6	2	9	1	9	2	1	9

Tabelle 28: Erreichte Punkte an allen drei Terminen von Schüler 2; in Klammer stehen die maximal zu erreichenden Punkte

Schüler 1 hat sich mit dem Heuaufguss beschäftigt und folgende Fragen beantwortet: (Insgesamt konnten elf Punkte erreicht werden.) In Klammer stehen ausgewählte Antworten, die restlichen Antworten finden sich im Anhang.

1. Erkläre kurz, was ein Heuaufguss ist (Wie stellt man ihn her,...)?
[Antworten: „Wasser und Heu; Ich habe Blätteraufguss gemacht“ (Schüler 1, Termin 2) „Aus Flanzen das stinkt“ (Schüler 1, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)
2. Was kann man im Mikroskop beobachten, wenn man den Heuaufguss genauer betrachtet? [Antworten: „KlokenTirchen, Ambo, PlantofelTirchen, TrompetenTirchen“ (Schüler 1, Termin 2) „Armu, Glocke, Blanton, Katofel Tierchen“ (Schüler 1, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)
3. Warum hat der Heuaufguss einen so komischen Geruch? [Antworten: „Weil das ist ein Begterien“ (Schüler 1, Termin 2) „Weil das ein Bakterie ist“ (Schüler 1, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)
4. Was findet man im Heuaufguss? [Antworten: „Es wurden alle vier Möglichkeiten angekreuzt (Vielzeller, Einzeller, Mehrzeller, Trompetentierchen)“ (Schüler 1, Termin 2) „Einzeller und Mehrzeller wurden angekreuzt“ (Schüler 1, Termin 3)] (Herv. d. Verf.)

Frage	1	2	3	4
Max. Punkte	(2)	(4)	(1)	(4)
Termin 2	1	4	0	2
Termin 3	0	1	0	2
Termin 4	0	0	2	3

Tabelle 29: Erreichte Punkte an allen drei Terminen von Schüler 1; in Klammer stehen die maximal zu erreichenden Punkte

8.8. Interpretation der Ergebnisse von Testteil 2

Beim zweiten Testteil konnte beobachtet werden, dass die erreichte Punkteanzahl durchschnittlich abgenommen hat. Trotzdem konnten einige SchülerInnen auch einiges an Fachwissen behalten. Ein möglicher Grund hierfür wäre die selbständige Konstruktion des Wissens aber auch die Tatsache, dass sich die SchülerInnen die Fragen selbst ausgesucht haben. Meine Vermutung, dass sich die SchülerInnen viel von dem Wissen aus der Lernwerkstatt langfristig behalten müssten, wurde nicht bestätigt.

Es gibt mehrere mögliche Erklärungen dafür. Einerseits, dass die Motivation der SchülerInnen nicht ausreichend vorhanden war, denn obwohl sich die SchülerInnen die Fragen selbst aussuchen konnten, so heißt das nicht, dass sie bei dem Thema „Kleines Leben ganz groß“ motiviert waren. Dies konnte man auch vereinzelt bei SchülerInnen beobachten, die sich vor den Tieren geekelt haben oder sich von Anfang an gegen das Format der Lernwerkstatt gesträubt haben.

Andererseits wäre eine weitere Erklärung, dass nicht genug Vorwissen vorhanden war, um ein langfristiges Anknüpfen zu ermöglichen. Hier stellt sich aber auch die Frage, ob die SchülerInnen dieses Wissen im herkömmlichen Unterricht überhaupt aufgenommen hätten. Als Beispiel möchte ich einen Schüler aus der Klasse 3 wählen, der sich mit verschiedenen Schabenarten beschäftigt hat. Er konnte bei allen drei Testterminen ein paar Schabenarten nennen. Die Frage wäre hierbei, ob sich dieser Schüler die Schabenarten gemerkt hätte, wenn sie nur von einer Lehrperson vorgetragen werden würden. Laut Theorie des Konstruktivismus wäre dies nicht der Fall, was auch mein Gefühl bestätigen würde.

Nichts desto trotz besitzt das Format Lernwerkstatt das Potential das Fachwissen der SchülerInnen zu fördern und langfristigen Wissensaufbau zu ermöglichen.

8.9. Vergleich von Testteil 1 und Testteil 2

Nachdem nun die Ergebnisse von allen drei Klassen einzeln vorgestellt und interpretiert wurden, möchte ich nun noch kurz die beiden Testteile miteinander vergleichen. Da der zweite Testteil mittels Prozent dargestellt wurde, werden in diesem Kapitel die Ergebnisse von Testteil 1 ebenfalls in Prozent angegeben. Dieses Kapitel dient lediglich der Vollständigkeit und wird von mir nicht mehr einzeln dargestellt, da dies auszugsweise schon in den oberen Kapiteln geschehen ist.

8.9.1. Vergleich von Testteil 1 und 2 der Klasse 1

In Diagramm 12 kann man erkennen, dass die erreichten Punkte in Testteil 1 durchschnittlich höher ausfielen. Lediglich bei Schülerin 3 ändern sich die Werte nur minimal. Hier kann man gut erkennen, dass sich die SchülerInnen aus Klasse 1 mehr Wissen aus dem ersten Testteil mitgenommen haben als aus dem zweiten.

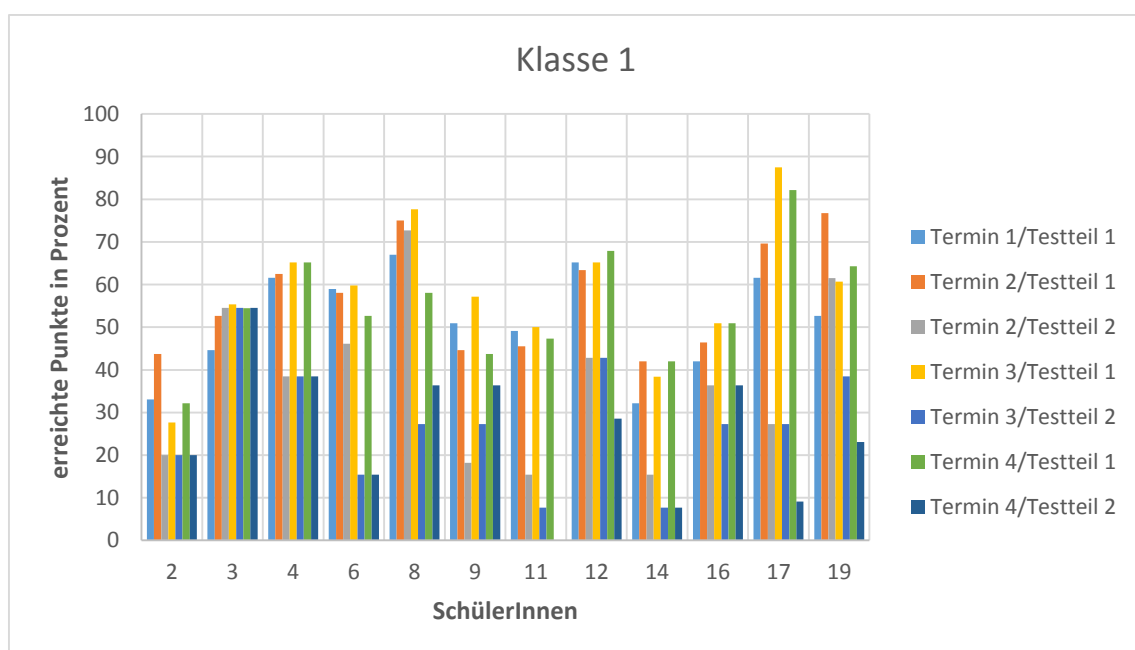


Diagramm 12: Vergleich beider Testteile von Klasse 1

8.9.2. Vergleich von Testteil 1 und 2 der Klasse 2

In Diagramm 13 kann man ähnliche Ergebnisse wie in Klasse 1 beobachten, auch hier erkennt man, dass die SchülerInnen beim ersten Testteil durchschnittlich besser abgeschnitten haben, verglichen mit dem zweiten Testteil. Hier schneiden nur SchülerIn 4 und 19 beim zweiten Testteil besser ab. Auch hier nehmen sich die SchülerInnen aus Testteil 1 prozentuell gesehen mehr Fachwissen mit.

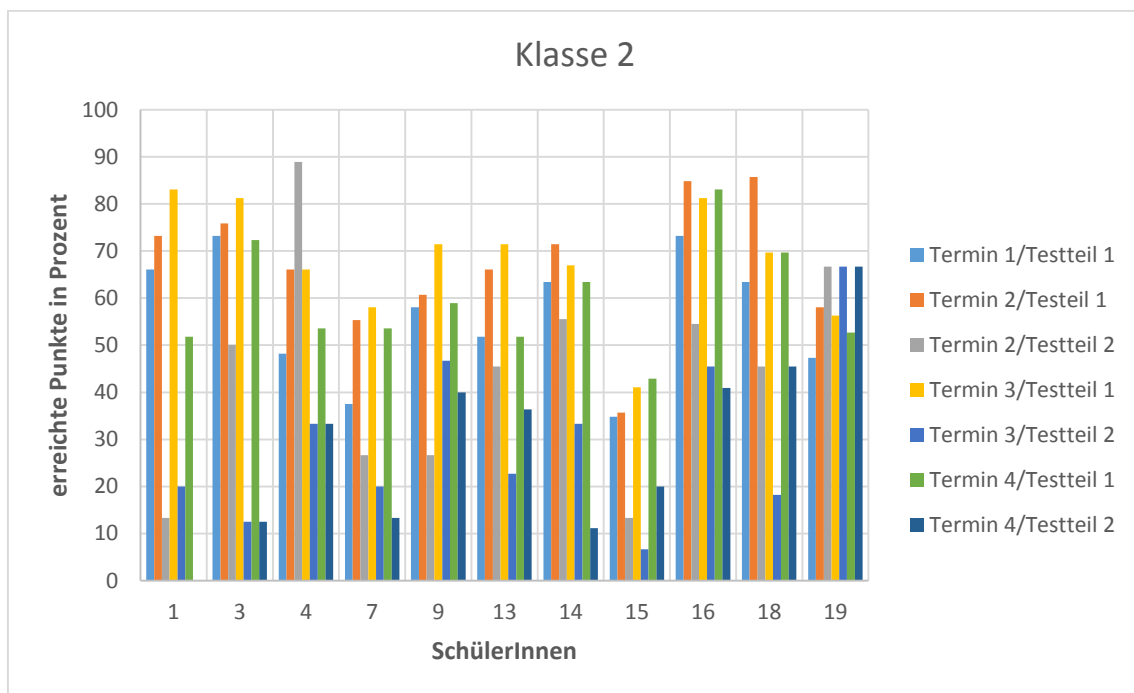


Diagramm 13: Vergleich beider Testteile von Klasse 2

8.9.3. Vergleich von Testteil 1 und 2 der Klasse 3

In Diagramm 14: Vergleich beider Testteile von Klasse 3 erkennt man, dass die Ergebnisse von Klasse 3 sich deutlich von den Ergebnissen zu Klasse 1 und 2 unterscheiden. Bei Klasse 3 kann man bei Schüler 1 erkennen, dass der Testteil 2 bei Termin 2 und 4 prozentuell höher liegt als bei Termin 1. Bei Schüler 2 fallen die prozentuellen Testergebnisse von Testteil 1 besser aus als die von Testteil 2. Bei Schüler 5 kann man erkennen, dass Testteil 2 bei Termin 2 besser ausfiel, bei Termin 3 und 4 jedoch die Prozente bei Testteil 1 höher liegen. Bei Schüler 3 erkennt man wieder, dass bei Termin 3 keine Punkte messbar waren.

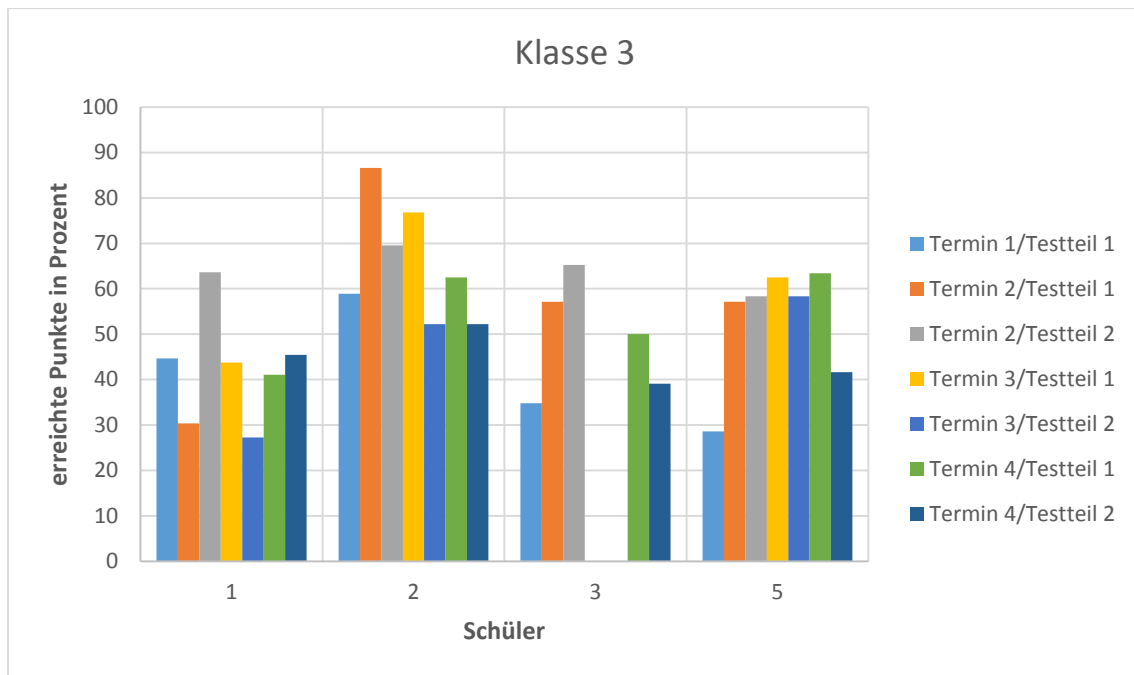


Diagramm 14: Vergleich beider Testteile von Klasse 3

8.10. Interpretation der Vergleichswerte

Vergleicht man nun Testteil 1 und Testteil 2 so kann man in Klasse 1 und Klasse 2 erkennen, dass die SchülerInnen durchschnittlich mehr Wissen aus dem ersten Testteil behalten haben. Dies könnte daran liegen, dass die SchülerInnen an schon vorhandenes Wissen anschließen konnten. Dies würden auch die Ergebnisse von Klasse 3 erklären, da diese Klasse das Thema Insekten im Unterricht zuvor noch nicht behandelt hat. Es könnte aber auch an der Tatsache liegen, dass Klasse 3 eine reine Sonderschulklasse ist. Um hierzu näher Auskunft geben zu können, müssten allerdings die Ergebnisse aller SonderschülerInnen verglichen werden.

Entgegen meiner Vermutung, dass sich das selbst konstruierte Wissen länger und besser im Gedächtnis hält, haben die SchülerInnen durchschnittlich mehr Punkte im ersten Testteil erzielt. Woran dies liegen könnte, werde ich in der allgemeinen Interpretation der Ergebnisse (Kapitel 8.11) erläutern.

8.11. Interpretation und Diskussion aller Ergebnisse

Betrachtet man nun die oben beschriebenen Ergebnisse, so lässt sich festhalten, dass das Unterrichtskonzept der Lernwerkstatt das Potential beinhaltet, erfolgreichen Wissenserwerb zu ermöglichen. Die SchülerInnen haben die Möglichkeit, ihr Wissen selbst zu konstruieren, was laut Konstruktivismus (siehe Kapitel 3) notwendig ist, um Wissen überhaupt aufzubauen (vgl. 3.1 Moderater Konstruktivismus oder die konstruktivistische Sichtweise). Die SchülerInnen haben außerdem die Möglichkeit, ihren eigenen Interessen und Fragen in einem vorgegebenen Rahmen nachzugehen, ihrer Kreativität freien Raum zu lassen und selbständig Entscheidungen zu treffen. Natürlich ist aus den Möglichkeiten, welche die Lernwerkstatt liefert, nicht automatisch gegeben, dass ein Fachwissensaufbau auch tatsächlich stattfindet.

Blickt man nun auf sämtliche oben dargestellten Ergebnisse, so kann nicht behauptet werden, dass bei allen SchülerInnen ein erfolgreicher Wissenserwerb stattgefunden hat, wobei bei einigen sehr wohl ein Wissensaufbau und erfolgreicher -behalt verzeichnet werden konnte. Der Wissensbehalt mancher SchülerInnen mag einerseits am Vorwissen liegen, an dem erfolgreich angeschlossen werden konnte oder aber eine andere gute Verknüpfung zu schon bestehendem Wissen war möglich. Auch das Wiederholen des Stoffs dürfte sich förderlich auf das Wissen ausgewirkt haben, da viele SchülerInnen beim Testteil 1 bei Termin 3 durchschnittlich besser abgeschnitten haben als bei Termin 2 oder 4. Hier könnten neue synaptische Vernetzungen stattgefunden haben, welche sich durch das Wiederholen bei den Testterminen gefestigt haben. Fraglich wäre dann aber, warum die SchülerInnen bei Termin 4 wieder schlechter abgeschnitten haben.

Es stellt sich nun die Frage, was am Setting der Lernwerkstatt dazu beitragen könnte, Wissen erfolgreich zu erwerben und was die SchülerInnen daran hindern könnte, sich erfolgreich Wissen anzueignen.

Nun werden noch einmal genauer die Ergebnisse der einzelnen Klassen beleuchtet.

Vergleicht man Klasse 1 und Klasse 2, so kann man bei Testteil 1 einen deutlichen Unterschied an den Mittelwerten der Klassen erkennen. Diese fielen bei Klasse 2 deutlich besser aus im Vergleich zu Klasse 1 (Tabelle 30).

	Termin 1	Termin 2	Termin 3	Termin 4
Klasse 1	28,9	31,8	32,5	30,8
Klasse 2	31,4	37,3	38	33,3
Klasse 3	23,4	32,4	25,6	30,4

Tabelle 30: Mittelwerte aller vier Klassen bei Testteil 1

Ein möglicher Grund für diese besseren Mittelwerte könnte die Tatsache sein, dass Klasse 2 alle allgemeinen Fragen zu den Insekten aus Testteil 1 genau im Unterricht durchgenommen hat und auf diesem Wissen leichter aufbauen konnte bzw. dieses leichter verknüpfen konnte. Die Tendenz, dass das Format Lernwerkstatt Fachwissen fördert, ist aus den Zahlen eindeutig herauszulesen. Natürlich kann hier angeführt werden, dass wenn sich die SchülerInnen drei ganze Tage im normalen Unterrichtsgeschehen³⁰ mit Insekten auseinandersetzen würden, dieser Wissensaufbau ebenfalls stattfinden würde. Hierfür möchte ich ein Beispiel geben, welches meines Erachtens nach deutlich zeigt, welchen Wissensaufbau das Format Lernwerkstatt bringen kann. Schülerin 1 der Klasse 2 hat bei Frage 1 (Ist dieses Tier ein Insekt?) bei Termin 1 die Spinne als Insekt angekreuzt. Bei Termin 2 nach der Lernwerkstatt wurde die Spinne nicht mehr als Insekt angesehen, genauso bei Termin 3 und 4. Dies geschah, obwohl sich die Schülerin bei dem Bau des Insektenhotels nicht direkt mit Spinnen beschäftigt hat (indirekt schon, da sich andere SchülerInnen mit Spinnentieren beschäftigt haben). Auch im Regelunterricht wurde die Spinne nicht als Insekt klassifiziert, dieses Wissen konnte die Schülerin bei Testteil 1 am ersten Termin aber nicht anwenden. Allerdings muss hier auch festgehalten werden, dass bei allen vier Terminen der Regenwurm als Insekt angekreuzt wurde, der aber im Gegensatz zu Spinnen nicht weiter in der Lernwerkstatt thematisiert wurde. Trotzdem hat die Schülerin vor der Lernwerkstatt die Spinne als Insekt angekreuzt, was anschließend nicht mehr der Fall war.

Bei allen drei Klassen konnte bei Testteil 1 ein durchschnittlicher Wissenszuwachs festgestellt werden. Nun stellt sich die Frage, was der Grund

³⁰ Hierbei meine ich herkömmliche Unterrichtsstile wie Frontalvorträge, Arbeitsblätter bearbeiten o. ä., aber auch alle anderen Formate die in den Klassenräumen dieser Klassen durchgeführt wurden.

dafür sein könnte, dass manche SchülerInnen sich weniger Fachwissen aneignen konnten als ihre MitschülerInnen.

Dies könnte mehrere Ursachen haben. Natürlich hängen diese aber auch immer mit der Forschungsfrage zusammen, die die SchülerInnen bearbeitet haben. Eine mögliche Ursache wäre, dass bei manchen SchülerInnen noch nicht genügend Grundwissen aufgebaut war. Als Beispiel eignet sich der Versuch mit Honig. Die SchülerInnen haben versucht mittels Fehlingreagenz einen Zuckernachweis zu erbringen. Hierzu benötigt man aber grundlegendes Wissen über die verschiedenen Zuckerarten und wie diese chemisch reagieren. Hat man dieses Wissen nicht, so ist es auch schwierig die Ergebnisse dementsprechend interpretieren zu können, da hier lediglich der Farbumschlag beobachtet werden kann. Man müsste sich auswendig merken welcher Zucker „normaler“ Haushaltszucker (Saccharose) ist und welcher Zucker in Honig enthalten ist (Glucose und Fructose). Somit ist auch ein gewisser Grundstock an fachübergreifendem Wissen notwendig, das vielleicht manche SchülerInnen mehr ausgebildet haben als andere. Hierbei ist aber auch das Vorwissen generell wichtig, denn je mehr Vorwissen vorhanden ist, desto besser kann an dieses Wissen angeschlossen werden. Auch aus den Zahlen lässt sich erkennen, dass Klasse 2, welche sich im Unterricht sehr intensiv mit den Insekten beschäftigt haben, auch beim ersten Testteil bei Termin 2 sehr gut abgeschnitten hat (Tabelle 30). Somit zeigen auch die Zahlen, dass es von Vorteil wäre, sich vor der Lernwerkstatt auch schon im regulären Unterricht mit dem zu behandelnden Thema auseinanderzusetzen.

Eine andere Möglichkeit wäre die Motivation der SchülerInnen, denn laut der Theorie aus Kapitel 5.5 von Deci und Ryan (1993) ist Lernen dann erfolgreich, wenn die Motivation intrinsische Merkmale aufweist. Diese war aber bei manchen SchülerInnen nur bedingt gegeben. Denn auch wenn sie sich selbst Fragen aussuchen konnten, die sie interessieren, so war die Möglichkeit trotzdem vorhanden, dass die SchülerInnen am Thema selbst nicht interessiert waren. Denn obwohl das Format Lernwerkstatt das Potential hat, selbstbestimmte Handlungen seitens der SchülerInnen zu fördern, so findet das Format Lernwerkstatt trotzdem in der Schule statt und auch möglicherweise unter dem momentanen Zwang eine Frage zu finden und diese zu bearbeiten. So könnte

auch das fehlende Interesse bzw. die fehlende Motivation ein Grund dafür sein, dass manche SchülerInnen weniger Fachwissen behalten haben, als andere. Laut Colburn (2000) ist es außerdem wichtig, dass die SchülerInnen mit den Tätigkeiten vertraut sind, denn je vertrauter die Lernenden mit der Tätigkeit, den Materialien und deren Zusammenhang sind, desto größer ist der Erfolg. So sollten die unterschiedlichen Levels des Forschenden Lernens (Tabelle 1, Kapitel 2) auch im Regelunterricht Anwendung finden, um die SchülerInnen mit den unterschiedlichen Schritten des Forschenden Lernens (Abbildung 1, Kapitel 2) vertraut zu machen. Je öfter die SchülerInnen Forschendes Lernen in ihren verschiedenen Stadien der Öffnung bzw. Strukturiertheit betreiben, desto routinierter wird der Umgang mit diesem Unterrichtsformat. Dementsprechend leichter können sich die SchülerInnen auf den Inhalt konzentrieren, da sie mit dem Format des Forschenden Lernens und den einzelnen Schritten schon vertraut sind.

Zu den Ergebnissen zu Testteil 2 lässt sich sagen, dass hier verglichen zu Testteil 1 ein geringerer Wissensaufbau beobachtet werden konnte (Kapitel 8.9 und 8.10). Wie schon in Kapitel 4 (4.1.1 Kompetenzmodelle, Kompetenzbereiche und Kompetenzen anhand des Kompetenzmodells der Naturwissenschaften) besprochen, tragen unterschiedliche Kompetenzen dazu bei, sich erfolgreich mit Naturwissenschaften zu beschäftigen und sich diese aneignen zu können. Die Handlungsdimension unterteilt sich in die Bereiche Wissen organisieren, Erkenntnisse gewinnen und Schlüsse ziehen. Hier werden Kompetenzen angegeben, die in Grundzügen notwendig sind, um einen so offenen Unterrichtsansatz wie die Lernwerkstatt durchführen zu können. Da das Format der Lernwerkstatt Forschendes Lernen auf Level 3 (Open Inquiry) wiedergibt, werden hier schon gewisse Fähigkeiten und Kompetenzen vorausgesetzt, um diese Stufe des Forschenden Lernens bewerkstelligen zu können.

All diese Dinge könnten den Unterschied machen, warum sich das Fachwissen bei manchen SchülerInnen besser gefestigt und ausgebildet hat als bei anderen.

Generell hat sich meine Vermutung, dass sich die SchülerInnen ein längerfristiges Wissen bei ihren eigenen Forschungsfragen aneignen, nicht bestätigt. Jedoch hat sich gezeigt, dass bei den Testterminen nach der Lernwerkstatt die SchülerInnen bei den allgemeinen Fragen zu den Insekten

(Testteil 1) besser abgeschnitten haben, als bei dem Testtermin vor der Lernwerkstatt.

Aus diesen Überlegungen lässt sich für das Format der Lernwerkstatt festhalten, dass es förderlich wäre, auch schon im Regelunterricht Stufen des Forschenden Lernens einzubauen, um den SchülerInnen die Möglichkeit zu geben, die nötigen Kompetenzen schrittweise zu erwerben und die SchülerInnen mit dem Format des Forschenden Lernens vertraut zu machen. Außerdem wäre auch ein Grundstock an Vorwissen für die SchülerInnen von Vorteil. Eine Zusammenarbeit zwischen Regelunterricht und Lernwerkstatt wäre eine hervorragende Möglichkeit, nicht nur einen Grundstock an Wissen vorzubereiten, auf dem später aufgebaut werden kann, sondern auch die SchülerInnen in ihrem schrittweisen Vorgehen zu unterstützen, um sie mit den einzelnen Schritten des Forschenden Lernens vertraut zu machen.

Nachdem nun die Ergebnisse dargestellt und interpretiert wurden, möchte ich im nächsten Kapitel die Reflexion der Methoden durchführen.

9. Methodenreflexion

In der fachdidaktischen naturwissenschaftlichen Forschung gibt es sowohl qualitative, als auch quantitative Erhebungsmethoden. Ich habe mich für eine leichte Vermischung der beiden Methoden entschieden. Ein Leistungstest, wie ich ihn für Testteil 1 entwickelt habe, ist für eine sehr große Anzahl an SchülerInnen ausgelegt. Bei Testteil 2 wurde allerdings eine qualitative Befragung durchgenommen, da nur wenige SchülerInnen die gleiche Forschungsfrage bearbeitet haben.

Eine Schwierigkeit, die sich dabei aufgetan hat, war, dass von den insgesamt 50 SchülerInnen nur 27 SchülerInnen bei allen vier Testterminen anwesend waren. Eine weitere Schwierigkeit dieser Testmethode war meine eigene Eingebundenheit in die Lernwerkstatt. Natürlich beeinflusst das eigene Verhalten auch die Situation. Selbst wenn man darauf bedacht ist, sich so objektiv wie möglich zu verhalten, ist dies dennoch nie zur Gänze möglich. Die Schwierigkeit liegt darin, dass man versucht, die Fragen für die Erhebung so neutral wie möglich auszuwählen und keine persönlichen Gefühle den SchülerInnen gegenüber zuzulassen. Natürlich muss auch berücksichtigt werden, dass nicht alle Wissensbereiche durch Fragen abgedeckt werden konnten, und so vielleicht auch Dinge nicht abgeprüft wurden, die einige SchülerInnen gekonnt hätten. Bei der Auswertung konnte auch manchmal bei den Fragen ein Desinteresse der SchülerInnen entdeckt werden. Die Antworten fielen dementsprechend unangebracht und unzutreffend aus. (Wie bei der Frage, was in der Lernwerkstatt gelernt wurde? Hier war eine Antwort, wie man etwas umgehen kann).

Eine weitere Schwierigkeit war die Tatsache, dass die Fragen von den SchülerInnen unterschiedlich beantwortet wurden und für jede individuelle Formulierung eine exakte Punktevergabe nötig war. Natürlich habe ich bei den Codierleitfäden versucht, möglichst neutral und gleichgewichtig zu beurteilen. Aber auch hier ist dies nicht gänzlich möglich. Ich habe die erste Auswertung des Testteils 2 am 17. November 2015 durchgeführt und anschließend die Auswertung nicht mehr beachtet. Die zweite Auswertung hat am 17. Jänner 2016 stattgefunden. Dabei habe ich die alten Auswertungen und die neuen verglichen, und versucht die minimalen Abweichungen noch genauer im Codierleitfaden zu definieren, dies entspricht der Intrarater Reliabilität. Dies sollte eine Überprüfung

einer anderen Person ersetzen. Die Codierung der offenen Aufgaben nach Hammann & Jördens (2014) eignet sich deshalb gut als Auswertungsmethode, weil sie es möglich macht, so viele unterschiedliche Antworten zu skalieren und gleichwertig zu bewerten.

Die SchülerInnen wurden vor Beginn jedes Testdurchlaufs immer darauf hingewiesen, dass sie den Test alleine machen sollen, da er keine Konsequenzen für die Benotung hätte. Trotzdem kann nicht mit Sicherheit gesagt werden, dass das Gedankenmaterial ganz alleine von den einzelnen SchülerInnen stammt.

Obwohl die Daten zeigen sollen, wie sich das Wissen entwickelt hat, so kann aber nie festgestellt werden, woher das Wissen tatsächlich stammt. Da die SchülerInnen oftmals längere Zeit nach der Lernwerkstatt besser abgeschnitten haben, als kurz nach der Lernwerkstatt kann nur vermutet werden, woher das Wissen über Insekten stammt, sicher kann man dies aber nicht wissen.

Aufgrund der geringen Anzahl an Testpersonen kann keine allgemeine Aussage getroffen werden, jedoch kann die Auswertung als Hilfestellung und Gedankenankregung gesehen werden. Sie kann als Unterstützung dienen, um bei ähnlichen Projekten im Vorhinein Stolperfallen und Hindernisse zu vermindern sowie den Unterrichtsansatz des Forschenden Lernens im Vorhinein gut zu reflektieren.

10. Fazit und Ausblick

Die Frage, welche in der vorliegenden Arbeit gestellt wird, ist eine Frage nach der Qualität von Wissenserwerb. Die Theorie des erfolgreichen Lernens von Hasselhorn und Gold (2009) beschreibt einige zusammenhängende Faktoren, welche erfolgreiches Lernen ausmachen (Abbildung 43).



Abbildung 43: INVO-Modell erfolgreichen Lernens (Hasselhorn & Gold, 2009, S. 68)

So bildet einerseits das Vorwissen einen dieser wichtigen Faktoren aus, andererseits aber tragen auch Faktoren wie die selektive Aufmerksamkeit, Motivation, Volition und noch andere dazu bei Lernen erfolgreich zu gestalten.

In der vorliegenden Arbeit wurde der Frage nachgegangen, wie gut sich das partizipativ offene Lernformat der Lernwerkstatt, zum erfolgreichen Aufbau und Behalt des erworbenen Wissens eignet.

Summa summarum kann festgehalten werden, dass das Format der Lernwerkstatt das Potential besitzt, erfolgreiches fachliches Lernen zu ermöglichen.

Es lässt sich aus den erhobenen Daten sagen, dass durchschnittlich ein Wissensaufbau stattgefunden hat. Außerdem lässt sich aus den Daten weiter ableiten, sich das Vorwissen der SchülerInnen auch positiv auf den Wissensbehalt der Lernwerkstatt auswirkt. Es kann unterschiedliche Ursachen haben, warum sich manche SchülerInnen das Wissen besser behalten haben als andere. Mögliche Ursachen wären die fehlende intrinsische Motivation bzw. das Interesse. Aber auch die Vertrautheit mit den einzelnen Schritten des Forschungszyklus (Abbildung 1) könnte Einfluss auf den erfolgreichen Behalt bzw. Aufbau des Wissens haben. Denn laut Colburn (2000) benötigt es auch eine gewisse Vertrautheit hinsichtlich der Tätigkeiten, um erfolgreiches Lernen zu ermöglichen. Aus den Daten konnte ebenfalls herausgelesen werden, dass sich die SchülerInnen aus Testteil 1 durchschnittlich mehr Fachwissen mitgenommen, behalten bzw. aufgebaut haben verglichen mit Testteil 2.

Eine weitere spannende Frage, die in diesem Zusammenhang auch genannt werden sollte, ist die Frage nach der Problemlösefähigkeit bzw. nach der „Kluft zwischen Wissen und Handeln“ (Mandl, 2006). Können die SchülerInnen das durch die Lernwerkstatt erworbene Wissen auch auf andere Situationen übertragen und Probleme in anderen Fachgebieten lösen? Dazu müsste man ähnlich der PISA Tests Problemlöseaufgaben konstruieren, um zu untersuchen in wie weit die SchülerInnen das erworbene Wissen anwenden und übertragen können.

Man könnte auch noch untersuchen, ob es einen Unterschied gibt zwischen Wissen, dass beim Forschenden Lernen gemäß Level 3 aufgebaut wurde und dem Wissen, dass beim Forschenden Lernen gemäß Level 2 aufgebaut wurde.

Zum Schluss bleibt mir noch zu sagen, dass es für die Schule der Zukunft wichtig ist, auf die Individualität der SchülerInnen einzugehen. Um aus den SchülerInnen von heute selbstreflektierte, kritisch denkende und selbstständige Erwachsene von morgen zu machen, muss auch Schule ihren Beitrag dazu leisten. So muss Schule den Lernenden die Möglichkeit geben ihrer Neugier und ihren Fragen nachzugehen.

Auch der Biologieunterricht muss davon abweichen den SchülerInnen die Phänomene nur zu erklären, viel wichtiger wäre es, dass die Lernenden die Phänomene selbst entdecken und hinterfragen. Dies lässt sich aufgrund der gefundenen Daten auch gut zeigen, denn Wissen, dass im Regelunterricht aufgebaut wurde, ist als Grundlage und Vorwissen sehr nützlich (Testteil 1 Termin 1). Die Verankerung des Wissens und die Verknüpfung sind nach der praktischen Anwendung aber deutlich erfolgreicher.

Die Aufgabe der Lehrperson wird durch ein so offenes Format wie der Lernwerkstatt nicht geschmälert, sondern wird dadurch unabkömmlich, die SchülerInnen in eine fachlich angemessene Richtung zu führen. Bei der Forderung nach offenen Unterrichtsformen ist nicht gemeint regulären Unterricht abzuschaffen, sondern vielmehr sollten beide Unterrichtsformen zusammengeführt werden.

Schlussendlich bleibt mir nur zu sagen, dass das Format Lernwerkstatt, eine sehr gute Möglichkeit bietet Wissen zu festigen, aufzubauen und langfristig zu speichern.

Daher möchte ich mich den Worten John Deweys anschließen, der festhielt:

“Denken heißt forschen, untersuchen, umdrehen, prüfen und ergänzen mit dem Ziel, etwas Neues zu finden oder etwas bereits Bekanntes in einem neuen Licht zu sehen – kurz, es heißt Fragen stellen.”

(John Dewey)

11. Literaturverzeichnis

- Abels, et al. (März 2014a). Mit "Mysteries" zu Forschendem Lernen im Chemieunterricht. *Chemie und Schule*, S. 20 - 21.
- Abels, et al. (2014b). Warum flockt die Milch im Kaffee? Mit "Mysteries" zu differenziertem Forschendem Lernen im Chemieunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht - Chemie*, 25(2), S. 37 - 41.
- Abels, S. (2014). Inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht in der Lernwerkstatt Donaustadt. *Schulpädagogik heute*, H. 10 (2014), 5. Jahrgang.
- Abels, S., & Markic, S. (2013). Umgang mit Vielfalt - neue Perspektiven im Chemieunterricht. (S. Abels, & S. Markic, Hrsg.) *Naturwissenschaften im Unterricht - Chemie*, 24(135), S. 2 - 6.
- Abrams et al. (2008). Introduction. Inquiry in the Classroom: Identifying Necessary Components of a Useful Definition. In E. Abrams, S. A. Southerland, & P. Silva (Hrsg.), *Inquiry in the classroom. Realities and Opportunities* (S. XI - XLII). Charlotte, North Carolina: Information Age Publishing.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human Memory: A Proposed System and its Control Processes. In K. W. Spence, & J. T. Spence (Hrsg.), *The Psychology of Learning and Motivation* (2. Ausg., S. 89 - 195). New York: Academic Press.
- Baumert, J., Bos, W., Klieme, E., Lehmann, R., Lehrke, M., Hosenfeld, I., & Neubrand, J. (1999). Testaufgaben zu TIMSS/III. (R. Watermann, Hrsg.) Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Bifie. (2011). *Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe*. Abgerufen am 8. Februar 2016 von https://www.bifie.at/system/files/dl/bist_nawi_kompetenzmodell-8_2011-10-21.pdf
- Bifie. (2013). PISA 2012 - Erste Ergebnisse Zusammenfassung. Abgerufen am 22. Oktober 2015 von https://www.bifie.at/system/files/dl/pisa12_zusammenfassung_ergebnisse_2013-12-03.pdf
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A., & Granger, E. M. (2010). Is Inquiry Possible in Light of Accountability? A Quantitative Comparison of the Relative Effectiveness of Guided inquiry and Verification Laboratory instruction. *Science Education*, 94(4), S. 577 - 616.
- Breit, S., Friedl-Lucyshyn, G., Furlan, N., Kuhn, J.-T., Laimer, G., Längauer-Hohengaßner, H., . . . Siller, K. (2011). Bildungsstandards in Österreich. (Bifie, Hrsg.) Salzburg. Abgerufen am 31. Dezember 2015 von https://www.bifie.at/system/files/dl/bist_ueberpruefung-und-rueckmeldung_2011_08.pdf
- Bybee, R. W. (2002). Scientific Literacy - Mythos oder Realität. In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa, & R. Evans (Hrsg.), *Scientific Literacy, Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung* (S. 21 - 43). Opladen: Leske + Budrich.
- Campbell, N., & Reece, J. (2009). *Biologie (8. Auflage)*. München: Pearson Deutschland GmbH.

- Colburn, A. (2000). An Inquiry Primer. *Science Scope*, S. 42 - 44. Abgerufen am 18. September 2015 von <http://www.experientiallearning.ucdavis.edu/module2/el2-60-primer.pdf>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 2, S. 223 - 239.
- Dubs, R. (1995). Konstruktivismus: Einige Überlegungen aus der Sicht der Unterrichtsgestaltung. *Zeitschrift für Pädagogik*, S. 889 - 903.
- Duit. (1995). Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41, S. 905 - 923.
- Einsiedler, W. (1999). *Das Spiel der Kinder (3. Auflage)*. Heilbrunn: Klinkhardt.
- Einsiedler, W. (2011). *Lehr-Lernkonzepte für die Grundschule*. Abgerufen am 1. September 2015 von http://www.wolfgang-einsiedler.de/pdf/Einsiedler_Lehr-Lern-Konzepte_2011.pdf
- Ernst, K. (1996a). Den Fragen der Kinder Raum geben. *Die Grundschulzeitschrift*, 86, S. 40 - 45. Abgerufen am 26. September 2015 von <http://www.entdeckendes-lernen.de/3biblio/theorie/lillianraum.htm>
- Ernst, K. (1996b). Den Fragen der Kinder nachgehen. *Die Grundschulzeitschrift*, 98, S. 6 - 11. Abgerufen am 25. September 2015 von <http://www.entdeckendes-lernen.de/3biblio/theorie/fragenderkinder.htm>
- Faller, A., & Schünke, M. (2012). *Der Körper des Menschen: Einführung in Bau und Funktion (16. Auflage)*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Fellinger, S. (2015). *Selbstständiges Lernen in einer Lernwerkstatt als didaktischer Ansatz eines kompetenzorientierten Biologieunterrichts*. Wien. Abgerufen am 23. September 2015 von https://aeccc.univie.ac.at/fileadmin/user_upload/kompetenzzentrum_aeccc/Forschung_und_Projekte/Diplomarbeiten/Fellinger_Stefanie_Diplomarbeit_fin_geschw%C3%A4rzt.pdf
- Gerstenmaier, J., & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift der Pädagogik*, 41, S. 867 - 888.
- Gerstenmaier, J., & Mandl, H. (2001). Methodologie und Empirie zum Situieren Lernen. München. Abgerufen am 16. September 2015 von https://epub.ub.uni-muenchen.de/245/1/FB_137.pdf
- Gräber, W., & Nentwig, P. (2002). Scientific Literacy: Naturwissenschaftliche Grundbildung in der Diskussion. In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa, & R. Evans (Hrsg.), *Scientific Literacy: Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung* (S. 7 - 20). Opladen: Leske + Budrich.
- Gräber, W., Nentwig, P., & Nicolson, P. (2002). Scientific Literacy - von der Theorie zur Praxis. In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa, & R. Evans (Hrsg.), *Scientific Literacy, Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung* (S. 135 - 145). Opladen: Leske + Budrich.
- Gruber, T. (2011). *Gedächtnis*. (J. Prof. Dr. Kriz, Hrsg.) Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Hammann, M., & Jördens, J. (2014). Offene Aufgaben codieren. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 169 - 178). Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.

- Hansen, N. (26. Juli 2010). Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor/in der Philosophie. *Spielend lernen? Lernspiele in divergierendem Fächerkontext der Sekundarstufe I und II und ihre Auswirkungen auf Lernerfolg und Motivation bei Kindern und Jugendlichen*.
- Hartinger, A., & Lohrmann, K. (2011). Entdeckendes Lernen. In W. Einsiedler, M. Götz, A. Hartinger, F. Heinzel, J. Kahlert, & U. Sandfuchs, *Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Hasselhorn, M., & Gold, A. (2009). *Pädagogische Psychologie* (Bd. 2). (M. Hasselhorn, H. Heuer, & F. Rösler, Hrsg.) Stuttgart: W. Kohlhammer.
- Henke, C. (Oktober 2006). *Experimentell-naturwissenschaftliche Arbeitsweisen in der Oberstufe*. Oldenburg.
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing Students' Ability to Ask More and Better Questions Resulting from Inquiry-Type Chemistry Laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), S. 791 - 806.
- Huber, L. (2009). Warum Forschendes Lernen nötig und möglich ist. In L. Huber, J. Hellmer, & F. Schneider (Hrsg.), *Forschendes Lernen im Studium* (S. 9 - 35). Bielefeld: UVW.
- Kiesel, A., & Koch, I. (2012). *Grundlagen der Lernpsychologie*. (Prof. Dr. Kriz, Hrsg.) Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., . . . Vollmer, H. (2009). Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards. (B. BMBF, Hrsg.) Bonn, Berlin.
- KMK. (Beschluss vom 16.. Dezember 2004). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss*. Luchterhand.
- Knorr-Cetina, K. (1989). Spielarten des Konstruktivismus. *Soziale Welt*, 40, S. 86 - 96.
- Konrad, K. (2014). *Lernen lernen - allein und mit anderen*. Wiesbaden: Springer.
- Konrad, K., & Traub, S. (2005). Kooperatives Lernen: Theorie und Praxis. doi:http://www01.ph-heidelberg.de/wp/konrad/download/konrad_traub.pdf
- Krapp, A. (1992). Interesse, Lernen und Leistung. *Zeitschrift für Pädagogik*, S. 747 - 770.
- Krapp, A. (1999). Intrinsische Lernmotivation und Interesse. *Zeitschrift für Pädagogik*, S. 387 - 406.
- Langer, S. (2013). Orchestrierung von Lehr-Lernprozessen beim webbasierten forschenden Lernen im gymnasialen Biologieunterricht. *Zur Erlangung des Doktorgrades der Philosophie*. München.
- Latscha, H. P., Kazmaier, U., & Klein, H. A. (2005). *Chemie für Biologen* (2. Ausg.). Berlin Heidelberg: Springer.
- Laube, R. (2011). *Natürliches Lernen durch Neugier und Interesse*. novum pro.
- Leonard, W. H. (1983). An Experimental Study of a BSCS-Style Laboratory Approach for University General Biologie. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), S. 807 - 813.
- Mandl, H. (Oktober 2006). Wissensaufbau aktiv gestalten. (G. Becker, I. Behnken, H. Gropengießer, & N. Neuß, Hrsg.) *Lernen*, S. 28 - 30.
- Marsch, S. (2009). Metaphern des Lehrens und Lernens. Abgerufen am 8. September 2015 von

- http://search.obvsg.at/primo_library/libweb/action/search.do?fn=search&ct=search&initialSearch=true&mode=Basic&tab=default_tab&indx=1&du m=true&srt=rank&vid=UWI&frbg=&tb=t&vl%28freeText0%29=marsch+sabine+metaphern+des+&scp.scps=scope%3A%28UWI_O_SFX%29%2Cs c
- Martin-Hansen, L. (February 2002). Defining Inquiry. *The Science Teacher* 69.2, S. 34 - 37.
- Mayring, P. (2000). Qualitative Inhaltsanalyse. Forum Qualitative Sozialforschung. Forum: Qualitative Social Research 1(2) Art. 20. Abgerufen am 8. März 2016 von <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/1089/2384>
- Mayring, P. (2002). *Einführung in die Qualitative Sozialforschung* (5. Ausg.). Weinheim und Basel: Beltz.
- Minnerop-Haeler, E. (2013). Die Lernwerkstatt Donauidtadt. (S. Abels, & S. Markic, Hrsg.) *Naturwissenschaften im Unterricht - Chemie*, 24(135), S. 36 - 39.
- Mogel, H. (2008). *Psychologie des Kinderspiels* (3. Auflage). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Müller, J. (o.J.). *Lernwerkstätten als tragfähiges Konzept einer neuen Lehr- und Lernkultur*. Abgerufen am 25. September 2015 von <http://www01.ph-heidelberg.de/org/ifw/Download/Info67.pdf#page=4>
- National Science Education Standards. (1996). Washington DC: National Academic Press. Abgerufen am 22. Oktober 2015 von <http://www.nap.edu/read/4962/chapter/2>
- NRC. (2000). Inquiry and the National Science Education Standards. Washington D.C. Abgerufen am 17. September 2015 von http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=9596&page=R12
- Peschel, F. (2010). Selbstgesteuertes Lernen muss viel radikaler gedacht und demokratisch-dialogisch angelegt werden. *Erwägen Wissen Ethik - Streitforum für Erwägungskultur*, 01, S. 63 - 66.
- Pohl, G. W., & Dostal, H. (2006). *Chemie* (6 Ausg.). Linz: Trauner Verlag.
- Reich, K. (2008). Offener Unterricht. (K. Reich, Hrsg.) Abgerufen am 30. Dezember 2015 von http://www.konstruktivismus.uni-koeln.de/didaktik/download/offener_unterricht.pdf
- Reinmann, G., & Sippel, S. (2011). Königsweg oder Sackgasse? In T. Meyer, K. Mayrberger, S. Munte-Goussar, & C. Schwalbe (Hrsg.), *Kontrolle und Selbstkontrolle* (S. 185 - 202). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften/Springer Fachmedien.
- Riemeier, T. (2007). Moderater Konstruktivismus. In D. Krüger, & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (S. 69 - 79). Berlin Heidelberg: Springer.
- Riese, J., & Reinhold, P. (2014). Entwicklung eines Leistungstests für fachdidaktisches Wissen. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 257 - 267). Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.
- Riese, J., & Reinhold, P. (2014). Entwicklung eines Leistungstests für fachdidaktisches Wissen. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker, *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 257 - 267). Berlin Heidelberg: Springer Spektrum.
- Rost, J. (1996). *Lehrbuch Testtheorie Testkonstruktion*. Bern: Hans Huber.

- Roth, G. (2004). Warum sind Lehren und Lernen so schwierig? *Zeitschrift für Pädagogik*, 50(4), S. 496 - 506.
- Schaefer, G. (2002). Scientific Literacy im Dienste der Entwicklung allgemeiner Kompetenzen - "Fachübergreifende Fächer" im Schulunterricht. In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa, & R. Evans (Hrsg.), *Scientific Literacy, Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung* (S. 83 - 104). Opladen: Leske + Budrich.
- Schreiner, C., & Haider, G. (2007). PISA 2006 Internationaler Vergleich von Schülerleistungen. Abgerufen am 7. März 2016 von https://www.bifie.at/system/files/dl/PISA-2006_technischer-bericht_2007-12-04.pdf
- Schreiner, C., & Schwantner, U. (2009). *PISA 2006: Österreichischer Expertenbericht zum Naturwissenschafts-Schwerpunkt*. (C. Schreiner, & U. Schwantner, Hrsg.) Graz: Leykam.
- Schwantner, U., & Schreiner, C. (2009). PISA 2009. leykam. Abgerufen am 8. Jänner 2016 von https://www.bifie.at/system/files/buch/pdf/2010-12-07_pisa-2009-ersteergebnisse.pdf
- Scruggs, T. E., & Mastropieri, M. A. (2007). Science Learning in Special Education: The Case for Constructed Versus Instructed Learning. *Exceptionality*, 15(2), S. 57 - 74.
- Scruggs, T. E., Mastropieri, M. A., & Okolo, C. M. (Oktober 2008). Science and Social Studies for Students With Disabilities. *Focus on Exceptional Children*, 41(2).
- Sembill, D. (1992). Problemlösefähigkeit, Handlungskompetenz und Emotionale Befindlichkeit. Göttingen: Hogrefe.
- Shiffrin, R. M., & Atkinson, R. C. (1969). Storage and Retrieval Processes in Long-Term Memory. *Psychological Review*, 76(2), 179 - 193.
- Springer, R., Brügelmann, H., Haenisch, H., Bremerich - Voss, A., Knapp, A., Heymann, H. W., & Fischer, H. E. (2000). *Was ist guter Fachunterricht*. (L. f. Weiterbildung, Hrsg.) Bönen: Ketler.
- Stern, T., Jelemenska, P., & Radits, F. (o.J.). Das Interesse an Naturwissenschaften: Eine Analyse der österreichischen PISA-2006-Ergebnisse. Abgerufen am 8. Jänner 2016 von <https://www.bifie.at/buch/815/8/3>
- Suchan, B., Wallner-Paschon, C., Bergmüller, S., & Schreiner, C. (2011). PIRLS & TIMSS 2011, Schülerleistungen in Lesen, Mathematik und Naturwissenschaft in der Grundschule. Leykam. Abgerufen am 31. Dezember 2015 von https://www.bifie.at/system/files/buch/pdf/ErsteErgebnisse_PIRLSTIMSS_2011_web.pdf
- Trebsdorf, M. (2000). *Biologie, Anatomie, Physiologie (5. Auflage)*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag .
- v. Tiling, J. (2004). Einführung in den Sozialkonstruktivismus. Abgerufen am 30. Dezember 2015 von https://www.psychologie.uni-heidelberg.de/ae/allg/lehre/Tiling_2004_SozKon.pdf
- Vester, F. (1996). *Denken, Lernen, Vergessen (23. Auflage)*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.
- von Glasersfeld, E. (1987). *Wissen, Sprache und Wirklichkeit*. Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg.

- von Glasersfeld, E. (1989). Cognition, Construction of Knowledge, and Teaching. Abgerufen am 6. März 2016 von <http://www.univie.ac.at/constructivism/EvG/papers/118.pdf>
- Wedekind, H. (2006). Didaktische Räume - Lernwerkstätten - Orte einer basisorientierten Bildungsinnovation. H4/06. Velber bei Hannover: Friedrich-Verlag. Abgerufen am 25. September 2015 von <http://www.wl-lang.de/Paedagogische%20Leistungskultur/Lernbereich%20Leist%20Lernwerkstaetten%20-%20Didaktische%20Raume.pdf>
- Wehner, R., & Gehring, W. (2007). *Zoologie (24. Auflage)*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Weinert, F. (2002). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (2. Ausg., S. 17 - 31). Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- Werning, R., & Lütje-Klose, B. (2007). Entdeckendes Lernen. In F. Heimlich, *Didaktik des Unterrichts im Förderschwerpunkt Lernen. Ein Handbuch für Studium und Praxis* (S. 149 - 162). Stuttgart: Kohlhammer.
- Widodo, A., & Duit, R. (2004). Konstruktivistische Sichtweisen vom Lehren und Lernen und die Praxis des Physikunterrichts. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, S. 233 - 255.
- Wildt, J. (2009). Forschendes Lernen: Lernen im „Format“ der Forschung. *Journal Hochschuldidaktik*, S. 4 - 7.

12. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schritte des Forschenden Lernens (in Anlehnung an NRC 2000; Abels, 2014)	10
Abbildung 2: Begriffserklärung des Bifies (Breit, et al., 2011 S.15)	38
Abbildung 3: Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe (Bifie, 2011, S. 1).....	39
Abbildung 4: Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe (Bifie, 2011, S. 2).....	41
Abbildung 5: Anforderungsbereiche und Kompetenzbereiche (KMK, 2004, S. 22)	44
Abbildung 7: Das menschliche Gehirn (Campell & Reece, 2009, S.1445)	52
Abbildung 7: Die menschliche Großhirnrinde (Campell & Reece, 2009, S. 1446)	53
Abbildung 8: Das limbische System (Campell & Reece, 2009, S. 1449).....	53
Abbildung 9: Strukturen des Gedächtnissystems (Atkinson & Shiffrin, 1968, S. 93)	56
Abbildung 10: Erinnerungssystem (Shiffrin & Atkinson, 1969, S.180)	57
Abbildung 11: Lernpsychologische Begriffe (Wehner & Gehring, 2007, S. 515)	63
Abbildung 12: Taxonomie bekannter Gedächtnissysteme (Gruber, 2011, S. 53)	66
Abbildung 13: INVO-Modell erfolgreichen Lernens (Hasselhorn & Gold, 2009, S. 68)	70
Abbildung 14: Selbstbestimmungskontinuum nach Deci & Ryan (2000, S.237, zitiert nach Henke 2006 S. 15)	72
Abbildung 15: Sechsstufiger Zusammenhang zwischen Selbstbestimmung und Anreiz nach Prenzel et al. (1998, 8, zitiert nach Henke 2006 S. 16) 73	
Abbildung 17: Aufgabe zum Basteln eines Mikroskops (links oben), Laufzettel zum Stationenbetrieb „Kleines Leben ganz groß“ (rechts); Unterschied zwischen Beobachten und Vermuten (links unten).....	80
Abbildung 17: Die gefundenen Fragen nach Themen sortiert	84
Abbildung 18: Fragen zum Thema Ernährung.....	84

Abbildung 19: Beantwortbare (links) und existentielle bzw. evolutionstechnische Warum-Fragen (rechts)	85
Abbildung 20: Ausgewählte Frage (grüne Karte).....	85
Abbildung 21: Frage 1a – 1i, Testteil 1 unbeantwortet	98
Abbildung 22: Frage 2a – 2h, Testteil 1 unbeantwortet	99
Abbildung 23: Frage 8a – 8j, Testteil 1 unbeantwortet	99
Abbildung 24: Frage 3a – 3f, Testteil 1 unbeantwortet	100
Abbildung 25: Frage 4a (wenn Text) und Frage 4b (wenn Nummerierung der Bilder), Testteil 1 unbeantwortet.....	101
Abbildung 26: Frage 5, Testteil 1 unbeantwortet	101
Abbildung 27: Frage 6a – 6l, Testteil 1 unbeantwortet	102
Abbildung 28: Frage 7, Testteil 1 unbeantwortet	102
Abbildung 29: Frage 9, Testteil 1 unbeantwortet	103
Abbildung 30: Frage aus Teil 2 des Tests	104
Abbildung 31: Fragen zu Bienen aus dem zweiten Teil des Tests	105
Abbildung 32: Weitere Fragen zur Lernwerkstatt	105
Abbildung 33: Frage 2a – 2h, Testteil 1 unbeantwortet	106
Abbildung 34: Frage 2, Testteil 1 beantwortet; 0 Punkte	107
Abbildung 35: Frage 2 Testteil 1 beantwortet; abermals 0 Punkte	107
Abbildung 36: Frage 1a – 1i, Testteil 1 unbeantwortet	108
Abbildung 37: Frage 8a – 8j, Testteil 1 unbeantwortet	109
Abbildung 38: Frage 4a (wenn Text) und Frage 4b (wenn Nummerierung der Bilder), Testteil 1 unbeantwortet.....	110
Abbildung 39: Frage 6a – 6l, Testteil 1 unbeantwortet	112
Abbildung 40: Frage 7, Testteil 1 unbeantwortet	113
Abbildung 41: Unterschiede zwischen Heufalter und Zitronenfalter	138
Abbildung 42: INVO-Modell erfolgreichen Lernens (Hasselhorn & Gold, 2009, S. 68)	158

13. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die Levels beim Forschenden Lernen (Blanchard, et al., 2010, S. 581)	13
Tabelle 2: Ablauf der Lernwerkstatt	82
Tabelle 3: Inhaltsdimension für Biologie des Kompetenzmodells Naturwissenschaften (Bifie, 2011) für die 8. Schulstufe (S. 3) speziell für die Lernwerkstatt „Kleines Leben ganz groß“	90
Tabelle 4: Zeitlicher Verlauf der Lernwerkstatt und der Testtermine; (LWS = Lernwerkstatt)	94
Tabelle 5: Zeitpunkte der Lernwerkstätten aller drei Klassen	94
Tabelle 6: Anzahl der SchülerInnen pro Klasse, die bei allen vier Testterminen anwesend waren	94
Tabelle 7: Punkteschema für die Fragen 6a - 6g	111
Tabelle 8: Punkteschema für die Fragen 6h - 6l	112
Tabelle 9: Antworten zu Frage 9	117
Tabelle 10: Gesamtpunkte Klasse 1, Testteil 1	117
Tabelle 11: Mittelwerte, Minima und Maxima, Klasse 1	121
Tabelle 12: Gesamtpunkte über alle vier Termine von Klasse 2	122
Tabelle 13: Mittelwerte, Maxima und Minima, Klasse 2	125
Tabelle 14: Gesamtpunkte aller vier Termine von Klasse 3	126
Tabelle 15: Mittelwerte, Maxima und Minima von Klasse 3	128
Tabelle 16: Mittelwerte aller drei Klassen, Testteil 1	129
Tabelle 17: Liste der SchülerInnen und ihr zugehöriges Thema, Klasse 1	131
Tabelle 18: Bewertung der Antworten zu den Stabheuschrecken Schülerin 3; in Klammer stehen die maximal zu erreichenden Punkte	133
Tabelle 19: Bewertung der Antworten zu den Stabheuschrecken Schülerin 8; in Klammer stehen die maximal zu erreichenden Punkte	133
Tabelle 20: Fragen zu Bienen Schülerin 4; in Klammer stehen die maximal zu erreichenden Punkte	135
Tabelle 21: Fragen zum Insektenhotel Schüler 9 Testteil 2; in Klammer stehen die maximal zu erreichenden Punkte	136
Tabelle 22: Liste der SchülerInnen und ihr zugehöriges Thema, Klasse 2	136

Tabelle 23: Unterschiede zwischen Heufalter und Zitronenfalter, von Schülerin 4 und 6 für die Präsentation erstellt.....	138
Tabelle 24: Erreichte Punkte von Schülerin 4, Klasse 2; die maximal zu erreichenden Punkte stehen in der Klammer	139
Tabelle 25: erreichte Punkte von Schüler 9 an allen drei Terminen; in Klammer stehen die maximal zu erreichenden Punkte	140
Tabelle 26: Erreichte Punkte von Schüler 18; in Klammer stehen die maximal zu erreichenden Punkte	142
Tabelle 27: erreichte Punkte an allen drei Terminen von Schüler 5; in Klammer stehen die maximal zu erreichenden Punkte	144
Tabelle 28: Erreichte Punkte an allen drei Terminen von Schüler 2; in Klammer stehen die maximal zu erreichenden Punkte	146
Tabelle 29: Erreichte Punkte an allen drei Terminen von Schüler 1; in Klammer stehen die maximal zu erreichenden Punkte	147
Tabelle 30: Mittelwerte aller vier Klassen bei Testteil 1	152

14. Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Termin 1 und Termin 2, Testteil 1, Klasse 1	118
Diagramm 2: Termin 1 und Termin 3, Testteil 1, Klasse 1	119
Diagramm 3: Gesamtpunkte über alle vier Termine, Testteil 1, Klasse 1	120
Diagramm 4: Termin 1 und Termin 2, Testteil 1, Klasse 2	122
Diagramm 5: Termin 1, Termin 2 und Termin 3, Testteil 1, Klasse 2	123
Diagramm 6: Alle vier Termine, Testteil 1, Klasse 2	124
Diagramm 7: Termin 1 und Termin 2, Testteil 1, Klasse 3	127
Diagramm 8: Alle vier Termine, Testteil 1, Klasse 3	128
Diagramm 9: Punkteverlauf in Prozent der Klasse 1 bei Testteil 2	131
Diagramm 10: Punkteverlauf in Prozent der drei Termine von Klasse 2	137
Diagramm 11: Entwicklung der Punkte in Prozent von Klasse 3 zu allen drei Terminen	143
Diagramm 12: Vergleich beider Testteile von Klasse 1	148
Diagramm 13: Vergleich beider Testteile von Klasse 2	149
Diagramm 14: Vergleich beider Testteile von Klasse 3	150

15. Zusammenfassung

In der vorliegenden Diplomarbeit wird der Frage nachgegangen, inwieweit das Format Lernwerkstatt den Fachwissenserwerb und Fachwissensbehalt ermöglicht. Ausgangspunkt ist die Überlegung, dass Wissen, welches selbst konstruiert wird, länger abrufbar ist als jenes Wissen, das nicht selbst konstruiert wird. Bei dieser Art von Wissensaufbau benötigt es einige Kompetenzen, die von den SchülerInnen gefordert werden, und im Kompetenzmodell Naturwissenschaften (Bifie, Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe, 2011) festgehalten sind.

Das Wissen der SchülerInnen der drei untersuchten Klassen wird mittels eines Pre-Post-Follow-up-Designs getestet. Mithilfe zweier unterschiedlicher Testformate wird deren Wissensentwicklung überprüft. Die geschlossenen und offenen Aufgaben aus dem ersten Testteil, welche auch schon vor der Lernwerkstatt bearbeitet wurden, werden anhand eines selbst entwickelten Punktesystems ausgewertet. Die offenen Aufgaben des zweiten Testteils, die spezifisch auf die individuellen Fragestellungen in der Lernwerkstatt zugeschnitten wurden und somit erst nach der Lernwerkstatt einsetzbar sind, werden nach einem Vorgehen von Hammann und Jördens (2014) ausgewertet. Mit der vorliegenden Arbeit wird gezeigt, dass das offene Format der Lernwerkstatt das Potential hat, langfristigen Fachwissensaufbau bzw. dessen Behalt zu fördern. Eine Schwierigkeit, die sich im Zuge dieser Arbeit herauskristallisiert hat, ist, dass ein guter Grundstock an Vorwissen von Vorteil ist, um erfolgreiches Lernen in Gang zu setzen. Eine weitere Schwierigkeit stellt auch die Wahl der Offenheit bzw. Strukturierung dar, da die Wahl dieser von einigen Faktoren abhängig ist, wie beispielsweise von den entwickelten Kompetenzen oder der Vertrautheit mit dem Thema.

16. Abstract

The present thesis deals with knowledge acquisition using the format “Lernwerkstatt”. Within this work, the ability to memorize and remember knowledge, which has been acquired by the students themselves, is evaluated. This form of knowledge acquisition requires several skills, which are stated in the Austrian educational standards and the competence model (Bifie, Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe, 2011). To test the efficiency of the format “Lernwerkstatt”, three classes have undergone a pre-post-follow-up examination divided into two parts. The first part, which consists of open and closed task formats, has been evaluated by a self-developed points-based system, whereas the second part, which consists of closed task formats, is based on a model of Hammann and Jördens (2014). The first part has been tested before the pupils completed the “Lernwerkstatt”. The present investigation clearly shows, that the format “Lernwerkstatt” provides the potential of acquiring in-depth knowledge, but the right balance between openness and structuring is challenging. Another essential point is the previous knowledge, for the students it is easier to keep information when they have gone through the subject in class before.

17. Anhang

Der Anhang ist auf CD beigefügt.