

**Dissertation  
zur Erlangung des akademischen Grades  
Doktor(in) der Naturwissenschaften  
(Dr. rer. nat.)**

**„Konzeption und Evaluierung von fächerübergreifenden  
Forscherheften zum Biodiversitätsmonitoring – Beeinflusst  
eine Intervention das systemische Denken?“**

**”Conception and Evaluation of Interdisciplinary Scientist  
Books on Biodiversity Monitoring – Does Intervention  
Influence Systemic Thinking?“**

vorgelegt von

**Anneli Rost**

angefertigt in der AG Geobiologie & Anthropozän-Forschung  
Freie Universität Berlin  
Fachbereich Geowissenschaften  
Fachrichtung Paläontologie

Berlin, im Oktober 2014



**Betreuer:**

Prof. Dr. rer. nat. Reinhold Leinfelder

**Prüfungskommission**

1. Gutachter: Prof. Dr. rer. nat. Reinhold Leinfelder
2. Gutachter: Prof. Dr. phil. Gerhard de Haan

**Tag der Disputation:** 17.03.2015

„Kreativität ist ansteckend: Gib sie weiter!“  
*Albert Einstein*



## Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabellenverzeichnis</b> .....                   | IV |
| <b>Abbildungsverzeichnis</b> .....                 | V  |
| <b>Akronyme</b> .....                              | VI |
| <br>   |    |
| <b>Zusammenfassung</b> .....                       | 1  |
| <b>Summary</b> .....                               | 3  |
| <br>   |    |
| <b>1 Einleitung</b> .....                          | 5  |
| <br>   |    |
| <b>2 Theorie</b> .....                             | 7  |
| 2.1 Biodiversität .....                            | 7  |
| 2.1.1 Begriffsbestimmung .....                     | 7  |
| 2.1.2 Bedrohung und Schutz der Biodiversität ..... | 8  |
| 2.1.3 Biodiversitätserfassung .....                | 9  |
| 2.1.4 Biodiversität auf dem Schulgelände .....     | 11 |
| 2.2 Urbanlandschaft Berlin .....                   | 12 |
| 2.2.1 Urbane Lebensräume .....                     | 12 |
| 2.2.2 Biodiversität in der Stadt .....             | 13 |
| 2.2.3 Herkunft der Stadtf fauna und -flora .....   | 14 |
| 2.2.4 Einflussfaktor Mensch .....                  | 15 |
| 2.3 Systemisches Denken .....                      | 15 |
| 2.4 Interdisziplinarität .....                     | 18 |
| 2.5 Fächerübergreifender Unterricht .....          | 19 |
| 2.6 Forscherhefte .....                            | 22 |
| 2.7 Partizipation .....                            | 23 |
| 2.7.1 Was ist Partizipation? .....                 | 23 |
| 2.7.2 Die App „anymals+plants“ .....               | 25 |
| 2.8 Problemstellung .....                          | 28 |
| 2.8.1 Herleitung der Problemstellung .....         | 28 |
| 2.8.2 Forschungsfragen .....                       | 29 |
| 2.8.3 Hypothesen .....                             | 29 |

|   |    |
|---|----|
| <b>3 Methode</b> .....  | 31 |
| 3.1 Design der Untersuchung .....                             | 31 |
| 3.1.1 Übersicht über das Design .....                         | 31 |
| 3.1.2 Die Methode Concept Mapping .....                       | 31 |
| 3.1.3 Konstruktion der Fragebögen .....                       | 34 |
| 3.2 Projektdurchführung .....                                 | 37 |
| 3.2.1 Übersicht über die Projektdurchführung .....            | 37 |
| 3.2.2 Einteilung der Forscher- und Expertengruppen .....      | 38 |
| 3.2.3 Einsatz des Concept Mapping .....                       | 40 |
| 3.2.4 Intervention mit den Forscherheften .....               | 41 |
| 3.2.5 Einsatz der Fragebögen .....                            | 42 |
| 3.3 Beschreibung der Stichprobe .....                         | 42 |
| 3.4 Auswertungsmethoden .....                                 | 44 |
| 3.4.1 Concept Maps .....                                      | 44 |
| 3.4.2 Evaluierung mit Hilfe von Fragebögen .....              | 50 |
| 3.4.3 Lösungsforscherhefte .....                              | 52 |
| <br>  |    |
| <b>4 Planung der fächerübergreifenden Forscherhefte</b> ..... | 53 |
| 4.1 Thema des Unterrichtskonzeptes .....                      | 53 |
| 4.2 Planung der Intervention mit den Forscherheften .....     | 53 |
| 4.3 Die Lerngruppen .....                                     | 54 |
| 4.4 Die Forscherhefte .....                                   | 56 |
| 4.4.1 Die Idee .....  | 56 |
| 4.4.2 Das Forscherheft „Tiere“ .....                          | 58 |
| 4.4.3 Das Forscherheft „Pflanzen“ .....                       | 60 |
| 4.4.4 Das Forscherheft „Meteorologie“ .....                   | 61 |
| 4.4.5 Das Forscherheft „Boden“ .....                          | 63 |
| 4.5 Sachstrukturanalyse .....                                 | 64 |
| 4.6 Einordnung in die Rahmenlehrpläne von Berlin .....        | 67 |
| 4.7 Equipment und Kostenaufstellung .....                     | 72 |
| <br>  |    |
| <b>5 Ergebnisse</b> .....                                     | 77 |
| 5.1 Ergebnisse der Concept Maps .....                         | 77 |
| 5.1.1 Übersicht über die ermittelten Graphenmaße .....        | 77 |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 5.1.2    | Fachwissen .....   | 79         |
| 5.1.3    | Individueller Summenscore .....                                    | 81         |
| 5.1.4    | Punkteniveaus .....  | 82         |
| 5.1.5    | Systemisches Denken bzw. Strukturwissen .....                      | 84         |
| 5.1.6    | Konstruktion von Inseln .....                                      | 86         |
| 5.1.7    | Strukturtypen der erstellten Concept Maps .....                    | 87         |
| 5.2      | Ergebnisse der Fragebögen .....                                    | 89         |
| 5.2.1    | Geschlossene bzw. halboffene Items .....                           | 89         |
| 5.2.1.1  | Antworten der SuS .....  | 89         |
| 5.2.1.2  | Antworten der Lehrkräfte .....                                     | 94         |
| 5.2.1.3  | Benotung des Projekts .....  | 98         |
| 5.2.2    | Offene Items .....   | 100        |
| 5.2.2.1  | Beantwortung der offenen Items durch die SuS .....                 | 100        |
| 5.2.2.2  | Beantwortung der offenen Items durch die Lehrkräfte ....           | 104        |
| 5.2.3    | Ergebnisse zur App „anymals+plants“ .....                          | 105        |
| 5.2.3.1  | Geschlossene Items zur Evaluierung der App .....                   | 105        |
| 5.2.3.2  | Offene Items zur Evaluierung der App .....                         | 106        |
| 5.3      | Ergebnisse der Rahmenlehrplananalyse .....                         | 107        |
| 5.4      | Ergebnisse der Lösungsforscherhefte .....                          | 107        |
| <b>6</b> | <b>Diskussion</b> .....  | <b>109</b> |
| 6.1      | Methodenkritik .....   | 109        |
| 6.2      | Diskussion der aufgestellten Forschungsfragen und Hypothesen ..... | 112        |
| 6.2.1    | Diskussion der Forschungsfrage F1 .....                            | 112        |
| 6.2.2    | Diskussion der Forschungsfrage F2 .....                            | 115        |
| 6.2.3    | Diskussion der Forschungsfrage F3 .....                            | 118        |
| 6.2.4    | Diskussion der Forschungsfrage F4 .....                            | 123        |
| <b>7</b> | <b>Fazit</b> .....   | <b>125</b> |
| <b>8</b> | <b>Ausblick</b> .....  | <b>127</b> |
|          | <b>Danksagung</b> .....  | <b>129</b> |
|          | <b>Literaturverzeichnis</b> .....                                  | <b>131</b> |
|          | <b>Anhang (Verzeichnis)</b> .....                                  | <b>144</b> |

## Tabellenverzeichnis

| <b>Tabelle</b> | <b>Titel</b>  | <b>Seite</b> |
|----------------|---|--------------|
| 1              | Lebensräume für Pflanzen und Tiere in Berlin (nach MARKSTEIN, HEINRICH & STURM 1985)  | 12           |
| 2              | Klassifizierung von fächerübergreifendem Unterricht (verändert nach LABUDDE 2003; HÄUßLER et al. 1998; KREMER & STÄUDEL 1997) | 20           |
| 3              | Antwortmöglichkeiten der geschlossenen Aufgaben   | 36           |
| 4              | Übersicht der Projektdurchführung in den Schulen  | 38           |
| 5              | Ausschnitt der Liste zur Gruppeneinteilung  | 39           |
| 6              | Beispiele von Ergänzungen durch eckige Klammern   | 44           |
| 7              | Kriterienkatalog zur Bewertung der Kanten (verändert nach SCHMITZ 2006, 96)   | 45           |
| 8              | Graphenmaße zur Bewertung von Concept Maps  | 47           |
| 9              | Vorkenntnisse der SuS aus dem NaWi-Unterricht (Auszug aus dem Rahmenlehrplan)   | 55           |
| 10             | Einordnung des Projekts „Biodiversitätsmonitoring“ in die Rahmenlehrpläne Berlins der Klassenstufe 7/8                        | 68           |
| 11             | Einordnung des Projekts „Biodiversitätsmonitoring“ in die Rahmenlehrpläne Berlins der Klassenstufe 9/10                       | 69           |
| 12             | Thematische Eingliederung des Projekts „Biodiversitätsmonitoring“ in das Unterrichtskonzept                                   | 71           |
| 13             | Kostenaufstellung der benötigten Geräte und Materialien für eine Schule   | 72           |
| 14             | Übersicht der geliehenen bzw. geschenkten Geräte und Materialien  | 74           |
| 15             | Übersicht der Geräte und Materialien, die bereits in den Schulen vorhanden sind   | 74           |
| 16             | Übersicht der Geräte und Materialien, die von den SuS mitzubringen sind   | 75           |
| 17             | Übersicht der Graphenmaße zur Bewertung von Concept Maps im Pre- und Posttest   | 77           |
| 18             | Unterschiedsprüfung der Probanden- und Kontrollgruppe mit dem Mann-Whitney-U-Test   | 78           |
| 19             | Kreuztabelle Geschlecht x Forschergruppe  | 89           |
| 20             | Übersicht über die von den SuS erteilten Noten  | 99           |
| 21             | Übersicht über die von den Lehrkräften erteilten Noten  | 99           |
| 22             | Antworten der SuS auf die Frage „Was hat Ihnen besonders gut an dem Projekt gefallen?“  | 100          |
| 23             | Antworten der SuS auf die Frage nach Missfallen und Fehlern   | 101          |
| 24             | Antworten der SuS auf die Frage nach Problemen bei der Durchführung   | 102          |
| 25             | Antworten der SuS auf die Frage nach Verbesserungsvorschlägen   | 102          |

## Abbildungsverzeichnis

| Abbildung | Titel  | Seite |
|-----------|--|-------|
| 1         | Ebenen der Biodiversitätserfassung (verändert nach GUDO & STEININGER 2001, 34)       | 10    |
| 2         | Stufen der Schülerpartizipation (verändert nach LANGNER 2011, 118)                   | 25    |
| 3         | Vernetzung und Funktionsweise der App „anymals+plants“ (ZITTERBART 2012)             | 27    |
| 4         | Concept Map einer Concept Map (verändert nach RUIZ-PRIMO 2000; SCHMITZ 2006, 28)     | 32    |
| 5         | Einteilung der Forscher- und Expertengruppen   | 39    |
| 6         | Strukturtypen von Concept Map (SCHMITZ 2006, 31; in Anlehnung an YIN et al. 2005)    | 50    |
| 7         | Ausschnitt aus dem Forschertagebuch der Forscherhefte                                | 57    |
| 8         | Referenznetz bzw. Übersicht über die Thematik in Form eines Concept Maps             | 65    |
| 9         | Mittelwerte der verwendeten Knoten und Kanten im Pre- und Posttest                   | 79    |
| 10        | Boxplots der errechneten Summenscores im Pre- und Posttest                           | 81    |
| 11        | Boxplots der für die Kanten vergebenen Punkte im Pre- und Posttest                   | 82    |
| 12        | Boxplots der Komplexitätsindizes im Pre- und Posttest                                | 84    |
| 13        | Boxplots der Häufigkeiten von Inseln im Pre- und Posttest                            | 86    |
| 14        | Konstruierte Anzahl von Inseln im Pre- und Posttest                                  | 87    |
| 15        | Verwendete Concept-Map-Strukturtypen im Pre- und Posttest                            | 87    |
| 16        | Der Grad der Zustimmung von SuS auf Items zur Evaluierung der Beteiligung am Projekt | 90    |
| 17        | Der Grad der Zustimmung von SuS auf allgemeine Items zum Projekt                     | 91    |
| 18        | Der Grad der Zustimmung von SuS auf Items zur Bewertung der Forscherhefte            | 92    |
| 19        | Der Grad der Zustimmung von SuS auf Items zur Bewertung des Projekts                 | 93    |
| 20        | Der Grad der Zustimmung von Lehrkräften auf allgemeine Items zum Projekt             | 95    |
| 21        | Der Grad der Zustimmung von Lehrkräften auf Items zur Bewertung der Forscherhefte    | 96    |
| 22        | Der Grad der Zustimmung von Lehrkräften auf Items zur Bewertung des Projekts         | 97    |
| 23        | Der Grad der Zustimmung von Lehrkräften auf Items zur Bewertung des Unterrichts      | 98    |
| 24        | Der Grad der Zustimmung von SuS auf Items zur Evaluierung der App „anymals+plants“   | 105   |

## Akronyme

|          |  |
|----------|--|
| App      | Application (Anwendungssoftware)   |
| BMBF     | Bundesministerium für Bildung und Forschung                                  |
| BNatSchG | Bundesnaturschutzgesetz  |
| CBD      | Convention on Biological Diversity   |
| CM/CMs   | Concept Map / Concept Maps   |
| FFH      | Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie   |
| GBIF     | Global Biodiversity Information Facility                                     |
| GPS      | Global Positioning System  |
| GSM      | Global System for Mobile Communications                                      |
| IHMC     | Institute for Human and Machine Cognition                                    |
| INS      | Anzahl der Inseln im Concept Map   |
| ITG      | Informationstechnische Grundbildung  |
| KAN      | Kante (Proposition)  |
| KNO      | Knoten (Begriff)   |
| KPX      | Komplexitätsindex  |
| LuL      | Lehrerinnen und Lehrer   |
| MZP      | Messzeitpunkt  |
| PISA     | Programme for International Student Assessment                               |
| SuS      | Schülerinnen und Schüler   |
| TIMSS    | Trends in International Mathematics and Science Study                        |
| UN       | Unites Nations   |
| UNEP     | United Nations Environment Programme   |
| WBGU     | Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale<br>Umweltveränderungen |

Für eine angenehmere Lesbarkeit werden Personengruppen, wie Probandinnen und Probanden oder Evaluierungsteilnehmerinnen und Evaluierungsteilnehmer, meistens entgegen des gendergerechten Sprachgebrauchs in der männlichen Form zusammengefasst genannt.

## Zusammenfassung

Um Biodiversität flächendeckend erfassen und verstehen zu können, sind Interdisziplinarität, Partizipation, Kommunikation sowie systemisches Wissen erforderlich. In der Schule wird das komplexe Thema Biodiversität häufig eher „stiefmütterlich“ behandelt und nicht ganzheitlich betrachtet. Doch die Fähigkeit, systemisch zu denken, muss gefördert werden, da es in der Natur keine monokausalen Zusammenhänge gibt. Auch der partizipative Auftrag der Schulen, die Schülerinnen und Schüler am Ende der Schulzeit als mündige Bürger zu entlassen, wird nicht immer mit Engagement umgesetzt. Darüberhinaus sollte den Lernenden die Chance gegeben werden, über den Tellerrand zu schauen und fächerübergreifend zu arbeiten, damit sie später selbst befähigt sind, interdisziplinär zu forschen.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, fächerübergreifende Unterrichtsmaterialien zum Thema Biodiversitätsmonitoring zu erarbeiten und zu untersuchen, welchen Einfluss eine Intervention mit diesen Materialien auf das systemische Denken der Schülerinnen und Schüler hat.

Die vier fächerübergreifend konzipierten und miteinander verbundenen Forscherhefte zu den Subthemen Tiere, Pflanzen, Boden und Meteorologie wurden mit der partizipativen Datenbank-App „anymals+plants“ verknüpft und auf Kompatibilität zu den Berliner Rahmenlehrplänen überprüft. Die Rahmenlehrplananalyse hat ergeben, dass die fächerübergreifenden Forscherhefte thematisch und methodisch in viele Unterrichtsfächer der Doppeljahrgangsstufen 7/8 sowie 9/10 integriert werden können. Um die Entwicklung des systemischen Denkens bzw. Strukturwissens beobachten zu können, wurde die Methode Concept Mapping als Pre-Post-Test gewählt, d. h. Schülerinnen und Schüler der 8. und 9. Klasse konstruierten vor und nach der Intervention mit der Arbeit an den Forscherheften jeweils in Gruppen ein Concept Map. Das Projekt und die Materialien wurden im Anschluss von den Probandinnen und Probanden sowie den Lehrkräften mit Hilfe von Fragebögen evaluiert.

Durch die Auswertung der Concept Maps konnte gezeigt werden, dass sich durchschnittlich sowohl das qualitative und quantitative Fachwissen als auch das Strukturwissen vom Messzeitpunkt I zum Messzeitpunkt II erhöht hat. Außerdem konstruierten die Schülerinnen und Schüler vermehrt netzartige und weniger zerklüftete Concept Maps. Die Ergebnisse der Fragebogenevaluierung haben

bestehende Probleme und Fehler bei der Durchführung des Projekts identifiziert, die optimiert werden konnten, aber auch die positiven Seiten der Forscherhefte sichtbar gemacht.

Die signifikanten Unterschiede der Komplexitätsindizes in den Pre- und Post-Tests deuten darauf hin, dass das Bearbeiten der Forscherhefte das systemische Denken fördert. Außerdem können die erarbeiteten Materialien fächerübergreifend eingesetzt und mit den Berliner Rahmenlehrplänen vereinbart werden. Die Evaluierung des Projekts durch Fragebögen für Lehrkräfte sowie Schülerinnen und Schüler hat dazu beigetragen, die Forscherhefte zu verbessern. Obwohl die App „anymals+plants“ nicht optimal für den Einsatz in der Schule geeignet ist, hat den Schülerinnen und Schülern das Design und die Idee gefallen, dass man immer und überall eine Sichtung von Tier- und Pflanzenarten mit Belegfotos in eine Datenbank hochladen kann.

Damit nicht nur eventartig fächerübergreifend in der Schule unterrichtet wird, müssen die Rahmenlehrpläne interdisziplinär(er) gestaltet werden und auch in der Schulkultur ein Paradigmenwechsel vom linearen zum systemischen Denken stattfinden.

## Summary

To conceive and understand biodiversity extensively, interdisciplinarity, participation and communication are necessary as well as systemic knowledge. Only little attention is frequently paid to the complex topic of biodiversity in school and it is mostly not looked at the subject in its entirety. However the ability to think in a systemic way needs to be encouraged because there are no monocausal relations in nature. In addition the participative task of schools to release the pupils as responsible be given the chance not to be restricted in only one's thinking and work interdisciplinary, to enable them to carry out research in this way later on.

Aim of the present work is to develop interdisciplinary teaching materials for biodiversity monitoring and survey which impact an intervention with these materials has on the systemic thinking of the pupils.

The four interdisciplinary conceptualized and interconnected Scientist Books with the subtopics animals, plants, soil and meteorology were linked to the participative database smartphone application “anymals+plants” and have been reviewed on their compatibility with the framework curriculum of Berlin. The framework curriculum analysis has shown that interdisciplinary Scientist Books can be integrated thematically and methodically in different subjects of the double academic years 7/8 and 9/10. For the development monitoring of systematic thinking respectively structural knowledge the method of Concept Mapping was chosen as a Pre-Post-Test. This means that pupils of the 8<sup>th</sup> and 9<sup>th</sup> form designed a Concept Map before and after the intervention of working with the Scientist Books. The project itself and the teaching materials were evaluated with the aid of questionnaires by the students and teachers afterwards.

The average qualitative and quantitative specialised knowledge has increased as well as the structural knowledge shown by the Concept Maps at the different times of designing. Additionally, the students designed more net like and less jagged Concept Maps. The results of the questionnaire evaluation not only revealed existing problems and identified mistakes which can be optimised, but also outpointed positive aspects of the Scientist Books.

The significant differences in the complexity indices between pre and post test indicate that working with the Scientist Books encourages systemic thinking. Moreover, the developed materials can be used interdisciplinary within the framework curriculum of Berlin. The Scientist Books could have been improved because of the

evaluation of the students and teachers. Even though the application “anymals+plants” is not totally suitable for school use, the pupils liked the design and idea to upload animals and plants with photographs of them to a database without matter of time and place.

Framework curricula need to be organised in a more interdisciplinary way to bring interdisciplinary teaching from an event to everyday school. In addition a change of paradigm in school culture from linear to systemic thinking is necessary for this.

## 1 Einleitung

Biodiversität in Berlin? Gibt es die „Vielfalt des Lebens“ trotz betonierter Straßen und dicht bebauter Wohnsiedlungen in der Großstadt überhaupt? Die Biodiversität nimmt mit der Größe einer Stadt keineswegs ab (BRANDES & ZACCHARIAS 1990; KLOTZ 1990). Die Artenvielfalt und die Mannigfaltigkeit an Lebensräumen sind meistens höher als im angrenzenden Umland (REICHHOLF 2007). Bereits in der Schule sollte Biodiversität thematisiert sowie die Tiere, Pflanzen und Lebensräume auf dem Schulgelände erforscht werden. Für flächendeckendes Monitoring von Biodiversität sind kommunikative, partizipative und interdisziplinäre Ansätze notwendig sowie die Kompetenz, systemisch zu denken, um z. B. Folgen von Maßnahmen oder Rückkopplungseffekte abschätzen und angemessene Methoden auswählen zu können.

Obwohl die Welt komplex und systemisch ist, werden in der Schule oft nur lineare Ursache-Wirkungs-Beziehungen betrachtet. Dass Zusammenhänge auch zeitlich und räumlich weit auseinander liegen können (ZAHN 1999), wird häufig nicht behandelt. Komplexe Themen werden in ihre Einzelteile zerlegt und analysiert (WAGNER 2002), jedoch fehlt meist die Verknüpfung der Disziplinen. Um die Welt systemisch zu verstehen, ist Interdisziplinarität notwendig (POCH & LEINFELDER 2013). Nur durch die Verknüpfung der einzelnen Themen ist ein Gesamt- bzw. Systemverständnis möglich. Ältere Studien haben gezeigt, dass Systemdenken in der Schule vermittelt werden kann, aber motivationsabhängig ist (OSSIMITZ 1995; KLIEME & MAICHLE 1994). Es gab allerdings Probleme damit, Systemdenken empirisch zu messen.

Das Hauptziel der vorliegenden Arbeit ist es, fächerübergreifende Unterrichtsmaterialien zum Thema Biodiversitätsmonitoring in Form von Forscherheften zu konzipieren, diese zu evaluieren sowie zu untersuchen, welchen Einfluss die Intervention auf das systemische Denken der Schülerinnen und Schüler hat. Doch was ist systemisches Denken und mit welchem Instrument kann es gemessen werden? Ist es überhaupt möglich, fächerübergreifende Materialien in den regulären Unterricht zu integrieren oder funktioniert das Einsetzen lediglich projekt- bzw. eventartig? Denn obwohl die Kompetenz des vernetzten Denkens ein allgemeines Bildungsziel ist, fällt die Umsetzung oft schwer, da fächerübergreifendes Unterrichten ein hohes Maß an Kommunikation und Teamfähigkeit im Lehrerkollegium voraussetzt. Die Intention der Evaluierung der fächerübergreifenden Materialien ist es, diese zu optimieren und eine Lehrerhandreichung zu erarbeiten.



## 2 Theorie

### 2.1 Biodiversität

#### 2.1.1 Begriffsbestimmung

Nachdem man sich bereits seit längerer Zeit mit dem anthropogenen Einfluss auf die Umwelt auseinandersetzt, wird zunehmend der Terminus Biodiversität genutzt. Seit der „Konvention zur Biologischen Vielfalt“ (kurz: CBD) 1992 in Rio de Janeiro gehört die Erhaltung der Biodiversität neben der nachhaltigen Nutzung und dem fairen Umgang mit den Vorteilen, die daraus gewonnen werden können, zu den Hauptintentionen der globalen Umweltpolitik. Um dieses relevante Ziel umsetzen zu können, wird jedoch ein tiefes Verständnis zum Konzept der Biodiversität vorausgesetzt, welches systemische Denkweisen erfordert. Was bedeutet Biodiversität? Kann man sie erfassen, messen oder berechnen? Wodurch wird sie bedroht? Nur auf der Grundlage eines räumlichen und zeitlichen Verständnisses kann man Biodiversität schützen.

Biodiversität ist die Kurzform des englischen Begriffs *biological diversity* (biologische Diversität). Da *Bíos* aus dem Griechischen kommt und „Leben“ bedeutet und der lateinische Terminus *diversitas* für „ungleich sein“ bzw. „verschieden“ steht, kann Biodiversität demzufolge als „Vielfalt des Lebens“ übersetzt werden.

Der Begriff tauchte erstmals in den 1980er Jahren in wissenschaftlichen Journalen (SOULÉ & WILCOX 1980) auf und wurde durch das Buch „Biodiversity“ von E. O. Wilson 1988 bekannt. Doch wie oft fälschlich in Büchern steht, beinhaltet Biodiversität nicht nur die Artenvielfalt, sondern auch die genetische Vielfalt und die Vielfalt der Ökosysteme (COHEN & POTTER 1993). Eine knappe und oft verwendete Definition ist die von Harper und Hawksworth, bei der die Definitionen von Art und Ökosystem vorausgesetzt werden: „Biological diversity means the variability among living organisms from all sources including, inter alia, terrestrial, marine and other aquatic systems and the ecological complexes of which they are part; this includes diversity within species, between species and of ecosystems“ (1995, 6).

Die Biodiversitätsforschung untersucht interdisziplinär die Dienstleistungen der Ökosysteme und setzt sich mit Genen, Arten, Populationen und Lebensräumen auseinander (HOTES & WOLTERS 2010).

### 2.1.2 Bedrohung und Schutz der Biodiversität

Der Wert der Biodiversität wird von Biologen, Juristen, Philosophen, Ökonomen und Umweltschützern diskutiert, jedoch bisher ohne Einigung. Mit jeder ausgestorbenen Art verschwindet eine Möglichkeit, das Potential der Biodiversität, z. B. für die Gesundheit der Menschen durch Medikamente, verwertbar zu machen. Sie ist darüberhinaus die Grundlage für sauberes Wasser sowie ausreichend Ernährung (BFN 2012).

Um die Biodiversität schützen zu können, muss man zwischen nicht-anthropogener und vom Menschen beeinflusster Bedrohung unterscheiden. Ca. 99,9% aller Arten, die jemals existiert haben, sind ohne menschlichen Einfluss ausgestorben (HOTES & WOLTERS 2010, 20). Abgesehen von den fünf großen Aussterbeereignissen, den Big Fives, gab es unter natürlichen Bedingungen in den letzten 3,8 Milliarden Jahren nur alle paar Jahre den Verlust einer Art zu verzeichnen. Seit der industriellen Revolution haben deutlich mehr Arten aufgehört zu existieren und das eindeutig schneller als zu den anderen Massenextinktionen. Nach Schätzungen der UNEP überragt das durch den Menschen seit dem 20. Jahrhundert verursachte Artensterben das natürliche Artensterben um das 100- bis 1000-fache (BUSCH & KUHN 2008, 2).

Die größte Ursache für die Bedrohung der biologischen Vielfalt ist der Verlust von Lebensräumen. Diese Einbuße von Habitaten liegt anthropogenen Einflüssen zugrunde, wodurch eine Umwandlung von einer Natur- in eine Kulturlandschaft stattfindet. Ursachen dafür sind beispielsweise die Zerschneidung und Zerstörung von Landschaften, der Ausbau von Verkehrswegen, der Bau von Siedlungen, Dämmen und Industrieanlagen, sowie die Forstwirtschaft, der Bergbau und die Umweltverschmutzung.

Eine zweite Gefahr für die Biodiversität stellen vom Menschen eingeschleppte Arten (Neobiota) dar, welche die heimische Flora und Fauna verdrängen. Durch den weltweiten Verkehr mit Schiffen und Flugzeugen können sich diese nicht-einheimischen Arten schnell ausbreiten. Zum Verlust der biologischen Vielfalt führen außerdem eine industrialisierte und intensive Landwirtschaft, die Verschmutzung des Bodens und des Wassers durch Düngemittel und Pestizide, ein übermäßiger Abbau natürlicher Ressourcen und sogenannte „Verbotene Souvenirs“ (BUSCH & KUHN 2008, 4). Letzteren beschreiben den illegalen Handel von wildlebenden Tier- und Pflanzenarten, wie z. B. Geldbörsen, Taschen und Gürtel aus Krokodil-, Schlangen- oder Echsenleder. Dabei stellt die Jagd nach den Arten und das Sammeln dieser

eine Gefährdung für die Vielfalt dar. Auch die Eutrophierung von Gewässern und die Versauerung der Meere können zum Verlust der Biodiversität führen.

Mit zunehmender Bevölkerungszahl des Menschen und steigender Lebensqualität wächst die Bedrohung der biologischen Vielfalt. Wenn jedoch eine Art ausgestorben ist, ist sie irreversibel verloren. Der Verlust von Biodiversität kann zu monotonen und instabilen Ökosystemen, zum Qualitätsverlust von Nahrungsmitteln und zu ungeahnten Krankheiten bzw. Katastrophen führen (HOBÖHM 2000, 7).

Da der Hauptgrund des Biodiversitätsverlustes meist die Zerstörung oder Rückdrängung von Lebensräumen ist, hat der Schutz von Lebensräumen besonders hohe Priorität (MUNK *et al.* 2000, 18-10). Zu weltweit geltenden Schutzgebietskategorien gehören beispielsweise das Weltnatur- und Weltkulturerbe, Biosphärenreservate sowie AQUA- und TELMA-Gebiete (FREY & LÖSCH 2010, 504-505). In Europa existieren z. B. das FFH-Gebiet, das Europadiplom-Gebiet, biogenetische Reservate sowie Vogelschutzrichtlinien. Alle in Deutschland gültigen Schutzgebietskategorien beruhen auf dem Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG). Dazu zählen Nationalparks, Naturschutzgebiete und Naturdenkmäler.

Um die biologische Vielfalt zu schützen, wird entweder versucht, Naturflächen möglichst unberührt zu lassen oder Kulturlandschaften zu renaturieren.

### **2.1.3 Biodiversitätserfassung**

Ein flächendeckendes Biodiversitätsmonitoring ist unbedingt erforderlich, um einerseits stabile Lebensgemeinschaften nachzuweisen und andererseits festzustellen, ob Arten gefährdet bzw. genetisch verarmt sind und Biozönosen zusammenbrechen könnten (HOTES & WOLTERS 2010, 11). Die heutige Biodiversitätsforschung hat drei Aufgaben. Sie soll die Biodiversität beschreiben, ihre Funktion aufklären und die Wechselbeziehung der biologischen Vielfalt mit dem Menschen analysieren (HOTES & DAHMS 2010, 55).

Das Problem bei der Ermittlung ist jedoch, dass das Konzept der Biodiversität sehr komplex ist, viele Ökosysteme eine große räumliche Ausdehnung haben und Organismen mobil sind. Neben der Auswahl der richtigen Labor- und Feldmethoden, muss das Monitoring kontinuierlich erfolgen oder in festen Zeitabständen wiederholt werden, um einen Verlauf erkennen zu können (HOBÖHM 2000).

Für die Analyse der Biodiversität gibt es unterschiedliche Kriterien, die je nach Ebene (Gen, Art & Ökosystem) und Zweck der Untersuchung angewendet werden müssen

(GUDO & STEININGER 2001, 33). Morphologisch kann man nicht so viele Arten differenzieren wie bei genetischen Verfahren (AMANN & ROSSELLÓ-MORA 2001; siehe Abb. 1).

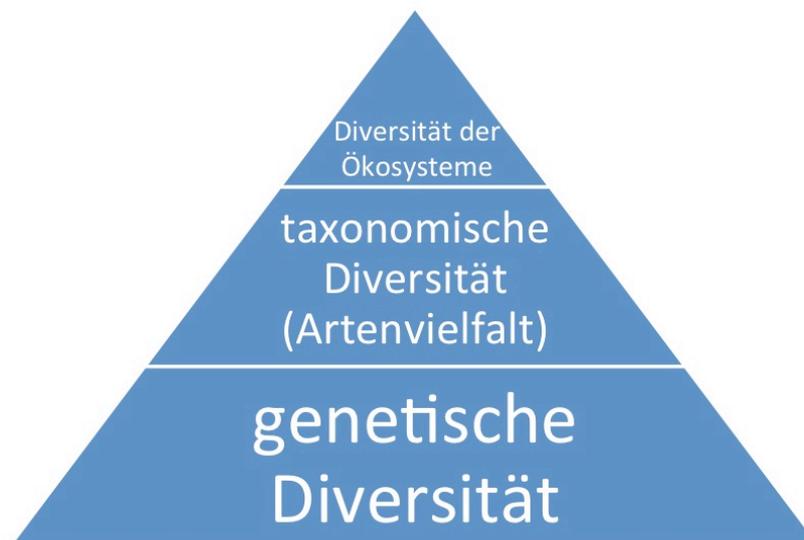


Abb. 1: Ebenen der Biodiversitätserfassung (verändert nach GUDO & STEININGER 2001, 34)

Es wird systemisches Wissen und Denken benötigt, um Folgen von Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität sowie Rückkopplungseffekte abschätzen zu können und um Strategien, Methoden und Instrumente zum Monitoring aus unterschiedlichen Disziplinen zu wählen.

Um die Biodiversität zu beurteilen, wird am häufigsten die Artenzahl  $S$  und der Shannon-Index  $H$  ermittelt. Relevante Diversitäts-Maße sind aber auch Fishers  $\alpha$ , Simpsons  $D$ , Richness und Evenness (PIELOU 1975; HAEUPLER 1982). Letzteres zeigt den Grad der Gleichverteilung an. Diesen Werten liegen verschiedene Modelle zugrunde. Um die Biodiversität zu messen, spielen auch die  $\alpha$ -,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Diversität eine entscheidende Rolle. Während man unter  $\alpha$ -Diversität den Artenreichtum einer Population und unter  $\gamma$ -Diversität die Artenvielfalt in Habitaten versteht, bedeutet  $\beta$ -Diversität einen Unterschied in der Artzusammensetzung entlang von ökologischen Gradienten (WHITTAKER 1972; SOLBRIG 1994; HOBOHM 2000).

Auch Indikatoren lassen Schlüsse auf den Zustand der Biodiversität zu. Um jedoch flächendeckend die Biodiversität zu ermitteln, sind kommunikative, partizipative und interdisziplinäre Ansätze notwendig. Ein Beispiel für eine partizipative Erfassung der Biodiversität stellt die Datenbank-App „anymals+plants“ dar, welche in Kapitel 2.7.2 näher erläutert wird.

### 2.1.4 Biodiversität auf dem Schulgelände

In der Stadt nehmen einige Menschen die Biodiversität gar nicht wahr. Sie erleben z. B. Pflanzen eher als grüne Hintergrundkulisse und besitzen eine *Plant Blindness* (WANDERSEE & SCHUSSLER 2001). Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit empfiehlt explizit im Bereich Bildung das Anlegen und Nutzen von Schulgärten und das Einbeziehen dieser in den Unterricht (BMU 2007).

Engagierte Lehrkräfte und Schulen, denen das nötige Gelände und Budget zur Verfügung stehen, pflegen und nutzen gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern einen Schulgarten, auf dem die Biodiversität unmittelbar erforscht werden kann.

Der Schulgarten bietet verschiedenste Lebensräume für Pflanzen und Tiere, wie beispielsweise Hecken, Gewässer, Beete oder Laubhaufen. Sogar zwischen Pflastersteinen kann man Lebewesen finden. Vielfältig angelegte Schulgärten in der Stadt bezeichnet man auch als Hot Spots der Biodiversität (WITT 2008). In einem Schulgarten gibt es häufig Zierpflanzen, Gemüsebeete, Beerensträucher, Kräutergärten, (Obst-)Bäume, Komposthaufen sowie teilweise Insektenhotels, Vogel-Nisthilfen, Teiche oder Stein- und Totholz-Haufen (ALISCH *et al.* 2005). Mit der Umgestaltung des Schulgeländes durch das Schaffen von Lebensräumen und Bepflanzen dieser erhöht sich oft auch die zoologische Vielfalt.

Entgegen vieler Vorurteile, dass ein Schulgarten nur für den Biologieunterricht nutzbar ist, ermöglicht er fächerübergreifendes Unterrichten. Die Schülerinnen und Schüler können das Gelände vermessen und kartieren, Versuche durchführen, Vögel beobachten, Familien und Arten identifizieren, ökologische Beziehungen erarbeiten, künstlerisch im Freien arbeiten, Obst ernten und es vermarkten, Proben zum Mikroskopieren nehmen, mit pflanzlichen Farben färben, einheimische Arten von Neobiota unterscheiden, Gesteinsarten bestimmen, sich mit der Blütenökologie beschäftigen und eben auch die Biodiversität erfassen. Außerdem ist es mit Hilfe von Schulgärten möglich, Marmeladen oder Cremes herzustellen, eigenen Apfelsaft zu produzieren sowie das selbstgepflückte Obst zu frühstücken (KÖHLER & LEHNERT 2009). Nicht zu vergessen sind die Funktionen als Spielstätte und Rückzugsort.

Schülerinnen und Schüler können im Freien verschiedene Aspekte authentisch erforschen, das Schulgelände aktiv mitgestalten und Verantwortung für bestimmte Areale oder Aufgabenbereiche übernehmen.

Um die Sensibilität für Biodiversität zu fördern und die *Plant Blindness* zu verringern, sollte bereits in der Schule die Natur erlebbar gemacht werden (RADKOWITSCH & LEHNERT 2005). Ein Schulgarten unterstützt das projektbezogene sowie fächerübergreifende Lernen und ermöglicht sogar den Standortwechsel des Unterrichtens von einem Fachraum im Gebäude nach draußen ins „Grüne Klassenzimmer“.

## 2.2 Urbanlandschaft Berlin

### 2.2.1 Urbane Lebensräume

Die Lebensräume in der Stadt sind durch ein verändertes Klima geprägt. Vom Umland zum Stadtzentrum ist häufig ein Temperaturanstieg von mindestens 1°C zu beobachten. Diese Erhöhung der Lufttemperatur ist u. a. durch das erhöhte Wärmespeichungsvermögen von Häusern und Straßen, die hohe anthropogene Produktion an Wärme durch Industrie und Verkehr sowie die fehlende Evapotranspiration aufgrund der schnellen Abführung von Regenwasser zu erklären. Auch die Anreicherung von Schadstoffen in der Atmosphäre, was als Glashauseffekt bezeichnet wird, trägt zur Veränderung im Wärmehaushalt bei (SUKOPP 1990, 48). Luftverunreinigungen führen zwar vermehrt zu Kondensationskernen und somit zu einem erhöhten Niederschlag, doch durch das schnelle Abfließen und die Reduktion der Verdunstungsfläche ist die Luftfeuchtigkeit in Städten insgesamt niedriger als im Umland (TISCHLER 1990, 286). Weitere Kennzeichen des urbanen Klimas sind das erhöhte Lichtangebot aufgrund der künstlichen Beleuchtung und die verringerte mittlere Windgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Baustruktur.

Tabelle 1 zeigt die unterschiedlichen Lebensräume für Pflanzen und Tiere in Berlin (MARKSTEIN, HEINRICH & STURM 1985).

Tab. 1: Lebensräume für Pflanzen und Tiere in Berlin (nach MARKSTEIN, HEINRICH & STURM 1985)

| Stadtgebiet                  | Lebensraum  |
|------------------------------|---|
| a) Dichtbebaute Stadtgebiete | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hinterhöfe und Hauswände</li> <li>- Mauern und Nischen</li> <li>- Pflasterfugen und Straßenränder</li> <li>- Dächer und Dachstühle</li> <li>- Baulücken</li> </ul> |
| b) Wohnbezirke im Grünen     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Waldsiedlungen</li> <li>- Parksiedlungen</li> <li>- Obstbaumsiedlungen</li> <li>- Trabantenstädte</li> </ul>   |

| <b>Stadtgebiet</b>           | <b>Lebensraum</b>   |
|------------------------------|---|
| c) Verkehrswege              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Straßen</li> <li>- Bahndämme</li> <li>- Wasserwege</li> </ul>  |
| d) Parkanlagen und Friedhöfe | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Baumgruppen</li> <li>- Gebüsch</li> <li>- Rasen und Säume</li> <li>- Teiche</li> </ul>   |
| e) Kleingärten               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gartenbeete</li> <li>- Zäune und Wege</li> <li>- Zier- und Nutzpflanzen</li> </ul>   |
| f) Brachflächen              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schuttflächen</li> <li>- Halbtrockenrasen</li> <li>- Hochstaudenfluren</li> <li>- Gebüsch und Säume</li> <li>- Waldpioniere</li> </ul> |

Mit Schülerinnen und Schülern können nahezu alle Lebensräume untersucht werden, es bieten sich jedoch ungefährliche Habitate in Schulumgebung an.

### **2.2.2 Biodiversität in der Stadt**

Eine Stadt stellt sowohl der Fauna als auch der Flora mehr ökologische Nischen zur Verfügung als das Umland. Daher nimmt die Biodiversität mit der Stadtgröße keineswegs ab (ZACHARIAS & BRANDES 1990, KLOTZ 1990). Seltene Vögel sind in der Stadt genauso zu finden wie vielfältige Arten von Schmetterlingen (REICHHOLF 2007). Einerseits wird die Biodiversität durch die Einschleppung neuer, gebietsfremder Arten erhöht. Andererseits führt diese Expansion von nicht-einheimischen Arten zum Verschwinden von einheimischen, insbesondere seltenen Arten. Herbert Sukopp machte bereits 1990 (S. 76) als „Ursache für Ausrottung und Rückgang heimischer sowie für die Ausbreitung fremder Arten“ den Menschen hauptverantwortlich.

Während der pH-Wert eines naturnahen Bodens bei 4 oder 5 liegt, hat ein Stadtboden aufgrund von basischen Bauabfällen und technogenen Substraten einen pH-Bereich von 4 bis 9. Dieser vergrößerte pH-Bereich führt zu einer höheren Biodiversität, da er verschiedensten Arten einen Lebensraum bietet. Eine große Heterogenität entsteht in Stadtböden auch durch deren unterschiedliche Nutzung und dem daraus resultierenden Reichtum an Schad- bzw. Nährstoffen. Kolloidal gebundene Nährstoffe aus Straßenstaub, wie Stickstoff, Phosphor oder Kalium, sind darüber hinaus aufgrund der geringen Löslichkeit für Pflanzen lange verfügbar (TISCHLER 1990, 287). In der Stadt sind alle Großgruppen des Pflanzenreiches

vertreten. Die Artenzahl der Samenpflanzen ist im Stadtkern sogar größer als im Umland (WITTIG, 2002).

Das reichhaltige Nahrungsangebot, die günstigen klimatischen Bedingungen, der Strukturreichtum der Stadt-Landschaft und somit die Vielfalt an Lebensräumen sind eindeutige Vorteile der Stadt.

### **2.2.3 Herkunft der Stadtfauna und -flora**

Während Reliktarten (Residualarten) schon vor der Besiedlung durch Menschen am Standort existierten, sind Adventivarten durch Menschen beabsichtigt oder unbeabsichtigt eingeschleppte Arten. Besonders Handel und Verkehr begünstigen den zunehmenden Anteil nicht-einheimischer Arten in der Stadt. Ihnen fehlen oft natürliche Feinde, sodass sie sich nahezu ungebremst vermehren können. Die Begriffe Neophyten und Neozoen stehen wiederum für Pflanzen- bzw. Tierarten, die nach 1492 ein Gebiet besiedelt haben, in welchem sie zuvor gebietsfremd waren (KOWARIK 2010, 18). Man nennt eine Art etabliert, wenn sie mindestens 25 Jahre bzw. über drei Generationen in einem Gebiet existiert (SUKOPP & WITTIG 1998, 269).

Kulturfolger (Hemerophile) bezeichnen Organismen, die dem Menschen in Siedlungen und Städte folgen (KUTTLER 1993, 51). Sie sind durch eine hohe Anpassungsfähigkeit gekennzeichnet und profitieren von anthropogenen landschaftsverändernden Maßnahmen. Dem gegenüber stehen Kulturflüchter (Hemerophobe). Diese Arten leben außerhalb von Bereichen mit menschlichem Einfluss und werden durch anthropogene Besiedlung aus ihren natürlichen Verbreitungsgebieten verdrängt.

Die Integration von Kulturfolger-Arten in eine zusammen mit Mensch und Haustier gebildete Anthro(bio)zönose nennt man Synanthropie (POVOLNY 1963; SCHWERDTFEGGER 1975; KLAUSNITZER 1993). Synanthrope Arten (Urbanophile) nutzen die ökologischen Angebote im menschlichen Siedlungsbereich, sodass sie nicht auf die Ergänzung ihrer Population von außen angewiesen sind. Bei der Stadtfauna unterscheidet man Eusynanthropie (obligatorisch an anthropogene Bedingungen gebunden) und Hemisynanthropie (fakultative Synanthropie). Analog kann die Flora in urbanophob, urbanoneutral und urbanophil eingeteilt werden. Als charakteristische Stadtpflanzen gelten jedoch nur urbanophile Arten.

Darüberhinaus spielen in der Stadt domestizierte Arten (Heim- und Haustiere) eine große Rolle.

### 2.2.4 Einflussfaktor Mensch

In Berlin leben 3.427.114 Einwohner auf einer Stadtgebietsfläche von 892 km<sup>2</sup> (BERLIN.DE 2012). Dabei hat der Mensch Einfluss auf seine Umwelt, Flora und Fauna, das Klima, den Boden, das Grundwasser (SCHMIDT-EICHSTAEDT 1996), aber auch auf sich selbst. Somit findet eine Rückkopplung auf den Ökosystemkomplex Stadt statt (SUKOPP & WITTIG 1998). Nach Zierdt (1997, 5) gibt es sowohl physikalische, biologische, chemische als auch psychologische Umwelteinwirkungen, die vom Menschen verursacht werden und Umweltbelastungen bewirken können.

Aufgrund der unterschiedlichen Flächennutzung existieren in der Stadt Zonen mit geschlossener und aufgelockerter Bebauung. So zerstört der Mensch auf der einen Seite Habitate durch Fragmentierung und isoliert sie voneinander, auf der anderen Seite fördert er die Habitatvielfalt durch eine Heterogenität an Siedlungsstrukturen.

Die nächtliche Beleuchtung nimmt Einfluss auf den circadianen Rhythmus einiger Tiere und Pflanzen. Genau wie Lärm ist auch die zunehmende Umweltverschmutzung eine anthropogene Einwirkung auf Stadtflora und -fauna. Der Boden wird durch Schwermetalle, Erosionen, Streusalz, Ozon und sauren Regen aufgrund der Luftverschmutzung belastet, was wiederum den Pflanzen schadet (SUKOPP 1990). Tieren drohen dagegen zahlreiche Gefahren durch den Verkehr sowie dem Eintrag von Pestiziden, Insektiziden und weiteren Schadstoffen.

Andererseits bietet der Mensch den Tieren und Pflanzen eine Vielfalt von Lebensräumen in der Stadt, sodass in Großstädten meist mehr Arten als im Umland vorkommen (ZACHARIAS & BRANDES 1990; KLOTZ 1990; REICHHOLF 2007). Welche positiven Einflüsse der Faktor Mensch auf den Schutz der Biodiversität hat, wurde in Kapitel 2.1.2 erwähnt. Um die urbane Landschaft Berlin in ihrer Komplexität erfassen zu können und die Biodiversität zu erhalten, ist systemisches Wissen und Denken notwendig.

### 2.3 Systemisches Denken

Unsere Welt besteht aus komplexen Verknüpfungen zwischen den verschiedensten Dingen. Bisher wurde oft versucht, die Komplexität analytisch in einzelne Ursache-Wirkungs-Gefüge zu unterteilen und diese Teile später wieder zusammensetzen. Diese Spezialisierung führte allerdings zu einem Schubladen-Denken und einer kartesischen, linearen Denkweise (WAGNER 2002), die an ihre Grenzen gestoßen war. In der Prähistorie schien es auch gar nicht nötig, vorausschauend denken zu

müssen, da für das Überleben Entscheidungen spontan getroffen wurden (DÖRNER 1989). Um nachhaltig zu handeln, komplexe Zusammenhänge und Rückkopplungseffekte zu verstehen oder Probleme zu lösen, wird holistisches, systemisches Denken abverlangt. Dazu muss ein Paradigmenwechsel stattfinden, weil es in der Natur keine monokausalen Prozesse oder einfache Lösungen gibt (LEINFELDER 2013) und Ursachen auch räumlich und zeitlich versetzte Wirkungen haben können. Dieser Paradigmenwechsel ist bisher jedoch nur ansatzweise gelungen (MAYER & BONESS 2013). Nicht nur in der Forschung und Wissenschaft müssen alte Denkstrukturen aufgebrochen und durch systemische Denkweisen und interdisziplinäre Kooperationen ersetzt werden (LEINFELDER 2011), auch die Ergebnisse von TIMSS und PISA fordern in der Schule eine stärkere Vernetzung der Fachinhalte (BRINKMANN 2009a) sowie der Methoden. Zur Unterstützung des globalen Lernens (KRATZ *et al.* 2010) und für eine transformationsfördernde Bildung bzw. Forschung ist die Förderung systemischen Denkens neben der Partizipation unbedingt notwendig (WBGU 2011; LEINFELDER 2011, LEINFELDER 2013).

Um systemisches Denken definieren zu können, muss zunächst geklärt werden, was ein System ist. Die Bedeutung des Begriffs „systema“, welcher seinen Ursprung im Griechischen besitzt, lautet „Zusammenstellung“, „Ganzes“ oder „Vereinen“ (FLECHTNER 1966, 288). Nach Günther Ossimitz (1995) besitzt ein System Grenzen sowie ein zeitliches Entwicklungsverhalten, besteht aus abgrenzbaren Elementen, welche in Wechselbeziehung zueinander stehen, und es hat Subsysteme oder kommt selbst als Subsystem vor. Die Systemtheorie verknüpft Bereiche, welche eigentlich unterschiedlichen Wissenschaften angehören, wie z. B. Biologie, Wirtschaft, Soziologie, Politik oder Pädagogik, und gilt somit als interdisziplinärer Theorieansatz (ZAHN 1999). Begründer der Systemtheorie war der Biologe Ludwig von Bertalanffy, der bereits ab den 1940er Jahren wissenschaftliche Arbeiten dazu veröffentlichte.

Systemisches Denken hat genau wie der Terminus „System“ unzählige Definitionen und meint einen Denkansatz, welcher sich mit der „Gesamtheit einer Situation, mit all ihren Verbindungen und Querverweisen zu anderen Objekten“ beschäftigt (WAGNER 2002, 19). Dabei sind die Begriffe Systemdenken (WINKELMANN 1992), vernetztes Denken (GOMEZ & PROBST 1987), Denken in Systemen (DÖRNER 1989), Systemtheorie sowie komplexes Problemlösen (FUNKE 1986) Synonyme dieses Ansatzes. Die Autoren nutzen diese Begriffe sogar oft im Titel ihrer Werke, es ist

aber selten eine eindeutige Definition im Text zu finden. Bereits in den 1980er Jahren wurde vernetztes Denken durch das kybernetische Spiel „Ökopolopoly“ von Frederic Vester populär (VESTER 1988). Dabei sollen Ereigniskarten die Zusammenhänge zwischen Gesellschaft, Wirtschaft sowie Umwelt simulieren und die Spielerinnen und Spieler beispielsweise mit „je mehr ..., desto weniger“ argumentieren (KRATZ *et al.* 2010).

In der Systemtheorie beeinflusst eine Verknüpfung von Elementen das ganze System (ULRICH 1970), doch es muss keine Relation zwischen allen Elementen bestehen (ZAHN 1999). Zur Veranschaulichung dienen beispielsweise Concept Maps (siehe Kapitel 3.1.2). Diese erfüllen darüberhinaus die Eigenschaften, welche Ossimitz zur Definition eines Systems genannt hat. Je nachdem, wie stark oder schwach die Vernetzung in einem System ist, desto höher bzw. niedriger ist die Komplexität.

Unter Berücksichtigung unterschiedlicher Ansätze formulierte Günther Ossimitz ebenfalls eine Definition zum systemischen Denken, welche vier zentrale Schlüsselkomponenten enthält (OSSIMITZ 2000a, 48):

- a) Vernetztes Denken in systemischen Strukturen
- b) Denken in Zeitabläufen: „Dynamisches Denken“
- c) Denken in Modellen & Modellbildung
- d) Systemgerechtes Handeln (Fähigkeit zur praktischen Systemsteuerung)

In Österreich gibt es nicht nur eine Systemdynamik-Didaktik, welche sich damit beschäftigt, Systemdenken zu vermitteln (OSSIMITZ 1995), dort steht vernetztes Denken auch schon seit über 20 Jahren im Lehrplan: „Durch die Analyse von Systemen soll vernetztes (systemisches) Denken gefördert werden, das heute in vielen Bereichen notwendig geworden ist. Insbesondere soll die Fähigkeit zur Erfassung von komplexeren Zusammenhängen verstärkt werden, die über einfache Ursache-Wirkungsbeziehungen hinausgehen“ (BÜRGER 1991, 152). Die Lehrpläne in Deutschland sind in dieser Hinsicht noch verbesserungswürdig.

Für Pädagogen bieten systemische Denkweisen die Chance, ein neues Verständnis sowie neue Haltungen und Handlungsmöglichkeiten für den Schulalltag zu finden (HUBRIG & HERRMANN 2007). Im Unterricht können systemische Darstellungsformen, wie beispielsweise das (Ursache-) Wirkungsdiagramm, das Strukturdiagramm, das Flussdiagramm oder Gleichungen, genutzt werden, um Systemdenken zu fördern (OSSIMITZ 2000b; BRINKMANN 2007).

Systemisches Denken wird von Lehrkräften teilweise schon vermittelt, besonders wenn es im Schulcurriculum vorkommt. Doch Kompetenzen zum Systemdenken, wie z. B. das Problemlösen, beherrschen nur wenige Schülerinnen und Schüler (SuS). Die Vernetzung von Unterrichtsfächern würde die SuS zu nachhaltigem, in kausalen Zusammenhängen strukturiertem sowie mehrperspektivischem systemischen Denken befähigen (SENATSVERWALTUNG FÜR BILDUNG, JUGEND UND SPORT BERLIN 2012). Mit Hilfe des fächerübergreifenden Unterrichts kann Systemdenken durch alltagsnahe Zusammenhänge nachvollziehbar werden (LEINFELDER 2013). Dafür müssten die Lehrenden allerdings ihren methodisch-didaktischen und fachwissenschaftlichen Horizont erweitern und bereit sein, ihre Erfahrungen mit Kolleginnen und Kollegen auszutauschen (EYSEL 2006; REINMANN-ROTHMEIER & MANDL 1994). Eine Studie von 2008 hat ergeben, dass sich Lehrkräfte eng an Schulbüchern orientieren und externe Arbeitsmaterialien verwenden, die bereits fertig ausgearbeitet sind (BRINKMANN 2009a). Daher ist es sinnvoll, Arbeitsblätter oder Forscherhefte zu konzipieren, die ohne zeitlichen Mehraufwand seitens der Lehrkräfte im Unterricht eingesetzt werden können. Systemisches Denken sollte einen zentralen Stellenwert in der Schule bekommen, es fehlt jedoch noch an fächerübergreifenden Konzepten, Unterrichtsmaterialien und auch interdisziplinären Entwicklern, die bei der Umsetzung helfen.

#### **2.4 Interdisziplinarität**

Oberflächlich betrachtet scheint es effektiv, wenn ein Biologe Tiere bzw. Pflanzen bestimmt, ein Chemiker Bodenuntersuchungen anstellt und ein Geograf z. B. Klimafaktoren ermittelt. Jeder ist Spezialist auf seinem Gebiet und erhebt relevante Daten. Doch wenn interdisziplinär gearbeitet wird, ist so viel mehr möglich als eine Datenauswertung im eigenen Fachbereich (POCH & LEINFELDER 2013).

Um interdisziplinär forschen und lehren zu können, muss man die Fähigkeit besitzen, über „den Tellerrand hinauszusehen“ und nicht nur mit neuen Methoden zu arbeiten, sondern diese auch zu entwickeln (EULER 2005, 293-294). Denn interdisziplinär bedeutet, dass verschiedene wissenschaftliche Teilgebiete (Disziplinen), Denkweisen, Fachrichtungen bzw. Methoden miteinander verknüpft werden (JUNGERT *et al.* 2010). Diese Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen hat zwei wesentliche Funktionen. Sie soll einerseits fachliche Probleme lösen, die durch die Spezialisierung der Disziplin entstehen und andererseits diese Kompetenzverengung

aufheben (EULER 2005, 296). Nach Mittelstraß fängt Interdisziplinarität im Kopf an, nämlich in Form von „Querdenken, Fragen, wohin noch niemand gefragt hat, Lernen, was die eigene Disziplin nicht weiß“ (1987, 152-153). Bernd Vogel führt in seiner Arbeit „Interdisziplinarität in der Ingenieurausbildung“ von 1993 die Begriffe Chimären-, Infra-, Intra-, Kreuz-, Multi-, Pluri-, Supra- und Transdisziplinarität ein, wobei Interdisziplinarität als Übergriff für die verschiedenen Disziplin-Relationen dargestellt wird. Doch es soll an dieser Stelle deutlich werden, dass „Interdisziplinarität Disziplinarität nicht ablöst“ (WILLE 2002, 78), sondern diese ganz im Gegenteil voraussetzt. Sie soll den Disziplinen zu verantwortbarer Wissenschaft verhelfen (EULER 2005, 299).

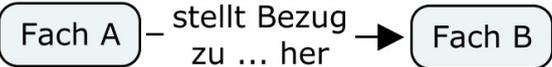
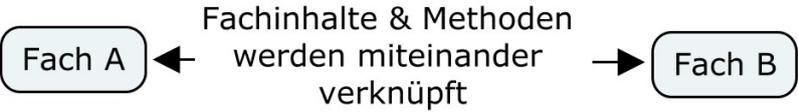
In der Schule versteht man unter Interdisziplinarität beispielsweise fächerübergreifenden Unterricht, der einer gemeinsamen Fragestellung nachgeht oder ein gemeinsames Ziel verfolgt, wobei ein gleichzeitiges Behandeln der Themen nicht ausreichend ist. Relevant sind das Zusammenarbeiten der Einzelwissenschaften sowie das Zusammenführen der Inhalte. Bereits 1987 schrieb Jürgen Kocka „Wer nicht interdisziplinär gelernt hat, kann auch nicht interdisziplinär forschen.“ Dieser fächerübergreifende bzw. fächerverbindende Unterricht findet häufig in projektbezogenen Phasen statt und unterscheidet sich aufgrund des didaktisch motivierten Ziels von der Interdisziplinarität in der Forschung (GERSTBERGER 2008, 210).

## **2.5 Fächerübergreifender Unterricht**

Biodiversität kann wie viele andere komplexe Themen nicht nur in einem Fach behandelt werden. Die biologischen Aspekte müssen beispielsweise durch den Chemie-, Geografie-, Mathematik- und Physik-Unterricht ergänzt werden, um die Thematik systemisch durchdenken zu können und um dem Schubladendenken entgegen zu wirken. An die Bildung werden aufgrund des gesellschaftlichen Wandels neue Anforderungen gestellt (RAFFELSIEFER 2004). Schülerinnen und Schüler sollen in der Lage sein, komplexe Probleme zu lösen und Kompetenzen für lebenslanges Lernen zu erwerben. Nach Wilhelm Peterßen ist fächerübergreifender Unterricht „als themenzentrierter, integrativer Unterricht angelegt, an dem mehrere Fächer gleichwertig beteiligt sind“ (2000, 79). Er beinhaltet laut ihm alle Vorteile von klassischem Unterricht, aber weniger Nachteile.

„Fächerübergreifender Unterricht“ ist lediglich ein Oberbegriff für unterschiedliche Konzepte. Verschiedene Wissenschaftler (HÄUßLER *et al.* 1998; KREMER & STÄUDEL 1997), die sich alle auf Huber (1994) stützen, haben ihn klassifiziert. Die Klassifizierung ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tab. 2: Klassifizierung von fächerübergreifendem Unterricht (verändert nach LABUDE 2003; HÄUßLER *et al.* 1998; KREMER & STÄUDEL 1997)

| Konzept                                  | Veranschaulichung  |
|--|--|
| fachüberschreitend                       |  |
| fächerverknüpfend bzw. fächerverbindend  |  |
| fächerkoordinierend bzw. themenzentriert |  |

### *fachüberschreitend*

Beim fachüberschreitenden Unterricht werden Grenzen eines Fachunterrichts überschritten - daher auch Singular „Fach“ (LABUDE 2003). Die Kontextorientierung steht im Mittelpunkt (PARCHMANN *et al.* 2001). Beispielsweise können im Geografie-Unterricht zum Thema „Einfluss des Klimawandels auf den Naturraum“ auch biologische Aspekte (Artenvielfalt, Ökosysteme) einbezogen werden.

### *fächerverknüpfend bzw. fächerverbindend*

Dieses Konzept bezeichnet die Verbindung bzw. Verknüpfung von zwei oder mehreren Fächern in Bezug auf Methoden und Fachinhalte an mehreren Stellen. Absprachen der Lehrpläne im Biologie- und Chemieunterricht zur „Ernährung“ bzw. dem „Aufbau von Kohlenhydraten, Eiweißen und Fetten“ wären ein Beispiel für fächerverbindenden Unterricht.

### *fächerkoordinierend bzw. themenzentriert*

Fächerkoordinierend kann leicht mit fächerverknüpfendem bzw. fächerverbindendem Unterricht verwechselt werden, meint hier jedoch das Zusammenarbeiten mehrerer Fächer an einem übergeordneten Thema. Im Rahmen dieser Arbeit soll beispielsweise versucht werden, das Thema „Biodiversität“ themenzentriert durch Koordination der Fächer Biologie (Tiere, Pflanzen, Lebensräume), Chemie (Boden

als Lebensraum), Geografie (abiotische Faktoren), ITG (Datenbanken und Bestimmungshilfen), Lernen in globalen Zusammenhängen (Partizipation & Bewerten), Mathematik (grafische Darstellungen & Bestimmen von Flächen) und Physik (Experimentieren & Nutzen von Messgeräten) zu behandeln.

Voraussetzungen für fächerübergreifenden Unterricht sind die Organisation und Kooperation zwischen den Lehrkräften sowie das Austauschen von Methoden und Materialien (DULITZ & KRAWCZYK 2008). Fächerübergreifender Unterricht sollte ganzheitlich, alltagsnah, interdisziplinär und reflexiv gestaltet sowie problem- und konstruktivistisch-orientiert sein (RAFFELSIEFER 2004). Die Kolleginnen und Kollegen benötigen Kreativität, Engagement und Zeit zur Vorbereitung, müssen Materialien organisieren und sich zum Teil in andere Fachgebiete einarbeiten (REINELT 1998). Während interdisziplinäres Arbeiten in der Wissenschaft an Bedeutung gewinnt, bleiben die meisten Spezialisierungen in der Schule bestehen. Ausnahmen bilden das Unterrichtsfach „Naturwissenschaften“, welches Themen der Biologie, Chemie, Geografie sowie teilweise Geschichte und Kunst verbindet und das neue Fach „Lernen in globalen Zusammenhängen“. Vielen Lehrkräften fällt es schwer, den Stoff in ihren Fächern zu reduzieren, sodass im Lehrplan keine Zeit für fächerübergreifende Projekte bleibt. Auch die Frage der Benotung derartiger Unterrichtsformen ist komplexer als eine Kurzkontrolle über starr abgefragtes Wissen, was einige abschreckt. Lehrkräfte stoßen an fachliche und methodische Grenzen (RAFFELSIEFER 2004), da interdisziplinäres Lehren nicht Bestandteil in allen Lehramtsausbildungen war bzw. ist. Einige Lehrkräfte ringen auch mit sich, lediglich die Rolle eines Moderators oder Koordinators einzunehmen (MÖLLENCAMP, WOLF & BADER 2002) und quälen sich, ein übergeordnetes pädagogisches Thema zu finden (PETERSEN 2000).

Doch das Konzept des fächerübergreifenden Unterrichts bietet Vorteile, für die es sich lohnt, Zeit und Engagement zu investieren (HÄUßLER *et al.* 1998; HUBER 1994, REINHOLD & BÜNDER 2001). Günther Reinelt hat einige für den Mathematikunterricht herausgearbeitet, die allerdings auf alle Fächer übertragbar sind (1998). Fächerübergreifender Unterricht wirkt motivierend (PFIFFNER & WALTER 2007), da die Relevanz des Lernstoffs verdeutlicht und eine realistische Anwendung der einzelnen Fächer aufgezeigt wird. Durch das Anwenden auf reale Probleme wird „träges Wissen“ (nicht abrufbares Wissen) verhindert sowie das Gesamtverständnis und das

systemische Denken gefördert, da Zusammenhänge hergestellt werden. Im fächerübergreifenden Unterricht ist nicht der Frontalunterricht dominierend, sondern die Gruppenarbeit, sodass ein Ausbau der sozialen Kompetenzen stattfindet. Außerdem kann durch das Verflechten verschiedener Unterrichtsfächer ein breites Wissensspektrum angeboten werden (MÖLLENCAMP, WOLF & BADER 2002). Schlüsselqualifikationen bzw. überfachliche Kompetenzen (HUBER 2001, 320), wie beispielsweise Selbstreflexion, Autonomie, Verantwortung, Kreativität, Kooperations- und Kritikfähigkeit (GROB & MAAG MERKI 2001), können genauso gut im Fachunterricht erworben werden. Für den Erwerb von Umweltkompetenz oder systemischem Denken ist jedoch der fächerübergreifende Unterricht besser geeignet (LABUDDE 2003), da das ganzheitliche Lernen gefördert und die Relevanz von Interdisziplinarität in Bezug auf das Problemlösen verdeutlicht wird (BECKMANN 2003). Die Struktur der einzelnen Unterrichtsfächer entspricht nicht den Strukturen des Lernens (HUBER 2001). Ein Unterricht, der konstruktivistisch orientiert ist, knüpft an das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler an, bettet das neue Wissen in einen Kontext (LABUDDE 2003) und ist so nahezu unvermeidlich fächerübergreifend.

Es ist jedoch problematisch, fächerübergreifenden Unterricht zu evaluieren, da oft eher die neuen Unterrichtsmethoden getestet werden oder Forscherinnen und Forscher die Evaluierung durchführen, die selbst Befürworter für dieses Konzept sind (LABUDDE 2003; LABUDDE 2011). Daher ist die erforderliche Unabhängigkeit häufig nicht gewährleistet.

## **2.6 Forscherhefte**

Für fächerübergreifenden Unterricht eignen sich beispielsweise Forscherhefte, welche eine andere, für SuS oft noch unbekanntere Unterrichtsform darstellen sowie Praxis und Theorie in einer konstruktiven Lernumgebung (ANDERS & OERTER 2009) verknüpfen können.

In der offensten Form sind es leere Arbeitshefte, in welche die SuS ohne Vorgaben ihre Gedanken dokumentieren und Versuche protokollieren (SCHÜTZ 1989, PIK AS 2010). Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sollen die Forscherhefte vorstrukturiert sein (PETER-KOOP, SELTER & WOLLRING 2002) und miteinander verknüpfte Arbeitsaufträge für die jungen „Forscherinnen“ und „Forscher“ rund um das komplexe, übergeordnete Thema Biodiversitätsmonitoring beinhalten.

Der Kontextbezug von Forscherheften unterstützt den Verstehensprozess (HIRSCHMANN 2009) und die SuS erhalten ein Instrument, um sich selbstständig mit den Aufgaben bzw. der Thematik auseinanderzusetzen (SCHÜTZ 1989; GALLIN & RUF 1990; HESKE 2001). Durch fächerübergreifende Forscherhefte sollen wissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen, die Dokumentation von Versuchen (HIRSCHMANN 2009) sowie die Kompetenzen zum Fachwissen, zur Kommunikation, zur Erkenntnisgewinnung und zur Bewertung gefördert werden. Neben der Dokumentation dienen Forscherhefte zusätzlich einer fortschreitenden Ergebnissicherung (PIK As 2010). Darüberhinaus können sie wie ein Lerntagebuch verwendet werden (HESKE 2001) und Basis für Diskussionen, wie z. B. „Science Talk“, sein (HIRSCHMANN 2009, 103).

Mit Hilfe von Forscherheften ist selbstgesteuertes, forschend-entdeckendes Lernen möglich. Die SuS arbeiten eigenständig und es ist ihnen überlassen, in welcher Reihenfolge sie die Hefte bearbeiten (PIK As 2010). Lehrkräfte sollten eher eine beratende Funktion sowie das Zeitmanagement der Projektdurchführung übernehmen.

Die einheitliche Struktur von Forscherheften (SCHEUER, KLEFFKEN & AHLBORN-GOCKEL 2010) erlaubt eine schnelle Orientierung im Heft (PIK As 2010). Neben Versuchsanleitungen können sie Sicherheitsbestimmungen und abwechslungsreiche Methoden beinhalten. Die Arbeitsaufträge müssen klar, eindeutig und verständlich sein. Außerdem sollte genügend Platz für die Anmerkungen der SuS eingeplant werden. Je nach Alter der SuS und Hausaufgabenanteil können die Forscherhefte in der Schule aufbewahrt (HIRSCHMANN 2009) oder mit nach Hause genommen werden. Die Ergebnisse der Forscherhefte werden am Ende des Projekts präsentiert bzw. kommuniziert (ANDERS & OERTER 2009).

## **2.7 Partizipation**

### **2.7.1 Was ist Partizipation?**

Partizipation ist mehr als nur Teilhabe. Nach Brose und Corsten ist sie „neben der Teilnahme (Teilhabe, Beteiligung) auch die Möglichkeit zur Beeinflussung der Entscheidungsprozesse in Organisationen, die auf der Basis von Informationsaustausch und Problemlösungsbereitschaft und -fähigkeit durch die Betroffenen vollzogen wird“ (1983, 13). Diese Beeinflussung findet allerdings nur statt, wenn die Teilnehmer genügend informiert sind und die notwendigen Partizipations-

kompetenzen besitzen (KNOLLE 2011, 83). Folgende Teilkompetenzen werden nach de Haan, Edelstein und Eikel (2007, 11) für partizipatives Lernen benötigt und durch dieses wiederum ebenfalls ausgebildet:

- Fach-, Sach- und Methodenkompetenz: interaktive Anwendung von Wissen und Medien
- Selbstkompetenz: eigenständiges Handeln
- Sozialkompetenz: Interagieren in heterogenen Gruppen.

Um den Grundgedanken der Partizipation vollständig verstehen zu können, sollte auch die Geschichte der Demokratie betrachtet werden. Ralf Gustav Dahrendorf forderte 1965 „Bildung als Bürgerrecht“ ein, um allen die Partizipation an der Demokratie zu ermöglichen. Somit wurde Bildung „eine Grundvoraussetzung für die Entstehung und Sicherung einer demokratischen Gesellschaft mündiger Bürger“ (MÜLLER 1998, 85). Relevant war darüberhinaus die Veröffentlichung der Agenda21, um Partizipation und Nachhaltigkeit zu verknüpfen. Dieses Programm, welches 1992 in Rio de Janeiro verabschiedet wurde, stellt die Kooperation verschiedener Beteiligten bei der Realisierung von nachhaltigen Lösungsansätzen in den Vordergrund (KNOLLE 2011, 82).

In den letzten Jahrzehnten hat die Einbeziehung von Kindern und Jugendlichen an Entscheidungsprozessen in Deutschland deutlich zugenommen (MEINHOLD-HENSCHEL & SCHACK 2008, 347). In einem „nationalen Aktionsplan für ein kindgerechtes Deutschland“ setzt sich die UN-Kinderrechtskonvention neben der Entwicklung eines angemessenen Lebensstandards, dem Aufwachsen ohne Gewalt, einer Chancengerechtigkeit durch Bildung auch für Beteiligungsrechte (Partizipation) für Kinder und Jugendliche ein. Damit ist jedoch keine Scheinpartizipation gemeint, bei der Erwachsene Entscheidungen in Anwesenheit von Kindern treffen (FATKE 2007, 19). Die Heranwachsenden sollen eine eigene Handlungskompetenz herausbilden (BRINKHOFF 1997), Verantwortung übernehmen, planen, aktiv mitwirken und mitgestalten, Kritik ausüben sowie tolerant, vorausschauend, selbstständig und teamfähig arbeiten können. Weitere Partizipationskompetenzen sind die Fähigkeit zur Konfliktlösung, Sensibilität, Gemeinschaftlichkeit und Selbstwirksamkeit (BARTH 2007, 57; RIECKMANN & STOLTENBERG 2011, 124).

Eigentlich sollte neben der Familie die Schule der Ort sein, an dem Kinder und Jugendliche die Möglichkeit haben, an Entscheidungs- und Gestaltungsprozessen teilzunehmen. Denn Schule hat den Auftrag, die Schülerinnen und Schüler „als

mündige Bürger zur aktiven Teilnahme an der Gestaltung der Gesellschaft zu befähigen“ (MEINHOLD-HENSCHEL & SCHACK 2008, 360; vgl. KOOPMANN 2007). In Tabelle 2 sind die Stufen der Schülerpartizipation verändert nach Langner (2011, 118) dargestellt.

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>8. Selbstbestimmung</b> | SuS entwickeln eigene Ideen und setzen diese eigenverantwortlich um       |
| <b>7. Partnerschaft</b>    | SuS machen Vorschläge und entscheiden gleichberechtigt über die Umsetzung |
| <b>6. Mitverantwortung</b> | SuS beteiligen sich mit eigenen Aktivitäten bzw. Projekten                |
| <b>5. Mitbestimmung</b>    | SuS entscheiden mit   |
| <b>4. Beteiligung</b>      | Meinungsäußerungen der SuS fließen in Entscheidungen ein                  |
| <b>3. Konsultation</b>     | SuS können ihre Meinung sagen   |
| <b>2. Information</b>      | SuS werden informiert   |
| <b>1. Passivität</b>       | Keine Partizipation   |

Abb. 2: Stufen der Schülerpartizipation (verändert nach LANGNER 2011, 118)

Durch Partizipation werden Fähigkeiten und Fertigkeiten erworben, die für die Zukunft der Heranwachsenden relevant sind. Nach einer Studie von Sigrid Meinhold-Henschel und Stephan Schack (2008) geben jedoch nur 14,5 % der Schülerinnen und Schüler an, dass sie in der Schule viel bzw. sehr viel Gelegenheit haben, mitzuwirken. Dafür ist eine neue Form von Schulkultur notwendig (PRÜß 2008, 173; HELSPER 2001). Einen Anfang machen Schulen, in denen Lehrkräfte zusammen mit Kindern bzw. Jugendlichen Regeln aufstellen, die den schulischen Alltag und den Umgang miteinander betreffen. Partizipation in der Schule erfordert auch ein Umdenken der Lehrenden, da sie häufig selbst nicht partizipativ gelernt haben (RIECKMANN & STOLTENBERG 2011, 126).

Es fehlen Evaluierungen zur Partizipation im Unterricht sowie Materialien, die auf die jeweiligen partizipativen Unterrichtseinheiten zugeschnitten sind.

### 2.7.2 Die App „anymals+plants“

Die kostenlose Anwendungssoftware „anymals+plants“ informiert über Tier- und Pflanzenarten sowie Pilze, die sich in der Nähe des aktuellen Standortes befinden, und lässt Nutzer eigene Sichtungungen hochladen, sodass sich der Pool an Biodiversitätsdaten ständig vergrößert. Bereits im Januar 2012 konnten mehr als

10 000 registrierte Nutzer gezählt werden (GLEISBERG 2012). „anymals+plants“ ist sowohl als mobile App (kurz für *application*) für das Smartphone aber auch auf einer Website nutzbar und wurde bereits für Android, iOS sowie für Windows Phone 8 optimiert. Dabei gibt es zwei relevante Einsatzweisen des Programmes. Einerseits kann man Arten abfragen, die in der Umgebung gesichtet wurden und andererseits können Arten hochgeladen werden, die man selbst in der Natur gesichtet hat und Fotos als Beweis bzw. zur Kontrolle hinterlegen.

Das Programm beinhaltet von Nutzern erstellte Naturführer, welche bei der Bestimmung der Arten helfen und die man nach der Installation der App gezielt herunterladen kann (TUMLEH 2012). Außerdem ist es möglich, selbst einen Naturführer zu kreieren und ihn in der App für andere zugänglich zu machen.

Die App ist auch offline (ohne Internetverbindung) nutzbar. Man kann alle Sichtungen eintragen, doch die Daten werden erst hochgeladen, sobald man wieder eine Datenverbindung hat. „anymals+plants“ ist keine eigene Datenbank, sondern kooperiert mit dem GBIF-Netzwerk und für weitere Details zu den Arten auch mit Wikipedia (TUMLEH 2012). In der App sind verschiedene Sprachen für die Benutzung einstellbar und auch die Sprache der Artnamen kann variiert werden.

Das Projekt kooperiert mit der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, dem Museum für Naturkunde in Berlin sowie dem Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in der Helmholtz-Gemeinschaft und wird finanziert vom BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung).

Abbildung 3 stammt aus der Broschüre zur App (ZITTERBART 2012) und zeigt die Vernetzung von „anymals+plants“ mit den Nutzern und den angeschlossenen Datenbanken. Der Nutzer bzw. die Nutzerin der App trägt die beobachteten und identifizierten Tier- und Pflanzenarten als Sichtungen ein, macht eventuell ein Foto zur Kontrolle und lädt die Daten bei „anymals+plants“ hoch. Wenn der Nutzer den Ortungsdienst aktiviert hat, sendet ein GPS/GSM-Signal automatisch den Standort der Sichtung. Mit Datenbanken, wie der vom GBIF-Netzwerk oder Wikipedia, erfolgt ein Austausch der erfassten Daten. Am Computer kann man mit seinem Account die eigenen eingetragenen Sichtungen ansehen und überarbeiten sowie Gruppen mit anderen Nutzern bilden. Jeder Nutzer kann außerdem Arten in der Umgebung des Standortes abfragen, in dem erneut das GPS/GSM-Signal genutzt wird.

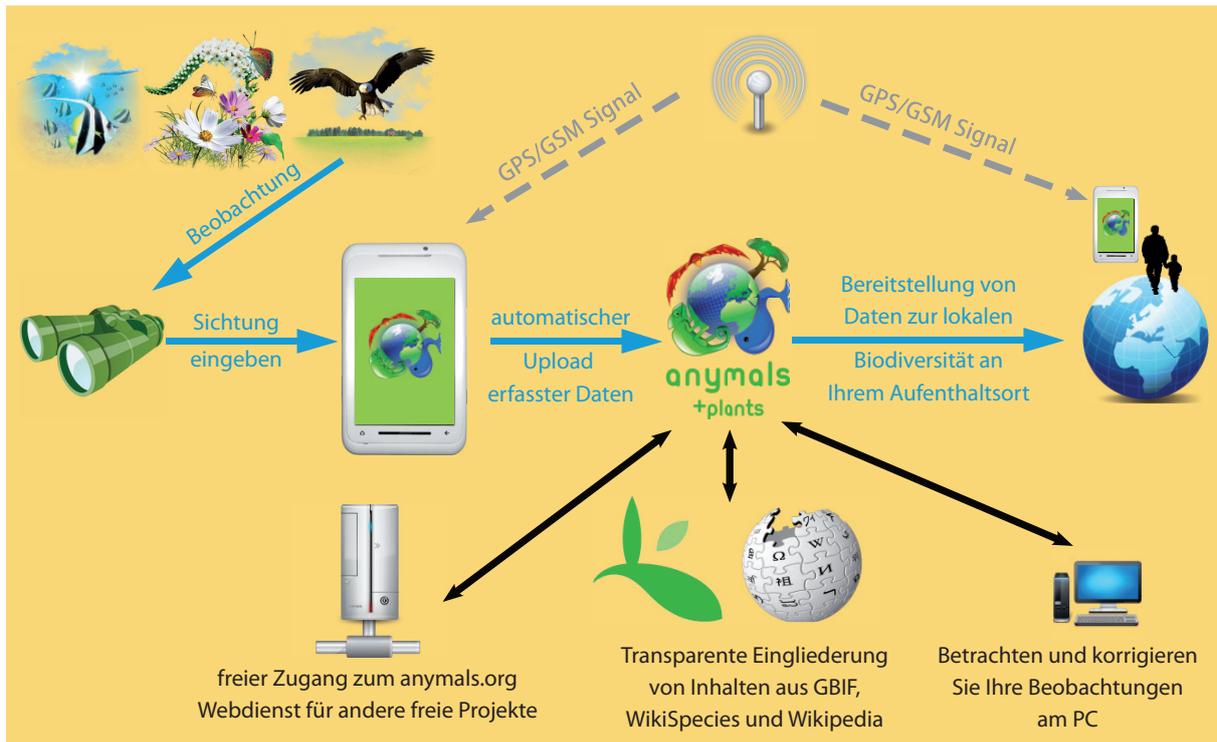


Abb. 3: Vernetzung und Funktionsweise der App „anymals+plants“ (ZITTERBART 2012)

Da jeder an der Biodiversitätserfassung mitwirken kann, indem man die Artenvielfalt der Umgebung protokolliert, ist diese App ein partizipativer Ansatz zum Biodiversitätsmonitoring. Fachwissenschaftlern wäre es alleine nicht möglich, flächendeckend die Biodiversität zu ermitteln. Da sich nicht nur die akademisch gebildeten Experten, sondern auch die Nicht-Wissenschaftler, bei einem übergeordneten Projekt beteiligen, spricht man von „Citizen Science“.

Die App richtet sich hauptsächlich an Naturliebhaber. Doch lässt sich die App auch im Schulunterricht einsetzen? Dafür muss die Bedienung selbsterklärend und das Layout ansprechend sein sowie der Umgang mit der App Spaß machen.

## 2.8 Problemstellung

### 2.8.1 Herleitung der Problemstellung

Nach dem Anthro-Prinzip von Hartmut Leser (1991, 548) verändert der Mensch direkt oder indirekt durch Nutzung und Ausbeutung von Ressourcen der Natur sowie durch deren Belastung das Ökosystem Stadt. Daher liegt es auch am Menschen, sich einen Überblick zu schaffen, welche Tier- und Pflanzenarten in den Städten anzutreffen sind. Die Rote Liste Berlin legt bereits Gefährdungskategorien und Kriterien zur Gefährdungseinstufung fest, doch in einigen Bereichen, wie der Bearbeitung der wirbellosen Arten, fehlen Experten (SENATSVERWALTUNG FÜR STADTENTWICKLUNG UND UMWELT 2012). Um dem Abhilfe zu schaffen, wird in der vorliegenden Arbeit der Vorschlag gemacht, Schülerinnen und Schüler in die Forschung miteinzubeziehen. Laut Rieckmann und Stoltenberg (2011) fehle es den Lehrkräften jedoch bisher an notwendiger Kompetenz, da sie selbst nicht partizipativ unterrichtet wurden. Ähnliche Probleme gibt es beim Verknüpfen von Unterrichtsfächern (PROGRAMM TRANSFER-21 2007, 7). Ziel der Arbeit ist es daher, fächerübergreifende Materialien zu erarbeiten, um zu zeigen, ob und wie Lehrkräfte ein komplexes Thema wie Biodiversitätsmonitoring interdisziplinär und partizipativ in den Unterricht integrieren könnten.

Damit den SuS nachhaltiges Denken und Handeln vermittelt wird (WBGU 2011), sind systemisch orientierte (COLLUCI-GRAY *et al.* 2006), partizipative und interdisziplinäre Bildungsansätze von Bedeutung. Fächerübergreifender Unterricht ist bisher zu eventartig und wird häufig nur in Form von Projekten in der letzten Schulwoche, in welcher es keine Noten mehr gibt, durchgeführt. Doch um systemisches Denken zu fördern, das für eine mehrperspektivische Problemlösekompetenz und nachhaltiges Handeln erforderlich ist (SENATSVERWALTUNG FÜR BILDUNG, JUGEND UND SPORT BERLIN 2012), müssen die sektoralen Grenzen des Fachunterrichts aufgebrochen und komplexe Themen fächerübergreifend unterrichtet werden. Die im Rahmen dieser Arbeit konzipierten Forscherhefte sollen fächerübergreifend gestaltet sowie mit den Berliner Rahmenlehrplänen kompatibel sein. Darüberhinaus wird untersucht, ob der Einsatz der fächerübergreifenden Forscherhefte das systemische Denken bzw. Strukturwissen der SuS beeinflusst. Daraus ergeben sich die Forscherfragen, die in Kapitel 2.8.2 zu finden sind und mit Hilfe der Untersuchung beantwortet werden sollen.

In Zusammenarbeit mit dem Museum für Naturkunde in Berlin wird das erstellte Unterrichtsvorhaben projektartig erprobt und in Zusammenhang damit ebenso die Datenbank-App „anymals+plants“ evaluiert.

### **2.8.2 Forschungsfragen**

Mit Hilfe der Untersuchung sollen folgende Forscherfragen diskutiert werden:

- F1:** Welchen Einfluss hat die Intervention mit fächerübergreifenden Forscherheften auf das systemische Denken der Schülerinnen und Schüler?
- F2:** Inwieweit ist es möglich, die Forscherhefte in den regulären Unterricht zu integrieren?
- F3:** Was kann an dem Projekt sowie den Materialien noch verbessert werden bzw. wo sind Probleme bei der Durchführung aufgetreten?
- F4:** Eignet sich die App „anymals+plants“ für den Einsatz in der Schule?

### **2.8.3 Hypothesen**

Durch die Untersuchung sollen folgende Hypothesen überprüft werden:

- H1:** Mit Hilfe der Forscherhefte kann das systemische Denken gefördert werden.
- H2:** Die Forscherhefte können fächerübergreifend eingesetzt werden und lassen sich mit den Berliner Rahmenlehrplänen vereinbaren.
- H3:** Die Evaluierung des Projekts deckt Lücken auf und trägt zur Optimierung bei.
- H4:** Die App „anymals+plants“ eignet sich für den Einsatz in der Schule.



## **3 Methode**

### **3.1 Design der Untersuchung**

#### **3.1.1 Übersicht über das Design**

Zur Beantwortung der Forschungsfragen (siehe Kapitel 2.8.2) werden zunächst fächerübergreifende Forscherhefte zum Biodiversitätsmonitoring (siehe Kapitel 4.4) entwickelt. Nach einer Schulakquise erstellen die SuS, welche die konzipierten Materialien im Unterricht testen (siehe Kapitel 3.3), sowie eine Kontrollgruppe ohne Intervention zu jeweils zwei verschiedenen Messzeitpunkten (MZP I und MZP II) Concept Maps (siehe Kapitel 3.1.2), um Aussagen über die Entwicklung des systemischen Denkens treffen zu können (ROST & LEINFELDER 2014). Darüberhinaus wird das Projekt mit Hilfe von Fragebögen (siehe Kapitel 3.1.3) von den Probanden und Lehrkräften evaluiert.

#### **3.1.2 Die Methode Concept Mapping**

Wortwörtlich übersetzt sind Concept Maps (im Folgenden abgekürzt als „CMs“) Landkarten bestehend aus Konzepten, die das Strukturwissen von Begriffen wiedergeben bzw. Beziehungen zwischen Begriffen zeigen und somit systemisches Denken sowohl visualisieren als auch fördern. „A concept map aims to show how someone sees the relations between things, ideas or people“ (WHITE & GUNSTONE 1992, 15). Die Einbettung in einen Zusammenhang kann die Bedeutung eines Begriffes manchmal besser wiedergeben als eine Umschreibung oder Definition dieses Begriffes, da CMs Modelle kognitiver Systeme sind (PEUCKERT & FISCHLER 2000, 93).

In der Kognitionspsychologie wird Wissen als ein vernetztes System von Begriffen verstanden, die miteinander verknüpft sind. Daher kann man aus CMs Schlussfolgerungen auf die Wissensstruktur ziehen (BEHRENDT, HÄUßLER & REGER 1997, 18; GERDES 1997). Systemisches Denken bzw. Strukturwissen kann mit Hilfe von CMs valide erfasst werden (GRAF 2014). Joseph Novak beruft sich außerdem auf die Assimilationstheorie von Ausubel, die besagt, dass sinnvolles Lernen zu einer Verbesserung der vorhandenen kognitiven Strukturen führt. Es ist jedoch nicht möglich, Auswendiggelerntes in ein solches Wissensnetz zu integrieren (NOVAK 1990; NOVAK 2008).

Kognitionspsychologisch wird deklaratives Wissen, welches eine Art Faktenwissen ist, als Propositionen gespeichert. Propositionen können eindeutig verifiziert bzw.

falsifiziert werden und stellen eine Relation zwischen Begriffen da. Daher spricht man auch bei CMs von Propositionen und Relationen (BEHRENDT & REISKA 2001, 9). Die Begriffe (Knoten) sind Konzepte, welche durch beschriftete Pfeile (Relationen) verknüpft werden. Zwei assoziativ miteinander in Zusammenhang gebrachte Konzepte bezeichnet man als Kante bzw. Proposition (siehe Abb. 4). Die Methode Concept Mapping meint den Prozess, der solche Begriffsnetze entstehen lässt.

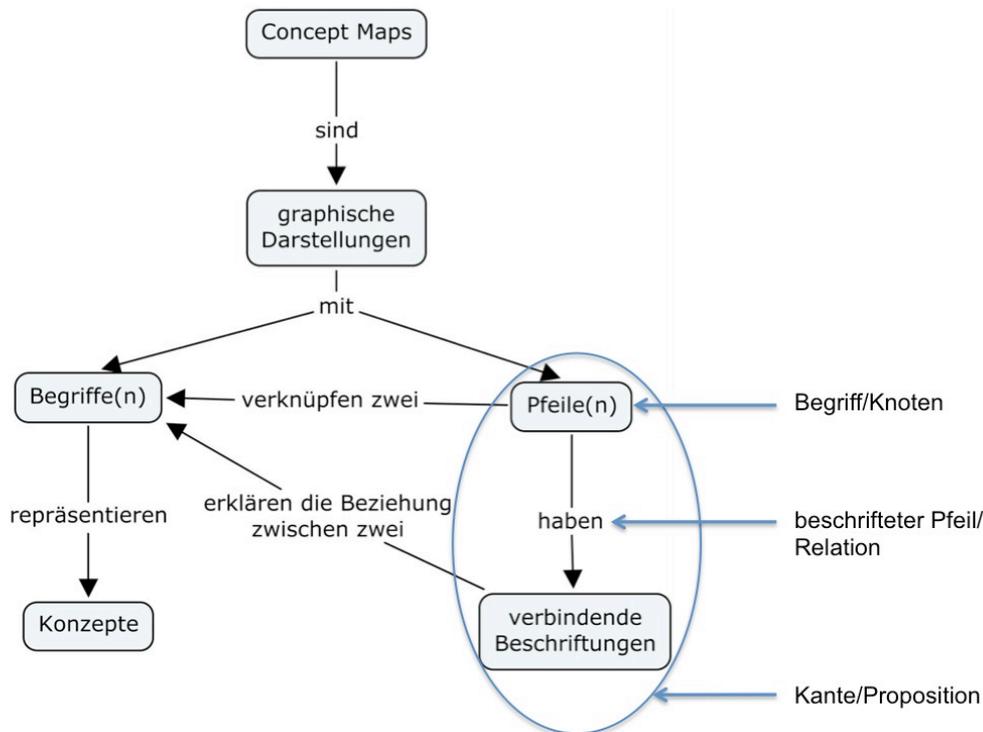


Abb. 4: Concept Map einer Concept Map (verändert nach RUIZ-PRIMO 2000; SCHMITZ 2006, 28)

Die Ursprünge des Concept Mapping liegen in der Heidelberger Struktur-Legetechnik (SCHEELE & GROEBEN 1988) sowie einer Methode zur Erfassung der Alltagstheorien von Professionellen (FELDMANN 1979). Beide Verfahren sind Diagnoseinstrumente zur Wissensanalyse, bilden jedoch lediglich Ursache-Wirkungsdiagramme mit Symbolen (+/-) auf den Pfeilen ab (SCHMITZ 2006, 26) und sind wegen des hohen Zeitaufwandes eher bei kleineren Probandenzahlen (< 50) einsetzbar. Die Pfeile von CMs sind nicht mit mathematischen Zeichen beschriftet, sondern versprachlicht. Eine eindeutige Beschriftung besteht aus mindestens einem Verb, sodass aus der Kombination der beiden Begriffe mit der Relation ein kurzer Satz entsteht. Die Methode des Concept Mapping wurde in den 70er Jahren in den USA von Joseph Novak als Diagnose-Instrument von Lernschwierigkeiten und zur Untersuchung der Begriffsentwicklung bzw. -veränderung weiterentwickelt

(BEHRENDT, HÄUßLER & REGER 1997, 38; NOVAK 1980, 938; NOVAK 1990). Nicht nur in den Naturwissenschaften, sondern auch in anderen Fächern sind CMs in den USA gut integrierbar. An deutschen Schulen ist diese Methode jedoch noch nahezu unbekannt.

Dabei bieten CMs viele Vorteile. Für einen Außenstehenden, z. B. die Lehrkraft, ist erkennbar, welche Verknüpfungen jemand zwischen Begriffen (Konzepten) sieht, ob der Lernende fähig ist, Zusammenhänge zwischen Themen herzustellen und wo es noch Lücken gibt. Steht ein Begriff für den Ersteller des Concept Maps<sup>1</sup> im Mittelpunkt? Ist ein Netz oder sind viele kleine Inseln entstanden? Grammatik und Rechtschreibung spielen keine Rolle, sodass ein Lernender sich nicht lange über die Orthografie den Kopf zerbrechen muss. Die SuS können ihr erreichtes (Struktur-)Wissen mit Hilfe von CMs selbst reflektieren und dann vorhandene Lücken füllen.

In einer Gruppenarbeit regen CMs zur Diskussion über die verknüpften Begriffe an und für Lehrkräfte eignen sie sich auch als Ersatz der Sachstrukturanalyse, da diese gleichzeitig als Referenznetz für die SuS dient (BEHRENDT & REISKA 2001, 9).

In der Schule gibt es viele Gelegenheiten und zahlreiche Varianten, um CMs einzusetzen. Die Methode bietet sich beispielsweise als Einstieg zur Diagnose des Lernstandes an, aber auch zur Wiederholung, zum Üben und zur Kontrolle der Erfüllung von Lehrzielen. CMs sind in jeder Klassenstufe einsetzbar. Laut Novak sind sogar Sechsjährige fähig, CMs anzufertigen und diese auch zu erklären (BEHRENDT, HÄUßLER & REGER 1997, 38). Wie bei jeder Arbeitsweise in der Schulpraxis gilt jedoch, dass zuerst geübt werden muss, um sich mit der Methode vertraut zu machen.

Um zu überprüfen, welchen Einfluss die Intervention mit den fächerübergreifenden Forscherheften auf das systemische Denken der SuS besitzt, soll die Methode des Concept Mapping genutzt werden. Dabei werden den SuS Begriffe und der Arbeitsauftrag gegeben, diese zu eigenen Kategorien zu ordnen und Verbindungen in Form von Verben zu formulieren.

Die Anzahl der Knotenwörter ist 82. Das ist gut handhabbar, da vier „Experten“ kooperativ an einem Concept Map arbeiten (HAUGWITZ & SANDMANN 2009). Jedes Themengebiet (Tiere, Pflanzen, Boden, Meteorologie) enthält rund 20 Knoten. Diese Anzahl kann einen umfassenden Überblick über das Thema gewährleisten, aber es wird nicht davon ausgegangen, dass alle SuS das gesamte Thema durchdenken,

---

<sup>1</sup> Da der Begriff CM in der vorliegenden Arbeit als Begriffsnetz übersetzt wird, heißt es dementsprechend „das“ CM. Andere Autoren verstehen Karten darunter und schreiben „die“ CM.

sondern dass das CM durch Zusammenarbeit entsteht. Die Begriffe sind einerseits am Fachvokabular und am Rahmenlehrplan der Sekundarstufe I Jahrgangsstufe 7/8 bzw. 9/10 orientiert. Andererseits hängt die Begriffswahl mit den erarbeiteten Forscherheften zusammen, da Schlagworte aus den Pflichtaufgaben der Hefte gewählt wurden. Diese Konzepte müssen verstanden werden, um mit anderen SuS zusammenarbeiten zu können.

Alle Begriffe werden mit derselben Formatierung gedruckt, um das Sortieren und Kategorisieren nicht zu beeinflussen (siehe Anhang S. 149-150). Außerdem gibt es keine Vorgabe von Verben (Relationen). Diese sollen von den SuS selbst bestimmt werden, um die Kreativität nicht einzuschränken und eine größere Vielfalt an Ideen zu erhalten, auf die man als Testersteller nicht kommt.

Die 82 Karten werden geschnitten, gemischt und in einem Briefumschlag mit einem Hinweis an die Gruppen ausgeteilt, dass man alle Begriffe verwenden kann, dies aber nicht muss. Darüberhinaus können eigene Begriffe auf leere Karten hinzugefügt werden, falls ein Konzept fehlt, um einen Zusammenhang besser herzustellen und um die Autonomie der SuS zu fördern.

Es ist sowohl möglich, CMs mit weißen Begriffskärtchen auf farbigen Poster anfertigen zu lassen, um sie besser lesbar zu gestalten als auch farbige Kärtchen auf weißem Poster-Papier sortieren zu lassen. Auf den Postern gibt es keine Vorgaben zur Struktur oder Position der Begriffe, was ein freies Konstruieren ermöglichen soll.

### **3.1.3 Konstruktion der Fragebögen**

Die Evaluierung des Projekts und der Forscherhefte erfolgt durch eine schriftliche Befragung in Form von Fragebögen für SuS (siehe Anhang S. 242-249) sowie Lehrkräfte (siehe Anhang S. 250-255), die sich an dem Fragebogen von Poch zum Anthropozän-Konzept in Schulen (2012, 53-55.) orientieren. Mit Hilfe einer schriftlichen Befragung ist es möglich, mehrere Untersuchungsteilnehmer unter standardisierten Bedingungen zur selben Zeit zu befragen (BORTZ & DÖRING 2005, 253). Ziel der Evaluierung ist es, die Qualität der Unterrichtsmaterialien zu optimieren und mögliche Fehler zu identifizieren, um im Anschluss an das Projekt eine umsetzbare Handreichung für Lehrkräfte zu entwickeln.

Die erarbeiteten Fragebögen setzen sich sowohl für die Lehrkräfte als auch für die SuS aus je einer Instruktion, einem allgemeinen Teil, geschlossenen und halboffenen Aufgaben sowie einer offenen Beantwortung von Fragen zusammen.

Im Einleitungsteil werden die Evaluierung und das Projekt kurz vorgestellt und es wird sich für die Teilnahme bedankt. Außerdem wird darauf hingewiesen, dass die Befragung anonym ist. Nach Mummendey und Grau sind die Bewertungen der Befragten genauer und ehrlicher, wenn die Relevanz der Evaluierung bekannt ist, kein Zeitdruck besteht und die Erhebung anonym ist bzw. keine Folgen für die Befragten zu erwarten sind (2008, 39).

Im sich anschließenden allgemeinen Teil sollen die Schülerinnen und Schüler ihr Geschlecht und Geburtsjahr angeben sowie die Forscher- und Expertengruppe benennen, in der sie mitgewirkt haben. Die beiden zuletzt genannten Punkte entfallen bei dem Fragebogen für die Lehrkräfte, da diese nicht in Gruppen unterteilt werden.

Die Bewertung der Forscherhefte bzw. des Projekts erfolgt zunächst durch einen geschlossenen Teil mit Antwortvorgaben, der den Großteil des Fragebogens ausmacht. Dabei muss sich der Teilnehmer bzw. die Teilnehmerin für eine der vorgegebenen Antwortmöglichkeiten entscheiden. Geschlossene Aufgaben erleichtern die Auswertung und besitzen eine höhere Objektivität (BORTZ & DÖRING 2005, 214). Abgesehen davon entfallen zeitaufwändige und kostspielige Kategorisierungs- und Kodierarbeiten, sodass bei schriftlichen Interviews Fragen mit Antwortvorgaben zu favorisieren sind (BORTZ & DÖRING 2005, 254). Die inhaltliche Abfolge der Fragen ist dabei für die Reliabilität und Validität unerheblich (ROST & HOBERG 1997). Als Formulierung der Fragebogenitems wurde die Behauptung gewählt, da man so die Meinung der Teilnehmer differenzierter erfassen kann als mit Fragen (BORTZ & DÖRING 2005, 255). Auf diese Weise können die Probandinnen und Probanden<sup>2</sup> das Zutreffen des Items einstufen. Für den entworfenen Fragebogen wurde sich zum Teil an bereits entwickelten Erhebungsinstrumenten orientiert, wie beispielsweise an dem von Berger *et al.* zur Unterrichtsentwicklung durch Unterrichtsevaluation (2007). Außerdem wurde eine eigene sorgfältige Fragenauswahl getroffen, die im Anhang (S. 256-259) tabellarisch einen Bezug zur Theorie aufzeigen soll. Anschließend ist die Itemsammlung auf Redundanzen überprüft und in Themenbereiche eingeteilt worden.

Beim Konstruieren des Fragebogens wurde sich für eine geradzahlige Anzahl von Skalenstufen entschieden (siehe Tab. 3). Die sogenannte Likert-Skala erhebt den

---

<sup>2</sup> der Einfachheit halber wird im Folgenden lediglich die männliche Form „Proband“ verwendet

Grad der Zustimmung bzw. Ablehnung der Probanden zu einer bestimmten Behauptung.

Tab. 3: Antwortmöglichkeiten der geschlossenen Aufgaben

| <b>Antwortmöglichkeiten</b>           |  |  |   |
|---------------------------------------|--|--|---|
| Trifft zu<br><input type="checkbox"/> | Trifft eher zu<br><input type="checkbox"/> | Trifft eher nicht zu<br><input type="checkbox"/> | Trifft gar nicht zu<br><input type="checkbox"/> |

Die Untersuchungsteilnehmer müssen sich auf diese Weise für eine Antwortrichtung entscheiden. Bei Fragen zu Tatsachen oder Bewertungen ist eine Tendenz zu einer Antwortrichtung sehr wohl zuzumuten. Die Antwortmöglichkeit „Weiß ich nicht“ ist bei Evaluierungen eher selten, da kein Wissen vorausgesetzt wird und die Befragten in der Lage sein sollten, subjektiv zu beurteilen (MUMMENDEY & GRAU 2008, 77).

Im Fragebogen-Komplex zur „Beteiligung am Projekt“ ist es die Aufgabe der Lehrkräfte sowie der SuS, zu schätzen, wie viel Prozent der gesamten Veranstaltung sie anwesend waren bzw. teilgenommen haben. Darüber hinaus sollen die SuS noch schätzen, wie viel Prozent aller Aufgaben im Heft gelöst wurden. Diese sogenannten halboffenen Items geben keine Antwortmöglichkeiten vor. Der Befragte notiert eine eigene Antwort. Nach Bortz und Döring empfinden Probanden diese Form der Befragung als angenehm (2005, 214).

Nach der Bewertung des Projekts durch überwiegend geschlossene Aufgabenformate sollen die Untersuchungsteilnehmer Noten für Unterkategorien vergeben. Die Bereiche, die benotet werden müssen, sind das Forscherheft, der Spaß-Faktor, die Arbeit mit den Concept Maps und der Einsatz der Smartphones, welche vom Museum für Naturkunde Berlin für das Projekt ausgeliehen werden können. Außerdem soll eine Gesamt-Note für das Projekt vergeben werden.

In einem weiteren Teil der Evaluierung des Projekts und der Forscherhefte werden offene Fragen gestellt. Die Beantwortung der Aufgabe ist dabei vollständig den Probanden überlassen (BORTZ & DÖRING 2005, 212). Sie können auf diese Weise Antworten geben, die dem Entwickler des Fragebogens vorher nicht eingefallen sind (MUMMENDEY & GRAU 2008, 75). Die Auswahl der offenen Fragen wurde in Anlehnung an die Masterarbeit getroffen, die diesem Projekt voraus ging (POCH 2012, 32). Offene Fragen, welche die Untersuchungsteilnehmer beantworten sollen, sind:

- Was hat Ihnen besonders gut an dem Projekt gefallen?
- Was hat Ihnen gegebenenfalls nicht gefallen bzw. wo haben Sie Fehler gefunden?

- Welche Probleme sind bei der Durchführung aufgetreten?
- Haben Sie Verbesserungsvorschläge? Wenn ja, welche?
- Fallen Ihnen Fächer bzw. Themen ein, die Sie zu dem Projekt ergänzen würden?
- Wozu hätten Sie sich mehr gewünscht?
- Würden Sie das Projekt weiterempfehlen? Warum, warum nicht bzw. mit welcher Einschränkung?

Mit Hilfe der offenen Fragen können gute und verbesserungsbedürftige Unterrichtsmaterialien identifiziert und aufgearbeitet sowie um neue Vorschläge und Ideen ergänzt werden.

Die letzte Seite des SuS-Fragebogens ist nur von den Teilnehmern der Forschergruppen auszufüllen, die die App „anymals+plants“ auf dem Smartphone bzw. die Homepage genutzt haben, um ihre Sichtungen in die Datenbank einzupflegen. Diese Fragen sind in Kooperation mit Mitarbeitern des Naturkundemuseums von Berlin entstanden, welche an der App-Entwicklung mitwirken und ebenfalls Interesse an der Auswertung besitzen.

Da die Evaluierung im Unterricht bereits im Voraus angekündigt wird und während der schriftlichen Befragung ein Untersuchungsleiter anwesend ist, welcher darauf achtet, alle Fragebögen im Anschluss einzusammeln, wird mit einer Rücklaufquote von 100 Prozent gerechnet.

## **3.2 Projektdurchführung**

### **3.2.1 Übersicht über die Projektdurchführung**

Nachdem bekannt ist, welche Schulen sich an der Projektdurchführung beteiligen und welcher zeitliche Rahmen zur Verfügung steht, findet zu Beginn des Projekts die Einteilung der Forscher- und Expertengruppen (siehe Kapitel 3.2.2) statt. Außerdem soll von jeder Expertengruppe das erste Concept Map angefertigt werden, was etwa 60 Minuten in Anspruch nehmen sollte. Für diesen Projektteil bietet sich eine Doppelstunde an.

Während der nächsten Unterrichtseinheiten arbeiten die SuS selbstständig innerhalb ihrer Gruppen an den Aufgaben in den Forscherheften. Je nach Klassenstufe und Stundenplan kann die Anzahl an Bearbeitungsstunden variieren. Für einen ersten Testlauf sind mindestens sechs Doppelstunden geplant.

Am letzten Projekttag konstruieren sowohl die Expertengruppen, die mit den Forscherheften gearbeitet haben, als auch die SuS der Kontrollgruppe ein zweites

Concept Map, welches mit dem ersten verglichen werden kann. Erneut ist ein 60-Minuten-Limit dafür vorgegeben. Anschließend werden Fragebögen zur Evaluation des Projekts ausgeteilt (siehe Kapitel 3.2.5), welche von den Probanden sowie den Lehrkräften auszufüllen sind. 15 Minuten Bearbeitungszeit sollten dafür ausreichen. Der Rest der Zeit wird für das Küren der besten Forschergruppe und eine Danksagung genutzt.

In Tabelle 4 sind die wesentlichen Elemente der Projektdurchführung in den Schulen in Verbindung mit dem geplanten Zeitaufwand dargestellt.

Tab. 4: Übersicht der Projektdurchführung in den Schulen

| <b>Pre-Test</b>   | <b>Projektdurchführung</b>   | <b>Post-Test</b>   |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einteilung der Forscher- und Expertengruppen</li> <li>- CM MZP I der Projektteilnehmer sowie der Kontrollgruppe</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bearbeitung der Forscherhefte (Intervention)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- CM MZP II der Projektteilnehmer sowie der Kontrollgruppe</li> <li>- Evaluierung durch Fragebögen</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- insgesamt 90 Minuten</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ca. 12 Unterrichtseinheiten</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- insgesamt 90 Minuten</li> </ul>   |

### 3.2.2 Einteilung der Forscher- und Expertengruppen

Nachdem einige Inhalte der vier verschiedenen Forscherhefte „Tiere“, „Pflanzen“, „Boden“ sowie „Meteorologie“ mit Hilfe einer PowerPoint-Präsentation vorgestellt werden, dürfen die Schülerinnen und Schüler ihre Favoriten-Forscher-Gruppe wählen, indem sie sich in eine Ecke des Klassenraums stellen, die ihre Gruppe repräsentiert. Sie werden darauf hingewiesen, dass jede Gruppe zahlenmäßig ungefähr gleich stark sein sollte (7-8 SuS) und dass beispielsweise mit farblich unterschiedlichen Süßigkeiten gelöst wird, falls sie sich nicht gleichmäßig aufteilen können.

Anschließend tragen sich die Schülerinnen und Schüler in eine Liste ein (siehe Anhang S. 147). Einerseits um eine Übersicht für die Lehrkräfte und den Projektleiter zu haben und andererseits, damit die Expertengruppen zufällig bestimmt werden (siehe Tab 5).

Beispielsweise alle SuS der Forschergruppe „Tiere“ von A-D bearbeiten gemeinsam das Forscherheft Tiere und alle der Gruppe „Tiere“ von E-H sind in einem Team. In den Expertengruppen wiederum erstellen alle SuS mit dem Buchstaben A ein Concept Map zusammen, analog wird mit den Buchstaben B-H verfahren.

Tab. 5: Ausschnitt der Liste zur Gruppeneinteilung

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>1. Gruppe Tiere</b>    |  |
| A Leonie                  |  |
| B                         |  |
| C                         |  |
| D                         |  |
| <b>1. Gruppe Pflanzen</b> |  |
| A Janik                   |  |
| B                         |  |
| C                         |  |
| D                         |  |
| ...                       |  |

|                           |  |
|---------------------------|--|
| <b>2. Gruppe Tiere</b>    |  |
| E                         |  |
| F Morris                  |  |
| G                         |  |
| H                         |  |
| <b>2. Gruppe Pflanzen</b> |  |
| E                         |  |
| F Elisabeth               |  |
| G                         |  |
| H                         |  |
| ...                       |  |

Abbildung 5 soll die Einteilung in Forscher- und Expertengruppen verdeutlichen.

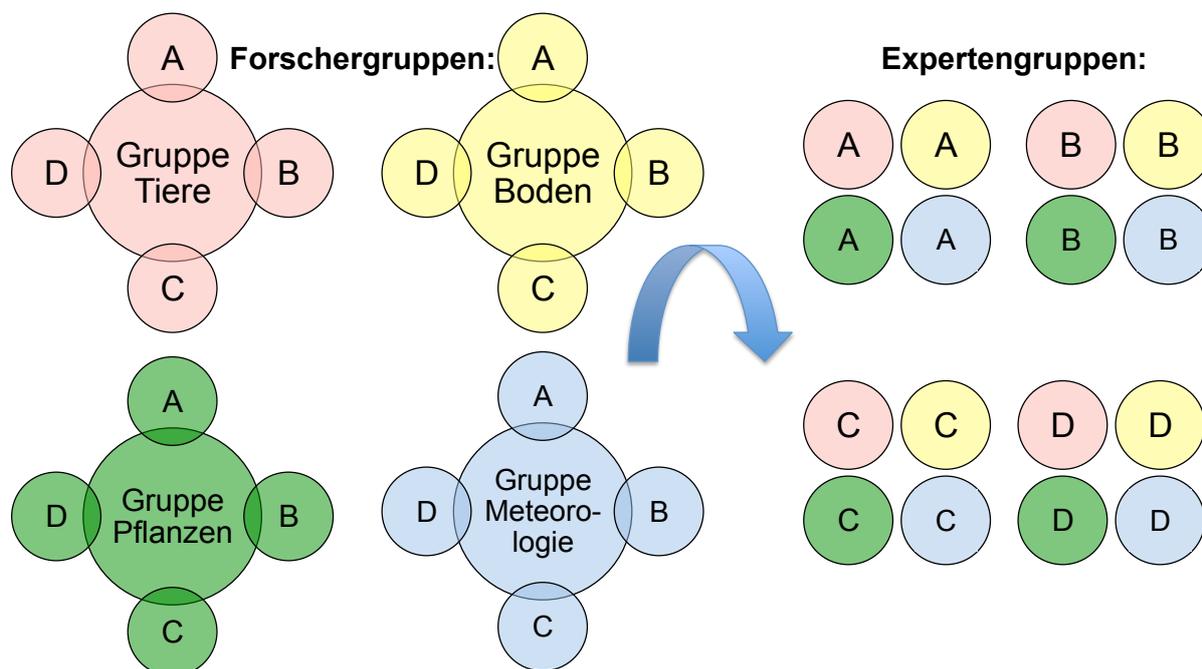


Abb. 5: Einteilung der Forscher- und Expertengruppen

Die Liste zur Gruppeneinteilung, in die sich die SuS eintragen, ist eine Folie, die zu Beginn der Arbeit mit den Forscherheften und vor dem Erstellen der Concept Maps mit dem Overhead-Projektor für alle sichtbar gemacht wird. Auf diese Weise kann jeder Schüler bzw. jede Schülerin sofort die zugehörige Gruppe finden.

### 3.2.3 Einsatz des Concept Mapping

In jeder Stichprobe (Klasse) muss eine identische Einführungsphase gewährleistet sein, damit die Methode reliabel und die Auswertung verwertbar ist.

Eine Einführung in die Methode Concept Mapping erfolgt durch eine PowerPoint-Präsentation, gefolgt von zwei Beispielen, die gemeinsam im Klassengespräch erarbeitet werden. Dabei werden folgende Regeln besprochen:

- Begriffe, die eng miteinander verbunden sind, liegen nahe beieinander.
- Begriffe mit Zusammenhang sind mit einem beschrifteten Pfeil verbunden.
- Ein beschrifteter Pfeil besteht aus mindestens einem Verb (z. B. hat, ist, braucht, führt zu etc.).
- Jeder Begriff darf nur 1x verwendet werden.
- Verbindungen ohne beschrifteten Pfeil werden nicht gezählt!

Bevor die CMs als Diagnosewerkzeug für systemisches Denken eingesetzt werden können, müssen die SuS mit der Methode vertraut sein (McCAGG & DANSEAU 1991; FISCHER, JELEMENSKA & GRAF 2013). Ansonsten ist die Methode nicht valide und testet eher die Entwicklung des Beherrschens von Concept Mapping (GRAF 2014). Daher wird zunächst der Arbeitsauftrag gestellt (siehe Anhang S. 146), ein eigenes, freies CM zu einem selbst gewählten Thema anzufertigen, um die Methode zu etablieren (Hobby, Klassenzusammenhang, Sport, Schauspieler etc.).

Es muss eindeutig darauf hingewiesen werden, dass unbeschriftete Pfeile nicht als Kante zählen und somit auch nicht als Punkte (siehe Kapitel 3.4.1) gewertet werden können. Nach der Übungsphase sollte den SuS Zeit gegeben werden, Fragen zu stellen, damit während der Durchführung der Methode keine Probleme auftreten.

Bei den teilnehmenden Probanden findet der CM-Pre-Test in der ersten Doppelstunde des Projektes statt. Jeder Experten- bzw. Kontrollgruppe (siehe Kapitel 3.2.2) wird ein Briefumschlag ausgehändigt, welcher 82 beschriftete und fünf leere Kärtchen beinhaltet. Außerdem erhalten sie einen identischen, klar verständlichen Arbeitsauftrag: „**Entwickle** gemeinsam mit den Experten der anderen Gruppen ein Concept Map (ein Begriffsnetz) zum Thema *Biodiversität: Tiere – Pflanzen – Lebensräume*. **Nutze** dabei möglichst viele der vorgegebenen Begriffe und **beschrifte**, wenn du willst, auch neue Kärtchen“ (siehe Anhang S. 148). Die Operatoren sind fett gedruckt, um die Übersichtlichkeit und Verständlichkeit zu verbessern.

Die Teams der Kontrollgruppe werden ausgelost. Die Zusammensetzung bei der Konstruktion der CMs ist jedoch genau wie bei den Expertengruppen zu beiden Messzeitpunkten identisch. Darüberhinaus erhält die Kontrollgruppe ebenfalls eine Einführung, erstellt das Übungs-CM, nutzt die gleichen Begriffskärtchen und konstruiert die CMs mit derselben Zeitspanne zwischen den beiden Messzeitpunkten. Allen Vergleichsgruppen wird sowohl für das erste CM als auch das CM zum Messzeitpunkt II dasselbe Zeitlimit zum Erarbeiten der Concept Maps gesetzt. Sie haben max. 60 Minuten und dürfen keine Hilfsmittel, wie z. B. Smartphones, Lehrbücher, Hefter etc., benutzen.

### **3.2.4 Intervention mit den Forscherheften**

Nach der Einteilung in die vier Forschergruppen „Tiere“, „Pflanzen“, „Boden“ sowie „Meteorologie“ (siehe Kapitel 3.2.2) werden die Forscherhefte ausgeteilt. Jeder Schüler bzw. jede Schülerin erhält ein eigenes Heft, in welches die Ergebnisse eingetragen werden. Die Details sowie die didaktischen und methodischen Vorüberlegungen zu den Forscherheften sind in Kapitel 4 zu finden.

Um mit den Forscherheften arbeiten zu können, werden Geräte und Chemikalien benötigt, die in Kapitel 4.7 inklusive Kostenkalkulation aufgelistet sind. Zusätzlich werden Bedienungsanleitungen für das GPS-Gerät und Anemometer (siehe Anhang S. 205) sowie Bestimmungsliteratur, z. B. Eikes Baumschule, bereit gelegt. Empfehlenswert ist es, eine Box mit den Materialien zusammenzustellen, damit an jedem Projekttag alle Materialien sofort zur Verfügung stehen und nicht immer wieder aus verschiedenen Schränken bzw. Räumen zusammengetragen werden müssen. Auf den Smartphones sollten wichtige Apps für das Projekt installiert sowie ein Benutzerkonto für „anymals+plants“ eingerichtet sein und die Geräte aufgeladen zum Unterricht mitgebracht werden.

Um zu vermeiden, dass teure Geräte abhanden kommen, liegen Materialausgabelisten (siehe Anhang S. 206) aus. Wenn die SuS sich Materialien für das Bearbeiten der Forscherhefte ausleihen, unterschreiben sie mit Datum und Uhrzeit für den Erhalt. Die Rückgabe quittiert eine Lehrkraft bzw. die Projektleitung. Auf diese Weise übernehmen die SuS Verantwortung für die Materialien und gehen (hoffentlich) achtsamer mit diesen um.

Lehrkräfte sollten sich während des Projekts mit den Forscherheften zurückhalten und eher Aufsichts- und Organisationsfunktionen übernehmen. Damit die SuS

selbstständig arbeiten können, muss den Lehrenden der Unterschied zwischen Beratung und Eingreifen deutlich sein. Bei Experimenten kontrollieren sie, ob die SuS die Sicherheitshinweise beachten und Schutzkleidung tragen.

Um einerseits das Projekt mit den Forscherheften authentischer zu gestalten und andererseits die SuS beim Bestimmen von Pflanzen und Tieren zu unterstützen, können Experten von außen eingeladen werden. Auf diese Weise beantworten beispielsweise Mitglieder des Naturkundemuseums oder Universitätsangehörige, die sich auf Tiere, Pflanzen, Boden oder Meteorologie spezialisiert haben, Fragen der jungen Forscher und diskutieren mögliche Ergebnisse auf Augenhöhe. Einen Anreiz zum Bearbeiten der Forscherhefte kann neben guten Noten auch die Verleihung eines Preises (z. B. Eintritt für Zoo, Botanischen Garten, Museum oder Kino) für die beste Forschergruppe sein.

Je drei bis vier SuS arbeiten ca. 12 Unterrichtseinheiten á 45 Minuten in ihrer gewählten Forschergruppe gemeinsam an den Aufgaben.

### **3.2.5 Einsatz der Fragebögen**

Die Fragebögen kommen am Ende des Projekts im Anschluss an das Erstellen der Concept Maps zum Messzeitpunkt II zum Einsatz, damit auch die Impressionen dieser Methode miteinfließen. Sowohl die Schülerinnen und Schüler als auch die Lehrkräfte füllen die Fragebögen in Einzelarbeit aus, da jede Meinung und Kritik relevant ist und diese nicht erst mit dem Banknachbarn ausgetauscht werden muss. Es wird bewusst kein Zeitlimit vorgegeben, um ausreichend Feedback zu bekommen und auch wichtige Kritik von SuS zu bekommen, die langsamer schreiben. Die meisten Teilnehmer benötigen voraussichtlich zwischen 10 und 15 Minuten zum Ausfüllen der Fragebögen. Falls ein Item nicht eindeutig ist oder es andere Fragen seitens der Probanden gibt, werden diese vom Projektleiter sofort beantwortet und eventuell laut vor allen Probanden wiederholt. Die Lehrkräfte helfen dabei, alle Fragebögen im Anschluss einzusammeln und eine Rücklaufquote von 100 % zu erreichen.

### **3.3 Beschreibung der Stichprobe**

Am Projekt zur Evaluierung von fächerübergreifenden Forscherheften und zur Analyse der Entwicklung von systemischen Denkweisen nahmen zwei Berliner Gymnasien, welche in den Bezirken Steglitz-Zehlendorf und Friedrichshain-

Kreuzberg liegen, mit je zwei Teilungs-Klassen teil. Kriterien, welche die teilnehmenden Schulen erfüllen sollten, sind ein Schulgarten bzw. Park in Schulnähe sowie ein PC-Raum im Gebäude.

Insgesamt wirkten 61 Schülerinnen und Schüler, welche die 8. und 9. Klasse besuchen, mit. Die 8. Jahrgangsstufe besteht aus 33 SuS, wovon 18 weiblich und 15 männlich sind. Die Teilungsklassen werden gemeinsam im Wahlpflichtfach Biologie unterrichtet.

In der 9. Jahrgangsstufe wurden zwei reguläre Teilungsklassen des Biologie-Unterrichts zusammengelegt, sodass insgesamt 28 SuS am Projekt teilnehmen konnten. Darunter waren 15 Schülerinnen und 13 Schüler.

Obwohl die Untersuchung projektartig geplant war, konnte sie begleitend während des laufenden Schuljahres erhoben werden. Die teilnehmenden Klassen arbeiteten von April bis Juni 2013 mit den Forscherheften, wobei sich das Projekt über 17 bzw. 18 Unterrichtsstunden erstreckte.

Insgesamt werden die Ergebnisse von 55 SuS (25 Teilnehmer und 30 Teilnehmerinnen) in die Untersuchung miteinbezogen, welche Concept Maps anfertigten, mit den Forscherheften arbeiteten und das Konzept mittels Fragebögen evaluierten. Die anderen sechs SuS fehlten teilweise krankheitsbedingt und werden daher nicht in die Auswertung aufgenommen. Insgesamt wurden 15 Concept Maps im Pre-Test und 15 von denselben SuS im Post-Test konstruiert.

Die eigentlichen Biologie-Lehrkräfte waren immer anwesend, hatten jedoch lediglich die Aufsichtsfunktion. Sie nahmen kaum bis keinen Einfluss auf die Ergebnisse der SuS. Da in beiden Schulen je zwei Lehrkräfte die SuS beaufsichtigten, sind die Beeinflussungen auf die SuS zu vernachlässigen. Die Lehrkräfte evaluierten ebenfalls die Forscherhefte und das Projekt mit Hilfe eines Fragebogens. Insgesamt nahmen vier Lehrkräfte teil, darunter drei Lehrerinnen und ein Lehrer.

Als Kontrollgruppe haben weitere 28 SuS der 9. Klassenstufe des Gymnasiums im Bezirk Steglitz-Zehlendorf, welche die Parallelklasse der Probanden belegen, CMs zu zwei Messzeitpunkten angefertigt. Die Kontrollgruppe dient dazu, zu überprüfen, ob eine Entwicklung im systemischen Denken der SuS durch eine Verbesserung der Concept Maps (siehe Kapitel 5.1) auf eine Verbesserung der Methode Concept Mapping zurückzuführen ist oder ob wirklich das Strukturwissen durch die Intervention mit den Forscherheften gefördert wird. Die Kontrollklasse setzt sich aus

16 Schülerinnen und 12 Schülern zusammen und hat zwischen den Messzeitpunkten keine Intervention mit den Forscherheften erhalten.

Eine detaillierte Beschreibung der Lerngruppen, welche mit den Forscherheften gearbeitet haben, ist in Kapitel 4.3 zu finden.

### 3.4 Auswertungsmethoden

#### 3.4.1 Concept Maps

Die Bewertung von Concept Maps kann quantitativ erfolgen, indem die Anzahl der verwendeten Begriffe und Kanten (Propositionen) ermittelt wird, oder qualitativ durch die Bestimmung von fachwissenschaftlich richtigen bzw. falschen Kanten. Da die Concept Maps sowohl eine Diagnose des Ist-Zustandes als auch die Entwicklung systemischen Denkens beschreiben sollen, ist eine Kombination aus qualitativer und quantitativer Auswertung gewählt worden.

Zunächst wurden die von den SuS auf Plakaten erstellten CMs mit dem Programm „IHC Cmap Tools“ originalgetreu digitalisiert (Beispiel siehe Anhang S. 207-220) und von einem zweiten Bewerter auf Vollständigkeit geprüft, sodass das Gütekriterium der Objektivität gewährleistet ist.

Alle Kanten (Propositionen) konnten mit Hilfe des Programms problemlos in Excel exportiert und anschließend alphabetisch sortiert werden. Einige wenige Kanten erhielten eine sinnvolle Ergänzung durch einzelne Begriffe oder Buchstaben ohne dabei die Aussage zu verändern. Diese ergänzten Begriffe, Silben oder Buchstaben sind an den eckigen Klammern erkennbar (siehe Beispiel Tab. 6).

Tab. 6: Beispiele von Ergänzungen durch eckige Klammern

| 1. Knoten    | Relation                  | 2. Knoten                           |
|--------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Boden        | ist zusammengesetzt aus   | Gesteine[n]                         |
| Humus        | Tiere produzieren ... aus | abgestorbene[m]<br>Pflanzenmaterial |
| Meteorologen | sind Experten [der]       | Meteorologie                        |

#### Festlegung von Regeln zum Bewerten der Kanten

Um die Kanten der CMs objektiv bewerten und bepunkten zu können, war die Festlegung von Regeln in einem Kriterienkatalog notwendig. Die Kriterien und das Punktesystem sind an die Regeln von Schmitz (2006, 96) sowie Yin *et al.* (2005) angelehnt und durch Beispiele ergänzt. In Tabelle 7 ist ein Kriterienkatalog mit Beispielen dargestellt, wie die Punkte von 0 bis 3 vergeben wurden.

Tab. 7: Kriterienkatalog zur Bewertung der Kanten (verändert nach SCHMITZ 2006, 96)

| Punkte | Regeln  | Beispiele                                 |  |   |
|--------|---|---|--|---|
| 0      | 0.1 Für fachwissenschaftlich falsche Kanten   | Spinnen sind Insekten                     | Wasser braucht relativ hohe Temperatur       | Insekten gehören zu der Allensche[n] Regel  |
|        | 0.2 Für Kanten mit fehlender Relation bzw. fehlendem Verb   | Barometer<br>??? Luftdruck                | Bodenart z. B. Ton                           | Tiere Ausbreitung durch Fortpflanzung       |
| 1      | 1.1 Für teilweise fachwissenschaftlich richtige bzw. teilweise fachwissenschaftlich falsche Kanten                    | Pflanzen besitzen Blüten (nicht alle)     | Spinnen fressen Insekten (nicht nur)         | Tiere brauchen Luft (eigentlich Sauerstoff) |
|        | 1.2 Für fachwissenschaftlich richtige Kanten, die jedoch nicht relevant für das Thema sind                            | [durch] Photosynthese entsteht Sauerstoff |  |   |
|        | 1.3 Für fachwissenschaftlich richtige Kanten, jedoch mit falscher Pfeilrichtung                                       | Tiere sind Spinnen                        | Pflanzen sind Gräser                         | Lebensraum ist ein Boden                    |
| 2      | Für fachwissenschaftlich richtige Kanten  | Spinnen sind Tiere                        | Temperatur misst man mit einem Thermometer   | Pflanzen sind z. B. Gräser                  |
| 3      | Für fachwissenschaftlich richtige Kanten mit hochwertigem Inhalt bzw. mehr als 2 verknüpften Begriffen in einer Kante | Boden ist Lebensraum für Pflanzen & Tiere | Pflanzen brauchen Nährstoffe zur Entwicklung | Klima ist Wetter über einen langen Zeitraum |

**Legende:**

[...]: sinnvolle Ergänzung der Kanten (...): Erklärung der Punktevergabe ??? : fehlende Relation

Die Bewertung der Concept Maps bestand aus einem iterativen Kodierprozess mit drei Bewertungsrunden, d. h. drei Bewerter bzw. Rater vergaben Punkte von 0 bis 3 für die Kanten nach denselben Kriterien. Jedes Concept Map war mit Hilfe eines Codes anonymisiert, sodass keine Rückschlüsse auf den Messzeitpunkt, die Schule oder die Gruppe möglich waren. Die drei unabhängigen Bewertungen der Rater wurden in einer Excel-Tabelle zusammengefügt und der Median aus jeder Kante ermittelt, sodass große Unterschiede schnell ersichtlich sind und extreme Abweichungen bzw. Ausreißer nicht beachtet werden (Beispiel siehe Anhang S. 207-220).

### Interraterreliabilität

Um einerseits zu überprüfen, wie stark die Rater untereinander in ihren Bewertungen übereinstimmen und andererseits, wie objektiv sie bewertet haben, wurde die Interraterreliabilität ermittelt (WIRTZ & CASPAR 2002). Diese Urteilerübereinstimmung („interrater agreement“ RUIZ-PRIMO & SHAVELSON 1996) kann mit Cohens Kappa lediglich paarweise bestimmt werden. Da es jedoch mehr als zwei Interrater gab, und Fleiss' Kappa aufgrund mathematischer Unzulänglichkeiten nicht infrage kam (KRIPPENDORFF 2004), wurde Kendalls Konkordanzkoeffizient ausgewählt, um das Gütekriterium Interraterreliabilität von drei unabhängigen Ratern zu bewerten. Kendalls Konkordanzkoeffizient testet die Stärke des Zusammenhangs von ordinal-skalierten Variablen bei verbundenen Stichproben (JANSSEN & LAATZ 2005, 558).

$H_0$ : Die Verteilungen von Rater A, Rater B und Rater C sind gleich.

$H_1$ : Die Verteilungen von Rater A, Rater B und Rater C sind nicht gleich.

Durch eine Konkordanzanalyse mit dem Programm SPSS wurde eine Interraterreliabilität durch Kendall-W von 0,69 mit einem Signifikanzniveau von  $\alpha=0,05$  ermittelt (siehe Anhang S. 221) und  $H_0$  nicht abgelehnt ( $0,69 > 0,05$ ). Mit Hilfe eines Makro-Excel-Tools für Reliabilitätstests von Jenderek (2006) konnte dieser Wert der Interraterreliabilität gestützt werden (siehe Anhang S. 221):

- Cohens Kappa (paarweise):  $\kappa = 0,67$
- Krippendorffs Alpha:  $\alpha_{\text{Nominal}} = 0,63$

Das Gütekriterium Interraterreliabilität strebt eine hohe Übereinstimmung von 1,0 an. Nach den Regeln von Landis und Koch (1977) sind die Ergebnisse für Kappa wie folgt zu bewerten:

- 0.41 - 0.6: mittelmäßige Übereinstimmung
- 0.61 - 0.8: beachtliche Übereinstimmung
- 0.81 - 1.0: fast vollkommene Übereinstimmung

Demzufolge wurde für die Bewertung der Concept Maps ein beachtliches Maß der Übereinstimmung erreicht.

### Graphenmaße zur Bewertung der Concept Maps

Zur quantitativen Auswertung der Concept Maps gibt es je nach Autor unterschiedliche Formeln und Indizes. In Tabelle 8 sind relevante Graphenmaße dargestellt, die für eine graphentheoretische Betrachtung verwendet bzw. ermittelt wurden.

Tab. 8: Graphenmaße zur Bewertung von Concept Maps

| Abkürzung              | Erklärung  | Quelle                             |
|------------------------|--|------------------------------------|
| KNO                    | Anzahl der Knoten bzw. Begriffe                                      | NOVAK & GOWIN 1984;<br>BONATO 1990 |
| KNO <sub>selbst</sub>  | Anzahl der von den SuS selbst hinzugefügten Knoten bzw. Begriffe     | SCHMITZ 2006                       |
| KAN                    | Anzahl der Kanten bzw. Propositionen                                 | NOVAK & GOWIN 1984;<br>BONATO 1990 |
| KAN <sub>richtig</sub> | Anzahl der fachwissenschaftlich richtigen Kanten (2 & 3 Punkte)      | RUIZ-PRIMO &<br>SHAVELSON 1996     |
| KAN <sub>falsch</sub>  | Anzahl der fachwissenschaftlich falschen Kanten (0 Punkte & 1 Punkt) | eigene Festlegung                  |
| Score                  | Summe aus den Medianen aller Kanten                                  | YIN <i>et al.</i> 2005             |
| KPX <sub>1</sub>       | Komplexitätsindex 1: $KPX_1 = KAN / KNO$                             | BONATO 1990;<br>FRIEGE & LIND 2000 |
| KPX <sub>2</sub>       | Komplexitätsindex 2: $KPX_2 = \text{Summenscore} / KAN$              | eigene Ergänzung                   |
| KPX <sub>3</sub>       | Komplexitätsindex 3: $KPX_3 = KAN_{\text{richtig}} / KNO$            | SCHMITZ 2006                       |
| INS                    | Anzahl der Inseln, die nicht miteinander vernetzt sind               | BEHREND, DAHNCKE &<br>REISKA 2000  |

Um KNO zu bestimmen, muss man alle Begriffskärtchen (Knoten) auf den jeweiligen CMs addieren. KNO<sub>selbst</sub> sind auf den Original-CMs leicht an den handgeschriebenen Kärtchen zu erkennen und konnten ebenfalls gezählt werden.

Die Anzahl an Kanten „KAN“ konnte in den Programmen IHMC Cmap Tools sowie Microsoft Excel abgelesen werden. Bei KAN<sub>richtig</sub> und KAN<sub>falsch</sub> mussten jedoch erst die fachwissenschaftlich richtigen bzw. falschen Kanten von den Ratern mit Hilfe des Kriterienkataloges (siehe Tab. 7) bestimmt werden, um die Gesamtanzahl im Concept Map zu ermitteln.

Die Komplexitätsindizes 1 und 3 geben beide die Dichte der CMs an, jedoch ist der KPX<sub>3</sub> qualitativ wertvoller, da lediglich die fachwissenschaftlich richtigen Kanten in die Berechnung einbezogen werden (SCHMITZ 2006, 89). Der Index KPX<sub>2</sub> wurde selbstständig ergänzt, um die Qualität bezogen auf die Anzahl der Kanten beurteilen zu können. Dazu musste zunächst der Summenscore (*proposition score* nach YIN *et al.* 2005; *total accuracy score* nach RUIZ-PRIMO & SHAVELSON 1996) aus den Medianen der Bewertungen berechnet werden.

### Wilcoxon-Vorzeichen-Test

Ziel der Untersuchung der Concept Maps ist es, dieselben Versuchsgruppen zu unterschiedlichen Messzeitpunkten zu vergleichen. Messzeitpunkt I ist vor der Intervention mit den Forscherheften und Messzeitpunkt II im Anschluss an das Projekt. Die Unterschiedsprüfung von mindestens ordinalskalierten Variablen der

Probanden im Pre- und Post-Test erfolgt mit dem Wilcoxon-Vorzeichen-Test. Dieser Test ist auch für kleine Stichproben geeignet (SCHMITZ 2006, 99) und stützt sich auf die Ränge von Differenzen in den Variablenwerten (JANSSEN & LAATZ 2005, 549).

$H_0$ : Es gibt keinen Unterschied zwischen den Variablen von MZP I und MZP II.

$H_1$ : Es gibt einen Unterschied zwischen den Variablen von MZP I und MZP II.

Die detaillierten Tabellen der getesteten Variablen sind im Anhang (S. 224-227) zu finden. Das Signifikanzniveau liegt bei  $\alpha = 0,05$ . Wenn  $p < 0,05$ , dann wird die Nullhypothese abgelehnt und es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen den Variablen des Pre- und Post-Tests. Die Werte im Ergebnisteil sind wie folgt zu interpretieren:

- Negative Ränge:  $Variable_{MZPII} < Variable_{MZPI}$
- Positive Ränge:  $Variable_{MZPII} > Variable_{MZPI}$
- Bindungen:  $Variable_{MZPII} = Variable_{MZPI}$
- N: Anzahl Variablen, welche verglichen werden
- p: asymptotische Signifikanz (2-seitig)

### Mann-Whitney-U-Test

Um ausschließen zu können, dass sich die Variablen der CMs lediglich durch das wiederholte Konstruieren der Begriffsnetze verändern, wurde darüberhinaus eine Kontrollgruppe untersucht, welche nicht mit den Forscherheften arbeitete. Der Mann-Whitney-U-Test prüft mindestens ordinalskalierte Variablen aus unabhängigen Stichproben auf Unterschiede (JANSSEN & LAATZ 2005, 537).

$H_0$ : Die Verteilung der Variable ist bei den Probanden mit Intervention und der Kontrollgruppe ohne Intervention gleich.

$H_1$ : Die Verteilung der Variable ist bei den Probanden mit Intervention und der Kontrollgruppe ohne Intervention nicht gleich.

p-Werte, die kleiner sind als das Signifikanzniveau von 0,05, sprechen für eine Ablehnung von  $H_0$ . Daraus ließe sich ein signifikanter Unterschied zwischen den CM-Variablen der Probanden- und der Kontroll-Gruppe schlussfolgern. Mit Hilfe der in SPSS ermittelten Ränge kann darüberhinaus gezeigt werden, ob die Mediane der Variablen in der Kontrollgruppe kleiner oder größer als bei den Probanden mit Intervention sind. Die detaillierten Ergebnisse des Mann-Whitney-U-Tests befinden sich im Anhang (S. 228-241).

### Referenznetz

Um zu kontrollieren, ob es überhaupt möglich ist, alle vorgegebenen Begriffe miteinander zu verknüpfen, wurde ein sogenanntes Modal- bzw. Referenznetz konstruiert (siehe Kapitel 4.5, Abb. 8). Dieses ist gleichzeitig eine Übersicht über die Inhalte des Projekts. Es ist jedoch nicht umsetzbar, die CMs der SuS mit dem erstellten Referenznetz auf Übereinstimmung bzw. Unterschiedlichkeit zu vergleichen, da es aufgrund der hohen Anzahl an Knoten und Kanten zu zeitintensiv ist. Nach Fischler & Peuckert ist es schwieriger CMs zu vergleichen, die keine vorformulierten Relationen besitzen, auch wenn die Begriffe bereits vorgegeben sind (2000, 12). Außerdem ist das Referenznetz auch nur eine mögliche Lösung und eine Gegenüberstellung wäre wenig aussagekräftig. Untersuchungen haben gezeigt, dass verschiedene Experten auch unterschiedliche CMs zur selben Thematik erstellen (ACTON, JOHNSON & GOLDSMITH 1994; FISCHLER & PEUCKERT 2000).

### Strukturanalyse

Zur Überprüfung der Komplexität systemischen Denkens ist es mit Hilfe der Concept Maps auch möglich, eine Strukturanalyse durchzuführen. Abhängig von der Anordnung der Begriffe sowie der Pfeilrichtung kategorisiert man Concept Maps in hierarchisch bzw. nicht-hierarchisch (NOVAK & GOVIN 1984; JONASSEN *et al.* 1993). Letzteres kann je nach Autor weiter unterschieden werden in Ketten-, Baum-, Stern-, Cluster-, Netz- oder Kreisstruktur (YIN *et al.* 2005; HOLLEY & DANSERAU 1984; FRIEGE & LIND 2000; KINCHIN 2000). Nach Schmitz (2006, 31) gibt es fünf verschiedene Strukturtypen, die in Abbildung 6 veranschaulicht sind.

Die lineare Kettenstruktur der Teilabbildung (a) ist die einfachste Struktur und die netzartige Struktur (e) ist die komplexeste und wird am höchsten bewertet. White und Gunstone beschreiben die Präferenz der Vernetzung wie folgt: „... we would expect that teachers (and students) would accept as good maps those that display considerable detail, variety of types of relation, rich patterns of cross-relations rather than simple chains, and clear structure ...“ (1992, 39). Häufig sind die Concept Maps nicht eindeutig in die in Abbildung 6 dargestellten Strukturen einzuordnen, sondern bestehen aus gemischten Varianten.

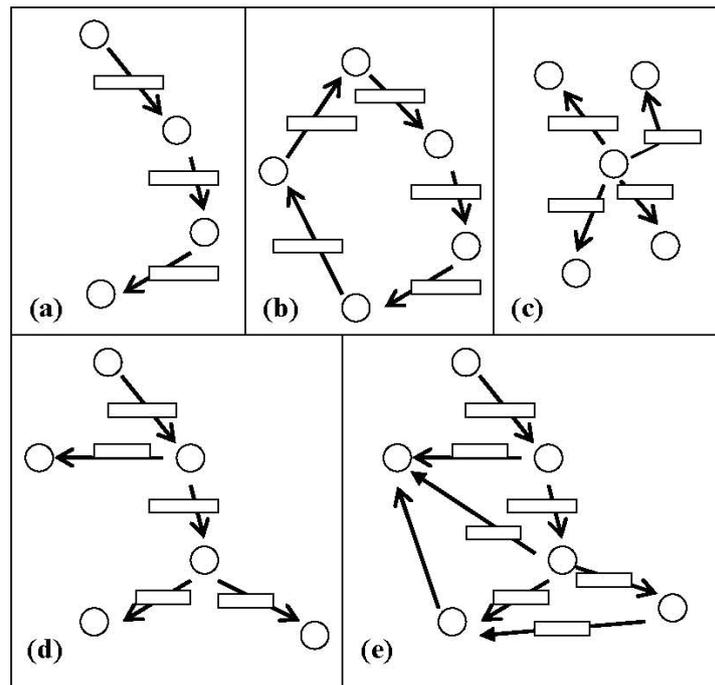


Abb. 6: Strukturtypen von Concept Map (SCHMITZ 2006, 31; in Anlehnung an YIN *et al.* 2005):  
 (a) Kettenstruktur, (b) Kreisstruktur, (c) Sternstruktur, (d) Baumstruktur und (e) Netzstruktur

Ein weiteres Kriterium, welches zur Bewertung der Concept Maps miteinfließt, ist die „Zerklüftetheit“ (GRAF 2014) bzw. die Anzahl der Inseln „INS“, aus denen sie bestehen. Angestrebt wird eine Vernetzung bzw. Verknüpfung aller Begriffe, sodass ein Concept Map keine isolierten Teilnetze besitzt. Inseln können als einzelne Begriffe oder kleine Concept Maps vorkommen.

### 3.4.2 Evaluierung mit Hilfe von Fragebögen

#### Geschlossene bzw. halboffene Items

Die Fragebögen für die Lehrkräfte und die Fragebögen für die Schülerinnen und Schüler wurden analog ausgewertet. Zunächst konnten die Daten der geschlossenen Items mit Hilfe der Erstellung eines Kodierplans miniaturisiert werden. Dies erleichtert die Auswertung (KIRCHHOFF *et al.* 2010, 37-40) und spart Speicherplatz. Durch den Kodierplan wurden die Daten als Variablen mit numerischer Ausprägung in Excel erfasst. Die Fragen aus Items mit Antwortvorgaben sind auswertungsobjektiv und es werden keine intervallskalierten Daten vorausgesetzt (BORTZ & DÖRING 2005, 180).

Nach der Eingabe in Excel wurden die kodierten Daten in SPSS (Version 21) exportiert und anschließend die Variablenlabel abgekürzt, die Werte gelabelt, der Umgang mit fehlenden Werten definiert und das Messniveau bestimmt. Die in den Fragebögen verwendeten Items entsprechen einer geradzahligen Likert-Skala. Weil

die Zustimmung zu einem Item gemessen wird („Trifft zu“, „Trifft eher zu“, „Trifft eher nicht zu“ bzw. „Trifft nicht zu“) wurden die Daten ordinal behandelt (PORST 2009, 93). Da die Skala äquidistant ist und es sich um eine verbalisierte Skala mit wenigen (vier) Skalenpunkten handelt, kann das Messniveau jedoch auch als pseudo-metrisch bzw. (quasi-)metrisch angegeben werden (PORST 2009, 79), sodass es möglich ist, mit den Ergebnissen zu rechnen. Fast alle Werte sind diskret, d. h. endlich bzw. abzählbar. Falls ein Evaluierungsteilnehmer keine der vier Antwortvorgaben angekreuzt hat, wurde der fehlende Wert durch 999 (Werte-Label: „Keine Angabe“) ersetzt (KALLUS 2010, 105).

Zu Beginn der Untersuchung stand eine explorative Datenanalyse in Form von deskriptiver Statistik (TUKEY 1977). Um sich einen Überblick über die Daten zu verschaffen, erfolgte eine Bestandsaufnahme der Informationen ohne direkte Interpretation. Mit Hilfe des Programms SPSS konnten absolute, relative und kumulierte relative Häufigkeiten berechnet sowie Kontingenztabelle (Kreuztabellen) erstellt werden, welche die Zusammenhänge zwischen Merkmalen zeigen. Bei einem metrischen Umgang mit den Daten ist es außerdem möglich, das arithmetische Mittel, den Median, die Varianz, die Standardabweichung, Quantile und Interquartilsabstände mit dem Programm zu ermitteln.

Für die grafische Auswertung wurden Balken- und Kreisdiagramme verwendet, welche sich leicht aus den Häufigkeitstabellen erstellen lassen. Mit Hilfe der Kontingenztabelle visualisieren Boxplots die Quantile eines Merkmals (FU:STAT 2013, 12-13).

### Benotung des Projekts

Nach der Bearbeitung der geschlossenen Items sollten die SuS sowie Lehrkräfte Noten von 1 bis 6 für die Forscherhefte, den Spaß-Faktor, die Arbeit mit den Concept Maps, den Einsatz der Smartphones sowie das gesamte Projekt vergeben. Obwohl Schulnoten zu den ordinalskalierten Variablen gehören, da zwar eine Reihenfolge, jedoch kein eindeutiger Abstand erkennbar ist, werden sie oft als quasi-metrisch behandelt, um arithmetische Rechenoperationen durchführen zu können (LUTTER 2004, 8).

### Offene Items

Die Antworten der offenen Fragen wurden in einer Tabelle gesammelt (siehe Anhang S. 277-288), kategorisiert und nach der Häufigkeit ihrer Nennung geordnet. Mit Hilfe der offenen Items konnten Aspekte zur Optimierung des Projekts erkennbar werden, welche vorher im geschlossenen Teil des Fragebogens nicht erfasst wurden.

### **3.4.3 Lösungsforscherhefte**

Die konstruierten Forscherhefte sowie die Planung des Projekts werden in Kapitel 4 detailliert beschrieben und sind im Anhang (siehe Beilage) zu finden. Jeder Schüler bzw. jede Schülerin erhielt ein eigenes Heft zur Ergebnissicherung, welches während der Intervention zu bearbeiten war. Pro Forscher-Gruppe (Einteilung siehe Kapitel 3.2.2) gab es außerdem ein Lösungsforscherheft, in dem die Ergebnisse der gesamten Gruppe gesammelt und abgegeben wurden.

Als Anreiz bzw. Motivation zum intensiven Arbeiten mit den konzipierten und zu testenden Heften gab es Kinokarten für die ganze Gruppe für das am besten ausgefüllte Lösungsforscherhefte zu gewinnen. Kriterien an die Lösungsforscherhefte zum Gewinnen der Kinokarten waren:

- prozentual am meisten richtige Lösungen (da unterschiedliche Anzahl an Aufgaben in den Forscherheften)
- sauber & ordentlich ausgefüllt
- nicht nur Pflicht-, sondern auch Wahlaufgaben erledigt

Alle Antworten der Schülerinnen und Schüler wurden bewertet und in fachwissenschaftlich richtig bzw. falsch sowie fehlend eingeteilt. Die digitalisierten fachwissenschaftlich richtigen Antworten flossen nach einer Überarbeitung sowie Vervollständigung mit in den Erwartungshorizont für die Lehrerhandreichung ein.

## 4 Planung der fächerübergreifenden Forscherhefte

### 4.1 Thema des Unterrichtskonzeptes

Das Thema des Unterrichtskonzeptes lautet „Fächerübergreifende Forscherhefte zum Thema Biodiversitätsmonitoring“. Wichtig für die Untersuchung der Biodiversität ist nicht allein die Frage, wo verschiedene Arten leben, sondern auch warum diese dort vorkommen und von welchen biotischen und abiotischen Faktoren ihre Verbreitung abhängt (CAMPBELL & REECE 2011, 665). Für das Unterrichtskonzept „Biodiversitätsmonitoring“ werden vier fächerübergreifende Forscherhefte erarbeitet, welche sich mit den besagten Faktoren beschäftigen.

### 4.2 Planung der Intervention mit den Forscherheften

Um Materialien für fächerübergreifenden Unterricht zu entwerfen, muss zunächst das Konzept didaktisch und methodisch konkretisiert werden. Für die Untersuchung der Entwicklung systemischen Denkens wurde sich für den fächerkoordinierenden bzw. themenzentrierten Unterricht (LABUDE 2003; HÄUßLER *et al.* 1998; KREMER & STÄUDEL 1997) mit dem übergeordneten Thema „Biodiversitätsmonitoring“ entschieden.

Nach einer intensiven Materialrecherche und -konzipierung konnten vier Forscherhefte erstellt werden (siehe Kapitel 4.4), welche anschließend an eine Lerngruppe (siehe Kapitel 4.3) angepasst wurden. Dabei muss besonders auf das Vorwissen der SuS eingegangen werden. Mit Hilfe einer Rahmenlehrplananalyse (siehe Kapitel 4.6) können die Klassenstufen und Unterrichtsfächer identifiziert werden, zu denen die Inhalte und Methoden der Forscherhefte passen. Die Bearbeitung der vier Forscherhefte „Tiere“, „Pflanzen“, „Meteorologie“ und „Boden“ erfordert die Kommunikation zwischen den Gruppen, da sie alle Aufgaben lediglich lösen können, wenn sie sich untereinander austauschen.

Bei der Wahl der Monitoring-Fläche, welche von den SuS untersucht werden soll, fiel die Entscheidung auf Lebensräume, die auf dem Schulgelände sind bzw. dazu gehören. Dadurch wird keine Zeit für eine lange An- und Abreise verschwendet und die SuS beschäftigen sich näher mit den Biotopen, an denen sie fast jeden Tag vorbeigehen. Wünschenswert ist es, die *Plant Blindness* (WANDERSEE & SCHUSSLER 2001) der SuS zu reduzieren und dass sie die Biodiversität bewusst wahrnehmen.

Bei einer sich z. B. jährlich wiederholenden Durchführung des Projekts kann einerseits eine Veränderung der Artenvielfalt sowie deren Auswirkungen beobachtet

werden und andererseits sollen die SuS lernen, verantwortungsvoller und nachhaltiger mit der Natur umzugehen.

Damit die SuS mit ihren gesammelten Daten in Form von identifizierten Tier- und Pflanzenarten sowie deren Standortangaben zum Monitoring von Biodiversität beitragen können, wird eine Plattform für den Austausch benötigt. Dabei stellte sich die Frage, ob speziell für Schulen eine Datenbank erstellt wird oder eine bereits bestehende genutzt wird. Die Wahl ist auf die App „anymals+plants“ gefallen (siehe Kapitel 2.7.2), welche deutschsprachig ist und sowohl auf Smartphones als auch auf einer Website verwendet werden kann. Da die Anwendungssoftware u. a. von Mitarbeitern des Museums für Naturkunde Berlin entwickelt worden ist, haben diese den Schulen freundlicherweise kostenlos Smartphones für den Zeitraum des Projekts zur Verfügung gestellt. Die App wurde als obligatorische Aufgabe in die Forscherhefte „Tiere“ und „Pflanzen“ integriert.

Die konzipierten Forscherhefte wurden anschließend einheitlich gelayoutet, ausgedruckt und in Folien eingheftet, damit sie bei der Arbeit im Freien vor Nässe geschützt sind. Die Materialien, welche für die Durchführung des Projekts benötigt werden (siehe Kapitel 4.7), wurden beschafft und eine Kostenaufstellung der Artikel angelegt.

Für die Schulaquise wurde eine Ausschreibung (siehe Anhang S. 145) mit den Kriterien formuliert, die die Schulen erfüllen müssen, um am Projekt teilnehmen zu können. Den Lehrkräften der Schulen, die sich gemeldet haben, wurde das Projekt vorgestellt und ein Zeitraum für die Durchführung festgelegt.

Eine detaillierte Beschreibung der Intervention mit den Forscherheften ist in Kapitel 3.2.4 zu finden.

### **4.3 Die Lerngruppen**

Bei der Konzipierung der Forscherhefte ist es wichtig, die Materialien auf die entsprechende Lerngruppe zuzuschneiden. Wie bereits in Kapitel 3.3 (Beschreibung der Stichprobe) beschrieben, nehmen an der Evaluierung des Projekts und der Wissensdiagnose mit Concept Maps Schülerinnen und Schüler der 8. und 9. Klasse teil. Daher wird versucht, die Themen der Forscherhefte an die Inhalte der Berliner Rahmenlehrpläne der Doppeljahrgangsstufen 7/8 sowie 9/10 anzupassen.

Die 33 SuS der 8. Klasse besuchen ein Gymnasium im Bezirk Friedrichshain-Kreuzberg und wurden aus zwei verschiedenen Teilungsklassen mit je einer

Lehrkraft im Wahlpflichtfach Biologie zusammengeschlossen. Die Schule besitzt einen Schulgarten, einen eigenen kleinen Zoo sowie viele Grünflächen. Daher können Tiere und Pflanzen bestimmt werden, ohne dass die SuS das Schulgelände verlassen müssen.

Die 9. Klasse des Gymnasiums in Steglitz-Zehlendorf setzt sich ebenfalls aus zwei verschiedenen Klassen eines Teilungsunterrichts zusammen, sodass insgesamt 28 SuS am Biodiversitäts-Projekt teilnehmen. Auch hier hat jede Klasse eine separate Biologie-Lehrkraft. Das Gymnasium hat neben einem großen Schulgarten auch eine Wetterstation, sodass ein Bezug der Meteorologie zum Lebensraum der Tiere und Pflanzen hergestellt werden kann und die SuS eigene Wetterdaten erheben können. Beide Schulen haben aufgrund der sehr gut ausgestatteten Biologie- und Chemie-Räume bereits viele der Materialien, die für die Projektdurchführung benötigt werden, im Bestand. Da Beamer bzw. interaktive Whiteboards vorhanden sind, ist eine Einführung des Projekts mit Hilfe von PowerPoint möglich.

Alle SuS der Gymnasien hatten in der Doppeljahrgangsstufe 5/6 das Unterrichtsfach NaWi (Naturwissenschaften). Daher sollten theoretisch die biologischen, chemischen und geografischen Vorkenntnisse vorhanden sein, die in Tabelle 9 als Auszug aus dem Berliner Rahmenlehrplan für die Grundschule dargestellt sind (SENATSV ERWALTUNG FÜR BILDUNG, JUGEND UND SPORT BERLIN 2008).

Tab. 9: Vorkenntnisse der SuS aus dem NaWi-Unterricht (Auszug aus dem Rahmenlehrplan)

| <b>Unterrichtsfach</b>            | <b>Themenfeld</b>                  | <b>Die SuS ...</b>   |
|-----------------------------------|------------------------------------|--|
| Naturwissenschaften (Grundschule) | 5/6 Umgang mit Stoffen im Alltag   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– untersuchen Eigenschaften von Körpern und Stoffen (Härte, Geruch, Aussehen, Farbigkeit, Masse, Volumen, Dichte, ...).</li> <li>– nutzen Beobachtungs- und Messinstrumente.</li> </ul>   |
|                                   | 5/6 Sonne - Wetter - Jahreszeiten  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– messen wetterbeschreibende Größen und stellen sie in Diagrammen dar.</li> <li>– erklären die Angepasstheit von Pflanzen und Tieren an die Bedingungen der Jahreszeiten und an ihren Lebensraum.</li> </ul>  |
|                                   | 5/6 Pflanzen - Tiere - Lebensräume | <ul style="list-style-type: none"> <li>– nennen Pflanzen und Tiere in Lebensräumen.</li> <li>– nutzen Informationen, ordnen und unterscheiden.</li> <li>– beschreiben die Angepasstheit von Pflanzen und Tieren an die spezifischen Bedingungen ihres Lebensraumes.</li> <li>– leiten arttypische Bedürfnisse anhand von Kenntnissen der Wildform ab.</li> </ul> |

| Unterrichts-<br>fach | Themenfeld | Die SuS ...   |
|----------------------|------------|---|
|                      |            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern anthropogene Veränderungen eines Lebensraumes.</li> <li>- erläutern die Nachhaltigkeit von Maßnahmen zum Schutz eines Lebensraums und seiner Arten.</li> </ul> |

Die SuS sollten laut Rahmenlehrplan schon Tiere und Pflanzen verschiedener Lebensräume behandelt haben, mit Geräten bei Versuchen umgehen können und in der Lage sein, die Ergebnisse dieser Versuche auszuwerten.

#### 4.4 Die Forscherhefte

##### 4.4.1 Die Idee

Um das Themengebiet fächerübergreifend abzudecken, wurden vier verschiedene Forscherhefte zu den Schwerpunkten Tiere, Pflanzen, Boden und Meteorologie erstellt, welche über das übergeordnete Thema Biodiversität verknüpft sind und viele Schnittpunkte enthalten, bei denen die SuS zusammenarbeiten müssen.

Die Aufgaben in den Forscherheften sind wie Arbeitsblätter gestaltet und austauschbar. Teilweise bauen diese auch aufeinander auf. Man kann beliebig Aufgaben austauschen, ergänzen oder entfernen. Die SuS dürfen ihre Forschergruppe frei wählen. Lediglich bei einem großen Ungleichgewicht bei der Verteilung auf die Themen müssen die SuS diskutieren und sich einigen. Andernfalls wird die Verteilung im Losverfahren ermittelt. Jede Forschergruppe sollte doppelt vorkommen, sodass acht gleich große Gruppen mit je drei bis vier SuS entstehen. Dadurch gibt es immer zwei Gruppen, welche die gleichen Aufgaben bearbeiten und es kann sich ausgetauscht bzw. geholfen werden, ohne dass eine Lehrkraft einschreiten muss.

In den Gruppen bekommt jeder Schüler bzw. jede Schülerin ein Forscherheft, in das die eigenen Lösungen geschrieben werden. Außerdem erhält jede Gruppe ein extra Gruppen-Forscherheft, in das die Lösungen kommen, auf welche sich die Mitglieder der Gruppe geeinigt haben.

Die Arbeitsblätter besitzen verschiedene Schwierigkeitsstufen, die für die SuS erkennbar sind und so ein differenziertes Arbeiten ermöglichen. Es gibt folgende Schwierigkeitsgrade:

★ einfach                      ★★ mittel                      ★★★ schwer

Einfache Aufgaben, welche mit nur einem Stern gekennzeichnet sind, charakterisieren sich durch reproduzierende Operatoren, wie beispielsweise nennen oder beschreiben. Aufgaben werden mit einem mittleren Schwierigkeitsgrad versehen, wenn etwas angewendet bzw. erklärt werden soll oder ein zeitaufwändiger Versuch durchgeführt wird. Die höchste Niveaustufe setzt die darunter liegenden Kompetenzen voraus. Charakteristisch sind komplexe, aufeinander aufbauende Arbeitsaufträge und Operatoren, wie z. B. vergleichen, herleiten oder erstellen.

Ein Arbeitsblatt ist entweder eine Pflicht- oder Wahlaufgabe und im Inhaltsverzeichnis sowie in jeder Kopfzeile farblich gekennzeichnet. Wahlaufgaben sind orange und Pflichtaufgaben grün markiert. Im Inhaltsverzeichnis ist auch ersichtlich, ob die Aufgabe als Hausaufgabe gelöst werden kann oder ob Versuche durchgeführt werden müssen, die nur in der Schule möglich sind. In einer leeren Spalte im Inhaltsverzeichnis können die SuS abhaken, wenn eine Aufgabe erledigt ist. Auf diese Weise behalten sie den Überblick und können das selbstständige Arbeiten besser planen.

Bei der Konzipierung wurde versucht, dass alle Forscherhefte einen ähnlichen Arbeits- und Zeitaufwand sowie prozentual gleich stark vertretene Schwierigkeitsgrade haben, damit sich die Gruppen nicht unter- bzw. überfordert fühlen und ungefähr gleichzeitig fertig werden.

Auf Seite 1 der Forscherhefte ist ein Forscherprotokoll mit dem Arbeitsauftrag zu finden, dass die Fortschritte im Forscherheft mit Hilfe des Forschertagebuchs dokumentiert werden sollen. Die SuS werden dazu aufgefordert, an jedem Projekt-Tag die Tabelle auszufüllen, welche in Abbildung 7 als Ausschnitt dargestellt ist.

---

Gruppe: Forschertagebuch  
 Name:

---

**Arbeitsauftrag:** Dokumentiere deine Fortschritte im Forscherheft mithilfe des Forschertagebuchs.

| Datum | Uhrzeit | Aktivitäten/Erledigt | Ich hatte Probleme bei: | Mein Vorhaben für zuhause: | So habe ich mich heute gefühlt: |
|-------|---------|----------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------|
|       |         | Start des Projekts   |                         |                            |                                 |
|       |         |                      |                         |                            |                                 |
|       |         |                      |                         |                            |                                 |

Abb. 7: Ausschnitt aus dem Forschertagebuch der Forscherhefte

Dadurch kann eine Lehrkraft bzw. ein Projektleiter jederzeit den Fortschritt der Gruppe bzw. die Arbeitsteilung der SuS innerhalb der Gruppe nachvollziehen.

Nach dem Inhaltsverzeichnis folgt eine Seite mit allgemeinen Hinweisen für das Projekt (siehe Beilagen S. 1). Es wird stichpunktartig genannt, was die SuS mitbringen und wie sie mit Tieren und Pflanzen umgehen sollen, was beachtet werden muss und welche Sicherheitshinweise es für das Experimentieren gibt.

Nach den Forscherheft-spezifischen Aufgaben besteht der jeweils letzte Arbeitsauftrag für die SuS darin, eine Vernetzung zwischen den Themen aller Gruppen aus Sicht der eigenen Forschergruppe herzustellen. Dazu gehören Fragen wie „Welche Bedeutung haben Tiere für die Pflanzen und umgekehrt?“ oder „Welchen Einfluss hat das Wetter auf die Pflanzen (Temperatur, Niederschlag, Luftdruck, etc.)? Haben auch Pflanzen Einfluss auf das Wetter?“. Auf diese Weise sollen die SuS einerseits die Themen kognitiv sowie systemisch miteinander verknüpfen und andererseits eine Zusammenfassung in jeder Forschergruppe erstellen.

### **4.4.2 Das Forscherheft „Tiere“**

Die Gruppe „Tiere“ ist etwas für Mutige, für SuS, die sich trauen und sich nicht ekeln, mit Tieren zu arbeiten, diese zu bestimmen und die gewonnenen Informationen der Sichtung auf einem Smartphone hochzuladen.

Im Forscherheft „Tiere“ wird nach dem Inhaltsverzeichnis und den (Sicherheits-) Hinweisen der Arbeitsauftrag für die SuS gestellt, die Lebensräume im Umfeld der Schule zu erkunden und eine Lebendfalle zu bauen, um die Tiere besser beobachten sowie bestimmen zu können. Um die Lebensräume in der näheren Umgebung zu erforschen, soll eine Tabelle erstellt werden, welche Platz für die Beschreibung des Standortes, die Anzahl der Tiere und Pflanzen und eigene Bemerkungen hat. Der Arbeitsauftrag zum Basteln einer Lebendfalle wurde an die Barber-Reusen-Falle von Radkowsch (2009, 14) angepasst. Der umgedrehte Flaschenhals verhindert ein Herauskommen der gefangenen Lebewesen und ein Dach über der Falle soll sie vor dem Ertrinken bei Regen schützen. Nachdem die SuS ihre selbstgebaute Falle aufgestellt und später kontrolliert sowie entleert haben, können sie die Tiere mit Hilfe von dichotomen Bestimmungsschlüsseln, durch das Benutzen von Bilderbüchern bzw. synoptischen Tabellen mit Abbildungen, Kennkarten sowie Bestimmungs-Apps auf dem Smartphone identifizieren und ihre Ergebnisse in einem Tier-Erfassungsbogen dokumentieren. Hilfen zur groben Bestimmung sind z. B. die Bein-

Uhr (LEHNERT, KÖHLER & RUß 2009, 16) oder die Abbildung zur Einteilung von Tieren im Boden (IQSH 2003).

Die identifizierten Lebewesen werden anschließend mit Hilfe eines Smartphones inklusive Beweisfoto in der App „anymals+plants“ erfasst. Durch GPS kann der Standort der beobachteten Tiere auf einer Karte für alle sichtbar gemacht werden und die SuS tragen auf diese Weise partizipativ zum Biodiversitätsmonitoring in Berlin bei.

Es folgen Arbeitsaufträge zur Thematik „Bedrohte Vielfalt – Biodiversität“, bei denen die SuS Schätzungen vornehmen (BUSCH & KUHN 2008), den Begriff Biodiversität mit eigenen Worten definieren, ihre Gedanken beim Lesen von erschreckenden Zahlen und Fakten beschreiben und Satzanfänge ergänzen, um zu sagen, wie sie selbst direkt oder indirekt die biologische Vielfalt schützen können.

Im Anschluss arbeiten die Forscher der Tiergruppe mit den Pflanzen-Forschern zusammen, indem sie gemeinsam die Artenvielfalt an heimischen und ausländischen Bäumen und Sträuchern untersuchen (verändert nach HOFF, JAENICKE & MIRAM 2002, 264-265). In der darauffolgenden Aufgabe überprüfen die SuS die Kennzeichen von Lebewesen an vorgegebenen und selbst ausgewählten Beispielen (verändert nach TRUERNIT 2010, 2-4). Außerdem sollen die allgemeinen Aufgaben von Tieren und Pflanzen im Boden recherchiert (IQSH 2003) und überlegt werden, was passiert, wenn eine Gruppe von Lebewesen kaum noch im Boden vorhanden wäre. Der nächste Themenkomplex nimmt den Einfluss von Tieren bei der Entstehung von Humus näher unter die Lupe.

Darüberhinaus betrachten die SuS die Nahrungsbeziehungen von Lebewesen und benennen die beiderseitigen Vorteile bei Symbiosen zwischen Tieren und Pflanzen. Die Diskussion, ob das Zusammenleben zwischen Menschen und Haustieren eine Symbiose ist, schließt sich an das Benennen weiterer Beispiele an. Der letzte Arbeitsauftrag vor der Verknüpfung der Themen mit den anderen Forschergruppen gilt dem Umweltfaktor Temperatur. Dabei sollen die SuS eine Abbildung (BIO-KOMPAKT) mit Pinguinen erklären, bei der die Beziehung zwischen dem Körpervolumen und der Außentemperatur dargestellt ist, und sich begründet entscheiden, ob sie die Bergmannsche oder die Allensche Regel zur Erklärung verwenden.

#### **4.4.3 Das Forscherheft „Pflanzen“**

Die Gruppe „Pflanzen“ ist für SuS, die dann auch im Alltag damit „angeben“ können, die Pflanzennamen zu kennen. Sie sind anspruchsvoll, da man beim Bestimmen von Pflanzen ein gutes Auge braucht und genau sein muss. Außerdem arbeiten auch sie mit einem Smartphone, um ihre Daten hochzuladen.

Der erste Arbeitsauftrag der Gruppe „Pflanzen“ ist identisch mit dem der Tiergruppe. Die SuS erkunden die Lebensräume im Umfeld der Schule und dokumentieren ihre Beobachtungen in einer Tabelle.

Es folgt eine an die von Feketitsch (2009a, 14) angepasste Anleitung, wie man Gestalt, Rinde, Zweige, Blätter, Blüten und Früchte eines Baumes betrachtet, um ihn identifizieren zu können. Mit Hilfe dieser Anleitung und einem Baum-Erfassungsbogen halten die SuS ihre Beobachtungen fest und sind in der Lage, die Bäume durch die Nutzung von Bestimmungsliteratur oder einem Bestimmungsprogramm zu benennen. Außerdem folgt eine Beschreibung, wie man zu zweit mit einem Stift und einem Maßband die Höhe eines Baumes ermitteln kann (verändert nach FEKETITSCH 2009b, 5).

Auch die Forschergruppe Pflanzen nutzt die Smartphone-App „anymals+plants“, um die Artnamen der identifizierten Bäume bzw. später anderer Pflanzen in eine Biodiversitätsdatenbank hochzuladen. Dabei wird der Standort abgefragt und ein Foto hinterlegt, sodass andere Nutzer bzw. Experten die Sichtung nachvollziehen können.

Anschließend ist ein Text zur mathematischen Botanik gegeben (KATZENBACH & WEGENER 2001), in der Fakten über eine 100-jährige Buche genannt werden. Aufgaben der SuS sind es beispielsweise, Zahlen und passende Einheiten zu extrahieren, die Blätteroberfläche des gesamten Baumes mit der Fläche eines Fußballfeldes zu vergleichen oder auszurechnen, wie viele Buchen an einem Tag Sauerstoff produzieren müssen, um die verbrauchte Menge Sauerstoff eines Transatlantikfluges zu ersetzen (MÜLLER 2008).

Im nächsten Aufgabenkomplex sollen neben den Bäumen auch andere Pflanzen bestimmt werden, die auf dem Schulgelände zu finden sind. Das können z. B. Kräuter oder Zierpflanzen sein. Für die Dokumentation des Umrisses, der Blattstellung, dem Aussehen sowie des Duftes der Blüte oder den Maßen der Pflanze steht erneut ein Pflanzen-Erfassungsbogen zur Verfügung. Wie bereits im Forscherheft der Tiergruppe gibt es anschließend Arbeitsaufträge zu den

Kennzeichen von Lebewesen (TRUERNIT 2010) und zur Biodiversität (BUSCH & KUHN 2008).

Darüberhinaus sollen die SuS unter Zuhilfenahme von gegebenen Materialien die Anpassung an unterschiedliche Höhen am Beispiel der Vegetationsstufen der Alpenflora beschreiben sowie nach einem Beispiel aus dem Tierreich recherchieren. Zudem folgen Aufgaben zur „Nahrung“ für Pflanzen, wie beispielsweise die Umwandlungsvorgänge im und auf dem Boden zu beschreiben oder Entscheidungen bei Multiple-Choice-Items zu treffen und diese zu begründen (IQSH 2003).

Um das Bestimmen von Pflanzen zu vertiefen und auf den Themenbereich „Zeigerpflanzen“ einzugehen, sollen die SuS ein 1m x 1m großes Stück Boden kartieren und nach Indikatorpflanzen Ausschau halten. Auf diese Weise können Eigenschaften des Bodens durch bestimmte Pflanzen abgeleitet werden. Es folgt die gemeinsame Aufgabe mit der Forschergruppe „Tiere“, die Artenvielfalt an heimischen und ausländischen Gehölzen zu untersuchen (verändert nach HOFF, JAENICKE & MIRAM 2002, 264-265).

Im Zusammenhang mit der Untersuchung und Recherche zur Entstehung von Humus sollen die SuS erklären, warum es nachteilig für Pflanzen ist, wenn sofort nach dem Rasenmähen das Schnittgut entfernt wird. Außerdem ist es die Aufgabe der SuS, das Gesetz des Minimums anhand einer Abbildung und unter Einbeziehung eines Info-Textes zu erläutern und die Bedeutung einiger Stoffe im Boden für die Pflanze zu recherchieren. Es reiht sich der bereits im Forscherheft „Tiere“ erwähnte Arbeitsauftrag zur Symbiose zwischen Tieren und Pflanzen an.

Den Abschluss bildet die Vernetzung der Themen, wobei die Bedeutung der Pflanzen auf die anderen Heftthemen und umgekehrt zusammengefasst werden soll.

#### **4.4.4 Das Forscherheft „Meteorologie“**

Die Gruppe „Meteorologie“ ist geeignet für Wetterforscher und Überlebenskünstler im Freien. Die SuS erfahren beispielsweise, wie man sich nur mit einer analogen Armbanduhr orientieren und wie man Wettervorhersagen anhand von Wolken oder mit Kiefernzapfen treffen kann.

Nach dem Forschertagebuch, dem Inhaltsverzeichnis und den Sicherheitshinweisen ist der erste Arbeitsauftrag der SuS, Wetter und Klima mit eigenen Worten zu definieren und Unterschiede herauszuarbeiten. Anschließend besteht eine Pflichtaufgabe darin, das Gelände der Schule zu kartieren, auf dem die anderen

Gruppen ihre Bodenproben untersuchen bzw. Tiere und Pflanzen bestimmen wollen. Dieser detaillierte und mit einer Legende versehene Lageplan wird den anderen Gruppen ausgehändigt. Darüberhinaus soll der Standort der Schule mit einem GPS-Gerät, einer Smartphone-App, einer Karte oder einem frei wählbaren Hilfsmittel (z. B. Behörde) ermittelt und die Relevanz einer Standortgenauigkeit erklärt werden.

Da für Forscher ein Versuchsprotokoll wichtig ist, um alle Ergebnisse nachvollziehbar zu dokumentieren, ist es als nächstes die Aufgabe der SuS, die Hauptpunkte eines Protokolls (MAYER 2006, 31) in die richtige Reihenfolge zu bringen. Im Anschluss soll die Temperatur in regelmäßigen Abständen über den Tag verteilt gemessen und ein Diagramm erstellt werden. Warum häufig die wärmste Zeit nicht mittags bei höchster Strahlungsintensität, sondern zwischen 14 und 15 Uhr ist, wird von den SuS recherchiert und erklärt. Ähnlich wie bei der Tiergruppe ist eine Abbildung (BIO-KOMPAKT) gegeben, die den Zusammenhang zwischen dem Körpervolumen von Pinguinen und der Außentemperatur darstellt. Die SuS müssen sich für eine der beiden vorgegebenen Regeln zur Beschreibung der Abbildung entscheiden.

Genau wie in der Pflanzengruppe sollen die Auswirkungen einer Temperaturerhöhung auf die Vegetationsstufen der Alpenflora beschrieben werden. Darüberhinaus ist es die Aufgabe der Meteorologie-Gruppe, die Höhe des Standortes der Schule mit einem selbstgewählten Hilfsmitteln zu ermitteln und zu überlegen, für welche Tätigkeiten eine exakte Höhenangabe wichtig ist.

Der nächste Themenkomplex widmet sich der Windstärke sowie der Windrichtung. Die Windstärke soll mit der Beaufort-Skala (FARNDON 2001, 143) geschätzt, mit einem Anemometer gemessen und die Werte verglichen werden. Bei der Windrichtung ist zu beachten, dass dies die Richtung ist, aus der der Wind kommt. Den SuS ist es freigestellt, wie sie die Windrichtung bestimmen. Möglich ist etwas Leichtes, das vom Wind bewegt werden kann, fallen zu lassen und in Verknüpfung mit einem Kompass oder etwas anderem, die Himmelsrichtung zu ermitteln (z. B. Armbanduhr).

Um den Luftdruck zu bestimmen, nutzen die SuS ein Barometer und halten die Werte in einer Tabelle fest. Außerdem schlussfolgern sie aus den Veränderungen des Luftdrucks auf Hoch- oder Tiefdruckgebiete und können Vorhersagen über das Wetter machen. Die Bestimmung der Luftfeuchtigkeit soll in der Schule mit Hilfe von zwei Temperaturmessungen und dem Ablesen der Differenz in einer Psychrometer-Tafel vorgenommen werden.

Was die Meteorologie mit natürlichen Indikatoren zu tun hat, wird in der nächsten Aufgabe klar. Tiere und Pflanzen reagieren auf Veränderungen der Luftfeuchtigkeit und so können beispielsweise aus der Beobachtung von Wolle, Kiefernzapfen und Seetang Wetterprognosen abgeleitet werden. Ein Wolkenatlas wird im nächsten Auftrag zur Bestimmung von Wolkentypen verwendet. Auch sie können Auskunft über das Wetter geben und dieses prognostizieren.

Wie bereits im Forscherheft der Pflanzen- und Tiergruppe kommt auch im Meteorologie-Forscherheft das Thema Biodiversität vor und es soll die Bedeutung der Meteorologie für Tiere, Pflanzen und den Boden herausgearbeitet werden.

### **4.4.5 Das Forscherheft „Boden“**

Die Gruppe „Boden“ ist geeignet für experimentierfreudige Forscher, die gerne selbstständig Versuche durchführen.

Nach einem kurzen Informationstext, welcher den Begriff Boden definiert, folgt eine Aufgabe, in der die SuS die Bedeutung des Bodens in Form eines Mind Maps dokumentieren. Anschließend sollen sie die unterschiedlichen Bodentypen auf dem Schulgelände erkunden, in einer Tabelle deren Verwendung, Eigenschaften und vorkommende Lebewesen festhalten und die Standorte in den Lageplan eintragen, den die Gruppe „Meteorologie“ erstellt hat.

Das Forscherheft „Boden“ besteht größtenteils aus Aufgaben und Abbildungen, die im Projekt Hypersoil vom Institut für Qualitätsentwicklung an Schulen in Schleswig-Holstein (IQSH) als Unterrichtsmaterialien zum Thema „Ich und der Boden“ (2003) zur Verfügung gestellt worden sind. Diese wurden an das Design und Aufgabenformat der Forscherhefte angepasst und jeweils die Quelle angegeben. Zu den erarbeiteten Themen des IQSH gehören die Bestimmung der Bodenart durch den Krümeltest, die Schichtung, Struktur und Zusammensetzung des Bodens, Luft und Humus im Boden, der Kalk-, Säure- und Stickstoffgehalt von Böden, die Wasseraufnahmegeschwindigkeit sowie Wasserspeicherfähigkeit des Bodens, die Aufgaben der Lebewesen im Boden, Zeigerpflanzen, Bodensteckbriefe und die Bodenqualität.

Genau wie die Gruppe „Meteorologie“ soll auch die Bodengruppe die Schritte eines Versuchsprotokolls (MAYER 2006, 31) in die richtige Reihenfolge bringen. Außerdem besteht eine Aufgabe darin, draußen unterschiedlich zersetzte Blätter zu suchen, sie nach dem Grad der Zersetzung zu ordnen, auf den Blättern Tiere mit der Lupe bzw.

einem Binokular zu beobachten und mit Hilfe einer Abbildung (KUHNS, PROBST & SCHILKE 1986, 106) eine kurze Geschichte zu schreiben, wie das Blatt in Humus umgewandelt wird. Äquivalent zum Forscherheft „Pflanzen“ sollen die SuS das Gesetz des Minimums (HOFF, JAENICKE & MIRAM 2002) erläutern und recherchieren, welche Bedeutungen die jeweiligen Nährstoffe aus dem Boden für die Pflanzen haben.

Wie in allen anderen Forscherheften kommt auch im Forscherheft „Boden“ das Thema „Bedrohte Vielfalt – Biodiversität“ (BUSCH & KUHNS 2008) vor. Schließlich ist der Boden selbst ein Ökosystem und Lebensraum für Tiere und Pflanzen.

Am Ende des Forscherhefts werden die Ergebnisse des Arbeitens mit dem Forscherheft in einer Tabelle zur Bodenqualität festgehalten.

### 4.5 Sachstrukturanalyse

In die fächerübergreifenden Forscherhefte sind viele Inhalte integriert, die systemisch miteinander verknüpft sind. Einen Überblick über alle Themen und ihren Zusammenhang bekommt man in Abbildung 8 (Übersicht über die Thematik in Form eines Concept Maps). Wie bereits in Kapitel 3.1.2 erwähnt, eignen sich Concept Maps auch als Ersatz der Sachstrukturanalyse, da die grafische Abbildung meist übersichtlicher ist als ein langer Text. Auch sind in der Grafik die Vernetzungen besser erkennbar. Gleichzeitig dient das Concept Map als Referenznetz für die SuS (BEHRENDT & REISKA 2001, 9). In der vorliegenden Arbeit soll das CM eine Ergänzung zur Sachstrukturanalyse darstellen. Dabei werden alle 82 Begriffe verwendet, die auch den SuS im Pre- und Post-Test zur Verfügung stehen. Im Folgenden wird versucht, die Begriffe sinnvoll miteinander zu verknüpfen.

Biodiversität ist die Kurzform des englischen Begriffs *biological diversity* und wird auch als biologische Vielfalt bezeichnet. Sie unterteilt sich in die Vielfalt an Arten sowie die genetische und Ökosystem-Vielfalt. Der Einflussfaktor Mensch trägt einen großen Teil zum Biodiversitätsverlust bei. Wörtlich übersetzt versteht man unter Biodiversität die „Vielfalt des Lebens“ und das gesamte Spektrum des Lebens in all seinen Formen (BUSCH & KUHNS 2008). Kennzeichen von Lebewesen sind der Aufbau aus Zellen, Wachstum, Fortpflanzung, Reizbarkeit, Bewegung, Stoffwechsel und Entwicklung (TRUERNIT 2010, 2). Alle Tiere und Pflanzen erfüllen diese Kriterien.



Beispiele für Pflanzen sind Gehölze (wie Bäume), Gräser oder Zierpflanzen („Blumen“). Laubbäume haben zu bestimmten Jahreszeiten Blätter an ihren Zweigen. Die Blätter sind entweder aus mehreren Blättchen zusammengesetzt oder einfach. Auch die Blattstellung variiert von Pflanze zu Pflanze. Sie kann entweder wechsel- oder gegenständig sein. Viele Pflanzen haben Blüten, um sich fortzupflanzen. Wenn diese bestäubt werden, können sich daraus Früchte entwickeln. Neben verschiedenen Farben und Formen haben Blüten auch besondere Düfte, um Tiere zum Zwecke der Pollenübertragung anzulocken. Abgestorbenes Pflanzenmaterial wird von einigen Tieren im Boden zerkleinert und dann u. a. von Bakterien, Algen und Pilzen zu Humus umgesetzt. Humus trägt zu einem guten Boden bei, welcher die belebte Verwitterungsrinde der Gesteine ist. Boden mit einer guten Bodenqualität besitzt ein aktives Bodenleben und enthält außerdem die richtigen Mengen an Wasser, Stickstoff, Bodenluft, Nährstoffen, sowie Kalk und ist wichtig für das optimale Wachstum von Pflanzen. Neben den Eigenschaften als Wasser- und Nährstoffspeicher ist Boden für Tiere und Pflanzen ein Lebensraum und kann aus verschiedenen Bodenarten, wie Sand, Kies, Lehm oder Ton bestehen. Zeigerpflanzen sind natürliche Indikatoren mit einer geringen Toleranz auf Veränderungen ihrer Lebensbedingungen und geben Hinweise auf die Beschaffenheit des Bodens, wie beispielsweise den pH-Wert. Außerdem kann man von natürlichen Indikatoren eine Wettervorhersage ableiten. Dazu gehören z. B. Wolle, Seetang und auch Kiefernzapfen. Sie zeigen Veränderungen der Luftfeuchtigkeit an und „warnen“ so vor Regen. Mit Hilfe der Meteorologie wird eine Wettervorhersage berechenbar. Allgemein bekannte Anwendungsgebiete der Meteorologie sind u. a. die Vorhersage über das Klima und das Wetter, wobei die wichtigsten Grundgrößen Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Niederschlag, Luftdruck, Windstärke und -richtung sowie die Wolkenarten sind. Die Höhe hat Einfluss auf einige dieser Grundgrößen. Während der Luftdruck mit einem Barometer gemessen und die Windstärke in der Schule mittels der Beaufort-Skala abgeschätzt wird, kann man mit Hilfe der Temperatur und einer Psychrometer-Tafel leicht die Luftfeuchtigkeit berechnen. Ein Kompass und etwas, das sich leicht vom Wind bewegen lässt, helfen, um die Windrichtung zu bestimmen. Zur Identifizierung der Wolkenarten kann man einen Wolkenatlas verwenden. Die Temperatur misst man mit einem Thermometer. Der Taupunkt gibt die Grenztemperatur an, bei der der in der Luft enthaltene Wasserdampf in Abhängigkeit vom Luftdruck Kondensat bildet. Von der

Temperatur abhängig ist der Sättigungspunkt, welcher die maximale Luftfeuchtigkeit beschreibt. Die Temperatur hat auch einen großen Einfluss auf das Tierreich. Beispielweise besagt die Bergmannsche Regel, dass gleichwarme, nahe verwandte Tiere in Gebieten mit höherer Temperatur kleiner sind, als in kälteren Gebieten, weil die Oberfläche nicht so schnell mit der steigenden Größe eines Tieres zunimmt wie das Volumen. Laut der Allenschen Regel haben gleichwarme Tiere in Gebieten mit niedrigerer Temperatur auch kleinere Körperteile als die nahe verwandten Arten in wärmeren Gebieten. Beispiele für Tiere sind Vögel, Säugetiere, Spinnen und Insekten. Diese kann man grob mit Hilfe einer Bein-Uhr unterscheiden. Für die Bestimmung mit der Bein-Uhr muss lediglich die Anzahl der Beine bekannt sein. Tiere reagieren auf Reize ihrer Umwelt, wozu auch das Licht gehört. Licht ist ein limitierender Faktor beim Gesetz des Minimums, welches besagt, dass das Wachstum von Pflanzen durch die knappste Ressource eingeschränkt ist.

### **4.6 Einordnung in die Rahmenlehrpläne von Berlin**

Die vier verschiedenen Forscherhefte, welche in Kapitel 4.4 detailliert beschrieben wurden, eignen sich zur Durchführung im Projektunterricht, z. B. am Ende eines Schuljahres oder in einer Summer School. Da es jedoch auch möglich ist, die Inhalte der Forscherhefte in die Themen der Unterrichtsfächer zu integrieren, soll mit den Lerngruppen der Versuch gestartet werden, fächerübergreifend während des laufenden Schuljahres an den Heften zu arbeiten.

Das interdisziplinäre Biodiversitätsmonitoring-Konzept ist in der Sekundarstufe I in die Themenfelder der Pflicht- (P) und Wahlbereiche (W) der Rahmenlehrpläne Berlins einzuordnen, welche in Tabelle 10 und 11 dargestellt sind. (SENATSVERWALTUNG FÜR BILDUNG, JUGEND UND SPORT BERLIN 2006). In der Doppeljahrgangsstufe 9/10 sind Inhalte und Methoden der fächerübergreifenden Forscherhefte in den Fächern Biologie, Chemie, Deutsch, Ethik, Geografie, Geschichte, ITG, Lernen in globalen Zusammenhängen und Mathematik zu finden. Zusätzlich zu den eben genannten Unterrichtsfächern passen die Forscherhefte in der Doppeljahrgangsstufe 7/8 zu den Bildungsstandards des Faches Physik.

Tab. 10: Einordnung des Projekts „Biodiversitätsmonitoring“ in die Rahmenlehrpläne Berlins der Klassenstufe 7/8

| <b>Unterrichtsfach</b> | <b>Themenfeld</b>  | <b>Die SuS ...</b>   |
|------------------------|--|--|
| Biologie               | P2 7/8 Lebensräume und ihre Bewohner<br>– vielfältige Wechselwirkungen | – bestimmen einheimische Tier- und Pflanzenarten der Schulumgebung.<br>– veranschaulichen Daten messbarer Größen unter Nutzung des Computers.  |
|                        | W2 7/8 Gliederfüßer – kleine Tiere mit großer Bedeutung                | – erklären das Prinzip von Bestimmungsschlüsseln und ermitteln einheimische Arten.   |
|                        | W3 7/8 Wurm ist nicht gleich Wurm                                      | – erläutern die Bedeutung einheimischer Tiere für den Menschen und die Umwelt.   |
| Chemie                 | P2 7/8 Luftig leicht und schwer belastet                               | – diskutieren und beurteilen die Auswirkungen von Luftschadstoffen.  |
|                        | P3 7/8 Wasser – Element oder Verbindung?                               | – erläutern die Bedeutung des Wassers.   |
| Deutsch                | 7/8 Lesefertigkeiten: Lesetechniken & Lesestrategien                   | – nutzen verschiedene Lesetechniken und Lesestrategien selbstständig und klären Wortbedeutungen.   |
|                        | 7/8 Lesen: Verstehen von Sachtexten                                    | – recherchieren und verknüpfen Informationen, entwickeln ein Textverständnis.  |
| Ethik                  | 7/8 Argumentieren und Urteilen   | – formulieren einen eigenen, begründeten Standpunkt in Konflikten und Dilemmata.   |
| Geografie              | T1 7/8 Raumpotenziale und ihre Nutzung                                 | – analysieren die Folgen von Eingriffen des Menschen und bewerten sie unter Beachtung des Leitbilds der Nachhaltigkeit.<br>– beschreiben vernetzt Auswirkungen des Klimas auf Wasser, Vegetation, Boden sowie Folgen für die Erschließung der Räume. |
| Geschichte             | 7/8 Deutungs- und Analysekompetenz                                     | – beschreiben Prägungen und Spuren aus der Vergangenheit in ihrer heutigen Lebenswelt.   |

#### 4 Planung der fächerübergreifenden Forscherhefte

| <b>Unterrichtsfach</b>            | <b>Themenfeld</b>  | <b>Die SuS ...</b>   |
|-----------------------------------|--|--|
| ITG                               | Sek I ITG1 Aufbau und Wirkungsweise von Informatiksystemen | – erlernen die Bedienung von Programmen durch mündliche und schriftliche Anweisung, durch die Zusammenarbeit mit Mit-SuS und Online-Hilfesysteme.  |
|                                   | Sek I WP3 Informationssysteme                              | – benutzen externe elektronische Datensammlungen und Datenbanken.<br>– bewerten Eignung und Benutzerfreundlichkeit der unterschiedlichen Oberflächen im Zusammenhang mit dem Einsatzzweck. |
| Lernen in globalen Zusammenhängen | 7/8 Beurteilen von Entwicklungsmaßnahmen                   | – erkennen und beurteilen Entwicklungsmaßnahmen als nachhaltig bzw. nicht nachhaltig.  |
| Mathematik                        | P1 7/8 Daten erheben und verstehen                         | – planen statistische Erhebungen, erfassen die Daten und stellen sie dar.  |
| Physik                            | W0 7/8 Experimentieren, Protokollieren und Auswerten       | – führen Experimente durch, gehen mit Arbeitsgeräten sachgerecht und sorgfältig um und dokumentieren die Ergebnisse.   |
|                                   | W3 7/8 Wetterkunde   | – analysieren Methoden der Erhebung von Wetterdaten und beschreiben die Sonne als Energiespender.  |

Tab. 11: Einordnung des Projekts „Biodiversitätsmonitoring“ in die Rahmenlehrpläne Berlins der Klassenstufe 9/10

| <b>Unterrichtsfach</b> | <b>Themenfeld</b>  | <b>Die SuS ...</b>  |
|------------------------|--|---|
| Biologie               | P1 9/10 Pflanze – nicht nur grün                             | – bestimmen einheimische Pflanzen und erläutern ihre Umweltansprüche.                             |
| Chemie                 | P1 9/10 Säuren und Laugen – aus Erde, Feuer, Luft und Wasser | – bestimmen den pH-Wert eigener Bodenproben und beurteilen die Qualität des Bodens.               |
|                        | P2 9/10 Salze – Gegensätze ziehen sich an                    | – ermitteln den Kalk- und Stickstoffgehalt in Bodenproben und bewerten den Einfluss auf Pflanzen. |
|                        | W3 9/10 Vom Ammoniak zum Düngemittel                         | – schätzen die Bedeutung des Düngens und wichtiger Rohstoffe ein.                                 |

#### 4 Planung der fächerübergreifenden Forscherhefte

| <b>Unterrichtsfach</b>               | <b>Themenfeld</b>   | <b>Die SuS ...</b>  |
|--------------------------------------|---|---|
| Deutsch                              | Lesefertigkeiten:<br>Lesetechniken &<br>Lesestrategien  | – wenden Suchstrategien an,<br>identifizieren Verstehensprobleme und<br>erfassen Informationen eines Textes.  |
|                                      | Schreibhandlungen:<br>Berichten &<br>Protokollieren   | – sammeln und ordnen Informationen<br>und protokollieren ihre Ergebnisse.   |
| Ethik                                | Argumentieren und<br>Urteilen   | – bringen Vorschläge und Lösungen für<br>Problemstellungen und Konflikte ein.   |
| Geografie                            | P 3 9/10 Globale<br>Zukunftsszenarien und<br>Wege zur Nachhaltigkeit<br>auf lokaler und globaler<br>Ebene | – bereiten Informationen/<br>Arbeitsergebnisse auf und stellen sie in<br>komplexer Form (z. B. Karten, Skizzen,<br>Diagramme, Schemata, Tabellen,<br>Sachtexte, Zusammenfassungen usw.)<br>dar.           |
| Geschichte                           | Deutungs- und<br>Analysekompetenz   | – stellen Prägungen und Spuren aus der<br>Geschichte in ihrer heutigen<br>Lebenswelt fest.  |
| ITG                                  | Sek I ITG1 Aufbau und<br>Wirkungsweise von<br>Informatiksystemen  | – erlernen die Bedienung von<br>Programmen durch mündliche und<br>schriftliche Anweisung, durch die<br>Zusammenarbeit mit Mit-SuS und<br>Online-Hilfesysteme.   |
|                                      | Sek I WP3<br>Informationssysteme  | – benutzen externe elektronische<br>Datensammlungen und Datenbanken.<br>– bewerten Eignung und<br>Benutzerfreundlichkeit der<br>unterschiedlichen Oberflächen im<br>Zusammenhang mit dem<br>Einsatzzweck. |
| Lernen in globalen<br>Zusammenhängen | Beurteilen von<br>Entwicklungsmaßnahmen   | – beurteilen ausgewählte<br>Entwicklungsmaßnahmen als<br>nachhaltig bzw. nicht nachhaltig.  |
|                                      | Partizipation &<br>Mitgestaltung  | – erörtern Möglichkeiten, die Ziele der<br>nachhaltigen Entwicklung im<br>persönlichen Bereich zu verfolgen und<br>reflektieren den eigenen Lebensstil.   |
| Mathematik                           | P2 9/10 Längen und<br>Flächen bestimmen und<br>berechnen  | – berechnen in Sachproblemen<br>Streckenlängen im Raum.   |
|                                      | P3 9/19 Aus statistischen<br>Daten Schlüsse ziehen  | – planen Erhebungen und nutzen<br>unterschiedliche<br>Darstellungsmöglichkeiten.  |

Das Thema „Biodiversität“ ist in den fächerkoordinierenden bzw. themenzentrierten Unterricht einzuordnen (siehe Kapitel 2.5), was zur dritten Stufe fächerübergreifenden Unterrichts gehört (LABUDE 2003; HÄUßLER *et al.* 1998; KREMER & STÄUDEL 1997). In Tabelle 12 sind die Unterrichtsfächer in Zusammenhang mit den Inhalten der Fächer abgebildet, die mit den Forscherheften abgedeckt werden könnten.

Tab. 12: Thematische Eingliederung des Projekts „Biodiversitätsmonitoring“ in das Unterrichtskonzept

| <b>Fach</b> | <b>Inhalt</b>   |
|-------------|---|
| Biologie    | <b>Biodiversität</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bestimmen von Tieren &amp; Pflanzen</li> <li>- Lebensräume im Umfeld der Schule</li> <li>- Barber-Reusen-Falle</li> <li>- Kennzeichen von Lebewesen</li> <li>- Bedrohte Vielfalt</li> <li>- Nahrungsbeziehung von Lebewesen &amp; Symbiose</li> <li>- Anpassung an Höhen</li> <li>- Artenvielfalt an (nicht-)heimischen Gehölzen</li> </ul>   |
| Chemie      | <b>Bedeutung &amp; Untersuchung des Bodens</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schichtung, Zusammensetzung &amp; Struktur des Bodens</li> <li>- Bodenproben auswählen</li> <li>- Bestimmung einer Bodenart &amp; Bedeutung des Bodens</li> <li>- Luft, Wasser &amp; Humus im Boden</li> <li>- Relevanz von Nährstoffen &amp; Gesetz des Minimums</li> <li>- Kalk-, Säure- und Stickstoffgehalt von Böden</li> <li>- Aufgaben von Lebewesen im Boden</li> <li>- Zeigerpflanzen</li> <li>- Aufbau von Versuchsprotokollen</li> </ul> |
| Deutsch     | <b>Lese- &amp; Schreibfertigkeiten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfassen von Kurzgeschichten</li> <li>- Recherchieren &amp; Lesen von Sachtexten</li> </ul>  |
| Ethik       | <b>Argumentieren &amp; Bewerten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formulierung von Gedanken &amp; des eigenen Standpunktes in Bezug zum Biodiversitätsverlust</li> <li>- Finden von Vorschlägen und Lösungen</li> </ul>  |
| Geografie   | <b>Klima-/Umweltfaktoren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unterscheidung Klima/Wetter</li> <li>- Kartieren eines Geländes</li> <li>- Umweltfaktor Temperatur</li> <li>- Ermittlung des Standortes &amp; Höhenbestimmung</li> <li>- Windstärke &amp; Windrichtung</li> <li>- Luftdruck, Luftfeuchtigkeit &amp; Wolkenarten</li> <li>- Wettervorhersage mit natürlichen Indikatoren</li> </ul>  |
| Geschichte  | <b>Deuten &amp; Analysieren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Daten &amp; Fakten zur Entwicklung des Biodiversitätsverlustes</li> </ul>  |

| <b>Fach</b>                       | <b>Inhalt</b>  |
|-----------------------------------|--|
| ITG                               | <b>Datenbanken</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sammeln der Daten in der Datenbank „anymals+plants“</li> <li>- Arbeiten mit digitalen Bestimmungshilfen</li> <li>- Recherche in Online-Datenbanken</li> </ul>                                |
| Lernen in Globalen Zusammenhängen | <b>Nachhaltigkeit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Partizipation &amp; Mitgestaltung („anymals+plants“)</li> <li>- Beurteilen von Entwicklungsmaßnahmen</li> </ul>   |
| Mathematik                        | <b>(Be-)Rechnen, Erheben von Daten &amp; Auswerten</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mathematische Botanik</li> <li>- Erstellen und Interpretieren von grafischen Darstellungen</li> <li>- Bestimmen von Längen, Flächen und Höhen</li> </ul> |
| Physik                            | <b>Versuche &amp; Messungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Experimentieren, Protokollieren und Auswerten</li> <li>- Nutzen physikalischer Messgeräte</li> <li>- Wetterkunde</li> </ul>   |

Die Forscherhefte zum Biodiversitätsmonitoring können die Fächer Biologie, Chemie, Ethik, Geografie, Geschichte, ITG, Lernen in Globalen Zusammenhängen, Mathematik und Physik vereinen und so fächerübergreifend einbezogen werden.

#### 4.7 Equipment und Kostenaufstellung

Für die Bearbeitung der Forscherheft-Aufgaben und Durchführung der Versuche werden Materialien benötigt, die im Baumarkt und Supermarkt erhältlich sind und leicht erworben werden können. Tabelle 13 zeigt eine Kostenaufstellung der Geräte und Materialien, welche pro Schule erforderlich sind, um alle Aufgaben zu lösen.

Tab. 13: Kostenaufstellung der benötigten Geräte und Materialien für eine Schule

| <b>Artikel</b>                   | <b>benötigt für</b>                    | <b>Anzahl</b> | <b>Einzelpreis</b> | <b>Händler</b> | <b>Kosten in EUR</b> |
|----------------------------------|--|---------------|--------------------|----------------|----------------------|
| Blumentöpfe mit Löchern im Boden | Exp. im Boden: Wasserspeicherfähigkeit | 3             | 0,59               | Baumarkt       | 1,77                 |
| Filterpapier (Kaffeefilter)      | Wasserspeicherfähigkeit Boden          | 50            | 0,45               | Supermarkt     | 0,45                 |
| Foto-Klebe-Ecken                 | Concept Maps                           | 1             | 6,69               | McPaper        | 6,69                 |
| Gesamthärte-Teststäbchen         | Gewässergüte-Bestimmungs-material      | 1 Pck         | 7,44: 10           | shop.wasser.de | 7,44                 |
| Gummihammer                      | Exp.: Boden                            | 1             | 3,99               | Baumarkt       | 3,99                 |
| Handschaufel/ Blumenkelle        | Exp. im Boden                          | 2             | 1x 3,29 & 1x 1,49  | Baumarkt       | 4,78                 |

#### 4 Planung der fächerübergreifenden Forscherhefte

| <b>Artikel</b>                               | <b>benötigt für</b>                               | <b>Anzahl</b> | <b>Einzelpreis</b> | <b>Händler</b>            | <b>Kosten in EUR</b> |
|--|---|---------------|--------------------|---------------------------|----------------------|
| Heringe                                      | Zeigerpflanzen: Gebiet abstecken                  | 10            | 2,99               | Baumarkt                  | 2,99                 |
| Holzbretter                                  | Exp.: Schichtung & Wasseraufnahmegeschw. im Boden | 2             | 0,99               | Baumarkt                  | 1,98                 |
| Kies   | Exp.: Boden                                       | 5 L           | 0,75               | Baustoffhandel            | 0,75                 |
| kleine Pinsel (Gr 6)                         | Tier-Bestimmung                                   | 2             | 0,85               | BIOS Pelikan              | 1,70                 |
| Kompass                                      | Bestimmung Windrichtung                           | 1             | 1,40               | Dito-online               | 1,40                 |
| Konservendosen ohne Deckel und Boden         | Exp.: Luft & Wasseraufnahmegeschw. im Boden       | 4             |                    | Supermarkt                | 2,58                 |
| Kopierpapier (A4, 80g)                       | Forscherheft & Evaluierungsbögen                  | 3 Ries        | 2,94               | BIOS Calließ Bürotechnik  | 8,32                 |
| Kreppband (50m x 25mm)                       | Namen der SuS                                     | 1 Rolle       | 1,32               | BIOS 5 Star               | 1,32                 |
| Lackmus-Papier (rot, 4,8m)                   | Exp.: Boden                                       | 1 Pck         | 16,95              | Apotheke                  | 16,95                |
| Leine/Seil: PP-Schnur                        | Zeigerpflanzen: Gebiet abstecken                  | mind. 2x4 m   | 2,79               | Baumarkt                  | 2,79                 |
| Nitrat-Teststäbchen (Merckoquant)            | Boden- und Gewässergüte-Bestimmungs-material      | 1 Pck         | 16,50: 25          | Merckmilli-pore           | 16,50                |
| pH-Indikator-Papier (pH 1-14, 7mm, 5m-Rolle) | Exp.: Boden                                       | 1 Rolle       | 4,05               | mercateo: Rotilabo        | 4,05                 |
| Plastikeimer 5L ohne Deckel                  | Proben sammeln                                    | 3             | 0,66               | BIOS                      | 1,98                 |
| Poster-Papier                                | Concept Maps                                      | 16            | 1,00               | Bastelladen               | 16,00                |
| Sand   | Exp.: Boden                                       | 5 L           | 0,75               | Baustoffhandel            | 0,75                 |
| Schaschlik-Spieße                            | Barber-Reusen-Falle                               | 50            | 0,99               | Supermarkt                | 0,99                 |
| Schnellhefter (je 25: grün, rot, gelb, blau) | Forscherheft                                      | 40            | 0,72               | BIOS: Calließ Bürotechnik | 2,88                 |
| Seetang                                      | Wettervorhersage (Luftfeuchtigkeit)               | 1 Pck 25 g    | 1,15               | Asia-Markt                | 1,15                 |
| Spaten                                       | Exp.: Schichtung des Bodens                       | 2             | 6,99               | Baumarkt                  | 13,98                |
| Tesafilm (19mm x 33m)                        | Exp.: Struktur des Bodens                         | 1             | 0,35               | BIOS 5 Star               | 0,35                 |
| Thermometer: digital (LCD)                   | Meteorologie-Exp.                                 | 1             | 5,8                | BIOS Hama                 | 5,80                 |

#### 4 Planung der fächerübergreifenden Forscherhefte

| <b>Artikel</b>                           | <b>benötigt für</b>           | <b>Anzahl</b> | <b>Einzelpreis</b> | <b>Händler</b>  | <b>Kosten in EUR</b> |
|--|-------------------------------|---------------|--------------------|-----------------|----------------------|
| Vielzweck-Klebeetiketten (3340, 62x19mm) | Proben beschriften            | ca. 200       | 3,02               | BIOS: Zweckform | 3,02                 |
| wasserfeste Marker                       | Proben beschriften            | 2             | 1,00               | BIOS            | 2,00                 |
| Watte                                    | Wasserspeicherfähigkeit Boden | 1             | 0,69               | Supermarkt      | 0,69                 |
| Wellpappe 50x70cm                        | Barber-Reusen-Falle           | 1             | 1,55               | Bastelladen     | 1,55                 |
| <b>Kosten gesamt:</b>                    |                               |               |                    |                 | <b>137,59 EUR</b>    |

Die Preise beziehen sich auf die erworbenen Produkte. Einige Artikel gibt es bei mehr Zeit beim Preisvergleich sicher auch günstiger.

Da die Smartphones lediglich während der Projektzeit verwendet werden, können diese beim Museum für Naturkunde Berlin ausgeliehen werden und verursachen keine Kosten. Eine Lehm-Probe wird kostenlos vom Verein der Baufachfrauen Berlin und Stoffbeutel vom WBGU zur Verfügung gestellt. In Tabelle 14 sind die Artikel dargestellt, welche geliehen bzw. gespendet werden.

Tab. 14: Übersicht der geliehenen bzw. geschenkten Geräte und Materialien

| <b>Artikel</b>                             | <b>Anzahl</b> | <b>Art</b> | <b>erhalten von</b>          |
|--|---------------|------------|------------------------------|
| Android-Smartphones: Samsung Galaxy Note 2 | 4             | Ausleihe   | Museum für Naturkunde Berlin |
| Lehm                                       | 1 kg          | Spende     | BAUFACHFRAU Berlin e.V       |
| Stoffbeutel „Die große Transformation“     | 10            | Spende     | WBGU                         |

In den Schulen, in denen das Projekt durchgeführt wird, sind die Materialien bereits vorhanden, welche in Tabelle 15 gelistet sind.

Tab. 15: Übersicht der Geräte und Materialien, die bereits in den Schulen vorhanden sind

| <b>Artikel A-H</b>   | <b>Artikel K-Sa</b>        | <b>Artikel Sc-W</b>     |
|----------------------|----------------------------|-------------------------|
| Atlanten             | Kittel                     | Schutzbrillen           |
| Barometer            | Klammern                   | Spatel                  |
| Bechergläser         | Kreuzmuffen                | Spitzgläser             |
| Bestimmungsliteratur | Löffel                     | Sprühflasche mit Wasser |
| Binokular            | Messbecher / Standzylinder | Stativständer           |
| Bunsenbrenner        | Petrischalen               | Thermometer:            |
| Computer im PC-Raum  | Pinzetten                  | Tiegelzange             |
| Dreifuß              | Pipette                    | Uhrgläser               |
| Erste-Hilfe-Kasten   | Porzellanschalen           | Waage                   |
| Gitterdreieck        | Porzellantiegel            |                         |
| Hygrometer           | Salzsäure-Lösung (10%)     |                         |

Tabelle 16 zeigt die Posten, welche die SuS selbst mitbringen sollen bzw. können.

Tab. 16: Übersicht der Geräte und Materialien, die von den SuS mitzubringen sind

| <b>Artikel</b>                  | <b>benötigt für</b>  |
|---------------------------------|--|
| Armbanduhr                      | Stoppuhr, Bestimmen der Himmelsrichtung                            |
| Bestimmungsliteratur            | Bestimmen von Tieren und Pflanzen                                  |
| eigene Smartphones (Android)    | für Belegfotos, Nutzen der Apps                                    |
| Fotoapparat                     | Dokumentation von Tier- und Pflanzenarten und für Erinnerungsfotos |
| ausreichend Getränke            | Gesundheit   |
| lange Kleidung und feste Schuhe | Vorsicht vor Zecken  |
| Lineal                          | Anfertigen von Lageskizzen, Messen                                 |
| Schere                          | Bauen einer Lebend-Insekten-Falle                                  |
| Sonnenbrille                    | Schutz der Augen vor zu viel Sonnenlicht                           |
| Stifte                          | Dokumentieren der Ergebnisse                                       |

Aus privaten Mitteln werden darüberhinaus ein GPS-Gerät, Bestimmungsliteratur („Was blüht denn da“, „Der große Kosmos-Naturführer“ etc.), ein Anemometer, Maßbänder (z. B. von Ikea), leere Einweg-Plastikflaschen und Marmeladengläser sowie Kiefernzapfen zur Verfügung gestellt.



## 5 Ergebnisse

### 5.1 Ergebnisse der Concept Maps

#### 5.1.1 Übersicht über die ermittelten Graphenmaße

Die Auswertung der Concept Maps erfolgte durch die Ermittlung der Graphenmaße von 15 CMs zu je zwei Messzeitpunkten von SuS, die mit den Forscherheften gearbeitet haben. Dabei fertigten die SuS der 8. Jahrgangsstufe jeweils acht und die Probanden der 9. Jahrgangsstufe jeweils sieben CMs an. Vergleichbar sind sie durch die vorgegebene Auswahl an identischen Begriffskärtchen bzw. Knoten und durch die Auswertung mit einem Kriterien-orientierten Kodiersystem, bei dem jede einzelne Relation bzw. Kante von mehreren Ratern bewertet und bepunktet wurde. Die Interraterreliabilität der drei Bewerter liegt mit Kendalls Konkordanzkoeffizient  $W$  bei 0,69 (siehe Kapitel 3.4.1) und kann damit als gut bzw. beachtlich (LANDIS & KOCH 1977) eingestuft werden.

In Tabelle 17 sind die Ergebnisse der Graphenmaße des Pre- und Post-Tests der Probanden, die mit den Forscherheften gearbeitet haben, zusammenfassend dargestellt. Die detaillierten Tabellen mit den Werten der einzelnen CMs zu den Messzeitpunkten I und II sind im Anhang (S. 222-223) zu finden. In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse der Graphenmaße visualisiert und erklärt.

Tab. 17: Übersicht der Graphenmaße zur Bewertung von Concept Maps im Pre- und Post-Test

| <b>15 CMs zum MZPI</b>  | KNO  | KNO <sub>selbst</sub> | KAN  | KAN <sub>richtig</sub> | KAN <sub>falsch</sub> | Score | KPX <sub>1</sub> | KPX <sub>2</sub> | KPX <sub>3</sub> |
|-------------------------|------|-----------------------|------|------------------------|-----------------------|-------|------------------|------------------|------------------|
| Minimum                 | 19   | 0                     | 20   | 11                     | 9                     | 27    | 0,900            | 1,011            | 0,460            |
| Maximum                 | 67   | 6                     | 94   | 49                     | 59                    | 111   | 1,403            | 1,698            | 0,927            |
| arithm. Mittelwert      | 46,6 | 1,7                   | 52,9 | 31,2                   | 21,6                  | 76,3  | 1,130            | 1,459            | 0,670            |
| Standardabweichung      | 13,0 | 1,9                   | 17,7 | 10,9                   | 12,2                  | 24,1  | 0,148            | 0,202            | 0,147            |
| <b>15 CMs zum MZPII</b> | KNO  | KNO <sub>selbst</sub> | KAN  | KAN <sub>richtig</sub> | KAN <sub>falsch</sub> | Score | KPX <sub>1</sub> | KPX <sub>2</sub> | KPX <sub>3</sub> |
| Minimum                 | 49   | 0                     | 56   | 42                     | 5                     | 94    | 1,027            | 1,424            | 0,778            |
| Maximum                 | 81   | 6                     | 95   | 80                     | 24                    | 171   | 1,253            | 1,908            | 1,127            |
| arithm. Mittelwert      | 67,0 | 1,9                   | 76,1 | 61,7                   | 14,4                  | 132,4 | 1,136            | 1,737            | 0,918            |
| Standardabweichung      | 10,1 | 1,6                   | 13,1 | 13,1                   | 6,1                   | 26,1  | 0,079            | 0,132            | 0,107            |

Um zu überprüfen, ob sich die CMs der Probanden vom MZP I zum MZP II durch die Intervention mit den Forscherheften und nicht aufgrund des Einübens der Methode Concept Mapping verändern, wurde eine Unterschiedsprüfung der Graphenmaße der Probanden- sowie der Kontrollgruppe mit dem Mann-Whitney-U-Test (siehe Kapitel 3.4.1) vorgenommen. Die SuS der Kontrollgruppe fertigten zu jedem MZP sieben

CMs an. Tabelle 18 zeigt die p-Werte der untersuchten Variablen und die daraus resultierenden Schlussfolgerungen auf die Nullhypothese.

Tab. 18: Unterschiedsprüfung der Probanden- und Kontrollgruppe mit dem Mann-Whitney-U-Test

| Variable               | Messzeitpunkt I |                |  | Messzeitpunkt II |                |  |
|------------------------|-----------------|----------------|--|------------------|----------------|--|
|                        | p               | H <sub>0</sub> | Schlussfolgerung                           | p                | H <sub>0</sub> | Schlussfolgerung                           |
| KNO                    | 1,000           | behalten       | $KNO_{\text{Prob}}=KNO_{\text{Kontr}}$     | 0,001            | ablehnen       | $KNO_{\text{Prob}}>KNO_{\text{Kontr}}$     |
| KAN                    | 0,490           | behalten       | $KAN_{\text{Prob}}=KAN_{\text{Kontr}}$     | 0,000            | ablehnen       | $KAN_{\text{Prob}}>KAN_{\text{Kontr}}$     |
| KAN <sub>richtig</sub> | 0,873           | behalten       | $KANr_{\text{Prob}}=KANr_{\text{Kontr}}$   | 0,000            | ablehnen       | $KANr_{\text{Prob}}>KANr_{\text{Kontr}}$   |
| KAN <sub>falsch</sub>  | 0,780           | behalten       | $KANf_{\text{Prob}}=KANf_{\text{Kontr}}$   | 0,731            | behalten       | $KANf_{\text{Prob}}=KANf_{\text{Kontr}}$   |
| Score                  | 0,731           | behalten       | $Score_{\text{Prob}}=Score_{\text{Kontr}}$ | 0,000            | ablehnen       | $Score_{\text{Prob}}>Score_{\text{Kontr}}$ |
| KPX <sub>1</sub>       | 0,056           | behalten       | $KPX1_{\text{Prob}}=KPX1_{\text{Kontr}}$   | 0,005            | ablehnen       | $KPX1_{\text{Prob}}>KPX1_{\text{Kontr}}$   |
| KPX <sub>2</sub>       | 0,680           | behalten       | $KPX2_{\text{Prob}}=KPX2_{\text{Kontr}}$   | 0,002            | ablehnen       | $KPX2_{\text{Prob}}>KPX2_{\text{Kontr}}$   |
| KPX <sub>3</sub>       | 0,535           | behalten       | $KPX3_{\text{Prob}}=KPX3_{\text{Kontr}}$   | 0,001            | ablehnen       | $KPX3_{\text{Prob}}>KPX3_{\text{Kontr}}$   |
| INS                    | 1,000           | behalten       | $INS_{\text{Prob}}=INS_{\text{Kontr}}$     | 0,407            | behalten       | $INS_{\text{Prob}}=INS_{\text{Kontr}}$     |

Die Graphenmaße der Probandengruppe wurden in SPSS mit den Graphenmaßen der Kontrollgruppe, welche nicht mit den Forscherheften gearbeitet hat, verglichen. Ein p-Wert unter dem Signifikanzniveau von 0,05 führt zur Ablehnung der Nullhypothese (siehe Kapitel 3.4.1). Die Verteilung der Mediane der Variablen wäre in diesem Fall zwischen den genannten Gruppen nicht gleich. Mit Hilfe der Ränge (siehe Anhang S. 228-241) konnte darüberhinaus geschlussfolgert werden, ob die Variable der Probandengruppe bei einer abgelehnten Nullhypothese größer oder kleiner ist als die der Kontrollgruppe. Zum Messzeitpunkt I liegt der p-Wert immer über dem Signifikanzniveau, sodass die Nullhypothese jeweils behalten wurde und angenommen wird, dass die Verteilung der Graphenmaße zwischen den Gruppen gleich ist. Im Post-Test gibt es ebenfalls fast keine Unterschiede bei der Anzahl an falschen Kanten und der Anzahl an erstellten Inseln. Dafür zeigt der Mann-Whitney-U-Test zum Messzeitpunkt II, dass in der Probandengruppe mit der Intervention die Anzahl an verwendeten Knoten, die Anzahl an konstruierten sowie richtigen Kanten, der Summenscore und die drei Komplexitätsindizes signifikant größer sind als in der Kontrollgruppe.

### 5.1.2 Fachwissen

In Abbildung 9 visualisieren die Boxplots die Häufigkeiten der verwendeten Begriffe „KNO“, aller konstruierten Kanten „KAN“, der fachwissenschaftlich richtigen Kanten „KAN<sub>richtig</sub>“ sowie der fachwissenschaftlich falschen Kanten „KAN<sub>falsch</sub>“ zu den Messzeitpunkten I (Pre-Test) und II (Post-Test).

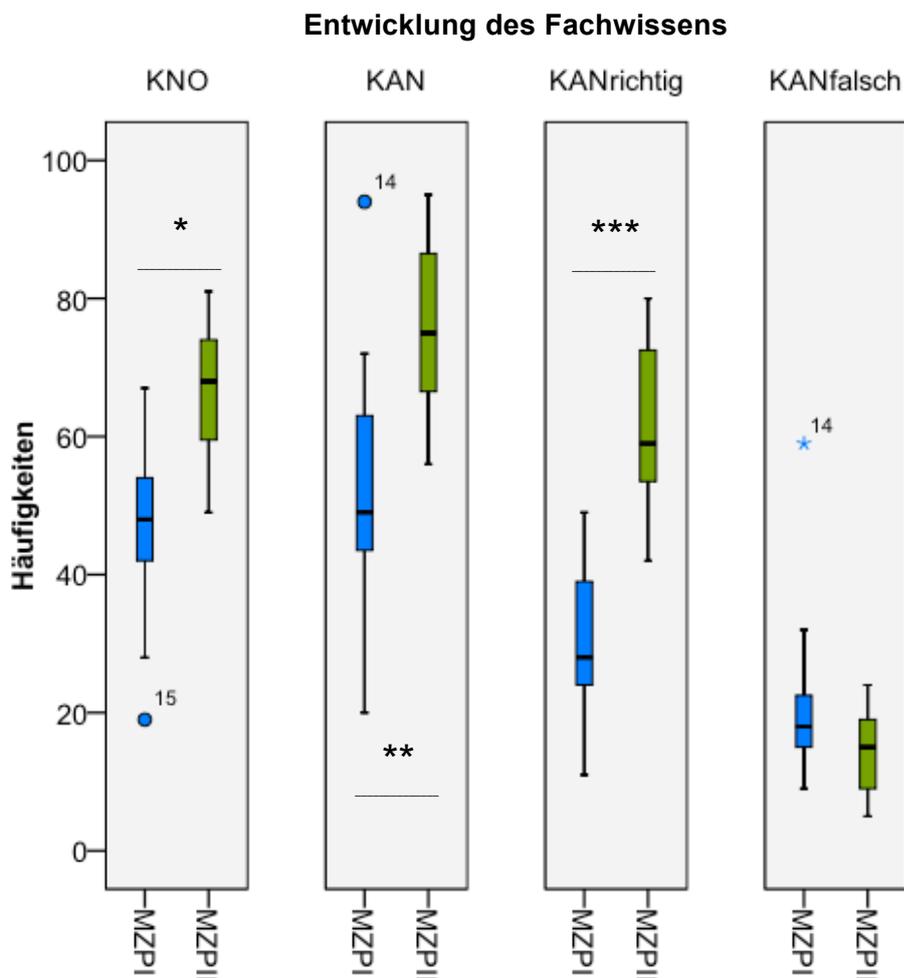


Abb. 9: Mittelwerte der verwendeten Knoten und Kanten im Pre- und Post-Test  
Signifikanz \*:  $p=0,001$ ; Signifikanz \*\*:  $p=0,001$ ; Signifikanz \*\*\*:  $p=0,001$

Im Mittel werden Concept Maps mit 47 Begriffskärtchen zum Messzeitpunkt I und 67 Begriffskärtchen zum Messzeitpunkt II von den SuS erstellt (KNO). Ein Ausreißer weicht mit 19 verwendeten Knoten im Pre-Test stärker von den restlichen Werten ab. Der Anstieg der genutzten Begriffskärtchen von den Vorher- zu den Nachher-CMs ist signifikant<sup>3</sup>. Alle Gruppen, welche CMs anfertigten, haben zum Messzeitpunkt II mehr Knoten verwendet. Insgesamt standen den SuS 82 beschriftete Kärtchen zur

<sup>3</sup> KNO (Wilcoxon-Test:  $N=15$ ; 0 negative Ränge; 15 positive Ränge;  $p=0,001$ ;  $\alpha=0,05$ )

Verfügung. Diese Zahl hat keine der Gruppen überschritten. Eher wurden Begriffskarten nicht verwendet. Zu beiden Messzeitpunkten wurden durchschnittlich zwei eigene, selbstbeschriebene Begriffskärtchen hinzugefügt (siehe Tab. 17). Die Concept Maps bestehen im Durchschnitt zum Messzeitpunkt I aus 53 Verknüpfungen und zum Messzeitpunkt II aus 76 Kanten (KAN). Ein Ausreißer ist im Pre-Test mit einer maximalen Anzahl an Kanten von 94 zu finden. Summarisch werden im Post-Test signifikant mehr Verknüpfungen erstellt<sup>4</sup>. 14 von 15 Gruppen konstruieren zum Messzeitpunkt II mehr Kanten als zum Messzeitpunkt I (14 positive Ränge). Lediglich die Gruppe mit den 94 Verknüpfungen im Pre-Test verringert die Anzahl an Kanten im Post-Test auf 93.

Deutliche Unterschiede sind darüberhinaus zu sehen, wenn man die Richtigkeit der Kanten betrachtet. Bei der Verwendung fachwissenschaftlich richtiger Kanten ( $KAN_{\text{richtig}}$ ) ist ein signifikantes Ansteigen vom Pre- zum Post-Test zu beobachten<sup>5</sup>. Der oberste Quartilswert zum Messzeitpunkt I liegt sogar noch unter dem Interquartilsabstand des Messzeitpunktes II. Die Kantenzahl fachwissenschaftlich falscher Kanten  $KAN_{\text{falsch}}$  sinkt dagegen vom Pre- zum Post-Test. Ein Extremwert ist zum Messzeitpunkt I mit 59 nicht korrekten Verknüpfungen zu finden. Zum Messzeitpunkt II gibt es nur maximal 24 fachwissenschaftlich falsche bzw. nicht beschriftete Kanten. Die Abbildung zeigt, dass bei den am Projekt teilgenommenen SuS Unterschiede im Fachwissen zwischen den beiden Messzeitpunkten bestehen.

---

<sup>4</sup> KANN (Wilcoxon-Test: N=15; 1 negativer Rang; 14 positive Ränge; p=0,001;  $\alpha=0,05$ )

<sup>5</sup>  $KAN_{\text{richtig}}$  (Wilcoxon-Test: N=15; 0 negative Ränge; 15 positive Ränge; p=0,001;  $\alpha=0,05$ )

### 5.1.3 Individueller Summenscore

Für jedes Concept Map wurde ein individueller Summenscore ermittelt, indem die Kanten zunächst iterativ unter Verwendung eines Kriterienkatalog mit Punkten von 0 bis 3 bewertet (siehe Kapitel 3.4.1) und diese Punkte anschließend addiert wurden. In Abbildung 10 sind die Boxplots der Summenscores des Pre- und Post-Tests dargestellt.

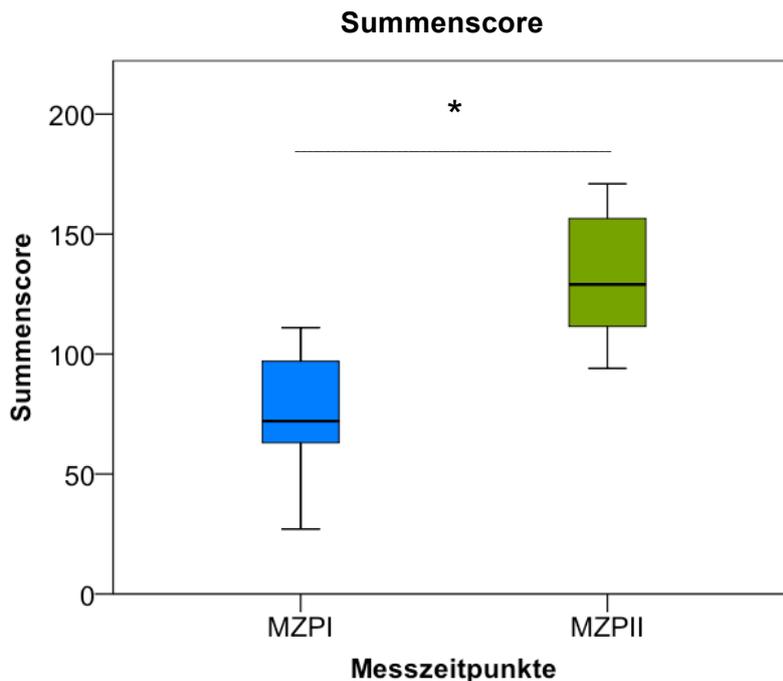


Abb. 10: Boxplots der errechneten Summenscores im Pre- und Post-Test  
Signifikanz \*:  $p=0,001$

Der Mittelwert der individuellen Summenscores zum Messzeitpunkt I beträgt 76 und zum Messzeitpunkt II 132 (siehe Tab. 17). Es ist ein signifikanter Anstieg des individuellen Summenscores aller Gruppen von den Vorher- zu den Nachher-CMs zu beobachten<sup>6</sup>. Der niedrigste ermittelte Summenscore liegt im Pre-Test bei 27 und im Post-Test bei 94. Die höchsten Werte werden zum Messzeitpunkt I mit 111 Punkten und zum Messzeitpunkt II mit 171 Punkten erreicht. Aus der Betrachtung des Summenscores lässt sich ein quantitativer Wissenszuwachs bei den SuS schlussfolgern.

<sup>6</sup> Score (Wilcoxon-Test:  $N=15$ ; 0 negative Ränge; 15 positive Ränge;  $p=0,001$ ;  $\alpha=0,05$ )

### 5.1.4 Punkteniveaus

Mit Hilfe der Aufschlüsselung der einzelnen Punkteniveaus kann zusätzlich zur Schlussfolgerung des quantitativen Wissenszuwachses aus den Summenscores die Qualität des Wissens untersucht werden. In Abbildung 11 sind die Boxplots der Häufigkeiten der Punkteniveaus zu den zwei Messzeitpunkten abgebildet. 0 Punkte werden an Kanten vergeben, die fachwissenschaftlich falsch sind oder keine beschriftete Verknüpfung haben. Teilweise richtige bzw. teilweise falsche Kanten oder Kanten, die eine falsche Pfeilrichtung besitzen sowie nicht relevant für das Thema sind, werden mit einem Punkt bewertet. Zwei Punkte gibt es für fachwissenschaftlich richtige Kanten und drei Punkte, wenn diese darüberhinaus einen hochwertigen Inhalt besitzen und mehr als zwei Begriffe in einer Relation miteinander verknüpft sind.

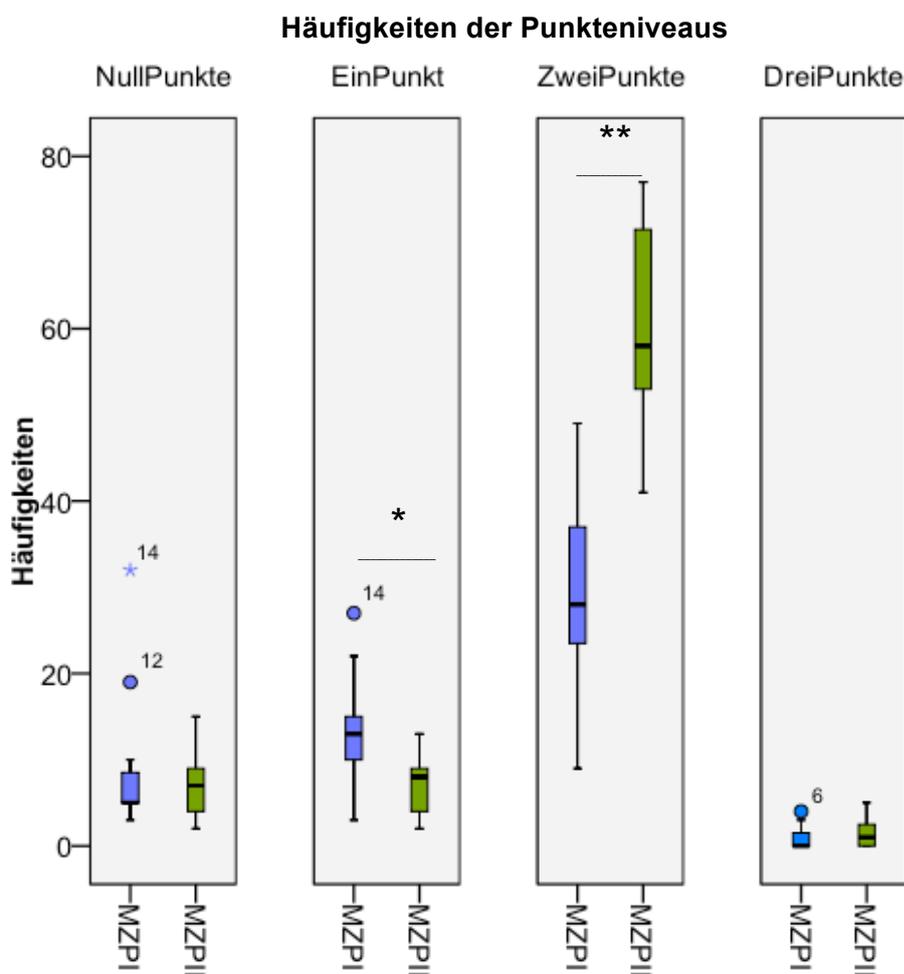


Abb. 11: Boxplots der für die Kanten vergebenen Punkte im Pre- und Post-Test  
Signifikanz \*:  $p=0,002$ ; Signifikanz \*\*:  $p=0,001$

Der Median der fachwissenschaftlich falschen Kanten (0 Punkte) steigt vom Pre- zum Post-Test, aber der Mittelwert sinkt (siehe Anhang S. 223). Das lässt sich durch den Ausreißer mit 19 und dem Extremwert mit 32 falschen Kanten erklären, welche nicht in die Ermittlung des Medians miteinbezogen werden. Die Anzahl der fachwissenschaftlich teilweise falschen Kanten (1 Punkt) sinkt signifikant<sup>7</sup>. Während im Pre-Test maximal 27-fach ein Punkt für ein Concept Map vergeben wurde, gibt es diese Bewertung im Post-Test höchstens 13 mal.

Die Häufigkeit der fachwissenschaftlich richtigen Kanten, welche mit zwei Punkten bewertet wurden, nimmt signifikant zu<sup>8</sup>. Alle Gruppen erhalten zum Messzeitpunkt II öfter zwei Punkte als zum Messzeitpunkt I. Das Maximum des Pre-Tests liegt sogar unterhalb des Interquartilsabstandes des Post-Tests. Auch die Anzahl der verwendeten fachwissenschaftlich korrekten Kanten, die drei Punkte wert sind, steigt vom Messzeitpunkt I zum Messzeitpunkt II. Ein Ausreißer ist die Gruppe 6. Sie hat bereits im Pre-Test vierfach das höchste Punkteniveau (3 Punkte) erreicht.

Da die Mittelwerte der Häufigkeiten von fachwissenschaftlich falschen Kanten sinken und die der Häufigkeiten von fachwissenschaftlich richtigen Kanten steigen, kann man davon ausgehen, dass ein qualitativer Zuwachs von Wissen bei den Gruppen stattgefunden hat.

---

<sup>7</sup> 1 Punkt (Wilcoxon-Test: N=15; 13 negative Ränge; 1 positive Rang; 1 Bindung; p=0,002;  $\alpha=0,05$ )

<sup>8</sup> 2 Punkte (Wilcoxon-Test: N=15; 0 negative Ränge; 15 positive Ränge; p=0,001;  $\alpha=0,05$ )

### 5.1.5 Systemisches Denken bzw. Strukturwissen

In Abbildung 12 sind die Mittelwerte der Komplexitätsindizes zu den Messzeitpunkten I und II dargestellt. Um die Entwicklung des systemischen Denkens bzw. Strukturwissens zu beobachten, wurden aus den ermittelten Graphenmaßen die Komplexitätsindizes wie folgt berechnet:

$$KPX_1 = KAN / KNO$$

$$KPX_2 = \text{Summenscore} / KAN$$

$$KPX_3 = KAN_{\text{richtig}} / KNO$$

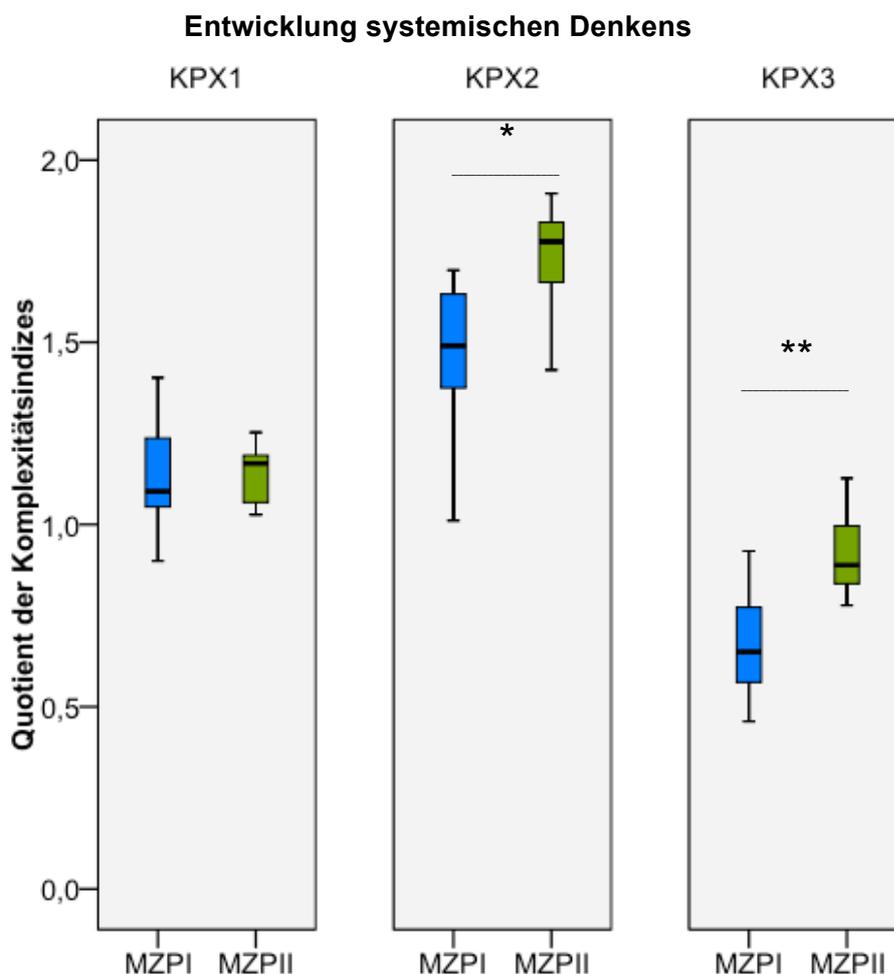


Abb. 12: Boxplots der Komplexitätsindizes im Pre- und Post-Test  
Signifikanz \*:  $p=0,001$ ; Signifikanz \*\*:  $p=0,001$

Die Mittelwerte des Komplexitätsindex 1 bleiben nahezu unverändert (siehe Tab. 17), der Median ist jedoch im Post-Test leicht erhöht. Da bei der Ermittlung des  $KPX_1$  jedoch auch die fachwissenschaftlich falschen Kanten miteinbezogen werden, sind die anderen Indizes wertvoller für die Bewertung der Entwicklung systemischen Denkens und des Zuwachses an Fachwissen.

Der Komplexitätsindex 2 ist der Quotient aus dem individuellen Summenscore und der Anzahl der verwendeten Kanten. Weil der Summenscore die Richtigkeit der Kanten bewertet, ist dieser Komplexitätsindex deutlich aussagekräftiger als der  $KPX_1$ . Vom Messzeitpunkt I zum Messzeitpunkt II steigt der  $KPX_2$  signifikant<sup>9</sup> an.

Da zur Ermittlung des Komplexitätsindex 3 lediglich die fachwissenschaftlich richtigen Kanten miteinbezogen werden, ist dieser Index der qualitativ hochwertigste, um das systemische Denken bzw. das fachwissenschaftlich korrekte Strukturwissen zu beurteilen. Auch der Mittelwert des  $KPX_3$  nimmt vom Pre- zum Post-Test signifikant<sup>10</sup> zu. Das bedeutet, dass die Concept Maps zum Messzeitpunkt II eine höhere Dichte an fachwissenschaftlich richtigen Kanten besitzen als die zum Messzeitpunkt I. Die Ermittlung der Komplexitätsindizes dient der Prüfung der Hypothese H1 (siehe Kapitel 2.8.3) bzw. zur Diskussion der Fragestellung F1 (siehe Kapitel 6.2.1).

---

<sup>9</sup>  $KPX_2$ : (Wilcoxon-Test: N=15; 2 negative Ränge; 13 positive Ränge;  $p=0,001$ ;  $\alpha=0,05$ )

<sup>10</sup>  $KPX_3$ : (Wilcoxon-Test: N=15; 1 negativer Rang; 14 positive Ränge;  $p=0,001$ ;  $\alpha=0,05$ )

### 5.1.6 Konstruktion von Inseln

Als Inseln werden Komponenten bezeichnet, aus denen ein Concept Map besteht. Die beste Vernetzung ist bei einem Begriffsnetz gegeben, das lediglich eine Insel besitzt. Abbildung 13 zeigt die Häufigkeiten von Inseln im Pre- und Post-Test.

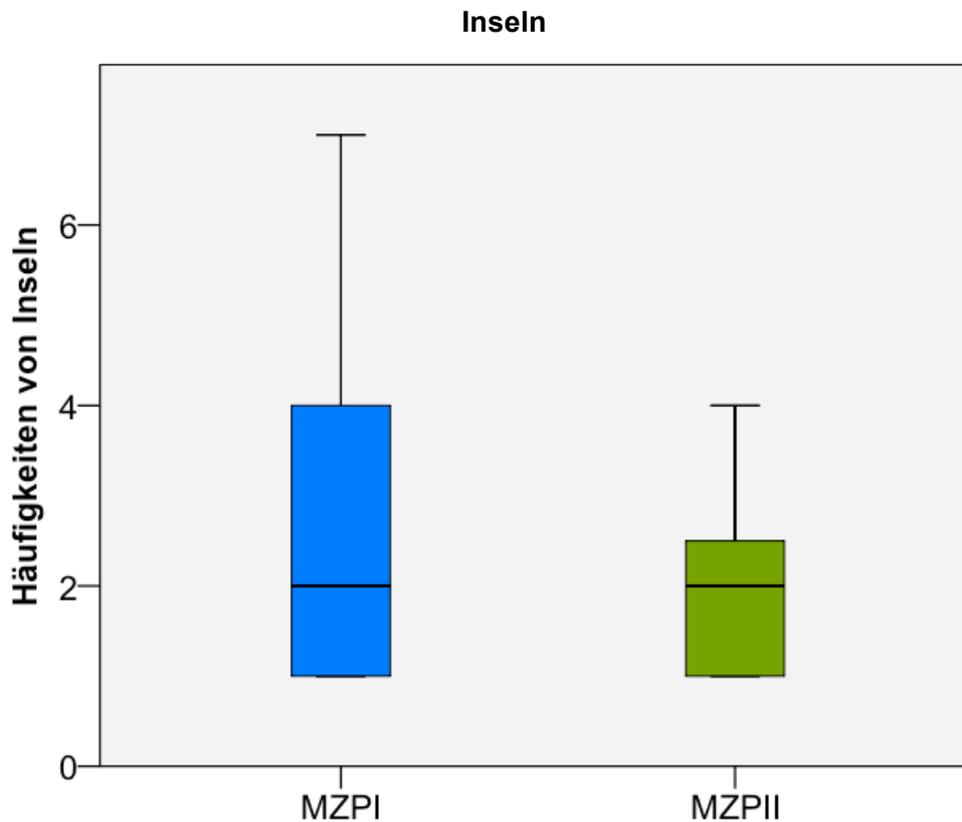


Abb. 13: Boxplots der Häufigkeiten von Inseln im Pre- und Post-Test

Zum Messzeitpunkt I haben die SuS im Durchschnitt drei Inseln konstruiert und zum Messzeitpunkt II zwei Inseln (siehe Tab. 17). Die Mediane liegen zu beiden Messzeitpunkten bei einer Häufigkeit von zwei Inseln. Bei Concept Maps mit mehr als einer Zusammenhangskomponente treten neben einer großen Insel vorwiegend mehrere kleinere Inseln auf, die lediglich aus einer Kette mit geringer Knotenzahl bestehen. Im Pre-Test wurde ein Concept Map konstruiert, welches aus sieben Inseln besteht. Die maximale Anzahl an Inseln im Post-Test ist vier. Abbildung 14 visualisiert die prozentuale Verteilung der Anzahl von Inseln im Pre- und Post-Test.

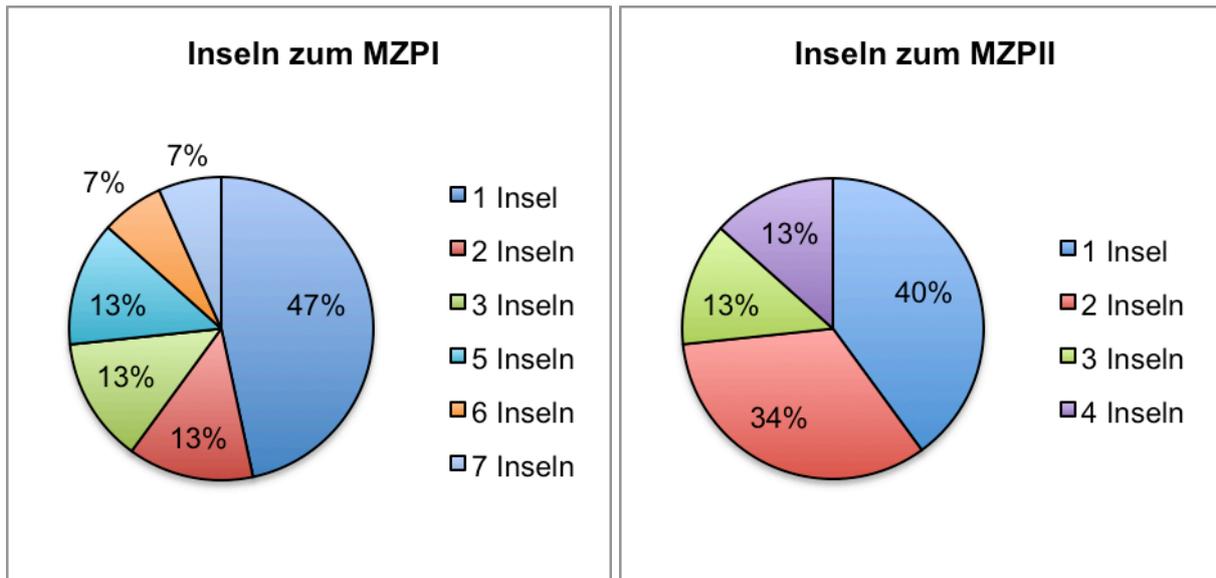


Abb. 14: Konstruierte Anzahl von Inseln im Pre- und Post-Test

Zum Messzeitpunkt II sind die Begriffe in den Concept Maps stärker vernetzt und es werden weniger Inseln konstruiert als zum Messzeitpunkt I.

### 5.1.7 Strukturtypen der erstellten Concept Maps

Die Struktur der Concept Maps kann wie in Kapitel 3.4.1 beschrieben ketten-, stern-, kreis-, baum- oder netzartig sein. Abbildung 15 stellt die Strukturtypen dar, welche die Concept Maps der SuS im Pre- und Post-Test vorwiegend besitzen.

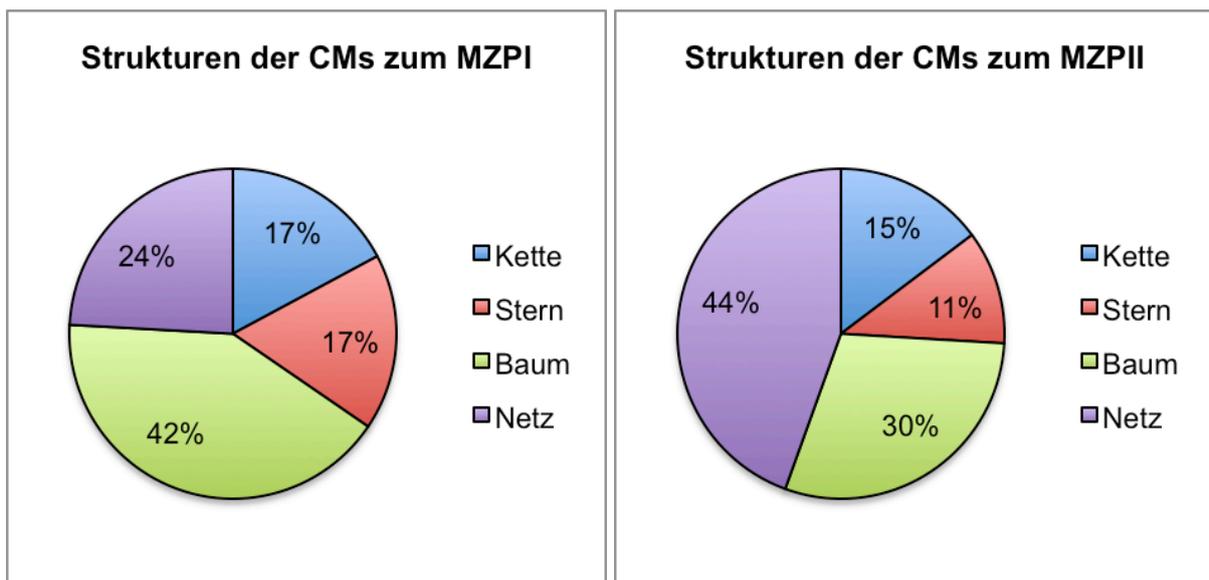


Abb. 15: Verwendete Concept-Map-Strukturtypen im Pre- und Post-Test

Es ist eine Tendenz erkennbar, dass die Concept Maps zum Messzeitpunkt II weniger ketten-, stern- und baumartige Strukturen aufweisen und vermehrt netzförmige Strukturtypen vorkommen. Wie in Kapitel 3.4.1 beschrieben, besitzen „gute“ Concept Maps eher eine netzförmige Struktur. Der prozentuale Anstieg der Verwendung des netzartigen Strukturtyps kann demzufolge als positiv gewertet werden.

## 5.2 Ergebnisse der Fragebögen

### 5.2.1 Geschlossene bzw. halboffene Items

#### 5.2.1.1 Antworten der SuS

Die Antworten der Probanden auf die Fragebögen zur Evaluierung des Projekts sowie der fächerübergreifenden Forscherhefte wurden digitalisiert und die Daten ausgewertet. In Tabelle 19 ist die Wahl der Forschergruppen in Bezug zum Geschlecht der Projektteilnehmer dargestellt.

Tab. 19: Kreuztabelle Geschlecht x Forschergruppe

|            |          | Forschergruppe |              |          |       | Gesamt |
|------------|----------|----------------|--------------|----------|-------|--------|
|            |          | Boden          | Meteorologie | Pflanzen | Tiere |        |
| Geschlecht | männlich | 7              | 8            | 2        | 8     | 25     |
|            | weiblich | 7              | 7            | 11       | 5     | 30     |
| Gesamt     |          | 14             | 15           | 13       | 13    | 55     |

Von den insgesamt 55 Probanden, welche am Projekt und den Evaluierungen teilgenommen haben, gibt es 25 Schüler und 30 Schülerinnen. In der Forschergruppe Boden ist die gleiche Anzahl an männlichen und weiblichen Probanden, in der Pflanzengruppe jedoch ein deutlicher Überschuss an Schülerinnen. Die Tiergruppe wählten mehr Schüler als Schülerinnen.

#### Beteiligung am Projekt

Um die Beteiligung am Projekt aus Sicht der Schülerinnen und Schüler zu evaluieren, wurden zehn Aussagen vorgegeben, bei denen die Probanden auf einer 4-stufigen Likert-Skala den Grad ihrer Zustimmung ankreuzen sollten. Abbildung 16 stellt die Antworten aller SuS auf den ersten Fragebogen-Komplex dar. Die ausformulierten Items sind im Fragebogen (siehe Anhang S. 260-274) zu finden.

75 % aller Probanden gaben an, dass sie sich mindestens<sup>11</sup> eher aktiv in die Veranstaltung eingebracht haben und 91 % erledigten auch ein paar Aufgaben als Hausaufgaben. Überraschend ist, dass lediglich ein Evaluierungsteilnehmer eher kein Interesse an praktischer Arbeit hat. Alle anderen bestätigten ihr Praxisinteresse. 46 von 55 SuS fanden, dass sie die Aufgaben innerhalb der Gruppe eher aufgeteilt haben. Ein Proband machte dazu keine Angabe.

<sup>11</sup> „Trifft zu“ und „Trifft eher zu“ wird im Folgenden meistens zusammengefasst beschrieben und dabei die „geringere“ Aussagekraft pauschalisiert

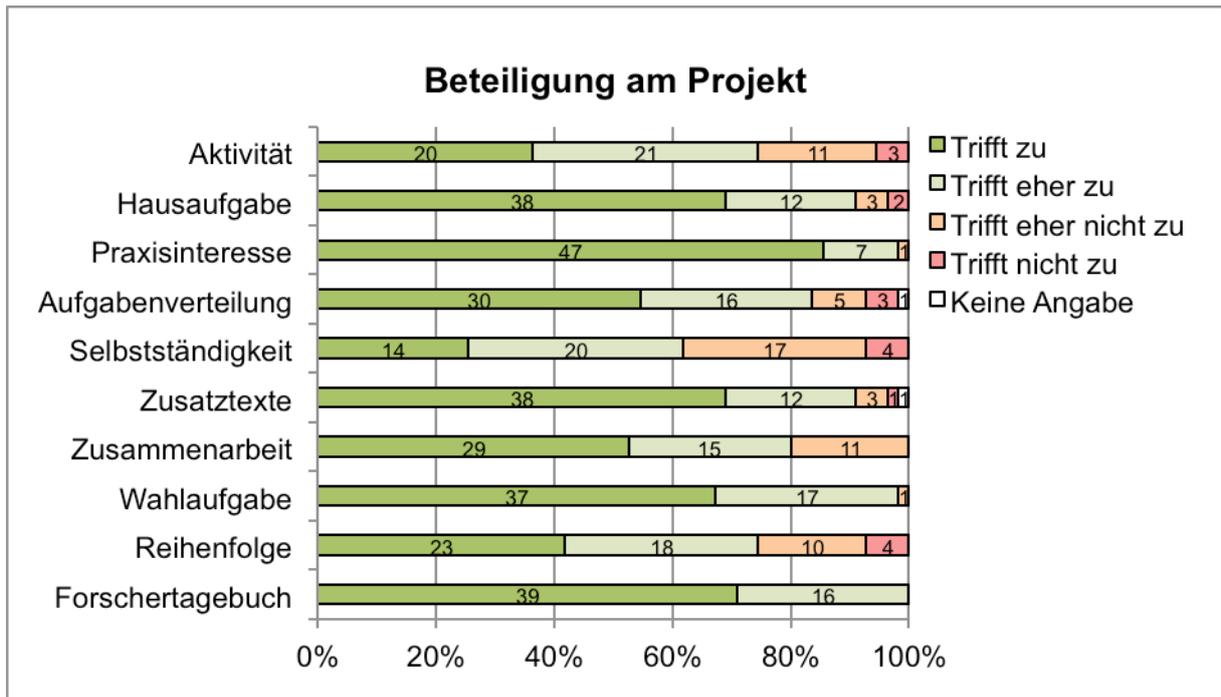


Abb. 16: Der Grad der Zustimmung von SuS auf Items zur Evaluierung der Beteiligung am Projekt

Dass die Gruppe gut zusammengearbeitet hat, fanden 80 % der Evaluierungsteilnehmer als eher zutreffend. 62 % der SuS gaben an, dass sie eher selbstständig gearbeitet haben und 91 % verwendeten zusätzliche Texte und Quellen zum Lösen der Aufgaben. 54 von 55 Probanden schafften neben den Pflichtaufgaben im Forscherheft auch einige Wahlaufgaben. Dass sie die Forscherhefte nicht in der Reihenfolge des Heftes (sondern durcheinander) lösten, fanden 75 % als eher zutreffend. Ausnahmslos alle gaben an, das Forschertagebuch regelmäßig bzw. eher regelmäßig ausgefüllt zu haben.

Im ersten Fragebogen-Komplex folgten nach den geschlossenen Items zwei halboffene Fragen zur Beteiligung am Projekt. Die Schätzfrage, wie viel Prozent aller Aufgaben im Heft gelöst wurden, hat eine Antwort mit dem Durchschnitt von 84,7 % erhalten. An 87,7 % der gesamten Veranstaltung waren die SuS subjektiv anwesend bzw. haben teilgenommen. Die fehlende Zeit kann durch krankheitsbedingte Abwesenheit und teilweise Klassenfahrten begründet werden.

## Allgemein

Nach den Items zur Beteiligung am Projekt folgte ein allgemeiner Fragebogen-Komplex, dessen Antworten in Abbildung 17 demonstriert werden.

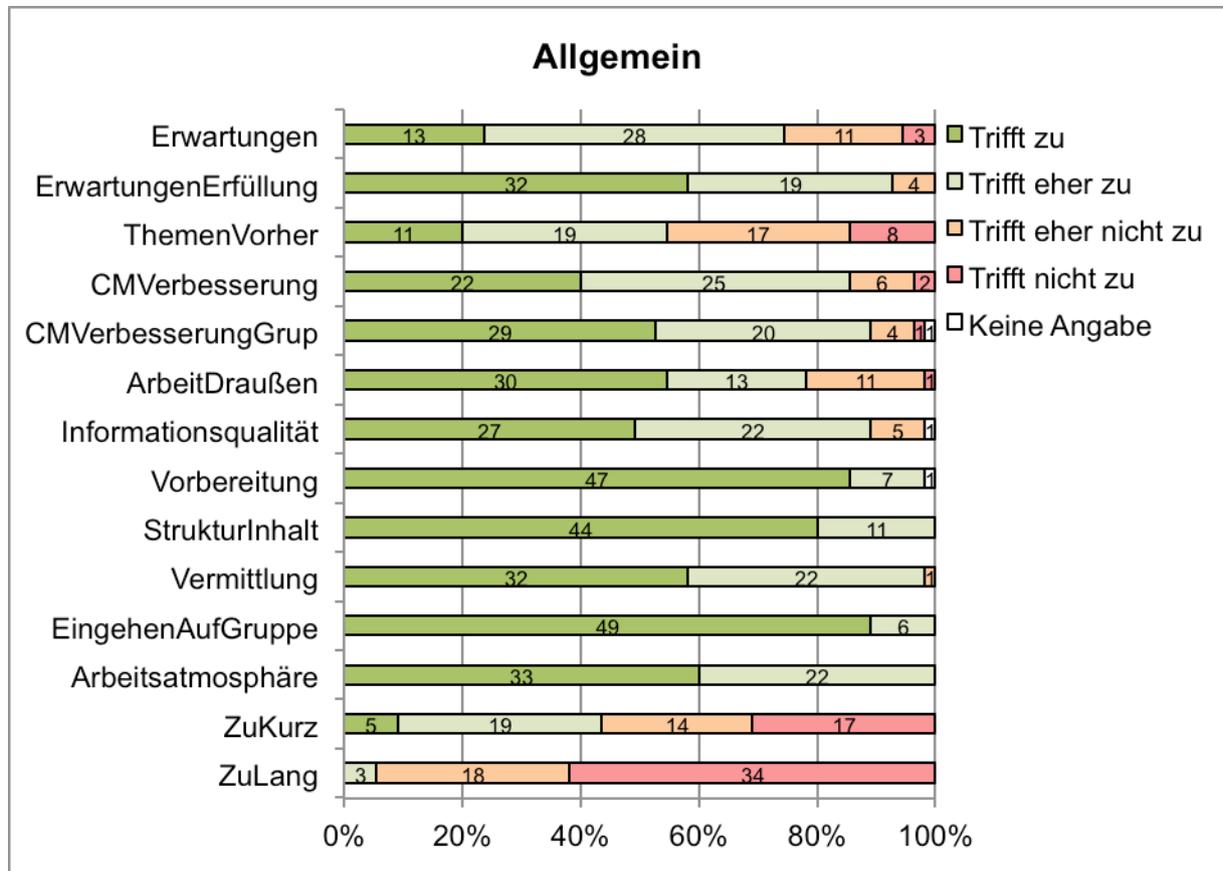


Abb. 17: Der Grad der Zustimmung von SuS auf allgemeine Items zum Projekt

75 % der SuS hatten eher hohe Erwartungen an das Projekt und bei 93 % wurden die Erwartungen auch erfüllt bzw. eher erfüllt. 11 Evaluierungsteilnehmer gaben an, einige Themen vorher bereits im Unterricht behandelt zu haben. Weitere 34 % stimmten dem eher zu. 43 von 55 SuS würden gerne mehr im Freien arbeiten.

85 % fanden, dass sie sich selbst bei der Erstellung der Concept Maps eher verbessert haben. 89 % hatten das Gefühl, dass das Concept Map der ganzen Gruppe besser geworden ist. Ein Proband hat dazu keine Angabe gemacht.

49 von 55 SuS bewerteten die im Projekt enthaltenen Informationen als eher wertvoll. 98 % der Evaluierungsteilnehmer fanden das Projekt gut bzw. eher gut vorbereitet und 100 % beurteilten die Inhalte als strukturiert. Dass der Stoff im Heft gut vermittelt wird, fanden 54 von 55 SuS mindestens eher zutreffend. Jeweils 100 %

der Probanden bestätigten, dass die Leiterin des Projekts auf die Gruppen eingegangen ist und die Arbeitsatmosphäre als angenehm empfunden wurde.

Um den Zeitumfang des Projekts zu bewerten, wurden zwei gegensätzliche Items verwendet. 44 % der SuS fanden, dass die zur Verfügung stehende Zeit zu kurz war und lediglich 5 % waren der Meinung, dass die Zeit für das Projekt zu lang war.

### Bewertung der Forscherhefte

Abbildung 18 zeigt die Antworten der SuS auf die Items zur Evaluierung der Forscherhefte.

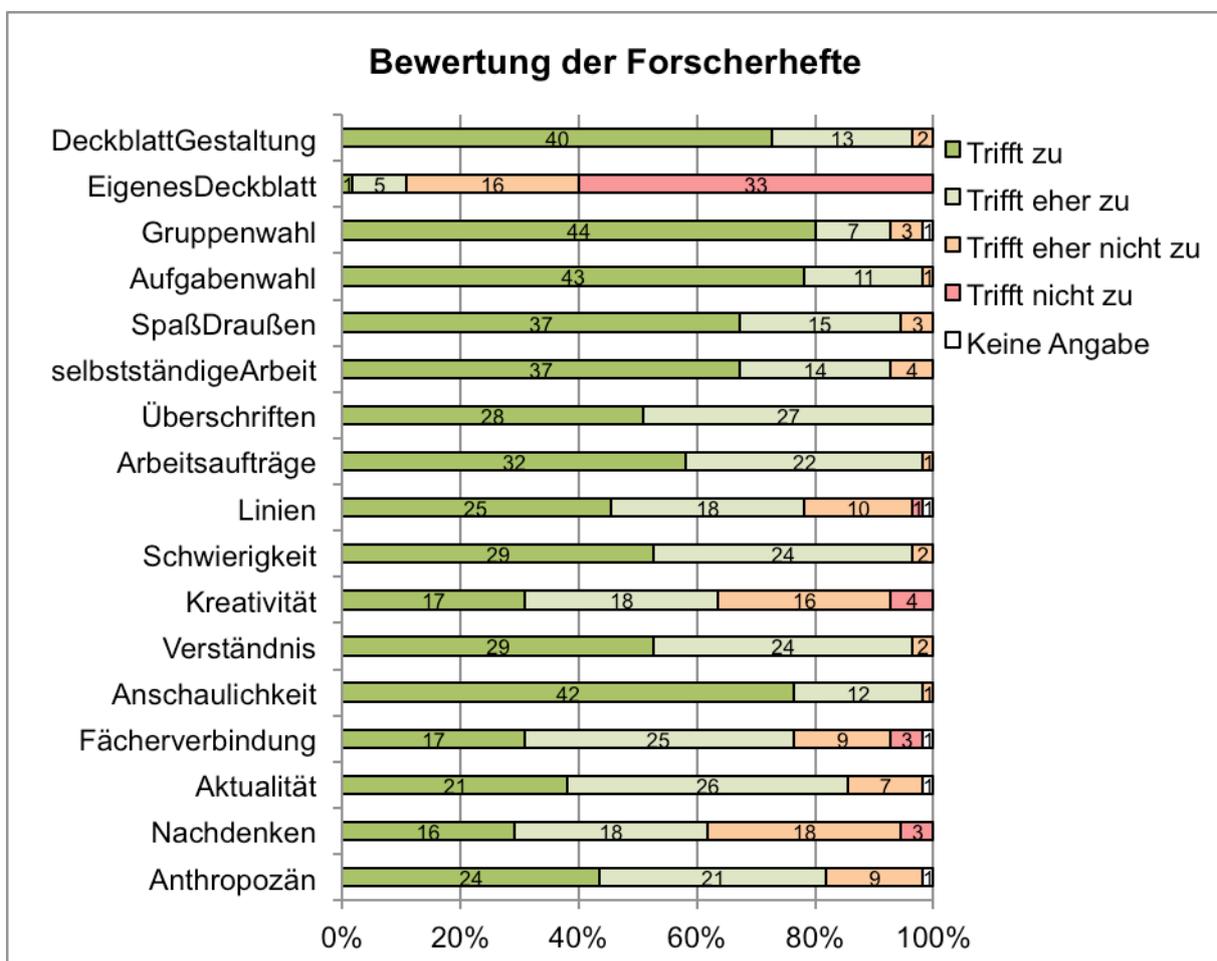


Abb. 18: Der Grad der Zustimmung von SuS auf Items zur Bewertung der Forscherhefte

Die gestalteten Deckblätter haben 96 % der Probanden eher gefallen. Vermutlich hätten deshalb auch nur lediglich 11 % selbst ein Deckblatt gestalten wollen. 51 von 55 SuS empfanden es als positiv, selbst entscheiden zu können, in welche Forschergruppe sie gehen. Dass sie selbst wählen konnten, welche Aufgaben sie im Forscherheft lösen, gefiel außerdem 98 % der Probanden. Die beiden letzten Items

lassen vermuten, dass den Schülern, die am Projekt teilgenommen haben, Autonomie wichtig ist.

Spaß an der Arbeit im Freien hatten 95 % der Probanden und das selbstständige Arbeiten empfanden 93 % als eher positiv. Dass die Überschriften zu den jeweiligen Aufgaben passen, fanden alle eher zutreffend. 54 von 55 SuS stimmten den Aussagen zu, dass die Arbeitsaufträge eindeutig formuliert und die Seiten anschaulich sind. 20 % der Probanden fanden, dass die vorgegebenen Linien zum Lösen der Aufgaben eher nicht ausgereicht haben. 96 % der Evaluierungsteilnehmer hielten die Schwierigkeiten der Aufgabenstellungen für angemessen und bestätigten, dass das praktische Arbeiten zum Verständnis der Inhalte beigetragen hat. 35 von 55 SuS haben Aufgaben gelöst, bei denen sie kreativ werden konnten. 76 % der Probanden fanden, dass komplexe Fragestellungen in fächerverbindenden Zusammenhängen bearbeitet wurden und 75 %, dass in das Projekt aktuelle bzw. moderne Themen eingebaut waren. Einige Materialien haben 62 % der SuS zum Nachdenken angeregt und 82 % erkannten innerhalb des Projekts den Einfluss des Menschen auf die Umwelt.

### Bewertung des Projekts

Um das gesamte Projekt zu evaluieren, wurden Items vorgegeben, deren Ergebnisse in Tabelle 19 visualisiert sind.

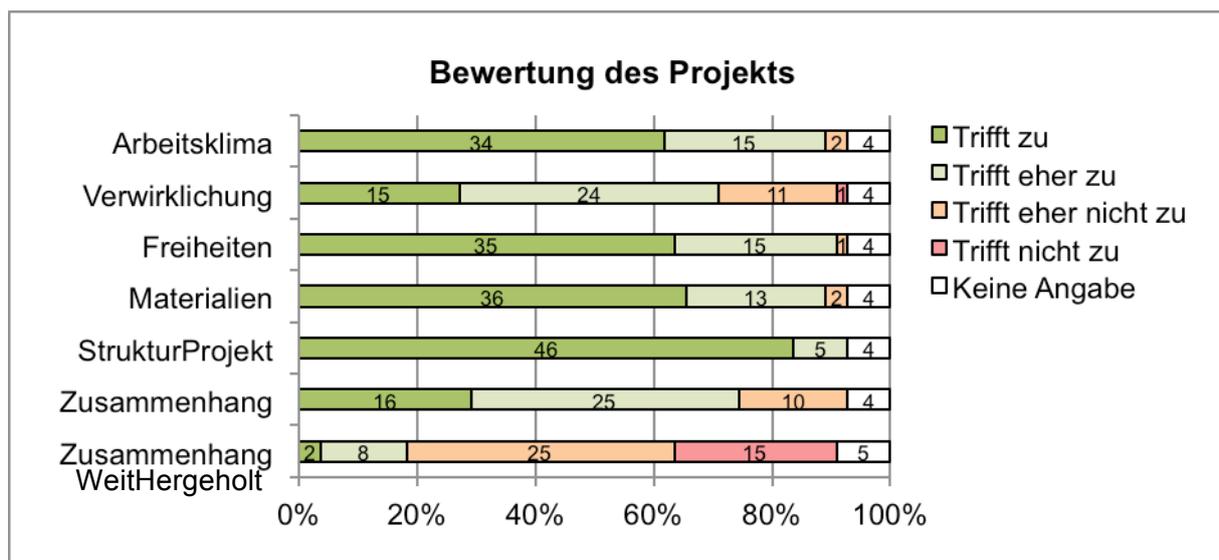


Abb. 19: Der Grad der Zustimmung von SuS auf Items zur Bewertung des Projekts

Da vier Probanden die komplette Seite des Fragebogens nicht ausgefüllt haben, gibt es in jeder Kategorie dieses Fragebogen-Komplexes vier „Keine Angabe“- Antworten. 89 % aller Probanden fanden, dass ein positives Arbeitsklima während der Durchführung des Projekts herrschte und der Materialieneinsatz abwechslungsreich war. 39 der 51 SuS, die den Fragebogen-Komplex bearbeitet haben, sahen Gelegenheiten im Unterricht, eigene Einfälle zu verwirklichen und mit Ausnahme von einem Evaluierungsteilnehmer hatten alle Freiheiten beim Lösen der Aufgaben. Alle Probanden, die den Fragebogen vollständig ausgefüllt haben, empfanden das Projekt als (eher) strukturiert. 41 von 51 Evaluierungsteilnehmern fanden, dass im Projekt Zusammenhänge zu anderen Fächern aufgezeigt wurden und 10 Personen hielten diese Zusammenhänge für zu weit hergeholt.

### **5.2.1.2 Antworten der Lehrkräfte**

Die vier Lehrkräfte, die am Projekt teilgenommen haben, waren zum Zeitpunkt der Evaluierung zwischen 44 und 63 Jahre alt. Unter den Teilnehmern gab es einen Lehrer und drei Lehrerinnen. Die Antworten auf die geschlossenen Items der Lehrkräfte sind im Anhang (S. 275-276) tabellarisch zu finden.

#### Beteiligung am Projekt

Um zu evaluieren, wie stark die Lehrkräfte in das Projekt eingegriffen haben, wurden zwei Items vorgegeben, bei denen die Evaluierungsteilnehmer auf einer 4-stufigen Likert-Skala den Grad ihrer Zustimmung angeben sollten.

50 % der Lehrkräfte gaben an, dass sie sich eher aktiv in die Veranstaltung eingebracht haben. Die andere Hälfte verneinte das Eingreifen in den Unterricht. Alle befragten Lehrkräfte haben großes Interesse an praktischer Arbeit.

Bei der Schätzfrage „An wie viel Prozent der gesamten Veranstaltung haben Sie teilgenommen bzw. waren Sie anwesend?“ wurde im Durchschnitt 90 % angegeben.

#### Allgemein

Der nächste Fragebogen-Komplex beschäftigt sich mit allgemeinen Items zum Projekt und den Concept Maps. Die Antworten der Lehrkräfte sind in Abbildung 20 dargestellt.

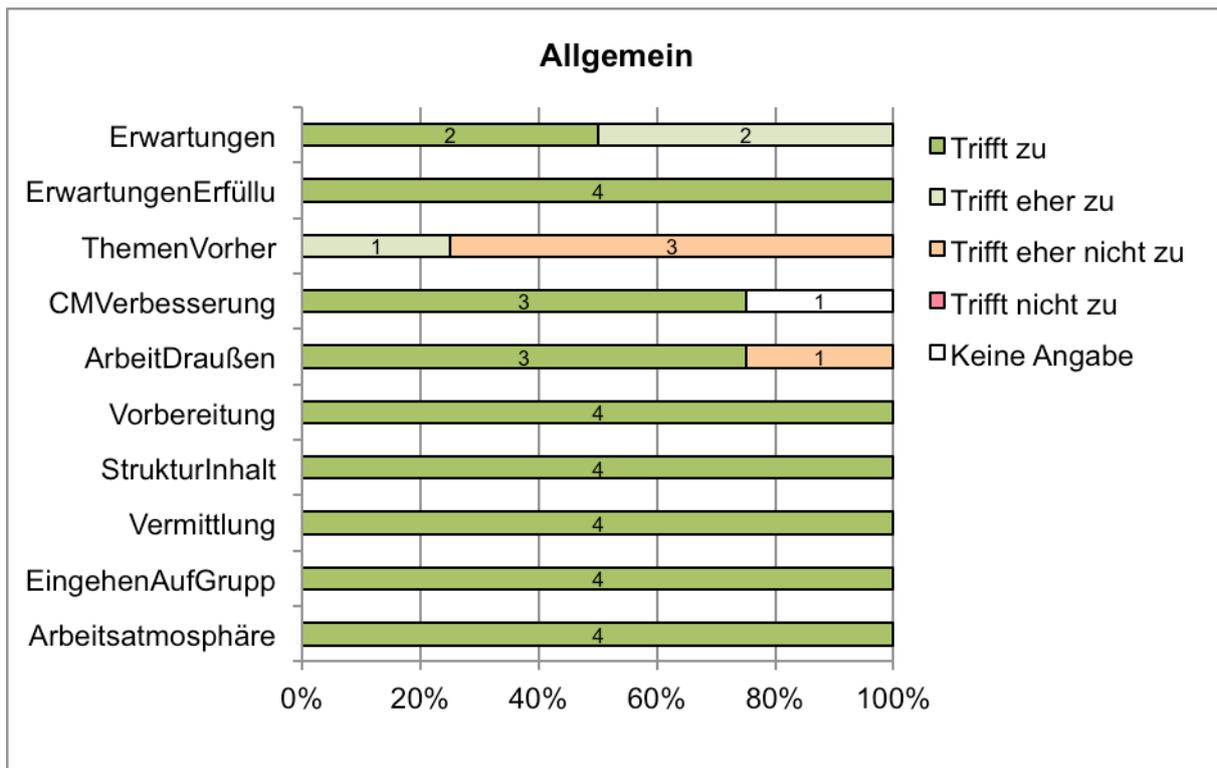


Abb. 20: Der Grad der Zustimmung von Lehrkräften auf allgemeine Items zum Projekt

Die Evaluierungsteilnehmer hatten hohe bzw. eher hohe Erwartungen an das Projekt, welche alle erfüllt wurden. Es gab nur eine Lehrkraft an, einige Themen vorher bereits im Unterricht behandelt zu haben. Bei den SuS waren es 30 Probanden. Drei Lehrkräfte hatten das Gefühl, dass die Concept Maps der SuS zum Messzeitpunkt II besser geworden sind. Ein Proband machte zu dieser Aussage kein Kreuz im Fragebogen, dafür einen Vermerk, dass er bzw. sie das nicht einschätzen konnte. 75 % der Evaluierungsteilnehmer würden gerne mehr im Freien arbeiten. Für lediglich eine Person, welche bereits viel Zeit mit den SuS in der Natur verbringt, traf das eher nicht zu.

Alle lehrenden Probanden fanden das Projekt gut vorbereitet und die Inhalte strukturiert. Außerdem stimmten sie den Aussagen zu, dass der Stoff im Heft gut vermittelt wird und die Leiterin des Projekts auf die Gruppen einging. Die Arbeitsatmosphäre empfanden 100 % der Lehrkräfte als angenehm.

### Bewertung der Forscherhefte

Um die Forscherhefte aus Sicht der Lehrenden zu evaluieren, wurden Items zum selbstständigen Arbeiten, den Schwierigkeitsniveaus sowie dem Einsatz der Hefte gestellt. Die Ergebnisse werden in Abbildung 21 gezeigt.

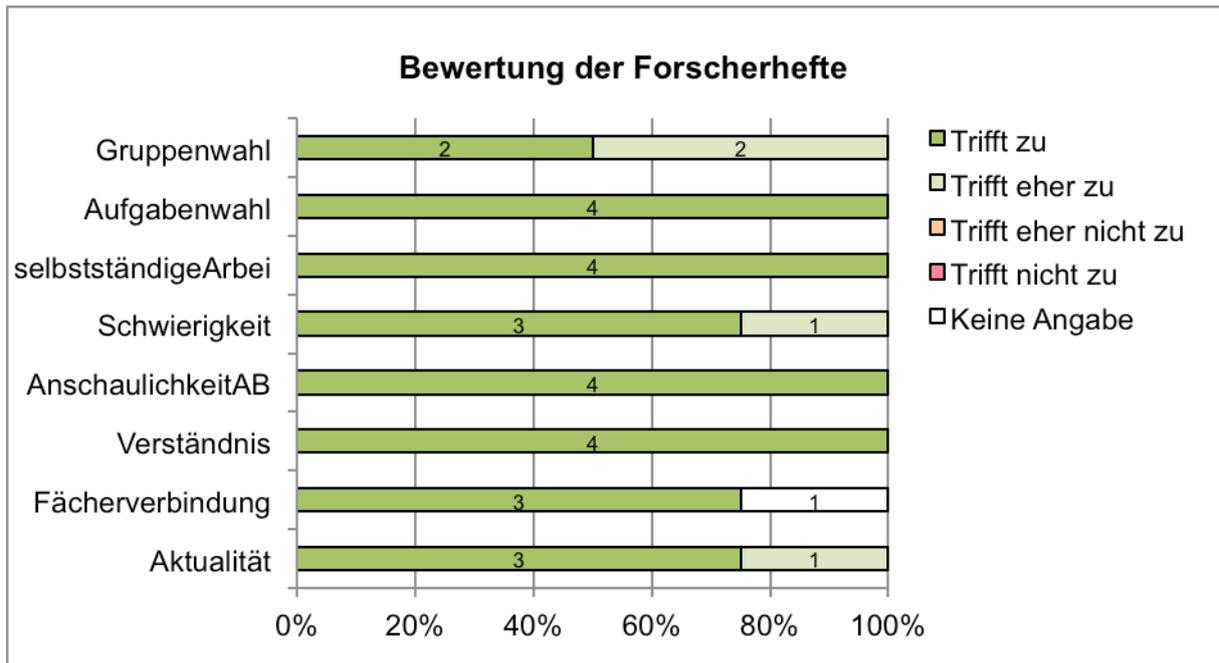


Abb. 21: Der Grad der Zustimmung von Lehrkräften auf Items zur Bewertung der Forscherhefte

Die Probanden fanden es gut bzw. eher gut, dass die SuS selbst wählen konnten, in welche Forschergruppe sie gehen. Gefallen hat allen das selbstständige Arbeiten mit Hilfe der Forscherhefte und, dass es sowohl Wahl- als auch Pflichtaufgaben gibt. Die Schwierigkeiten der Aufgabenstellungen sind aus Sicht der Lehrkräfte eher angemessen. Völlig zutreffend waren für alle die Aussagen, dass die Arbeitsblätter anschaulich sind und das Verständnis der Inhalte durch das praktische Arbeiten gefördert wird. Auch wurde den Items eher zugestimmt, dass komplexe Fragestellungen in fächerverbindenden Zusammenhängen, wie z. B. Biologie, Chemie und Geografie, bearbeitet wurden und in das Projekt aktuelle bzw. moderne Themen eingebaut waren.

### Bewertung des Projekts

Die Antworten der Lehrkräfte zum Fragebogen-Komplex „Bewertung des Projekts“ sind in Abbildung 22 zu sehen.

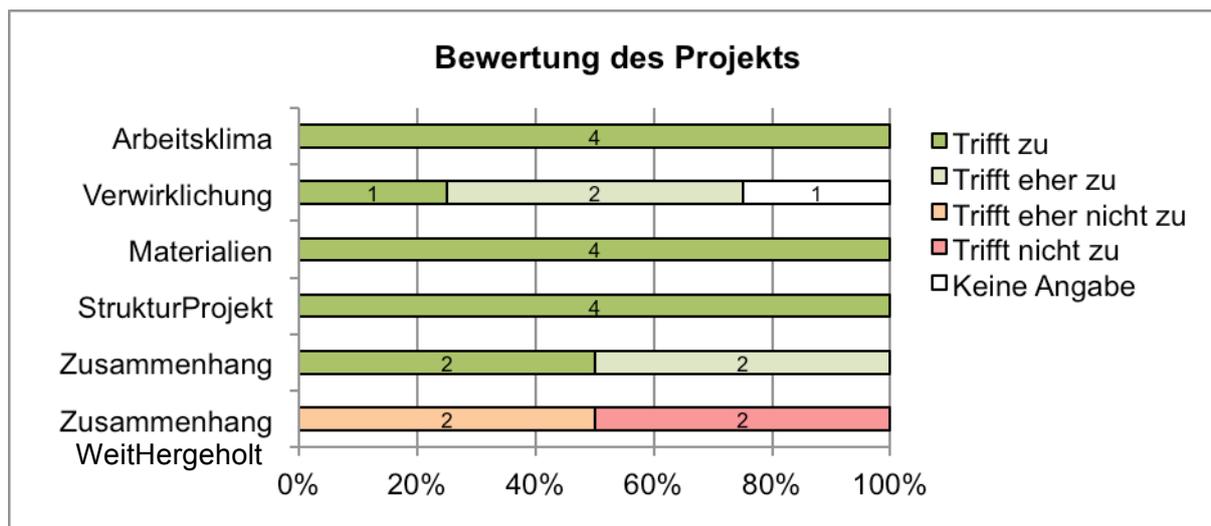


Abb. 22: Der Grad der Zustimmung von Lehrkräften auf Items zur Bewertung des Projekts

Vier von vier Lehrkräften fanden die Items zutreffend, dass ein positives Arbeitsklima herrschte, der Materialeinsatz abwechslungsreich war und das Projekt strukturiert lief. Der Aussage, dass es im Unterricht Gelegenheiten für die SuS gab, eigene Einfälle zu verwirklichen, stimmten 75 % eher zu. Ein Proband machte zu diesem Item keine Angabe.

Alle Lehrkräfte, die den Fragebogen ausgefüllt haben, konnten im Projekt die Zusammenhänge zu anderen Fächern erkennen. Der Gegenfrage, ob diese Zusammenhänge zu weit hergeholt sind, wurde eher nicht zugestimmt.

### Bewertung des Unterrichts

Ein Abschnitt, der ausschließlich von den Lehrkräften ausgefüllt wurde, dient der Bewertung des Unterrichts aus didaktischer Sicht. Die Antworten sind in Abbildung 23 dargestellt.

Vier der vier evaluierenden Lehrkräfte fanden die Aussagen zutreffend, dass die Unterrichtsziele erkennbar sowie die Inhalte bildungsplan- bzw. lehrplankonform sind und das Projekt altersgerecht ist. Das Item, dass die zur Verfügung stehende Zeit für das Projekt zu kurz war, wurde eher abgelehnt. Auch das Pendant, dass die Zeit, die für das Arbeiten mit den Forscherheften bestimmt wurde, zu lang war, konnte von den Lehrkräften eher verneint werden.

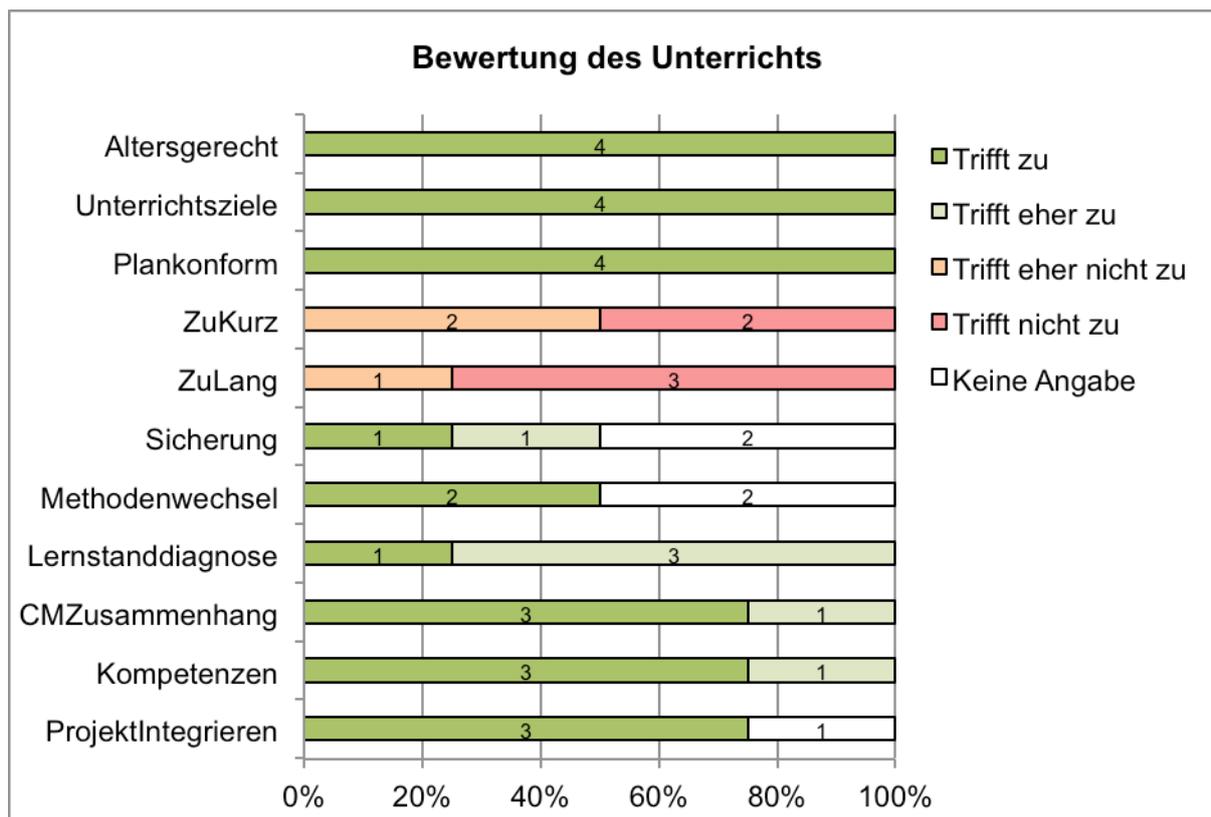


Abb. 23: Der Grad der Zustimmung von Lehrkräften auf Items zur Bewertung des Unterrichts

Zu den Aussagen, dass die Unterrichtsergebnisse nachhaltig gesichert wurden und der praktizierte Methodenwechsel angemessen war, machten zwei Evaluierungsteilnehmer keine Angaben. Die anderen stimmten den eben genannten Items eher zu. Ebenfalls als eher zutreffend empfunden wurde, dass mit Hilfe von Concept Maps sowohl die Lernstände von SuS diagnostiziert als auch Zusammenhänge in bestimmten Sachgebieten erfasst werden können. Die Lehrkräfte sind eher der Auffassung, dass bei dem Projekt neben der Fachkompetenz auch andere Kompetenzen gefördert werden und sie können sich vorstellen, die Forscherhefte im nächsten Schuljahr erneut in den Unterricht zu integrieren.

### 5.2.1.3 Benotung des Projekts

Vor dem Fragebogen-Komplex mit den offenen Fragen, war es die Aufgabe aller Evaluierungsteilnehmer, den einzelnen Bereichen Schulnoten von 1 bis 6 zu geben. In den Tabellen 20 und 21 sind die Mediane der von den SuS sowie Lehrkräften erteilten Noten dargestellt. Obwohl Schulnoten ordinalskaliert sind, wurde ihnen ein numerischer Wert zugeordnet. Durch diese quasi-metrische Skalierung darf man sie wie metrische Skalentypen behandeln und mit ihnen rechnen (LUTTER 2004; PORST 2009). Da aus den Medianen der Noten nicht der Unterschied zwischen den

Bereichen der Befragten-Gruppen ersichtlich wird, wurde daher zusätzlich ein Durchschnitt gebildet. Eine Übersicht der einzelnen Noten, welche die SuS und die Lehrkräfte für jeden Bereich gegeben haben, ist im Anhang (S. 260-276) zu finden.

Tab. 20: Übersicht über die von den SuS erteilten Noten

| <b>Note für:</b>            | <b>Median aller Noten der SuS</b> | <b>Arithm. Mittelwert</b> |
|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Forscherhefte               | 1                                 | 1,4                       |
| Spaß-Faktor                 | 2                                 | 1,8                       |
| Arbeit mit den Concept Maps | 2                                 | 2,4                       |
| Einsatz der Smartphones     | 2                                 | 1,7                       |
| <b>Projekt gesamt</b>       | <b>2</b>                          | <b>1,7</b>                |

Die Noten, welche die Lehrkräfte den Inhalten des Projekts erteilt haben, werden in Tabelle 21 gezeigt.

Tab. 21: Übersicht über die von den Lehrkräften erteilten Noten

| <b>Note für:</b>            | <b>Median aller Noten der Lehrkräfte</b> | <b>Arithm. Mittelwert</b> |
|-----------------------------|--|---------------------------|
| Forscherhefte               | 1  | 1                         |
| Spaß-Faktor                 | 1,5                                      | 1,5                       |
| Arbeit mit den Concept Maps | 1  | 1                         |
| Einsatz der Smartphones     | 1  | 1                         |
| <b>Projekt gesamt</b>       | <b>1</b>                                 | <b>1</b>                  |

An den Medianen der beiden Gruppen wird ersichtlich, dass das Projekt und die Projektinhalte insgesamt gut bis sehr gut bewertet wurden. Die arithmetischen Mittelwerte zeigen, dass die Lehrkräfte alle Bereiche bis auf den Spaß-Faktor mit einer glatten 1 benotet haben. Bei den SuS schneiden die Forscherhefte am besten und die Konstruktion der Concept Maps am schlechtesten ab.

## 5.2.2 Offene Items

### 5.2.2.1 Beantwortung der offenen Items durch die SuS

Die offenen Items der Fragebögen bestehen aus sieben Fragen (im Folgenden a-g), die sowohl den Lehrkräften als auch den Schülerinnen und Schülern gestellt wurden. Mit Hilfe der offenen Items können relevante Fehler und Lücken bzw. bereits gute Projektinhalte identifiziert sowie optimiert werden. Die wortwörtlichen Antworten aller Probanden sind im Anhang (S. 277-286) tabellarisch dargestellt. Da die SuS der beiden Schulen, an denen das Projekt durchgeführt wurde, die Fragen teilweise unterschiedlich beantwortet haben, werden die Ergebnisse im Folgenden gegenüber gestellt.

#### a) Was hat Ihnen besonders gut an dem Projekt gefallen?

Tabelle 22 zeigt die prozentuale Verteilung der von den Probanden meistgenannten Kategorien zu der Frage, was ihnen an dem Projekt besonders gut gefallen hat.

Tab. 22: Antworten der SuS auf die Frage „Was hat Ihnen besonders gut an dem Projekt gefallen?“

| 8. Klasse                             |       | 9. Klasse                  |       |
|---------------------------------------|-------|----------------------------|-------|
| Arbeit im Freien                      | 23,5% | Forscherhefte bzw. Projekt | 29,4% |
| Forscherhefte bzw. Projekt            | 21,5% | Selbstständiges Arbeiten   | 20,6% |
| Selbstständiges Arbeiten              | 15,7% | Arbeit im Freien           | 17,7% |
| Autonomie                             | 7,8%  | Autonomie                  | 17,7% |
| Gruppenarbeit                         | 7,8%  | Praktisches Arbeiten       | 5,9%  |
| Smartphones bzw. Materialien & Medien | 7,8%  | Didaktisches Vorgehen      | 2,9%  |
| Motivation                            | 5,9%  | Gestaltung des Projekts    | 2,9%  |
| Neues                                 | 2,0%  | Gruppenarbeit              | 2,9%  |
| Kreativität                           | 2,0%  |                            |       |
| Lernatmosphäre                        | 2,0%  |                            |       |
| Unterstützung                         | 2,0%  |                            |       |
| Spaß                                  | 2,0%  |                            |       |

Schülerinnen und Schüler der 8. Jahrgangsstufe fanden vor allem das Arbeiten im Freien gut, d. h. dass der Unterricht nicht nur im Klassenzimmer stattfand und sie draußen arbeiten konnten. Sowohl den Probanden der 9. als auch der 8. Klasse hat das Projekt einschließlich der Forscherhefte besonders gut gefallen. Sie führten die interessanten, abwechslungsreichen und informativen Aufgaben, die Struktur des Projekts, die Gestaltung der Forscherhefte sowie die klaren Arbeitsaufträge an.

Auch das selbstständige Arbeiten wurde als gut empfunden. Dazu gehörte für die SuS das eigenständige Arbeiten und Organisieren. In der Kategorie Autonomie

werden hingegen die Beispiele als positiv genannt, Dinge selbst zu entscheiden, die Forschergruppe und den Arbeitsplatz frei wählen zu dürfen und sich auszusuchen, welche Aufgaben in welcher Reihenfolge bearbeitet werden. Von SuS aus beiden Klassenstufen wurde die Gruppenarbeitsphase für besonders gut befunden.

Probanden der 8. Jahrgangsstufe gaben außerdem die Arbeit mit den Smartphones, den Einsatz abwechslungsreicher Medien und Materialien, die Motivation die Forscherhefte auszufüllen, das Neue und Kreative, die Atmosphäre, die Unterstützung von den Projektleitern und den Spaß-Faktor des Projekts als positiv an. SuS der 9. Klasse empfanden das praktische Arbeiten, die Experimente, das schrittweise Erarbeiten der Lösungen, den eindeutigen Abschluss des Projekts und die abwechslungsreiche Gestaltung als gut.

*b) Was hat Ihnen gegebenenfalls nicht gefallen bzw. wo haben Sie Fehler gefunden?*

Was den Probanden beider Jahrgangsstufen missfallen hat und welche Fehler ihnen aufgefallen sind, wird in Tabelle 23 dargestellt.

Tab. 23: Antworten der SuS auf die Frage nach Missfallen und Fehlern

| <b>8. Klasse</b>                 |       | <b>9. Klasse</b>    |       |
|----------------------------------|-------|---------------------|-------|
| Zeitprobleme                     | 30,7% | Concept Maps        | 26,7% |
| Fehlendes Vorwissen              | 23,1% | Menge               | 20,0% |
| Menge                            | 15,4% | Teamarbeit          | 13,3% |
| Materialien für Zuhause          | 7,7%  | Fehlendes Vorwissen | 13,3% |
| Organisationsprobleme der Schule | 7,7%  | Technik-Probleme    | 13,3% |
| Technik-Probleme                 | 7,7%  | Arbeitsauftrag      | 6,7%  |
| Teamarbeit                       | 7,7%  | Zeitprobleme        | 6,7%  |

Probanden beider Schulen fanden, dass teilweise zu wenig Zeit zur Verfügung stand, die Aufgaben zu erledigen bzw. die Ergebnisse in das Lösungsheft zu übertragen. In einer Klassenstufe war das Zeitproblem das Hauptmanko, in der anderen befand es sich auf dem letzten Platz. Neben dem Zeitmangel bewerten die SuS auch die (ungleiche) Menge an Aufgaben als negativ. In beiden Jahrgangsstufen wird von einigen wenigen die schlechte Teamarbeit erwähnt. Diese wurde unter anderem durch organisatorische Probleme einer Klassenfahrt und durch Antipathie innerhalb der Forschergruppen erklärt. SuS der 8. Klassenstufe bemängelten zusätzlich, dass manche Aufgaben nicht an ihr Vorwissen angepasst wären, der korrekte Umgang mit allen Geräten schwer fiel, sie Probleme mit dem GPS-Empfang der Smartphones

hatten und sie eigentlich gerne Materialien mit nach Hause genommen hätten, um dort weiterzuarbeiten. Ein Proband der 9. Klasse hat manche Aufgaben nicht richtig verstanden und zwei fanden die Apps teilweise unübersichtlich.

*c) Welche Probleme sind bei der Durchführung aufgetreten?*

Die genannten aufgetretenen Probleme sind in beiden teilnehmenden Klassen relativ ähnlich. Die SuS empfanden die kurze Zeit, den Umgang mit einer GPS-App, das Kranksein bzw. Nichterscheinen von Gruppenmitgliedern und das mutwillige Zerstören ihrer gebauten Fallen durch Fremde als Problem (siehe Tab. 24). Auch der Schwierigkeitsgrad von Aufgaben, Messungengenauigkeiten bei Experimenten und teilweise fehlende Materialien, die andere Forschergruppen verwendeten, wurden als Antwort auf die oben gestellte Frage genannt.

Tab. 24: Antworten der SuS auf die Frage nach Problemen bei der Durchführung

| 8. Klasse                        |       | 9. Klasse             |       |
|----------------------------------|-------|-----------------------|-------|
| Zeitfaktor                       | 31,3% | Zeitfaktor            | 25,0% |
| Schwierigkeitsgrad               | 25,0% | Experimentierprobleme | 25,0% |
| Technik-Probleme                 | 18,8% | Materialien           | 12,5% |
| Materialien                      | 12,5% | Technik-Probleme      | 12,5% |
| Organisationsprobleme der Schule | 6,2%  | Teamarbeit            | 12,5% |
| Teamarbeit                       | 6,2%  | Einfluss von außen    | 12,5% |

*d) Haben Sie Verbesserungsvorschläge? Wenn ja, welche?*

Beide Schulen schlagen hauptsächlich mehr Zeit für die Arbeit mit den Forscherheften zur Verbesserung vor (siehe Tab. 25).

Tab. 25: Antworten der SuS auf die Frage nach Verbesserungsvorschlägen

| 8. Klasse                 |       | 9. Klasse               |       |
|---------------------------|-------|-------------------------|-------|
| Mehr Zeit                 | 35,4% | Mehr Zeit               | 20,0% |
| Weniger Inhalt            | 14,2% | Concept Maps optimieren | 20,0% |
| Auswertung                | 7,2%  | Mehr Arbeit im Freien   | 10,0% |
| Mehr Material             | 7,2%  | Keine Vorschläge        | 10,0% |
| Exkursion                 | 7,2%  | Multiple Choice         | 10,0% |
| Formalien                 | 7,2%  | Weniger Zusammenarbeit  | 10,0% |
| Formulierung der Aufgaben | 7,2%  | Weniger Inhalt          | 10,0% |
| Kreativität               | 7,2%  | Apps                    | 10,0% |
| Zusammenhänge             | 7,2%  |                         |       |

Auch kürzere Experimente oder weniger Protokolle werden angeboten. Um das Projekt zu optimieren, wünschen sich Probanden u. a. einen Ausflug in das Naturkundemuseum bzw. den Zoo, eine bessere Formulierung der Aufgaben, mehr Freiraum für kreative Zeichnungen, mehr Zusatzmaterialien, noch mehr Arbeit im Freien, alternative Apps und weniger Zusammenarbeit mit anderen Gruppen. Produktiv sind auch die Vorschläge, für Diagramme ein kariertes Feld vorzugeben, das Projekt zu jedem Stundenende detaillierter auszuwerten und eventuell einige Aufgaben in Multiple-Choice-Items umzuwandeln, um die Schreibzeit zu verkürzen. Ein Proband der 9. Klassenstufe würde die Methode Concept Mapping am liebsten komplett weglassen, andere wünschen sich eine interessantere Gestaltung dieser. Einige SuS schreiben, dass das Projekt Spaß gemacht hat, wie es war und dass sie nichts verändern möchten.

*e) Fallen Ihnen Fächer bzw. Themen ein, die Sie zu dem Projekt ergänzen würden?*

Von den Probanden beider Schulen wird das Unterrichtsfach Chemie dicht gefolgt von Physik am häufigsten bei der Beantwortung der Frage nach der Ergänzung genannt. Die SuS der 8. Klasse würden außerdem die Fächer Deutsch, Mathematik, Geografie, Geschichte und Kunst stärker mit einbeziehen und die 9. Jahrgangsstufe Sport, Wirtschaft und Politik ergänzen. Auch die Themen Fotosynthese, Anpassungsmechanismen von Lebewesen und Umweltkatastrophen werden als sinnvolle Ergänzungen gesehen.

*f) Wozu hätten Sie sich mehr gewünscht?*

Die Antworten der Probanden auf diese Frage sind in beiden Klassen nahezu deckend. Sie wünschen sich vorwiegend noch mehr praktisches Arbeiten, welches auch die Methode Experimentieren einschließt. Außerdem würden sie beispielsweise gerne die Themen Anthropozän, exotische Tiere, Landwirtschaft, Klimaerwärmung oder Wolkenkunde vertiefen und zusätzliche Literatur zu Smartphone-Apps sowie zur Pflanzenbestimmung erhalten.

*g) Würden Sie das Projekt weiterempfehlen? Warum, warum nicht bzw. mit welcher Einschränkung?*

Alle Probanden geben ausnahmslos an, dass sie das Projekt weiterempfehlen würden. Dafür spricht der neue und angenehme Unterrichtsstil, dass man beim

Lernen Spaß und Freiheiten haben kann, draußen arbeitet und die Stunden selbstständig planen darf bzw. muss.

Das Projekt sei anders als „normaler“ Unterricht, auch im Hinblick auf die Concept Maps anwendungsbezogen, kreativ, informativ, gut strukturiert, abwechslungsreich, fachübergreifend, ergebnisreich, nicht langweilig und besitzt spannende Themen. Einige Probanden geben explizit an, dass sie es toll fanden, ihren Lernfortschritt anhand der Concept Maps zu sehen. Ein weiterer Proband würde das Projekt weiterempfehlen, aber sich mehr Zeit zur Bearbeitung wünschen.

#### **5.2.2.2 Beantwortung der offenen Items durch die Lehrkräfte**

Den Lehrkräften hat besonders das selbstständige Lernen und Arbeiten mit Hilfe der Forscherhefte gefallen. Außerdem zeigten sie großes Interesse an der Thematik und an der Methode des Concept Mapping. Die detaillierten Antworten sind im Anhang (S. 287) zu finden.

Weniger gut fanden Sie teilweise das unterschiedliche Engagement der SuS innerhalb der Gruppen, welches unter anderem auf die organisatorischen Probleme der Schule in Bezug auf Klassenfahrten zurückzuführen ist. Schwierigkeiten sehen die Lehrkräfte in den Kosten, die für die Durchführung des Projekts notwendig sind.

Sie können sich vorstellen, dass das Thema Naturschutz eine größere Rolle spielt und, dass das Unterrichtsfach Deutsch stärker einbezogen wird, z. B. indem die SuS selbst Sachtexte verfassen.

Insgesamt würden die Lehrkräfte das Projekt einstimmig weiterempfehlen und im nächsten Schuljahr erneut durchführen, da es ihrer Meinung nach praxis- und schülerorientiert ist und sich die Arbeits- und Lernmethoden von Projektunterricht weiter verbreiten müssen. Eine Lehrkraft wünscht sich eine Anleitung des Projektes, um es mit den SuS durchzuführen.

### 5.2.3 Ergebnisse zur App „anymals+plants“

#### 5.2.3.1 Geschlossene Items zur Evaluierung der App

Die App „anymals+plants“ haben 23 Probanden der 8. und 9. Jahrgangsstufe sowohl genutzt als auch bewertet. Nur SuS der Forschergruppen Tiere und Pflanzen sollten die App zur Dokumentation ihrer identifizierten Arten verwenden. Die fünf Aussagen, zu denen die SuS jeweils ihre Zustimmung auf einer geradzahigen Likert-Skala von „Trifft zu“ bis „Trifft nicht zu“ einordnen sollten, wurden in Zusammenarbeit mit den Entwicklern der App festgelegt. In Abbildung 24 ist der Grad der Zustimmung für jedes Item dargestellt.

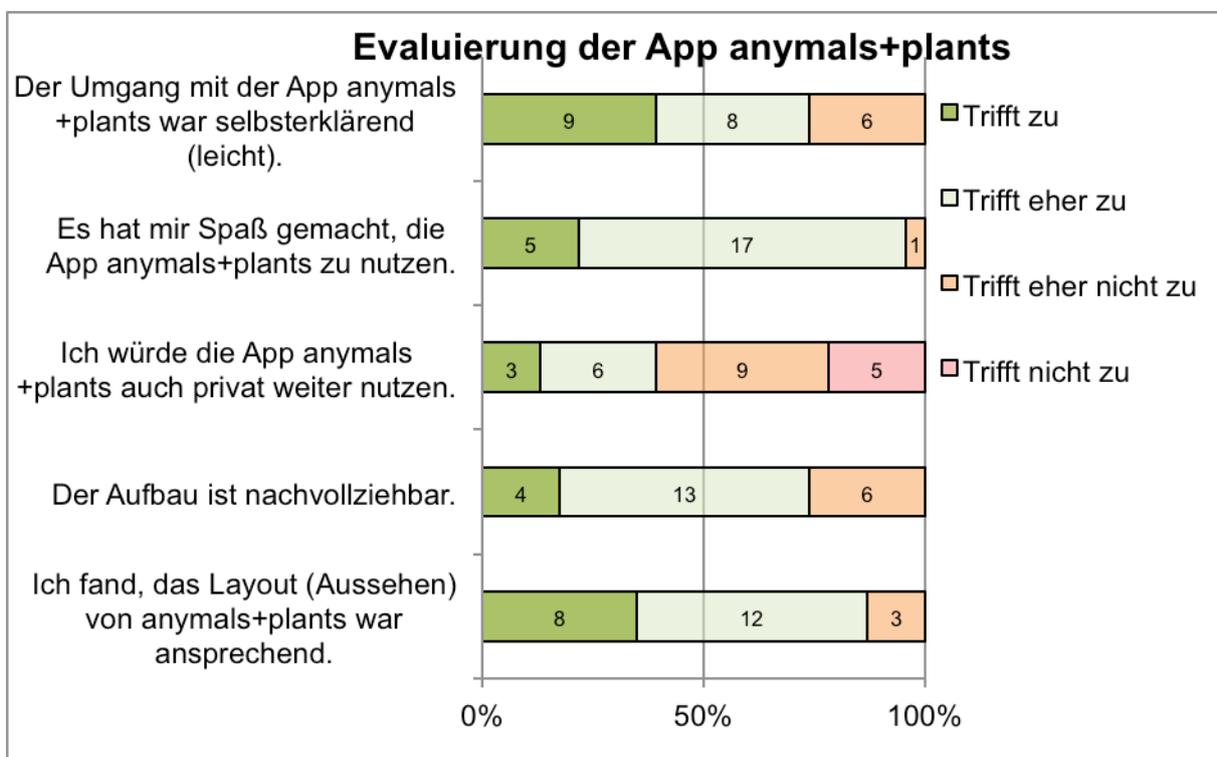


Abb. 24: Der Grad der Zustimmung von SuS auf Items zur Evaluierung der App „anymals+plants“

87 % aller Probanden fanden das Layout eher ansprechend. Lediglich 13 % stimmten dem ansprechenden Aussehen eher nicht zu. Dass der Aufbau nachvollziehbar und der Umgang mit der App selbsterklärend ist, konnten 74 % der SuS eher bestätigen. 39 % würden die App „anymals+plants“ auch privat weiter nutzen. Außer einem Probanden hat es allen anderen eher Spaß gemacht, die App zu nutzen.

Die zusätzliche Frage, ob sich die App bereits jemand auf einem privaten Smartphone oder Tablet installiert hat, konnten lediglich 2 von 23 Probanden bejahen.

### 5.2.3.2 Offene Items zur Evaluierung der App

Die Probanden der Forschergruppen Tiere und Pflanzen haben zusätzlich fünf offene Fragen zur App „anymals+plants“ beantwortet, um diese zu evaluieren und somit verbessern zu können. Alle Antworten der SuS sind im Anhang (S. 288) tabellarisch zusammengefasst.

#### *Was hat mir an der App besonders gut gefallen?*

Besonders gefallen hat den Nutzern der App die Vielfalt an Arten, die in der App bereits angezeigt wurden. Einige Probanden erwähnten das Design, den Aufbau, die Struktur sowie Anschaulichkeit positiv. Andere fanden, dass die Bedienung einfach ist und sie die Arten schnell finden konnten. Außerdem gefiel es den SuS, eigene Bilder aufnehmen und hochladen zu können. Auch die zahlreichen Voreinträge mit detaillierten Informationen zu den Arten kamen gut an.

#### *Was hat mir an der App nicht gefallen?*

Hauptsächlich wurde die Übersichtlichkeit der App bemängelt. Außerdem gab es Nutzer, welche die App nicht verstanden und die Bedienung als zu schwer eingestuft haben. Einige Probanden fanden auch, dass nicht alle Arten, die sie bestimmt haben, bei „anymals+plants“ registriert waren.

#### *Was habe ich in der App vermisst?*

Nur zwei Nutzer der App gaben an, etwas vermisst zu haben. Beide fanden, dass einige Tiere nicht zu finden waren, die sie zuvor identifizierten.

#### *Was würde ich an der App ändern?*

50 % der Nutzer, welche die Frage beantwortet haben, würden das Design verändern, indem sie die App übersichtlicher machen und das Layout verbessern. Die andere Hälfte möchte die Bedienung vereinfacht und die App verständlicher haben.

*Welche Materialien zur Bestimmung haben Sie vorwiegend genutzt: ausgedruckte Bestimmungshilfen, Bücher, das Internet oder Apps?*

Bücher und das Internet wurden zu gleichen Teilen verwendet. Jeweils 17 von 23 Probanden nutzten diese Quellen zur Bestimmung der Arten. 8 von 12 SuS verwendeten Smartphone-Apps für die Identifizierung der Pflanzen und Tiere auf dem Schulgelände.

### **5.3 Ergebnisse der Rahmenlehrplananalyse**

Die Inhalte der fächerübergreifenden Forscherhefte wurden mit den Rahmenlehrplänen aller Unterrichtsfächer von Berlin abgeglichen. In Kapitel 4.6 sind die Fächer sowie die dazugehörigen Themenfelder und konkretisierten Bildungsstandards detailliert dargestellt, bei denen es Übereinstimmungen zu Projektinhalten gibt. In der Doppeljahrgangsstufe 7/8 passen die Forscherhefte thematisch bzw. methodisch in die Unterrichtsfächer Biologie, Chemie, Deutsch, Ethik, Geografie, Geschichte, ITG, Lernen in globalen Zusammenhängen, Mathematik und Physik. Mit der Ausnahme von Physik können die Forscherhefte in der Doppeljahrgangsstufe 9/10 in dieselben Fächer integriert werden. Lediglich die Themenfelder und Bildungsstandards unterscheiden sich bei den Klassenstufen.

### **5.4 Ergebnisse der Lösungsforscherhefte**

Jeder Schüler bzw. jede Schülerin hatte ein eigenes Forscherheft, welches er oder sie bearbeitete. Dieses war entweder ein Tier-, Pflanzen-, Boden oder Meteorologie-Forscherheft. Die Mitglieder der jeweiligen Forschergruppe tauschten sich dabei aus. Zusätzlich besaß jede Gruppe ein gemeinsames Lösungsheft, in das alle Lösungen eingetragen wurden. Zur Ergebnissicherung behielten die SuS ihre eigenen Forscherhefte. Diese wurden teilweise von den jeweiligen Lehrkräften benotet. Die Gruppen-Lösungsforscherhefte wurden im Rahmen der Studie eingesammelt und zur Auswertung herangezogen.

Der zuvor erstellte Erwartungshorizont wurde verwendet, um die Lösungshefte der verschiedenen Gruppen auszuwerten. Alle Aufgaben in den Forscherheften konnten entweder nicht gelöst, nicht komplett bzw. falsch gelöst, vollständig gelöst und überdurchschnittlich/sehr ausführlich gelöst sein. Je nachdem, wie viele Aufgaben in jeder Gruppe diesen Kategorien zugeordnet werden konnten, wurden die Prozentwerte pro Forschergruppe erstellt und so die jeweils „beste“ Gruppe der

Klasse ermittelt. Die Auswertung der Lösungsforscherhefte ist im Anhang (S. 202-204) zu finden. Als Anreiz, das Lösungsheft der Forschergruppe am ausführlichsten abzugeben, wurden Kinogutscheine für die gesamte Siegergruppe vergeben.

Aus der Auswertung der Lösungshefte ist erkennbar, dass die SuS alle ihre Pflichtaufgaben gelöst haben und einige zusätzlich auch alle Wahlaufgaben. An einer Schule gaben die Pflanzen- und Meteorologie-Gruppen die am besten ausgefüllten Forscherhefte ab. An der anderen Schule waren die Forscherhefte der Tier- und Boden-Gruppe am ausführlichsten. Das bedeutet, dass es bei allen Forschergruppen möglich war, zu „gewinnen“ bzw. das Forscherheft vollständig zu lösen.

Jede Forschergruppe konnte sich einen Gruppennamen geben. Interessante Teamnamen, wie z. B. Pfiffige Feuerwanzen, Flower Power oder Wetter-Heinies, zeigen, dass die SuS Spaß an dem Projekt hatten sowie kreativ und motiviert waren. Mit Hilfe der Lösungshefte der Forschergruppen wurde der zuvor erstellte Erwartungshorizont überarbeitet und angepasst.

## 6 Diskussion

### 6.1 Methodenkritik

#### Concept Mapping:

Im Rahmen der Arbeit wurde die Methode Concept Mapping als Pre-Post-Test eingesetzt, um Veränderungen des Strukturwissens von SuS zu untersuchen, die das fächerübergreifende Projekt zum Biodiversitätsmonitoring durchgeführt haben.

Die Kontrollgruppe hat ebenfalls CMs zu zwei unterschiedlichen Messzeitpunkten mit demselben Abstand zwischen den Erhebungen erstellt. Mit den Ergebnissen (siehe Kapitel 5.1.1) kann ausgeschlossen werden, dass die Verbesserung der Komplexitätsindizes der Probanden auf der Verbesserung in der Methode beruhen. Der Mann-Whitney-U-Test hat ergeben (siehe Kapitel 5.1.1 bzw. Anhang S. 228-241), dass es zum Messzeitpunkt I nahezu keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen gibt. Zum Messzeitpunkt II sind dagegen die Mediane der meisten Graphenmaße der Probandengruppe höher als die der Kontrollgruppe. Noch besser wäre es, die Kontrollgruppe zeitgleich in ähnlichen Themen zu unterrichten, jedoch nicht fächerübergreifend. Dies ist jedoch höchstwahrscheinlich schwer umzusetzen, da es keine Klassenstufe gibt, in der die Rahmenlehrpläne aller Unterrichtsfächer diese Thematik verknüpfen und sich zusätzlich alle Lehrkräfte bereit erklären würden, nur diesen kleinen Teil zu behandeln, ohne Verknüpfungen zu anderen Fächern herzustellen.

Die Interraterreliabilität mit Kendalls Konkordanzkoeffizient  $W$  von 0,69 (siehe Kapitel 3.4.1) deutet auf eine beachtliche Übereinstimmung zwischen den Ratern nach Landis und Koch (1977) hin. Durch eine intensivere Vorbereitung der Rater und klare Instruktion kann wahrscheinlich eine noch höhere Reliabilität erzielt werden. Der Kriterienkatalog könnte beispielsweise mit mehr Details zu den jeweiligen Punkteniveaus versehen werden.

Das Erstellen der CMs hat lediglich 45-60 Minuten in Anspruch genommen, das Auswerten war allerdings deutlich zeitintensiver. Der zeitliche Aufwand steigt mit der Anzahl der verwendeten Begriffe und somit mit der Komplexität der konstruierten Netze. Es ist zu prüfen, ob einige Begriffskärtchen weniger relevant sind und der Pool an Kärtchen um diese eventuell reduziert werden kann. Außerdem gibt es vier Begriffskärtchen, die nicht aus Substantiven, sondern aus einzelnen Adjektiven, wie „zusammengesetzt“, „einfach“, „gegenständig“, „wechselständig“, bestehen. Dadurch

entsteht beim Verknüpfen von zwei Knoten kein kleiner Satz und die Auswertung wird erschwert.

Eventuell kann die Methode des Concept Mapping durch andere Diagnose-Instrumente, z. B. Wissenstests, Lesetests, Interviews, Lautes Denkens während des Erstellens etc., ergänzt werden. Dadurch können umfassendere Ergebnisse gewonnen und Korrelationen zu anderen Kenndaten untersucht werden, wie etwa die konkurrente Validität (FISCHLER & PEUCKERT 2000, 17) durch den Vergleich mit den Noten der SuS aus den beteiligten Fächern. Auf der anderen Seite konstruieren die SuS die CMs im Team und nicht einzeln. Daher bestehen die Gruppen aus Mitgliedern mit heterogenen Leistungsniveaus und der Vergleich mit den Noten würde keine aussagekräftigen Ergebnisse liefern. Die gemeinsame Konstruktion der CMs ist für das Projekt jedoch notwendig, da die „Experten“ mit ihren Forschergruppen unterschiedliche Themen bearbeiten und ansonsten die Vergleichbarkeit fehlen würde. Außerdem machen die diversen Einsatz- und Auswertungsmöglichkeiten von CMs ein standardisiertes Verfahren zur Bestimmung der Reliabilität und Validität nahezu unmöglich (RUIZ-PRIMO & SHAVELSON 1996).

Die Kanten der CMs wurden lediglich in fachwissenschaftlich richtig und falsch eingeteilt (0-3 Punkte). Falls mehr Zeit im Schuljahr zur Verfügung stehen sollte, könnte auf die fachwissenschaftlich falschen Verknüpfungen explizit, z. B. mit der Conceptual-Change-Theorie (DUI 1999; KRÜGER 2007), eingegangen und diese besprochen werden.

Da einzelne SuS den Verbesserungsvorschlag gemacht haben, die CMs interessanter zu gestalten, könnte eventuell der Versuch gestartet werden, die Methode „Advance Organizer“ zu nutzen. Diese ist eine Weiterentwicklung der CMs, welche neben den Begriffen auch Abbildungen sowie abstrakte Strukturen miteinbezieht (BRINKMANN 2009b; AUSUBEL, NOVAK & HANESIAN 1987; NOVAK & GOWIN 1984; CAÑAS 2003).

CMs sind vielseitig sowie flexibel einsetzbar, effektiv und effizient in Bezug auf vergleichbare Instrumente. In der vorliegenden Untersuchung lieferten sie für die Forschungsfrage F1 (siehe Kapitel 2.8.2 bzw. 6.2.1) aussagestarke Ergebnisse.

### Fragenbögen zur Evaluierung des Projekts:

Die Rücklaufquote der Fragebögen zur Evaluierung des Projekts und der fächerübergreifenden Forscherhefte beträgt 100%, da diese im Anschluss an die Erstellung der Concept Maps und das Ausfüllen sofort eingesammelt wurden. Einige Items konnten von den Lehrkräften nicht ausreichend bewertet werden, wie z. B. „Ich hatte das Gefühl, die Concept Maps der SuS sind besser geworden“ oder „Im Unterricht gab es Gelegenheit, eigene Einfälle zu verwirklichen“. Derartige Formulierungen müssen geändert oder die Aussage komplett gestrichen werden. Vier SuS haben lediglich die erste und letzte Doppelseite des Fragebogens ausgefüllt und nicht den mittleren Teil. Es sollte darauf aufmerksam gemacht werden, aus wie vielen Seiten bzw. Blättern der Fragebogen besteht. Aus verschiedenen Gründen wurden Items von einigen Probanden teilweise überhaupt nicht bearbeitet. Ein Item, das im Fragebogen der Lehrkräfte unverständlich gewählt wurde, lautet „Ich habe mich aktiv in der Veranstaltung eingebracht“. Die Hälfte der Lehrkräfte stimmt eher zu, die andere Hälfte verneint die Aussage. Die Intention des Einsetzens dieses Items war, herauszufinden, ob die Forscherhefte auch ohne Eingreifen der Lehrkräfte nutzbar sind. Wahrscheinlich wollten aber nicht alle lehrenden Probanden gerne zugeben, dass sie nicht aktiv während der Unterrichtsstunde waren.

Der Fragebogen ist dennoch für die Beantwortung der gestellten Forschungsfrage F3 (siehe Kapitel 2.8.2 bzw. 6.2.3) geeignet. Besonders aufschlussreich waren die Antworten auf die offenen Fragen. Die Verbesserungsvorschläge der Probanden können beim Überarbeiten der Materialien nahezu komplett umgesetzt werden.

### Rahmenlehrplananalyse

Die Einordnung der Inhalte und Methoden der Forscherhefte in die Berliner Rahmenlehrpläne des jeweiligen Faches ist eher subjektiv. Daher ist im Kapitel 4.6 auch nur eine mögliche Variante der Zuordnung dargestellt. Wenn man die Einordnung mit einem anderen Fokus betrachtet, sind die Forscherhefte auch abweichend zuzuordnen.

## 6.2 Diskussion der aufgestellten Forschungsfragen und Hypothesen

### 6.2.1 Diskussion der Forschungsfrage F1

#### **Welchen Einfluss hat die Intervention mit fächerübergreifenden Forscherheften auf das systemische Denken der Schülerinnen und Schüler?**

Concept Maps unterstützen dynamisches, sinnstiftendes sowie vernetztes Denken und umgekehrt wird systemisches Denken benötigt, um sie zu erstellen. Aus CMs kann man demzufolge Schlussfolgerungen auf die Wissensstruktur und somit auf systemisches Denken ziehen (BEHRENDT, HÄUßLER & REGER 1997; GERDES 1997).

Mit Hilfe von Pre- und Post-Tests wurden die CMs im Projekt als Diagnosemittel genutzt, um die kognitiven Verknüpfungen der Lernenden vor und nach der Intervention mit den Forscherheften zu analysieren. Da den SuS zuvor Zeit gegeben wurde, sich mit den CMs vertraut zu machen und somit nicht das Beherrschen der Methode getestet wird, ist das Diagnosewerkzeug valide (MCCAGG & DANSERAU 1991; FISCHER, JELEMENSKA & GRAF 2013), um den Einfluss der fächerübergreifenden Forscherhefte auf das systemische Denken beurteilen zu können. Die Interraterreliabilität (siehe Kapitel 3.4.1) liegt bei 0,69 mit Kendalls W und deutet auf eine beachtliche Übereinstimmung der Rater hin.

Die graphentheoretische Betrachtung der CMs (siehe Kapitel 5.1) zeigt, dass vom Messzeitpunkt I zum Messzeitpunkt II von den SuS mehr Begriffskärtchen verwendet und mehr Verknüpfungen konstruiert wurden. Da die Anzahl fachwissenschaftlich falscher Kanten sinkt und die Anzahl fachwissenschaftlich richtiger Kanten sogar signifikant steigt, kann geschlossen werden, dass sich das Fachwissen durch die Intervention mit den Forscherheften verbessert hat. Auch der signifikante Anstieg des individuellen Summenscores deutet auf einen quantitativen Wissenszuwachs der SuS hin. Durch die Aufschlüsselung der einzelnen Punktniveaus, welche iterativ von den Ratern vergeben wurden, kann darüberhinaus die Qualität des Wissens beurteilt werden. Im Vorher-Nachher-Vergleich der CMs werden durchschnittlich weniger „0 Punkte“ und signifikant weniger „1 Punkt“ verteilt. Das bedeutet, dass die SuS weniger fachwissenschaftlich falsche Verknüpfungen erstellt haben und mit Hilfe der Forscherhefte „Misskonzepte“ behoben werden konnten. Die Abnahme der fachwissenschaftlich falschen Kanten zeigt indirekt eine Zunahme der Qualität des Fachwissens. Der qualitative Zuwachs von Wissen wird gestützt durch die erhöhten Punktniveaus der fachwissenschaftlich richtigen Verknüpfungen. Es wurden signifikant mehr „2 Punkte“ und „3 Punkte“ vergeben.

Im Rahmen der Interventionsstudie sollte darüberhinaus getestet werden, ob und wie weit sich die Dichte an fachwissenschaftlich richtigen Verknüpfungen und somit die Struktur des Wissens vom Pre- zum Post-Test entwickelt hat. Dafür wurden die Komplexitätsindizes ermittelt.

Der Median des Komplexitätsindex 1 ( $KPX_1 = KAN / KNO$ ) steigt vom MZP I zum MZP II an. Dies ist aber wenig aussagekräftig, da auch die fachwissenschaftlich falschen Kanten zur Berechnung miteinbezogen werden.

Bei der Ermittlung des Komplexitätsindex 2 ( $KPX_2 = \text{Summenscore} / KAN$ ) zeichnet sich ein signifikanter Anstieg vom Vorher- zum Nachher-Map ab. Das bedeutet, es wurden höhere individuelle Summenscores in den Expertengruppen bezogen auf die Gesamtanzahl der Kanten erreicht.

Auch der Komplexitätsindex 3 ( $KPX_3 = KAN_{\text{richtig}} / KNO$ ) steigt vom Pre- zum Post-Test signifikant an. Damit spiegelt der  $KPX_3$  die höhere Dichte an fachwissenschaftlich richtigen Verknüpfungen zum MZP II wieder. Da sinnvolles Lernen zu einer Verbesserung der vorhandenen kognitiven Strukturen führt (NOVAK 1990; NOVAK 2008) und sich die Wissensstruktur der am Projekt beteiligten Probanden verbessert hat, muss auch die Intervention mit den fächerübergreifenden Forscherheften sinnvoll gewesen sein und zu einer positiven Entwicklung systemischen Denkens geführt haben.

Bei der Betrachtung der Strukturanalyse der CMs wird deutlich, dass zum MZP II weniger Inseln konstruiert werden und die „Zerklüftetheit“ abnimmt. Eine höhere Anzahl an Inseln weist auf eine weniger vernetzte Wissensstruktur hin (GRAF 2014). Im Pre-Test werden bis zu sieben Inseln pro Concept Map erstellt, im Post-Test sind es nur noch maximal vier einzelne Netze in einem großen Concept Map. Es wird vermutet, dass zum Messzeitpunkt II das steigende Strukturwissen zu einer stärkeren Vernetzung der Begriffe in den Concept Maps führt und daher weniger Inseln konstruiert werden.

Darüberhinaus entstehen im Post-Test weniger ketten-, stern- und baumartige Strukturen und vermehrt netzförmige Strukturtypen bei der Konstruktion der CMs. Die Gestaltung der Netzstruktur, welche am höchsten zu bewerten ist (WHITE & GUNSTONE 1992) steigt im Vorher-Nachher-Vergleich von 24 % auf 44 % an. Da viele Begriffe vorgegeben waren, welche eine hierarchische Überbegriff-Unterbegriff-Verbindung besitzen, ist es nicht zu vermeiden, dass zusätzlich ketten- und baumartige Strukturen auftreten. Die vermehrte Konstruktion von netzförmigen CMs

deutet auf stärkeres systemisches und vernetztes Denken nach dem Bearbeiten der Forscherhefte.

Für die Verbesserung des Strukturwissens spricht auch, dass sich viele Inhalte und Methoden des Konzeptes mit den fächerübergreifenden Forscherheften in die vier Schlüsselkomponenten systemischen Denkens (OSSIMITZ 2000a, 48) einordnen lassen (siehe Kapitel 2.3). Die SuS erlangen die Kompetenz des *vernetzten Denkens*, indem sie durch das Gestalten der Concept Maps Zusammenhänge visualisieren. Im Fragebogen zur Evaluierung der Projekts gaben 85 % der SuS und 75 % der Lehrkräfte an, dass sie sich selbst bei der Konstruktion der CMs verbessert haben (siehe Kapitel 5.2.1.1). Eine Lehrkraft machte dazu keine Aussage. 89 % der SuS fanden, dass auch das CM der gesamten Gruppe besser geworden ist. In den Forscherheften sind Aufgaben, zu deren Lösung Vorstellungen von Rückkopplungen notwendig sind. Das stellt neben dem vernetzten Denken einen engen Zusammenhang zum *dynamischen Denken* bzw. *Denken in Zeitabläufen* her. Die Schlüsselkomponente *Denken in Modellen* zeigt sich, in dem SuS Originale vereinfachen und Skizzen anfertigen, Diagramme sowie Tabellen erstellen und Zusammenhänge grafisch darstellen. Selbst erstellte Zusammenhänge sind plausibler, werden auch langfristig sowie nachhaltig behalten und erzielen einen höheren Lerneffekt (BELL 2004). Die Reflexion über Modelle muss in der Schule allerdings noch gefördert werden. Das *systemgerechte Handeln* spiegelt sich im Projekt rund um die fächerübergreifenden Forscherhefte als komplexes Problemlösen wieder.

Die SuS haben sich mit dem komplexen Thema Biodiversitätsmonitoring und zahlreichen Verbindungen dazu beschäftigt, was laut Wagner (2002, 19) systemisches Denken ausmacht.

Die graphentheoretische Betrachtung und die Strukturanalyse der CMs hat ergeben, dass sich sowohl das Fachwissen, als auch das Strukturwissen der SuS vom MZP I zum MZP II verbessert hat. Die Hypothese H1

„*Mit Hilfe der Forscherhefte kann das systemische Denken gefördert werden.*“ wird daher unterstützt und kann nicht abgelehnt werden. Damit bestätigt die vorliegende Arbeit, dass die Förderung systemischen Denkens in der Schule möglich ist und Kompetenzen durch die Intervention mit den Forscherheften erworben werden, welche die wenig erfreulichen Ergebnisse von TIMSS und PISA forderten (BRINKMANN 2009a).

### 6.2.2 Diskussion der Forschungsfrage F2

#### **Inwieweit ist es möglich, die Forscherhefte in den regulären Unterricht zu integrieren?**

Um die Forschungsfrage F2 beantworten zu können, werden die Ergebnisse der Rahmenlehrplananalyse, der Lösungsforscherhefte und des Fragebogens mit in die Diskussion einbezogen.

Die Rahmenlehrplananalyse (siehe Kapitel 4.6 bzw. 5.3) hat ergeben, dass das Projekt inhaltlich sowie methodisch in die Berliner Rahmenlehrpläne (SENATSVERWALTUNG FÜR BILDUNG, JUGEND UND SPORT BERLIN 2006) der Unterrichtsfächer Biologie, Chemie, Deutsch, Ethik, Geografie, Geschichte, ITG, Lernen in globalen Zusammenhängen, Mathematik und Physik von der Doppeljahrgangsstufe 7/8 eingeordnet werden kann. In der Doppeljahrgangsstufe 9/10 sind die Themen der Forscherhefte mit Ausnahme von Physik in dieselben Unterrichtsfächer integrierbar, wobei es Abweichungen zu den Themenfeldern sowie den Bildungsstandards gibt. Da das Projekt dem fächerkoordinierenden bzw. themenzentrierten Unterricht (LABUDE 2003; HÄUßLER *et al.* 1998; KREMER & STÄUDEL 1997) mit dem übergeordneten Thema Biodiversitätsmonitoring zugeordnet werden kann und dieser die höchste Stufe fächerübergreifenden Unterrichts ist, wird ein hohes Maß an Kooperation im Lehrerkollegium vorausgesetzt, um das Projekt ohne Einwirkung Dritter organisieren zu können. Empfehlenswert ist es, die Rahmenlehrpläne Berlins bzw. deutschlandweit interdisziplinär(er) zu gestalten, damit die starren Grenzen des Fachunterrichts aufgebrochen werden und fächerübergreifend sowie systemisch gelehrt und gelernt werden kann.

Die Auswertung der Gruppen-Lösungsforscherhefte hat gezeigt, dass die SuS alle Pflichtaufgaben der Forscherhefte geschafft haben und in mindestens einer Forschergruppe pro Thema (Tiere, Pflanzen, Meteorologie und Boden) zusätzlich auch alle Wahlaufgaben gelöst wurden. Bei der Ermittlung der am besten ausgefüllten Lösungsforscherhefte wurde ersichtlich, dass an einer Schule die Pflanzen- und Meteorologie-Gruppe und an der anderen Schule die Tier- und Boden-Gruppe die prozentual am ausführlichsten gelösten Forscherhefte ablieferte. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass die Aufgaben und die Bearbeitungszeit in den verschiedenen Forschergruppen ungefähr gleich verteilt sind. Das wiederum bedeutet, dass die Forscherhefte fair im Unterricht eingesetzt werden können und keine der Forschergruppen unter- oder überfordert sein sollte.

Um das Zeitmanagement für das Projekt zu bewerten, sollten die Evaluierungsteilnehmer im Fragebogen zu zwei gegensätzlichen Items den Grad ihrer Zustimmung angeben (siehe Kapitel 5.2.1.1, Abb. 17). 44 % der SuS gaben an, dass die zur Verfügung stehende Zeit zu kurz war und 5 % fanden, dass die Zeit für das Projekt zu lang war. Tendenziell sollte zum Bearbeiten der Forscherhefte demzufolge eher mehr Zeit gegeben werden.

Das Forschertagebuch (siehe Beilagen), bei dem die SuS ihre Fortschritte im Forscherheft dokumentieren sollten, wurde gut angenommen und regelmäßig ausgefüllt. Trotz der produktiv chaotischen Lernatmosphäre können die Lehrkräfte mit Hilfe der Forschertagebücher kontrollieren, welche Aufgaben die SuS bereits erledigt haben, was noch fehlt und wo es Probleme gibt. Um die Forscherhefte im regulären Unterricht einzusetzen, ist diese Methode gut geeignet, da man als Lehrkraft (aber auch als Forscher bzw. Forscherin) den Überblick behält.

Ein relevantes Kriterium, ob die Forscherhefte im Unterricht eingesetzt werden können, ist für einige Lehrerinnen und Lehrer die Benotung. Da die Forschergruppen nicht nur ein gemeinsames Lösungsheft abgeben, sondern ihre Ergebnisse auch in einem eigenen Forscherheft festhalten, ist es einerseits möglich, Noten für die Gruppe zu geben und andererseits individuelle Noten. Dabei kann bewertet werden, wie viele Pflicht- und Wahlaufgaben richtig gelöst wurden und ob die Hefte sauber und ordentlich ausgefüllt sind. Außerdem ist es möglich, Noten für die Zusammenarbeit der Gruppen zu geben, z. B. wie gut die Aufgaben innerhalb der Forschergruppe verteilt wurden. Eine Hilfe für Lehrkräfte stellt der Erwartungshorizont aus möglichen Schülerantworten (siehe Anhang, S. 151-201) dar, welcher eine Orientierung geben soll, was als „richtig“ gewertet werden kann.

Im Fragebogen zur Evaluierung des Projekts gaben 50 % der Lehrenden an, dass sie sich während des Projekts aktiv in die Veranstaltung eingebracht haben, für die anderen 50 % war diese Aussage nicht zutreffend. Jedoch haben alle Lehrkräfte das Projekt als sehr gut bewertet. Demzufolge sind die Forscherhefte auch ohne Eingreifen der Lehrenden einsetzbar und die SuS sind in der Lage, selbstständig damit zu arbeiten.

Für die Realisierung der Integration in den regulären Unterricht spielen darüberhinaus die Kosten des Projekts eine entscheidende Rolle. Die Kostenaufstellung (siehe Kapitel 4.7) der Materialien, die für das Projekt benötigt werden, zeigt, dass 137,59 Euro für die Durchführung aufgewendet wurden.

Viele außerschulische Lernorte (wie beispielsweise NatLab) sind deutlich teurer (ca. 5 Euro pro Schüler bzw. pro Schülerin) und finden lediglich einen Tag statt. Fast alle Materialien des Biodiversitätsprojektes können jedes Schuljahr wieder verwendet werden, sodass nur eine einmalige Investition notwendig ist.

Um die fächerkoordinierenden bzw. themenzentrierten Forscherhefte in den Unterricht zu integrieren, sollten die Lehrkräfte auf das Vorwissen der SuS eingehen und sich mit dem Rest des Lehrerkollegiums absprechen, welche Themen bereits behandelt wurden. Außerdem muss bei der Organisation des Projekts ein Zeitpuffer eingeplant werden, da gerade kurz vor den Sommerferien häufig Stunden aufgrund von Hitzefrei, Klassenfahrten oder Wandertagen ausfallen. Die Auswertung sowie Ergebnissicherung ist wichtig für nachhaltiges Lernen und sollte daher nicht zu kurz kommen. Voraussetzung für die Einbindung der fächerbergreifenden Forscherhefte in den regulären Unterricht sind Schulgärten oder Parks in der Nähe des Schulgeländes, sodass keine langen Anfahrtswege notwendig sind.

Die konzipierten Forscherhefte sind bezugnehmend auf die vorliegende Evaluierung für den Unterricht geeignet und lassen sich mit den Berliner Rahmenlehrplänen der jeweiligen Unterrichtsfächer der Doppeljahrgangsstufen 7/8 sowie 9/10 vereinbaren und sogar in den Regelunterricht integrieren. Bedingung dafür ist jedoch ein hohes Maß an Kooperation und Teamfähigkeit im Lehrerkollegium. Damit kann die Hypothese H2

*„Die Forscherhefte können fächerübergreifend eingesetzt werden und lassen sich mit den Berliner Rahmenlehrplänen vereinbaren.“*

gestützt und nicht falsifiziert werden. Sie sind fächerkoordinierend bzw. themenzentriert und in den regulären Unterricht integrierbar. Zur Unterstützung der Projektdurchführung dienen jeweils ein bereits zusammengestellter Erwartungshorizont der einzelnen Forscherhefte (siehe Anhang S. 151-201) sowie eine Lehrerhandreichung, welche in Rücksprache mit aktuell am Projekt teilnehmenden Lehrkräften konzipiert wird.

### 6.2.3 Diskussion der Forschungsfrage F3

#### **Was kann an dem Projekt sowie den Materialien noch verbessert werden bzw. wo sind Probleme bei der Durchführung aufgetreten?**

Zur Beantwortung der Forschungsfrage F3 sind die Ergebnisse der geschlossenen bzw. halboffenen Items und der offenen Fragen des Fragebogens zur Evaluierung des Projekts (siehe Kapitel 5.2 und Anhang S. 260-287) eingeflossen. Mit Hilfe des geschlossenen Fragebogenteils bewerteten die Probandinnen und Probanden vorgegebene Aussagen zum Projekt. Die Antworten auf die offenen Fragen können zur Optimierung von Bereichen des Projekts beitragen, welche vorher bei der Konzipierung der geschlossenen Items im Fragebogen nicht bedacht wurden.

Aus den Ergebnissen der geschlossenen Fragebogen-Komplexe geht hervor, dass sich die SuS sowie Lehrkräfte mehr Zeit bzw. einen größeren Puffer für die Bearbeitung der Forscherhefte wünschen. Diese Angabe stimmt auch mit den Aussagen der offenen Fragen überein. An einer Schule, an der das Projekt durchgeführt wurde, sahen die SuS die knappe Zeit als Hauptproblem. Die andere Schule empfand den Zeitfaktor trotz nahezu gleicher Bearbeitungsdauer als deutlich weniger problematisch. Gerade vor den Sommerferien fallen Unterrichtsstunden für Wandertage, Klassenfahrten etc. weg. Daher ist es empfehlenswert, nicht weniger als sieben Doppelstunden für das Biodiversitätsprojekt zu planen. Dazu muss die Zeit zur Einführung, Auswertung und eventuell von Vorher-Nachher-Diagnose-Methoden (z. B. Concept Mapping) bedacht werden, was zusätzlich je eine Doppelstunde davor und danach in Anspruch nimmt.

Um das Arbeitsklima zu verbessern, ist es möglich, die Aufgabenverteilung innerhalb der Gruppe zu kontrollieren, damit sich keiner der SuS ungerecht behandelt fühlt. Auch den Lehrkräften ist das unterschiedliche Engagement der SuS innerhalb der Gruppen aufgefallen. Erreichbar ist eine Gleichverteilung der Aufgaben beispielsweise durch das Begutachten der individuellen Forschertagebücher. Da bisher nur 62 % der SuS im Fragebogen angaben, selbstständig gearbeitet zu haben, muss der Erwerb der Kompetenz „Selbstständiges Arbeiten“ noch mehr gefördert werden. Denkbar ist auch, dass die Evaluierungsteilnehmer den Terminus *selbstständig* nicht genau definieren können und daher diese Ergebnisse zustande gekommen sind. Die Lehrkräfte gaben nämlich zu 100 % an, dass sie das selbstständige Arbeiten der SuS positiv fanden.

Direkt zu den Forscherheften wünschen sich die SuS, dass bei einigen Aufgaben mehr Linien zum Schreiben vorgegeben werden. 20 % der SuS gaben im Fragebogen an, dass die Linien teilweise nicht ausgereicht haben. Beim Auswerten der Lösungshefte ist aufgefallen, wie groß die Schrift einzelner SuS ist. Daher werden bei der Überarbeitung der Forscherhefte sowohl der Zeilenabstand als auch die Anzahl der Zeilen bei diversen Aufgaben erhöht.

36 % der SuS haben gesagt, dass sie eher nicht kreativ gearbeitet haben. Demzufolge werden eventuell beim Überarbeiten der Forscherhefte mehr Aufgaben integriert, bei denen die SuS kreativ werden können (z. B. eigene selbstentworfenen Fallen bauen für das Forscherheft Tiere oder mehr Planungsfreiheit bei den Experimenten der Boden-Forschergruppe). Da lediglich 75 % fanden, dass aktuelle und moderne Themen in die Forscherhefte eingebaut waren und Aktualität ein relevanter Faktor für Motivation ist (PFIFFNER & WALTER 2007, 3), sollten jedes Jahr neue Schlagzeilen recherchiert und diese mit eingebunden werden. Darüberhinaus ist es wünschenswert, den Anteil der SuS zu erhöhen, die zum Nachdenken angeregt werden. Es könnte beispielsweise stärker auf den Biodiversitätsverlust oder den anthropogenen Einfluss auf die Natur aufmerksam gemacht werden.

Die Benotung des Projekts (siehe Kapitel 5.2.1.3) zeigt, dass das Projekt inklusive der Forscherhefte gut bis sehr gut bei den SuS und sehr gut bei den Lehrkräften angekommen ist. Obwohl die SuS angegeben haben, dass sie denken, sich bei den Concept Maps verbessert zu haben, wurde dieser Teil des Projekts mit einem Durchschnitt von 2,4 am schlechtesten bewertet. Den Forscherheften gaben die SuS durchschnittlich eine 1,4.

Dass die Forscherhefte eine unterschiedliche Anzahl an Seiten bzw. eine ungleiche Menge an Aufgaben haben, fanden die SuS zunächst ungerecht. Das zeichnet sich in den Antworten auf die offenen Fragen ab. Da aber in jeder Schulklasse verschiedene Forschergruppen zuerst mit dem Lösen der Forscherhefte fertig waren (siehe Kapitel 5.4), wird die Vermutung gestützt, dass der Zeitaufwand bzw. die Bearbeitungszeit ungefähr gleich sein muss. Die Teamarbeit innerhalb der Gruppen bzw. zwischen den Forschergruppen wurde teilweise aufgrund von Antipathie oder organisatorischen Problemen (z. B. Klassenfahrt für die Hälfte der SuS) schlecht bewertet. Durch krankheitsbedingte Ausfälle oder Nichterscheinen von Klassenkameraden bzw. Kameradinnen mussten die übrigen Gruppenmitglieder die geplanten Aufgaben alleine bewältigen. Das Ausfallen von SuS lässt sich nicht

vermeiden. Organisatorische Probleme können allerdings behoben werden. Auch ist es möglich, das Projekt innerhalb des Schuljahres zu verschieben, sodass es nicht zu kurz vor den Sommerferien durchgeführt wird.

Einigen SuS fiel die Bedienung der Smartphones bzw. Messgeräte schwer. Sie hatten beispielsweise Probleme bei dem Finden eines GPS-Signals, mit Messungenauigkeiten verschiedener Messgeräte oder mit dem richtigen Umgang mit Apps. Daraus ist zu schlussfolgern, dass Aufgaben manchmal nicht an das Vorwissen der Zielgruppe angepasst waren. Auch der fehlende Zugang zum Internet hinderte einige SuS beim Bearbeiten der Forscherhefte.

Ein weiteres Problem bei der Durchführung sahen Mitglieder der Tier-Gruppe im mutwilligen Zerstören der aufgestellten Lebend-Fallen von anderen SuS der Schule oder Dritten. Das hält die Arbeit an den Forscherheften auf und wirkt demotivierend. Eine Möglichkeit, um dem entgegenzuwirken, wäre das bessere Kennzeichnen der Fallen, damit niemand aus Versehen darauf tritt. Bemängelt wurde von den SuS darüberhinaus, dass Materialien teilweise gefehlt haben, weil diese gerade von einer anderen Forschergruppe genutzt wurden. Durch Materialausgabelisten oder eine Offenlegung der Planung jeder Gruppe könnte die Absprache bzw. Kommunikation untereinander verbessert werden und der Aufenthalt der Geräte wäre transparenter.

Ein Schüler mit einer Rot-Grün-Schwäche gab an, dass er die Wahl- und Pflichtaufgaben anhand der Kopfzeilen schlecht unterscheiden kann, weil orange und grün für ihn nahezu gleich aussehen. Dafür fand er das Inhaltsverzeichnis nützlich, in welchem die Unterscheidung der Aufgaben zusätzlich tabellarisch dargestellt war.

Im Rahmen des offenen Komplexes im Fragebogen nannten die SuS bereits viele umsetzbare Verbesserungsvorschläge. Sie wünschen sich mehr Zeit für die Arbeit mit den Forscherheften, um diese vollständig lösen zu können und können sich vorstellen, das Projekt eventuell mit inhaltlich passenden Exkursionen zu außerschulischen Lernorten zu verknüpfen. Effektive Kritik stellen auch die Forderungen nach einer besseren Formulierung der Aufgaben, nach mehr Zusatzmaterialien und Hintergrundinformationen sowie alternativen Apps dar. Die SuS wünschen sich noch mehr Arbeit im Freien und wollen verstärkt eigene Zeichnungen zu Tieren und Pflanzen anfertigen, um ihre Kreativität ausleben zu können. Ein guter Hinweis ist es, karierte Felder zur leichteren Erstellung von Diagrammen vorzugeben. Ein Verbesserungsvorschlag besteht darin, jedes Stundenende eine Auswertung des Projekttagess vorzunehmen. Eine Reflexion des

Projekttag fand statt, aber für einzelne SuS anscheinend zu wenig ausführlich. Je nachdem, ob 45 oder 90 Minuten Unterricht zur Verfügung stehen, muss die Zeit für die Auswertung angepasst werden. Eine gute Idee der SuS ist es außerdem, einige Aufgaben aus Zeitgründen in Multiple-Choice-Format umzuwandeln, um die Schreibzeit zu reduzieren. Dafür werden allerdings geeignete Attraktoren und Distraktoren benötigt. Der Wunsch, die Methode Concept Mapping interessanter zu gestalten, könnte eventuell umgesetzt werden, in dem man Advance Organizers (NOVAK & GOWIN 1984; WILLERMAN & MACHARG 1991) mit Abbildungen konstruieren lässt.

Einer der Verbesserungsvorschläge, die nicht umsetzbar sind, verlangt, dass die Experimente weniger protokolliert werden sollen. Das wäre kontraproduktiv, da eine gute Dokumentation ein „richtiges“ Experiment ausmacht. Auch der Forderung nach weniger Zusammenarbeit mit anderen Gruppen wird nicht nachgegangen, da genau das im Projekt gewünscht ist. Was jedoch verbessert werden muss, ist die Kommunikation der Gruppen untereinander, sowie das Organisieren im Team, damit kommunikative Probleme gar nicht erst auftreten. Ein Proband bzw. eine Probandin würde die Methode Concept Mapping weglassen. Auch das war im Rahmen der Untersuchung nicht möglich, da es als Erhebungsinstrument zur Diagnose systemischen Denkens genutzt wurde. Beim Einsetzen der Forscherhefte in den regulären Unterricht müssen jedoch keine Concept Maps konstruiert werden.

Die Evaluierungsteilnehmer können sich vorstellen, das Projekt um die Fächer Deutsch, Mathematik, Geografie, Geschichte, Kunst, Sport, Wirtschaft und Politik sowie um die Themen Fotosynthese, Anpassungsmechanismen von Lebewesen, Umweltkatastrophen, Anthropozän, exotische Tiere, Naturschutz, Landwirtschaft, Klimaerwärmung oder Wolkenkunde zu ergänzen. Zusätzlich wünschen sie sich noch mehr praktisches Arbeiten, Anleitungen zu den Smartphone-Apps sowie weiterführende Literatur zur Pflanzenbestimmung.

Der Hinweis der Lehrkräfte, SuS nicht alleine rausgehen zu lassen, sollte bei der Verwirklichung des Projekts beachtet werden. Da eine Schule die Anmerkung gemacht hat, dass Quecksilberthermometer in Schulen nicht mehr verwendet werden dürfen, wurde die Aufgabe „6. Temperatur messen“ im Forscherheft Meteorologie angepasst, sodass nun neben dem digitalen noch ein Alkohol-Thermometer genutzt wird. Die Auswertung der Lösungsforscherhefte zeigt, dass die Aufgabe mit den Zeigerpflanzen selten beantwortet wurde. Es muss geprüft werden, ob sie zu schwer,

zu aufwändig oder eher für höhere Klassenstufe geeignet ist und damit eventuell gestrichen werden sollte.

Die befragten Lehrkräfte sehen bisher noch Schwierigkeiten bei den Kosten, die für die Durchführung des Projekts notwendig sind. Wie bereits in Kapitel 6.2.2 diskutiert, sind die Ausgaben zur Durchführung des Projekts (siehe Kapitel 4.7) nicht sehr hoch und die gekauften Materialien können jedes Jahr wieder verwendet werden. Eine Lehrkraft wünscht sich eine Anleitung, um das Projekt erneut mit den SuS durchführen zu können. Diese wird in Form einer Lehrerhandreichung erscheinen und Beilage zu den Forscherheften sein.

Da Biodiversitätsmonitoring eine kontinuierliche bzw. eine sich in festen Zeitabständen wiederholende Erfassung beinhaltet, sollte das Projekt jedes Jahr von Schülerinnen und Schülern der Schule durchgeführt und die Ergebnisse transparent und einheitlich dokumentiert werden (HOBOM 2000). Um die Biodiversität noch konkreter beurteilen zu können, müssten Diversitätsmaße ermittelt werden (PIELOU 1975; HAEUPLER 1982), welche für SuS der 8. bzw. 9. Klasse nicht geeignet sind und eher in die Rahmenlehrpläne der Sekundarstufe II passen.

Da mit Hilfe des Fragebogens Probleme bei der Durchführung des Projekts bzw. Fehler in den Forscherheften identifiziert und anschließend behoben wurden, kann die Hypothese H3

„Die Evaluierung des Projekts deckt Lücken auf und trägt zur Optimierung bei.“ bestätigt werden. Viele Verbesserungsvorschläge, die umsetzbar sind, wurden bereits in die neue Version der Forscherhefte eingearbeitet und diese somit optimiert.

#### 6.2.4 Diskussion der Forschungsfrage F4

##### Eignet sich die App „anymals+plants“ für den Einsatz in der Schule?

Um die Forschungsfrage zu beantworten, ob sich die Anwendungssoftware „anymals+plants“ im Unterricht für Schülerinnen und Schüler eignet, wurden die Daten des Fragebogen-Komplexes zur Bewertung der App (siehe Kapitel 5.2.3) ausgewertet.

Dafür spricht, dass die Software allen Nutzern kostenlos zur Verfügung gestellt wird und die Vielfalt an Arten, die in der App angezeigt werden, die SuS fasziniert. Zu den gelisteten Tier- und Pflanzenarten sowie Pilzen gibt es darüberhinaus zahlreiche detaillierte Zusatzinformationen und Bilder, welche von Wikipedia zur Verfügung gestellt werden (TUMLEH 2012). 87 % der SuS, welche die App genutzt haben, fanden das Layout ansprechend und 74 % den Aufbau nachvollziehbar. Laut der schriftlichen Befragung machte die Nutzung der App und des Smartphones Spaß und den Evaluierungsteilnehmern hat besonders das Design, der Aufbau, die Struktur und Anschaulichkeit gefallen. Ebenso positiv bewerteten die SuS, dass man mit der App Bilder als Belegfotos aufnehmen und diese hochladen kann. Andere Nutzer können mit Hilfe der von den SuS gemachten Fotos die Sichtungen beurteilen und sie gegebenenfalls auf eine falsche Identifizierung aufmerksam machen. So haben z. B. SuS einer Pflanzen-Forschergruppe einen Baum als Berg-Ahorn bestimmt und diesen mit einem Foto hochgeladen. Ein Nutzer aus der Community von „anymals+plants“ hat die Sichtung kommentiert, dass er es eher für Spitzahorn (*Acer platanoides*) halten würde.

Falls zwar Smartphones vorhanden sind, aber keine Internetverbindung besteht, ist es auch möglich, die Sichtung offline einzutragen und diese später hochzuladen. Das ist besonders relevant, da aus organisatorischen Gründen in fast allen Schulen kein WLAN zur Verfügung steht. Wenn keine Smartphones vorrätig sind und auch die SuS keine besitzen, kann die Sichtung auch am Computer hochgeladen werden. Da Schulen in den meisten Fällen ein Computerkabinett besitzen, stellt die webbasierte Software eine echte Alternative dar.

Weil die App weltweit funktioniert, kann die Biodiversität flächendeckend erfasst werden. Daher wäre Citizen Science mit Hilfe der App „anymals+plants“ auch für SuS möglich. Außerdem kann ein Teil des partizipativen Auftrags der Schule erfüllt werden (MEINHOLD-HENSCHEL & SCHACK 2008, 360; KOOPMANN 2007).

Auf der anderen Seite wird die Anwendungssoftware lediglich den niedrigen bis mittleren Stufen der Schülerpartizipation (LANGNER 2011, 118) gerecht. Die SuS werden informiert, können anderen Nutzern gegenüber ihre Meinung äußern und beteiligen sich, indem sie Daten in eine übergeordnete Datenbank laden. Die Stufen der Mitbestimmung, Mitverantwortung, Partnerschaft und Selbstbestimmung werden durch die Nutzung der App nicht erreicht.

Die Naturführer, welche von anderen Nutzern kreiert und zur Verfügung gestellt wurden, konnten die SuS nicht bedienen. Diese sind eher für Experten geeignet, welche Erfahrungen haben, mit derartigen Bestimmungsschlüsseln umzugehen. Die Antworten auf die Frage, was an der App nicht gefallen hat, zeigen, dass die SuS die Bedienung der App als zu schwer empfinden, da diese nicht selbsterklärend sei. Das steht teilweise im Widerspruch zu dem positiv Genannten. Bemängelt wurde neben der Übersichtlichkeit der App auch, dass einige Arten in der App nicht aufgelistet waren, welche die SuS identifiziert haben. Das ist vermutlich auch darauf zurückzuführen, dass die SuS manche Tiere und Pflanzen nicht bis zur Art bestimmt haben, sondern nur bis zur Gattung oder Familie. Einzelne SuS gaben an, dass sie die App gar nicht verstanden haben. Lediglich 39 % der Evaluierungsteilnehmer würden die App auch privat weiter nutzen.

Wenn die SuS etwas an „anymals+plants“ ändern könnten, würden sie das Design, das Layout und die Übersichtlichkeit verbessern sowie die Bedienung vereinfachen und selbsterklärender machen, um die Verständlichkeit zu optimieren.

Die App bietet viele Vorteile und eignet sich, um dem partizipativen Auftrag der Schule gerecht zu werden sowie Citizen Science zu ermöglichen. Aber gerade im Unterricht gibt es viele Einschränkungen, da die App nicht an das Vorwissen der SuS angepasst ist. Zusammenfassend kann die Hypothese H4

*„Die App „anymals+plants“ eignet sich für den Einsatz in der Schule.“*

bezugnehmend auf die Befragung der SuS, welche die Software genutzt haben, nicht verifiziert werden.

## 7 Fazit

Mit Hilfe der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, wie das komplexe Thema Biodiversität in den Unterricht integriert werden könnte.

Die Concept Maps haben sichtbar gemacht, dass sich die Intervention mit den konzipierten fächerübergreifenden Forscherheften positiv auf das systemische Denken der Schülerinnen und Schüler auswirkt. Die Durchführung der Methode Concept Mapping bei einer Kontrollgruppe konnte ausschließen, dass eine Steigerung der Komplexitätsindizes in der Verbesserung der Konstruktion von Concept Maps begründet liegt. Dass die Forscherhefte nicht nur projektartig, sondern auch im Regelunterricht integrierbar sind, haben die Analyse von Rahmenlehrplänen und die Rückmeldung der beteiligten Lehrkräfte ergeben. Durch die Auswertung der Fragebögen zur Evaluierung des Projekts konnten Fehler in den Forscherheften und Probleme bei der Durchführung aufgedeckt und korrigiert werden. Die Datenbank-App „anymals+plants“ eignet sich nur begrenzt für den naturwissenschaftlichen Unterricht.

Um fächerübergreifend zu unterrichten, sollten die Lehrkräfte miteinander arbeiten und ihre Materialien austauschen, sodass eine neue Schulkultur entstehen kann. Damit darüberhinaus die Kompetenz des systemischen Denkens in verschiedenen Unterrichtsfächern gefördert wird, müssen die Rahmenlehrpläne interdisziplinärer gestaltet werden.



## 8 Ausblick

Während der Fertigstellung der vorliegenden Arbeit wurde das Projekt erneut in Schulen durchgeführt, da diese angefragt und großes Interesse bekundet haben. Bei dieser Wiederholung der Intervention mit den Forscherheften arbeiteten die Schulen nahezu selbstständig mit den Materialien ohne Einmischung von außen. Auch diese Projektdurchführungen wurden mit Fragebögen evaluiert und die Methode des Concept Mapping genutzt, um die Entwicklung des systemischen Denkens zu untersuchen. Da die Daten bis zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Arbeit noch nicht ausgewertet wurden und bisher nicht getestet wurde, ob die Forscherhefte auch in anderen Schulformen bzw. Klassenstufen einsetzbar sind, könnte sich eine Studie anschließen. Auch eine Wiederholung des Projekts zu einer anderen Jahreszeit ist denkbar, da zu Beginn der Arbeit mit den Forscherheften der Boden morgens teilweise noch gefroren war und im Herbst eine andere Flora und Fauna zu beobachten ist. Spannend wäre es darüberhinaus, das Projekt in eine Summer School zu integrieren und die Entwicklung systemischen Denkens dieser Probanden zu untersuchen.

Um die Nachhaltigkeit des Lernens mit den Forscherheften zu testen, ist es möglich, die Concept Maps zu einem dritten Messzeitpunkt konstruieren zu lassen, z. B. nach sechs Monaten. Da nicht alle SuS nach der Projektdurchführung in die nächsthöhere Klassenstufe versetzt wurden bzw. wenige die Schule gewechselt haben, war es schwer, die Expertengruppen in der gleichen Zusammensetzung erneut Concept Maps erstellen zu lassen.

Ferner können die Forscherhefte in die Hirnforschung miteinbezogen werden und mit Hilfe von nicht-invasiven Verfahren die neurodidaktischen Prozesse der SuS beim systemischen Vernetzen am arbeitenden Gehirn untersucht werden.

Eine naturwissenschaftlich sehr interessierte Schule machte den Vorschlag einer Biodiversitätsstation mit ausleihbaren Materialien-Boxen. Die für die Arbeit mit den Forscherheften benötigten Geräte und Chemikalien müssten dann nicht von jeder Schule einzeln gekauft werden. Zusätzlich zum Verleihen der Materialien könnten Fortbildungen zur Biodiversität, zum Umgang mit den Smartphones etc. stattfinden. Außerdem ist es bei einem größeren Projekt eventuell möglich, Fördergelder zu erhalten, um die teureren Anschaffungen, wie Messgeräte, zu finanzieren. Um eine solche Biodiversitätsstation zu organisieren und „am Laufen zu halten“, könnten Wissenschaftsguides angefordert werden.

Weiterhin wäre es interessant, wenn eine Schule die Forscherhefte in der Stadt und im Umland einsetzen und Ergebnisse hinsichtlich der Lebensräume sowie der vorkommenden Tier- und Pflanzenarten vergleichen würde.

Die App „anymals+plants“ wurde seit dem Einsetzen in der Schule ständig optimiert und das Layout mittlerweile überarbeitet. Doch wie auch die Schülerinnen und Schüler angemerkt haben, muss die Benutzerfreundlichkeit noch weiter erhöht werden, um die Funktionen transparenter zu machen. In Kooperation mit Informatikern der Freien Universität Berlin wurde bereits über ein Programm gesprochen, welches Tiere und Pflanzen anhand von hochgeladenen Fotos identifiziert. Das würde den Einsatz der App „anymals+plants“ deutlich erleichtern, da man die Lebewesen bis zur Art genau bestimmen muss, um eine Sichtung eintragen zu können. Zusätzlich ist eine Identifikation an Tierstimmen möglich. Dafür muss jedoch zunächst ein umfassendes Tierstimmenarchiv vorhanden sein.

Interessant wäre es auch, das Thema Biodiversität in der Sekundarstufe II zu behandeln. Dann könnten Inhalte auf einem ganz anderen Niveau bearbeitet werden, z. B. Verwandtschaftsbeziehungen, Berechnungen zur Biodiversität und ökologische Betrachtungen. Mit den Rahmenlehrplänen von Berlin ist die Thematik Biodiversität in der Oberstufe vereinbar.

Wünschenswert wäre eine Materialsammlung für Lehrkräfte zu verschiedenen fächerkoordinierenden bzw. themenzentrierten Konzepten, da die Konzipierung der Unterrichtsmaterialien sehr zeitaufwändig ist. Möglich ist darüberhinaus die Erstellung einer Internetplattform, auf der kooperierende Lehrende ihre bereits entwickelten, fächerübergreifenden Materialien austauschen bzw. erweitern können.

Falls die Rahmenlehrpläne der Bundesländer sowie die Bildungsstandards der einzelnen Unterrichtsfächer überarbeitet werden sollten, ist es empfehlenswert, diese interdisziplinär(er) zu gestalten, um systemisches Denken und die Transformation zu einer nachhaltigen Gesellschaft zu fördern. Neben einer Anpassung der Rahmenlehrpläne sollte auch ein Umbruch in der Lehrerausbildung an Hochschulen stattfinden. Denn wie bereits 1987 Jürgen Kocka sagte, kann man nur interdisziplinär forschen, wenn man selbst auch interdisziplinär gelernt hat. Meiner Meinung nach kann man diese These neben dem Forschen ebenfalls auf das Lehren erweitern. Auch das systemische Denken sollte in allen Unterrichtsfächern als Leitidee aufgenommen werden.

## **Danksagung**

An erster Stelle danke ich Herrn Prof. Dr. Reinhold Leinfelder. Er hat mir alle Freiheiten bei meinem Projekt gelassen und mich doch unterstützt, wann immer ich um Beratung gebeten habe. Ohne ihn hätte ich wahrscheinlich gar keine Promotion angefangen und somit einen wichtigen Teil meines Lebens und meiner Erfahrung verpasst.

Vielen lieben Dank auch an Prof. Dr. Gerhard de Haan für die kurzfristige Übernahme des Zweitgutachtens und Dr. Georg Heiß für die ständige technische Unterstützung.

Ein besonderer Dank geht an die studentische Hilfskraft Julia Singer, die mir bei der Datenerhebung geholfen hat. Danke auch an Regine Verena Blühdorn für die Hilfe bei organisatorischen Angelegenheiten, der Korrektur der Übersetzung ins Englische sowie der Beschaffung der Projekt-Materialien.

Darüberhinaus möchte ich mich bei einigen Mitarbeitern des Museums für Naturkunde bedanken. Dr. Christoph Häuser schlug die Datenbank-App „anymals+plants“ erstmals vor, Astrid Faber war eine riesige Hilfe bei der Schulakquise und Alexander Kroupa sowie Falko Glöckler unterstützten mich beim Einsetzen der App in der Schule und verliehen dafür sogar mehrfach Smartphones.

Außerdem möchte ich meiner Familie und meinem Mann danken. Ohne meine Eltern wäre eine Promotion wahrscheinlich gar nicht möglich gewesen. Meine Schwester Alisa Poch hat mir bei zahlreichen Kleinigkeiten wertvolle Tipps gegeben und mir mehr geholfen als sie denkt. Mein Mann Andreas hat sogar private Geräte für die Projektdurchführung zur Verfügung gestellt, steht immer hinter mir, half mir mit englischen Vokabeln und hatte Verständnis für die Zeit, die ich mit Schreiben verbrachte.

Ein herzlicher Dank auch an die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Evaluierung und allen anderen, die hier nicht namentlich genannt werden, wie beispielsweise den engagierten Lehrkräften sowie den Schülerinnen und Schülern.



## Literaturverzeichnis

- Acton, W. H., Johnson, P. J. & Goldsmith, T. E. (1994): Structural Knowledge Assessment: Comparison of Referent Structures. *Journal of Educational Psychology* **86** (2), 303-311.
- Alisch, J., Zabler, E., Bay, F., Köhler, K. & Lehnert, H.-J. (2005): Schulgärten und naturnah gestaltetes Schulgelände in Baden-Württemberg - eine empirische Untersuchung. In: *Schulgelände zum Leben und Lernen* (Lehnert, H.-J. & Köhler, K., (Hrsg.)), S. 7-37. BOD, Norderstedt.
- Amann, R. & Rosselló-Mora, R. (2001): Mikrobiologische Aspekte der Biodiversität. In: *Biodiversität: Wissenschaftliche Grundlagen und gesetzliche Relevanz* (Janich, P., Gutmann, M. & Prieß, K., (Hrsg.)), S. 161-180. Springer, Berlin Heidelberg New York.
- Anders, K. & Oerter, A. (2009): *Forscherhefte und Mathematikkonferenzen in der Grundschule. Konzept und Unterrichtsbeispiele. Buch inkl. CD*, Verlag Für Pädagogische Medien Vpm, Stuttgart.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanesian, H. (1978): *Educational Psychology: A Cognitive View*, 2, Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Barth, M. (2007): *Gestaltungskompetenz durch Neue Medien?: Die Rolle des Lernens mit Neuen Medien in der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung*, Berliner Wissenschafts-Verlag, Berlin.
- Batzner, A.: *Dienstliche Beurteilung und guter Unterricht*: [http://www.wissensschule.de/download/schulshop\\_forum\\_dienstliche\\_beurteilung.pdf](http://www.wissensschule.de/download/schulshop_forum_dienstliche_beurteilung.pdf) (Stand: 05.03.2013).
- Beckmann, A. (2003): *Fächerübergreifender Mathematikunterricht. Teil 1: Ein Modell, Ziele und fachspezifische Diskussion*, Verlag Franzbecker, Hildesheim Berlin.
- Behrendt, H., Dahncke, H. & Reiska, P. (2000): Einsatz und computergestützte Auswertung von Concept Maps mit modalen Netzen und Bereichsdiagrammen. In: *Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie* (Fischler, H. & Peuckert, J., (Hrsg.)), S. 117-145. Logos Verlag, Berlin.
- Behrendt, H., Häußler, P. & Reger, H. (1997): Concept Mapping - Schülerinnen und Schüler konstruieren eigene Begriffsnetze. *Unterricht Physik* **8**, 18 (62).
- Behrendt, H. & Reiska, P. (2001): Abwechslung im Naturwissenschaftsunterricht mit Concept Mapping. *PLUS LUCIS* **1**, 9-12.
- Bell, T. (2004): Komplexe Systeme und Strukturprinzipien der Selbstregulation – Konstruktion grafischer Darstellungen, Transfer und systemisches Denken. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* **10**, 183-204.
- Berger, C., Andre, G., Degendorfer, W., Berger, H. & Scala, K. (2007): *ue2 - Unterrichtsentwicklung durch Unterrichtsevaluation*. Aktionshandbuch: Vorgehen, Methoden und Beispiele (Projektgruppe ue2, Pädagogisches Institut des Bundes in Wien, Burgenland und Steiermark), Wien.
- Berlin.de (2012): *Berlin - Zahlen und Fakten*: <http://www.berlin.de/berlin-im-ueberblick/zahlenfakten/index.de.html> (Stand 25.09.2012).
- BfN - Bundesamt für Naturschutz. (2012): *Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 3: Wirbellose Tiere (Teil 1)*. Naturschutz und Biologische Vielfalt **70(3)**, BfN-Schriftenvertrieb im Landwirtschaftsverlag, Münster.
- Bio-kompakt.de: *Bergmannsche Regel - Pinguine*: <http://www.bio-kompakt.de/images/stories/oekologie/pinguinregeln.jpg> (Stand: 25.02.2013).
- Biologie-online.eu: *Abiotischer Faktor Temperatur*: <http://www.biologie-online.eu/oekologie/abiotischer-faktor-temperatur.php> (Stand: 25.02.2013).

- BMU (Bundesministerium für Umwelt, N. u. R. (2007): *Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt*, BMU, Referat Öffentlichkeitsarbeit, Berlin.
- Bonato, M. (1990): *Europäische Hochschulschriften (Band 297)*, Peter Lang GmbH, Frankfurt am Main.
- Bortz, J. & Döring, N. (2005): *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*, Nachdruck, Springer Verlag, Heidelberg.
- Brandes, D. & Zacharias, D. (1990): Korrelation zwischen Artenzahlen und Flächengrößen von isolierten Habitaten dargestellt an Kartierungsprojekten aus dem Bereich der Regionalstelle 10 B *Floristische Rundbriefe* **23 (2)**, 141-149.
- Brinkhoff, K.-P. (1997): Ein sozialisationstheoretischer Bezugsrahmen. In: *Jugendsport. Sportengagement und Sportkarrieren* (Baur, J., (Hrsg.)), S. 9-39. Meyer & Meyer, Aachen.
- Brinkmann, A. (2007): *Vernetzungen im Mathematikunterricht - Visualisieren und Lernen von Vernetzungen mittels graphischer Darstellungen*, Franzbecker, Hildesheim.
- Brinkmann, A. (2009a): Vernetzungen im Mathematikunterricht - Aktuelle Positionen und Entwicklungsbedarf. In *Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, Vol. 43. Tagung, S. 163-166, Oldenburg.
- Brinkmann, A. (2009b): *Investigating the Use of Concept Mapping as Tools in Mathematics Education*:  
<http://www.envipro.de/Ausbildung/Investigating%20the%20Use%20of%20Concept%20Mapping.pdf> (Stand: 25.03.2013).
- Brose, P. & Corsten, H. (1983): *Partizipation in der Unternehmung*. Band 21 von Hochschulschriften zur Betriebswirtschaftslehre, München.
- Brucker, G. (1981): Bodenbiologie. Basisartikel. *Unterricht Biologie* **57**, 2-11.
- Bürger, H., (Hrsg.) (1991): Mathematik Oberstufe: Lehrplankommentar. In: *Reihe "Lehrplanservice"*. Österreichischer Bundesverlag, Wien.
- Busch, A. & Kuhn, K. (2008): Bedrohte Vielfalt - Biodiversität. *Themenblätter im Unterricht der Bundeszentrale für politische Bildung* **75**.
- Campbell, N. A. & Reece, J. B. (2011): *Campbell Biologie: Gymnasiale Oberstufe*, Pearson Schule, München.
- Canas, A. J. (2003): A Summary of Literature Pertaining to the Use of Concept Mapping Techniques and Technologies for Education and Performance Support. In *The Chief of Naval Education and Training*. Pensacola.
- Cohen, J. I. & Potter, C. S. (1993): Introduction: Conservation of Biodiversity in Natural Habitats and the Concept of Genetic Potential. In: *Perspectives on Biodiversity* (Potter, C. S., Cohen, J. I. & Janczewski, D., (Hrsg.)), S. XIX-XXIII. AAAS Press, Washington.
- Colucci-Gray, L., Camino, E., Barbiero, G. & Gray, D. (2006): From Scientific Literacy to Sustainability Literacy: An Ecological Framework for Education. *Science Education* **90 (2)**, 227-252.
- Dahrendorf, R. G. (1965): *Bildung ist Bürgerrecht. Plädoyer für eine aktive Bildungspolitik*. Nannen, Hamburg.
- Dieckmann, U. (2003): Wie Lerner ein Ökosystem verstehen. Lehr-Lernforschung am Beispiel des außerschulischen Lernortes "Heiliges Meer". *Berichte aus Institutionen der Didaktik der Biologie (IDB Münster)* **12**, 63-76.
- Dörner, D. (1989): *Die Logik des Mißlingens - Strategisches Denken in komplexen Situationen*, Rowohlt, Reinbek.
- Duit, R. (1999): Conceptual Change Approaches in Science Education. In: *New Perspectives on Conceptual Change* (Schnotz, W., Vosniadou, S. & Carretero, M., (Hrsg.)), S. 263-282. Pergamon, Oxford.

- Dulitz, B. & Krawczyk, S. (2008): Über den Tellerrand des eigenen Fachs schauen. *Unterricht Biologie: Fächerübergreifend unterrichten* **336**, 0.
- Dwd.de Wettervorhersagen: *Wie gut sind Wettervorhersagen?*  
[http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/KU/KU/PK/Wir\\_ueber\\_uns/Broschueren/pdf/Wie\\_gut\\_sind\\_Wettervorhersagen.templateld=raw,property=publicationFile.pdf/Wie\\_gut\\_sind\\_Wettervorhersagen.pdf](http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/KU/KU/PK/Wir_ueber_uns/Broschueren/pdf/Wie_gut_sind_Wettervorhersagen.templateld=raw,property=publicationFile.pdf/Wie_gut_sind_Wettervorhersagen.pdf) (Stand: 15.07.2014).
- ecovia (2001-2007): *Parabraun-Boden*:  
<http://www.regenwurm.ch/files/mediapics/ALLGEMEINES/full/Parabraun.jpg>  
(Stand 02.07.2014).
- ESPERE (Environmental Science Published for Everybody Round the Earth). (2003-2013): *Bestimmung der Luftfeuchtigkeit*:  
<http://www.espere.net/Germany/water/dewatexphumidde.html> (Stand: 02.02.2013).
- Euler, P. (2005): Interdisziplinarität: „Kritisches“ Bildungsprinzip in Forschung und Lehre. In: *Bionik: aktuelle Forschungsergebnisse in Natur-, Ingenieur- und Geisteswissenschaft* (Rossmann, T. & Tropea, C., (Hrsg.)), S. 291-311. Springer, Berlin.
- Eysel, C. (2006): *Interdisziplinäres Lehren und Lernen in der Lehrerbildung - eine empirische Studie zum Kompetenzerwerb in einer komplexen Lernumgebung*, Logos, Berlin.
- Falcao16. (2010): *Eigenschaften von Böden*: [www.xmind.net/m/5NfD/](http://www.xmind.net/m/5NfD/)  
(Stand: 15.11.2012).
- Farndon, J. (2001): *Kompaktwissen Geografie: 2000 Schlüsselbegriffe*, Dorling Kindersley Verlag, München.
- Fatke, R. (2007): Was ist Partizipation? - Kinder und Jugendpartizipation im wissenschaftlichen Diskurs. In: *Kinder- und Jugendbeteiligung in Deutschland. Entwicklungsstand und Handlungsansätze* (Koopmann, F. K., (Hrsg.)), S. 19-38. Verlag Bertelsmann Stiftung, Gütersloh.
- Feketitsch, D. (2009a): Die Bäume an unserer Schule kennt alle Welt. *Unterricht Biologie* **345**, 11-15.
- Feketitsch, D. (2009b): Baum-Erfassungsbogen. *Unterricht Biologie* **346**, 5.
- Feldmann, K. (1979): MEAP - Eine Methode zur Erfassung der Alltagstheorien von Professionellen. In: *Schulalltag und Empirie* (Schön, B. & Hurrelmann, K., (Hrsg.)), S. 105-122. Beltz, Weinheim.
- Fischer, S., Jelemenska, P. & Graf, D. (2013): Concept-Maps und multiple-choice Aufgaben im Lehramtsstudium und im Biologieunterricht. In: *Diagnose und individuelle Förderung in der MINTLehrerbildung* (dortMINT, P., (Hrsg.)), Dortmund.
- Fischler, H. & Peuckert, J. (2000): Concept Mapping in Forschungszusammenhängen. In: *Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie* (Fischler, H. & Peuckert, J., (Hrsg.)), S. 1-21. Logos Verlag, Berlin.
- Flechtner, H. J. (1966): *Grundbegriffe der Kybernetik: Eine Einführung*, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart.
- Forkel, M. (2010): *Wolkengattungen*: <http://www.m-forkel.de/klima/grafiken/wolkengattungen.gif> (Stand 05.02.2013).
- Frey, W. & Lösch, R. (2010): Zeitbombe Mensch. Unterrichtsankregung für die Sekundarstufe I. *Unterricht Biologie* **21**, 34-41.

- Friege, G. & Lind, G. (2000): Begriffsnetze und Expertise. In: *Studien zum Physiklernen. Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie* (Fischler, H. & Peuckert, J., (Hrsg.)), Vol. Band 1, S. 147-178. Logos Verlag, Berlin.
- fu:stat. (2013): Statistik Kompakt: Reader. In *Freie Universität Berlin, Fachbereich Wirtschaftswissenschaft, Statistische Beratungseinheit / fu:stat*, Berlin.
- Funke, J. (1986): *Komplexes Problemlösen*, Springer, Berlin.
- Gallin, P. & Ruf, U. (1990): *Sprache und Mathematik in der Schule. Auf eigenen Wegen zur Fachkompetenz*, Verlag Lehrerinnen und Lehrer Schweiz, Zürich.
- Gärtner, H. (2010): Das ISQ-Selbstevaluationsportal. Konzeption eines Online-Angebots, um die Selbstevaluation in Schule und Unterricht zu unterstützen. *Die Deutsche Schule* **102 (2)**, 162-175.
- GBIF-D (2014): *Flyer: anymals+plants*: <http://www.gbif.de/AnymalsPlants> (Stand 08.05.2014). Museum für Naturkunde, Berlin
- Geolinde.de: *Zusammenhang Temperatur und Wasserdampf*. <http://www.geolinde.musin.de/stadt/begruenung/feuchte.htm> (Stand: 14.07.2014)
- Georeise.de: *Sättigungspunkt*: <http://www.georeise.de/lexikon/k/kondensationsniveau.htm> (Stand: 14.07.2014)
- Gerdes, H. (1997): *Lernen mit Text und Hypertext*, Pabst Science Publishers, Lenegrich.
- Gerstberger, H. (2008): Aspekte der Interdisziplinarität im naturwissenschaftlichen Unterricht und mögliche Effekte auf Ausbildung und Beruf. *Politik und Praxis* **3**, 207-226.
- Gesundheit.de: *Wetter*: <http://www.gesundheit.de/medizin/gesundheit-und-umwelt/wetter-und-gesundheit/wetter-und-seine-folgen> (Stand: 14.07.2014)
- Gleisberg, M. (2012): *anymals+plants erreicht 10000 Nutzer - Weiterentwicklung durch staatliche Förderung gesichert*: <http://www.gbif.de/AnymalsPlants> (Stand: 12.02.2014).
- Gomez, P. & Probst, G. B. J. (1987): Vernetztes Denken im Management - Eine Methodik des ganzheitlichen Problemlösens. *Die Orientierung* **89**, 5-71.
- Graf, D. (2014): Concept Mapping als Diagnosewerkzeug. In: *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (Krüger, D., Parchmann, I. & Schecker, H., (Hrsg.)), S. 325-337. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Greisenegger, I., Katzmann, W. & Pitter, K. (1991): *Umweltspürnasen - Aktivbuch Boden*, 2. Auflage, Orac, Wien.
- Grob, U. & Maag Merki, K. (2001): *Überfachliche Kompetenzen. Theoretische Grundlegung und empirische Erprobung eines Indikatorensystems*, Peter Lang Verlagsgruppe, Bern.
- Gudo, M. & Steininger, F. F. (2001): Der Beitrag der Paläontologie zur Biodiversitätsdebatte. In: *Wissenschaftliche Grundlagen und gesetzliche Relevanz* (Janich, P., Gutmann, M. & Prieß, K., (Hrsg.)), S. 31-114. Springer, Berlin Heidelberg New York.
- de Haan, G., Edelstein, W. & Eikel, A. (2007): *Qualitätsrahmen Demokratiepädagogik. Demokratische Handlungskompetenz fördern, demokratische Schulqualität entwickeln*, Beltz, Weinheim Basel.
- Haeupler, H. (1982): *Evenness als Ausdruck der Vielfalt in der Vegetation - Untersuchungen zum Diversitätsbegriff*. Dissertationes Botanicae, Bd. 65, Verlag J. Cramer, Vaduz.

- Harms, U., Bogner, F. X., Graf, D., Gropengießer, H., Krüger, D., Mayer, J., Neuhaus, B., Prectl, H., Sandmann, A. & Upmeyer zu Belzen, A. (2009): Heterogenität erfassen - individuell fördern im Biologieunterricht. In *Internationale Tagung der FDdB (21.-25. September 2009)*. Breitschuh & Kock GmbH, Kiel.
- Harper, J. L. & Hawksworth, D. L. (1995): Preface. In: *Biodiversity. Measurement and Estimation* (Hawksworth, D. L., (Hrsg.)), S. 5-12. Chapman & Hall, London Glasgow Weinheim.
- Haugwitz, M. & Sandmann, A. (2009): Kooperatives Concept Mapping in Biologie: Effekte auf den Wissenserwerb und die Behaltensleistung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* **15**, 89-107.
- Häußler, P., Bündler, W., Duit, R., Gräber, W. & Mayer, J. (1998): *Naturwissenschaftliche Forschung: Perspektiven für die Unterrichtspraxis*, Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften, Kiel.
- Helsper, W. (2001): Schülerpartizipation und Schulkultur - Bestimmungen im Horizont schulischer Anerkennungsverhältnisse. In: *Partizipation in der Schule* (Böhme, J. & Kramer, R. T., (Hrsg.)), S. 37-49, Opladen.
- Heske, H. (2001): Lernen an Stationen im Mathematikunterricht. *MNU* **54 (7)**, 198-401.
- Hirschmann, A. (2009): Forscherhefte und mehr. Förderung von Kommunikations- und Dokumentationskompetenzen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. *MNU* **1 (3)**, 100-104.
- Hobohm, C. (2000): *Biodiversität*, Quelle & Meyer, Wiebelsheim.
- Hodzic, S.: *Anpassungen von Tieren an verschiedene Temperaturen*: <http://schuetz.sc.ohost.de/Biologie/Oekologie/Anpassungen%20an%20die%20Temperatur.html> (Stand: 25.02.2013)
- Hoff, P., Jaenicke, J. & Miram, W. (2002): *Biologie heute 2G - Gymnasium*, Schroedel Schulbuchverlag, Hannover.
- Holley, C. D. & Danserau, D. F. (1984): The Development of Spatial Learning Strategies. In: *Spatial Learning Strategies. Techniques, Applications, and Related Issues* (Holley, C. D. & Danserau, D. F., (Hrsg.)), S. 3-19. Academic Press, Orlando.
- Hotes, S. & Dahms, H. (2010): Erfassung und Monitoring von Biodiversität. In: *Fokus Biodiversität* (Hotes, S. & Wolters, V., (Hrsg.)), S. 54-58. oekom verlag, München.
- Hotes, S. & Wolters, V., (Hrsg.) (2010): Fokus Biodiversität. Wie Biodiversität in der Kulturlandschaft erhalten und nachhaltig genutzt werden kann. oekom verlag, München.
- Huber, L. (1994): Wissenschaftspropädeutik und Fächerübergreifender Unterricht - Eine unerledigte Hausaufgabe der allgemeinen Didaktik. In: *Allgemeine Didaktik, Fachdidaktik und Fachunterricht* (Meyer, M. A. & Plöger, W., (Hrsg.)), S. 243-253. Beltz, Weinheim.
- Huber, L. (2001): Stichwort: Fachliches Lernen. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* **4 (3)**, 307-331.
- Hubrig, Christa; Herrmann, Peter (2007): *Lösungen in der Schule. Systemisches Denken in Unterricht, Beratung und Schulentwicklung*. 2., korr. Auflage. Carl-Auer-Verlag, Heidelberg.
- IQSH - Institut für Qualitätsentwicklung an Schulen in Schleswig-Holstein (2003): *Ich und der Boden*: <http://hypersoil.uni-muenster.de/1/01/07.htm> (Stand 08.11.2012).

- Janssen, J. & Laatz, W. (2005): *Statistische Datenanalyse mit SPSS für Windows. Eine anwendungsorientierte Einführung in das Basissystem und das Modul Exakte Tests*, 5. Auflage, Springer, Berlin Heidelberg.
- Jedicke, E. (1989): *Boden - Entstehung, Ökologie, Schutz*, Otto Maier, Ravensburg.
- Jenderek, B. (2006): *Tool für die Berechnung von Reliabilitätskoeffizienten*: <http://www.uni-leipzig.de/~jenderek/tool/tool.htm> (Stand 27.03.2014).
- Jonassen, D. H., Beissner, K. & Yacci, M. (1993): *Structural Knowledge: Technique for Representing, Conveying, and Acquiring Structural Knowledge*, Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey.
- Jungert, M., Romfeld, E., Sukopp, T. & Voigt, U. (2010): Interdisziplinarität. Theorie, Praxis, Probleme. *Ethik in der Medizin* **23**, 169-377.
- Kallus, K. W. (2010): *Erstellung von Fragebogen*, facultas.wuv Universitätsverlag, Wien.
- Katzenbach, M. & Wegener, U. (2001): Mathematik im Projekt Wald. In: *Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht. Band 7. Schriftenreihe der ISTRON-Gruppe* (Abel, H., Klika, M. & Sylvester, T., (Hrsg.)). Franzbecker, Hildesheim.
- Kinchin, I. M. (2000): Using Concept Maps to reveal Understanding: a Two-Tier Analysis. *School Science Review* **81 (296)**, 41-46.
- Kirchhoff, S., Kuhnt, S., Lipp, P. & Schlawin, S. (2010): *Der Fragebogen - Datenbasis, Konstruktion und Auswertung*, 5. Aufl., VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Klausnitzer, B. (1993): *Ökologie der Großstadtf fauna*, Gustav Fischer Verlag, Jena Stuttgart.
- Klieme, E. & Maichle, U. (1994): *Modellbildung und Simulation im Unterricht der Sekundarstufe I. Auswertung von Unterrichtsversuchen mit dem Modellbildungssystem MODUS*, IBF, Bonn.
- Klotz, S. (1990): Species/Area and Species/Inhabitants Relations in European Cities. In: *Urban Ecology* (Sukopp, H., Hejny, S. & Kowarik, I., (Hrsg.)), S. 99-103. SPB Academic Publishing, Den Haag.
- Knolle, M. (2011): Nachhaltiges Wirtschaften durch Kooperation und Partizipation? In: *Nachhaltige Gesellschaft* (Heinrichs, H., Kuhn, K. & Newig, J., (Hrsg.)), S. 80-97. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Kocka, J. (1987): *Interdisziplinarität: Praxis, Herausforderung, Ideologie*, Band 671 von Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft, Suhrkamp, Frankfurt am Main.
- Köhler, K. & Lehnert, H.-J. (2009): Schulgelände - Ort der Vielfalt. *Unterricht Biologie* **345 (33)**, 2-7.
- Koopmann, F. K. (2007): Bürgerschaftliche Partizipation lernen – eine Herausforderung auch für die Schule. In: *Gesellschaftliches Engagement als Bildungsziel in der Schule. Ansprüche - Wirklichkeiten - Perspektiven. Expertise zum Carl Bertelsmann-Preis 2007* (Bertelsmann-Stiftung, (Hrsg.)), S. 143-164.
- Kowarik, I. (2010): *Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa*, 2. erweiterte Auflage, Ulmer Eugen Verlag, Stuttgart.
- Kratz, H., van Lück, W., Warmeling, A. & Herbst Spöttl, M. (2010): *Denken in Netzen - systemisch denken. Dynamische Modellierung realer Probleme - unterstützt durch die Lernumgebung „Modellieren mit Mathe“* (BLIKK - Bildung Lernen Information Kommunikation Kooperation (Hrsg.)), Pädagogisches Institut für die deutsche Sprachgruppe, Bozen.

- Kremer, A. & Stäudel, L. (1997): Zum Stand des fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Bundesrepublik Deutschland - Eine vorläufige Bilanz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* **3** (3), 52-66.
- Krippendorff, K. (2004): Reliability in Content Analysis: Some Common Misconceptions and Recommendations. *Human Communication Research* **30** (3), 411-433.
- Krüger, D. (2007): Die Conceptual Change-Theorie. In: *Handbuch der Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (Krüger, D. & Vogt, H., (Hrsg.)), S. 81-92. Springer, Berlin.
- Kuhn, K., Probst, W. & Schilke, K. (1986): *Biologie im Freien*, Schroedel, Stuttgart.
- Kuttler, W., (Hrsg.) (1993): Handbuch zur Ökologie. Vol. Band 1. In: Handbücher zur angewandten Umweltforschung. Herausgegeben von Erbguth, W., Haber, W., Klemmer, P. & Thoenes, H. W. Analytica Verlagsgesellschaft, Berlin.
- Labudde, P. (2011): *Fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht: Herausforderungen und Chancen* (04.07.2011), Pädagogische Hochschule Nordwestschweiz: Ringvorlesung Fachdidaktik, Mainz.
- Labudde, P. (2003): Fächer übergreifender Unterricht in und mit Physik: eine zu wenig genutzte Chance. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule* **112**, 48-66.
- Landis, J. R. & Koch, G. G. (1977): The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics* **33**, 159-174.
- Langner, T. (2011): *Bildung für nachhaltige Entwicklung* (Universität Rostock & Zentrum für Qualitätssicherung in Studium und Weiterbildung, (Hrsg.)), Universitätsdruckerei, Rostock.
- Lehnert, H.-J., Köhler, K. & Ruhs, B. (2009): Die Bein-Uhr. *Unterricht Biologie* **246 kompakt**, 16.
- Lehwald, M. & Meteoworld.de (2003): *Wolkenatlas - Die 10 Grundarten der Wolken*: <http://www.meteoworld.de/Wolkenatlas/indexwolkenua.htm> (Stand 15.02.2013).
- Leinfelder, R. (2011): Von der Umweltforschung zur Unsweltforschung. *Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 12.10.2011*. Forschung und Lehre: Natur und Wissenschaft, Nummer **237**, 36.
- Leinfelder, R. (2013): Verantwortung für das Anthropozän übernehmen. Ein Auftrag für neuartige Bildungskonzepte. In: *Wo steht die Umweltethik? Argumentationsmuster im Wandel - Beiträge zur sozialwissenschaftlichen Nachhaltigkeitsforschung* (Vogt, M., Ostheimer, J. & Uekötter, F., (Hrsg.)), Vol. Band 5, S. 283-312. Metropolis-Verlag für Ökonomie, Gesellschaft und Politik GmbH, Marburg.
- Leser, H. (1991): *Landschaftsökologie: Ansatz, Modelle, Methodik, Anwendung*, Uni-Taschenbücher 521, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- LFO - Landwirtschaftlicher Förderverein Oberursel und Umgebung e.V. (2013): *Boden*: <http://www.lf-oberursel.de/images/projekte/boden.jpg> (Stand 13.02.2103).
- Lutter, M. (2004): *Sozialwissenschaftliche Methoden und Statistik I. Skript zum SMS I Tutorium: Deskriptive Statistik*: [http://www.mpifg.de/people/lm/downloads/Skript\\_SMSI\\_Teil1.pdf](http://www.mpifg.de/people/lm/downloads/Skript_SMSI_Teil1.pdf) (Stand 24.04.2014), Universität Duisburg-Essen.
- Markstein, B., Heinrich, T. & Sturm, H. (1985): *Naturbuch Berlin. Pflanzen - Tiere - Lebensräume*. (Senator für Stadtentwicklung und Umweltschutz, ed.), Nicolai Verlag, Berlin.

- Mayer, C.-H. & Boness, C. M. (2013): Systemisches Denken als Grundlage salutogener Organisationsberatung. *Praxis Klinische Verhaltensmedizin und Rehabilitation* **92**, 168-178.
- Mayer, J. (2006): Experimente auswerten und präsentieren. *Unterricht Biologie* **318 Kompakt**, 29-34.
- McCagg, E. C. & Danserau, D. F. (1991): A Convergent Paradigm for Examining Knowledge Mapping as a Learning Strategy. *Journal of Educational Research* **84**, 317-324.
- Meinhold-Henschel, S. & Schack, S. (2008): Kinder- und Jugendpartizipation in Deutschland – Entwicklungsstand und Handlungsansätze. In: *Jugendhilfe und Schule: Handbuch für eine gelingende Kooperation* (Henschel, A., Krüger, R., Schmitt, C. & Stange, W., (Hrsg.)), S. 347-363. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Meyer, H. (2010): *Was ist guter Unterricht*, 7. Aufl, Cornelson Scriptor, Berlin.
- Mittelstraß, J. (1987): Die Stunde der Interdisziplinarität? In: *Interdisziplinarität: Praxis - Herausforderung - Ideologie* (Kocka, J., (Hrsg.)), S. 152-158. Suhrkamp, Frankfurt/Main.
- Möllencamp, H., Wolf, G. & Bader, H. J. (2002): Eine fächerverbindende multimediale Lernumgebung zum Thema HIV für das Fach Chemie. *CHEMKON* **9**, 189-193.
- Müller, A. (2008): Mathematische Botanik. *Unterricht Biologie* **336**, 19-21.
- Müller, W. (1998): Erwartete und unerwartete Folgen der Bildungsexpansion. In: *Die Diagnosefähigkeit der Soziologie*. (Friedrichs, J., Lepsius, R. M. & Mayer, K.-U., (Hrsg.)), S. 81-112. Westdeutscher Verlag, Opladen.
- Mummendey, H. D. & Grau, I. (2008): *Die Fragebogen-Methode*. 5. Aufl., Hogrefe Verlag GmbH, Göttingen.
- Munk, K., Adler, S., Grasshoff, C., Kronberg, I., Kurth, T. & Langer, T. (2000): *Biochemie, Zellbiologie, Ökologie, Evolution*, Spektrum, Heidelberg.
- Natureworld: *Insekten - Mein Rückblick 2011*:  
<http://www.fotocommunity.de/pc/pc/display/26565186> (Stand 24.02.2013).
- Naumann & Göbel. (2013): *Mein Outdoor-Abenteuer-Buch. Spannung, Spiele & geheime Tricks*, Naumann & Göbel Verlagsgesellschaft, Köln.
- Novak, J. D. (1980): Learning Theory Applied to the Biology Classroom. *The American Biology Teacher* **42**, 280-285.
- Novak, J. D. (1990): Concept Mapping: A Useful Tool for Science Education. *Journal of Research in Science Teaching* **27**, 937-949.
- Novak, J. D. (2008): The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them.
- Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1984): *Learning How to Learn*, Cambridge University Press, New York.
- NUA - Natur- und Umweltschutz-Akademie des Landes NRW. (2005): Werkstatt BODEN ist LEBEN.
- Ossimitz, G. (1995): Systemisches Denken und Modellbilden. Konzeptpapier für den Workshop "Systemisches Denken - Lehren und Lernen mit Simulations- und Modellbildungssystemen", Universität Klagenfurt, DIFF Tübingen:  
<http://www.wu.uni-klu.ac.at/gossimit/pap/go95d.htm> (Stand: 18.02.2014).
- Ossimitz, G. (2000a): Zur Entwicklung systemischen Denkens. Kapitel 1 und 2. Habilitationsschrift, Profil-Verlag, München Wien.
- Ossimitz, G. (2000b): Systemisches Denken braucht systemische Darstellungsmittel. In *Gesellschaft für Sozial- und Wirtschaftskybernetik*, Mannheim.

- Parchmann, I., Demuth, R., Ralle, B., Paschmann, A. & Huntemann, H. (2001): Chemie im Kontext. Begründung und Realisierung eines Lernens in sinnstiftenden Kontexten. *Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule* **50** (1), 2-7.
- Peter-Koop, A., Selter, C. & Wollring, B. (2002): Mathe-Forscher. *Die Grundschulzeitschrift* **16** (160), 21-44.
- Peterßen, W. H. (2000): *Fächerverbindender Unterricht. Begriff - Konzept - Planung - Beispiele. Ein Lehrbuch*, Oldenbourg Schulbuchverlag, Oldenbourg.
- Peuckert, J. & Fischler, H. (2000): Concept Maps als Diagnose- und Auswertungsinstrument in einer Studie zur Stabilität und Ausprägung von Schülervorstellungen. In: *Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie* (Peuckert, J. & Fischler, H., (Hrsg.)), S. 91-116. Logos Verlag, Berlin.
- Pfiffner, M. & Walter, C. (2007): *Lernprozesse und motivationale Auswirkungen. Empirische Untersuchung und Vergleich über die Zusammenhänge zwischen den Choreografien unterrichtlichen Lernens und deren motivationalen Auswirkungen im themenorientierten Unterricht der Grundstufe sowie der Allgemeinbildung in der gewerblich-industriellen Berufsschule der Schweiz*: [http://www.member.uni-oldenburg.de/hilbert.meyer/download/2.Pfiffner.Walter\\_motivationsmaechtigkeit\\_der\\_basismodelle.pdf](http://www.member.uni-oldenburg.de/hilbert.meyer/download/2.Pfiffner.Walter_motivationsmaechtigkeit_der_basismodelle.pdf) (Stand 04.02.2014).
- Philognosie GbR (2002-2013): *Wetter: Kennen Sie die Wolkenarten und ihre Entstehung?* <http://www.philognosie.net/article/277/01.jpg> (Sütterlin, P. & Kühn, A., Hrsg.), Bergen.
- PIK AS. (2010): *Info-Papier: Forschen im Forscherheft „Mal-Plus-Haus“*: [http://pikas.dzlm.de/upload/Material/Haus\\_8\\_-\\_Guter\\_Unterricht/UM/Forscherheft\\_Mal-Plus-Haus/Basisinfos/H8\\_UM\\_MPH\\_Lehrer\\_Basisinfo.pdf](http://pikas.dzlm.de/upload/Material/Haus_8_-_Guter_Unterricht/UM/Forscherheft_Mal-Plus-Haus/Basisinfos/H8_UM_MPH_Lehrer_Basisinfo.pdf) (Stand: 18.12.2013) (Kooperationsprojekt zur Weiterentwicklung des Mathematikunterrichts in der Primarstufe, (Hrsg.)), Technische Universität Dortmund.
- Pielou, E. C. (1975): *Ecological Diversity*, John Wiley & Sons, New York.
- Poch, A. (2012): *Das Anthropozän-Konzept - wie kann systemische Bildung in den Unterricht integriert werden?* Masterarbeit, Humboldt-Universität zu Berlin.
- Poch, A. & Leinfelder, R. (2013): *Interdisziplinäre Ansätze für Bildung im Anthropozän*. In *15. Internationale Frühjahrsschule der Fachsektion Didaktik der Biologie* (Jurgowiak, M. & Zabel, J., Hrsg.), S. 96-97. Schrödel Verlag, Leipzig.
- Porst, R. (2009): *Fragebogen. Ein Arbeitsbuch*, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Povolny, D. (1963): Einige Erwägungen über die Beziehung zwischen den Begriffen "Synanthrop" und "Kulturfolger". *Beiträge zur Entomologie* **13**, 439-444.
- Programm-Transfer-21 (2007): *Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Lehrerbildung. Kompetenzerwerb für zukunftsorientiertes Lehren und Lernen*, Koordinierungsstelle Freie Universität Berlin.
- Prüß, F. (2008): *Schulbezogene Jugendhilfe: Chancen zur Entwicklung der Schule als sozialer Ort unter Berücksichtigung der Partizipation*. In: *Jugendhilfe und Schule* (Henschel, A., Krüger, R., Schmitt, C. & Stange, W., (Hrsg.)), S. 165-178. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Radkowsch, A. (2009): Eine Falle für Assel, Steinläufer, Pseudoskorpion & Co. *Unterricht Biologie* **346**, 14.

- Radkowitz, A. & Lehnert, H.-J. (2005): Biodiversität auf dem Schulgelände - Chance für Schüler und Unterricht. In: *Schulgelände zum Leben und Lernen* (Lehnert, H.-J. & Köhler, K., (Hrsg.)), S. 71-82. BOD, Norderstedt.
- Raffelsiefer, M. (2004): *Fächerübergreifender Unterricht: Schlagwort oder Perspektive?* [http://www.studienseminar-koblenz.de/medien/wahlmodule\\_unterlagen/2004/149/2%20F%E4cher%FCbergreifender%20Unterricht%20\(PPT\).pdf](http://www.studienseminar-koblenz.de/medien/wahlmodule_unterlagen/2004/149/2%20F%E4cher%FCbergreifender%20Unterricht%20(PPT).pdf) (Stand: 03.12.2013).
- Reichholf, J. H. (2007): *Stadtnatur: Eine neue Heimat für Tiere und Pflanzen* □ *Ein Naturführer durch die Stadt* oekom verlag, München.
- Reinelt, G. (1998): Fächerübergreifender und fächerverbindender Unterricht in der gymnasialen Lehrerbildung in Baden-Württemberg. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* **30** (2), 28-33.
- Reinhold, P. & Bünder, W. (2001): Stichwort: Fächerübergreifender Unterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* **4** (3), 333-357.
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (1994): Wissensvermittlung: Ansätze zur Förderung des Wissenserwerbs, Ludwig-Maximilians-Universität, Institut für Pädagogische Psychologie und Empirische Pädagogik, München.
- Rieckmann, M. & Stoltenberg, U. (2011): Partizipation als zentrales Element von Bildung für eine nachhaltige Entwicklung. In: *Nachhaltige Gesellschaft* (Heinrichs, H., Kuhn, K. & Newig, J., (Hrsg.)), S. 117-131. VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Rost, A. & Leinfelder, R. (2014): Fächerübergreifende Forscherhefte zum Biodiversitätsmonitoring. In *16. Internationale Frühjahrsschule der Fachsektion Didaktik der Biologie* (Chernyak, D., Möller, A., Dittmer, A. & Schmiemann, P., Hrsg.), S. 130-131, Trier.
- Rost, D. H.; Hoberg, K. (1997): Itempositionsveränderung in Persönlichkeitsfragebogen: Methodischer Kunstfehler oder tolerierbare Praxis? *Diagnostica* (**43**), S. 97-112.
- Ruiz-Primo, M. A. (2000): On the Use of Concept Maps as an Assessment Tool in Science: What We Have Learned so far. *Revista Electrónica de Investigación Educativa* **2**, 29-52.
- Ruiz-Primo, M. A. & Shavelson, R. J. (1996): Problems and Issues in the Use of Concept Maps in Science Assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, **33**(6), 569-600.
- Scheele, B. & Groeben, N. (1988): *Dialog-Konsens-Methoden zur Rekonstruktion Subjektiver Theorien*, A. Francke Verlag GmbH, Tübingen.
- Scheuer, R., Kleffken, B. & Ahlborn-Gockel, S. (2010): Experimentieren als neuer Weg der Sprachförderung. Verknüpfung naturwissenschaftlicher und sprachlicher Bildung. In: *Entwicklung naturwissenschaftlichen Denkens zwischen Phänomen und Systematik* (Höttecke, D., (Hrsg.)). LIT Verlag, Münster.
- Schmidt-Eichstaedt, G. (1996): *Stadtökologie - Lebensraum Großstadt*, Meyers Forum 39, B.I. Taschenbuchverlag, Mannheim Leipzig Wien Zürich.
- Schmitz, A. (2006): Interessen- und Wissensentwicklung bei Schülerinnen und Schülern der Sek II in außerschulischer Lernumgebung am Beispiel von NaT-Working „Meeresforschung“. Doctoral Thesis, Christian-Albrecht-Universität zu Kiel.
- Schütz, P. (1989): Forscherhefte und mathematische Konferenzen. *Die Grundschulzeitschrift* **74**, 20-22.
- Schwerdtfeger, F. (1975): *Ökologie der Tiere - Band 3: Synökologie*, Parey, Hamburg Berlin.

- Seminar Berufliche Schulen Karlsruhe. (2011): *Blaue Reihe 2. Qualitätsstandards für die Beurteilung von Unterricht. Handreichungen für die Lehrerbildung 2.* 2. überarbeitete Auflage, Baden-Württemberg - Staatliches Seminar für Didaktik und Lehrerbildung, Karlsruhe.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt: *Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt:* [http://www.stadtentwicklung.berlin.de/natur\\_gruen/naturschutz/artenschutz/de/rote\\_listen/methode.shtml](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/natur_gruen/naturschutz/artenschutz/de/rote_listen/methode.shtml) (Stand 20.09.2012).
- Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin (Hrsg.) (2006): Rahmenlehrplan für die *Sekundarstufe I Biologie*, Jahrgangsstufe 7-10, Hauptschule Realschule Gesamtschule Gymnasium. Berlin.
- Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin (Hrsg.) (2006): Rahmenlehrplan für die *Sekundarstufe I Chemie*, Jahrgangsstufe 7-10, Hauptschule Realschule Gesamtschule Gymnasium. Berlin.
- Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin (Hrsg.) (2006): Rahmenlehrplan für die *Sekundarstufe I Geografie*, Jahrgangsstufe 7-10, Hauptschule Realschule Gesamtschule Gymnasium. Berlin.
- Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin (Hrsg.) (2006): Rahmenlehrplan für die *Sekundarstufe I Informatik*, Jahrgangsstufe 7-10, Hauptschule Realschule Gesamtschule Gymnasium. Berlin.
- Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin (Hrsg.) (2006): Rahmenlehrplan für die *gymnasiale Oberstufe Biologie*, Gymnasien Gesamtschulen mit gymnasialer Oberstufe Berufliche Gymnasien Kollegs Abendgymnasien. Berlin.
- Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin (Hrsg.) (2006): Rahmenlehrplan für die *gymnasiale Oberstufe Chemie*, Gymnasien Gesamtschulen mit gymnasialer Oberstufe Berufliche Gymnasien Kollegs Abendgymnasien. Berlin.
- Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin (Hrsg.) (2006): Rahmenlehrplan für die *gymnasiale Oberstufe Geografie*, Gymnasien Gesamtschulen mit gymnasialer Oberstufe Berufliche Gymnasien Kollegs Abendgymnasien. Berlin.
- Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin (Hrsg.) (2006): Rahmenlehrplan für die *gymnasiale Oberstufe Informatik*, Gymnasien Gesamtschulen mit gymnasialer Oberstufe Berufliche Gymnasien Kollegs Abendgymnasien. Berlin.
- Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin (Hrsg.) (2006): Rahmenlehrplan für die *gymnasiale Oberstufe Politikwissenschaft*, Gymnasien Gesamtschulen mit gymnasialer Oberstufe Berufliche Gymnasien Kollegs Abendgymnasien. Berlin.
- Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin (Hrsg.) (2008): Rahmenlehrplan *Grundschule Naturwissenschaften*. Berlin.
- Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin (2012): *Curriculare Vorgaben für die Jahrgangsstufen 5-10 Grundschule Integrierte Sekundarschule Gymnasium für den Lernbereich Lernen in globalen Zusammenhängen im Rahmen einer Bildung für nachhaltige Entwicklung*, Herrmann Schlesener KG, Berlin.
- Skyseeker: *Hintergrundbild Frühling*: <http://images-photo-s.de/bilder/fotos/images/photos/2011/08/hintergrundbild-kostenlos-fruehling.jpg> (Stand: 24.02.2013).
- Solbrig, O. T. (1994): *Biodiversität*, Rheinischer Landwirtschaftsverlag, Bonn.

- Soulé, M. E. & Wilcox, B. A., (Hrsg.) (1980): *Conservation Biology: an Evolutionary-Ecological Perspective*. Sinauer Associates, Sunderland (Massachusetts).
- Süddeutsche Zeitung. (2008): *Giftige Frösche, stinkende Sümpfe: Warum Biodiversität so wichtig ist*.  
<http://jetzt.sueddeutsche.de/texte/anzeigen/433110/Giftige-Froesche-stinkende-Suempfe-Warum-Biodiversitaet-so-wichtig-ist> (Stand: 24.02.2013).
- Sukopp, H., (Hrsg.) (1990): *Stadtökologie - Das Beispiel Berlin*. 455. Dietrich Reimer Verlag, Berlin.
- Sukopp, H. & Wittig, R. (1998): *Stadtökologie: Ein Fachbuch für Studium und Praxis*. 2. Auflage edit, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart Jena Lübeck Ulm.
- Swv Schwarzwaldverein Wettersbach e.V.: *Die Funktion der Beinuhr*. <http://www.swv-wettersbach.de/Beinuhr.html> (Stand 20.11.2012).
- Szalai, S. & Uherek, E. (2007): *Was ist Wetter?*  
[http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1\\_Wetter\\_und\\_Fronten/-Wetter\\_und\\_Klima\\_39z.html](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1_Wetter_und_Fronten/-Wetter_und_Klima_39z.html) (Stand 17.06.2014). Hungarian Meteorological Service, Budapest Mainz.
- Thiel, F., Blüthmann, I. & Watermann, R. (2012): Konstruktion eines Fragebogens zur Erfassung der Lehrkompetenz (LeKo). In: *Neues Handbuch Hochschullehre, Loseblattsammlung. 55. Ergänzungslieferung, Beitrag I 1.13* (Berendt, B., Voss, H.-P. & Wildt, J., (Hrsg.)), S. 1-26. Raabe Verlag, Stuttgart.
- tirolatlas.uibk.ac.at: *Orientierung mit der Armbanduhr*  
[http://tirolatlas.uibk.ac.at/kids/modules/learnmaps/media/608\\_sonne\\_uhr\\_de.jpg](http://tirolatlas.uibk.ac.at/kids/modules/learnmaps/media/608_sonne_uhr_de.jpg) (Stand: 04.04.2013).
- Tischler, W. (1990): *Ökologie der Lebensräume. Meer, Binnengewässer, Naturlandschaften, Kulturlandschaft*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- Truernit, L. (2010): Lebendig oder nicht? Wie findet ein Biologe heraus, ob ein Ding ein Lebewesen ist oder nicht? *Unterricht Biologie* **353**, 2-24.
- Tukey, J. W. (1977): *Exploratory Data Analysis*, Addison-Wesley Publishing, London Amsterdam Don Mills Ontario Sydney.
- Tumleh (2012): *anymals+plants: Tiere und Pflanzen Bestimmen*:  
<http://www.opensmartpad.org/android/apps/sonstige/item/4021-a-tiere-und-pflanzen-bestimmen.html> (Stand 12.02.2014).
- Ulrich, H. (1970): *Die Unternehmung als produktives soziales System*, Verlag Paul Haupt, Bern Stuttgart.
- Vester, F. (1988): *Leitmotiv vernetztes Denken*, Heine, München.
- Vogel, B. (1993): *Interdisziplinarität in der Ingenieurausbildung: Eine vergleichende Studie zur Situation Geistes- und Sozialwissenschaftlicher Lehrangebote für Studierende der Ingenieurwissenschaften*, Gesellschaft zur Förderung arbeitsorient. Forschung und Bildung, Frankfurt am Main.
- Vonlanthen, M., (Hrsg.) (2007): *Lerninhalte strukturieren*. Herausgegeben von EHP/IFFP/IUFFP
- Wagner, R. (2002): Vermittlung systemwissenschaftlicher Grundkonzepte. Diplomarbeit, Karl-Franzens-Universität Graz.
- Wandersee, J. H. & Schussler, E. E. (2001): Towards a Theory of Plant Blindness. *Plant Science Bulletin* **47 (1)**, 2-8.
- WBGU - Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2011): *Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation*. Hauptgutachten. WBGU, Berlin.
- White, R. & Gunstone, R. (1992): *Probing Understanding*, Falmer Press, London.
- Whittaker, R. H. (1972): Evolution and Measurement of Species Diversity. *Taxon* **21**, 213-251.

- wiki.bildungsserver.de: *Vegetationsstufen der Alpenrose*:  
<http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/upload/thumb/AlpineHoeihenstufen.jpg/500px-AlpineHoeihenstufen.jpg> (Stand 26.02.2013).
- wikipedia.de: Alpenflora. <http://de.wikipedia.org/wiki/Alpenflora> (Stand 26.02.2013)..
- Wille, R. (2002): Transdisziplinarität und allgemeine Wissenschaft. In: *Perspektiven interdisziplinärer Technikforschung* (Krebs, H., (Hrsg.)), Vol. 6, S. 73-84. agenda-Verlag, Münster.
- Willerman, M. & MacHarg, R. A. (1991): The Concept Map as an Advance Organizer. *Journal of Research in Science Teaching* **28** (8), 705-711.
- Wilson, E. O. (1988): *Biodiversity* (Peter, F. M., (Hrsg.)), National Academy Press, Washington D.C.
- Winkelmann, B. (1992): Dynamische Systeme und rationales Verhalten. *MU* **4**, 46-61.
- Wirtz, M. & Caspar, F. (2002): *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität*, Hogrefe, München.
- Witt, R. (2008): *Nachhaltige Pflanzungen und Ansaaten: Kräuter, Stauden und Sträucher für Jahrzehnte erfolgreich gärtnern*, NaturGarten, Ottenhofen.
- Wittig, R. (2002): *Siedlungsvegetation*, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- World-of-animals.de: *Lamas*: [http://www.world-of-animals.de/tierlexikon/tierart\\_Lamas.html](http://www.world-of-animals.de/tierlexikon/tierart_Lamas.html) (Stand 15.07.2014).
- www.schülerlexikon.de (2010): *Schülerlexikon Physik: Bedeutung des Luftdrucks für den Menschen*: [http://m.schuelerlexikon.de/mobile\\_physik/Der\\_Luftdruck.htm](http://m.schuelerlexikon.de/mobile_physik/Der_Luftdruck.htm) (Stand 25.02.2013). Bibliographisches Institut, Brockhaus AG & DUDEN PAETEC GmbH, Mannheim Berlin.
- Yin, Y., Vanides, J., Ruiz-Primo, M. A., Ayala, C. C. & Shavelson, R. J. (2005): Comparison of Two Concept-Mapping Techniques: Implications for Scoring, Interpretation and Use. *Journal of Research in Science Teaching* **42**, 166-184.
- Zacharias, D. & Brandes, D. (1990): Species Area-Relationships and Frequency - Floristical Data Analysis of 44 Isolated Woods in Northwestern Germany. *Vegetatio* **88**, 21-29.
- Zahn, E. O. K. (1999): Strategizing Needs Systems Thinking. Arbeitspapier 3-99 des Lehrstuhls für Allgemeine Betriebswirtschaft und Betriebswirtschaftliche Planung der Universität Stuttgart. In *Systems Thinking for the Next Millenium. Proceedings of the 17th International Conference of the System Dynamics Society & Australian New Zealand Systems Conference*, S. 20-23, Wellington (New Zealand).
- Zierdt, M. (1997): *Umweltmonitoring mit natürlichen Indikatoren. Pflanzen - Boden - Wasser - Luft*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York.
- Zierfischbecken: *Anemone und Clownfisch*:  
[http://www.zierfischbecken.de/images/p028\\_1\\_01.jpg](http://www.zierfischbecken.de/images/p028_1_01.jpg) (Stand 25.02.2013).
- Zitterbart, D. (2012): *Flyer: anymals+plants*: <http://www.gbif.de/AnymalsPlants> (Stand 17.02.2014) (GBIF, FAU, mfn, AWI & BMBF, (Hrsg.)).
- Zysk, A. (2007): *Unterrichtsverfahren der Pädagogik - Die Ergebnissicherung im Unterricht aus allgemein-pädagogischer Sicht: Begriff, Kriterien und Methoden*, GRIN Verlag GmbH, München.

## Anhang

|   |     |
|---|-----|
| - Aushang Schulaquise .....                                 | 145 |
| - Arbeitsauftrag „Übung Concept Map“ .....                  | 146 |
| - Liste Gruppeneinteilung .....                             | 147 |
| - Arbeitsauftrag „Concept Map“ .....                        | 148 |
| - Begriffskärtchen Concept Map .....                        | 149 |
| - Erwartungshorizont für die Forscherhefte .....            | 151 |
| o Erwartungshorizont Tiere .....                            | 151 |
| o Erwartungshorizont Pflanzen .....                         | 160 |
| o Erwartungshorizont Meteorologie .....                     | 174 |
| o Erwartungshorizont Boden .....                            | 186 |
| - Auswertung der Gruppen-Lösungsforscherhefte der SuS ..... | 202 |
| - Bedienungsanleitungen Messgeräte .....                    | 205 |
| - Materialausgabeliste .....                                | 206 |
| - Auswertung Concept Maps: Beispiele .....                  | 207 |
| - Interraterreliabilität .....                              | 221 |
| - Ergebnisse der Concept Maps .....                         | 222 |
| - Unterschiedsprüfung mit Wilcoxon-Vorzeichen-Test .....    | 224 |
| - Unterschiedsprüfung mit Mann-Whitney-U-Test .....         | 228 |
| - Fragebogen für die SuS .....                              | 242 |
| - Fragebogen für die Lehrkräfte .....                       | 250 |
| - Theoriegrundlage des Fragebogens .....                    | 256 |
| - Antworten geschlossene Items SuS .....                    | 260 |
| - Antworten geschlossene Items LuL .....                    | 275 |
| - Detaillierte Antworten: Offene Items .....                | 277 |
| - Detaillierte Antworten: Offene Items animals+plants ..... | 288 |
| - Lebenslauf .....  | 290 |
| - Eidesstattliche Erklärung .....                           | 292 |

## Beilage: Forscherhefte

- Forscherheft „Tiere“
- Forscherheft „Pflanzen“
- Forscherheft „Meteorologie“
- Forscherheft „Boden“

## **Biodiversitätsmonitoring an Schulen**

### **Kurze Vorstellung des Projekts**

Nach einem Theorie-Teil, welchen sich die SuS unter Moderation selbst erarbeiten, geht es in die freie Natur, in der

- Tiere und Pflanzen beobachtet,
- der Boden untersucht,
- das Gebiet kartiert und
- Wetterfaktoren gemessen werden,

um Daten zu gewinnen, zwischen denen (stadt-) ökologische Zusammenhänge und ein Bezug zur Biodiversität hergestellt werden. Dabei werden Interdisziplinarität und Partizipation groß geschrieben. Die Materialien und Programme werden im Anschluss sowohl von den Schülern als auch von den Lehrkräften in einem kurzen, vorbereiteten Fragebogen evaluiert.

Möglich ist auch eine Verknüpfung zum GEO-Tag der Artenvielfalt am 15.06.2013 (<http://www.geo-artenvielfalt.de>).

### **Kriterien der Schulauswahl**

- wünschenswert
  - o Schule mit bepflanztem Schulhof, einem Schulgarten oder einem Park bzw. Wald in der Nähe
  - o PC-Raum im Schulgebäude
- Vorkenntnisse zum Thema sind nicht erforderlich, aber auch nicht hinderlich
- der Zeitumfang kann flexibel an die Teilnehmer angepasst werden

Vielen lieben Dank im Voraus!

Ich freue mich über Ihre Teilnahme!

Anneli Rost

Freie Universität Berlin  
AG Geobiologie & Anthropozänforschung  
Malteserstraße 74-100 / Haus C / Raum C.102  
12249 Berlin

Tel: 030 / 838 70605

Fax: 030 / 838 70745

E-Mail: [anneli.rost@fu-berlin.de](mailto:anneli.rost@fu-berlin.de)

**Arbeitsauftrag:**

**Entwickle** eine Concept Map (ein Begriffsnetz) zu einem selbst gewählten Thema (z.B. Hobby's, Haustiere). **Verwende** dabei mind. 10 Begriffe, die du mit einem beschrifteten Pfeil verbindest.

**Materialien:** A4-Blatt, Stift, eventuell Lineal

**Durchführung eines Concept Map:****1. Vernetzen**

Bringe mindestens 10 einzelne Begriffe in einen sinnvollen Zusammenhang. Begriffe, die eng miteinander verbunden sind, sollten nahe beieinander sein. Jeder Begriff darf nur einmal verwendet werden!

**2. Verbinden**

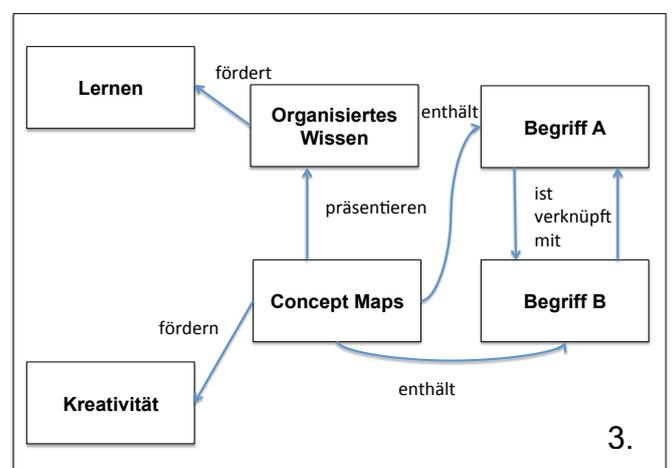
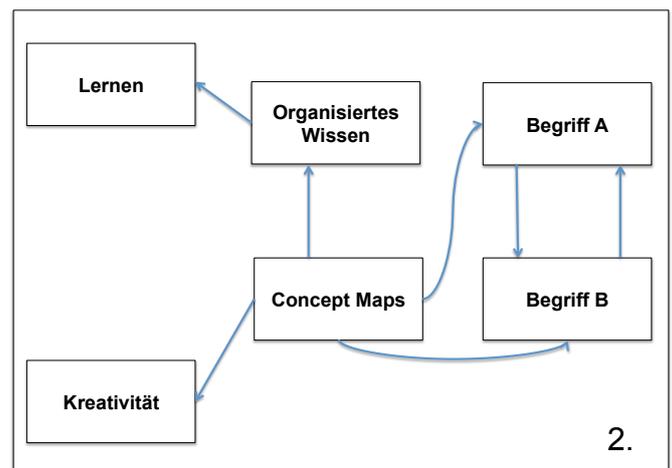
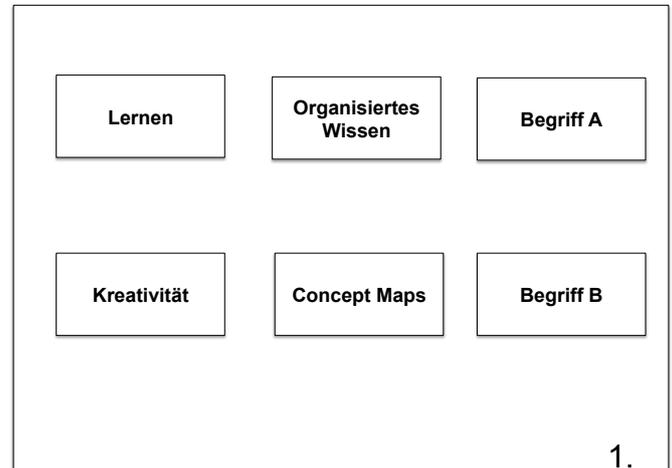
Verbinde Begriffe, die miteinander zu tun haben, mit einem Pfeil.

**3. Zusammenhänge beschreiben**

Schreibe an jeden Pfeil, inwiefern die verbundenen Begriffe miteinander zu tun haben. Eine Beschriftung sollte aus mindestens einem Verb bestehen, z.B. zuordnen: *hat, ist ein, braucht, ...* werten: *schont, beschädigt, ...* eine Handlung charakterisieren: *wandelt um, zeigt, liefert, verursacht, ...* usw. Dabei spielt auch die Richtung der Beziehung (die Pfeilrichtung) eine wichtige Rolle. **Verbindungen ohne einen beschrifteten Pfeil werden nicht gezählt!**

**Wichtig:**

- Es gibt unzählige „richtige“ Netze für einen bestimmten Begriff.
- Je mehr Begriffe verwendet werden, desto komplexer (und unübersichtlicher) wird das Netz.



(verändert nach VONLANTHEN 2007, 5)

**Gruppen-Einteilung:**

|  |
|--|
| 1. Gruppe <b>Tiere</b><br>Gruppenname: |
| A                                      |
| B                                      |
| C                                      |
| D                                      |

|  |
|--|
| 2. Gruppe <b>Tiere</b><br>Gruppenname: |
| E                                      |
| F                                      |
| G                                      |
| H                                      |

|   |
|---|
| 1. Gruppe <b>Pflanzen</b><br>Gruppenname: |
| A   |
| B   |
| C   |
| D   |

|   |
|---|
| 2. Gruppe <b>Pflanzen</b><br>Gruppenname: |
| E   |
| F   |
| G   |
| H   |

|  |
|--|
| 1. Gruppe <b>Boden</b><br>Gruppenname: |
| A                                      |
| B                                      |
| C                                      |
| D                                      |

|  |
|--|
| 2. Gruppe <b>Boden</b><br>Gruppenname: |
| E                                      |
| F                                      |
| G                                      |
| H                                      |

|   |
|---|
| 1. Gruppe <b>Meteorologie</b><br>Gruppenname: |
| A   |
| B   |
| C   |
| D   |

|   |
|---|
| 2. Gruppe <b>Meteorologie</b><br>Gruppenname: |
| E   |
| F   |
| G   |
| H   |

**Arbeitsauftrag:**

**Entwickle** gemeinsam mit den Experten der anderen Gruppen ein Concept Map (ein Begriffsnetz) zum Thema „Biodiversität: Tiere – Pflanzen – Lebensräume“. **Nutze** dabei möglichst viele der vorgegebenen Begriffe und **beschrifte**, wenn du willst, auch neue Kärtchen.

**Materialien:** Thema, Karten mit & ohne Begriffen, Foto-Klebe-Ecken, Plakat, Stift, Lineal

**Durchführung eines Concept Map:****4. Vernetzen**

Bringe die einzelnen Begriffe in einen sinnvollen Zusammenhang. Begriffe, die eng miteinander verbunden sind, sollten nahe beieinander liegen. Falls einzelne Begriffe nicht in das „Netz“ passen, leg sie beiseite. Jeder Begriff darf nur einmal verwendet werden! Beschrifte neue Kärtchen, wenn du der Meinung bist, dass ein wichtiger Begriff fehlt.

**5. Verbinden**

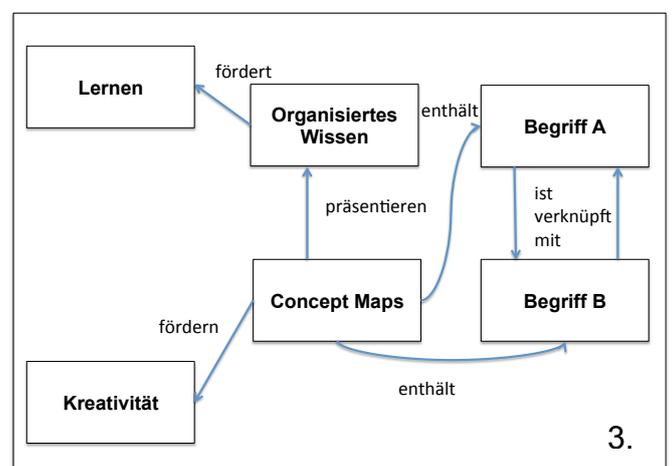
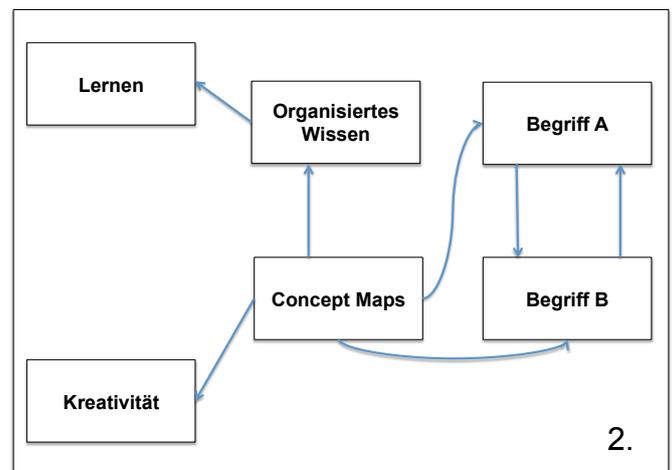
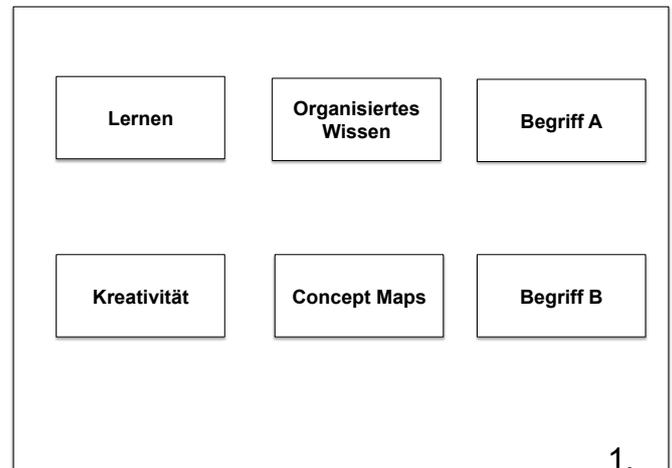
Verbinde Begriffe, die miteinander zu tun haben, mit einem Pfeil.

**6. Zusammenhänge beschreiben**

Schreibe an jeden Pfeil, inwiefern die verbundenen Begriffe miteinander zu tun haben. Eine Beschriftung sollte aus mindestens einem **Verb** bestehen, z.B. zuordnen: *hat, ist ein, braucht, ...* werten: *schont, beschädigt, ...* eine Handlung charakterisieren: *wandelt um, zeigt, liefert, verursacht, ...* usw. Dabei spielt auch die Richtung der Beziehung (die Pfeilrichtung) eine wichtige Rolle. **Verbindungen ohne einen beschrifteten Pfeil werden nicht gezählt!**

**Wichtig:**

- Es gibt unzählige „richtige“ Netze für einen bestimmten Begriff.
- Je mehr Begriffe verwendet werden, desto komplexer (und unübersichtlicher) wird das Netz.
- Es müsse nicht alle vorgegebenen Begriffe verwendet werden!



(verändert nach VONLANTHEN 2007, 5)

|                              |                                       |                                  |
|------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Biodiversität</b>         | <b>Bäume</b>                          | <b>Kennzeichen von Lebewesen</b> |
| <b>Vielfalt an Arten</b>     | <b>Zweig</b>                          | <b>Bewegung</b>                  |
| <b>Genetische Vielfalt</b>   | <b>Blätter</b>                        | <b>Reizbarkeit</b>               |
| <b>Ökosystem-Vielfalt</b>    | <b>einfach</b>                        | <b>Stoffwechsel</b>              |
| <b>Biodiversitätsverlust</b> | <b>zusammengesetzt</b>                | <b>Fortpflanzung</b>             |
| <b>Einflussfaktor Mensch</b> | <b>Blattstellung</b>                  | <b>Entwicklung</b>               |
| <b>Tiere</b>                 | <b>wechselständig</b>                 | <b>Wachstum</b>                  |
| <b>Vögel</b>                 | <b>gegenständig</b>                   | <b>Aufbau aus Zellen</b>         |
| <b>Säugetiere</b>            | <b>Blüten</b>                         | <b>Boden</b>                     |
| <b>Insekten</b>              | <b>Früchte</b>                        | <b>Lebensraum</b>                |
| <b>Spinnen</b>               | <b>Duft</b>                           | <b>Wasserspeicher</b>            |
| <b>Anzahl der Beine</b>      | <b>„Blumen“</b>                       | <b>Nährstoffspeicher</b>         |
| <b>Bein-Uhr</b>              | <b>Zeigerpflanzen (Indikatoren)</b>   | <b>Bodenart</b>                  |
| <b>Bergmansche Regel</b>     | <b>abgestorbenes Pflanzenmaterial</b> | <b>Sand</b>                      |
| <b>Allensche Regel</b>       | <b>Gesetz des Minimums</b>            | <b>Kies</b>                      |
| <b>Pflanzen</b>              | <b>Gräser</b>                         | <b>Lehm</b>                      |

|                      |                               |                    |
|----------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Ton</b>           | <b>Thermometer</b>            | <b>Wolkenatlas</b> |
| <b>Wasser</b>        | <b>Kompass</b>                | <b>Wolkenarten</b> |
| <b>Humus</b>         | <b>Licht</b>                  |                    |
| <b>Bodenluft</b>     | <b>Niederschlag</b>           |                    |
| <b>Gesteine</b>      | <b>Luftdruck</b>              |                    |
| <b>pH-Wert</b>       | <b>Barometer</b>              |                    |
| <b>Nährstoffe</b>    | <b>Wettervorhersage</b>       |                    |
| <b>Kalk</b>          | <b>natürliche Indikatoren</b> |                    |
| <b>Stickstoff</b>    | <b>Kiefernzapfen</b>          |                    |
| <b>Bodenqualität</b> | <b>Luftfeuchtigkeit</b>       |                    |
| <b>„guter“ Boden</b> | <b>Psychrometer</b>           |                    |
| <b>Meteorologie</b>  | <b>Sättigungspunkt</b>        |                    |
| <b>Klima</b>         | <b>Taupunkt</b>               |                    |
| <b>Wetter</b>        | <b>Windstärke</b>             |                    |
| <b>Höhe</b>          | <b>Beaufort-Skala</b>         |                    |
| <b>Temperatur</b>    | <b>Windrichtung</b>           |                    |

**Erwartungshorizont Tiere**

**2. Lebensräume im Umfeld der Schule**

2.1 **Erstelle** eine Übersicht, welche Lebensräume es im Umfeld deiner Schule gibt.

| Lebensraum             | Beschreibung des Standorts                | Anzahl an Tieren                         | Anzahl an Pflanzen | Bemerkungen  |
|------------------------|---|--|--------------------|--|
| <i>z.B. Blumenbeet</i> | <i>vor dem Eingang der Schule</i>         | <i>wenig: an den Blüten der Pflanzen</i> | <i>viele</i>       | <i>gewollte Anordnung der Pflanzen</i>                   |
| Wiese                  | neben dem Volleyballfeld auf dem Außenhof | wenig: in der Erde/auf der Wiese         | viele Grashalme    | Beet (Wiese) wurde geplant und Ränder sind gradlinig     |
| unterm Stein           | rechts vor der Schule                     | wenig (Asseln, Käfer, etc.)              | drum herum Gras    | Stein schützt Tiere vor Licht, Wärme, Angreifern         |
| Insektenhotel          | an der Tartanbahn                         | viele in den Löchern der Baumstämme      | Keine Pflanzen     | Gewollte Anordnung der Löcher als künstlicher Lebensraum |

**3. Barber-Reusen-Falle**

3.9 **Kontrolliert** jeden Tag 1- bis 2-mal zur gleichen Zeit, ob sich Tiere in eurer Falle gefangen haben. **Protokolliert** gemeinsam mit der Meteorologie-Gruppe Wetter und Temperatur.

| Datum des Bauens bzw. Aufstellens der Falle | Wettersvorhersage für nächste 24 Stunde | Bemerkungen (z.B. Köder, Deko etc) |
|---|---|------------------------------------|
| 22.04.2013                                  | 12°C                                    | etwas Gras                         |
| 23.04.2013                                  | 15°C                                    | wenig Steine                       |
| 24.04.2013                                  | 14°C                                    | Erde und Gras                      |

| Entleeren der Falle |           | Tatsächliches Wetter | Anzahl an gefangenen Tieren | Bemerkungen                   |
|---------------------|-----------|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Datum               | Uhrzeit   |                      |                             |                               |
| 23.04.2013          | 8:50 Uhr  | 11°C, bewölkt        | 9                           | viele Ameisen                 |
| 24.04.2013          | 11:35 Uhr | 16°C, teilw. bewölkt | 4                           | viele Spinnen                 |
| 25.04.2013          | 11:40 Uhr | 15°C, teilw. bewölkt | 7                           | Spinnen, Schnecken, Saftkugel |

## 5. Tier-Erfassungsbogen

**Arbeitsauftrag:** Dokumentiere möglichst alle Merkmale des Tieres.

**Nummer des Tieres:**

6

**Standort:** Nähe der Tartanbahn

### Umriss

**Zeichne** grob den Umriss des Tieres. Oder klebe ein Foto auf



Aussehen: roter Panzer mit geordneten schwarzen Punkten und Dreiecken

Anzahl der Beine: 6

Bemerkung oder Vermutungen: Feuerkäfer

### Maße des Tieres

Höhe des Tieres: 3 mm

Länge des Tieres: 12 mm

Länge der Beine: 1,5 mm

Länge der Flügel: /

**Name des Tieres:** Feuerwanze (Pyrrhocoris apterus)

## 8. Bedrohte Vielfalt – Biodiversität

### 8.1 Biologische Vielfalt in Zahlen: Schätz doch mal:

|   |  |
|---|--|
| Wie viele verschiedene Arten (Tiere, Pflanzen, Pilze und Mikroorganismen) sind bisher weltweit bekannt? |  |
| <input type="checkbox"/> etwa 50.000  | <input checked="" type="checkbox"/> etwa 2 Millionen |
| <input type="checkbox"/> etwa 6 Millionen   | <input type="checkbox"/> etwa 8 Millionen            |

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Wie viel Prozent der wildlebenden Tiere in Deutschland sind gefährdet? |                                     |
| <input type="checkbox"/> 5 Prozent                                     | <input type="checkbox"/> 15 Prozent |
| <input checked="" type="checkbox"/> 40 Prozent                         | <input type="checkbox"/> 90 Prozent |

### 8.2 Beschreibe den Begriff „Biodiversität“ mit eigenen Worten.

- Mit Biodiversität meint man die biologische Vielfalt. Übersetzt heißt „Bio“ Leben und „Diversität“ Vielfalt. Zusammen heißt es wörtlich übersetzt „Vielfalt des Lebens“, also Vielfalt aller Lebewesen auf der Welt.
- Der Begriff Biodiversität bezeichnet alle Vielfalten des Lebens von verschiedenen Lebewesen und ihren verschiedenen Arten hin bis zu der Vielfalt ihrer Lebensräume und der Ökosysteme. Biodiversität bezeichnet auch die verschiedenen Variationen, wie die Lebewesen leben.

### 8.3 Beschreibe, was in dir vorgeht, wenn du das liest.

- Das sind alles extrem hohe Zahlen und es ist schlimm, dass die Biodiversität so schnell zerstört wird. Wenn die Menschen so weitermachen, dann brechen nicht nur die Fischbestände, sondern auch das Leben zusammen.
- Ich beginne immer mehr zu verstehen, dass sehr viele auf unserer Erde lebenden Lebewesen durch uns bedroht sind und letztendlich aussterben. Diese Zahlen erhöhen sich immer weiter und wenn es weiter so geht, dann gibt es irgendwann keine Lebewesen mehr.

### 8.4 Wie kannst du direkt oder indirekt die biologische Vielfalt schützen? Ergänze die folgenden Sätze.

*Wenn ich Verkehrsmittel benutze...* dann das Fahrrad oder öffentliche Verkehrsmittel.

*In der Freizeit...* wenig Strom verbrauchen, die Umwelt schonen und keinen Müll liegen lassen.

*Wenn ich in den Urlaub fahre...* zu Hause alle Geräte aus und nicht auf Stand-by schalten.

*In der Schule...* wird Müll getrennt, papiersparend gearbeitet und Licht nach dem Unterricht ausgemacht.

*Wenn ich in den Supermarkt gehe...* kaufe ich lokale Produkte mit möglichst wenig Plastikverpackung, schaue nach Gütesiegeln und nutze Stoffbeutel.

**9. Artenvielfalt an heimischen und ausländischen Gehölzen**

9.1 **Untersuche** die Artenvielfalt an Tieren auf heimischen und ausländischen Gehölzen. **Lasse** dir von der Gruppe „Pflanzen“ die Bäume und Sträucher bestimmen, an denen du die Tiere untersuchen willst. **Trage** sie in die Tabelle ein. **Bestimme** die Tiere an den Bäumen und Sträuchern (Berücksichtige vor allem Insekten, Spinnentiere und Vögel auf Nahrungssuche). **Ordne** in einer Tabelle die Tiere den heimischen oder nicht-heimischen Gehölzen zu. **Bewerte** die Artenvielfalt.

| Name: Baum bzw. Strauch | heimisch oder nicht-heimisch? | gefundene Tiere              | Artenvielfalt |
|-------------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------|
| Roskastanie             | Balkan, nicht heimisch        | Kastanien-Miniermotte; Spatz | wenig         |
| Hagebutte               | heimisch                      | Fliegen, Bienen              | viele         |

9.5 **Erläutere** die Unterschiede zwischen heimischen und nicht-heimischen Gehölzen. Wo gibt es eine höhere Artenvielfalt?

Die Artenvielfalt ist auf den heimischen Bäumen und Sträuchern höher, als auf nicht-heimischen. Die heimischen Tiere sind durch die Evolution besser und länger an die heimischen Bäume und Sträucher angepasst und werden ohne Konkurrenz nicht in andere Nischen abgedrängt.

**10. Kennzeichen von Lebewesen**

10.1 **Wähle** eines der Tiere, die du vorher bestimmt hast, und **überprüfe** alle Kennzeichen für Leben. **Begründe** deine Antwort.

Tipp: Du kannst dafür auch in Büchern nachschlagen, im Internet recherchieren oder Experten interviewen.

**Ausgewähltes Tier:** Feuerwanze

| Kennzeichen             | Überprüfung                                       |
|-------------------------|---|
| Bewegung                | durch 6 Beine                                     |
| Reizbarkeit             | Fluchtverhalten durch schnelles wegrennen         |
| Stoffwechsel            | Stoffwechsel durch Atmen über eine Tracheensystem |
| Fortpflanzung/Vererbung | Fortpflanzungsfähig (durch Eier)                  |
| Entwicklung             | Wachstum, Farbänderung                            |
| Wachstum                | Unterschiedliche Größe nach Wachstum (8-30 mm)    |
| Aufbau aus Zellen       | Feuerwanzen bestehen aus Zellen                   |

10.2 **Überprüfe** die folgenden Tiere, Pflanzen und nicht-lebenden Dinge, ob sie Kennzeichen für Lebewesen besitzen. Welche treffen zu?

| Kennzeichen von Lebewesen       | Sonnenblume | Muschel | Schmetterling | Stein | Feder | Mensch | Gräser |
|---------------------------------|-------------|---------|---------------|-------|-------|--------|--------|
| <b>Bewegung</b>                 | X           | X       | X             |       |       | X      | X      |
| <b>Reizbarkeit</b>              | X           | X       | X             |       |       | X      | X      |
| <b>Stoffwechsel</b>             | X           | X       | X             |       |       | X      | X      |
| <b>Fortpflanzung/ Vererbung</b> | X           | X       | X             |       |       | X      | X      |
| <b>Entwicklung</b>              | X           | X       | X             | X     | X     | X      | X      |
| <b>Wachstum</b>                 | X           | X       | X             | X     | X     | X      | X      |
| <b>Aufbau aus Zellen</b>        | X           | X       | X             |       | X     | X      | X      |

10.3 **Notiere**, falls dir etwas Merkwürdiges auffällt.

Nicht-lebendige Dinge besitzen ebenfalls einige Kennzeichen des Lebens

## 11. Aufgaben der Lebewesen im Boden

11. 1 **Benenne** in einer Tabelle knapp die Aufgaben der verschiedenen Lebewesen.

| Lebewesen                       | Aufgaben im Boden   |
|---------------------------------|---|
| Maulwurf                        | Durchmischung und Lüftung   |
| Schnecke                        | Zerkleinerung toter, pflanzlicher Materialien und Humusentstehung |
| Käfer(larven), Ameisen          | Durchlüftung und Durchmischung                                    |
| Spinnentiere, Milben            | Bodenfruchtbarkeit  |
| Asseln, Tausend- & Hundertfüßer | Zerkleinerung toter, pflanzlicher Materialien                     |
| Regenwürmer                     | Durchmischung und Lockerung                                       |
| Bakterien                       | Bietet für das Pflanzenwachstum wichtige Nitrat                   |
| Pilze                           | Sammlung von Wasser und Mineralsalzen                             |
| Algen                           | Fotosynthese  |

**11.2 Überlegt** gemeinsam, welche Auswirkungen es auf den Boden und auf das Pflanzenwachstum hätte, wenn die eine oder andere Gruppe von Lebewesen kaum noch im Boden vorhanden wäre. (Das ist zum Beispiel so, wenn ein Boden kaum Humus enthält, oder wenn er zu stark verfestigt ist, oder wenn er mit Giftstoffen belastet ist.)

- Kein Pflanzenwachstum
- Kein fruchtbarer Boden → keine Wälder → fehlendes Ökosystem → absterben andere Tiere →...

**11.3 Überlege** und **notiere**, was du tun kannst, damit es den Lebewesen im Boden gut geht.

- keinen Müll auf den Boden werfen
- Pflanzen pflanzen
- wenig Druck durch Auto abstellen, denn dadurch schlechte Bodendurchlüftung
- kein Laub wegmachen
- an trockenen Tagen Boden feucht halten

## 12. Entstehung von Humus

**12.2** Konntest du mit der Lupe Tiere beobachten? Welche hast du gefunden?

- Moosmilbe
- Springschwanz
- Assel
- Ameisen
- Marienkäfer

**12.3** Welche Bedeutung hat Humus? **Recherchiere**.

Humus ist Muttererde und die Gesamtheit aller toten organischen Substanz im Boden. In Humus sind die meisten Nährstoffe von allen Böden. Ohne diese Nährstoffe wäre es für die meisten jungen Triebe enorm schwer überhaupt zu wachsen. Außerdem ist er ein großer Lebensraum

**12. 4** Warum sind Tiere so wichtig für die Entstehung von Humus?

Tote Tiere sind ein Teil des Humus und lebende Destruenten beschleunigen dessen Entstehung. Sie sind für den Auf-, Um- und Abbau von Humus verantwortlich.

**12.5** **Denke** dir eine kurze Geschichte aus, wie das Blatt zersetzt und in Humus umgewandelt wird. **Nutze** dafür das Material auf der nächsten Seite.

Irgendwann wird jedes Blatt von seinem Baum getrennt. Nun ist meine Zeit gekommen. Ich bin etwas traurig mein zu Hause verlassen zu müssen, doch ich bin auch neugierig, was danach kommt. Ich spüre, wie ich mich vom Baum löse und hinunter schwebe. Der Boden ist kalt und fest, doch schon nach kurzer Zeit werde ich von etwas großem weggefegt. Ich liege auf einem großen Haufen. Neben, ober und unter mir liegen auch ganz viele Blätter. Ob sie auch so nervös sind? Ich weiß nicht, wie lange ich hier schon liege. Stunden? Wochen? Oder sind es doch erst ein paar Minuten? Meine Blatthaut fängt an zu kitzeln. Was ist das? Kleine Springschwänze und Milben knabbern an mir. Nach einer Zeit fängt es an weh zu tun. Irgendwann gehen sie wieder, doch schon machen sich die Zweiflüglerlarven bereit. Gierig beißen sie an mir. Sie dringen vor und fressen eine Art Fenster und Löcher in mich hinein. Doch das ist nicht das Ende. Schnecken, Asseln, Tausendfüßler und Moosmilben kommen hinzu. Sie fresse weiter und zersetzen

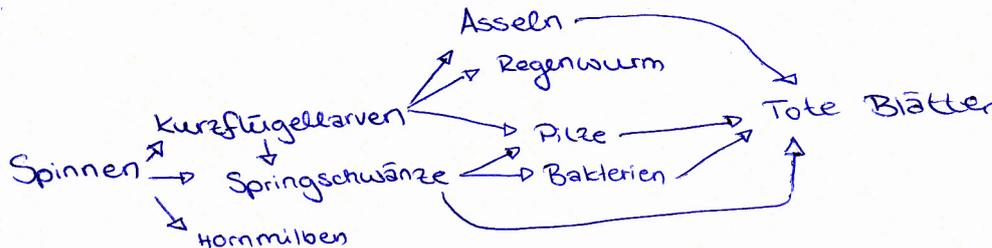
auch die Skelette. Nun bin ich schon fast tot und von mir ist nicht mehr viel übrig. Gott sei Dank gehen sie und suchen sich ein anderes Blatt. Vielleicht kann ich jetzt alleine und in Frieden meine letzten Stunden genießen, doch ich habe mich zu früh gefreut. Bakterien, so klein, dass man sie mit bloßem Auge nicht sehen kann, wandeln die Blattsubstanz durch weitere Lebewesen wie Echyträen um und zersetzen mich mikrobiell. Langsam werde ich mit dem Mineralboden vermischt und es bildet sich ein Ton-Humus-Komplex. Langsam aber sicher verschwinde ich. Nach einiger Zeit bin ich tot. Ich bin vollkommen zersetzt und kann nun al Humus neuen, jungen Pflanzen als Nahrung dienen. Adieu.

### 13. Nahrungsbeziehung der Bodenlebewesen

13.1 **Betrachte** die folgende Abbildung und **beschreibe** die dargestellte Nahrungskette. Totes organisches Material wird von Kleinlebewesen (Bsp. Milben, Springschwänze,..) gefressen und diese wiederum von etwas größeren Tieren wie Tausendfüßlern. Auch diese sind vor großen Spinnentieren nicht sicher. Aber ganz am Ende der dargestellten Nahrungskette stehen die Vögel, welche die Spinnentiere fressen.

13.2 **Schreibe** mit Hilfe der Karteikarten die Namen einer weiteren Nahrungskette auf.  
Blätter → Springschwanz → Raubmilbe → Raubspinne

13.7 **Übertrage** dieses Nahrungsnetz mit den Namen der Bodenlebewesen und den Pfeilen hier hin:



13.8 **Überlegt** gemeinsam, wie sich die Beziehungen verändern würden, wenn ihr den Boden mehrere Jahre lang entweder nur mit Kompost oder nur mit Kunstdünger düngen würdet.

- Kompost: vielseitige Nährstoffe in unterschiedlicher Konzentration  
→ verschiedene Arten kommen vor
- Kunstdünger: einseitige Nährstoffe → Monokultur; viele Organismen einer Art

### 14. Symbiose

14.1 **Vervollständige** die Beispiele für Symbiosen zwischen Tieren und Pflanzen, indem du den jeweiligen Nutzen der Arten notierst.

#### Faultiere & Algen

Faultiere: Tarnung durch Algen im Fell und Schutz

Algen: wachsen durch die hohe Luftfeuchtigkeit, die im Regenwald herrscht, im Fell des Faultieres und finden so einen Lebensraum.

### **Quallen und Algen**

Quallen: erhalten Nahrung und somit Energie von den Algen

Algen: werden durch die Quallen an Orte mit Sonnenlicht transportiert, sodass sie Fotosynthese zum Überleben betreiben können

### **Anemone und Clownfisch**

Anemone: gibt Fisch Schutz vor Fressfeinden durch giftige Nesselzellen

Clownfisch: sorgt für ausreichend Sauerstoff und reinigt die Tentakeln der Anemone

14.2 Fallen dir weitere Beispiele für Symbiosen ein? **Benenne** diese.

Pilze und Bäume, Fische und Muscheln (Bitterling und Teichmuschel), Putzfische und große Fische im Meer

14.3 Was ist deine Meinung dazu: ist das Zusammenleben zwischen Menschen und Haustieren eine Symbiose? **Begründe** deine Meinung. **Diskutiert** in der Gruppe.

Wir denken schon, dass Mensch und Haustier eine Symbiose haben, da sie Zusammenleben und einander verschiedenen Nutzen haben (Nahrung und Lebensraum für Tier, gegenseitiger Schutz, Gemeinschaftgefühl für den Menschen.

### **15. Umweltfaktor Temperatur**

15.1 **Erkläre** die Abbildung mit den Pinguinen, bei der die Beziehung zwischen Körpervolumen und Außentemperatur dargestellt ist. Welche Regel kannst du für die Erklärung verwenden?

Es trifft die Bergmannsche Regel zu. Mit sinkender Temperatur vom Äquator zur Antarktis sind die dort lebenden Pinguine schwerer und größer. Galapagos-Pinguine leben in wärmeren Gebieten und sind kleiner als z.B. Kaiserpinguine in kalten Gebieten. Die Oberfläche nimmt nicht so schnell mit der steigenden Größe eines Tieres zu wie das Volumen. Größere Tiere haben als proportional zur Größe gesehen eine kleinere Oberfläche, die frieren kann. Je niedriger die Außentemperatur, desto größer das Körpervolumen der Pinguine.

### **16. Verknüpfung der Themen**

**Recherchiere** und **überlege**, welche Bedeutungen die jeweiligen Bereiche für die Tiere haben. Dabei kannst du ein Mind Map anfertigen, Stichpunkte machen oder etwas zeichnen.

16.1 Welche Bedeutung hat der Boden für die Tiere und andersherum?

Tiere → Boden:

- Entwicklung der Bodenstruktur
- Abbau organischer Substanzen
- Säuregehalt des Bodens bestimmbar (Indikator)

Boden → Tiere:

- bietet Nährstoffe
- bietet Lebensraum
- bietet Schutz

16.2 Welche Bedeutung haben Tiere für die Pflanzen und umgekehrt?

Tiere → Pflanzen:

- ausgeatmetes CO<sub>2</sub> benötigen die Pflanzen zur Fotosynthese
- Kot der Tiere enthält wichtige Mineralstoffe für die Pflanze
- Tiere dienen der Verbreitung bestimmter Pflanzen
- Lebensraum bei bestimmten Tieren/Pflanzen (Bsp. Quallen und Algen)
- Säuberung der Pflanzen (Bsp. Anemone und Clownfisch)

Pflanzen → Tiere:

- Nahrungsmittel
- liefert den lebensnotwendigen Sauerstoff
- Nestbau bei einigen Tieren
- Schutz/Tarnung und Lebensraum

16.3 Welchen Einfluss haben Wetter (Temperatur, Niederschlag, Luftdruck, etc.), Klima und Standorte auf die Tiere? Gibt es auch einen umgekehrten Einfluss?

Wetter → Tiere:

- Fressverhalten
- Paarung
- Verbreitung
- Körperbau und Aussehen

Tiere → Standorte:

- fressen alles weg
- entwickeln fruchtbares Land
- → durch Entstehung von Pflanzen verändert sich das Wetter. Siehe Pflanzenlösungsheft 19.3

**Erwartungshorizont Pflanzen**

**1. Lebensräume im Umfeld der Schule**

1.1 **Erstelle** eine Übersicht, welche Lebensräume es im Umfeld deiner Schule gibt.

| Lebensraum             | Beschreibung des Standorts                | Anzahl an Tieren                         | Anzahl an Pflanzen | Bemerkungen  |
|------------------------|---|--|--------------------|--|
| <i>z.B. Blumenbeet</i> | <i>vor dem Eingang der Schule</i>         | <i>wenig: an den Blüten der Pflanzen</i> | <i>viele</i>       | <i>gewollte Anordnung der Pflanzen</i>               |
| Wiese                  | neben dem Volleyballfeld auf dem Außenhof | wenig: in der Erde/auf der Wiese         | viele Grashalme    | Beet (Wiese) wurde geplant und Ränder sind gradlinig |
| unterm Stein           | rechts vor der Schule                     | wenig (Asseln, Käfer, etc.)              | drum herum Gras    | Stein schützt Tiere vor Licht, Wärme, Angreifern     |

**3. Baum-Erfassungsbogen**

**Arbeitsauftrag:** Dokumentiere möglichst alle Teile des Baumes.

**Nummer des Baums:**

28

**Standort:** altes Bahnhofsgelände vor der Schule

**Name (später nachtragen):** gewöhnliche Rosskastanie

**Umriss**

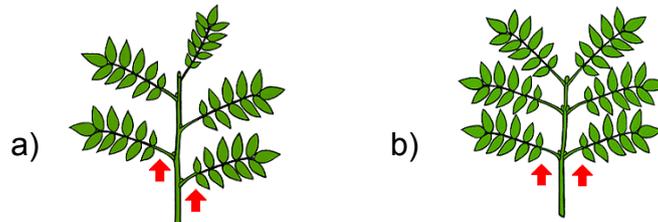
**Zeichne** den Umriss des Baumes. Das geht am besten aus einiger Entfernung.



**Zweig**

Blattstellung:

- a) wechselständig
- b) gegenständig

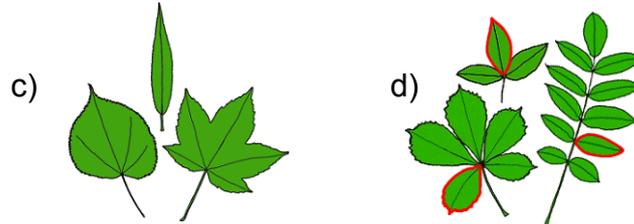


Besonderheiten (z.B. Milchsaft, Dornen, Fraßspuren etc.):

Die Zweige und Blüten sind klebrig.

**Blätter**

- c) einfach
- d) zusammengesetzt



**Blüten**

Aussehen: weiß, x Stempel, viele an einem Stiel

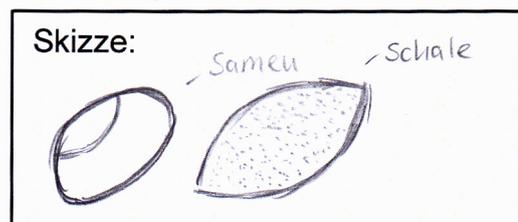
Duft: süßlich

Blühzeiten: Frühling-Sommer

**Früchte**

Aussehen: stachelig mit glänzenden, braunen, leicht rundlichen Samen

Duft: neutral



Giftig?

Tipp: Oft liegen noch im Frühjahr oder Sommer unter einem Baum Früchte des Vorjahrs.

Bemerkung oder Vermutungen: unbestäubte Blüten sind gelb; ältere oder bestäubte Blüten orange und rote Flecken, häufig färben Blätter im Sommer braun: Miniermotten

## Rinde (Borke)

**Fertige** ein Reibebild an. **Lege** dazu das Blatt Papier auf den Baumstamm.

**Fahre** dann mit Ölkreide oder der Spitze eines Stifts ganz flach über das Papier.



Aussehen: braun-grau, mit einigen Rissen im Alter, sonst rau

## Maße des Baumes (siehe Anleitung)

Höhe des Baumes: 8,75 m

Höhe bis zum ersten Ast: 1,96 m

Stammumfang: 0,67m

## 7. Mathematische Botanik

7.1 In dem Text stehen sehr viele Informationen und Zahlen über eine 100-jährige Buche. **Schreibe** alle Zahlen aus dem Text und **notiere** dazu deren naturwissenschaftliche Bedeutung. **Ordne** die Zahlen nach der Einheit.

| Zahl    | Einheit        | Kontext   |
|---------|----------------|---|
| 10      | Anzahl         | 1 Baum erzeugt täglich O <sub>2</sub> für 10 Menschen   |
| 200     | Anzahl         | 200 Jungbäume ersetzen Laubfläche einer großen Buche    |
| 600.000 | Anzahl         | Anzahl Blätter  |
| 12      | m              | Kronendurchmesser                                       |
| 20      | m              | Höhe des Baumes   |
| 120     | m <sup>2</sup> | Schatten bei senkrechtstehendes Sonne/Standfläche       |
| 1.200   | m <sup>2</sup> | Laubfläche  |
| 15.000  | m <sup>2</sup> | Gasaustauschfläche                                      |
| 0,4     | m <sup>3</sup> | verbrauchte Wassermenge pro Tag                         |
| 9,4     | m <sup>3</sup> | verarbeitetes Volumen CO <sub>2</sub> pro Tag           |
| 36.000  | m <sup>3</sup> | verarbeitetes Volumen Luft pro Tag                      |
| 12      | Masse, kg      | erzeugte Zuckermenge pro Tag                            |
| 13      | Masse, kg      | erzeugte O <sub>2</sub> -Menge pro Tag                  |
| 18      | Masse, kg      | verarbeitete CO <sub>2</sub> -Masse pro Tag             |
| 36.000  | Masse, kg      | verbrauchte O <sub>2</sub> -Menge pro Transatlantikflug |
| 125.000 | €              | Kosten für die Ersetzung eines 100-Jahre alten Baumes   |

7.2 Erkundige dich nach den Maßen eines Fußballplatzes und vergleiche dessen Fläche mit der Gesamtblattfläche einer 100-jährigen Buche, die für den Gasaustausch zur Verfügung steht.

geg.: - Fußballfeld-Maße im Durchschnitt:  $a= 105 \text{ m}$ ,  $b= 68 \text{ m}$

- Gasaustauschfläche eines 100 Jahre alten Baumes:  $15.000 \text{ m}^2$

ges.: Vergleich Fußballfeldfläche mit Gasaustauschfläche eines 100jährigen Baums

Lös.: Fläche(Fußballfeld):  $A= a*b= 105 \text{ m}*68 \text{ m}= 7140 \text{ m}^2$

Antwort: Die Gasaustauschfläche eines 100 Jahre alten Baumes ist mehr als doppelt so groß, wie die Fläche eines durchschnittlichen Fußballfeldes.

7.3 Wie viele Sonnentage müsste diese Buche Fotosynthese betreiben, bis sie die Menge an Sauerstoff erzeugt hat, die ein Flugzeug für den Flug über den Atlantik braucht? Reichen 100 Jahre?

geg.: -  $18 \text{ kg CO}_2$ -Verarbeitung an einem Sonnentag

-  $36.000 \text{ kg O}_2$ -Verbrauch bei einem Transatlantikflug

ges.: Anzahl an Sonnentagen, um  $\text{O}_2$ -Menge herzustellen, die bei einem Transatlantikflug verbraucht wird

Lös.:  $36.000 \text{ kg} / 18 \text{ kg} = 2.000$

Antwort: Die Buche benötigte 2.000 Sonnentage für die Produktion von  $36.000 \text{ kg O}_2$ , welche bei einem Transatlantikflug verbraucht wird.

7.4 Wie viele Bäume müssen Sauerstoff produzieren, um innerhalb eines Tages die bei einem Atlantikflug verbrauchte Sauerstoffmenge zu ersetzen?

geg.: -  $18 \text{ kg CO}_2$ -Verarbeitung an einem Sonnentag pro Baum

-  $36.000 \text{ kg O}_2$ -Verbrauch bei einem Transatlantikflug

ges.: Anzahl der Bäume, welche gemeinsam an einem Tag  $36.000 \text{ kg O}_2$  produzieren können

Lös.:  $36.000 \text{ kg} / 18 \text{ kg} = 2.000$

Antwort: 2.000 100jährige Bäume sind notwendig, um an einem Tag  $36.000 \text{ kg O}_2$  zu produzieren.

7.5 Welcher Waldfläche (in  $\text{km}^2$ ) entspricht diese Zahl, wenn auf einen Hektar 100 Buchen stehen? Wie groß wäre die von Buchen bestandene Waldfläche, um den Sauerstoffverbrauch von den 1.300 Atlantikflügen auszugleichen, die täglich vom Flughafen Frankfurt ausgehen?

geg.: - 1 Hektar = 100 Buchen

- 2.000 Buchen für Produktion von  $36.000 \text{ kg O}_2$ (pro Atlantikflug nötig)

- 1.300 Atlantikflüge

ges.: Waldfläche für 2.000 Buchen und Waldfläche für Buchen, die  $\text{O}_2$  für 1.300 Atlantikflüge produzieren

Lös.:  $2.000 \text{ Buchen} / 100 \text{ Buchen} = 20$

→  $20 \text{ ha}$  Waldfläche für 2.000 Buchen

→  $0,2 \text{ km}^2$  Waldfläche für 2.000 Buchen

$20 \text{ Hektar} * 1.300 = 26.000$

→  $26.000 \text{ ha}$  Waldfläche für Buchen, die  $\text{O}_2$  für 1.300 Atlantikflüge produzieren

→  $260 \text{ km}^2$  Waldfläche für Buchen, die  $\text{O}_2$  für 1.300 Atlantikflüge produzieren

Antwort: 2.000 Buchen nehmen eine Fläche von  $0,2 \text{ km}^2$  in Anspruch. Um eine  $\text{O}_2$ -Menge für 1.300 Atlantikflüge zu produzieren, sind Buchen auf einer Fläche von  $260 \text{ km}^2$  notwendig.

## 9. Pflanzen-Erfassungsbogen

**Arbeitsauftrag:** Dokumentiere möglichst alle Teile der Pflanze.

Nummer der Pflanze:

2

Standort: vor der Schule auf dem  
Bahnhof

Name (später nachtragen): Schöllkraut

### Umriss

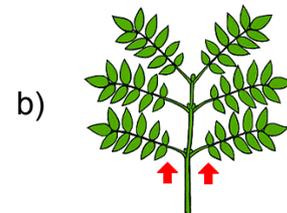
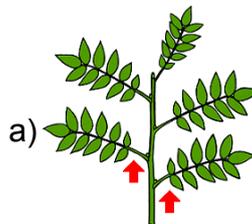
Zeichne grob den Umriss der Pflanze.



### Spross

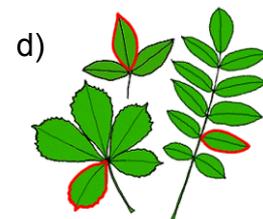
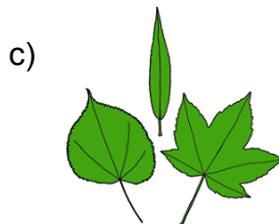
Blattstellung:

- a) wechselständig
- b) gegenständig



### Blätter

- c) einfach
- d) zusammengesetzt



Besonderheiten (z.B. Milchsaft, Dornen, Fraßspuren etc.):

Haare am Stiel ca. 0,2 cm lang, gelber milchiger Saft, Unterseite der Blätter blau-  
grün

**Blüten**

Aussehen: 4 gelbe Blättchen zusammengesetzt

Skizze:



Duft: süßlich

Blühzeiten: April-Oktober

Bemerkung oder Vermutungen: Stauden giftig; Alkaloid im Milchsaft bei Leber- und Gallenerkrankungen und bei Warzen gut

**Maße der Pflanze**

Höhe der Pflanze: 28 cm

Höhe bis zum ersten Blatt: 0 cm

Durchmesser der Blüte: 3,5 cm

**10. Kennzeichen von Lebewesen**

10.1 **Wähle** eine der Pflanzen, die du vorher bestimmt hast, und **überprüfe** alle Kennzeichen für Leben. **Begründe** deine Antwort.

**Ausgewählte Pflanze:** Wiesen-Löwenzahn

| Kennzeichen             | Überprüfung   |
|-------------------------|---|
| Bewegung                | bewegen ihre Köpfe in Richtung der Sonne  |
| Reizbarkeit             | bei knicken oder abreißen eines Blattes tritt milchiger weißer Saft aus                               |
| Stoffwechsel            | nimmt CO <sub>2</sub> auf und wandelt es in O <sub>2</sub> um   |
| Fortpflanzung/Vererbung | durch die Blüte, in der Samen mit kleinen „Propellern“ verbunden sind, die vom Wind fortgeweht werden |
| Entwicklung             | aus Löwenzahn entwickelt sich eine Pustelblume mit vielen neuen Samen                                 |
| Wachstum                | wachsen schnell und je nach Standpunkt hoch oder wenig hoch   |
| Aufbau aus Zellen       | Zellen, die Fotosynthese betreiben  |

10.2 **Überprüfe** die folgenden Tiere, Pflanzen und nicht-lebenden Dinge, ob sie Kennzeichen für Lebewesen besitzen. Welche treffen zu?

| Kennzeichen von Lebewesen      | Sonnenblume | Muschel | Schmetterling | Stein | Feder | Mensch | Gräser |
|--------------------------------|-------------|---------|---------------|-------|-------|--------|--------|
| <b>Bewegung</b>                | X           | X       | X             |       |       | X      | X      |
| <b>Reizbarkeit</b>             | X           | X       | X             |       |       | X      | X      |
| <b>Stoffwechsel</b>            | X           | X       | X             |       |       | X      | X      |
| <b>Fortpflanzung/Vererbung</b> | X           | X       | X             |       |       | X      | X      |
| <b>Entwicklung</b>             | X           | X       | X             | X     | X     | X      | X      |
| <b>Wachstum</b>                | X           | X       | X             | X     | X     | X      | X      |
| <b>Aufbau aus Zellen</b>       | X           | X       | X             |       | X     | X      | X      |

10.3 **Notiere**, falls dir etwas Merkwürdiges auffällt.

Nicht-lebendige Dinge besitzen ebenfalls einige Kennzeichen des Lebens

**11. Bedrohte Vielfalt – Biodiversität**

11.1 **Biologische Vielfalt in Zahlen: Schätz** doch mal:

|   |  |
|---|--|
| Wie viele verschiedene Arten (Tiere, Pflanzen, Pilze und Mikroorganismen) sind bisher weltweit bekannt? |  |
| <input type="checkbox"/> etwa 50.000  | <input checked="" type="checkbox"/> etwa 2 Millionen |
| <input type="checkbox"/> etwa 6 Millionen   | <input type="checkbox"/> etwa 8 Millionen            |

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Wie viel Prozent der wildlebenden Tiere in Deutschland sind gefährdet? |                                     |
| <input type="checkbox"/> 5 Prozent                                     | <input type="checkbox"/> 15 Prozent |
| <input checked="" type="checkbox"/> 40 Prozent                         | <input type="checkbox"/> 90 Prozent |

**11.2 Beschreibe** den Begriff „Biodiversität“ mit eigenen Worten.

- Mit Biodiversität meint man die biologische Vielfalt. Übersetzt heißt „Bio“ Leben und „Diversität“ Vielfalt. Zusammen heißt es wörtlich übersetzt „Vielfalt des Lebens“, also Vielfalt aller Lebewesen auf der Welt.
- Der Begriff Biodiversität bezeichnet alle Vielfalten des Lebens von verschiedenen Lebewesen und ihren verschiedenen Arten hin bis zu der Vielfalt ihrer Lebensräume und der Ökosysteme. Biodiversität bezeichnet auch die verschiedenen Variationen, wie die Lebewesen leben.

**11.3 Beschreibe**, was in dir vorgeht, wenn du das liest.

- Das sind alles extrem hohe Zahlen und es ist schlimm, dass die Biodiversität so schnell zerstört wird. Wenn die Menschen so weitermachen, dann brechen nicht nur die Fischbestände, sondern auch das Leben zusammen.
- Ich beginne immer mehr zu verstehen, dass sehr viele auf unserer Erde lebenden Lebewesen durch uns bedroht sind und letztendlich aussterben. Diese Zahlen erhöhen sich immer weiter und wenn es weiter so geht, dann gibt es irgendwann keine Lebewesen mehr.

**11.4** Wie kannst du direkt oder indirekt die biologische Vielfalt schützen? **Ergänze** die folgenden Sätze.

*Wenn ich Verkehrsmittel benutze...*, dann das Fahrrad oder öffentliche Verkehrsmittel.

*In der Freizeit...* wenig Strom verbrauchen, die Umwelt schonen und keinen Müll liegen lassen.

*Wenn ich in den Urlaub fahre...* zu Hause alle Geräte aus und nicht auf Stand-by schalten.

*In der Schule...* wird Müll getrennt, papiersparend gearbeitet und Licht nach dem Unterricht ausgemacht.

*Wenn ich in den Supermarkt gehe...* kaufe ich lokale Produkte mit möglichst wenig Plastikverpackung, schaue nach Gütesiegeln und nutze Stoffbeutel.

**12. Anpassung an unterschiedlich Höhen**

**12.1 Vergleiche** die Materialien 1 und 2 (siehe nächste Seite) miteinander und **beschreibe** die Auswirkungen einer Temperaturerhöhung auf die Vegetationsstufen der Alpenflora bedingt durch den Klimawandel.

Welche Pflanzen sind in Gefahr?

Mit der Zunahme der Temperatur (+3,5°C) sowie einer Niederschlagszunahme um 10% wandern die Untergrenzen der Vegetationsstufen immer weiter nach oben. Dadurch verkleinern sich die oberen Zonen (Nivale Wüste, Subalpiner Feuchtwald...) und die unteren Zonen vergrößern sich (Kollines Waldland, kolline Steppe...).

Übergangszonen wie das Subalpine Berggestrüpp oder das montane Wüstengestrüpp können sogar vollständig verschwinden. (Material 2)  
Dadurch werden vor allem Pflanzen aus den montanen und alpinen Stufen gefährdet (z. B.: Hochmontan: Buchen, Fichten, Tannen; Subalpin: Lärchen, Zirben; Alpin: Latsche; Nivale Stufe: Pionierrasen, Moose...)

**12.2 Recherchiere** nach einem Beispiel aus dem Tierreich, in dem ebenfalls eine Anpassung an unterschiedliche Höhen stattgefunden hat.

Die Bergziege hat beispielsweise, im Gegensatz zu ihren Verwandten im Tal, gespaltene Hufe mit denen sie besseren Halt auf den Steinen hat. Die Ziege im Tal hat diese Hufe genauso wenig, wie das dicke Fell, welches die Ziege in der nivalen Wüste hat, damit sie gegen die Kälte gewappnet ist.

**13. „Nahrung“ für die Pflanzen**

**13.2 Erkläre** mit eigenen Worten, wie sich die Pflanzen ernähren. **Beschreibe** die Umwandlungsvorgänge der Stoffe von Station 1 bis 9. In wie weit sind Bodenbakterien und -pilze wichtig für die Ernährung von Pflanzen?

(1) Der Konsument (Huh) frisst die Produzenten (Pflanzen) (2) und scheidet sie als Kot wieder aus. (3) Der Tierkot und (3) das tote Pflanzenmaterial werden von Bodentieren zersetzt und (5) mit Bodenbakterien und -pilzen (Destruenten) ausgeschieden. (6) Diese Destruenten bilden Mineralsalze, welche im Boden gelöst werden. (7) Auch durch die Verwitterung von Gestein und die Verwendung von Kunstdüngern gelangen Mineralsalze in den Boden und werden gelöst von den Pflanzen über die Wurzeln aufgenommen.

**13.3 Überlege und erkläre**, wie du das Mineralsalzangebot im Boden eines Gemüsebeetes

a) erhöhen und

b) verringern kannst.

a) durch kleine Steine in Beet, Verwendung von NPK-Düngern und das liegenlassen von totem Pflanzenmaterial

b) Nicht Verwendung der genannten Punkte bei a) und übermäßige Wässerung des Beetes, was zur Auswaschung der Mineralsalze führt.

**13.4 Erkläre**, wie es sich auf den Boden auswirken würde, wenn du dein Beet künftig

a) nur mit Kunstdünger oder

b) nur mit Kompost oder Mist düngen würdest.

a) Es könnte zur Übersäuerung des Bodens kommen und das Grundwasser gefährdet sein. Durch zu viele Mineralsalze im Boden wird den Pflanzen das Wasser entzogen und sie trocknen aus.

b) Düngt man ausschließlich mit Kompost oder Mist, dann ist der Boden aufgelockert und die Mineralstoffe sind in den zersetzten Pflanzen gleichmäßig verteilt. Das Ökosystem behält seinen Kreislauf und im Boden sind genügend, aber nicht zu viele Mineralsalze enthalten.

## 14. Zeigerpflanzen

14.1 **Lies** die Informationen zu Zeigerpflanzen.

b) **Formuliere** mit eigenen Worten, was man unter Zeigerpflanzen versteht. Zeigerpflanzen sind Pflanzen mit einem engen Toleranzbereich gegenüber bestimmten Umweltfaktoren. Ihr Vorkommen zeigt also das Vorhandensein eines Umweltfaktors an.

14.2 **Notiere** in einer eigenen Tabelle (vergleiche oben) die Pflanzen, die du auf dem jeweiligen Standort gefunden hast und **kreuze** die jeweilige Zeigereigenschaft an.

**Beispiel:** Standort Wald neben dem Schulgelände

| Pflanze                     | Kalkanzeiger | Stickstoff-<br>anzeiger | Zeiger<br>feuchter<br>Böden | Zeiger<br>mittelfeuchter<br>Böden | Zeiger<br>trockener<br>Böden |
|-----------------------------|--------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| (Kriechender)<br>Hahnenfuß  |              | X                       | X                           |                                   |                              |
| (Wiesen-)<br>Schaumkraut    |              | X                       | X                           |                                   |                              |
| (Sumpf-)<br>Dotterblume     |              | X                       | X                           |                                   |                              |
| (Weiße)<br>Taubnessel       |              | X                       |                             | X                                 |                              |
| (Breit-) Wegerich           | X            |                         |                             | X                                 |                              |
| Löwenzahn                   |              |                         |                             | X                                 |                              |
| (Gewöhnliches)<br>Leinkraut |              |                         |                             |                                   | X                            |
| (Weißer)<br>Steinklee       | X            | X                       |                             |                                   | X                            |
| Mauerpfeffer                |              |                         |                             |                                   | X                            |

## 15. Artenvielfalt an heimischen und ausländischen Gehölzen

15.1 **Bestimme** die Bäume und Sträucher, an denen die Gruppe „Tiere“ Insekten, Spinnentiere und Vögel untersuchen wollen. **Trage** sie in die Tabelle ein und **überprüfe**, ob das Gehölz heimisch oder nicht-heimisch in Deutschland ist.

| Name: Baum bzw. Strauch | heimisch oder nicht-heimisch? | gefundene Tiere                  | Artenvielfalt |
|-------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------|
| Roskastanie             | Balkan,<br>nicht heimisch     | Kastanien-<br>Miniermotte; Spatz | wenig         |
| Hagebutte               | heimisch                      | Fliegen, Bienen                  | viele         |

15.5 **Erläutere** die Unterschiede zwischen heimischen und nicht-heimischen Gehölzen. Wo gibt es eine höhere Artenvielfalt?

Die Artenvielfalt ist auf den heimischen Bäumen und Sträuchern höher, als auf nicht-heimischen. Die heimischen Tiere sind durch die Evolution besser und länger an die heimischen Bäume und Sträucher angepasst und werden ohne Konkurrenz nicht in andere Nischen abgedrängt.

## 16. Entstehung von Humus

### 16.3 Konntest du mit der Lupe Tiere beobachten? Was ist dir aufgefallen?

Bei einem frischen Blatt sieht man die einzelnen Zellen ganz genau, in denen die grüne Farbe gespeichert ist. Bei einem älteren Blatt kann man die Zellen noch erkennen. Die Farbe ist dunkler und gräulicher. Ein drittes Blatt zeigt, dass die Zellen kaum noch erkennbar sind. Die Farbe ist dunkel grau-braun. Tiere oder Organismen sind nicht zu sehen. Das zweite Blatt ist wahrscheinlich früh vom Wind dieses Jahr heruntergefallen und das dritte Blatt ist vom letzten Jahr. Deutlich sind Zersetzungen und Verwesung zu einzelnen Zellen erkennbar. Die Zellen sind beinahe vollständig zerstört.

### 16.4 **Denke** dir eine kurze Geschichte aus, wie das Blatt zersetzt und in Humus umgewandelt wird. **Nutze** dafür das Material auf der nächsten Seite.

Wenn es Herbst wird und ein stürmischer Wind durch die Wälder und Täler flüstert. Wenn sich die Sonne an ihren letzten Lebenstagen feuerrot auf den Blättern alter Bäume niederlässt, um dort den eisigen, langen Winter zu überdauern. So ist es an der Zeit für die Bäume ihr Kleid zu verlieren. Ihre Blätter fallen dann zu Boden. Auf dem kalten erdigen Boden werden sie von kleinen Tierchen, schon sehnsüchtig erwartet, übersät und in ihr Grab getragen. Und wehleidig singen auch die Bäume ihr einsames und trauriges Lied zum Abschied. Leise ist es nun, ihre Stimmen sind verstummt und ihre Blätter von Schnee und Eis verdeckt. Darunter nur Skelette und wohlighühlende und glückliche satt gefressene Schnecken und Milben. Die Blätter sind zersetzt und verwesend und längst zu Humus geworden, wenn die Sonne im nächsten Jahr wieder erwacht und der Kreislauf von neuem beginnt.

### 16.5 **Erkläre**, warum es möglicherweise nachteilig für Pflanzen ist, wenn gleich nach dem Mähen eines Rasens das Schnittgut entfernt wird.

Wenn der Rasenschnitt nicht liegen bleibt, dann kann sich kein Humus bilden und der Rasen erhält nicht genug Nährstoffe. Man muss dem Rasen also düngen und jedes Jahr einmal vertikutieren.

## 17. Gesetz des Minimums

### 17.1 **Erläutere** das Gesetz des Minimums anhand der Abbildung unter Einbeziehung des Info-Textes.

Das Gesetz des Minimums besagt, dass wenn ein Mineralstoff für eine Pflanze im Minimum vorhanden ist, die Pflanze weniger wächst. Justus Liebig stellte das mit seiner „Minimum-Tonne“ dar. Aber ein im Maximum vorhandener Stoff kann die anderen Mineralstoffen nicht ausgleichen. Jede Pflanze braucht, um zu wachsen, bestimmte Mineralstoffe in einem individuell der Pflanze abgestimmten Verhältnis. Auf der Abbildung kann man erkennen, dass die linke Pflanze besser wächst, weil die benötigten Mineralstoffe im richtigen Verhältnis vorhanden sind. Bei der rechten Pflanze hingegen ist ein wichtiger Mineralstoff nicht vorhanden, in diesem Fall Stickstoff. Deshalb kann die rechte Pflanze nur eingeschränkt wachsen.

17.2 Wofür benötigen Pflanzen die Nährstoffe aus dem Boden? **Recherchiere** und **ergänze** die Tabelle.

| Stoff im Boden | Bedeutung für die Pflanze  |
|----------------|--|
| Kalk           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- neutralisiert saure Böden</li> <li>- verbessert die Wasserführung, Durchlüftung &amp; Temperatur des Bodens</li> <li>- schützt vor Unfruchtbarkeit des Bodens bei Bepflanzung</li> <li>- dient Festigkeit der Pflanze &amp; Wurzel</li> </ul> |
| Stickstoff     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- fördert das Wachstum und die Farbentwicklung</li> <li>- Aufbau von Eiweißen, DNS &amp; Chlorophyll</li> <li>- Blattfarbe durch Stickstoff dunkelgrün geprägt</li> <li>- oft in Dünger vorhanden</li> </ul>                                    |
| Luft           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- benötigt die Pflanze für Fotosynthese<br/>→ CO<sub>2</sub> wird umgewandelt in O<sub>2</sub> aus Luft</li> <li>- Produktion von Zucker für die Pflanze</li> </ul>   |
| Humus          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nähstoffe und Mineralien sind enthalten</li> <li>- Pflanze nimmt organische Stoffe auf, die sie für den Stoffwechsel benötigt</li> </ul>  |
| Wasser         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- wird von Wurzeln aufgenommen und verdunstet über die Blätter/ Spaltöffnungen</li> <li>- wird benutzt für den Transport von Nährstoffen, Mineralstoffen und Spurenelementen</li> <li>- Voraussetzung der Fotosynthese</li> </ul>               |
| Säuregehalt    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- viel Wasser lagert in der Zellen, um sie stabil zu halten</li> <li>- jede Pflanze benötigt einen bestimmten Säuregehalt</li> <li>- zu hoher Säuregehalt → Magnesiummangel → Blätter zu hell &amp; Früchte zu klein</li> </ul>                 |

17.3 **Erkläre**, was der Spruch „Zu viel des Guten“ mit dem Düngen und Gießen von Pflanzen zu tun haben könnte.

Wird zu viel gedüngt, so befinden sich zu viele Mineralstoffe im Boden, die der Pflanze Wasser entziehen (Diffusion) und die Pflanze somit austrocknet. Gießt man die Pflanze zu viel, so kann sie verschimmeln oder die Mineralstoffe ausgewaschen werden. Weiterhin wird die Bodenluft verdrängt, die Wurzeln erhalten keinen Sauerstoff mehr und ersticken. Damit bekommen die oberen Pflanzenteile kein Wasser mehr und trocknen aus.

## 18. Symbiose

18.1 **Vervollständige** die Beispiele für Symbiosen zwischen Tieren und Pflanzen, indem du den jeweiligen Nutzen der Arten notierst.

### Faultiere & Algen

Faultiere: Tarnung durch Algen im Fell und Schutz

Algen: wachsen durch die hohe Luftfeuchtigkeit, die im Regenwald herrscht, im Fell des Faultieres und finden so einen Lebensraum.

### **Quallen und Algen**

Quallen: erhalten Nahrung und somit Energie von den Algen

Algen: werden durch die Quallen an Orte mit Sonnenlicht transportiert, sodass sie Fotosynthese zum Überleben betreiben können

### **Anemone und Clownfisch**

Anemone: gibt Fisch Schutz vor Fressfeinden durch giftige Nesselzellen

Clownfisch: sorgt für ausreichend Sauerstoff und reinigt die Tentakeln der Anemone

18.2 Fallen dir weitere Beispiele für Symbiosen ein? **Benenne** diese.

Pilze und Ameisen: Pilze ziehen Nahrung aus den von den Ameisen angeschaffenen Dingen und die Ameisen haben eine Lebensraum in den Wurzeln der Pilze.

18.3 Was ist deine Meinung dazu: ist das Zusammenleben zwischen Menschen und Haustieren eine Symbiose? **Begründe** deine Meinung. **Diskutiert** in der Gruppe.

Wir denken schon, dass Mensch und Haustier eine Symbiose haben, da sie Zusammenleben und einander verschiedenen Nutzen haben.

## **19. Verknüpfung der Themen**

**Recherchiere** und **überlege**, welche Bedeutungen die jeweiligen Bereiche für die Pflanzen haben. Dabei kannst du ein Mind Map anfertigen, Stichpunkte machen oder etwas zeichnen.

19.1 Welche Bedeutung hat der Boden für die Pflanzen und andersherum?

Boden → Pflanze:

- im Boden sind wichtige Nährstoffe enthalten, die für die Pflanze gut sind
- Boden ist Lebensraum für die Pflanzen
- Verankerung der Wurzeln im Boden gibt der Pflanze Halt

Pflanze → Boden:

- Verhinderung von Bodenerosionen durch Wurzelgeflecht
- Pflanze gibt Sauerstoff ab und abgeworfene Blätter werden nach Zersetzung durch Destruenten zu Humus, was viele Nähstoffe enthält

19.2 Welche Bedeutung haben Tiere für die Pflanzen und umgekehrt?

Tiere → Pflanzen:

- ausgeatmetes CO<sub>2</sub> benötigen die Pflanzen zur Fotosynthese
- Kot der Tiere enthält wichtige Mineralstoffe für die Pflanze
- Tiere dienen der Verbreitung bestimmter Pflanzen
- Lebensraum bei bestimmten Tieren/Pflanzen (Bsp. Quallen und Algen)
- Säuberung der Pflanzen (Bsp. Anemone und Clownfisch)

Pflanzen → Tiere:

- Nahrungsmittel
- liefert den lebensnotwendigen Sauerstoff
- Nestbau bei einigen Tieren
- Schutz/Tarnung und Lebensraum

19.3 Welchen Einfluss hat das Wetter auf die Pflanzen (Temperatur, Niederschlag, Luftdruck, etc.)? Haben auch Pflanzen Einfluss auf das Wetter?

Wetter → Pflanzen:

- Wetter gibt die Rahmenbedingungen für das Wachstum einer Pflanze (Licht für Fotosynthese, Regen für den Wasserhaushalt und Mineralstofftransport, Kälte und Hitze kann zum Erfrieren/austrocknen führen)

Pflanze → Wetter:

- Temperatur über einer bewachsenen Oberfläche geringer, als über einer unbewachsenen Oberfläche
- Luftfeuchtigkeit ist über einer bewachsenen Oberfläche höher, als über einer unbewachsenen

**Erwartungshorizont Meteorologie**

**1. Unterscheidung: Klima und Wetter**

1.1 Was bedeutet für dich der Begriff **Wetter** mit deinen eigenen Worten erklärt?  
 Das Zusammenspiel meteorologischer Elemente in einem bestimmten abgegrenzten Gebiet zu einer bestimmten Zeit.

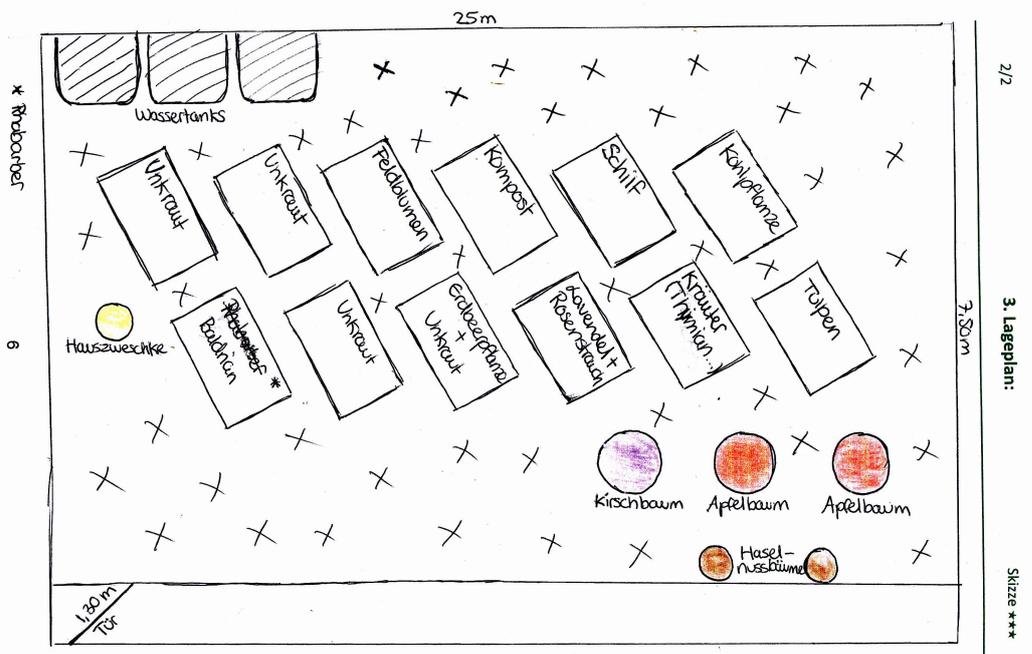
1.2 Was bedeutet für dich der Begriff **Klima** mit deinen eigenen Worten erklärt?  
 Die Gesamtheit der meteorologischen Elemente in einem weiteren (größeren) Gebiet über einen langen, aber endlichen Zeitraum.  
 Klima ist Wetter über einen langen Zeitraum.

1.3 Lies den Text auf der folgenden Seite, **recherchiere** in Büchern oder im Internet und **fasse** tabellarisch den Unterschied zwischen Wetter und Klima zusammen.

| Merkmal                | Wetter   | Klima  |
|------------------------|--|--|
| Zustand der Atmosphäre | augenblicklicher Zustand/<br>Abfolge von Zuständen | Zusammenfassung aller<br>Zustände der Atmosphäre             |
| Zeit/Zeitraum          | augenblicklich bzw. kurzer<br>Zeitraum             | längerer Zeitraum;<br>hinreichend lang; lang<br>aber endlich |
| Ort                    | in einem begrenzten<br>Gebiet                      | größeres Gebiet  |

**3. Gelände kartieren**

3.1 **Fertige** eine detaillierte Skizze eines ausgewählten Geländes an, auf dem die anderen Gruppen ihre Bodenproben nehmen sowie Tiere und Pflanzen bestimmen.  
 Beispiel Lageplan:



**3.7 Überlegt** gemeinsam, welche Bedeutung eine solche Karte für die anderen Gruppen hat und mit welchen Hilfsmitteln man sie noch detaillierter gestalten könnte.

- Überblick über Gelände
- zur Orientierung für die anderen Gruppen
- gezieltes Absuchen der Gebiete
- wenig Dopplungen (innerhalb) der Gruppen
- schnelles Finden von Standorten für Bodenproben, Tier-Fallen und zur Pflanzenbestimmung

#### 4. Standort ermitteln

**4.1 Ermittle** mit Hilfe eines der oben genannten Materialien oder eines von dir selbst gewählten Mediums die Standortkoordinaten des kartierten Geländes.

| Standort ermittelt mit Hilfe:                                 | Standort-Koordinaten:             |
|---|-----------------------------------|
| GPS-Gerät<br>Name: <i>Garmin etrex Venture HC; Smartphone</i> | N52° 30,594'<br>E013° 20,729'     |
| Smartphone<br>App: <i>GPS Essentials</i>                      | N:52° 30'35,5"<br>E:013° 26'63,9" |
| Buch/Karte<br>Name & Seite: <i>Atlas</i>                      |                                   |
| anderes Hilfsmittel: <i>Google Maps</i>                       | 52.510043<br>13.445407            |

**4.3 Überlegt** gemeinsam, für welche Tätigkeiten genaue Standort-Koordinaten wichtig sind.

- Flugrouten
- für den Bau von Gebäuden
- Gelände kartieren
- Navigation beim Autofahren
- zum Aufspüren von gesuchten Personen

**4.4 Stell** dir vor, eine Mitschülerin war heute krank. **Beschreibe** ihr deine Vorgehensweise, wie du den Standort ermittelt hast.

- Die Erde ist in verschiedene Längen- und Breitengrade eingeteilt. Mit einem GPS-Gerät kann man mit Hilfe von Satelliten diese Grade messen.
- Im Internet (z.B. auf *Google Earth*) den Standort finden und die genauen Koordinaten ermitteln.
- Wir haben mit einem Smartphone und einem GPS-Gerät unseren genauen Standort bestimmt.
- Lade auf ein Smartphone die App *GPS Essentials* und gehe im Menü auf „Kompass“. Links unter dem Kompass stehen die Koordinaten.

## 5. Aufbau eines Versuchsprotokolls

5.1 **Finde** Titel für die Kurzbeschreibungen eines Protokolls (s. Kasten).

1. Name des Protokollanten bzw. des Teams
2. Thema des Versuchs
3. Vermutung (Hypothese)
4. Material
5. Durchführung
6. Beobachtung
7. Ergebnisse
8. Interpretation

## 6. Temperatur messen

6.1 **Bestimme** die Außen-Temperatur mit Hilfe verschiedener Thermometer.

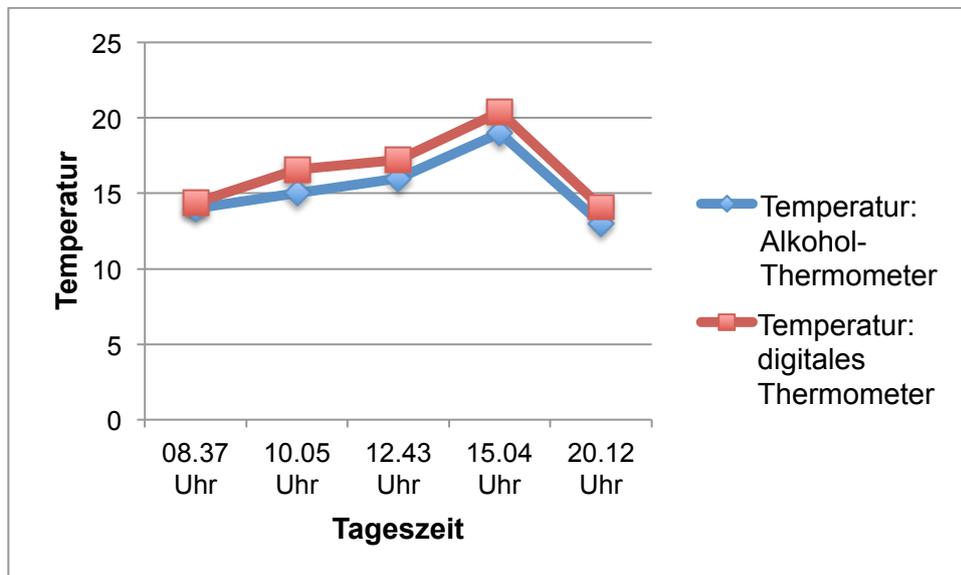
| Datum      | Uhrzeit   | Temperatur:<br>Alkohol-<br>Thermometer | Temperatur:<br>digitales<br>Thermometer |
|------------|-----------|--|---|
| 07.05.2013 | 08.37 Uhr | 14                                     | 14,4                                    |
| 07.05.2013 | 10.05 Uhr | 15                                     | 16,6                                    |
| 07.05.2013 | 12.43 Uhr | 16                                     | 17,2                                    |
| 07.05.2013 | 15.04 Uhr | 19                                     | 20,4                                    |
| 07.05.2013 | 20.12 Uhr | 13                                     | 14,1                                    |

6.5 **Überlegt** gemeinsam, welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten beide Thermometer haben. **Beachtet** dabei auch den Messbereich und die Messgenauigkeit.

| Thermometer | Gemeinsamkeiten               | Unterschiede   |
|-------------|-------------------------------|--|
| Alkohol     | misst die<br>Temperatur in °C | flüssige Anzeige; Skala ablesen; keine<br>detaillierte Anzeige |
| digital     |                               | digitale Anzeige; auch Nachkommastellen                        |

Der Messbereich eines Digitalthermometers ist manchmal größer und es ist genauer als das Alkoholthermometer. Beim Ablesen des Alkoholthermometers können Fehler gemacht werden.

**6.6 Diagramm: Stelle** den Zusammenhang zwischen der Temperatur (digital oder mit Alkohol-Thermometer) und dem Tagesverlauf grafisch dar. **Fertige** dazu ein Koordinaten-System an und **beschrifte** die Achsen sinnvoll.



**6.7 Warum ist das Ablesen des Alkoholthermometers ungenau, wenn man es nicht auf Augenhöhe hält? Erkläre.**

Wenn das Alkohol-Thermometer nicht auf Augenhöhe gehalten und abgelesen wird, erhält man ein verfälschtes Ergebnis. Liest man es deutlich unter Augenhöhe ab, scheint die Temperatur niedriger zu sein. Hält man das Thermometer höher, so wird die Temperatur höher angezeigt.

**6.8 Die Temperatur hängt von der Sonneneinstrahlung ab. Doch warum ist die wärmste Zeit nicht mittags bei der höchsten Strahlungsintensität, sondern zwischen 14 und 15 Uhr?**

Die Sonnenstrahlen brauchen eine gewisse Zeit, um die Erde zu erreichen und die Erdoberfläche zu erwärmen. Die Erdoberfläche strahlt diese Erwärmung in Form von langwelliger Wärmestrahlung in die Luft und die Wärmestrahlung erwärmt die Luft. Dieser Prozess kann erst nach Überschreiten des Tages-Sonnenhöchststandes einsetzen.

**6.9 Erkläre** die Abbildung mit den Pinguinen, bei der die Beziehung zwischen Körpervolumen und Außentemperatur dargestellt ist. Welche Regel gilt?

Es trifft die Bergmannsche Regel zu. Mit sinkender Temperatur vom Äquator zur Antarktis sind die dort lebenden Pinguine schwerer und größer. Galapagos-Pinguine leben in wärmeren Gebieten und sind kleiner als z.B. Kaiserpinguine in kalten Gebieten. Die Oberfläche nimmt nicht so schnell mit der steigenden Größe eines Tieres zu wie das Volumen. Größere Tiere haben als proportional zur Größe gesehen eine kleinere Oberfläche, die frieren kann. Je niedriger die Außentemperatur, desto größer das Körpervolumen der Pinguine.

## 7. Höhe bestimmen

7.1 Ermittle mit Hilfe von dir selbst gewählter Materialien die Höhe deines Standortes.

| Höhe ermittelt mit Hilfe:                         | Höhe in m: |
|---|------------|
| GPS-Gerät<br>Name: <i>Garmin etrex Venture HC</i> | 49 m       |
| Smartphone<br>App: <i>GPS Essentials</i>          | 15 m       |
| Internet:   | /          |
| Auskunft einer Behörde:                           | /          |

7.3 Überlegt gemeinsam, wofür eine exakte Höhenangabe wichtig sein könnte.

- die Höhe von Landebahnen an Flughäfen (Flugzeuginstrumente)
- Bau von Brücken, Tunneln, Wasserstraßen, Kanälen
- für Wanderer in den Bergen
- zur Bergung von Lawinopfern

7.4 Sowohl Tiere als auch Pflanzen haben sich an verschiedene Höhen angepasst und sogar extreme ökologische Nischen gefunden.

**Vergleiche** die Materialien 1 und 2 der nächsten Seite miteinander und **beschreibe** die Auswirkungen einer Temperaturerhöhung auf die Vegetationsstufen der Alpenflora bedingt durch den Klimawandel. Welche Pflanzen sind in Gefahr?

Mit der Zunahme der Temperatur (+3,5°C) sowie einer Niederschlagszunahme um 10% wandern die Untergrenzen der Vegetationsstufen immer weiter nach oben. Dadurch verkleinern sich die oberen Zonen (Nivale Wüste, Subalpiner Feuchtwald...) und die unteren Zonen vergrößern sich (Kollines Waldland, kolline Steppe...).

Übergangszonen wie das Subalpine Berggestrüpp oder das montane Wüstengestrüpp können sogar vollständig verschwinden. (Material 2)

Dadurch werden vor allem Pflanzen aus den montanen und alpinen Stufen gefährdet (z. B.: Hochmontan: Buchen, Fichten, Tannen; Subalpin: Lärchen, Zirben; Alpin: Latsche; Nivale Stufe: Pionierrasen, Moose...)

7.5 Recherchiere nach einem Beispiel aus dem Tierreich, in dem eine Anpassung an unterschiedliche Höhen stattgefunden hat.

Kamele können sich an unterschiedliche Höhen anpassen. Vikunja leben zum Beispiel im Hochgebirge, gehen während der trockenen Sommermonate jedoch in die fruchtbaren Täler. (Quelle: World-of-animals.de Lamas)

## 8. Windstärke schätzen und messen

8.1 **Bestimme** die Windstärke mit Hilfe der Beaufort-Skala und eines Messgerätes.

**Halte** in der Tabelle Datum und Uhrzeit fest.

| Datum      | Uhrzeit | Beobachtung                           | geschätzte Windstärke (Beaufort-Skala) | gemessene Windstärke                                |
|------------|---------|---------------------------------------|--|---|
| 25.05.2014 | 12:00 h | Mehl fällt herunter                   | 0 - 1                                  | Max: 12,5km/h<br>Min: 1,3 km/h<br>Average: 2,6 km/h |
| 25.05.2014 | 12:30 h | Mehl wird weggeweht                   | 2 - 3                                  | Max: 18 km/h<br>Min: 3,2 km/h<br>Av.: 10,9 km/h     |
| 25.05.2014 | 13:00 h | Sand wird weggehweht, Bäume schwanken | 4 - 6                                  | Max: 52 km/h<br>Min: 19 km/h<br>Av.: 28 km/h        |

8.5 **Vergleiche** deine Ergebnisse mit denen deiner Mitschülerinnen und Mitschüler. Bestehen Unterschiede zwischen der geschätzten und der gemessenen Windstärke?

Ja, es bestehen Unterschiede, weil alle an anderen Orten gemessen haben. Die Schätzungen um 13:00h waren sich ähnlicher, weil alle anhand der schwankenden Bäume ihre Schätzung gemacht haben.

8.6 **Erkläre** eventuelle Unterschiede.

Durch Pflanzen, wie Bäume oder große Sträucher, oder auch durch Häuser kann der Wind abgeschwächt werden. Die Gruppen, die auf dem Klettergerüst gemessen haben, hatten meistens die höchsten gemessenen Windstärken, weil da weniger Widerstand ist.

8.7 Welche Beispiele (Sportarten, Spiele, Transportmittel, etc.) fallen dir ein, die eine hohe oder niedrige Windstärke benötigen? Wann ist es wichtig, dass es windstill ist? Und wann darf der Wind mal so richtig wehen, ohne, dass es jemanden stört?

Beim Windsurfen, Drachen steigen lassen oder Segeln ist es wichtig, dass Wind da ist. Manche Segler segeln sogar bei richtig starkem Wind. Auch für Windräder ist möglichst starker Wind nötig. Wenn man aber draußen Federball oder Tischtennis spielt, stört der Wind nur, weil die leichten Bälle dann immer wegfliegen.

## 9. Windrichtung

9.1 **Ermittle** die Richtung, aus der der Wind kommt. **Bestimme** mit Hilfe eines von dir gewählten Materials die Windrichtung.

Gewähltes Material: Anemometer

| Datum      | Uhrzeit | Richtung, in die der Wind weht | Windrichtung |
|------------|---------|--------------------------------|--------------|
| 27.05.2014 | 12:17 h | S                              | N            |
| 28.05.2014 | 12:17 h | W                              | O            |
| 29.05.2014 | 12:20 h | W                              | O            |
| 29.05.2014 | 17:20 h | S                              | N            |
| 30.05.2014 | 8:05 h  | NW                             | SO           |

9.5 **Recherchiere** und **definiere** die folgenden Begriffe:

Luv: Beschreibt die dem Wind zugekehrte Seite

Lee: Beschreibt die dem Wind abgewandte Seite

## 10. Luftdruck bestimmen

10.1 **Bestimme** den Luftdruck deiner Umgebung mit Hilfe eines Barometers und ziehe Schlussfolgerungen.

| Datum  | Uhrzeit | gemessener Luftdruck | momentanes Wetter              | Folgerung: Hoch- oder Tiefdruckgebiet | Wetter-Vorhersage |
|--------|---------|----------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| 26.05. | 08:00 h | 1002 mb              | bewölkt, leichter Niederschlag | Tiefdruckgebiet                       | schlechtes Wetter |
| 27.05. | 08:10 h | 1008 mb              | bewölkt, kein Niederschlag     | Tiefdruckgebiet                       | schlechtes Wetter |
| 28.05. | 08:05 h | 1016 mb              | Wechsel aus Sonne und Wolken   | Hochdruckgebiet                       | gutes Wetter      |
| 29.05. | 08:00 h | 1025 mb              | Sonne, leichter Wind           | Hochdruckgebiet                       | gutes Wetter      |
| 30.05. | 08:05 h | 1024 mb              | Sonne, leichter Wind           | Hochdruckgebiet                       | gutes Wetter      |

**10.4 Beobachte** jeden Tag das Barometer und **kreuze** das Ergebnis in der Tabelle an!

| Datum  | Luftdruck fällt | Luftdruck steigt | Luftdruck bleibt gleich |
|--------|-----------------|------------------|-------------------------|
| 27.05. |                 | X                |                         |
| 28.05. |                 | X                |                         |
| 29.05. |                 | X                |                         |
| 30.05. | X               |                  |                         |
| 31.05. |                 |                  | X                       |

**10.6 Überlegt** gemeinsam, welche Auswirkungen der Luftdruck auf den Menschen hat.

Ein schneller Wechsel von Hoch- und Tiefdruck kann dazu führen, dass man müde ist und sich schlecht konzentrieren kann. Manchmal kann es auch zu Schlafstörungen kommen. (Quelle: Gesundheit.de Wetter)

## 11. Luftfeuchtigkeit bestimmen

**11.1 Bestimme** die Luftfeuchtigkeit der Umgebung.

|   |       |
|---|-------|
| Luftfeuchtigkeit gemessen mit einem Hygrometer (falls vorhanden): | 54 %  |
| Temperatur $T_1$ des trockenen Thermometers:                      | 18 °C |
| Temperatur $T_2$ des feuchten Thermometers:                       | 13 °C |
| Differenz $T_1 - T_2$ :   | 5 °C  |
| abgeleitete Luftfeuchtigkeit aus Psychrometer:                    | 56 %  |

**11.6 Überlegt** gemeinsam, welcher Zusammenhang zwischen der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit besteht. **Erklärt** dabei auch die Begriffe Sättigungspunkt und Taupunkt.

Die Luftfeuchtigkeit gibt an, wie viel Wasserdampf in der Luft enthalten ist. Wie viel Wasserdampf die Luft aufnehmen kann hängt stark von der Temperatur ab. Je höher die Lufttemperatur ist, desto mehr Wasserdampf kann die Luft aufnehmen. (Quelle: Geolinde.de)

Beträgt die Luftfeuchtigkeit 100% ist der Sättigungspunkt erreicht. Das heißt, es ist so viel Wasserdampf wie möglich in der Luft enthalten. Kühlt die Luft weiter ab, wird der Taupunkt erreicht, ab welchem das Wasser in Form von Tau oder Regen kondensiert. (Quelle: Georeise.de)

## 12. Wettervorhersage

12.1 **Beobachte** natürliche Indikatoren und mache auf diese Weise eine Wetterprognose.

| Material                | Datum      | Uhrzeit   | Beobachtung                   | Wetterprognose   |
|-------------------------|------------|-----------|-------------------------------|------------------|
| z.B. Kiefern-<br>zapfen | 06.05.2013 | 11:00 Uhr | bleibt geöffnet               | trockenes Wetter |
|                         | 30.05.2013 | 18:00 Uhr | geschlossen                   | Regen            |
| Wolle                   | 06.05.2013 | 11:00 Uhr | rollt sich ein                | trockenes Wetter |
|                         | 30.05.2013 | 18:00 Uhr | wird glatt                    | Regen            |
| Seetang                 | 06.05.2013 | 11:00 Uhr | trocken                       | trockenes Wetter |
|                         | 30.05.2013 | 18:00 Uhr | angeschwollen,<br>aufgeweicht | Regen            |

12.4 **Recherchiere**, welche Möglichkeiten der Wettervorhersage es heutzutage gibt und welche Methode die gängigste ist.

- Wettervorhersage mit Hilfe von Computerprogrammen und Wettermodellen.
- Wettervorhersage anhand von Beobachtungen der Natur
- Wettervorhersage anhand von Messungen von Temperatur, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit etc.

12.5 Für welchen Zeitraum sind Wettervorhersagen zutreffend und ab wann sind sie unsicher und nicht mehr zuverlässig? Notiere.

- 1-3 Tage: zutreffend
  - 3-7 Tage: unsicher
  - >7 Tage: nicht mehr zuverlässig
  - wird jedoch immer genauer
- (Quelle: [dwd.de](http://dwd.de) Wettervorhersagen)

### 13. Wolkenarten bestimmen

13.1 **Leite** aus den Übersetzungen die Namen der Wolkentypen ab. Diese müssen nicht die richtigen Namen sein!

Cirrus: z.B. Federwolke oder Fransenwolke  
 Cirrocumulus: Federhäufchenwolke  
 Cirrostratus: Weite Federwolke  
 Altcumulus: Hohe Häufchenwolke  
 Altostratus: Mittelhohe Schichtwolke  
 Nimbostratus: Breite Regenwolke  
 Stratocumulus: Weite Häufchenwolke  
 Stratus: Weit entfernte Wolke  
 Cumulus: Haufenwolke  
 Cumulonimbus: Regenhautenwolke

13.2 **Bestimme** mit Hilfe der Tabelle bzw. Abbildung die Wolkentypen am Himmel. **Halte** deine Ergebnisse in der Tabelle auf der nächsten Seite fest. **Skizziere** die gesehene Wolke und **fotografiere** diese.

| Datum      | Uhrzeit   | Beschreibung der Wolke  | Skizze   | vermuteter Name der Wolkenart |
|------------|-----------|---|--|-------------------------------|
| 29.04.2013 | 13:07 Uhr | <ul style="list-style-type: none"> <li>• häufchenartig und fast schneeweiß</li> </ul>             |  | Cumulus                       |
| 06.05.2013 | 13:30 Uhr | <ul style="list-style-type: none"> <li>• breit, aber häufchenartig und fast schneeweiß</li> </ul> |  | Stratocumulus                 |
| 22.05.2013 | 13:08 Uhr | <ul style="list-style-type: none"> <li>• tiefhängend und dunkelgrau</li> </ul>                    |  | Altostratus                   |
| 23.05.2013 | 10.15 Uhr | <ul style="list-style-type: none"> <li>• weiße, breite Schichtwolke</li> </ul>                    |  | Stratocumulus                 |

13.6 **Überlegt** gemeinsam, welchen Sinn es macht, Wolken zu bestimmen. Was kann man mit dem neu gewonnenen Wissen über den Wolkentyp anfangen?

Mit Hilfe des Wolkentyps kann die Windrichtung, die Luftfeuchtigkeit und Regenwahrscheinlichkeit bestimmt werden. Das Bestimmen von Wolkentypen kann also für die Landwirtschaft, den Flugverkehr oder auch für den Alltag wichtig und nützlich sein.

## 15. Bedrohte Vielfalt – Biodiversität

### 15.1 Biologische Vielfalt in Zahlen: Schätz doch mal:

|   |  |
|---|--|
| Wie viele verschiedene Arten (Tiere, Pflanzen, Pilze und Mikroorganismen) sind bisher weltweit bekannt? |  |
| <input type="checkbox"/> etwa 50.000  | <input checked="" type="checkbox"/> etwa 2 Millionen |
| <input type="checkbox"/> etwa 6 Millionen   | <input type="checkbox"/> etwa 8 Millionen            |

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Wie viel Prozent der wildlebenden Tiere in Deutschland sind gefährdet? |                                     |
| <input type="checkbox"/> 5 Prozent                                     | <input type="checkbox"/> 15 Prozent |
| <input checked="" type="checkbox"/> 40 Prozent                         | <input type="checkbox"/> 90 Prozent |

### 15.2 Beschreibe den Begriff „Biodiversität“ mit eigenen Worten.

- Mit Biodiversität meint man die biologische Vielfalt. Übersetzt heißt „Bio“ Leben und „Diversität“ Vielfalt. Zusammen heißt es wörtlich übersetzt „Vielfalt des Lebens“, also Vielfalt aller Lebewesen auf der Welt.
- Der Begriff Biodiversität bezeichnet alle Vielfalten des Lebens von verschiedenen Lebewesen und ihren verschiedenen Arten hin bis zu der Vielfalt ihrer Lebensräume und der Ökosysteme. Biodiversität bezeichnet auch die verschiedenen Variationen, wie die Lebewesen leben.

### 15.3 Beschreibe, was in dir vorgeht, wenn du das liest.

Es erschüttert mich und bewegt mich zum Nachdenken. Außerdem macht es mich wütend, aber auch ein bisschen ängstlich, weil ich nicht weiß was passiert, wenn sich nichts ändert.

### 15.4 Wie kannst du direkt oder indirekt die biologische Vielfalt schützen? **Ergänze** die folgenden Sätze.

*Wenn ich Verkehrsmittel benutze...* dann das Fahrrad oder öffentliche Verkehrsmittel.

*In der Freizeit...* wenig Strom verbrauchen, die Umwelt schonen und keinen Müll liegen lassen.

*Wenn ich in den Urlaub fahre...* zu Hause alle Geräte aus und nicht auf Stand-by schalten.

*In der Schule...* wird Müll getrennt, papiersparend gearbeitet und Licht nach dem Unterricht ausgemacht.

*Wenn ich in den Supermarkt gehe...* kaufe ich lokale Produkte mit möglichst wenig Plastikverpackung, schaue nach Gütesiegeln und nutze Stoffbeutel.

## 16. Verknüpfung der Themen

**Recherchiere** und **überlege**, welche Bedeutungen die Meteorologie für die verschiedenen Bereiche hat. Dabei kannst du ein Mind Map anfertigen, Stichpunkte machen oder etwas zeichnen.

### 16.1 Welche Bedeutung hat die Meteorologie für die Tiere?

Wetter → Tiere:

- Fressverhalten
- Paarung
- Verbreitung
- Körperbau und Aussehen

Tiere → Standorte:

- fressen alles weg
- entwickeln fruchtbares Land
- → durch Entstehung von Pflanzen verändert sich das Wetter. Siehe 16.2

### 16.2 Welche Bedeutung hat Meteorologie für die Pflanzen und umgekehrt?

Wetter → Pflanzen:

- Wetter gibt die Rahmenbedingungen für das Wachstum einer Pflanze (Licht für Fotosynthese, Regen für den Wasserhaushalt und Mineralstofftransport, Kälte und Hitze kann zum Erfrieren/austrocknen führen)

Pflanze → Wetter:

- Temperatur über einer bewachsenen Oberfläche geringer, als über einer unbewachsenen Oberfläche
- Luftfeuchtigkeit ist über einer bewachsenen Oberfläche höher, als über einer unbewachsenen

### 16.3 Welchen Einfluss haben Wetter (Temperatur, Niederschlag, Luftdruck, etc.), und Klima auf den Boden?

Wetter/Klima → Boden:

- Feuchtegehalt
- Nährstoffgehalt durch Bodenfauna
- Bodenfauna → Zersetzung von Blättern → Humusbildung
- Halt und Festigkeit des Bodens durch Bodenflora und keine Überschwemmungen

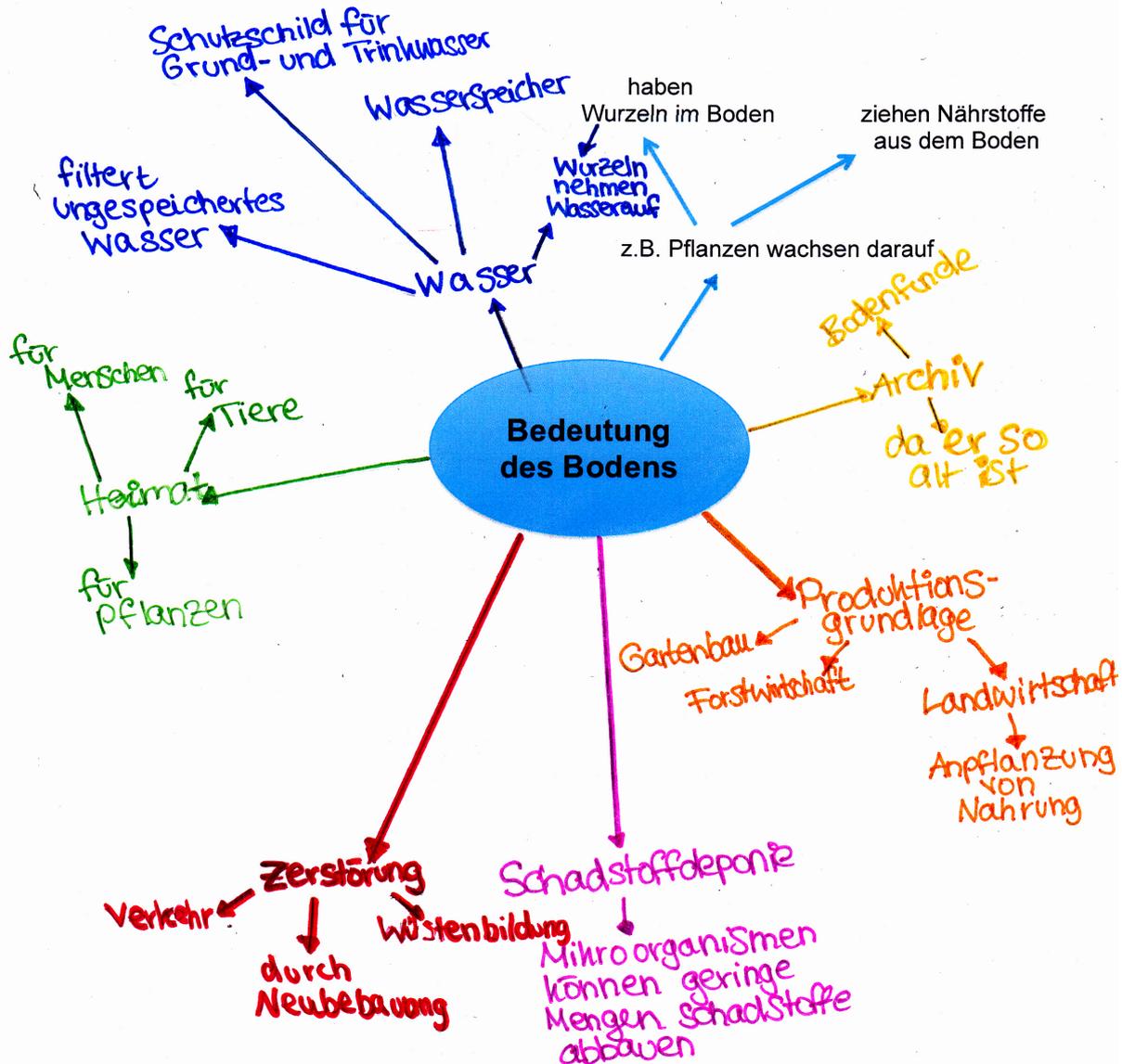
### 16.4 Welche Auswirkungen haben Klimaveränderungen (z.B. Klimaerwärmung, Treibhauseffekt etc.) auf Pflanzen, Tiere und Boden? **Recherchiere**.

Klimaerwärmung → Veränderung des Lebensraumes (Bsp. Polschmelzen, Vegetationsveränderung) → Bodenveränderung wie Unfruchtbarkeit, Überschwemmung etc. → Aussterben oder Wanderung von Tieren (Pflanzen) → neue Fressfeinde und Kampf um Lebensraum sowie Nahrung → Aussterben/Verdrängung weiterer Arten →...

**Erwartungshorizont Boden**

**2. Bedeutung des Bodens**

2.1 Welche Bedeutungen des Bodens fallen dir spontan ein? **Halte** sie in einer MindMap fest. Du kannst diese Gedanken auch mit weiteren Ästen erklären. Als Hilfe dient dir der Text auf der nächsten Seite.



**3. Unterschiedliche Bodentypen in Schulnähe**

3.2 Wie würdest du die Eigenschaften der unterschiedlichen Bodenoberflächen am ehesten beschreiben? Was ist die häufigste Verwendung des Bodens? **Vervollständige** die Tabelle.

| Standort      | Material/<br>Bodenoberfläche | Verwendung der<br>Oberfläche  | Eigenschaften<br>der Fläche | Sind Lebewesen<br>zu sehen?                                   |
|---------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---|
| z.B. Einfahrt | Kopfsteinpflaster            | darauf gehen,<br>Autos fahren | fest, Ritzen<br>dazwischen  | kl. Pflanzen in<br>den Fugen                                  |
| Sportplatz    | Tartan                       | Sport, sitzen                 | gummiartig,<br>offenporig   | Kleintiere<br>krabbeln darüber,<br>leben aber nicht<br>darauf |

|             |                     |                               |                                  |  |
|-------------|---------------------|-------------------------------|----------------------------------|--|
| Sprunggrube | Sand, kleine Steine | springen, Kugelstoßen, graben | nachgebend, krümelig, feinsandig | Käfer und andere Insekten                          |
| Wiese       | Gräser, Erde        | gehen, sitzen                 | weich, uneben, grün bewachsen    | Gräser, Unkraut, kleine Tiere (Insekten) und Vögel |

#### 4. Bodenproben auswählen

4.1 **Legt** zunächst fest, welchen Boden bzw. welche Böden ihr auf eurem ausgewählten Gelände genau untersuchen wollt. **Klebt** einen Lageplan, welchen die andere Gruppe (Meteorologie) erstellt hat, in euer Forscherheft oder **verwendet** einen Ausdruck von Google Maps. **Markiert** die Standorte eurer Bodenproben darauf.

##### Lageplan des Geländes:

① 1. Bodenprobe

② 2. Bodenprobe

③ 3. Bodenprobe

TP = Tischtennisplatte

Beet

## 5. Bestimmung einer Bodenart

5.1 **Bestimme** die Art deines Bodens im Vergleich zu Lehm, Sand und Ton. **Kreuze an.**

| Krümeltest:<br>Boden...                          | Bodenprobe<br>1   | Bodenprobe<br>2  | Bodenprobe<br>3  |
|--|-------------------|------------------|------------------|
| Standort der Proben                              | Beet              | Wiese            | Radweg           |
| rieselt durch die Finger                         |                   |                  |                  |
| krümelt durch die Finger                         |                   |                  | X                |
| bröckelt durch die Finger                        |                   | X                |                  |
| ist formbar, zerbricht in der Hand               | X                 |                  |                  |
| ist formbar, einzelne Risse beim Zusammendrücken |                   |                  |                  |
| Boden zu Würsten modellierbar                    |                   |                  |                  |
| <b>Bodenart:</b>                                 | mittlerer<br>Lehm | sandiger<br>Lehm | lehmiger<br>Sand |

5.7 **Überlege**, ob diese Untersuchungsmethode ausreicht um verschiedene Bodenarten zu unterscheiden.

Nein, zu ungenau, denn jeder empfindet Rieseln, Bröckeln und Krümeln anders.

## 6. Schichtung von Böden

6.5 **Zeichne** nun dein Bodenprofil mit den Horizonten und **beschrifte** es entsprechend!

**Achte** darauf, dass du die unterschiedliche Verteilung der verschiedenen Horizonte darstellst. Dazu hilft dir ein Lineal. Auch die Farbe und Struktur solltest du mit einzeichnen!

**Dein Bodenprofil:**



**6.6 Entnimm** aus jeder Bodenschicht eine Probe und **beschreibe** die Beschaffenheit des Materials in den einzelnen Schichten.

1. Schicht: Mullhumus: Der Mullhumus ist weich, locker und gut durchlüftet. Seine Farbe ist braun.

2. Schicht: Anreicherungsschicht: Die Anreicherungsschicht ist rotbraun, sandig und feinkörnig

**6.7 Frage** einen Gärtner, Landwirt oder Architekten, warum es wichtig ist, dass er die Zusammensetzung des Bodens kennt.

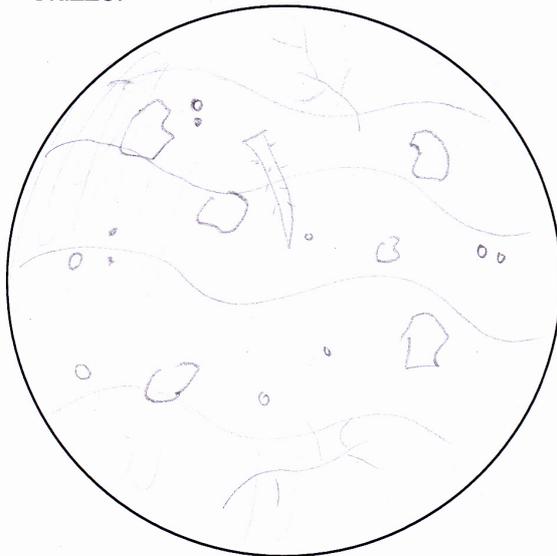
Gärtner: Je nachdem, wie die Beschaffenheit des Bodens ist, entscheidet sich der Gärtner, wo er welche Pflanzen hinsetzen will. Viele Pflanzen können nur auf bestimmten Böden wachsen. Setzt der Gärtner eine bestimmte Pflanze auf den falschen Boden kann sie eingehen.

## 7. Struktur des Bodens

**7.1 Untersuche** die Bodenstruktur verschiedener Böden. **Klebe** eine kleine Probe des Bodens mit Tesafilm auf das Blatt Papier (Muster siehe unten).

Name der Bodenprobe: Beet

Skizze:

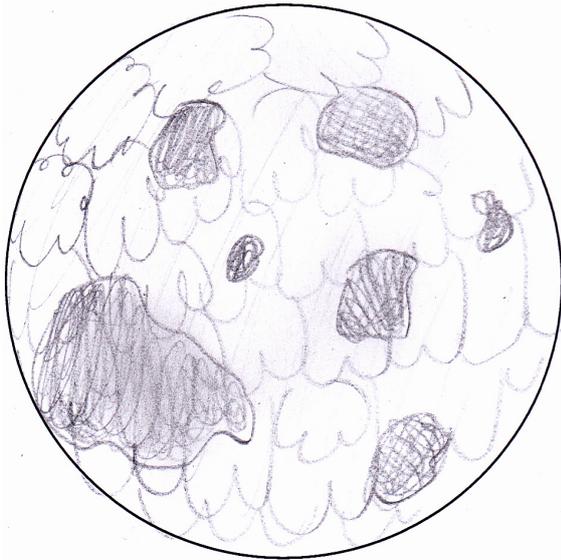


Bodenprobe:

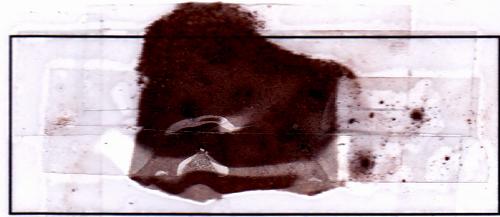


Name der Bodenprobe: Radweg

Skizze:



Bodenprobe:



**7.7 Beschreibe**, wie sich die Böden voneinander unterscheiden.

Radweg: Ist sehr fest, viele größere Steine

Wiese: Etwas fester als „Beet“, weniger/kleinere Steine als „Radweg“

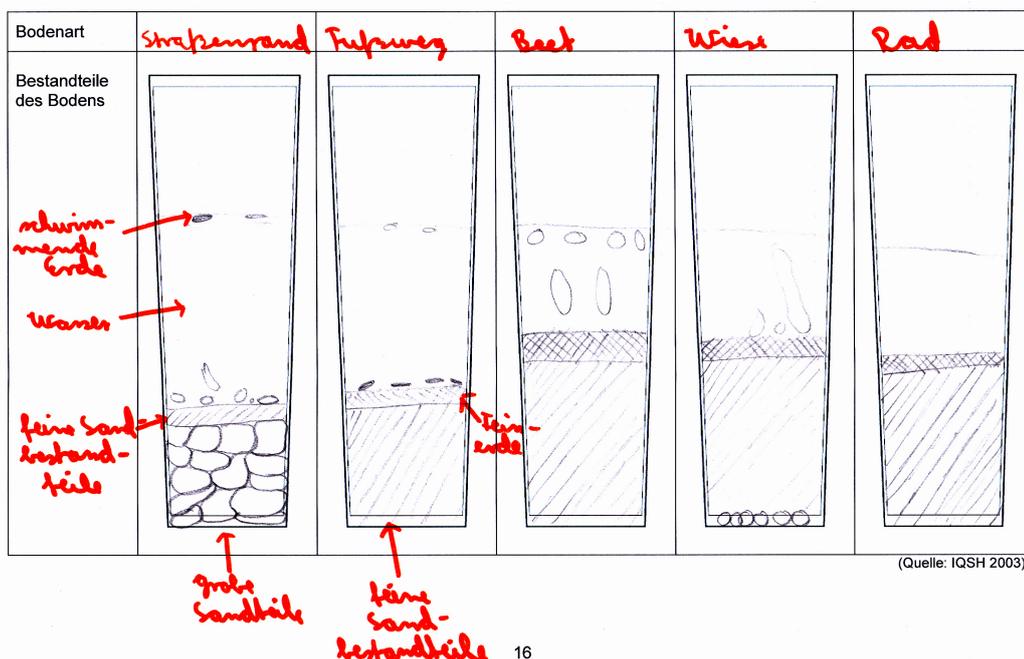
Beet: Viele Pflanzenteile, sehr locker, wenige Steine

**7.8 Überlege**, ob es einen Zusammenhang zwischen dem Aussehen und der Eigenschaft des Bodens gibt.

Je mehr Pflanzen auf dem Boden wachsen, desto lockerer und dunkler ist der Boden. Wird auf dem Boden oft gelaufen oder gefahren, ist der Boden eher fest und meistens heller.

**8. Zusammensetzung des Bodens**

**8.1 Untersuche** die Zusammensetzung der Bodenprobe(n). **Zeichne** die Verteilung der Bodenteile in die Bechergläser auf der nächsten Seite ein!



**8.10 Überlege**, wozu es nützlich ist, die Zusammensetzung einzelner Böden zu kennen.

Im Ackerbau ist es nützlich, den Bodenarten und ihre Zusammensetzungen zu kennen, damit der Pflanzenanbau und die Pflege geplant werden kann.

## **9. Aufbau eines Versuchsprotokolls**

**9.1 Finde** Titel für die Kurzbeschreibungen eines Protokolls (s. Kasten).

1. Name des Protokollanten bzw. des Teams
2. Thema des Versuchs
3. Hypothese (Vermutung)
4. Material
5. Durchführung
6. Beobachtung
7. Ergebnisse
8. Interpretation

## **10. Braucht der Boden Luft?**

**10.1 Überlege**, ob es wichtig ist, dass der Boden "gut durchlüftet" ist und wie Luft in den Boden gelangen könnte. **Notiere** deine Vermutungen.

Der Boden muss immer gut durchlüftet sein, damit die Wurzeln der Pflanzen, sowie die im Boden lebenden Organismen atmen können. Die Organismen sind wiederum wichtig für die Zersetzung und Schaffung von Nährstoffen für die Pflanzen. Würmer zum Beispiel lockern den Boden auf, sodass er gut durchlüftet ist. Über die Bodenporen wird Luft zwischen Boden und Atmosphäre ausgetauscht.

**10.3 Erkläre**, warum es wichtig ist, dass der Boden „gut durchlüftet“ ist.

**Notiere** deine Antwort.

Die Wurzeln der Pflanzen und die Lebewesen im Boden brauchen Luft zum Atmen, damit sie nicht ersticken. Der Boden muss locker genug sein und genug Poren haben, damit ein ständiger Austausch mit der Atmosphäre stattfinden kann.

**10.4 Erkläre** die folgenden Unterschiede zwischen Bodenluft und atmosphärischer Luft:

Sauerstoffgehalt in der Atmosphäre: 21 % / in der Bodenluft: 10 %

Kohlendioxidgehalt in der Atmosphäre: 0,003 % / im Boden: 0,03 %

Der Sauerstoffanteil liegt im Boden nur ungefähr bei der Hälfte als in der Luft, da dort durch die vielen Bodenorganismen viel Sauerstoff bei der Atmung verbraucht und Kohlenstoffdioxid gebildet wird. Die Atmung erfolgt schneller als der Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre.

**10.5 Überlege**, was du tun kannst, damit ein verfestigter, „schlecht durchlüfteter“ Boden wieder genügend Sauerstoff erhält. **Notiere** deine Antwort.

- Mit einer Schaufel leicht auflockern (nicht umgraben)
- Kompost, Bausand etc. mit untergraben
- Pflanzen in die Erde setzen

**10.7 Erkläre** deinen Mitschülerinnen und Mitschülern, warum euer Boden „gut gelüftet“ sein sollte und was ihr dafür tun könnt.

Bei nicht gut durchlüfteten Böden kommt es zur Bodenverdichtung. Das Wurzelwachstum wird gehemmt, da sie nicht genug Sauerstoff und Nährstoffe erhalten. Es kann zur Bildung von Staunässe kommen und im Frühjahr steigt die Bodentemperatur langsamer.

**11. Ist Luft im Boden?**

**11.1 Untersuche**, ob deine Bodenprobe Luft enthält. **Schreibe** oder **zeichne** deine Beobachtungen auf.

Beobachtungen:

- Lehm: fast das ganze Wasser befindet sich über dem Lehm; Lehm wird nass und Wasser setzt sich in die Hohlräume; Es steigen wenige kleine Blasen auf
- Sand: Es steigen einige große Blasen auf.
- Kies: Es blubbert und mittelgroße Blasen steigen auf.

**11.2 Erklärung**

Je größer die Porengröße zwischen den Materialien, desto größer die Lufträume und desto größere Luftblasen steigen bei Zugabe von Wasser auf.

**11. 6 Welche Bedeutung haben deine Ergebnisse für die Tiere, die im Boden leben?**

Die Tiere können im aufgelockerten Boden mit möglichst großen Poren aufgrund des höheren Luftanteils besser leben, als in festen, schlecht durchlüfteten Böden, da sie auf Sauerstoff angewiesen sind.

**11.7 Überlege**, welche Folgen es für die Tiere im Boden hat, wenn der Boden sehr festgetreten oder festgefahren ist.

Wenn der Boden festgefahren/festgetreten ist, dann befindet sich weniger Luft in den zusammengedrückten Poren. Die Tiere benötigen aber diese Luft mit Sauerstoff zum Überleben. Ohne Tiere kann hingegen der Boden auch nicht aufgelockert und Nährstoffe für die Pflanzen zur Verfügung gestellt werden, sodass auch die Pflanzen sterben.

**12. Wie viel Luft ist im Boden?**

**12.1 Bestimme** den Luftgehalt im Boden. Lege dazu eine Tabelle an.

| Bodenprobe | nachgefülltes Wasser<br>in ml | Luftanteil<br>in cm <sup>3</sup> |
|------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Beet       | 220                           | 220                              |
| Radweg     | 130                           | 130                              |
| Wiese      | 185                           | 185                              |

12.13 Was bedeutet das Ergebnis für die Bodenprobe deines Standortes? In welchem Boden wirst du mehr Tiere und Pflanzenwurzeln finden? **Notiere**.

Im Boden des Beetes wird man am meisten Tiere finden, da dort am meisten Luft ist. In der Bodenprobe wird man auch die meisten Wurzeln und Kleintiere finden, da diese möglichst viel Luft zum Überleben brauchen.

### **13. Entstehung von Humus**

13.3 Konntest du mit der Lupe Tiere beobachten? Was ist dir aufgefallen?

Bei einem frischen Blatt sieht man die einzelnen Zellen ganz genau, in denen die grüne Farbe gespeichert ist. Bei einem älteren Blatt kann man die Zellen noch erkennen. Die Farbe ist dunkler und gräulicher. Ein drittes Blatt zeigt, dass die Zellen kaum noch erkennbar sind. Die Farbe ist dunkel grau-braun. Tiere oder Organismen sind nicht zu sehen. Das zweite Blatt ist wahrscheinlich früh vom Wind dieses Jahr heruntergefallen und das dritte Blatt ist vom letzten Jahr. Deutlich sind Zersetzungen und Verwesung zu einzelnen Zellen erkennbar. Die Zellen sind beinahe vollständig zerstört.

13.4 **Denke** dir eine kurze Geschichte aus, wie das Blatt zersetzt und in Humus umgewandelt wird. **Nutze** dafür das Material auf der nächsten Seite.

Wenn es Herbst wird und ein stürmischer Wind durch die Wälder und Täler flüstert. Wenn sich die Sonne an ihren letzten Lebenstagen feuerrot auf den Blättern alter Bäume niederlässt, um dort den eisigen, langen Winter zu überdauern. So ist es an der Zeit für die Bäume ihr Kleid zu verlieren. Ihre Blätter fallen dann zu Boden. Auf dem kalten erdigen Boden werden sie von kleinen Tierchen, schon sehnsüchtig erwartet, übersät und in ihr Grab getragen. Und wehleidig singen auch die Bäume ihr einsames und trauriges Lied zum Abschied. Leise ist es nun, ihre Stimmen sind verstummt und ihre Blätter von Schnee und Eis verdeckt. Darunter nur Skelette und wohlighühlende und glückliche satt gefressene Schnecken und Milben. Die Blätter sind zersetzt und verwesend und längst zu Humus geworden, wenn die Sonne im nächsten Jahr wieder erwacht und der Kreislauf von neuem beginnt.

### **14. Humus im Boden**

14.1 **Untersuche**, ob deine Bodenprobe Humus enthält. **Wiege** den Porzellantiegel. **Notiere** sein Gewicht hier.

Leerer Tiegel: 134,9 g

14.2 **Fülle** 10 g einer Bodenprobe ein.

Gesamtgewicht: 144, g

14.5 **Wiege** den Tiegel mit der Substanz. **Notiere** das Ergebnis hier:

Tiegel mit erhitztem Sand: 144,9 g

Tiegel mit erhitztem Lehm: / g

Tiegel mit deiner erhitzten Bodenprobe: 143,8 g

14.7 **Ermittle** die Differenz zwischen dem Tiegelgewicht mit der Bodenprobe vor und nach dem Glühen. **Multipliziere** dann die ermittelte Differenz mit 10. Das errechnete Gewicht entspricht dem Prozentwert, das heißt:

Differenz in g x 10 = Wert in %

**14.8 Schreibe** deine Ergebnisse in die Tabelle.

|             |             |               |                   |
|-------------|-------------|---------------|-------------------|
|             | Beispiel    | Sand          | lehmhaltiger Sand |
| Prozentwert | 2 %         | <1%           | 11%               |
| Bewertung   | humushaltig | sehr humusarm | Sehr humusreich   |

**14.11 Überlege**, was deine Ergebnisse für die Pflanzen bedeuten.

Pflanzen können auf dunklen und somit humusreichen Böden, wie lehmhaltigen Sand) gut wachsen, da ihnen dort viele Nährstoffe zur Verfügung stehen.

**15. Gesetz des Minimums**

**15.1 Erläutere** das Gesetz des Minimums anhand der Abbildung unter Einbeziehung des Info-Textes.

Das Gesetz des Minimums besagt, dass wenn ein Mineralstoff für eine Pflanze im Minimum vorhanden ist, die Pflanze weniger wächst. Justus Liebig stellte das mit seiner „Minimum-Tonne“ dar. Aber ein im Maximum vorhandener Stoff kann die anderen Mineralstoffen nicht ausgleichen. Jede Pflanze braucht, um zu wachsen, bestimmte Mineralstoffe in einem individuell der Pflanze abgestimmten Verhältnis. Auf der Abbildung kann man erkennen, dass die linke Pflanze besser wächst, weil die benötigten Mineralstoffe im richtigen Verhältnis vorhanden sind. Bei der rechten Pflanze hingegen ist ein wichtiger Mineralstoff nicht vorhanden, in diesem Fall Stickstoff. Deshalb kann die rechte Pflanze nur eingeschränkt wachsen.

**15.2 Wofür** benötigen Pflanzen die Nährstoffe aus dem Boden? **Recherchiere** und **ergänze** die Tabelle.

| Stoff im Boden | Bedeutung für die Pflanze  |
|----------------|--|
| Kalk           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- neutralisiert saure Böden</li> <li>- verbessert die Wasserführung, Durchlüftung &amp; Temperatur des Bodens</li> <li>- schützt vor Unfruchtbarkeit des Bodens bei Bepflanzung</li> <li>- dient Festigkeit der Pflanze &amp; Wurzel</li> </ul> |
| Stickstoff     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- fördert das Wachstum und die Farbentwicklung</li> <li>- Aufbau von Eiweißen, DNS &amp; Chlorophyll</li> <li>- Blattfarbe durch Stickstoff dunkelgrün geprägt</li> <li>- oft in Dünger vorhanden</li> </ul>                                    |
| Luft           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- benötigt die Pflanze für Fotosynthese<br/>→ CO<sub>2</sub> wird umgewandelt in O<sub>2</sub> aus Luft</li> <li>- Produktion von Zucker für die Pflanze</li> </ul>   |
| Humus          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nährstoffe und Mineralien sind enthalten</li> <li>- Pflanze nimmt organische Stoffe auf, die sie für den Stoffwechsel benötigt</li> </ul>   |
| Wasser         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- wird von Wurzeln aufgenommen und verdunstet über die Blätter/ Spaltöffnungen</li> <li>- wird benutzt für den Transport von Nährstoffen,</li> </ul>  |

|             |  |
|-------------|--|
|             | Mineralstoffen und Spurenelementen<br>– Voraussetzung der Fotosynthese   |
| Säuregehalt | – viel Wasser lagert in der Zellen, um sie stabil zu halten<br>– jede Pflanze benötigt einen bestimmten Säuregehalt<br>– zu hoher Säuregehalt → Magnesiummangel → Blätter zu hell & Früchte zu klein |

## 16. Kalkgehalt von Böden

16.1 **Bestimme** den Kalkgehalt der Bodenprobe(n). **Kreuze** an:

| Reaktion der Salzsäure mit dem Boden    | Kalkgehalt in % | Beurteilung des Bodens | Bodenproben |        |      |
|---|-----------------|------------------------|-------------|--------|------|
|   |                 |                        | Wiese       | Radweg | Beet |
| keinerlei Aufbrausen                    | unter 0,5       | kalkfrei bis kalkarm   |             | x      |      |
| schwaches, nicht anhaltendes Aufbrausen | 0,5 – 2,0       | schwacher Kalkgehalt   | x           |        |      |
| starkes Aufbrausen, nur kurz            | 3,0 – 4,0       | mäßiger Kalkgehalt     |             |        | x    |
| starkes, anhaltendes Brausen            | 5,0 und mehr    | starker Kalkgehalt     |             |        |      |

16.9 **Entscheidet gemeinsam**, ob der Boden genügend Kalk für die Pflanzen zur Verfügung hat.

- Alle 3 Böden haben zu wenig Kalk, was jedoch besonders den Radweg betrifft, weshalb dort keine Pflanzen wachsen. Auch die Wiese hat nur einen schwachen Kalkgehalt. Am besten für die Pflanzen ist in diesem Fall das Beet, besitzt jedoch auch keinen starken Kalkgehalt.
- Kalk dient der Anregung des Bodenlebens, der Verbesserung der Krümelstruktur, der Förderung von Bewurzelung, der Begünstigung des Stoffumsatzes im Boden und sorgt für feste Zellwände der Pflanzen. (Der Biogärtner: Kalk: <http://www.biogaertner.de/Handelsprodukt/Kalk> 14.09.14, 13:10 Uhr)

## 17. Säuregehalt von Böden

17.1 **Bestimme** den Säuregehalt der Bodenprobe(n). **Kreuze** in der folgende Tabelle an, ob der Boden sauer, neutral oder alkalisch ist:

| Säurezustand (gemessener pH-Wert) | Bodenproben |        |      |
|-----------------------------------|-------------|--------|------|
|                                   | Wiese       | Radweg | Beet |
| extrem sauer (< 3)                |             |        |      |
| sehr sauer (3-4)                  |             |        |      |
| stark sauer (4-5)                 |             | x      |      |
| mäßig sauer (5-6)                 | x           |        |      |
| schwach sauer (6-7)               |             |        | x    |
| neutral (7)                       |             |        |      |

|                         |  |  |  |
|-------------------------|--|--|--|
| schwach alkalisch (7-8) |  |  |  |
| stark alkalisch (8-9)   |  |  |  |
| extrem alkalisch (> 9)  |  |  |  |

17.7 **Überlegt** gemeinsam, welche Bedeutung das Ergebnis für die Pflanzen hat. Alle Pflanzen haben bestimmte Böden, auf denen sie am besten wachsen können. Daher sind auf verschiedenen Böden meist unterschiedliche Pflanzen anzutreffen.

### 18. Stickstoffgehalt von Böden

18.1 **Bestimme** den Nitratgehalt der Bodenprobe(n). **Kreuze** den gemessenen Wert/-bereich in der folgenden Tabelle an.

| Nitratgehalt<br>(entsprechend der Skala) | Bodenproben |                |      |
|--|-------------|----------------|------|
|  | Lehm        | mittlerer Lehm | Sand |
| 1 mg/L                                   | x           |                | x    |
| 10 mg/L                                  |             | x              |      |
| 25 mg/L                                  |             |                |      |
| 50 mg/L                                  |             |                |      |
| 100 mg/L                                 |             |                |      |
| 250 mg/L                                 |             |                |      |
| 500 mg/L                                 |             |                |      |

18.7 **Überlegt** gemeinsam, ob der Boden genügend Stickstoff für die Pflanzen zur Verfügung hat.

Wir denken, dass nicht genug Stickstoff enthalten ist, da Pflanzen Stickstoff zum Leben benötigen, jedoch wurde nur der Nitratgehalt gemessen und Stickstoff kann noch vielen andern Formen im Boden vorkommen.

### 19. Wasseraufnahmegeschwindigkeit von Böden

19.1 **Untersuche**, wie schnell verschiedene Böden Wasser aufnehmen. **Trage** die Messwerte für die verschiedenen Böden in eine Tabelle nach folgendem Muster ein.

| Bodenart | Versickerungszeit in Sekunden |
|----------|-------------------------------|
| Wiese    | 25 Minuten = 1500 Sec         |
| Radweg   | 30 Minuten = 1800 Sec         |
| Beet     | 20 Minuten = 1200 Sec         |

19.4 **Vergleiche** die Messwerte miteinander.

Die Wasseraufnahme des Beetes geht am schnellsten, wobei es beim Radweg 10 Minuten und bei der Wiese 5 Minuten länger dauert.

19.6 **Überlege**, woran es liegen könnte, dass das Wasser unterschiedlich schnell aufgenommen wird?

Je fester der Boden, desto weniger Poren und desto langsamer fließt das Wasser in den Boden.

## 20. Wasserspeicherfähigkeit von Böden

20.8 **Rechne aus**, wie viel Wasser in der Bodenprobe geblieben ist:

Wassermenge anfangs – Wassermenge nach Versuch = Wassermenge im Boden

Wiese: 300 ml – 230 ml = 70 ml

Radweg: 300 ml – 250 ml = 50 ml

Beet: 300 ml – 200 ml = 100 ml

20.9 **Notiere** das Ergebnis, z. B. in einer selbst entworfenen Tabelle.

| Messzeitpunkt            | Radweg | Wiese  | Beet   |
|--------------------------|--------|--------|--------|
| Wassermenge anfangs      | 300 ml | 300 ml | 300 ml |
| Wassermenge nach Versuch | 250 ml | 230 ml | 200 ml |
| Wassermenge im Boden     | 50 ml  | 70 ml  | 100 ml |

20.11 **Überlege**, woran es liegen könnte, dass Böden unterschiedlich viel Wasser speichern können. Welche Bedeutung haben die Bodenporen in diesem Zusammenhang?

Dies hängt mit der unterschiedlichen Größe und Anzahl der Bodenporen zusammen. Je gröber der Boden und je mehr Poren enthalten sind, desto besser und schneller kann das Wasser in den Boden fließen.

20.12 Welche Bedeutung hat das Vorkommen von Wasser im Boden für Tiere und Pflanzen?

Wasser hat für Pflanzen und Tiere eine lebensnotwenige Bedeutung, um den Wasserhaushalt aufrecht zu erhalten. Jedoch darf nicht zu viel Wasser vorhanden sein, da umso weniger Luft vorhanden ist und die Tier und Pflanzen somit ersticken könnten.

## 21. Aufgaben der Lebewesen im Boden

21.1 **Fasse** in einer Tabelle die Aufgaben der verschiedenen Lebewesen zusammen.

| Lebewesen                       | Aufgaben im Boden   |
|---------------------------------|---|
| Maulwurf                        | Durchmischung und Lüftung   |
| Schnecke                        | Zerkleinerung toter, pflanzlicher Materialien und Humusentstehung |
| Käfer(larven), Ameisen          | Durchlüftung und Durchmischung                                    |
| Spinnentiere, Milben            | Bodenfruchtbarkeit  |
| Asseln, Tausend- & Hundertfüßer | Zerkleinerung toter, pflanzlicher Materialien                     |
| Regenwürmer                     | Durchmischung und Lockerung                                       |
| Bakterien                       | Bietet für das Pflanzenwachstum wichtige Nitrat                   |
| Pilze                           | Sammlung von Wasser und Mineralsalzen                             |
| Algen                           | Fotosynthese  |

**21.2 Überlegt** gemeinsam, welche Auswirkungen es auf den Boden und auf das Pflanzenwachstum hätte, wenn die eine oder andere Gruppe von Lebewesen kaum noch im Boden vorhanden wäre. (Das ist zum Beispiel so, wenn ein Boden kaum Humus enthält, oder wenn er zu stark verfestigt ist, oder wenn er mit Giftstoffen belastet ist.)

- Kein Pflanzenwachstum
- Kein fruchtbarer Boden → keine Wälder → fehlendes Ökosystem → absterben andere Tiere →...

**21.3 Überlege** und **notiere**, was du tun kannst, damit es den Lebewesen im Boden gut geht.

- keinen Müll auf den Boden werfen
- Pflanzen pflanzen
- wenig Druck durch Auto abstellen, denn dadurch schlechte Bodendurchlüftung
- kein Laub wegmachen
- an trockenen Tagen Boden feucht halten

## 22. Zeigerpflanzen

**22.1 Lies** die Informationen zu Zeigerpflanzen.

**b) Formuliere** mit eigenen Worten, was man unter Zeigerpflanzen versteht. Zeigerpflanzen sind Pflanzen mit einem engen Toleranzbereich gegenüber bestimmten Umweltfaktoren. Ihr Vorkommen zeigt also das Vorhandensein eines Umweltfaktors an.

**22.2 Notiere** in einer eigenen Tabelle (vergleiche oben) die Pflanzen, die du auf dem jeweiligen Standort gefunden hast und **kreuze** die jeweilige Zeigereigenschaft an.

**Beispiel:** Standort Wald neben dem Schulgelände

| Pflanze                     | Kalkanzeiger | Stickstoff-<br>anzeiger | Zeiger<br>feuchter<br>Böden | Zeiger<br>mittelfeuchter<br>Böden | Zeiger<br>trockener<br>Böden |
|-----------------------------|--------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| (Kriechender)<br>Hahnenfuß  |              |                         | X                           |                                   |                              |
| (Wiesen-)<br>Schaumkraut    |              |                         | X                           |                                   |                              |
| (Sumpf-)<br>Dotterblume     |              |                         | X                           |                                   |                              |
| (Weiße)<br>Taubnessel       | X            | X                       |                             | X                                 |                              |
| (Breit-) Wegerich           | X            |                         |                             | X                                 |                              |
| Löwenzahn                   | X            | X                       |                             | X                                 |                              |
| (Gewöhnliches)<br>Leinkraut |              |                         |                             |                                   | X                            |
| (Weißer)<br>Steinklee       | X            |                         |                             |                                   | X                            |
| Mauerpfeffer                | X            |                         |                             |                                   | X                            |
| Brennnessel                 | X            | X                       |                             |                                   |                              |

## 23. Bedrohte Vielfalt – Biodiversität

### 23.1 Biologische Vielfalt in Zahlen: Schätz doch mal:

|   |  |
|---|--|
| Wie viele verschiedene Arten (Tiere, Pflanzen, Pilze und Mikroorganismen) sind bisher weltweit bekannt? |  |
| <input type="checkbox"/> etwa 50.000  | <input checked="" type="checkbox"/> etwa 2 Millionen |
| <input type="checkbox"/> etwa 6 Millionen   | <input type="checkbox"/> etwa 8 Millionen            |

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Wie viel Prozent der wildlebenden Tiere in Deutschland sind gefährdet? |                                     |
| <input type="checkbox"/> 5 Prozent                                     | <input type="checkbox"/> 15 Prozent |
| <input checked="" type="checkbox"/> 40 Prozent                         | <input type="checkbox"/> 90 Prozent |

### 23.2 Beschreibe den Begriff „Biodiversität“ mit eigenen Worten.

- Mit Biodiversität meint man die biologische Vielfalt. Übersetzt heißt „Bio“ Leben und „Diversität“ Vielfalt. Zusammen heißt es wörtlich übersetzt „Vielfalt des Lebens“, also Vielfalt aller Lebewesen auf der Welt.
- Der Begriff Biodiversität bezeichnet alle Vielfalten des Lebens von verschiedenen Lebewesen und ihren verschiedenen Arten hin bis zu der Vielfalt ihrer Lebensräume und der Ökosysteme. Biodiversität bezeichnet auch die verschiedenen Variationen, wie die Lebewesen leben.

### 23.3 Beschreibe, was in dir vorgeht, wenn du das liest.

- Das sind alles extrem hohe Zahlen und es ist schlimm, dass die Biodiversität so schnell zerstört wird. Wenn die Menschen so weitermachen, dann brechen nicht nur die Fischbestände, sondern auch das Leben zusammen.
- Ich beginne immer mehr zu verstehen, dass sehr viele auf unserer Erde lebenden Lebewesen durch uns bedroht sind und letztendlich aussterben. Diese Zahlen erhöhen sich immer weiter und wenn es weiter so geht, dann gibt es irgendwann keine Lebewesen mehr.

### 23.4 Wie kannst du direkt oder indirekt die biologische Vielfalt schützen? **Ergänze** die folgenden Sätze.

*Wenn ich Verkehrsmittel benutze...*,dann das Fahrrad oder öffentliche Verkehrsmittel.

*In der Freizeit...*wenig Strom verbrauchen, die Umwelt schonen und keinen Müll liegen lassen.

*Wenn ich in den Urlaub fahre...*zu Hause alle Geräte aus und nicht auf Stand-by schalten.

*In der Schule...*wird Müll getrennt, papiersparend gearbeitet und Licht nach dem Unterricht ausgemacht.

*Wenn ich in den Supermarkt gehe...*kaufe ich lokale Produkte mit möglichst wenig Plastikverpackung, schaue nach Gütesiegeln und nutze Stoffbeutel.

## 24. Bodensteckbriefe

24.1 **Fasse** die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen auf den folgenden Bodensteckbriefen zusammen. Du musst nicht überall Ergebnisse haben!

### **Bodensteckbrief 1**

Bodensteckbrief von Wiese

Standort: Schulhof

Datum: TT.MM.JJJJ

Bodenart: sandiger Lehm

Bodenfarbe (Humingehalt): schwarz/humos Humusgehalt: 3 %

Dicke der Humusschicht: 0,3 cm

Zeigerwerte der Pflanzen: mittelfeuchter Boden

Bodentiere: a) Artenzahl: 3      b) häufige Arten: Schnecken, Würmer, Käfer

Wasserspeicherfähigkeit: 70 ml

Wasseraufnahmegeschwindigkeit: 25 Minuten pro Liter

Durchlüftung (= Substanzvolumen): 185 cm<sup>3</sup>

Kalkgehalt: 0,5-2,0 %

pH-Wert: 5-6 (mäßig sauer)

Stickstoffgehalt: 10 mg/L

**25. Zusammenfassung der Bodenqualität**

25.1 **Trage** die Messwerte der Bodenuntersuchungen auf der nächsten Seite in der entsprechenden Spalte ein.

| <b>Bodeneigenschaften</b>               | <b>gemessene<br/>Einheit</b> | <b>Bodenproben</b>  |
|---|------------------------------|---------------------|
|   |                              | Wiese               |
| Bodenart                                | /                            | sandiger Lehm       |
| Humusgehalt                             | %                            | 3                   |
| Dicke der Humus-Schicht                 | cm                           | 0,3                 |
| Ergebnisse der Zeigerpflanzenauswertung |                              | Stickstoff, Feuchte |
| Anzahl der gefundenen Bodentierarten    | Anzahl                       | 3                   |
| Wasseraufnahmegeschwindigkeit           |                              | Mittelfeucht        |
| Wasserspeicherfähigkeit                 | mL                           | 70                  |
| Anteil der Luft im Boden                | cm <sup>3</sup>              | 185                 |
| Kalkgehalt                              | %                            | 0,5-2               |
| pH-Wert                                 | /                            | 5-6                 |
| Stickstoffgehalt                        | mg/L                         | 10                  |

**Schule 1 2013**

| Gruppe                  | Pflanzen  |              | Tiere     |                        | Boden        |             | Meteorologie |                  |
|-------------------------|-----------|--------------|-----------|------------------------|--------------|-------------|--------------|------------------|
|                         |           | Flower Power | Fleckis   | Die witzigen Erdkröten | NaWi-Skilers | Space-Worms | Cirrostratus | Die Wetterheinis |
| Aufgaben möglich        | 16        |              | 13        |                        | 23           |             | 14           |                  |
| Pflichtaufgaben         | 9         |              | 9         |                        | 11           |             | 8            |                  |
| gelöste Pflichtaufgaben | 9         | 9            | 9         | 9                      | 11           | 11          | 8            | 8                |
| gelöste Aufgaben        | 14        | 16           | 12        | 13                     | 18           | 17          | 14           |                  |
| Aufgaben                |           |              |           |                        |              |             |              |                  |
| 1                       | xx        | xx           | xx        | x                      | xx           | xx          | xx           | xx               |
| 2                       | x         | xx           | x         | xx                     | xx           | xx          | xx           | xx               |
| 3                       | x         | xx           | xx        | xx                     | xx           | xx          | xx           | xx               |
| 4                       | x         | xx           |           | xx                     | xx           | xx          | x            | x                |
| 5                       | xx        | xx           | x         | xx                     |              |             | xx           | xx               |
| 6                       | x         | xx           | xx        | xx                     |              |             | xx           | xx               |
| 7                       | x         | xx           | x         | x                      | xx           | x           | xx           | xx               |
| 8                       | xx        | xx           | xx        | xx                     | x            | x           | x            | x                |
| 9                       |           | xx           | xx        | xx                     |              | xx          | xx           |                  |
| 10                      |           | xx           | x         | xx                     |              |             | xx           | xx               |
| 11                      | x         | xx           | xx        | xx                     | xx           |             | xx           | xx               |
| 12                      | xx        | xx           | xx        | xx                     | xx           | xx          | xx           | xx               |
| 13                      | xx        | xx           | xx        | xx                     | x            | xx          | xx           | xx               |
| 14                      | xx        | xx           |           |                        | xx           | xx          | xx           | xx               |
| 15                      | xx        | xx           |           |                        | xx           | xx          |              |                  |
| 16                      | xx        | xx           |           |                        | xx           | xx          |              |                  |
| 17                      |           |              |           |                        | xx           | xx          |              |                  |
| 18                      |           |              |           |                        | x            |             |              |                  |
| 19                      |           |              |           |                        | x            | x           |              |                  |
| 20                      |           |              |           |                        |              |             |              |                  |
| 21                      |           |              |           |                        | xx           | xx          |              |                  |
| 22                      |           |              |           |                        | xx           | xx          |              |                  |
| 23                      |           |              |           |                        | xx           | xx          |              |                  |
| Sternchen               | 22/32     | 32/32        | 20/26     | 24/26                  | 32/46        | 31/46       | 26/28        | 24/28            |
| Prozent:                | <b>68</b> | <b>100</b>   | <b>77</b> | <b>92</b>              | <b>70</b>    | <b>67</b>   | <b>93</b>    | <b>86</b>        |

**Legende**

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| - nicht gelöst                         | xx richtig gelöst           |
| x gelöst, aber nicht alles bzw. falsch | xxx sehr ausführlich gelöst |

**Schule 2 2013**

| Gruppe                  | Pflanzen       |                | Tiere                |               | Boden       |                   | Meteorologie |           |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|-------------|-------------------|--------------|-----------|
|                         | Flower Power 1 | Flower Power 2 | Pfiffige Feuerwanzen | Kleine Raupen | Erdmännchen | Die Kleinststeins | /            | /         |
| Aufgaben möglich        | 16             |                | 13                   |               | 24          |                   | 14           |           |
| Pflichtaufgaben         | 9              |                | 9                    |               | 12          |                   | 8            |           |
| gelöste Pflichtaufgaben | 9              | 9              | 9                    | 9             | 12          | 12                | 8            | 8         |
| gelöste Aufgaben        | 13             | 11             | 13                   | 12            | 22          | 24                | 11           | 12        |
| Aufgaben                |                |                |                      |               |             |                   |              |           |
| 1                       | xx             | x              | xx                   | x             | xx          | xx                | x            | x         |
| 2                       | xx             | x              | xx                   | x             | xx          | xx                | xx           | x         |
| 3                       | x              | x              | xx                   | xx            | xx          | xx                | xx           | x         |
| 4                       | x              | x              | xx                   | x             | x           | xx                | x            | xx        |
| 5                       | x              | xx             | xx                   | xx            |             | xx                | xx           | xx        |
| 6                       | xx             | xx             | xx                   | xx            |             | xx                | x            | x         |
| 7                       | x              | x              | xx                   |               | x           | x                 | xx           | x         |
| 8                       | x              | xx             | xx                   | xx            | xx          | x                 |              | xx        |
| 9                       |                |                | xx                   | xx            | xx          | x                 |              |           |
| 10                      | xx             |                | x                    | x             | xx          | xx                | x            | x         |
| 11                      |                |                | x                    | x             | xx          | xx                |              |           |
| 12                      | x              | x              | xx                   | x             | xx          | xx                | xx           | xx        |
| 13                      | x              |                | xx                   | xx            | xx          | xx                | xx           | x         |
| 14                      | x              | xx             |                      |               | xx          | xx                | xx           | xx        |
| 15                      |                |                |                      |               | x           | xx                |              |           |
| 16                      | x              | x              |                      |               | xx          | xx                |              |           |
| 17                      |                |                |                      |               | x           | x                 |              |           |
| 18                      |                |                |                      |               | x           | x                 |              |           |
| 19                      |                |                |                      |               | xx          | xx                |              |           |
| 20                      |                |                |                      |               | xx          | xx                |              |           |
| 21                      |                |                |                      |               | x           | x                 |              |           |
| 22                      |                |                |                      |               | xx          | xx                |              |           |
| 23                      |                |                |                      |               | xx          | xx                |              |           |
| 24                      |                |                |                      |               | x           | x                 |              |           |
| Sternchen               | 17/32          | 15/32          | 24/26                | 18/26         | 37/48       | 41/48             | 18/28        | 17/28     |
| Prozent:                | <b>53</b>      | <b>47</b>      | <b>92</b>            | <b>69</b>     | <b>77</b>   | <b>85</b>         | <b>64</b>    | <b>61</b> |

**Legende**

|  |                             |
|--|-----------------------------|
| - nicht gelöst                         | xx richtig gelöst           |
| x gelöst, aber nicht alles bzw. falsch | xxx sehr ausführlich gelöst |

**Schule 3 2014**

| Gruppe                          | Pflanzen                  |                         | Tiere      |                        | Boden                   |           | Meteorologie |               |
|---------------------------------|---------------------------|-------------------------|------------|------------------------|-------------------------|-----------|--------------|---------------|
|                                 | Planter-<br>cherche<br>ur | Pflan-<br>zen-<br>jäger | /          | Zwei<br>und<br>Vierzig | Die<br>Boden-<br>wühler | Boden     | /            | Team<br>Heiss |
| Aufgaben<br>möglich             | 16                        |                         | 13         |                        | 24                      |           | 14           |               |
| Pflicht-<br>aufgaben            | 9                         |                         | 9          |                        | 12                      |           | 8            |               |
| gelöste<br>Pflicht-<br>Aufgaben | 9                         | 9                       | 8          | 9                      | 2                       | 0         | 6            | 6             |
| gelöste<br>Aufgaben             | 14/15?                    | 11                      | 9          | 13                     | 2                       | 0         | 12           | 12            |
| Aufgaben                        |                           |                         |            |                        |                         |           |              |               |
| 1                               | xxx                       | x                       | xx         | xxx                    | xx                      | -         | xx           | xx            |
| 2                               | xxx                       | x                       | xx         | xx                     | xx                      | -         | -            | xx            |
| 3                               | xx                        | xx                      | xx         | xx                     | -                       | -         | xx           | xx            |
| 4                               | xx                        | xx                      | xx         | xx                     | -                       | -         | xx           | xx            |
| 5                               | xx                        | -                       | xx         | xx                     | -                       | -         | x            | x             |
| 6                               | x                         | xx                      | xx         | xx                     | -                       | -         | x            | xx            |
| 7                               | xx                        | xx                      | x          | xx                     | -                       | -         | xx           | xx            |
| 8                               | xx                        | xx                      | xx         | xx                     | -                       | -         | x            | xx            |
| 9                               | xx                        | -                       | -          | xxx                    | -                       | -         | x            | x             |
| 10                              | xx                        | -                       | -          | x                      | -                       | -         | xx           | -             |
| 11                              | -                         | -                       | -          | xxx                    | -                       | -         | xx           | x             |
| 12                              | xx                        | x                       | -          | xx                     | -                       | -         | xx           | xx            |
| 13                              | xx                        | xx                      | xx         | xxx                    | -                       | -         | xx           | xx            |
| 14                              | xx                        | xx                      |            |                        | -                       | -         | -            | -             |
| 15                              | xx                        | -                       |            |                        | -                       | -         |              |               |
| 16                              | xx                        | x                       |            |                        | -                       | -         |              |               |
| 17                              |                           |                         |            |                        | -                       | -         |              |               |
| 18                              |                           |                         |            |                        | -                       | -         |              |               |
| 19                              |                           |                         |            |                        | -                       | -         |              |               |
| 20                              |                           |                         |            |                        | -                       | -         |              |               |
| 21                              |                           |                         |            |                        | -                       | -         |              |               |
| 22                              |                           |                         |            |                        | -                       | -         |              |               |
| 23                              |                           |                         |            |                        | -                       | -         |              |               |
| 24                              |                           |                         |            |                        | -                       | -         |              |               |
| Sternchen                       | 29/32                     | 18/32                   | 17/26      | 25/26                  | 4/48                    | 0/48      | 20/28        | 21/28         |
| Prozent:                        | <b>90%</b>                | <b>56%</b>              | <b>65%</b> | <b>96%</b>             | <b>8%</b>               | <b>0%</b> | <b>71%</b>   | <b>75%</b>    |

**Legende**

|  |                                    |
|--|------------------------------------|
| - nicht gelöst                         | <b>xx</b> richtig gelöst           |
| x gelöst, aber nicht alles bzw. falsch | <b>xxx</b> sehr ausführlich gelöst |

## **GPS-Gerät (Garmin e-trex Venture HC)**

Tipp: Du hältst das Gerät richtig rum, wenn der Bildschirm unten und die Schrift für dich lesbar ist.

### Standortbestimmung und Höhe:

1. Schalte das Geräte ein, indem du lang die „I“-Taste an der rechten Seite drückst.
2. Warte kurz bis das Gerät hochgefahren ist.
3. Stelle die Helligkeit des Bildschirms ein, indem du erneut auf die „I“-Taste drückst und dann den Cursor vorne auf der Seite mit dem Bildschirm mehrfach nach oben schiebst.
4. Drücke 2 mal die „X“-Taste und warte, bis die Felder „Position“ und „Höhe“ mit Zahlen gefüllt sind.
5. Lies die Koordinaten deines Standorts bzw. die Höheangabe ab und notiere sie. Sowohl die kleinste Einheit bei der Standortbestimmung als auch die Höhenangabe variieren geringfügig. Nimm die Zahl, die am häufigsten vorkommt oder den Mittelwert.

## **Anemometer (Kaindl electronic Windmaster 2)**

1. Schalte das Gerät mit der „I“-Taste ein.
2. Lies die Windgeschwindigkeiten wie folgt ab:
  - a. Die Windgeschwindigkeit nach **Beaufort** ist an den Balken am linken Rand abzulesen.
  - b. Oben rechts (groß) steht die **aktuelle Windgeschwindigkeit** in der jeweils eingestellten Maßeinheit (z.B, km /h).  
Tipp: die Einheit könntest du über die „M“-Taste ändern.
  - c. Darunter mit der Abkürzung „MX“ (Maximum: höchste) steht die **maximal** gemessene Windgeschwindigkeit.
  - d. Ganz unten steht hinter der Abkürzung „AV“ (Average: Durchschnitt) die **Durchschnittswindgeschwindigkeit**.

**Materialausgabe-Liste**

Beim Ausleihen von Materialien muss jeweils ein Gruppenverantwortlicher den Erhalt unterschreiben. Wenn die ausgeliehenen Materialien vollständig und funktionstüchtig zurückgegeben werden, unterschreibt dies der Projektleiter. Falls nicht, haftet der Gruppenverantwortliche für den Verlust.

| Material  | Datum & Uhrzeit der Ausleihe | Name           | Unterschrift | Datum & Uhrzeit der Rückgabe | Name      | Unterschrift |
|-----------|------------------------------|----------------|--------------|------------------------------|-----------|--------------|
| GPS-Gerät | 11.04.2014<br>10.55 Uhr      | Max Mustermann | X            | 11.04.2014<br>11.34 Uhr      | Frau Rost | X            |
|           |                              |                |              |                              |           |              |
|           |                              |                |              |                              |           |              |
|           |                              |                |              |                              |           |              |
|           |                              |                |              |                              |           |              |
|           |                              |                |              |                              |           |              |
|           |                              |                |              |                              |           |              |
|           |                              |                |              |                              |           |              |
|           |                              |                |              |                              |           |              |
|           |                              |                |              |                              |           |              |
|           |                              |                |              |                              |           |              |
|           |                              |                |              |                              |           |              |
|           |                              |                |              |                              |           |              |
|           |                              |                |              |                              |           |              |
|           |                              |                |              |                              |           |              |
|           |                              |                |              |                              |           |              |
|           |                              |                |              |                              |           |              |
|           |                              |                |              |                              |           |              |
|           |                              |                |              |                              |           |              |

**Auswertung Concept Maps: Beispiele**

Code: **G1 D** (MZP I)

Original (abfotografiert):

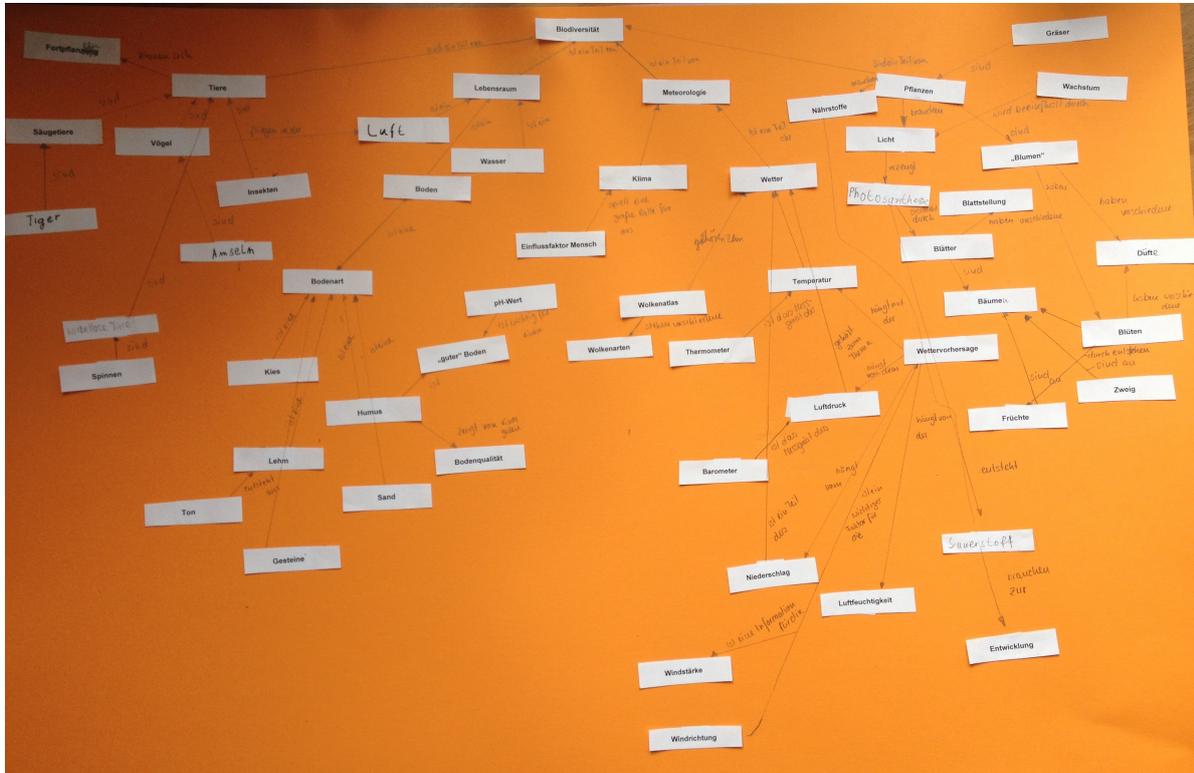


Abb.: Originales Concept Map der Gruppe G1 D zum Messzeitpunkt I

digitalisiert mit IHMC Cmap Tools:

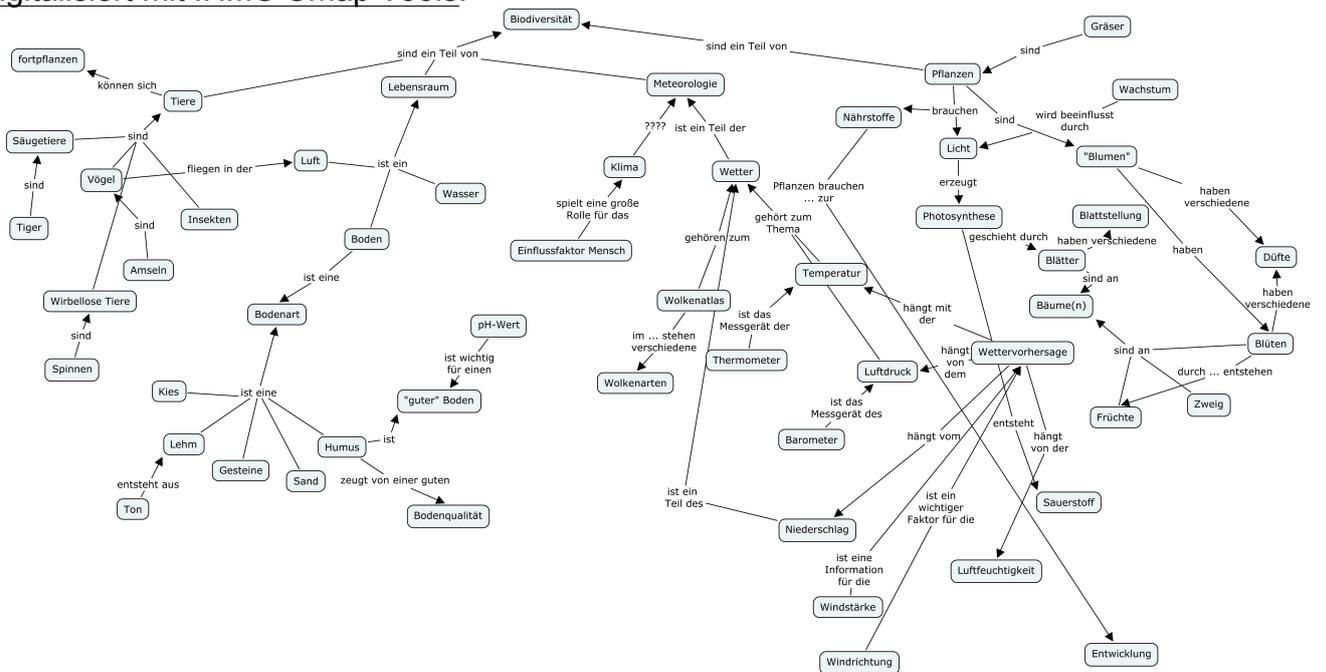


Abb.: Digitalisiertes Concept Map der Gruppe G1 D zum Messzeitpunkt I

Kanten und Punkte der drei Rater:

Tab.: Bewertetes Concept Map der Gruppe G1 D zum Messzeitpunkt I

| 1. Knoten                | Relation                           | 2. Knoten         | Punkt<br>(0-3) | Punkt<br>(0-3) | Punkt<br>(0-3) | Median |
|--------------------------|------------------------------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|--------|
| Amseln                   | sind                               | Vögel             | 2              | 2              | 2              | 2      |
| Barometer                | ist das<br>Messgerät des           | Luftdruck[s]      | 2              | 2              | 2              | 2      |
| Blätter                  | sind an                            | Bäume(n)          | 1              | 1              | 1              | 1      |
| Blätter                  | haben<br>verschiedene              | Blattstellung[en] | 2              | 2              | 2              | 2      |
| Blumen                   | haben<br>verschiedene              | Düfte             | 2              | 2              | 2              | 2      |
| Blumen                   | haben                              | Blüten            | 2              | 2              | 1              | 2      |
| Blüten                   | durch ...<br>entstehen             | Früchte           | 1              | 1              | 1              | 1      |
| Blüten                   | sind an                            | Bäume(n)          | 1              | 1              | 1              | 1      |
| Blüten                   | haben<br>verschiedene              | Düfte             | 2              | 2              | 2              | 2      |
| Boden                    | ist eine                           | Bodenart          | 0              | 0              | 0              | 0      |
| Boden                    | ist ein                            | Lebensraum        | 2              | 2              | 2              | 2      |
| Einflussfaktor<br>Mensch | spielt eine große<br>Rolle für das | Klima             | 2              | 2              | 2              | 2      |
| Früchte                  | sind an                            | Bäume(n)          | 1              | 1              | 1              | 1      |
| Gesteine                 | ist eine                           | Bodenart          | 0              | 0              | 0              | 0      |
| Gräser                   | sind                               | Pflanzen          | 2              | 2              | 2              | 2      |
| Humus                    | ist                                | guter Boden       | 0              | 0              | 0              | 0      |
| Humus                    | ist eine                           | Bodenart          | 0              | 0              | 0              | 0      |
| Humus                    | zeugt von einer<br>guten           | Bodenqualität     | 2              | 2              | 2              | 2      |
| Insekten                 | sind                               | Tiere             | 2              | 2              | 2              | 2      |
| Kies                     | ist eine                           | Bodenart          | 2              | 2              | 2              | 2      |
| Klima                    | ????                               | Meteorologie      | 0              | 0              | 0              | 0      |
| Lebensraum               | ist ein Teil von                   | Biodiversität     | 2              | 2              | 2              | 2      |
| Lehm                     | ist eine                           | Bodenart          | 2              | 2              | 2              | 2      |
| Licht                    | erzeugt                            | Photosynthese     | 2              | 2              | 1              | 2      |
| Luft                     | ist ein                            | Lebensraum        | 2              | 1              | 2              | 2      |
| Luftdruck                | gehört zum<br>Thema                | Wetter            | 2              | 2              | 2              | 2      |
| Meteorologie             | ist ein Teil von                   | Biodiversität     | 0              | 0              | 0              | 0      |
| Nährstoffe               | Pflanzen<br>brauchen ... zur       | Entwicklung       | 3              | 3              | 3              | 3      |
| Niederschlag             | ist ein Teil des                   | Wetter[s]         | 2              | 2              | 2              | 2      |
| Pflanzen                 | sind                               | Blumen            | 1              | 1              | 1              | 1      |
| Pflanzen                 | brauchen                           | Nährstoffe        | 2              | 2              | 2              | 2      |
| Pflanzen                 | brauchen                           | Licht             | 2              | 2              | 2              | 2      |
| Pflanzen                 | sind ein Teil von                  | Biodiversität     | 2              | 2              | 2              | 2      |
| pH-Wert                  | ist wichtig für<br>einen           | gute[n] Boden     | 1              | 0              | 1              | 1      |

|                  |                                     |                  |   |   |   |   |
|------------------|-------------------------------------|------------------|---|---|---|---|
| Photosynthese    | entsteht                            | Sauerstoff       | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Photosynthese    | geschieht durch                     | Blätter          | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Sand             | ist eine                            | Bodenart         | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Säugetiere       | sind                                | Tiere            | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Spinnen          | sind                                | Wirbellose Tiere | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Temperatur       | gehört zum<br>Thema                 | Wetter           | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Thermometer      | ist das<br>Messgerät der            | Temperatur       | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Tiere            | sind ein Teil von                   | Biodiversität    | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Tiere            | können sich                         | fortpflanzen     | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Tiger            | sind                                | Säugetiere       | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ton              | entsteht aus                        | Lehm             | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vögel            | sind                                | Tiere            | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Vögel            | fliegen in der                      | Luft             | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Wachstum         | wird beeinflusst<br>durch           | Licht            | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Wasser           | ist ein                             | Lebensraum       | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Wetter           | ist ein Teil der                    | Meteorologie     | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Wettervorhersage | hängt von der<br>[... ab]           | Luftfeuchtigkeit | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Wettervorhersage | hängt von dem<br>[... ab]           | Luftdruck        | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Wettervorhersage | hängt mit der<br>[... ab]           | Temperatur       | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Wettervorhersage | hängt vom<br>[... ab]               | Niederschlag     | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Windrichtung     | ist ein wichtiger<br>Faktor für die | Wettervorhersage | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Windstärke       | ist eine<br>Information für<br>die  | Wettervorhersage | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Wirbellose Tiere | sind                                | Tiere            | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Wolkenatlas      | im ... stehen<br>verschiedene       | Wolkenarten      | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Wolkenatlas      | gehör[t] zum                        | Wetter           | 1 | 2 | 0 | 1 |
| Zweig[e]         | sind an                             | Bäume(n)         | 2 | 1 | 2 | 2 |

Ermittelte Graphenmaße:

Tab.: Ermittelte Graphenmaße für das Concept Map der Gruppe G1 D zum Messzeitpunkt I

| Code | KNO | KNOselbst | KAN | KANrichtig | KANfalsch | Score | KPX1  | KPX2  | KPX3  | INS |
|------|-----|-----------|-----|------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-----|
| G1 D | 55  | 6         | 60  | 45         | 15        | 99    | 1,091 | 1,650 | 0,818 | 1   |

Code: **G2 D** (MZP II)

abfotografiert:

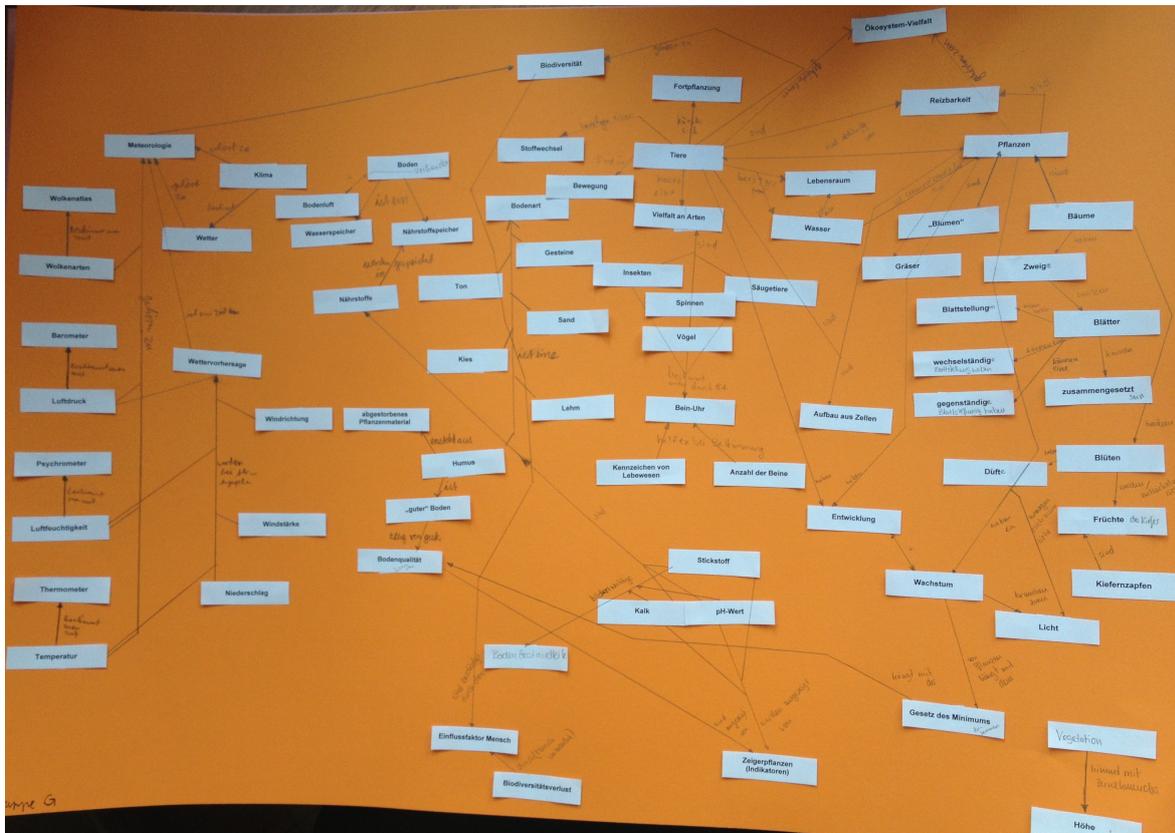


Abb.: Originales Concept Map der Gruppe G2 D zum Messzeitpunkt II

digitalisiert mit IHMC Cmap Tools:

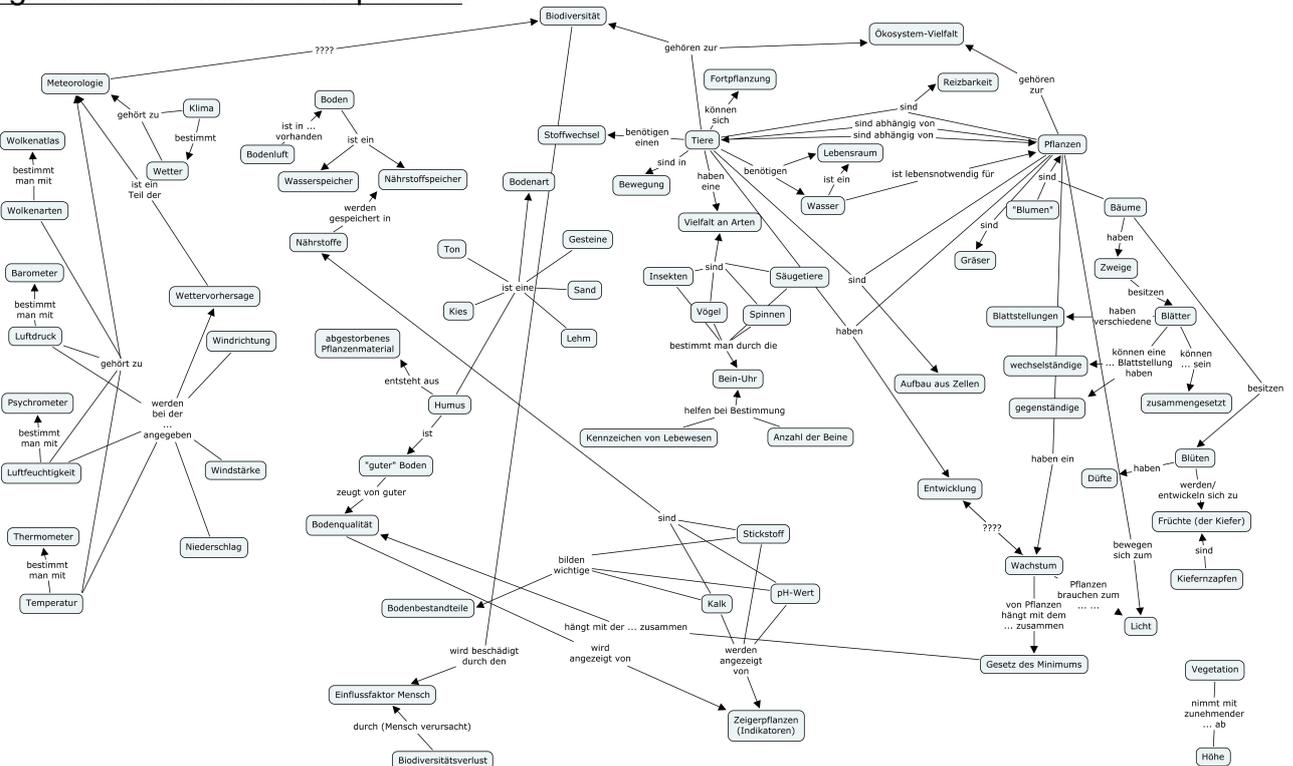


Abb.: Digitalisiertes Concept Map der Gruppe G2 D zum Messzeitpunkt II

Kanten und Punkte der drei Rater:

Tab.: Bewertetes Concept Map der Gruppe G2 D zum Messzeitpunkt II

| 1. Knoten             | Relation                            | 2. Knoten                        | Punkt (0-3) | Punkt (0-3) | Punkt (0-3) | Median |
|-----------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------|
| Anzahl der Beine      | helfen bei Bestimmung [mit]         | Bein-Uhr                         | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Bäume                 | haben                               | Zweige                           | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Bäume                 | sind                                | Pflanzen                         | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Bäume                 | besitzen                            | Blüten                           | 1           | 2           | 1           | 1      |
| Biodiversität         | wird beschädigt durch den           | Einflussfaktor Mensch            | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Biodiversitätsverlust | durch (Mensch verursacht)           | Einflussfaktor Mensch            | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Blätter               | können eine ... Blattstellung haben | wechselständige                  | 3           | 3           | 3           | 3      |
| Blätter               | können ... sein                     | zusammengesetzt                  | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Blätter               | haben verschiedene                  | Blattstellungen                  | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Blätter               | können eine ... Blattstellung haben | gegenständige                    | 3           | 3           | 3           | 3      |
| Blumen                | sind                                | Pflanzen                         | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Blüten                | haben                               | Düfte                            | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Blüten                | werden/ entwickeln sich zu          | Früchte[n]                       | 2           | 1           | 2           | 2      |
| Boden                 | ist ein                             | Nährstoffspeicher                | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Boden                 | ist ein                             | Wasserspeicher                   | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Bodenluft             | ist in ... vorhanden                | Boden                            | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Bodenqualität         | wird angezeigt von                  | Zeigerpflanzen (Indikatoren)     | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Entwicklung           | ????                                | Wachstum                         | 0           | 0           | 0           | 0      |
| Gesetz des Minimums   | hängt mit der ... zusammen          | Bodenqualität                    | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Gesteine              | ist eine                            | Bodenart                         | 0           | 0           | 0           | 0      |
| guter Boden           | zeugt von guter                     | Bodenqualität                    | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Humus                 | ist                                 | guter Boden                      | 1           | 1           | 1           | 1      |
| Humus                 | ist eine                            | Bodenart                         | 0           | 0           | 0           | 0      |
| Humus                 | entsteht aus                        | abgestorbene[m] Pflanzenmaterial | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Insekten              | sind                                | Vielfalt an Arten                | 2           | 1           | 2           | 2      |
| Insekten              | bestimmt man durch die              | Bein-Uhr                         | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Kalk                  | wird angezeigt von                  | Zeigerpflanzen (Indikatoren)     | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Kalk                  | sind                                | Nährstoffe                       | 2           | 1           | 2           | 2      |
| Kalk                  | bilden wichtige                     | Bodenbestandteile                | 2           | 2           | 2           | 2      |

|                           |                             |                              |   |   |   |   |
|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|---|---|---|---|
| Kennzeichen von Lebewesen | helfen bei Bestimmung [mit] | Bein-Uhr                     | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Kiefernzapfen             | sind                        | Früchte (der Kiefer)         | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Kies                      | ist eine                    | Bodenart                     | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Klima                     | bestimmt                    | Wetter                       | 1 | 2 | 1 | 1 |
| Klima                     | gehört zu                   | Meteorologie                 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Lehm                      | ist eine                    | Bodenart                     | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Luftdruck                 | wird bei der ... angegeben  | Wettervorhersage             | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Luftdruck                 | bestimmt man mit            | Barometer                    | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Luftdruck                 | gehört zu                   | Meteorologie                 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Luftfeuchtigkeit          | bestimmt man mit            | Psychrometer                 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Luftfeuchtigkeit          | wird bei der ... angegeben  | Wettervorhersage             | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Luftfeuchtigkeit          | gehört zu                   | Meteorologie                 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Meteorologie              | ????                        | Biodiversität                | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Nährstoffe                | werden gespeichert in       | Nährstoffspeicher            | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Niederschlag              | wird bei der ... angegeben  | Wettervorhersage             | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Pflanzen                  | gehören zur                 | Ökosystem-Vielfalt           | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Pflanzen                  | sind                        | Reizbar(keit)                | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Pflanzen                  | haben ein                   | Wachstum                     | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Pflanzen                  | sind                        | Gräser                       | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Pflanzen                  | sind abhängig von           | Tiere[n]                     | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Pflanzen                  | haben                       | Entwicklung                  | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Pflanzen                  | bewegen sich zum            | Licht                        | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Pflanzen                  | sind                        | Aufbau aus Zellen            | 2 | 2 | 2 | 2 |
| pH-Wert                   | bilden wichtige             | Bodenbestandteile            | 0 | 0 | 0 | 0 |
| pH-Wert                   | werden angezeigt von        | Zeigerpflanzen (Indikatoren) | 2 | 1 | 2 | 2 |
| pH-Wert                   | sind                        | Nährstoffe                   | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sand                      | ist eine                    | Bodenart                     | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Säugetiere                | bestimmt man durch die      | Bein-Uhr                     | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Säugetiere                | sind                        | Vielfalt an Arten            | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Spinnen                   | bestimmt man durch die      | Bein-Uhr                     | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Spinnen                   | sind                        | Vielfalt an Arten            | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Stickstoff                | bilden wichtige             | Bodenbestandteile            | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Stickstoff                | sind                        | Nährstoffe                   | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Stickstoff                | werden angezeigt von        | Zeigerpflanzen (Indikatoren) | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Temperatur                | gehört zu                   | Meteorologie                 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Temperatur                | wird bei der ... angegeben  | Wettervorhersage             | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Temperatur                | bestimmt man mit            | Thermometer                  | 2 | 2 | 2 | 2 |

|                  |   |                        |   |   |   |   |
|------------------|---|------------------------|---|---|---|---|
| Tiere            | sind abhängig von                             | Pflanzen               | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Tiere            | gehören zur                                   | Ökosystem-<br>Vielfalt | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Tiere            | benötigen einen                               | Stoffwechsel           | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Tiere            | sind  | Reizbar(keit)          | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Tiere            | gehören zur                                   | Biodiversität          | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Tiere            | haben eine                                    | Vielfalt an Arten      | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Tiere            | sind in                                       | Bewegung               | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Tiere            | benötigen                                     | Lebensraum             | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Tiere            | können sich                                   | Fortpflanzung          | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Tiere            | haben   | Entwicklung            | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Tiere            | sind  | Aufbau aus Zellen      | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Tiere            | benötigen                                     | Wasser                 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ton              | ist eine                                      | Bodenart               | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Vegetation       | nimmt mit<br>zunehmender ...<br>ab            | Höhe                   | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Vögel            | bestimmt man<br>durch die                     | Bein-Uhr               | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Vögel            | sind  | Vielfalt an Arten      | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Wachstum         | ????  | Entwicklung            | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Wachstum         | von Pflanzen<br>hängt mit dem ...<br>zusammen | Gesetz des<br>Minimums | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Wachstum         | Pflanzen brauchen<br>zum ... ..               | Licht                  | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Wasser           | ist ein                                       | Lebensraum             | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Wasser           | ist<br>lebensnotwendig<br>für                 | Pflanzen               | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Wetter           | gehört zur                                    | Meteorologie           | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Wettervorhersage | ist ein Teil der                              | Meteorologie           | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Windrichtung     | wird bei der ...<br>angegeben                 | Wettervorhersage       | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Windstärke       | wird bei der ...<br>angegeben                 | Wettervorhersage       | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Wolkenarten      | bestimmt man mit                              | Wolkenatlas            | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Wolkenarten      | gehören zur                                   | Meteorologie           | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Zweige           | besitzen                                      | Blätter                | 1 | 1 | 1 | 1 |

Ermittelte Graphenmaße:

Tab.: Ermittelte Graphenmaße für das Concept Map der Gruppe G2 D zum Messzeitpunkt II

| Code | KNO | KNOselbst | KAN | KANrichtig | KANfalsch | Score | KPX1  | KPX2  | KPX3  | INS |
|------|-----|-----------|-----|------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-----|
| G2 D | 75  | 2         | 94  | 80         | 14        | 171   | 1,253 | 1,819 | 1,067 | 2   |



## Kanten und Punkte der drei Rater:

Tab.: Bewertetes Concept Map der Gruppe E1 G zum Messzeitpunkt I

| 1. Knoten                      | Relation               | 2. Knoten           | Punkt (0-3) | Punkt (0-3) | Punkt (0-3) | Median |
|--------------------------------|------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|--------|
| abgestorbenes Pflanzenmaterial | wird zu                | Humus               | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Anzahl der Beine               | haben 8 Beine          | Spinnen             | 1           | 1           | 1           | 1      |
| Anzahl der Beine               | haben 6 Beine          | Insekten            | 1           | 1           | 1           | 1      |
| Anzahl der Beine               | haben 2 Beine          | Vögel               | 1           | 1           | 1           | 1      |
| Anzahl der Beine               | haben 4 Beine          | Säugetiere          | 1           | 1           | 1           | 1      |
| Barometer                      | misst                  | Luftdruck           | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Bäume                          | besitzen               | Zweig               | 2           | 2           | 1           | 2      |
| Bewegung                       | kommt an auf           | Lebensraum          | 2           | 2           | 1           | 2      |
| Blätter                        | hängen an              | Zweig[en]           | 1           | 1           | 1           | 1      |
| Blumen                         | besitzen               | Blüten              | 2           | 2           | 1           | 2      |
| Blüten                         | verbreiten             | Duft                | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Boden                          | ist                    | Nährstoffspeicher   | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Boden                          | ????                   | Humus               | 0           | 0           | 0           | 0      |
| Boden                          | weist auf              | Bodenart            | 2           | 1           | 2           | 2      |
| Bodenart                       | sind                   | Sand                | 1           | 1           | 1           | 1      |
| Bodenart                       | sind                   | Lehm                | 1           | 1           | 1           | 1      |
| Bodenart                       | sind                   | Gesteine            | 0           | 1           | 0           | 0      |
| Bodenart                       | sind                   | Kalk                | 0           | 0           | 0           | 0      |
| Bodenart                       | sind                   | Kies                | 1           | 1           | 1           | 1      |
| Bodenqualität                  | macht                  | guter Boden         | 1           | 1           | 0           | 1      |
| Entwicklung                    | führt zu               | Genetische Vielfalt | 2           | 2           | 0           | 2      |
| Fortpflanzung                  | führt zu               | Genetische Vielfalt | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Früchte                        | wachsen an             | Bäume[en]           | 1           | 1           | 1           | 1      |
| Kiefernzapfen                  | hängen an              | Zweig[en]           | 1           | 1           | 2           | 1      |
| Klima                          | macht ... aus          | Temperatur          | 0           | 0           | 0           | 0      |
| Licht                          | fördert                | Wachstum            | 2           | 1           | 2           | 2      |
| Luftdruck                      | zeigt [...] an         | Niederschlag        | 0           | 1           | 2           | 1      |
| Meteorologie                   | beschäftigt sich [mit] | Klima               | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Meteorologie                   | beschäftigt sich [mit] | Wetter              | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Nährstoffspeicher              | enthält                | Nährstoffe          | 2           | 2           | 1           | 2      |
| Pflanzen                       | benötigen              | Licht               | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Pflanzen                       | sind                   | Bäume               | 1           | 1           | 1           | 1      |
| Pflanzen                       | sind                   | Blumen              | 1           | 1           | 1           | 1      |
| Pflanzen                       | sind                   | Gräser              | 1           | 1           | 1           | 1      |
| pH-Wert                        | gibt [...] an          | Bodenqualität       | 1           | 1           | 2           | 1      |
| Temperatur                     | ist abhängig von       | Luftfeuchtigkeit    | 1           | 0           | 1           | 1      |
| Temperatur                     | ist abhängig von       | Höhe                | 1           | 2           | 2           | 2      |
| Temperatur                     | misst man mit          | Thermometer         | 2           | 2           | 2           | 2      |

|                   |                   |                   |   |   |   |   |
|-------------------|-------------------|-------------------|---|---|---|---|
| Tiere             | haben             | Vielfalt an Arten | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Tiere             | haben             | Entwicklung       | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Tiere             | machen            | Fortpflanzung     | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Tiere             | haben             | Lebensräume       | 2 | 2 | 2 | 2 |
|                   | verschiedene      |                   |   |   |   |   |
| Vielfalt an Arten | ????              | Anzahl der Beine  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Wasser            | fördert           | Wachstum          | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Wettervorhersage  | sagt [... voraus] | Wetter            | 2 | 2 | 2 | 2 |

Ermittelte Graphenmaße:

Tab.: Ermittelte Graphenmaße für das Concept Map der Gruppe E1 G zum Messzeitpunkt I

| <b>Code</b> | <b>KNO</b> | <b>KNOselbst</b> | <b>KAN</b> | <b>KANrichtig</b> | <b>KANfalsch</b> | <b>Score</b> | <b>KPX1</b> | <b>KPX2</b> | <b>KPX3</b> | <b>INS</b> |
|-------------|------------|------------------|------------|-------------------|------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| E1 G        | 50         | 0                | 45         | 23                | 22               | 63           | 0,900       | 1,400       | 0,460       | 6          |



Kanten und Punkte der drei Rater:

Tab.: Bewertetes Concept Map der Gruppe E2 G zum Messzeitpunkt II

| 1. Knoten                      | Relation                    | 2. Knoten         | Punkt (0-3) | Punkt (0-3) | Punkt (0-3) | Median |
|--------------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|--------|
| abgestorbenes Pflanzenmaterial | entwickelt sich zu          | Humus             | 1           | 2           | 1           | 1      |
| Bäume                          | haben                       | Blüten            | 1           | 2           | 1           | 1      |
| Bäume                          | besitzen                    | Zweig[e]          | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Bäume                          | kann man durch ... erkennen | Blätter           | 2           | 1           | 2           | 2      |
| Bein-Uhr                       | beinhaltet                  | Vögel             | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Bein-Uhr                       | beinhaltet                  | Säugetiere        | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Bein-Uhr                       | beinhaltet                  | Spinnen           | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Bein-Uhr                       | beinhaltet                  | Insekten          | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Bein-Uhr                       | zeigt                       | Anzahl der Beine  | 2           | 2           | 1           | 2      |
| Bergmannsche Regel             | gibt Größe an von           | Tiere[n]          | 2           | 1           | 2           | 2      |
| Blätter                        | sind verschieden            | zusammengesetzt   | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Blätter                        | können ... sein             | einfach           | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Blätter                        | sind                        | wechselständig    | 2           | 1           | 2           | 2      |
| Blätter                        | sind                        | gegenständig      | 2           | 1           | 2           | 2      |
| Blätter                        | hängen an                   | Zweig             | 1           | 2           | 2           | 2      |
| Blattstellung[en]              | unterscheiden               | Blätter           | 1           | 1           | 1           | 1      |
| Blumen                         | besitzen teilweise          | Duft              | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Blumen                         | haben                       | Blüten            | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Blüten                         | haben manchmal              | Duft              | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Boden                          | ist                         | Wasserspeicher    | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Boden                          | enthält                     | Bodenluft         | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Boden                          | ist                         | Lebensraum        | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Boden                          | hat verschiedene            | Bodenart[en]      | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Boden                          | hat                         | pH-Wert           | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Boden                          | ist                         | Nährstoffspeicher | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Bodenluft                      | enthält                     | Sauerstoff        | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Bodenluft                      | enthält                     | Stickstoff        | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Bodenluft                      | enthaltende Böden sind      | gute Böden        | 3           | 3           | 3           | 3      |
| Gesetz des Minimums            | [ist] abhängig von          | Nährstoffe[n]     | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Gesteine                       | befinden sich im            | Boden             | 2           | 2           | 2           | 2      |
| gute Böden                     | haben hohe                  | Bodenqualität     | 2           | 2           | 2           | 2      |
| Humus                          | besitzt gute                | Bodenqualität     | 1           | 1           | 1           | 1      |
| Kennzeichen von Lebewesen      | ist                         | Fortpflanzung     | 2           | 2           | 2           | 2      |

|                           |                         |                                  |   |   |   |   |
|---------------------------|-------------------------|----------------------------------|---|---|---|---|
| Kennzeichen von Lebewesen | ist                     | Entwicklung                      | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Kennzeichen von Lebewesen | ist                     | Reizbarkeit                      | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Kennzeichen von Lebewesen | ist                     | Aufbau aus Zellen                | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Kennzeichen von Lebewesen | ist                     | Bewegung                         | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Kennzeichen von Lebewesen | ist                     | Stoffwechsel                     | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Kennzeichen von Lebewesen | kennzeichnet            | Tiere                            | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Klima                     | bestimmt                | Bergmannsche Regel               | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Klima                     | [ist] Teil von          | Wetter                           | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Klima                     | [ist] Oberthema         | Meteorologie                     | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Lebensraum                | Boden ist ... für       | Tiere                            | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Lehm                      | ist                     | Bodenart                         | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Luftdruck                 | misst man mit           | Barometer                        | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Meteorologie              | [ist] anderer Name für  | Wetter                           | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Niederschlag              | dadurch entsteht        | Luftfeuchtigkeit                 | 2 | 0 | 2 | 2 |
| Pflanzen                  | beinhalten              | Gesetz des Minimums              | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Pflanzen                  | können zu ... werden    | abgestorbene[m] Pflanzenmaterial | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Pflanzen                  | sind                    | Blumen                           | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Pflanzen                  | sind                    | Bäume                            | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Pflanzen                  | benötigen               | Wasser                           | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Pflanzen                  | besitzen                | Vielfalt an Arten                | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Pflanzen                  | brauchen                | Nährstoffe                       | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Pflanzen                  | sind                    | Gräser                           | 1 | 1 | 1 | 1 |
| pH-Wert                   | ist hoch bei Böden mit  | Kalk                             | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Sand                      | ist                     | Bodenart                         | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Temperatur                | messen mit einem        | Thermometer                      | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Temperatur                | sehr geringe Temperatur | Taupunkt                         | 1 | 1 | 2 | 1 |
| Temperatur                | bestimmt das            | Wetter                           | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Tiere                     | sitzen auf              | Blätter[n]                       | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Tiere                     | sind fähig zu           | Bewegung                         | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Tiere                     | durchlaufen             | Entwicklung                      | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Tiere                     | betreiben               | Stoffwechsel                     | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Tiere                     | unterscheidet man an    | Anzahl der Beine                 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Tiere                     | besitzen                | Vielfalt an Arten                | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ton                       | ist                     | Bodenart                         | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Windrichtung              | misst man               | Psychrometer                     | 0 | 0 | 0 | 0 |

|             |                               |              |   |   |   |   |
|-------------|-------------------------------|--------------|---|---|---|---|
| Windstärke  | messen mit                    | Psychrometer | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Wolkenarten | sind dafür<br>verantwortlich: | Niederschlag | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Wolkenarten | bestimmen mit<br>einem        | Wolkenatlas  | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Zweig[en]   | [an ...] sind                 | Früchte      | 1 | 1 | 1 | 1 |

Ermittelte Graphenmaße:

Tab.: Ermittelte Graphenmaße für das Concept Map der Gruppe E2 G zum Messzeitpunkt II

| Code | KNO | KNOselbst | KAN | KANrichtig | KANfalsch | Score | KPX1  | KPX2  | KPX3  | INS |
|------|-----|-----------|-----|------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-----|
| E2 G | 67  | 1         | 72  | 57         | 15        | 129   | 1,075 | 1,792 | 0,851 | 4   |

**Interraterreliabilität****Kendalls Konkordanzkoeffizient**

Kendall-W = 0,69

 $H_0$ : Die Verteilungen der drei Rater sind gleich. $H_1$ : Die Verteilungen der drei Rater sind nicht gleich.**Übersicht über Hypothesentest**

|   | Nullhypothese   | Test  | Sig. | Entscheidung            |
|---|---|---|------|-------------------------|
| 1 | Die Verteilungen von RaterA, RaterB and RaterC sind gleich. | Kendalls Konkordanz-Koeffizienten verbundener Stichproben | ,069 | Nullhypothese behalten. |

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.

**Cohens Kappa (paarweise)** $\kappa = 0,67$ 

Makro-Excel-Tools für Reliabilitätstests von Jenderek (2006):

|                      |      |      |  |             |                                    |
|----------------------|------|------|--|-------------|------------------------------------|
|                      | 0,61 | 0,87 |  | 0,74        | Durchschnitt (Codierer): Codierer1 |
| 0,61                 |      | 0,52 |  | 0,56        | Durchschnitt (Codierer): Codierer2 |
| 0,87                 | 0,52 |      |  | 0,70        | Durchschnitt (Codierer): Codierer3 |
| <b>Cohens Kappa:</b> |      |      |  | <b>0,67</b> | Durchschnitt (Kategorie)           |

**Krippendorffs Alpha** $\alpha_{\text{Nominal}} = 0,63$ 

Makro-Excel-Tools für Reliabilitätstests von Jenderek (2006):

| Wert                      | 1  | 2   | 3 | Randsumme | Anzahl Codierungen |
|---------------------------|----|-----|---|-----------|--------------------|
| 1                         | 59 | 17  |   | 79        | 1101               |
| 2                         | 17 | 164 | 1 | 187       | 3906               |
| 3                         |    | 1   | 4 | 5         | 105                |
| Diagonalsumme =227        | 3  | 5   |   | 18        |                    |
| Krippendorffs Alpha: 0,63 |    |     |   |           |                    |

**Ergebnisse der Concept Maps****Probanden mit Intervention MZP I**

Tab.: Detaillierte Zusammenfassung der CM der Probanden mit Intervention zum MZP I

| <b>Code</b> | <b>KNO</b> | <b>KNOselbst</b> | <b>KAN</b> | <b>KANrichtig</b> | <b>KANfalsch</b> | <b>Score</b> | <b>KPX1</b> | <b>KPX2</b> | <b>KPX3</b> | <b>INS</b> |
|-------------|------------|------------------|------------|-------------------|------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| A1 D        | 33         | 0                | 42         | 24                | 18               | 64           | 1,273       | 1,524       | 0,727       | 1          |
| B1 D        | 49         | 2                | 47         | 28                | 19               | 72           | 0,959       | 1,532       | 0,571       | 5          |
| C1 D        | 53         | 2                | 66         | 47                | 19               | 110          | 1,245       | 1,667       | 0,887       | 2          |
| D1 D        | 43         | 2                | 39         | 28                | 11               | 63           | 0,907       | 1,615       | 0,651       | 5          |
| E1 D        | 56         | 0                | 66         | 49                | 17               | 111          | 1,179       | 1,682       | 0,875       | 2          |
| F1 D        | 41         | 2                | 53         | 38                | 15               | 90           | 1,293       | 1,698       | 0,927       | 1          |
| G1 D        | 55         | 6                | 60         | 45                | 15               | 99           | 1,091       | 1,650       | 0,818       | 1          |
| H1 D        | 46         | 2                | 49         | 31                | 18               | 73           | 1,065       | 1,490       | 0,674       | 3          |
| A1 G        | 28         | 3                | 34         | 19                | 15               | 48           | 1,214       | 1,412       | 0,679       | 1          |
| B1 G        | 66         | 5                | 72         | 40                | 32               | 102          | 1,091       | 1,417       | 0,606       | 7          |
| C1 G        | 45         | 2                | 47         | 24                | 23               | 61           | 1,044       | 1,298       | 0,533       | 3          |
| D1 G        | 48         | 0                | 59         | 27                | 32               | 67           | 1,229       | 1,136       | 0,563       | 1          |
| E1 G        | 50         | 0                | 45         | 23                | 22               | 63           | 0,900       | 1,400       | 0,460       | 6          |
| F1 G        | 67         | 0                | 94         | 34                | 59               | 95           | 1,403       | 1,011       | 0,507       | 1          |
| G1 G        | 19         | 0                | 20         | 11                | 9                | 27           | 1,053       | 1,350       | 0,579       | 1          |

**Probanden mit Intervention MZP II**

Tab.: Detaillierte Zusammenfassung der CM der Probanden mit Intervention zum MZP II

| <b>Code</b> | <b>KNO</b> | <b>KNOselbst</b> | <b>KAN</b> | <b>KANrichtig</b> | <b>KANfalsch</b> | <b>Score</b> | <b>KPX1</b> | <b>KPX2</b> | <b>KPX3</b> | <b>INS</b> |
|-------------|------------|------------------|------------|-------------------|------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| A2 D        | 54         | 2                | 66         | 42                | 24               | 94           | 1,222       | 1,424       | 0,778       | 2          |
| B2 D        | 67         | 0                | 79         | 60                | 19               | 129          | 1,179       | 1,633       | 0,896       | 1          |
| C2 D        | 81         | 1                | 86         | 78                | 8                | 164          | 1,062       | 1,907       | 0,963       | 1          |
| D2 D        | 54         | 6                | 56         | 48                | 8                | 103          | 1,037       | 1,839       | 0,889       | 4          |
| E2 D        | 68         | 2                | 72         | 56                | 16               | 121          | 1,059       | 1,681       | 0,824       | 3          |
| F2 D        | 69         | 0                | 81         | 71                | 10               | 146          | 1,174       | 1,802       | 1,029       | 2          |
| G2 D        | 75         | 2                | 94         | 80                | 14               | 171          | 1,253       | 1,819       | 1,067       | 2          |
| H2 D        | 54         | 4                | 63         | 43                | 20               | 100          | 1,167       | 1,587       | 0,796       | 2          |
| A2 G        | 49         | 1                | 56         | 51                | 5                | 104          | 1,143       | 1,857       | 1,041       | 1          |
| B2 G        | 80         | 4                | 95         | 71                | 24               | 157          | 1,188       | 1,653       | 0,888       | 2          |
| C2 G        | 73         | 1                | 75         | 59                | 16               | 127          | 1,027       | 1,693       | 0,808       | 1          |
| D2 G        | 65         | 1                | 67         | 56                | 11               | 119          | 1,031       | 1,776       | 0,862       | 1          |
| E2 G        | 67         | 1                | 72         | 57                | 15               | 129          | 1,075       | 1,792       | 0,851       | 4          |
| F2 G        | 78         | 1                | 93         | 74                | 19               | 156          | 1,192       | 1,677       | 0,949       | 3          |
| G2 G        | 71         | 2                | 87         | 80                | 7                | 166          | 1,225       | 1,908       | 1,127       | 1          |

**Kontrollgruppe ohne Intervention MZP I**

Tab.: Detaillierte Zusammenfassung der CM der Kontrollgruppe ohne Intervention zum MZP I

| Code | KNO | KNOselbst | KAN | KANrichtig | KANfalsch | Score | KPX1  | KPX2  | KPX3  | INS |
|------|-----|-----------|-----|------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-----|
| A1 K | 31  | 0         | 31  | 22         | 9         | 46    | 1,000 | 1,484 | 0,71  | 2   |
| B1 K | 54  | 1         | 50  | 38         | 12        | 79    | 0,926 | 1,58  | 0,704 | 1   |
| C1 K | 48  | 1         | 52  | 37         | 15        | 83    | 1,083 | 1,596 | 0,771 | 2   |
| D1 K | 52  | 1         | 46  | 27         | 19        | 66    | 0,885 | 1,435 | 0,519 | 3   |
| E1 K | 46  | 0         | 45  | 28         | 17        | 65    | 0,978 | 1,444 | 0,609 | 1   |
| F1 K | 55  | 2         | 54  | 43         | 11        | 88    | 0,982 | 1,630 | 0,782 | 4   |
| G1 K | 42  | 3         | 48  | 32         | 16        | 71    | 1,143 | 1,479 | 0,762 | 2   |

**Kontrollgruppe ohne Intervention MZP II**

Tab.: Detaillierte Zusammenfassung der CM der Kontrollgruppe ohne Intervention zum MZP II

| Code | KNO | KNOselbst | KAN | KANrichtig | KANfalsch | Score | KPX1  | KPX2  | KPX3  | INS |
|------|-----|-----------|-----|------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-----|
| A2 K | 33  | 1         | 34  | 24         | 10        | 52    | 1,030 | 1,529 | 0,727 | 2   |
| B2 K | 53  | 0         | 48  | 35         | 13        | 78    | 0,906 | 1,625 | 0,660 | 3   |
| C2 K | 50  | 2         | 53  | 39         | 14        | 85    | 1,060 | 1,604 | 0,780 | 1   |
| D2 K | 53  | 0         | 50  | 31         | 19        | 72    | 0,943 | 1,440 | 0,585 | 3   |
| E2 K | 47  | 1         | 46  | 33         | 13        | 69    | 0,979 | 1,500 | 0,702 | 2   |
| F2 K | 53  | 1         | 51  | 39         | 12        | 81    | 0,962 | 1,588 | 0,736 | 2   |
| G2 K | 45  | 1         | 53  | 38         | 15        | 83    | 1,178 | 1,566 | 0,844 | 3   |

Tab.: Vergleich der Punkteniveaus der CM der Probanden mit Intervention

| Code MZP I            | 0 Pkt      | 1 Pkt       | 2 Pkt       | 3 Pkt      | Code MZP II           | 0 Pkt      | 1 Pkt      | 2 Pkt       | 3 Pkt      |
|-----------------------|------------|-------------|-------------|------------|-----------------------|------------|------------|-------------|------------|
| A1 D                  | 5          | 13          | 21          | 3          | A2 D                  | 15         | 9          | 41          | 1          |
| B1 D                  | 3          | 16          | 28          | 0          | B2 D                  | 10         | 9          | 60          | 0          |
| C1 D                  | 5          | 14          | 45          | 2          | C2 D                  | 5          | 3          | 73          | 5          |
| D1 D                  | 4          | 7           | 28          | 0          | D2 D                  | 3          | 5          | 46          | 2          |
| E1 D                  | 4          | 13          | 49          | 0          | E2 D                  | 7          | 9          | 56          | 0          |
| F1 D                  | 5          | 10          | 34          | 4          | F2 D                  | 7          | 3          | 70          | 1          |
| G1 D                  | 7          | 8           | 44          | 1          | G2 D                  | 7          | 7          | 76          | 4          |
| H1 D                  | 7          | 11          | 31          | 0          | H2 D                  | 7          | 13         | 42          | 1          |
| A1 G                  | 5          | 10          | 19          | 0          | A2 G                  | 3          | 2          | 51          | 0          |
| B1 G                  | 10         | 22          | 40          | 0          | B2 G                  | 13         | 11         | 67          | 4          |
| C1 G                  | 10         | 13          | 24          | 0          | C2 G                  | 8          | 8          | 58          | 1          |
| D1 G                  | 19         | 13          | 27          | 0          | D2 G                  | 4          | 7          | 56          | 0          |
| E1 G                  | 5          | 17          | 23          | 0          | E2 G                  | 2          | 13         | 55          | 2          |
| F1 G                  | 32         | 27          | 34          | 0          | F2 G                  | 11         | 8          | 74          | 0          |
| G1 G                  | 6          | 3           | 9           | 2          | G2 G                  | 4          | 3          | 77          | 3          |
| <b>arithm. Mittel</b> | <b>8,5</b> | <b>13,1</b> | <b>30,4</b> | <b>0,8</b> | <b>arithm. Mittel</b> | <b>7,1</b> | <b>7,3</b> | <b>60,1</b> | <b>1,6</b> |
| Standardabw.          | 7,61       | 5,89        | 10,88       | 1,32       | Standardabw.          | 3,83       | 3,56       | 12,19       | 1,68       |

**Wilcoxon-Test**

**KNO**

|             |                | Ränge           |                |           |
|-------------|----------------|-----------------|----------------|-----------|
|             |                | N               | Mittlerer Rang | Rangsumme |
| KNO2 - KNO1 | Negative Ränge | 0 <sup>a</sup>  | ,00            | ,00       |
|             | Positive Ränge | 15 <sup>b</sup> | 8,00           | 120,00    |
|             | Bindungen      | 0 <sup>c</sup>  |                |           |
|             | Gesamt         | 15              |                |           |

- a. KNO2 < KNO1
- b. KNO2 > KNO1
- c. KNO2 = KNO1

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

|   | KNO2 - KNO1         |
|---|---------------------|
| Z                                       | -3,413 <sup>b</sup> |
| Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig) | ,001                |

- a. Wilcoxon-Test
- b. Basiert auf negativen Rängen.

**KAN**

|             |                | Ränge           |                |           |
|-------------|----------------|-----------------|----------------|-----------|
|             |                | N               | Mittlerer Rang | Rangsumme |
| KAN2 - KAN1 | Negative Ränge | 1 <sup>a</sup>  | 1,00           | 1,00      |
|             | Positive Ränge | 14 <sup>b</sup> | 8,50           | 119,00    |
|             | Bindungen      | 0 <sup>c</sup>  |                |           |
|             | Gesamt         | 15              |                |           |

- a. KAN2 < KAN1
- b. KAN2 > KAN1
- c. KAN2 = KAN1

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

|   | KAN2 - KAN1         |
|---|---------------------|
| Z                                       | -3,352 <sup>b</sup> |
| Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig) | ,001                |

- a. Wilcoxon-Test
- b. Basiert auf negativen Rängen.

**KAN<sub>richtig</sub>**

**Ränge**

|                              |                | N               | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|------------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------|
| KANrichtig2 -<br>KANrichtig1 | Negative Ränge | 0 <sup>a</sup>  | ,00            | ,00       |
|                              | Positive Ränge | 15 <sup>b</sup> | 8,00           | 120,00    |
|                              | Bindungen      | 0 <sup>c</sup>  |                |           |
|                              | Gesamt         | 15              |                |           |

- a. KANrichtig2 < KANrichtig1
- b. KANrichtig2 > KANrichtig1
- c. KANrichtig2 = KANrichtig1

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

|   | KANrichtig2 -<br>KANrichtig1 |
|---|------------------------------|
| Z                                       | -3,410 <sup>b</sup>          |
| Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig) | ,001                         |

- a. Wilcoxon-Test
- b. Basiert auf negativen Rängen.

**Summenscore**

**Ränge**

|                 |                | N               | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------|
| Score2 - Score1 | Negative Ränge | 0 <sup>a</sup>  | ,00            | ,00       |
|                 | Positive Ränge | 15 <sup>b</sup> | 8,00           | 120,00    |
|                 | Bindungen      | 0 <sup>c</sup>  |                |           |
|                 | Gesamt         | 15              |                |           |

- a. Score2 < Score1
- b. Score2 > Score1
- c. Score2 = Score1

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

|   | Score2 -<br>Score1  |
|---|---------------------|
| Z                                       | -3,409 <sup>b</sup> |
| Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig) | ,001                |

- a. Wilcoxon-Test
- b. Basiert auf negativen Rängen.

**Ein Punkt**

**Ränge**

|                       |                | N               | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|-----------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------|
| EinPunkt2 - EinPunkt1 | Negative Ränge | 13 <sup>a</sup> | 7,88           | 102,50    |
|                       | Positive Ränge | 1 <sup>b</sup>  | 2,50           | 2,50      |
|                       | Bindungen      | 1 <sup>c</sup>  |                |           |
|                       | Gesamt         | 15              |                |           |

- a. EinPunkt2 < EinPunkt1
- b. EinPunkt2 > EinPunkt1
- c. EinPunkt2 = EinPunkt1

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

|                                      | EinPunkt2 - EinPunkt1 |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Z                                    | -3,144 <sup>b</sup>   |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | ,002                  |

- a. Wilcoxon-Test
- b. Basiert auf positiven Rängen.

**Zwei Punkte**

**Ränge**

|                           |                | N               | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|---------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------|
| ZweiPunkte2 - ZweiPunkte1 | Negative Ränge | 0 <sup>a</sup>  | ,00            | ,00       |
|                           | Positive Ränge | 15 <sup>b</sup> | 8,00           | 120,00    |
|                           | Bindungen      | 0 <sup>c</sup>  |                |           |
|                           | Gesamt         | 15              |                |           |

- a. ZweiPunkte2 < ZweiPunkte1
- b. ZweiPunkte2 > ZweiPunkte1
- c. ZweiPunkte2 = ZweiPunkte1

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

|                                      | ZweiPunkte2 - ZweiPunkte1 |
|--------------------------------------|---------------------------|
| Z                                    | -3,415 <sup>b</sup>       |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | ,001                      |

- a. Wilcoxon-Test
- b. Basiert auf negativen Rängen.

**KPX2**

|                |                | Ränge           |                |           |
|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------|
|                |                | N               | Mittlerer Rang | Rangsumme |
| KPX2II - KPX2I | Negative Ränge | 2 <sup>a</sup>  | 2,00           | 4,00      |
|                | Positive Ränge | 13 <sup>b</sup> | 8,92           | 116,00    |
|                | Bindungen      | 0 <sup>c</sup>  |                |           |
|                | Gesamt         | 15              |                |           |

- a. KPX2II < KPX2I
- b. KPX2II > KPX2I
- c. KPX2II = KPX2I

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

|   | KPX2II - KPX2I      |
|---|---------------------|
| Z                                       | -3,181 <sup>b</sup> |
| Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig) | ,001                |

- a. Wilcoxon-Test
- b. Basiert auf negativen Rängen.

**KPX3**

|                |                | Ränge           |                |           |
|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------|
|                |                | N               | Mittlerer Rang | Rangsumme |
| KPX3II - KPX3I | Negative Ränge | 1 <sup>a</sup>  | 1,50           | 1,50      |
|                | Positive Ränge | 14 <sup>b</sup> | 8,46           | 118,50    |
|                | Bindungen      | 0 <sup>c</sup>  |                |           |
|                | Gesamt         | 15              |                |           |

- a. KPX3II < KPX3I
- b. KPX3II > KPX3I
- c. KPX3II = KPX3I

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

|   | KPX3II - KPX3I      |
|---|---------------------|
| Z                                       | -3,323 <sup>b</sup> |
| Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig) | ,001                |

- a. Wilcoxon-Test
- b. Basiert auf negativen Rängen.

**Mann-Whitney-U-Test**

**KNO MZP I**

**Übersicht über Hypothesentest**

|   | Nullhypothese   | Test   | Sig.               | Entscheidung               |
|---|---|--|--------------------|----------------------------|
| 1 | Die Verteilung von KNOMWU1 ist über Kategorien von GruppeMZP1 gleich. | Mann-Whitney-U-Test<br>unabhängiger<br>Stichproben | 1,000 <sup>1</sup> | Nullhypothese<br>behalten. |

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.

<sup>1</sup>Für diesen Test wird die exakte Signifikanz angezeigt.

**Ränge**

|         | GruppeMZP1                       | N  | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|---------|----------------------------------|----|----------------|-----------|
| KNOMWU1 | Probanden mit Intervention       | 15 | 11,50          | 172,50    |
|         | Kontrollgruppe ohne Intervention | 7  | 11,50          | 80,50     |
|         | Gesamt                           | 22 |                |           |

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

|  | KNOMWU1            |
|--|--------------------|
| Mann-Whitney-U                         | 52,500             |
| Wilcoxon-W                             | 80,500             |
| Z                                      | ,000               |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig)   | 1,000              |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 1,000 <sup>b</sup> |

a. Gruppenvariable: GruppeMZP1

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

**KNO MZP II**

**Übersicht über Hypothesentest**

|   | Nullhypothese   | Test   | Sig.              | Entscheidung            |
|---|---|--|-------------------|-------------------------|
| 1 | Die Verteilung von KNOMWU2 ist über Kategorien von GruppeMZP1 gleich. | Mann-Whitney-U-Test<br>unabhängiger<br>Stichproben | ,000 <sup>1</sup> | Nullhypothese ablehnen. |

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.

<sup>1</sup>Für diesen Test wird die exakte Signifikanz angezeigt.

**Ränge**

|         | GruppeMZP1                       | N  | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|---------|----------------------------------|----|----------------|-----------|
|         | Probanden mit Intervention       | 15 | 14,73          | 221,00    |
| KNOMWU2 | Kontrollgruppe ohne Intervention | 7  | 4,57           | 32,00     |
|         | Gesamt                           | 22 |                |           |

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

|  | KNOMWU2           |
|--|-------------------|
| Mann-Whitney-U                         | 4,000             |
| Wilcoxon-W                             | 32,000            |
| Z                                      | -3,428            |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig)   | ,001              |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | ,000 <sup>b</sup> |

a. Gruppenvariable: GruppeMZP1

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

**KAN; KAN<sub>richtig</sub> und KAN<sub>falsch</sub> MZP I**

**Übersicht über Hypothesentest**

|   | Nullhypothese  | Test   | Sig.              | Entscheidung               |
|---|--|--|-------------------|----------------------------|
| 1 | Die Verteilung von KANMWU1 ist über Kategorien von GruppeMZP1 gleich.        | Mann-Whitney-U-Test<br>unabhängiger<br>Stichproben | ,490 <sup>1</sup> | Nullhypothese<br>behalten. |
| 2 | Die Verteilung von KANrichtigMWU1 ist über Kategorien von GruppeMZP1 gleich. | Mann-Whitney-U-Test<br>unabhängiger<br>Stichproben | ,837 <sup>1</sup> | Nullhypothese<br>behalten. |
| 3 | Die Verteilung von KANfalschMWU1 ist über Kategorien von GruppeMZP1 gleich.  | Mann-Whitney-U-Test<br>unabhängiger<br>Stichproben | ,078 <sup>1</sup> | Nullhypothese<br>behalten. |

Asymptotische Signifikanzwerte werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.

<sup>1</sup>Für diesen Test wird die exakte Signifikanz angezeigt.

**Ränge**

|                | GruppeMZP1                       | N  | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|----------------|----------------------------------|----|----------------|-----------|
| KANMWU1        | Probanden mit Intervention       | 15 | 12,17          | 182,50    |
|                | Kontrollgruppe ohne Intervention | 7  | 10,07          | 70,50     |
|                | Gesamt                           | 22 |                |           |
| KANrichtigMWU1 | Probanden mit Intervention       | 15 | 11,27          | 169,00    |
|                | Kontrollgruppe ohne Intervention | 7  | 12,00          | 84,00     |
|                | Gesamt                           | 22 |                |           |
| KANfalschMWU1  | Probanden mit Intervention       | 15 | 13,20          | 198,00    |
|                | Kontrollgruppe ohne Intervention | 7  | 7,86           | 55,00     |
|                | Gesamt                           | 22 |                |           |

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

|  | KANMWU1           | KANrichtigMW<br>U1 | KANfalschMW<br>U1 |
|--|-------------------|--------------------|-------------------|
| Mann-Whitney-U                             | 42,500            | 49,000             | 27,000            |
| Wilcoxon-W                                 | 70,500            | 169,000            | 55,000            |
| Z  | -,706             | -,247              | -1,807            |
| Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig)    | ,480              | ,805               | ,071              |
| Exakte Signifikanz [2*(1-<br>seitig Sig.)] | ,490 <sup>b</sup> | ,837 <sup>b</sup>  | ,078 <sup>b</sup> |

a. Gruppenvariable: GruppeMZP1

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

**KAN; KAN<sub>richtig</sub> und KAN<sub>falsch</sub> MZP II**

**Übersicht über Hypothesentest**

|   | Nullhypothese  | Test   | Sig.              | Entscheidung            |
|---|--|--|-------------------|-------------------------|
| 1 | Die Verteilung von KANMWU2 ist über Kategorien von GruppeMZP1 gleich.        | Mann-Whitney-U-Test<br>unabhängiger<br>Stichproben | ,000 <sup>1</sup> | Nullhypothese ablehnen. |
| 2 | Die Verteilung von KANrichtigMWU2 ist über Kategorien von GruppeMZP1 gleich. | Mann-Whitney-U-Test<br>unabhängiger<br>Stichproben | ,000 <sup>1</sup> | Nullhypothese ablehnen. |
| 3 | Die Verteilung von KANfalschMWU2 ist über Kategorien von GruppeMZP1 gleich.  | Mann-Whitney-U-Test<br>unabhängiger<br>Stichproben | ,731 <sup>1</sup> | Nullhypothese behalten. |

Asymptotische Signifikanzniveaus werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.

<sup>1</sup>Für diesen Test wird die exakte Signifikanz angezeigt.

**Ränge**

|                | GruppeMZP1                       | N  | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|----------------|----------------------------------|----|----------------|-----------|
| KANMWU2        | Probanden mit Intervention       | 15 | 15,00          | 225,00    |
|                | Kontrollgruppe ohne Intervention | 7  | 4,00           | 28,00     |
|                | Gesamt                           | 22 |                |           |
| KANrichtigMWU2 | Probanden mit Intervention       | 15 | 15,00          | 225,00    |
|                | Kontrollgruppe ohne Intervention | 7  | 4,00           | 28,00     |
|                | Gesamt                           | 22 |                |           |
| KANfalschMWU2  | Probanden mit Intervention       | 15 | 11,83          | 177,50    |
|                | Kontrollgruppe ohne Intervention | 7  | 10,79          | 75,50     |
|                | Gesamt                           | 22 |                |           |

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

|  | KANMWU2           | KANrichtigMW<br>U2 | KANfalschMW<br>U2 |
|--|-------------------|--------------------|-------------------|
| Mann-Whitney-U                             | ,000              | ,000               | 47,500            |
| Wilcoxon-W                                 | 28,000            | 28,000             | 75,500            |
| Z  | -3,704            | -3,705             | -,354             |
| Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig)    | ,000              | ,000               | ,724              |
| Exakte Signifikanz [2*(1-<br>seitig Sig.)] | ,000 <sup>b</sup> | ,000 <sup>b</sup>  | ,731 <sup>b</sup> |

a. Gruppenvariable: GruppeMZP1

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

**Score MZP I**

**Übersicht über Hypothesentest**

|   | Nullhypothese   | Test   | Sig.              | Entscheidung               |
|---|---|--|-------------------|----------------------------|
| 1 | Die Verteilung von ScoreMWU1 ist über Kategorien von GruppeMZP1 gleich. | Mann-Whitney-U-Test<br>unabhängiger<br>Stichproben | ,731 <sup>1</sup> | Nullhypothese<br>behalten. |

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.

<sup>1</sup>Für diesen Test wird die exakte Signifikanz angezeigt.

**Ränge**

|           | GruppeMZP1                       | N  | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|-----------|----------------------------------|----|----------------|-----------|
| ScoreMWU1 | Probanden mit Intervention       | 15 | 11,87          | 178,00    |
|           | Kontrollgruppe ohne Intervention | 7  | 10,71          | 75,00     |
|           | Gesamt                           | 22 |                |           |

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

|  | ScoreMWU1         |
|--|-------------------|
| Mann-Whitney-U                         | 47,000            |
| Wilcoxon-W                             | 75,000            |
| Z                                      | -,388             |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig)   | ,698              |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | ,731 <sup>b</sup> |

a. Gruppenvariable: GruppeMZP1

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

**Score MZP II**

**Übersicht über Hypothesentest**

|   | Nullhypothese   | Test   | Sig.              | Entscheidung            |
|---|---|--|-------------------|-------------------------|
| 1 | Die Verteilung von ScoreMWU2 ist über Kategorien von GruppeMZP1 gleich. | Mann-Whitney-U-Test<br>unabhängiger<br>Stichproben | ,000 <sup>1</sup> | Nullhypothese ablehnen. |

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.

<sup>1</sup>Für diesen Test wird die exakte Signifikanz angezeigt.

**Ränge**

|           | GruppeMZP1                       | N  | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|-----------|----------------------------------|----|----------------|-----------|
| ScoreMWU2 | Probanden mit Intervention       | 15 | 15,00          | 225,00    |
|           | Kontrollgruppe ohne Intervention | 7  | 4,00           | 28,00     |
|           | Gesamt                           | 22 |                |           |

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

|  | ScoreMWU2         |
|--|-------------------|
| Mann-Whitney-U                         | ,000              |
| Wilcoxon-W                             | 28,000            |
| Z                                      | -3,702            |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig)   | ,000              |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | ,000 <sup>b</sup> |

a. Gruppenvariable: GruppeMZP1

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

**KPX1 und KPX2 MZP I**

**Übersicht über Hypothesentest**

|   | Nullhypothese  | Test   | Sig.              | Entscheidung            |
|---|--|--|-------------------|-------------------------|
| 1 | Die Verteilung von KPX1MWU1 ist über Kategorien von GruppeMZP1 gleich. | Mann-Whitney-U-Test unabhängiger Stichproben | ,056 <sup>1</sup> | Nullhypothese behalten. |
| 2 | Die Verteilung von KPX2MWU1 ist über Kategorien von GruppeMZP1 gleich. | Mann-Whitney-U-Test unabhängiger Stichproben | ,680 <sup>1</sup> | Nullhypothese behalten. |

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.

<sup>1</sup>Für diesen Test wird die exakte Signifikanz angezeigt.

**Ränge**

|          | GruppeMZP1                       | N  | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|----------|----------------------------------|----|----------------|-----------|
| KPX1MWU1 | Probanden mit Intervention       | 15 | 13,33          | 200,00    |
|          | Kontrollgruppe ohne Intervention | 7  | 7,57           | 53,00     |
|          | Gesamt                           | 22 |                |           |
| KPX2MWU1 | Probanden mit Intervention       | 15 | 11,07          | 166,00    |
|          | Kontrollgruppe ohne Intervention | 7  | 12,43          | 87,00     |
|          | Gesamt                           | 22 |                |           |

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

|  | KPX1MWU1          | KPX2MWU1          |
|--|-------------------|-------------------|
| Mann-Whitney-U                         | 25,000            | 46,000            |
| Wilcoxon-W                             | 53,000            | 166,000           |
| Z                                      | -1,939            | -,458             |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig)   | ,052              | ,647              |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | ,056 <sup>b</sup> | ,680 <sup>b</sup> |

a. Gruppenvariable: GruppeMZP1

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

**KPX1 KPX2 MZP II**

**Übersicht über Hypothesentest**

|   | Nullhypothese  | Test   | Sig.              | Entscheidung            |
|---|--|--|-------------------|-------------------------|
| 1 | Die Verteilung von KPX1MWU2 ist über Kategorien von GruppeMZP1 gleich. | Mann-Whitney-U-Test unabhängiger Stichproben | ,005 <sup>1</sup> | Nullhypothese ablehnen. |
| 2 | Die Verteilung von KPX2MWU2 ist über Kategorien von GruppeMZP1 gleich. | Mann-Whitney-U-Test unabhängiger Stichproben | ,002 <sup>1</sup> | Nullhypothese ablehnen. |

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.

<sup>1</sup>Für diesen Test wird die exakte Signifikanz angezeigt.

**Ränge**

|          | GruppeMZP1                       | N  | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|----------|----------------------------------|----|----------------|-----------|
| KPX1MWU2 | Probanden mit Intervention       | 15 | 14,07          | 211,00    |
|          | Kontrollgruppe ohne Intervention | 7  | 6,00           | 42,00     |
|          | Gesamt                           | 22 |                |           |
| KPX2MWU2 | Probanden mit Intervention       | 15 | 14,33          | 215,00    |
|          | Kontrollgruppe ohne Intervention | 7  | 5,43           | 38,00     |
|          | Gesamt                           | 22 |                |           |

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

|  | KPX1MWU2          | KPX2MWU2          |
|--|-------------------|-------------------|
| Mann-Whitney-U                         | 14,000            | 10,000            |
| Wilcoxon-W                             | 42,000            | 38,000            |
| Z                                      | -2,714            | -2,996            |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig)   | ,007              | ,003              |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | ,005 <sup>b</sup> | ,002 <sup>b</sup> |

a. Gruppenvariable: GruppeMZP1

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

**KPX3 MZP I**

**Übersicht über Hypothesentest**

|   | Nullhypothese  | Test   | Sig.              | Entscheidung               |
|---|--|--|-------------------|----------------------------|
| 1 | Die Verteilung von KPX3MWU1 ist über Kategorien von GruppeMZP1 gleich. | Mann-Whitney-U-Test<br>unabhängiger<br>Stichproben | ,535 <sup>1</sup> | Nullhypothese<br>behalten. |

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.

<sup>1</sup> Für diesen Test wird die exakte Signifikanz angezeigt.

**Ränge**

|          | GruppeMZP1                       | N  | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|----------|----------------------------------|----|----------------|-----------|
|          | Probanden mit Intervention       | 15 | 10,87          | 163,00    |
| KPX3MWU1 | Kontrollgruppe ohne Intervention | 7  | 12,86          | 90,00     |
|          | Gesamt                           | 22 |                |           |

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

|  | KPX3MWU1          |
|--|-------------------|
| Mann-Whitney-U                         | 43,000            |
| Wilcoxon-W                             | 163,000           |
| Z                                      | -,670             |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig)   | ,503              |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | ,535 <sup>b</sup> |

a. Gruppenvariable: GruppeMZP1

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

**KPX3 MZP II**

**Übersicht über Hypothesentest**

|   | Nullhypothese  | Test   | Sig.              | Entscheidung            |
|---|--|--|-------------------|-------------------------|
| 1 | Die Verteilung von KPX3MWU2 ist über Kategorien von GruppeMZP1 gleich. | Mann-Whitney-U-Test<br>unabhängiger<br>Stichproben | ,000 <sup>1</sup> | Nullhypothese ablehnen. |

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.

<sup>1</sup> Für diesen Test wird die exakte Signifikanz angezeigt.

**Ränge**

|          | GruppeMZP1                       | N  | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|----------|----------------------------------|----|----------------|-----------|
|          | Probanden mit Intervention       | 15 | 14,67          | 220,00    |
| KPX3MWU2 | Kontrollgruppe ohne Intervention | 7  | 4,71           | 33,00     |
|          | Gesamt                           | 22 |                |           |

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

|  | KPX3MWU2          |
|--|-------------------|
| Mann-Whitney-U                         | 5,000             |
| Wilcoxon-W                             | 33,000            |
| Z                                      | -3,348            |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig)   | ,001              |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | ,000 <sup>b</sup> |

a. Gruppenvariable: GruppeMZP1

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

**INS MZP I**

**Übersicht über Hypothesentest**

|   | Nullhypothese   | Test   | Sig.               | Entscheidung               |
|---|---|--|--------------------|----------------------------|
| 1 | Die Verteilung von INSMWU1 ist über Kategorien von GruppeMZP1 gleich. | Mann-Whitney-U-Test<br>unabhängiger<br>Stichproben | 1,000 <sup>1</sup> | Nullhypothese<br>behalten. |

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.

<sup>1</sup>Für diesen Test wird die exakte Signifikanz angezeigt.

**Ränge**

|         | GruppeMZP1                       | N  | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|---------|----------------------------------|----|----------------|-----------|
| INSMWU1 | Probanden mit Intervention       | 15 | 11,53          | 173,00    |
|         | Kontrollgruppe ohne Intervention | 7  | 11,43          | 80,00     |
|         | Gesamt                           | 22 |                |           |

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

|  | INSMWU1            |
|--|--------------------|
| Mann-Whitney-U                         | 52,000             |
| Wilcoxon-W                             | 80,000             |
| Z                                      | -,037              |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig)   | ,971               |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitig Sig.)] | 1,000 <sup>b</sup> |

a. Gruppenvariable: GruppeMZP1

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

**INS MZP II**

**Übersicht über Hypothesentest**

|   | Nullhypothese   | Test   | Sig.              | Entscheidung               |
|---|---|--|-------------------|----------------------------|
| 1 | Die Verteilung von INSMWU2VAR00030 ist über Kategorien von GruppeMZP1 gleich. | Mann-Whitney-U-Test<br>unabhängiger<br>Stichproben | ,407 <sup>1</sup> | Nullhypothese<br>behalten. |

Asymptotische Signifikanzen werden angezeigt. Das Signifikanzniveau ist ,05.

<sup>1</sup>Für diesen Test wird die exakte Signifikanz angezeigt.

**Ränge**

|                 | GruppeMZP1                       | N  | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|-----------------|----------------------------------|----|----------------|-----------|
|                 | Probanden mit Intervention       | 15 | 10,70          | 160,50    |
| INSMWU2VAR00030 | Kontrollgruppe ohne Intervention | 7  | 13,21          | 92,50     |
|                 | Gesamt                           | 22 |                |           |

**Statistik für Test<sup>a</sup>**

|  | INSMWU2VAR<br>00030 |
|--|---------------------|
| Mann-Whitney-U                             | 40,500              |
| Wilcoxon-W                                 | 160,500             |
| Z  | -,887               |
| Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig)    | ,375                |
| Exakte Signifikanz [2*(1-<br>seitig Sig.)] | ,407 <sup>b</sup>   |

a. Gruppenvariable: GruppeMZP1

b. Nicht für Bindungen korrigiert.

# Fragebogen

**zur Evaluierung von Unterrichtsmaterialien der Doktorarbeit:  
„Interdisziplinäres Biodiversitätsmonitoring – Citizen Science im  
Schulunterricht“**

Liebe Schülerinnen und Schüler,  
zu Beginn möchte ich Ihnen danken, dass Sie an dieser Evaluierung teilnehmen.  
Der Fragebogen ist selbstverständlich anonym und wird ausschließlich zu  
Forschungszwecken im Rahmen meiner Promotion verwendet.

Für weitere Fragen stehe ich gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen,

Anneli Rost

Freie Universität Berlin  
Malteserstraße 74-100  
Haus C - Raum C.102  
D-12249 Berlin  
Tel.: +49(0)30 838 70605  
E-Mail: [anneli.rost@fu-berlin.de](mailto:anneli.rost@fu-berlin.de)

## 1. Ich bin:

männlich

weiblich

## 2. Bitte nennen Sie Ihr Geburtsjahr: \_\_\_\_\_

## 3. Ich war in der folgenden Forschergruppe:

Tiere

Boden

Pflanzen

Meteorologie

**4. Ich hatte den folgenden Buchstaben beim Erstellen der Concept Maps:**

|                         |                         |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <input type="radio"/> A | <input type="radio"/> B | <input type="radio"/> C | <input type="radio"/> D |
| <input type="radio"/> E | <input type="radio"/> F | <input type="radio"/> G | <input type="radio"/> H |

Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen ankreuzen.

| <b>5. Beteiligung am Projekt</b>  | <b>Trifft zu</b>         | <b>Trifft eher zu</b>    | <b>Trifft eher nicht zu</b> | <b>Trifft nicht zu</b>   |
|---|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Ich habe mich aktiv in der Veranstaltung eingebracht.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Ich habe ein paar Aufgaben auch als Hausaufgabe erledigt.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Ich habe großes Interesse an praktischer Arbeit.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Wir haben die Aufgaben innerhalb der Gruppe aufgeteilt.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Wir haben selbstständig gearbeitet.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Wir haben zusätzliche Texte und Quellen verwendet.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Die Gruppe hat gut zusammengearbeitet.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Wir haben neben den Pflichtaufgaben auch einige Wahlaufgaben geschafft.                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Wir haben die Forscherhefte nicht in der Reihenfolge im Heft (sondern durcheinander) gelöst.                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Das Forschertagebuch (1. Seite) habe ich regelmäßig ausgefüllt.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Schätzen Sie: wie viel Prozent aller Aufgaben im Heft wurden gelöst?  | _____ %                  |                          |                             |                          |
| Was schätzen Sie: an wie viel Prozent der gesamten Veranstaltung haben Sie teilgenommen / waren Sie anwesend? | _____ %                  |                          |                             |                          |

| 6. Allgemein   | Trifft zu                | Trifft eher zu           | Trifft eher nicht zu     | Trifft nicht zu          |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ich hatte hohe Erwartungen an das Projekt.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Meine Erwartungen an das Projekt wurden erfüllt.                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Einige Themen haben wir bereits vorher im Unterricht behandelt.                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ich finde, ich habe mich bei der Concept Map verbessert.                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ich hatte das Gefühl, die Concept Map der Gruppe ist nach dem Projekt besser geworden. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ich würde gerne mehr im Freien arbeiten.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Die im Projekt enthaltenen Informationen waren wertvoll.                               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Das Projekt war gut vorbereitet.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Die Inhalte waren strukturiert.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Der Stoff wurde im Heft gut vermittelt.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Die Leiterin des Projekts ging auf unsere Gruppe ein.                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Die Arbeitsatmosphäre war für mich angenehm.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Die zur Verfügung stehende Zeit für das Projekt war zu kurz.                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Die zur Verfügung stehende Zeit für das Projekt war zu lang.                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| <b>7. Bewertung der Forscherhefte</b>  | <b>Trifft zu</b>         | <b>Trifft eher zu</b>    | <b>Trifft eher nicht zu</b> | <b>Trifft nicht zu</b>   |
|--|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Das gestaltete Deckblatt hat mir gefallen.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Ich hätte lieber selbst ein Deckblatt gestaltet.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Ich fand es toll, dass ich selbst wählen konnte, in welche Gruppe ich gehe.                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Es hat mir gefallen, dass ich selbst wählen konnte, welche Aufgaben ich im Forscherheft löse.            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Das Arbeiten im Freien hat mir Spaß gemacht.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Das selbstständige Arbeiten fand ich toll.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Die Überschriften passten zur Aufgabe.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Die Arbeitsaufträge waren eindeutig formuliert.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Die vorgegebenen Linien zum Lösen der Aufgaben haben ausgereicht.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Die Schwierigkeiten der Aufgabenstellungen waren angemessen.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Es gab Aufgaben, bei denen ich kreativ werden durfte.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Das praktische Arbeiten hat zum Verständnis der Inhalte beigetragen.                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Die Seiten waren anschaulich.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Komplexe Fragestellungen wurden in fächerverbindenden Zusammenhängen bearbeitet (Bio, Chemie, Geo etc.). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| In das Projekt waren aktuelle bzw. moderne Themen eingebaut.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Einige Materialien haben mich zum Nachdenken angeregt.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Der Einfluss des Menschen auf die Umwelt ist im Projekt erkennbar.                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |

| 8. Bewertung des Projekts gesamt  | Trifft zu                | Trifft eher zu           | Trifft eher nicht zu     | Trifft nicht zu          |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Es herrschte ein positives Arbeitsklima.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Im Unterricht gab es Gelegenheiten, eigene Einfälle zu verwirklichen.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ich hatte Freiheiten beim Lösen der Aufgaben.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Der Materialeinsatz war abwechslungsreich (z.B. Experiment, Arbeit am PC, Arbeitsblatt, Bestimmungsliteratur, Messgeräte usw.). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Das Projekt war strukturiert.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Im Projekt wurden die Zusammenhänge zu anderen Fächern aufgezeigt.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Die Zusammenhänge zwischen den Fächern waren zu weit hergeholt.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### 9. Benotung des Projekts

Ich gebe den einzelnen Bereichen folgende Noten (1-6):

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| Forscherheft:            | _____ |
| Spaß-Faktor:             | _____ |
| Arbeit mit Concept Maps: | _____ |
| Einsatz der Smartphones: | _____ |
| <b>Projekt gesamt:</b>   | _____ |

| 10. Arbeit mit den Smartphones                            | Trifft zu                | Trifft eher zu           | Trifft eher nicht zu     | Trifft nicht zu          |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Unsere Gruppe hat ein Smartphone für das Projekt genutzt. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Wir haben folgende Apps auf dem Smartphone verwendet:     |                          |                          |                          |                          |

### **11. Offene Fragen zum Projekt**

Was hat Ihnen besonders gut an dem Projekt gefallen?

Was hat Ihnen gegebenenfalls nicht gefallen bzw. wo haben Sie Fehler gefunden?

Welche Probleme sind bei der Durchführung aufgetreten?

Haben Sie Verbesserungsvorschläge? Wenn ja, welche?

Fallen Ihnen Fächer bzw. Themen ein, die Sie zu dem Projekt ergänzen würden?

Wozu hätten Sie sich mehr gewünscht?

Würden Sie das Projekt weiterempfehlen? Warum, warum nicht bzw. mit welcher Einschränkung?

Bitte ausfüllen, wenn die App „anymals+plants“ genutzt wurde:

| 12. Bewertung von anymals+plants  | Trifft zu                   | Trifft eher zu           | Trifft eher nicht zu          | Trifft nicht zu          |
|---|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Ich fand, das Layout (Aussehen) von anymals+plants war ansprechend.   | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>      | <input type="checkbox"/> |
| Der Aufbau ist nachvollziehbar.   | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>      | <input type="checkbox"/> |
| Ich würde die App anymals+plants auch privat weiter nutzen.   | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>      | <input type="checkbox"/> |
| Es hat mir Spaß gemacht, die App anymals+plants zu nutzen.  | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>      | <input type="checkbox"/> |
| Der Umgang mit der App anymals+plants war selbsterklärend (leicht).   | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>      | <input type="checkbox"/> |
| Ich habe mir die App anymals+plants bereits auf mein privates Smartphone oder Tablet installiert.                               | ja <input type="checkbox"/> |                          | nein <input type="checkbox"/> |                          |
| Was hat mir an der App besonders gut gefallen?  |                             |                          |                               |                          |
| Was hat mir an der App nicht gefallen?  |                             |                          |                               |                          |
| Was habe ich in der App vermisst?   |                             |                          |                               |                          |
| Was würde ich an der App ändern?  |                             |                          |                               |                          |
| Welche Materialien zur Bestimmung haben Sie vorwiegend genutzt: ausgedruckte Bestimmungshilfen, Bücher, das Internet oder Apps? |                             |                          |                               |                          |

# Fragebogen

**zur Evaluierung von Unterrichtsmaterialien der Doktorarbeit:  
„Interdisziplinäres Biodiversitätsmonitoring – Citizen Science im  
Schulunterricht“**

Liebe Lehrerinnen und Lehrer,  
zu Beginn möchte ich Ihnen danken, dass Sie an dieser Evaluierung teilnehmen.  
Der Fragebogen ist selbstverständlich anonym und wird ausschließlich zu  
Forschungszwecken im Rahmen meiner Promotion verwendet.

Für weitere Fragen stehe ich gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen,

Anneli Rost

Freie Universität Berlin  
Malteserstraße 74-100  
Haus C - Raum C.102  
D-12249 Berlin  
Tel.: +49(0)30 838 70605  
E-Mail: [anneli.rost@fu-berlin.de](mailto:anneli.rost@fu-berlin.de)

## 1. Ich bin:

männlich

weiblich

2. Bitte nennen Sie Ihr Geburtsjahr: \_\_\_\_\_

Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen ankreuzen.

| 3. Beteiligung am Projekt   | Trifft zu                | Trifft eher zu           | Trifft eher nicht zu     | Trifft nicht zu          |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ich habe mich aktiv in der Veranstaltung eingebracht.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ich habe großes Interesse an praktischer Arbeit.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Was schätzen Sie: an wie viel Prozent der gesamten Veranstaltung haben Sie teilgenommen / waren Sie anwesend? | _____ %                  |                          |                          |                          |

| 4. Allgemein   | Trifft zu                | Trifft eher zu           | Trifft eher nicht zu     | Trifft nicht zu          |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ich hatte hohe Erwartungen an das Projekt.                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Meine Erwartungen an das Projekt wurden erfüllt.                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Einige Themen haben wir bereits vorher im Unterricht behandelt.      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ich hatte das Gefühl, die Concept Maps der SuS sind besser geworden. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ich würde gerne mehr im Freien arbeiten.                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Das Projekt war gut vorbereitet.                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Die Inhalte waren strukturiert.                                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Der Stoff wurde im Heft gut vermittelt.                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Die Leiterin des Projekts ging auf die Gruppen ein.                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Die Arbeitsatmosphäre war für mich angenehm.                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| 5. Bewertung der Forscherhefte   | Trifft zu                | Trifft eher zu           | Trifft eher nicht zu     | Trifft nicht zu          |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Ich fand es gut, dass die SuS selbst wählen konnten, in welche Gruppe sie gehen.                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Es hat mir gefallen, dass es Wahl- und Pflichtaufgaben gab.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Das selbstständige Arbeiten fand ich gut.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Die Schwierigkeiten der Aufgabenstellungen waren angemessen.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Die Arbeitsblätter waren anschaulich.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Das Verständnis der Inhalte wurde durch praktisches Arbeiten gefördert.                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Komplexe Fragestellungen wurden in fächerverbindenden Zusammenhängen bearbeitet (Bio, Chemie, Geo etc.). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| In das Projekt waren aktuelle bzw. moderne Themen eingebaut.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| 6. Bewertung des Projekts gesamt  | Trifft zu                | Trifft eher zu           | Trifft eher nicht zu     | Trifft nicht zu          |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Es herrschte ein positives Arbeitsklima.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Im Unterricht gab es Gelegenheit, eigene Einfälle zu verwirklichen.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Der Materialeinsatz war abwechslungsreich (z.B. Experiment, Arbeit am PC, Arbeitsblatt, Bestimmungsliteratur, Messgeräte usw.). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Das Projekt lief strukturiert.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Im Projekt wurden die Zusammenhänge zu anderen Fächern aufgezeigt.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Die Zusammenhänge zwischen den Fächern waren zu weit hergeholt.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

| <b>7. Bewertung des Unterrichts</b>   | <b>Trifft zu</b>         | <b>Trifft eher zu</b>    | <b>Trifft eher nicht zu</b> | <b>Trifft nicht zu</b>   |
|---|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Das Projekt ist altersgerecht.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Die Unterrichtsziele sind erkennbar.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Die Inhalte sind bildungsplan- bzw. lehrplankonform.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Die zur Verfügung stehende Zeit für das Projekt war zu kurz.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Die zur Verfügung stehende Zeit für das Projekt war zu lang.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Die Unterrichtsergebnisse wurden nachhaltig gesichert.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Der praktizierte Methodenwechsel ist angemessen.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Mit Hilfe von Concept Maps kann meiner Meinung nach der Lernstand diagnostiziert werden.                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Mit Concept Maps kann erfasst werden, welche Zusammenhänge SuS in einem bestimmten Sachgebiet sehen.    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Neben der Fachkompetenz werden auch andere Kompetenzen gefördert.                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |
| Ich könnte mir vorstellen, die Forscherhefte im nächsten Schuljahr in meinen Unterricht zu integrieren. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>    | <input type="checkbox"/> |

### 8. Benotung des Projekts

Ich gebe den einzelnen Bereichen folgende Noten (1-6):

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| Forscherhefte:           | _____ |
| Spaß-Faktor:             | _____ |
| Arbeit mit Concept Maps: | _____ |
| Einsatz der Smartphones: | _____ |
| <b>Projekt gesamt:</b>   | _____ |

### 9. Offene Fragen zum Projekt

Was hat Ihnen besonders gut an dem Projekt gefallen?

Was hat Ihnen gegebenenfalls nicht gefallen bzw. wo haben Sie Fehler gefunden?

Welche Probleme sind bei der Durchführung aufgetreten?



Haben Sie Verbesserungsvorschläge? Wenn ja, welche?

Fallen Ihnen Fächer bzw. Themen ein, die Sie zu dem Projekt ergänzen würden?

Wozu hätten Sie sich mehr gewünscht?

Würden Sie das Projekt weiterempfehlen? Warum, warum nicht bzw. mit welcher Einschränkung?

## Theoriegrundlage des Fragebogens

Tab. X: Theoriegrundlage des Fragebogens und Einordnung der Items in verschiedene Bereiche

| Bereich                                       | Item   | Theoriebezug  |
|---|--|---|
| Allgemeines zur Person                        | 1. Geschlecht  | KALLUS (2010): Erstellung von Fragebogen  |
|   | 2. Geburtsjahr   |   |
|   | 3. Forschergruppe  |   |
|   | 4. Experten-Gruppe   |   |
| Aktivität                                     | 5.1 Ich habe mich aktiv in der Veranstaltung eingebracht.  | THIEL, BLÜTHMANN & WATERMANN (2012): Erfassung der Lehrkompetenz                              |
| Selbstständigkeit & Selbsttätigkeit der SuS   | 5.2 Ich habe ein paar Aufgaben auch als Hausaufgabe erledigt.  | BERGER <i>et al.</i> (2007): Unterrichtsentwicklung durch Unterrichtsevaluation               |
| Praxisbezug                                   | 5.3 Ich habe großes Interesse an praktischer Arbeit.   | DIEKMANN (2003): außerschulischer Lernort & BERGER <i>et al.</i> (2007)                       |
| Teamwork                                      | 5.4 Wir haben die Aufgaben innerhalb der Gruppe aufgeteilt.  | Eigene Ergänzung  |
| Selbstständigkeit & Selbsttätigkeit der SuS   | 5.5 Wir haben selbstständig gearbeitet.  | BERGER <i>et al.</i> (2007): Unterrichtsentwicklung durch Unterrichtsevaluation               |
| Einsatz von Medien, Lern- und Lehrmaterialien | 5.6 Wir haben zusätzliche Texte und Quellen verwendet.   | MEYER (2010): 10 Merkmale guten Unterrichts   |
| Teamwork                                      | 5.7 Die Gruppe hat gut zusammengearbeitet.   | BATZNER: Guter Unterricht   |
| Leistungsbeurteilung                          | 5.8 Wir haben neben den Pflichtaufgaben auch einige Wahlaufgaben geschafft.  | BERGER <i>et al.</i> (2007): Unterrichtsentwicklung durch Unterrichtsevaluation               |
| Einsatz von Medien, Lern- und Lehrmaterialien | 5.9 Wir haben die Forscherhefte nicht in der Reihenfolge im Heft (sondern durcheinander) gelöst.                   | Eigene Ergänzung  |
| Leistungsbeurteilung                          | 5.10 Das Forschertagebuch (1. Seite) habe ich regelmäßig ausgefüllt.   | BERGER <i>et al.</i> (2007): Unterrichtsentwicklung durch Unterrichtsevaluation               |
|   | 5.11 Schätzen Sie: wie viel Prozent aller Aufgaben im Heft wurden gelöst?  |   |
| Anwesenheit                                   | 5.12 Was schätzen Sie: an wie viel Prozent der gesamten Veranstaltung haben Sie teilgenommen / waren Sie anwesend? | THIEL, BLÜTHMANN & WATERMANN (2012): Erfassung der Lehrkompetenz                              |
| Erwartungen                                   | 6.1 Ich hatte hohe Erwartungen an das Projekt.   |   |
|   | 6.2 Meine Erwartungen an das Projekt wurden erfüllt.   |   |
| Vorwissen der SuS                             | 6.3 Einige Themen haben wir bereits vorher im Unterricht behandelt.  | HARMS <i>et al.</i> (2009): Heterogenität erfassen  |
| Leistungsbeurteilung & Ergebnissicherung      | 6.4 Ich finde, ich habe mich bei der Concept Map verbessert.   | BERGER <i>et al.</i> (2007): Unterrichtsentwicklung durch Unterrichtsevaluation & ZYSK (2007) |
|   | 6.5 Ich hatte das Gefühl, die Concept Map der Gruppe ist nach dem Projekt besser geworden.                         |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| Arbeiten im Freien                                      | 6.6 Ich würde gerne mehr im Freien arbeiten.  | Eigene Ergänzung  |
| Qualität der Informationen                              | 6.7 Die im Projekt enthaltenen Informationen waren wertvoll.                                      | THIEL, BLÜTHMANN & WATERMANN (2012): Erfassung der Lehrkompetenz                              |
| Zielorientierung & Strukturierung des Unterrichts       | 6.8 Das Projekt war gut vorbereitet.  | MEYER (2010): 10 Merkmale guten Unterrichts   |
|   | 6.9 Die Inhalte waren strukturiert.   |   |
| Ergebnissicherung                                       | 6.10 Der Stoff wurde im Heft gut vermittelt.  | ZYSK (2007): Unterrichtsverfahren der Pädagogik   |
| Lernförderliches Klima                                  | 6.11 Die Leiterin des Projekts ging auf unsere Gruppe ein.  | THIEL, BLÜTHMANN & WATERMANN (2012): Erfassung der Lehrkompetenz<br>BATZNER: Guter Unterricht |
|   | 6.12 Die Arbeitsatmosphäre war für mich angenehm.   |   |
| Echte Lernzeit  | 6.13 Die zur Verfügung stehende Zeit für das Projekt war zu kurz.                                 |   |
|   | 6.14 Die zur Verfügung stehende Zeit für das Projekt war zu lang.                                 |   |
| Originalität & Kreativität                              | 7.1 Das gestaltete Deckblatt hat mir gefallen.  | BERGER <i>et al.</i> (2007): Unterrichtsentwicklung durch Unterrichtsevaluation               |
|   | 7.2 Ich hätte lieber selbst ein Deckblatt gestaltet.  |   |
| Autonomie   | 7.3 Ich fand es toll, dass ich selbst wählen konnte, in welche Gruppe ich gehe.                   | Eigene Ergänzung  |
| Selbstständigkeit & Selbsttätigkeit der SuS & Autonomie | 7.4 Es hat mir gefallen, dass ich selbst wählen konnte, welche Aufgaben ich im Forscherheft löse. | BERGER <i>et al.</i> (2007): Unterrichtsentwicklung durch Unterrichtsevaluation               |
| Arbeiten im Freien                                      | 7.5 Das Arbeiten im Freien hat mir Spaß gemacht.  | Eigene Ergänzung  |
| Selbstständigkeit & Selbsttätigkeit der SuS & Autonomie | 7.6 Das selbstständige Arbeiten fand ich toll.  | BERGER <i>et al.</i> (2007): Unterrichtsentwicklung durch Unterrichtsevaluation               |
| Arbeitsmaterialien                                      | 7.7 Die Überschriften passten zur Aufgabe.  | Eigene Ergänzung  |
|   | 7.8 Die Arbeitsaufträge waren eindeutig formuliert.   | BERGER <i>et al.</i> (2007): Unterrichtsentwicklung durch Unterrichtsevaluation               |
|   | 7.9 Die vorgegebenen Linien zum Lösen der Aufgaben haben ausgereicht.                             | Eigene Ergänzung  |
| Schwierigkeitsgrad                                      | 7.10 Die Schwierigkeiten der Aufgabenstellungen waren angemessen.                                 | BERGER <i>et al.</i> (2007): Unterrichtsentwicklung durch Unterrichtsevaluation               |
| Originalität & Kreativität                              | 7.11 Es gab Aufgaben, bei denen ich kreativ werden durfte.  |   |
| Praxisbezug   | 7.12 Das praktische Arbeiten hat zum Verständnis der Inhalte beigetragen.                         |   |
| Arbeitsmaterialien                                      | 7.13 Die Seiten waren anschaulich.  | Eigene Ergänzung  |

|   |   |   |
|---|---|---|
| fächerübergreifender Unterricht                   | 7.14 Komplexe Fragestellungen wurden in fächerverbindenden Zusammenhängen bearbeitet (Bio, Chemie, Geo etc.).                       | HARMS (2008):<br>Fächerübergreifender Unterricht & OSSIMITZ (2000a):<br>Entwicklung systemischen Denkens        |
| Aktualität & Modernität                           | 7.15 In das Projekt waren aktuelle bzw. moderne Themen eingebaut.   | BERGER <i>et al.</i> (2007):<br>Unterrichtsentwicklung durch Unterrichtsevaluation                              |
| Nachhaltigkeit                                    | 7.16 Einige Materialien haben mich zum Nachdenken angeregt.   | Eigene Ergänzung  |
| Anthropozän-Konzept                               | 7.17 Der Einfluss des Menschen auf die Umwelt ist im Projekt erkennbar.   |   |
| Lernförderliches Klima                            | 8.1 Es herrschte ein positives Arbeitsklima.  | BATZNER: Guter Unterricht   |
| Originalität & Kreativität; Autonomie             | 8.2 Im Unterricht gab es Gelegenheiten, eigene Einfälle zu verwirklichen.   | BERGER <i>et al.</i> (2007):<br>Unterrichtsentwicklung durch Unterrichtsevaluation                              |
|   | 8.3 Ich hatte Freiheiten beim Lösen der Aufgaben.   |   |
| Einsatz von Medien, Lern- und Lehrmaterialien     | 8.4 Der Materialeinsatz war abwechslungsreich (z.B. Experiment, Arbeit am PC, Arbeitsblatt, Bestimmungsliteratur, Messgeräte usw.). | MEYER (2010): 10 Merkmale guten Unterrichts; SEMINAR BERUFLICHE SCHULEN KARLSRUHE (2011):<br>Qualitätsstandards |
| Zielorientierung & Strukturierung des Unterrichts | 8.5 Das Projekt war strukturiert.   |   |
| fächerübergreifender Unterricht                   | 8.6 Im Projekt wurden die Zusammenhänge zu anderen Fächern aufgezeigt.  | HARMS (2008):<br>Fächerübergreifender Unterricht & OSSIMITZ (2000a):<br>Entwicklung systemischen Denkens        |
|   | 8.7 Die Zusammenhänge zwischen den Fächern waren zu weit hergeholt.   |   |
| Benotung  | 9.1 Note Forscherheft   | GÄRTNER (2010): Benotung von Lehrkräften und Unterricht   |
|   | 9.2 Note Spaß-Faktor  |   |
|   | 9.3 Note Arbeit mit den Concept Maps  |   |
|   | 9.4 Note Einsatz der Smartphones  |   |
|   | 9.5 Note Projekt gesamt   |   |
| Einsatz von Medien, Lern- und Lehrmaterialien     | 10.1 Unsere Gruppe hat ein Smartphone für das Projekt genutzt.  | Eigene Ergänzung  |
|   | 10.2 Wir haben folgende Apps auf dem Smartphone verwendet:  |   |
| Offene Fragen                                     | 11.1 Was hat Ihnen besonders gut an dem Projekt gefallen?   | THIEL, BLÜTHMANN & WATERMANN (2012): Erfassung der Lehrkompetenz  |
|   | 11.2 Was hat Ihnen gegebenenfalls nicht gefallen bzw. wo haben Sie Fehler gefunden?   | POCH (2012): Evaluierung von Unterrichtssequenzen   |
|   | 11.3 Welche Probleme sind bei der Durchführung aufgetreten?   |   |
|   | 11.4 Haben Sie Verbesserungsvorschläge? Wenn ja, welche?  |   |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | 11.5 Fallen Ihnen Fächer bzw. Themen ein, die Sie zu dem Projekt ergänzen würden?   |   |
|   | 11.6 Wozu hätten Sie sich mehr gewünscht?   | THIEL, BLÜTHMANN & WATERMANN (2012): Erfassung der Lehrkompetenz                |
|   | 11.7 Würden Sie das Projekt weiterempfehlen? Warum, warum nicht bzw. mit welcher Einschränkung?                                       |   |
| App anymals+plants                            | 12.1 Ich fand, das Layout (Aussehen) von anymals+plants war ansprechend.  | Ergänzung durch Mitarbeiter des MfN   |
|   | 12.2 Der Aufbau ist nachvollziehbar.  |   |
|   | 12.3 Ich würde die App anymals+plants auch privat weiter nutzen.  | MEYER (2010): 10 Merkmale guten Unterrichts                                     |
|   | 12.4 Es hat mir Spaß gemacht, die App anymals+plants zu nutzen.   | Ergänzung durch Mitarbeiter des MfN   |
|   | 12.5 Der Umgang mit der App anymals+plants war selbsterklärend (leicht).  |   |
|   | 12.6 Ich habe mir die App anymals+plants bereits auf mein privates Smartphone oder Tablet installiert.                                | MEYER (2010): 10 Merkmale guten Unterrichts                                     |
|   | 12.7 Was hat mir an der App besonders gut gefallen?   | THIEL, BLÜTHMANN & WATERMANN (2012): Erfassung der Lehrkompetenz                |
|   | 12.8 Was hat mir an der App nicht gefallen?   | Ergänzung durch Mitarbeiter des MfN   |
|   | 12.9 Was habe ich in der App vermisst?  |   |
|   | 12.10 Was würde ich an der App ändern?  |   |
| Einsatz von Medien, Lern- und Lehrmaterialien | 12.11 Welche Materialien zur Bestimmung haben Sie vorwiegend genutzt: ausgedruckte Bestimmungshilfen, Bücher, das Internet oder Apps? | MEYER (2010): 10 Merkmale guten Unterrichts                                     |
| App anymals+plants                            | 12.1 Ich fand, das Layout (Aussehen) von anymals+plants war ansprechend.  | BERGER <i>et al.</i> (2007): Unterrichtsentwicklung durch Unterrichtsevaluation |

**Antworten geschlossene Items SuS**

| <b>Schule 1</b>  | <b>S1</b> | <b>S2</b> | <b>S3</b> | <b>S4</b> | <b>S5</b> | <b>S6</b> | <b>S7</b> | <b>S8</b> | <b>S9</b> | <b>S10</b> |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1. Geschlecht  | 2         | 2         | 2         | 2         | 1         | 1         | 1         | 1         | 2         | 2          |
| 2. Geburtsjahr   | 99        | 99        | 99        | 99        | 99        | 99        | 99        | 99        | 98        | 99         |
| 3. Forschergruppe  | T         | T         | T         | T         | T         | T         | T         | P         | P         | P          |
| 4. Experten-Gruppe   | A         | B         | C         | D         | E         | F         | G         | A         | B         | C          |
| 5.1 Ich habe mich aktiv in der Veranstaltung eingebracht.  | 1         | 1         | 2         | 2         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1          |
| 5.2 Ich habe ein paar Aufgaben auch als Hausaufgabe erledigt.  | 2         | 1         | 2         | 2         | 4         | 4         | 3         | 2         | 2         | 1          |
| 5.3 Ich habe großes Interesse an praktischer Arbeit.   | 1         | 2         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 2          |
| 5.4 Wir haben die Aufgaben innerhalb der Gruppe aufgeteilt.  | 2         | 3         | 2         | 3         | 3         | 3         | 2         | 2         | 2         | 3          |
| 5.5 Wir haben selbstständig gearbeitet.  | 3         | 4         | 1         | 2         | 1         | 2         | 1         | 1         | 1         | 2          |
| 5.6 Wir haben zusätzliche Texte und Quellen verwendet.   | 3         | 2         | 4         | 2         | 3         | 3         | 1         | 3         | 3         | 1          |
| 5.7 Die Gruppe hat gut zusammengearbeitet.   | 1         | 3         | 2         | 1         | 1         | 1         | 1         | 4         | 2         | 2          |
| 5.8 Wir haben neben den Pflichtaufgaben auch einige Wahlaufgaben geschafft.  | 1         | 1         | 2         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1          |
| 5.9 Wir haben die Forscherhefte nicht in der Reihenfolge im Heft (sondern durcheinander) gelöst.                   | 1         | 1         | 2         | 2         | 1         | 2         | 2         | 1         | 4         | 1          |
| 5.10 Das Forschertagebuch (1. Seite) habe ich regelmäßig ausgefüllt.   | 2         | 2         | 3         | 4         | 2         | 1         | 1         | 2         | 3         | 3          |
| 5.11 Schätzen Sie: wie viel Prozent aller Aufgaben im Heft wurden gelöst?  | 80        | 95        | 70        | 70        | 100       | 98        | 98        | 85        | 80        | 88         |
| 5.12 Was schätzen Sie: an wie viel Prozent der gesamten Veranstaltung haben Sie teilgenommen / waren Sie anwesend? | 100       | 100       | 80        | 75        | 30        | 100       | 100       | 95        | 95        | 69         |
| 6.1 Ich hatte hohe Erwartungen an das Projekt.   | 1         | 1         | 2         | 1         | 2         | 3         | 2         | 2         | 1         | 3          |
| 6.2 Meine Erwartungen an das Projekt wurden erfüllt.   | 1         | 1         | 2         | 1         | 2         | 2         | 1         | 1         | 1         | 2          |
| 6.3 Einige Themen haben wir bereits vorher im Unterricht behandelt.  | 2         | 3         | 2         | 2         | 3         | 3         | 3         | 1         | 3         | 3          |
| 6.4 Ich finde, ich habe mich bei der Concept Map verbessert.   | 2         | 2         | 3         | 2         | 1         | 1         | 2         | 2         | 1         | 1          |
| 6.5 Ich hatte das Gefühl, die Concept Map der Gruppe ist nach dem Projekt besser geworden.                         | 2         | 1         | 2         | 2         | 1         | 1         | 1         | 2         | 1         | 1          |
| 6.6 Ich würde gerne mehr im Freien arbeiten.   | 1         | 2         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 3         | 1         | 3          |
| 6.7 Die im Projekt enthaltenen Informationen waren wertvoll.   | 1         | 2         | 1         | 1         | 1         | 2         | 1         | 1         | 1         | 1          |

| <b>Schule 1</b>   | <b>S1</b> | <b>S2</b> | <b>S3</b> | <b>S4</b> | <b>S5</b> | <b>S6</b> | <b>S7</b> | <b>S8</b> | <b>S9</b> | <b>S10</b> |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 6.8 Das Projekt war gut vorbereitet.  | 1         | 1         | 2         | 1         | 1         |           | 1         | 1         | 1         | 1          |
| 6.9 Die Inhalte waren strukturiert.   | 1         | 1         | 2         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1          |
| 6.10 Der Stoff wurde im Heft gut vermittelt.  | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 2         | 1         | 1         | 1          |
| 6.11 Die Leiterin des Projekts ging auf unsere Gruppe ein.  | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1          |
| 6.12 Die Arbeitsatmosphäre war für mich angenehm.   | 1         | 2         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 2         | 2         | 1          |
| 6.13 Die zur Verfügung stehende Zeit für das Projekt war zu kurz.   | 2         | 3         | 2         | 3         | 4         | 3         | 3         | 4         | 3         | 2          |
| 6.14 Die zur Verfügung stehende Zeit für das Projekt war zu lang.   | 4         | 4         | 3         | 3         | 4         | 4         | 3         | 3         | 4         | 4          |
| 7.1 Das gestaltete Deckblatt hat mir gefallen.  | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 2          |
| 7.2 Ich hätte lieber selbst ein Deckblatt gestaltet.  | 4         | 3         | 4         | 3         | 4         | 4         | 3         | 4         | 3         | 4          |
| 7.3 Ich fand es toll, dass ich selbst wählen konnte, in welche Gruppe ich gehe.                               | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 2         | 1         | 1          |
| 7.4 Es hat mir gefallen, dass ich selbst wählen konnte, welche Aufgaben ich im Forscherheft löse.             | 1         | 1         | 1         | 2         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1          |
| 7.5 Das Arbeiten im Freien hat mir Spaß gemacht.  | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 2         | 1         | 1          |
| 7.6 Das selbstständige Arbeiten fand ich toll.  | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 3         | 1         | 1          |
| 7.7 Die Überschriften passten zur Aufgabe.  | 1         | 2         | 1         | 2         | 1         | 2         | 2         | 1         | 1         | 1          |
| 7.8 Die Arbeitsaufträge waren eindeutig formuliert.   | 2         | 1         | 1         | 2         | 2         | 1         | 1         | 1         | 1         | 2          |
| 7.9 Die vorgegebenen Linien zum Lösen der Aufgaben haben ausgereicht.   |           | 1         | 2         | 2         | 1         | 2         | 1         | 1         | 1         | 2          |
| 7.10 Die Schwierigkeiten der Aufgabenstellungen waren angemessen.   | 1         | 1         | 2         | 2         | 1         | 2         | 2         | 2         | 1         | 2          |
| 7.11 Es gab Aufgaben, bei denen ich kreativ werden durfte.  | 2         | 2         | 2         | 1         | 1         | 3         | 2         | 2         | 2         | 1          |
| 7.12 Das praktische Arbeiten hat zum Verständnis der Inhalte beigetragen.                                     | 2         | 2         | 2         | 1         | 1         | 1         | 1         | 2         | 2         | 1          |
| 7.13 Die Seiten waren anschaulich.  | 1         | 1         | 1         | 1         | 2         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1          |
| 7.14 Komplexe Fragestellungen wurden in fächerverbindenden Zusammenhängen bearbeitet (Bio, Chemie, Geo etc.). | 2         | 2         | 2         | 2         | 1         | 3         | 2         | 2         | 1         | 3          |
| 7.15 In das Projekt waren aktuelle bzw. moderne Themen eingebaut.   | 2         | 2         |           | 1         | 2         | 2         | 2         | 1         | 2         | 2          |
| 7.16 Einige Materialien haben mich zum Nachdenken angeregt.   | 2         | 1         | 3         | 2         | 1         | 3         | 1         | 1         | 1         | 2          |
| 7.17 Der Einfluss des Menschen auf die Umwelt ist im Projekt  | 1         | 1         |           | 2         | 1         | 2         | 2         | 1         | 1         | 2          |

| <b>Schule 1</b><br>erkennbar.   | <b>S1</b> | <b>S2</b> | <b>S3</b> | <b>S4</b> | <b>S5</b> | <b>S6</b> | <b>S7</b> | <b>S8</b> | <b>S9</b> | <b>S10</b> |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 8.1 Es herrschte ein positives Arbeitsklima.  | 1         | 2         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 3         | 3         | 1          |
| 8.2 Im Unterricht gab es Gelegenheiten, eigene Einfälle zu verwirklichen.   | 2         | 1         | 3         | 2         | 1         | 1         | 1         | 2         | 2         | 2          |
| 8.3 Ich hatte Freiheiten beim Lösen der Aufgaben.   | 2         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 2         | 1          |
| 8.4 Der Materialeinsatz war abwechslungsreich (z.B. Experiment, Arbeit am PC, Arbeitsblatt, Bestimmungsliteratur, Messgeräte usw.). | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 2         | 2         | 1         | 1         | 1          |
| 8.5 Das Projekt war strukturiert.   | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1          |
| 8.6 Im Projekt wurden die Zusammenhänge zu anderen Fächern aufgezeigt.  | 2         | 2         | 2         | 2         | 2         | 3         | 2         | 2         | 3         | 2          |
| 8.7 Die Zusammenhänge zwischen den Fächern waren zu weit hergeholt.   | 3         | 3         |           | 4         | 4         | 2         | 2         | 4         | 4         | 2          |
| 9.1 Note Forscherheft   | 1         | 1         | 1         | 1         | 2+        | 1-        | 1-        | 1+        | 1         | 2+         |
| 9.2 Note Spaß-Faktor  | 1-        | 1         | 2+        | 1         | 1         | 2         | 1         | 1-        | 1         | 2+         |
| 9.3 Note Arbeit mit den Concept Maps  | 1-        | 2-        | 2-        | 2         | 2         | 2-        | 2+        | 2+        | 1         | 2          |
| 9.4 Note Einsatz der Smartphones  | 1         | 2         | 2         |           | 1         | 1         | 1         | 3+        | 1         |            |
| 9.5 Note Projekt gesamt   | 1         | 1         | 2         | 1-        | 1-        | 1-        | 1         | 1         | 1         | 1-         |
| 10.1 Unsere Gruppe hat ein Smartphone für das Projekt genutzt.  | 1         | 1         | 2         | 3         | 1         | 1         | 1         | 2         | 1         | 1          |

| <b>Schule 1</b>   | <b>S11</b> | <b>S12</b> | <b>S13</b> | <b>S14</b> | <b>S15</b> | <b>S16</b> | <b>S17</b> | <b>S18</b> | <b>S19</b> | <b>S20</b> |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1. Geschlecht   | 2          | 1          | 2          | 2          | 2          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          |
| 2. Geburtsjahr  | 99         | 99         | 99         | 99         | 99         | 99         | 98         | 99         | 99         | 99         |
| 3. Forschergruppe   | P          | P          | P          | P          | P          | B          | B          | B          | B          | B          |
| 4. Experten-Gruppe  | D          | E          | F          | G          | H          | B          | C          | D          | E          | F          |
| 5.1 Ich habe mich aktiv in der Veranstaltung eingebracht.     | 1          | 2          | 1          | 1          | 2          | 2          | 2          | 1          | 1          | 1          |
| 5.2 Ich habe ein paar Aufgaben auch als Hausaufgabe erledigt. | 1          | 3          | 1          | 1          | 4          | 3          | 2          | 1          | 2          | 2          |
| 5.3 Ich habe großes Interesse an praktischer Arbeit.          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| 5.4 Wir haben die Aufgaben innerhalb der Gruppe aufgeteilt.   | 1          | 2          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          |
| 5.5 Wir haben selbstständig gearbeitet.                       | 2          | 3          | 1          | 1          | 1          |            | 1          | 2          | 1          | 1          |
| 5.6 Wir haben zusätzliche Texte und Quellen verwendet.        | 2          | 2          | 2          | 1          | 3          | 3          | 2          | 2          | 2          | 2          |
| 5.7 Die Gruppe hat gut zusammengearbeitet.                    | 1          | 2          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 3          | 1          | 1          |
| 5.8 Wir haben neben den Pflichtaufgaben auch einige           | 1          | 1          | 1          | 1          | 3          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          |

| <b>Schule 1</b>  | <b>S11</b> | <b>S12</b> | <b>S13</b> | <b>S14</b> | <b>S15</b> | <b>S16</b> | <b>S17</b> | <b>S18</b> | <b>S19</b> | <b>S20</b> |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Wahlaufgaben geschafft.  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 5.9 Wir haben die Forscherhefte nicht in der Reihenfolge im Heft (sondern durcheinander) gelöst.                   | 2          | 2          | 4          | 1          | 3          | 3          | 1          | 1          | 1          | 3          |
| 5.10 Das Forschertagebuch (1. Seite) habe ich regelmäßig ausgefüllt.   | 3          | 2          | 1          | 1          | 3          | 2          | 2          | 1          | 2          | 2          |
| 5.11 Schätzen Sie: wie viel Prozent aller Aufgaben im Heft wurden gelöst?  | 80         | 90         | 100        | 100        | 100        | 70         | 70         | 65         | 95         | 90         |
| 5.12 Was schätzen Sie: an wie viel Prozent der gesamten Veranstaltung haben Sie teilgenommen / waren Sie anwesend? | 60         | 70         | 100        | 50         | 60         | 90         | 98         | 35         | 100        | 80         |
| 6.1 Ich hatte hohe Erwartungen an das Projekt.   | 2          | 2          | 3          | 1          | 3          | 3          | 2          | 4          | 2          | 2          |
| 6.2 Meine Erwartungen an das Projekt wurden erfüllt.   | 2          | 2          | 2          | 1          | 2          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| 6.3 Einige Themen haben wir bereits vorher im Unterricht behandelt.  | 2          | 4          | 2          | 2          | 3          | 3          | 1          | 2          | 3          | 2          |
| 6.4 Ich finde, ich habe mich bei der Concept Map verbessert.   | 2          | 1          | 1          | 1          | 3          | 2          | 1          | 3          | 2          | 1          |
| 6.5 Ich hatte das Gefühl, die Concept Map der Gruppe ist nach dem Projekt besser geworden.                         | 1          | 2          | 1          | 3          | 3          |            | 1          | 2          | 2          | 1          |
| 6.6 Ich würde gerne mehr im Freien arbeiten.   | 1          | 2          | 1          | 3          | 1          | 3          | 1          | 2          | 1          | 1          |
| 6.7 Die im Projekt enthaltenen Informationen waren wertvoll.   | 1          | 2          | 2          | 1          | 1          | 3          | 1          | 2          | 1          | 2          |
| 6.8 Das Projekt war gut vorbereitet.   | 2          | 1          | 2          | 1+         | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| 6.9 Die Inhalte waren strukturiert.  | 2          | 2          | 2          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| 6.10 Der Stoff wurde im Heft gut vermittelt.   | 2          | 2          | 2          | 1          | 1          | 2          | 2          | 1          | 2          | 2          |
| 6.11 Die Leiterin des Projekts ging auf unsere Gruppe ein.   | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| 6.12 Die Arbeitsatmosphäre war für mich angenehm.  | 1          | 2          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          |
| 6.13 Die zur Verfügung stehende Zeit für das Projekt war zu kurz.  | 3          | 3          | 2          | 1          | 2          | 2          | 1          | 2          | 2          | 1          |
| 6.14 Die zur Verfügung stehende Zeit für das Projekt war zu lang.  | 3          | 3          | 4          | 2          | 3          | 4          | 4          | 4          | 3          | 4          |
| 7.1 Das gestaltete Deckblatt hat mir gefallen.   | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          | 3          | 1          | 2          |
| 7.2 Ich hätte lieber selbst ein Deckblatt gestaltet.   | 3          | 2          | 3          | 4          | 3          | 4          | 2          | 2          | 4          | 4          |
| 7.3 Ich fand es toll, dass ich selbst wählen konnte, in welche Gruppe ich gehe.                                    | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| 7.4 Es hat mir gefallen, dass ich selbst wählen konnte, welche Aufgaben ich im Forscherheft löse.                  | 1          | 2          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          |

| <b>Schule 1</b>   | <b>S11</b> | <b>S12</b> | <b>S13</b> | <b>S14</b> | <b>S15</b> | <b>S16</b> | <b>S17</b> | <b>S18</b> | <b>S19</b> | <b>S20</b> |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 7.5 Das Arbeiten im Freien hat mir Spaß gemacht.  | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 2          |
| 7.6 Das selbstständige Arbeiten fand ich toll.  | 2          | 2          | 1          | 2          | 3          | 2          | 1          | 1          | 1          | 2          |
| 7.7 Die Überschriften passten zur Aufgabe.  | 1          | 2          | 1          | 1          | 2          | 2          | 2          | 1          | 2          | 2          |
| 7.8 Die Arbeitsaufträge waren eindeutig formuliert.   | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 3          | 1          | 1          | 2          | 2          |
| 7.9 Die vorgegebenen Linien zum Lösen der Aufgaben haben ausgereicht.   | 2          | 3          | 2          | 3          | 3          | 1          | 1          | 3          | 2          | 2          |
| 7.10 Die Schwierigkeiten der Aufgabenstellungen waren angemessen.   | 2          | 2          | 2          | 1          | 2          | 2          | 1          | 2          | 1          | 1          |
| 7.11 Es gab Aufgaben, bei denen ich kreativ werden durfte.  | 1          | 3          | 1          | 1          | 3          | 2          | 1          | 3          | 2          | 2          |
| 7.12 Das praktische Arbeiten hat zum Verständnis der Inhalte beigetragen.   | 2          | 2          | 1          | 1          | 1          | 3          | 1          | 2          | 1          | 1          |
| 7.13 Die Seiten waren anschaulich.  | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          | 2          | 1          | 2          |
| 7.14 Komplexe Fragestellungen wurden in fächerverbindenden Zusammenhängen bearbeitet (Bio, Chemie, Geo etc.).                       | 2          | 3          | 2          |            | 2          | 2          | 1          | 1          | 2          | 2          |
| 7.15 In das Projekt waren aktuelle bzw. moderne Themen eingebaut.   | 1          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 1          | 3          | 1          | 2          |
| 7.16 Einige Materialien haben mich zum Nachdenken angeregt.   | 1          | 2          | 3          | 4          | 3          | 2          | 3          | 3          | 1          | 2          |
| 7.17 Der Einfluss des Menschen auf die Umwelt ist im Projekt erkennbar.   | 1          | 2          | 3          | 2          | 1          | 3          | 1          | 3          | 1          | 1          |
| 8.1 Es herrschte ein positives Arbeitsklima.  | 1          |            | 1          | 2          | 2          | 2          | 1          | 2          | 1          | 1          |
| 8.2 Im Unterricht gab es Gelegenheiten, eigene Einfälle zu verwirklichen.   | 2          |            | 2          | 2          | 2          | 3          | 1          | 2          | 1          | 2          |
| 8.3 Ich hatte Freiheiten beim Lösen der Aufgaben.   | 1          |            | 2          | 2          | 1          | 2          | 1          | 2          | 2          | 2          |
| 8.4 Der Materialeinsatz war abwechslungsreich (z.B. Experiment, Arbeit am PC, Arbeitsblatt, Bestimmungsliteratur, Messgeräte usw.). | 1          |            | 3          | 1          | 2          | 2          | 1          | 3          | 1          | 1          |
| 8.5 Das Projekt war strukturiert.   | 1          |            | 2          | 1          | 1          | 2          | 1          | 2          | 1          | 1          |
| 8.6 Im Projekt wurden die Zusammenhänge zu anderen Fächern aufgezeigt.  | 1          |            | 1          | 1          | 2          | 2          | 1          | 3          | 2          | 2          |
| 8.7 Die Zusammenhänge zwischen den Fächern waren zu weit hergeholt.   | 3          |            | 3          | 4          | 3          | 3          | 2          | 4          | 3          | 3          |
| 9.1 Note Forscherheft   | 1          | 2          | 2-         | 1+         | 2          | 2          | 3+         | 2          | 2          | 2+         |
| 9.2 Note Spaß-Faktor  | 1          | 2          | 3          | 2          | 3          | 2-         | 2+         | 2          | 1          | 2-         |
| 9.3 Note Arbeit mit den Concept   | 2+         | 2          | 2+         | 3          | 4          | 3+         | 3          | 3          | 3          | 2-         |

| Schule 1   | S11   | S12 | S13 | S14 | S15 | S16 | S17 | S18 | S19 | S20 |
|--|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Maps   |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 9.4 Note Einsatz der Smartphones                               | 1++++ | 1   | 3   | 1   | 2   |     | 2+  |     | 1   | 1-  |
| 9.5 Note Projekt gesamt  | 1+    | 2   | 2   | 2+  | 2-  | 2-  | 2   | 2   | 2+  | 2   |
| 10.1 Unsere Gruppe hat ein Smartphone für das Projekt genutzt. | 1     | 1   | 1   | 1   | 4   | 4   | 4   | 4   | 2   | 2   |

| Schule 1   | S21 | S22 | S23 | S24 | S25 | S26 | S27 | S28 | S29 | S30 |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1. Geschlecht  | 1   | 2   | 1   | 2   | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   | 2   |
| 2. Geburtsjahr   | 99  | 99  | 98  | 99  | 99  | 99  | 98  | 99  | 98  | 99  |
| 3. Forschergruppe  | B   | B   | M   | M   | M   | M   | M   | M   | M   | M   |
| 4. Experten-Gruppe   | G   | H   | A   | B   | C   | D   | E   | F   | G   | H   |
| 5.1 Ich habe mich aktiv in der Veranstaltung eingebracht.  | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 1   | 2   | 1   | 2   | 2   |
| 5.2 Ich habe ein paar Aufgaben auch als Hausaufgabe erledigt.  | 4   | 1   | 3   | 2   | 1   | 1   | 2   | 2   | 3   | 1   |
| 5.3 Ich habe großes Interesse an praktischer Arbeit.   | 1   | 1   | 1   | 2   | 1   | 2   | 3   | 1   | 1   | 2   |
| 5.4 Wir haben die Aufgaben innerhalb der Gruppe aufgeteilt.  | 1   | 1   | 2   | 3   | 1   | 2   | 2   | 1   | 1   | 2   |
| 5.5 Wir haben selbstständig gearbeitet.  | 1   | 1   | 1   | 2   | 1   | 2   | 3   | 1   | 2   | 1   |
| 5.6 Wir haben zusätzliche Texte und Quellen verwendet.   | 2   | 2   | 1   | 3   | 1   | 2   | 3   | 1   | 3   | 3   |
| 5.7 Die Gruppe hat gut zusammengearbeitet.   | 1   |     | 2   | 2   | 1   | 1   | 2   | 1   | 2   | 2   |
| 5.8 Wir haben neben den Pflichtaufgaben auch einige Wahlaufgaben geschafft.  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| 5.9 Wir haben die Forscherhefte nicht in der Reihenfolge im Heft (sondern durcheinander) gelöst.                   | 2   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   | 2   | 1   |
| 5.10 Das Forschertagebuch (1. Seite) habe ich regelmäßig ausgefüllt.   | 2   | 2   | 2   | 4   | 1   | 1   | 3   | 2   | 2   | 1   |
| 5.11 Schätzen Sie: wie viel Prozent aller Aufgaben im Heft wurden gelöst?  | 80  | 80  | 89  | 97  | 99  | 60  | 99  | 95  | 95  | 98  |
| 5.12 Was schätzen Sie: an wie viel Prozent der gesamten Veranstaltung haben Sie teilgenommen / waren Sie anwesend? | 90  | 100 | 15  | 95  | 100 | 90  | 100 | 100 | 25  | 80  |
| 6.1 Ich hatte hohe Erwartungen an das Projekt.   | 1   | 1   | 1   | 2   | 3   | 3   | 4   | 2   | 2   | 2   |
| 6.2 Meine Erwartungen an das Projekt wurden erfüllt.   | 1   | 1   | 3   | 1   | 3   | 2   | 3   | 1   | 2   | 2   |
| 6.3 Einige Themen haben wir bereits vorher im Unterricht behandelt.  | 1   | 4   | 1   | 3   | 4   | 3   | 2   | 3   | 2   | 1   |
| 6.4 Ich finde, ich habe mich bei der Concept Map verbessert.   | 4   | 1   | 2   | 2   | 1   | 3   | 3   | 1   | 3   | 2   |

| Schule 1  | S21 | S22 | S23 | S24 | S25 | S26 | S27 | S28 | S29 | S30 |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 6.5 Ich hatte das Gefühl, die Concept Map der Gruppe ist nach dem Projekt besser geworden.                    | 4   | 1   | 2   | 2   | 1   | 2   | 2   | 1   | 2   | 3   |
| 6.6 Ich würde gerne mehr im Freien arbeiten.  | 3   | 2   | 1   | 1   | 1   | 3   | 2   | 1   | 1   | 2   |
| 6.7 Die im Projekt enthaltenen Informationen waren wertvoll.  | 2   | 1   | 1   | 2   | 2   | 1   | 2   | 2   | 2   | 2   |
| 6.8 Das Projekt war gut vorbereitet.  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   | 2   |
| 6.9 Die Inhalte waren strukturiert.   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   | 1   | 2   | 2   | 2   |
| 6.10 Der Stoff wurde im Heft gut vermittelt.  | 1   | 2   | 1   | 1   | 1   | 2   | 2   | 1   | 2   | 2   |
| 6.11 Die Leiterin des Projekts ging auf unsere Gruppe ein.  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| 6.12 Die Arbeitsatmosphäre war für mich angenehm.   | 1   | 2   | 2   | 2   | 1   | 2   | 1   | 1   | 2   | 2   |
| 6.13 Die zur Verfügung stehende Zeit für das Projekt war zu kurz.   | 1   | 2   | 1   | 3   | 4   | 2   | 4   | 4   | 3   | 4   |
| 6.14 Die zur Verfügung stehende Zeit für das Projekt war zu lang.   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 3   | 3   |
| 7.1 Das gestaltete Deckblatt hat mir gefallen.  | 1   | 2   | 1   | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 1   | 1   |
| 7.2 Ich hätte lieber selbst ein Deckblatt gestaltet.  | 4   | 4   | 4   | 3   | 4   | 3   | 4   | 2   | 2   | 1   |
| 7.3 Ich fand es toll, dass ich selbst wählen konnte, in welche Gruppe ich gehe.                               | 1   | 1   | 3   | 2   | 1   | 2   | 2   | 1   |     | 1   |
| 7.4 Es hat mir gefallen, dass ich selbst wählen konnte, welche Aufgaben ich im Forscherheft löse.             | 3   | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   | 2   | 1   | 2   | 1   |
| 7.5 Das Arbeiten im Freien hat mir Spaß gemacht.  | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   | 2   | 2   | 1   | 1   | 2   |
| 7.6 Das selbstständige Arbeiten fand ich toll.  | 1   | 1   | 1   | 2   | 2   | 3   | 3   | 1   | 2   | 2   |
| 7.7 Die Überschriften passten zur Aufgabe.  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   | 2   | 2   | 2   | 2   |
| 7.8 Die Arbeitsaufträge waren eindeutig formuliert.   | 1   | 2   | 1   | 1   | 1   | 2   | 1   | 1   | 2   | 2   |
| 7.9 Die vorgegebenen Linien zum Lösen der Aufgaben haben ausgereicht.   | 2   | 1   | 3   | 2   | 4   | 3   | 2   | 1   | 3   | 1   |
| 7.10 Die Schwierigkeiten der Aufgabenstellungen waren angemessen.   | 1   | 2   | 1   | 2   | 1   | 2   | 2   | 1   | 2   | 2   |
| 7.11 Es gab Aufgaben, bei denen ich kreativ werden durfte.  | 3   | 2   | 1   | 1   | 1   | 3   | 2   | 2   | 4   | 3   |
| 7.12 Das praktische Arbeiten hat zum Verständnis der Inhalte beigetragen.                                     | 1   | 1   | 1   | 2   | 1   | 2   | 2   | 1   | 2   | 2   |
| 7.13 Die Seiten waren anschaulich.  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 2   | 2   | 1   | 1   | 1   |
| 7.14 Komplexe Fragestellungen wurden in fächerverbindenden Zusammenhängen bearbeitet (Bio, Chemie, Geo etc.). | 1   | 1   | 1   | 2   | 1   | 2   | 1   | 2   | 3   | 1   |

| <b>Schule 1</b>   | <b>S21</b> | <b>S22</b> | <b>S23</b> | <b>S24</b> | <b>S25</b> | <b>S26</b> | <b>S27</b> | <b>S28</b> | <b>S29</b> | <b>S30</b> |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 7.15 In das Projekt waren aktuelle bzw. moderne Themen eingebaut.   | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 3          | 1          | 2          | 1          | 3          |
| 7.16 Einige Materialien haben mich zum Nachdenken angeregt.   | 3          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 3          | 2          | 2          | 3          |
| 7.17 Der Einfluss des Menschen auf die Umwelt ist im Projekt erkennbar.   | 3          | 3          | 1          | 2          | 2          | 3          | 2          | 2          | 3          | 2          |
| 8.1 Es herrschte ein positives Arbeitsklima.  | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 2          | 2          | 1          | 2          | 2          |
| 8.2 Im Unterricht gab es Gelegenheiten, eigene Einfälle zu verwirklichen.   | 1          | 2          | 3          | 2          | 1          | 3          | 2          | 1          | 3          | 3          |
| 8.3 Ich hatte Freiheiten beim Lösen der Aufgaben.   | 1          | 1          | 3          | 1          | 1          | 2          | 2          | 1          | 1          | 2          |
| 8.4 Der Materialeinsatz war abwechslungsreich (z.B. Experiment, Arbeit am PC, Arbeitsblatt, Bestimmungsliteratur, Messgeräte usw.). | 1          | 2          | 2          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          |
| 8.5 Das Projekt war strukturiert.   | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          |
| 8.6 Im Projekt wurden die Zusammenhänge zu anderen Fächern aufgezeigt.  | 3          | 1          | 2          | 2          | 3          | 3          | 1          | 2          | 1          | 2          |
| 8.7 Die Zusammenhänge zwischen den Fächern waren zu weit hergeholt.   | 2          | 1          | 3          | 2          | 2          | 3          | 3          | 3          | 3          | 4          |
| 9.1 Note Forscherheft   | 2          | 1-         | 3          | 1-         | 1          | 1-         | 2          | 1-         | 2+         | 2          |
| 9.2 Note Spaß-Faktor  | 1          | 2          | 2          | 2+         | 2          | 1-         | 3          | 2+         | 3+         | 3          |
| 9.3 Note Arbeit mit den Concept Maps  | 2          | 3+         | 2          | 3+         | 1          | 2+         | 3          | 2          | 2          | 3+         |
| 9.4 Note Einsatz der Smartphones  | 2          |            | 1          | 2          | 3          | 2-         | 1          |            | 2          |            |
| 9.5 Note Projekt gesamt   | 2+         | 2          | 2          |            | 2+         | 2          | 2          | 2+++       | 2          | 2          |
| 10.1 Unsere Gruppe hat ein Smartphone für das Projekt genutzt.  | 2          | 4          | 3          | 2          | 1          | 1          | 3          | 1          | 3          | 1          |

| <b>Schule 2</b>   | <b>S31</b> | <b>S32</b> | <b>S33</b> | <b>S34</b> | <b>S35</b> | <b>S36</b> | <b>S37</b> | <b>S38</b> | <b>S39</b> | <b>S40</b> | <b>S41</b> | <b>S42</b> | <b>S43</b> |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1. Geschlecht   | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          |
| 2. Geburtsjahr  | 98         | 98         | 97         | 97         | 96         | 97         | 98         | 98         | 98         | 98         | 98         | 97         | 98         |
| 3. Forschergruppe   | T          | T          | T          | T          | T          | T          | P          | P          | P          | P          | P          | B          | B          |
| 4. Experten-Gruppe  | A          | B          | C          | D          | F          | G          | B          | C          | E          | F          | G          | A          | B          |
| 5.1 Ich habe mich aktiv in der Veranstaltung eingebracht.     | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 2          | 1          | 1          |
| 5.2 Ich habe ein paar Aufgaben auch als Hausaufgabe erledigt. | 1          | 2          | 1          | 3          | 2          | 2          | 1          | 2          | 1          | 2          | 2          | 2          | 1          |
| 5.3 Ich habe großes Interesse an praktischer Arbeit.          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 2          | 2          | 2          | 1          | 1          | 1          | 2          |
| 5.4 Wir haben die   | 1          | 1          | 2          | 3          | 3          | 2          | 1          | 1          | 3          | 2          | 3          | 1          | 1          |

| <b>Schule 2</b>  | <b>S31</b> | <b>S32</b> | <b>S33</b> | <b>S34</b> | <b>S35</b> | <b>S36</b> | <b>S37</b> | <b>S38</b> | <b>S39</b> | <b>S40</b> | <b>S41</b> | <b>S42</b> | <b>S43</b> |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Aufgaben innerhalb der Gruppe aufgeteilt.  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 5.5 Wir haben selbstständig gearbeitet.  | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| 5.6 Wir haben zusätzliche Texte und Quellen verwendet.   | 2          | 2          | 2          | 1          | 3          | 1          | 3          | 3          | 2          | 2          | 1          | 3          | 4          |
| 5.7 Die Gruppe hat gut zusammengearbeitet.   | 1          | 1          | 3          | 4          | 3          | 2          | 1          | 1          | 2          | 2          | 3          | 2          | 1          |
| 5.8 Wir haben neben den Pflichtaufgaben auch einige Wahlaufgaben geschafft.  | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          |
| 5.9 Wir haben die Forscherhefte nicht in der Reihenfolge im Heft (sondern durcheinander) gelöst.                   | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          | 1          |
| 5.10 Das Forschertagebuch (1. Seite) habe ich regelmäßig ausgefüllt.   | 2          | 2          | 1          | 2          | 1          | 1          | 2          | 2          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          |
| 5.11 Schätzen Sie: wie viel Prozent aller Aufgaben im Heft wurden gelöst?  | 80         | 80         | 100        | 100        | 100        | 100        | 80         | 80         | 75         | 75         | 89         | 90         | 90         |
| 5.12 Was schätzen Sie: an wie viel Prozent der gesamten Veranstaltung haben Sie teilgenommen / waren Sie anwesend? | 60         | 90         | 90         | 100        | 98         | 100        | 90         | 90         | 95         | 100        | 85         | 98         | 100        |
| 6.1 Ich hatte hohe Erwartungen an das Projekt.   | 2          | 2          | 1          | 3          | 2          | 1          | 1          | 2          | 2          | 2          | 2          | 3          | 3          |
| 6.2 Meine Erwartungen an das Projekt wurden erfüllt.   | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          | 1          | 1          | 2          | 2          |
| 6.3 Einige Themen haben wir bereits vorher im Unterricht behandelt.  | 3          | 1          | 2          | 2          | 3          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          | 3          | 4          |
| 6.4 Ich finde, ich habe mich bei der Concept Map verbessert.   | 1          | 2          | 2          | 1          | 2          | 1          | 2          | 1          | 2          | 1          | 2          | 2          | 2          |

| <b>Schule 2</b>   | <b>S31</b> | <b>S32</b> | <b>S33</b> | <b>S34</b> | <b>S35</b> | <b>S36</b> | <b>S37</b> | <b>S38</b> | <b>S39</b> | <b>S40</b> | <b>S41</b> | <b>S42</b> | <b>S43</b> |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 6.5 Ich hatte das Gefühl, die Concept Map der Gruppe ist nach dem Projekt besser geworden.        | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 2          | 1          |
| 6.6 Ich würde gerne mehr im Freien arbeiten.  | 1          | 2          | 1          | 2          | 2          | 4          | 3          | 1          | 1          | 1          | 2          | 3          | 3          |
| 6.7 Die im Projekt enthaltenen Informationen waren wertvoll.                                      | 2          |            | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          | 1          | 1          | 2          | 2          |
| 6.8 Das Projekt war gut vorbereitet.  | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          |
| 6.9 Die Inhalte waren strukturiert.   | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          |
| 6.10 Der Stoff wurde im Heft gut vermittelt.  | 1          | 2          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 2          | 2          |
| 6.11 Die Leiterin des Projekts ging auf unsere Gruppe ein.  | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          | 1          | 1          | 2          | 1          |
| 6.12 Die Arbeitsatmosphäre war für mich angenehm.   | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 1          |
| 6.13 Die zur Verfügung stehende Zeit für das Projekt war zu kurz.                                 | 4          | 3          | 3          | 4          | 4          | 4          | 4          | 2          | 2          | 4          | 4          | 3          | 3          |
| 6.14 Die zur Verfügung stehende Zeit für das Projekt war zu lang.                                 | 4          | 2          | 3          | 4          | 4          | 4          | 2          | 4          | 4          | 4          | 4          | 3          | 3          |
| 7.1 Das gestaltete Deckblatt hat mir gefallen.  | 2          | 2          | 2          | 1          | 2          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          |
| 7.2 Ich hätte lieber selbst ein Deckblatt gestaltet.  | 4          | 3          | 4          | 4          | 4          | 4          | 4          | 4          | 4          | 4          | 4          | 3          | 4          |
| 7.3 Ich fand es toll, dass ich selbst wählen konnte, in welche Gruppe ich gehe.                   | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          |
| 7.4 Es hat mir gefallen, dass ich selbst wählen konnte, welche Aufgaben ich im Forscherheft löse. | 2          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| 7.5 Das Arbeiten im Freien hat mir Spaß gemacht.  | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 2          | 2          | 1          | 1          | 2          | 3          | 2          |
| 7.6 Das selbstständige  | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          |

| <b>Schule 2</b>   | <b>S31</b> | <b>S32</b> | <b>S33</b> | <b>S34</b> | <b>S35</b> | <b>S36</b> | <b>S37</b> | <b>S38</b> | <b>S39</b> | <b>S40</b> | <b>S41</b> | <b>S42</b> | <b>S43</b> |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Arbeiten fand ich toll.   |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 7.7 Die Überschriften passten zur Aufgabe.  | 2          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          | 1          | 1          | 2          | 2          |
| 7.8 Die Arbeitsaufträge waren eindeutig formuliert.   | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| 7.9 Die vorgegebenen Linien zum Lösen der Aufgaben haben ausgereicht.   | 2          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 2          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 2          |
| 7.10 Die Schwierigkeiten der Aufgabenstellungen waren angemessen.   | 2          | 2          | 1          | 3          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| 7.11 Es gab Aufgaben, bei denen ich kreativ werden durfte.  | 2          | 3          | 1          | 2          | 3          | 1          | 2          | 3          | 1          | 2          | 1          | 2          | 3          |
| 7.12 Das praktische Arbeiten hat zum Verständnis der Inhalte beigetragen.                                     | 2          | 2          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 2          | 3          | 1          | 2          | 1          | 2          |
| 7.13 Die Seiten waren anschaulich.  | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          |
| 7.14 Komplexe Fragestellungen wurden in fächerverbindenden Zusammenhängen bearbeitet (Bio, Chemie, Geo etc.). | 2          | 2          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 2          | 2          | 2          | 1          | 3          | 2          |
| 7.15 In das Projekt waren aktuelle bzw. moderne Themen eingebaut.   | 3          | 2          | 1          | 2          | 1          | 1          | 2          | 1          | 2          | 1          | 1          | 2          | 1          |
| 7.16 Einige Materialien haben mich zum Nachdenken angeregt.   | 3          | 3          | 1          | 3          | 2          | 1          | 1          | 2          | 3          | 2          | 1          | 2          | 3          |
| 7.17 Der Einfluss des Menschen auf die Umwelt ist im Projekt erkennbar.                                       | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 3          | 2          | 1          | 2          | 3          |
| 8.1 Es herrschte ein positives Arbeitsklima.  | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          |            | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| 8.2 Im Unterricht gab es Gelegenheiten, eigene Einfälle zu verwirklichen.                                     | 2          | 2          | 1          | 1          | 3          | 1          | 2          |            | 2          | 1          | 1          | 3          | 3          |
| 8.3 Ich hatte   | 2          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          |            | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          |

| <b>Schule 2</b>   | <b>S31</b> | <b>S32</b> | <b>S33</b> | <b>S34</b> | <b>S35</b> | <b>S36</b> | <b>S37</b> | <b>S38</b> | <b>S39</b> | <b>S40</b> | <b>S41</b> | <b>S42</b> | <b>S43</b> |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Freiheiten beim Lösen der Aufgaben.   |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 8.4 Der Materialeinsatz war abwechslungsreich (z.B. Experiment, Arbeit am PC, Arbeitsblatt, Bestimmungsliteratur, Messgeräte usw.). | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          |            | 2          | 2          | 1          | 1          | 2          |
| 8.5 Das Projekt war strukturiert.   | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          |            | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| 8.6 Im Projekt wurden die Zusammenhänge zu anderen Fächern aufgezeigt.  | 3          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          |            | 2          | 1          | 1          | 2          | 2          |
| 8.7 Die Zusammenhänge zwischen den Fächern waren zu weit hergeholt.   | 4          | 3          | 4          | 4          | 3          | 4          | 4          |            | 3          | 3          | 4          | 3          | 3          |
| 9.1 Note Forscherheft   | 2          | 2          | 2+         | 1          | 1-         | 1          | 1          |            | 1          | 1          | 1+         | 2          | 1          |
| 9.2 Note Spaß-Faktor  | 2          | 1          | 1          | 2          | 1-         | 2          | 2          |            | 2+         | 2          | 2+         | 2          | 2          |
| 9.3 Note Arbeit mit den Concept Maps  | 2          | 3          | 3          | 3          | 2          | 2          | 3          |            | 2          | 3          | 3+         | 3          | 4          |
| 9.4 Note Einsatz der Smartphones  | 2          | 2          | 2+         |            | 2          | 2          | 1          |            | 1-         | 2          | 1          |            |            |
| 9.5 Note Projekt gesamt   | 2          | 2          | 2          | 1          | 2+         | 1-         | 1-         |            | 2+         | 2          | 2+         | 2          | 2          |
| 10.1 Unsere Gruppe hat ein Smartphone für das Projekt genutzt.  | 4          | 4          | 4          | 4          | 2          | 1          | 1          |            | 1          | 1          | 1          | 4          | 4          |

| <b>Schule 2</b>   | <b>S44</b> | <b>S45</b> | <b>S46</b> | <b>S47</b> | <b>S48</b> | <b>S49</b> | <b>S50</b> | <b>S51</b> | <b>S52</b> | <b>S53</b> | <b>S54</b> | <b>S55</b> |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1. Geschlecht   | 1          | 1          | 2          | 2          | 2          | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          | 2          | 1          |
| 2. Geburtsjahr  | 98         | 98         | 98         | 98         | 98         | 97         | 97         | 98         | 98         | 98         | 97         | 99         |
| 3. Forschergruppe   | B          | B          | B          | B          | B          | M          | M          | M          | M          | M          | M          | M          |
| 4. Experten-Gruppe  | C          | D          | E          | F          | G          | A          | B          | C          | D          | E          | F          | G          |
| 5.1 Ich habe mich aktiv in der Veranstaltung eingebracht.     | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 2          | 2          | 1          | 1          |
| 5.2 Ich habe ein paar Aufgaben auch als Hausaufgabe erledigt. | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 3          | 3          | 3          | 3          | 1          | 1          | 1          |
| 5.3 Ich habe großes Interesse an praktischer Arbeit.          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          | 2          | 1          | 1          | 2          | 2          |
| 5.4 Wir haben die Aufgaben innerhalb der Gruppe aufgeteilt.   | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 3          | 1          |

| <b>Schule 2</b>  | <b>S44</b> | <b>S45</b> | <b>S46</b> | <b>S47</b> | <b>S48</b> | <b>S49</b> | <b>S50</b> | <b>S51</b> | <b>S52</b> | <b>S53</b> | <b>S54</b> | <b>S55</b> |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 5.5 Wir haben selbstständig gearbeitet.  | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          |
| 5.6 Wir haben zusätzliche Texte und Quellen verwendet.   | 2          | 2          | 1          | 1          | 1          | 3          | 4          | 2          | 3          | 1          | 1          | 4          |
| 5.7 Die Gruppe hat gut zusammengearbeitet.   | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 2          | 1          | 4          |
| 5.8 Wir haben neben den Pflichtaufgaben auch einige Wahlaufgaben geschafft.  | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          | 1          | 2          | 1          | 1          | 2          |
| 5.9 Wir haben die Forscherhefte nicht in der Reihenfolge im Heft (sondern durcheinander) gelöst.                   | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| 5.10 Das Forschertagebuch (1. Seite) habe ich regelmäßig ausgefüllt.   | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 3          | 4          | 3          | 3          | 3          | 2          | 3          |
| 5.11 Schätzen Sie: wie viel Prozent aller Aufgaben im Heft wurden gelöst?  | 90         | 78         | 95         | 95         | 93         | 75         | 90         | 90         | 90         | 95         | 95         | 80         |
| 5.12 Was schätzen Sie: an wie viel Prozent der gesamten Veranstaltung haben Sie teilgenommen / waren Sie anwesend? | 80         | 75         | 80         | 80         | 80         | 100        | 100        | 100        | 100        | 90         | 100        | 95         |
| 6.1 Ich hatte hohe Erwartungen an das Projekt.   | 1          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 4          | 1          | 3          | 2          |
| 6.2 Meine Erwartungen an das Projekt wurden erfüllt.   | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 3          | 1          | 2          | 1          | 2          | 1          | 1          |
| 6.3 Einige Themen haben wir bereits vorher im Unterricht behandelt.  | 1          | 2          | 4          | 2          | 4          | 2          | 3          | 2          | 4          | 4          | 3          | 2          |
| 6.4 Ich finde, ich habe mich bei der Concept Map verbessert.   | 1          | 1          | 2          | 2          | 1          | 1          | 4          | 2          | 2          | 2          | 2          | 1          |
| 6.5 Ich hatte das Gefühl, die Concept Map der Gruppe ist nach dem Projekt besser geworden.                         | 2          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 3          | 2          | 2          | 1          | 2          | 1          |
| 6.6 Ich würde gerne mehr im Freien arbeiten.   | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 3          | 2          | 1          | 2          | 2          | 3          | 1          |
| 6.7 Die im Projekt enthaltenen Informationen waren wertvoll.   | 1          | 2          | 3          | 2          | 2          | 3          | 3          | 2          | 3          | 1          | 1          | 1          |
| 6.8 Das Projekt war gut vorbereitet.   | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| 6.9 Die Inhalte waren strukturiert.  | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| 6.10 Der Stoff wurde im Heft gut vermittelt.   | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 3          | 1          | 2          | 2          | 1          | 1          | 2          |

| <b>Schule 2</b>   | <b>S44</b> | <b>S45</b> | <b>S46</b> | <b>S47</b> | <b>S48</b> | <b>S49</b> | <b>S50</b> | <b>S51</b> | <b>S52</b> | <b>S53</b> | <b>S54</b> | <b>S55</b> |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 6.11 Die Leiterin des Projekts ging auf unsere Gruppe ein.  | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| 6.12 Die Arbeitsatmosphäre war für mich angenehm.   | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          | 1          | 2          | 1          | 2          | 2          |
| 6.13 Die zur Verfügung stehende Zeit für das Projekt war zu kurz.   | 3          | 2          | 2          | 2          | 2          | 2          | 4          | 2          | 4          | 4          | 4          | 2          |
| 6.14 Die zur Verfügung stehende Zeit für das Projekt war zu lang.   | 3          | 3          | 4          | 4          | 4          | 4          | 3          | 3          | 3          | 4          | 4          | 4          |
| 7.1 Das gestaltete Deckblatt hat mir gefallen.  | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 3          |
| 7.2 Ich hätte lieber selbst ein Deckblatt gestaltet.  | 3          | 3          | 4          | 3          | 3          | 4          | 4          | 3          | 4          | 4          | 4          | 4          |
| 7.3 Ich fand es toll, dass ich selbst wählen konnte, in welche Gruppe ich gehe.                               | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 3          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 3          |
| 7.4 Es hat mir gefallen, dass ich selbst wählen konnte, welche Aufgaben ich im Forscherheft löse.             | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          |
| 7.5 Das Arbeiten im Freien hat mir Spaß gemacht.  | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 3          | 2          | 1          | 2          | 2          | 3          | 1          |
| 7.6 Das selbstständige Arbeiten fand ich toll.  | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          | 1          | 2          | 2          | 1          | 1          |
| 7.7 Die Überschriften passten zur Aufgabe.  | 1          | 1          | 2          | 1          | 2          | 1          | 2          | 2          | 1          | 2          | 2          | 1          |
| 7.8 Die Arbeitsaufträge waren eindeutig formuliert.   | 1          | 1          | 2          | 1          | 2          | 2          | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          |
| 7.9 Die vorgegebenen Linien zum Lösen der Aufgaben haben ausgereicht.   | 1          | 1          | 3          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          | 3          | 2          | 3          | 1          |
| 7.10 Die Schwierigkeiten der Aufgabenstellungen waren angemessen.   | 1          | 2          | 1          | 2          | 1          | 2          | 3          | 1          | 2          | 1          | 1          | 1          |
| 7.11 Es gab Aufgaben, bei denen ich kreativ werden durfte.  | 1          | 1          | 4          | 3          | 3          | 1          | 3          | 3          | 3          | 4          | 2          | 4          |
| 7.12 Das praktische Arbeiten hat zum Verständnis der Inhalte beigetragen.                                     | 1          | 1          | 1          | 2          | 2          | 2          | 1          | 2          | 2          | 1          | 1          | 1          |
| 7.13 Die Seiten waren anschaulich.  | 2          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 3          | 1          | 1          | 1          | 1          |
| 7.14 Komplexe Fragestellungen wurden in fächerverbindenden Zusammenhängen bearbeitet (Bio, Chemie, Geo etc.). | 1          | 1          | 3          | 3          | 3          | 3          | 4          | 2          | 2          | 4          | 2          | 4          |
| 7.15 In das Projekt waren   | 2          | 1          | 3          | 2          | 2          | 3          | 2          | 2          | 1          | 2          | 1          | 3          |

| <b>Schule 2</b>   | <b>S44</b> | <b>S45</b> | <b>S46</b> | <b>S47</b> | <b>S48</b> | <b>S49</b> | <b>S50</b> | <b>S51</b> | <b>S52</b> | <b>S53</b> | <b>S54</b> | <b>S55</b> |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| aktuelle bzw. moderne Themen eingebaut.   |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 7.16 Einige Materialien haben mich zum Nachdenken angeregt.   | 2          | 2          | 4          | 3          | 2          | 2          | 4          | 3          | 2          | 3          | 1          | 3          |
| 7.17 Der Einfluss des Menschen auf die Umwelt ist im Projekt erkennbar.   | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 2          | 2          | 1          | 2          | 1          | 2          | 2          |
| 8.1 Es herrschte ein positives Arbeitsklima.  | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          | 2          | 2          | 2          | 1          | 1          |            |            |
| 8.2 Im Unterricht gab es Gelegenheiten, eigene Einfälle zu verwirklichen.   | 2          | 1          | 4          | 2          | 2          | 2          | 2          | 3          | 3          | 2          |            |            |
| 8.3 Ich hatte Freiheiten beim Lösen der Aufgaben.   | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          |            |            |
| 8.4 Der Materialeinsatz war abwechslungsreich (z.B. Experiment, Arbeit am PC, Arbeitsblatt, Bestimmungsliteratur, Messgeräte usw.). | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 2          | 1          | 1          |            |            |
| 8.5 Das Projekt war strukturiert.   | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          |            |            |
| 8.6 Im Projekt wurden die Zusammenhänge zu anderen Fächern aufgezeigt.  | 1          | 1          | 3          | 2          | 2          | 2          | 3          | 2          | 3          | 2          |            |            |
| 8.7 Die Zusammenhänge zwischen den Fächern waren zu weit hergeholt.   | 3          | 4          | 1          | 4          | 3          | 3          | 2          | 3          | 3          | 3          |            |            |
| 9.1 Note Forscherheft   | 1          | 1          | 1          | 1+         | 1          | 2+         | 1          | 2          | 1          | 1          |            |            |
| 9.2 Note Spaß-Faktor  | 2          | 2          | 1          | 1          | 2-         | 2          | 1          | 2          | 2          | 2          |            |            |
| 9.3 Note Arbeit mit den Concept Maps  | 3          | 2          | 2          | 2-         | 2+         | 1-         | 3          | 3-         | 3          | 5          |            |            |
| 9.4 Note Einsatz der Smartphones  | 3          | 1          | 2          | 2-         |            | 4          | 1          | 2+         | 1          | 2          |            |            |
| 9.5 Note Projekt gesamt   | 2          | 1          | 2+         | 1-         | 1-         | 2+         | 1-         | 2          | 2+         | 3          |            |            |
| 10.1 Unsere Gruppe hat ein Smartphone für das Projekt genutzt.  | 4          | 1          | 3          | 2          | 3          | 1          | 1          | 1          | 1          | 4          |            |            |

**Antworten geschlossene Items LuL**

| <b>Schule 1 (2) / Schule 2 (2)</b>  | <b>L1</b> | <b>L2</b> | <b>L3</b> | <b>L4</b> |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1. Geschlecht   | 2         | 2         | 2         | 1         |
| 2. Geburtsjahr  | 59        | 66        | 49        | 69        |
| 3.1 Ich habe mich aktiv in der Veranstaltung eingebracht.   | 4         | 4         | 2         | 2         |
| 3.2 Ich habe großes Interesse an praktischer Arbeit.  | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 3.3 Was schätzen Sie: an wie viel Prozent der gesamten Veranstaltung haben Sie teilgenommen / waren Sie anwesend?                   | 90        | 100       | 100       | 70        |
| 4.1 Ich hatte hohe Erwartungen an das Projekt.  | 2         | 1         | 2         | 1         |
| 4.2 Meine Erwartungen an das Projekt wurden erfüllt.  | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 4.3 Einige Themen haben wir bereits vorher im Unterricht behandelt.   | 3         | 3         | 3         | 2         |
| 4.4 Ich hatte das Gefühl, die Concept Maps der SuS sind besser geworden.  | 1         | 1         | 1         |           |
| 4.5 Ich würde gerne mehr im Freien arbeiten.  | 1         | 3         | 1         | 1         |
| 4.6 Das Projekt war gut vorbereitet.  | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 4.7 Die Inhalte waren strukturiert.   | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 4.8 Der Stoff wurde im Heft gut vermittelt.   | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 4.9 Die Leiterin des Projekts ging auf die Gruppen ein.   | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 4.10 Die Arbeitsatmosphäre war für mich angenehm.   | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 5.1 Ich fand es gut dass die SuS selbst wählen konnte, in welche Gruppe sie gehen.  | 1         | 2         | 1         | 2         |
| 5.2 Es hat mir gefallen, dass es Wahl- und Pflichtaufgaben gab.   | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 5.3 Das selbstständige Arbeiten fand ich toll.  | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 5.4 Die Schwierigkeiten der Aufgabenstellungen waren angemessen.  | 1         | 2         | 1         | 1         |
| 5.5 Die Arbeitsblätter waren anschaulich.   | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 5.6 Das Verständnis der Inhalte wurde durch praktisches Arbeiten gefördert.   | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 5.7 Komplexe Fragestellungen wurden in fächerverbindenden Zusammenhängen bearbeitet (Bio, Chemie, Geo etc.).                        |           | 1         | 1         | 1         |
| 5.8 In das Projekt waren aktuelle bzw. moderne Themen eingebaut.  | 1         | 1         | 1         | 2         |
| 6.1 Es herrschte ein positives Arbeitsklima.  | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 6.2 Im Unterricht gab es Gelegenheiten, eigene Einfälle zu verwirklichen.   | 2         |           | 1         | 2         |
| 6.3 Der Materialeinsatz war abwechslungsreich (z.B. Experiment, Arbeit am PC, Arbeitsblatt, Bestimmungsliteratur, Messgeräte usw.). | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 6.4 Das Projekt war strukturiert.   | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 6.5 Im Projekt wurden die Zusammenhänge zu anderen Fächern aufgezeigt.  | 2         | 2         | 1         | 1         |
| 6.6 Die Zusammenhänge zwischen den Fächern waren zu weit hergeholt.   | 4         | 3         | 4         | 3         |
| 7.1 Das Projekt ist altersgerecht.  | 1         | 1         | 1         | 1         |
| 7.2 Die Unterrichtsziele sind erkennbar.  | 1         | 1         | 1         | 1         |

| Schule 1 (2) / Schule 2 (2)  | L1 | L2 | L3 | L4 |
|--|----|----|----|----|
| 7.3 Die Inhalte sind bildungsplan- bzw. lehrplankonform.   | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 7.4 Die zur Verfügung stehende Zeit für das Projekt war zu kurz.   | 3  | 3  | 4  | 4  |
| 7.5 Die zur Verfügung stehende Zeit für das Projekt war zu lang.   | 3  | 4  | 4  | 4  |
| 7.6 Die Unterrichtsergebnisse wurden nachhaltig gesichert.   |    |    | 1  | 2  |
| 7.7 Der praktizierte Methodenwechsel ist angemessen.   |    |    | 1  | 1  |
| 7.8 Mit Hilfe von Concept Maps kann meiner Meinung nach der Lernstand diagnostiziert werden.                 | 2  | 2  | 2  | 1  |
| 7.9 Mit Concept Maps kann erfasst werden, welche Zusammenhänge SuS in einem bestimmten Sachgebiet sehen.     | 2  | 1  | 1  | 1  |
| 7.10 Neben der Fachkompetenz werden auch andere Kompetenzen gefördert.                                       | 1  | 1  | 1  | 2  |
| 7.11 Ich könnte mir vorstellen, die Forscherhefte im nächsten Schuljahr in meinen Unterricht zu integrieren. |    | 1  | 1  | 1  |
| 8.1 Note Forscherheft  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 8.2 Note Spaß-Faktor   | 2  | 2  | 1  | 1  |
| 8.3 Note Arbeit mit den Concept Maps   | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 8.4 Note Einsatz der Smartphones   | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 8.5 Note Projekt gesamt  | 1  | 1  | 1  | 1  |

**Offene Fragen Schülerinnen und Schüler 8. Klasse**

**11.1 Was hat Ihnen besonders gut an dem Projekt gefallen?**

| Kategorie                  | Antworten der Schülerinnen & Schüler  | „Anteil“? |
|----------------------------|---|-----------|
| Arbeit im Freien           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- dass viel draußen gemacht wurde</li> <li>- dass wir draußen arbeiten konnten</li> <li>- dass wir auch draußen waren</li> <li>- Mir hat besonders das freie Arbeiten gefallen, also, dass man auch rausgehen konnte.</li> <li>- Dass wir draußen arbeiten durften.</li> <li>- ich fand die Arbeit draußen sehr interessant und ich habe mich gefreut, dass ich nicht nur im Klassenzimmer sitzen musste.</li> <li>- Freiarbeit vor der Schule im Freien</li> <li>- Praktische Arbeit draußen</li> <li>- das freie Arbeiten</li> <li>- Arbeiten im Freien</li> <li>- praktische Arbeit im Freien</li> <li>- man konnte draußen arbeiten</li> </ul> | 23,5%     |
| Forscherhefte bzw. Projekt | <ul style="list-style-type: none"> <li>- super Heft bzw. Aufgaben</li> <li>- Die PowerPoint und die Forscherhefte waren gut gestaltet.</li> <li>- manche freiwilligen Aufgaben waren interessant und informativ</li> <li>- die Pflanzen- und Baumbestimmungsbögen</li> <li>- Mir hat besonders gut gefallen, dass das Projekt strukturiert war und man immer wusste, was man machen soll.</li> <li>- das Heft, so dass man nicht immer an den Unterricht gebunden war</li> <li>- ich mochte die Forscherhefte</li> <li>- ich mochte das Heft und dessen Gestaltung</li> <li>- Forscherhefte</li> <li>- klare Arbeitsaufträge</li> <li>- abwechslungsreiche Aufgaben</li> </ul>            | 21,5%     |
| Selbstständiges Arbeiten   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- dass wir selbstständig arbeiten konnten</li> <li>- die Freiarbeit</li> <li>- die Freiarbeit</li> <li>- freies Arbeiten</li> <li>- Offenheit</li> <li>- das selbstständige Arbeiten in den Gruppen</li> <li>- selbstständige Arbeit</li> <li>- Freiarbeit</li> </ul>  | 15,7%     |
| Autonomie                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- dass man einige Dinge selbst entscheiden konnte</li> <li>- dass wir die Gruppen frei wählen durften</li> <li>- mir hat die freie Wahl des Arbeitsplatzes gefallen</li> <li>- man durfte selbst entscheiden, was man machen möchte</li> </ul>   | 7,8%      |
| Gruppenarbeit              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- das Gruppenarbeiten</li> <li>- Gruppenarbeit</li> <li>- Gruppenarbeit</li> <li>- Gruppenarbeit</li> </ul>  | 7,8%      |

| Kategorie   | Antworten der Schülerinnen & Schüler  | „Anteil“? |
|---|---|-----------|
| Einsatz der Smartphones bzw. Materialien & Medien | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arbeit mit Smartphone</li> <li>- dass wir sogar die neueste Technik wie z.B. das Samsung Galaxy Note 2 anwenden durften</li> <li>- ich fand es gut, dass so viele Medien (PowerPoint, Smartphone, PC,...) benutzt wurden</li> <li>- dass man verschiedene Materialien nutzen durfte</li> </ul> | 7,8%      |
| Motivation  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- das Ziel, die Kinokarten zu gewinnen, war ein guter Ansporn</li> <li>- das Ziel so ein Heft auszufüllen</li> <li>- dass man sich in einem Fachgebiet fortbilden konnte</li> </ul>  | 5,9%      |
| Neues   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- es war etwas anderes als im NaWi-Unterricht</li> </ul>   | 2%        |
| Kreativität                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- experimentelle Kreativität</li> </ul>  | 2%        |
| Lernatmosphäre                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Atmosphäre</li> </ul>  | 2%        |
| Unterstützung                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- viel Unterstützung</li> </ul>  | 2%        |
| Spaß  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- es gab Aufgaben, die mir sehr viel Spaß gemacht haben</li> </ul>   | 2%        |

### 11.2 Was hat Ihnen gegebenenfalls nicht gefallen bzw. wo haben Sie Fehler gefunden?

| Kategorie                        | Antworten der Schülerinnen & Schüler  | „Anteil“? |
|----------------------------------|---|-----------|
| Zeitprobleme                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- zu wenig Zeit, um alle Aufgaben zu machen</li> <li>- die Arbeit und Übertragung ins Heft war langwierig</li> <li>- etwas zu wenig Zeit</li> <li>- die Arbeitszeit war zu kurz</li> </ul>   | 30,7%     |
| Fehlendes Vorwissen              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- manche Aufgaben, wie z.B. die Erfassungsbögen, waren nicht immer auf unser Wissen passend</li> <li>- das Dinge dran kamen, von denen ich noch nie gehört hatte</li> <li>- ich fand es anstrengend, die vielen Geräte richtig zu verwenden und zu lernen, z.B. Barometer. Aber mit den Geräten muss ja gearbeitet werden, sonst ergäbe es keinen Sinn ... alles perfekt!</li> </ul> | 23,1%     |
| Menge                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ich fand alles gut, bis auf dass man sehr viele Pflanzen und Bäume bestimmen musste</li> <li>- Experimente der Boden-Gruppe waren zu lang und nicht schaffbar</li> </ul>   | 15,4%     |
| Materialien für Zuhause          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- dass ich zuhause nicht alle Materialien hatte, um auch zuhause zu arbeiten</li> </ul>  | 7,7%      |
| Organisationsprobleme der Schule | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es war blöd, dass die anderen 2 aus meiner Gruppe auf Klassenfahrt waren und wir dann alle anderen Aufgaben alleine lösen mussten.</li> </ul>  | 7,7%      |
| Technik-Probleme                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- manchmal Probleme mit GPS-Empfang des Smartphones</li> </ul>   | 7,7%      |
| Teamarbeit                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mir hat das Arbeiten in meinem Team nicht gefallen, da sich nicht alle verstanden haben.</li> </ul>  | 7,7%      |

### 11.3 Welche Probleme sind bei der Durchführung aufgetreten?

| Kategorie                        | Antworten der Schülerinnen & Schüler  | „Anteil“? |
|----------------------------------|---|-----------|
| Zeitfaktor                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- oft habe ich die Zeit vergessen und dadurch nicht alles geschafft</li> <li>- wenig Zeit</li> <li>- die Zeit war etwas zu knapp, daher viele HA's zuhause</li> <li>- Schwierigkeiten bei aufwändigen Arbeiten → Zeitdruck</li> <li>- zu umfangreiche Aufgaben (Boden) → alle Aufgaben zu lösen sehr schwer</li> </ul> | 31,3%     |
| Schwierigkeitsgrad               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- z.B. beim Tiere bestimmen: das war sehr schwer...</li> <li>- nur, wenn man etwas nicht wusste, wurde es schwer</li> <li>- zu viele Einheiten zum Zuordnen → Verwirrung</li> <li>- Aufgabenstellungen zu verstehen</li> </ul>   | 25%       |
| Technik-Probleme                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- es war etwas umständlich mit dem Hochladen der Bilder</li> <li>- wir hatten am Anfang kein GPS-Signal</li> <li>- die App war schwer zu bedienen</li> </ul>   | 18,8%     |
| Materialien                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- wenn ein Material gerade nicht da war (z.B. wegen anderer Gruppe), konnte man die Aufgabe schwer bearbeiten</li> <li>- leichter Ausrüstungsmangel</li> </ul>   | 12,5%     |
| Organisationsprobleme der Schule | <ul style="list-style-type: none"> <li>- dass die 8d auf Klassenfahrt gefahren ist</li> </ul>   | 6,2%      |
| Teamarbeit                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- wie oben erwähnt gab es kleine Konflikte im Team, aber sonst sind keine Probleme aufgetreten.</li> </ul>   | 6,2%      |

### 11.4 Haben Sie Verbesserungsvorschläge? Wenn ja, welche?

| Kategorie                 | Antworten der Schülerinnen & Schüler   | „Anteil“? |
|---------------------------|--|-----------|
| Mehr Zeit                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- mehr Zeit</li> <li>- mehr Zeit</li> <li>- vielleicht 1-2 Blöcke mehr Zeit einplanen</li> <li>- mehr Arbeitszeit</li> <li>- mehr Zeit</li> </ul> | 35,4      |
| Weniger Inhalt            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- nicht so viele Pflanzenprotokolle</li> <li>- kürzere Experimente</li> </ul>   | 14,2      |
| Auswertung                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- bessere Auswertung an den Enden jeder Stunde</li> </ul>   | 7,2%      |
| Mehr Material             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- mehr Material zu komplexen Aufgaben</li> </ul>  | 7,2%      |
| Exkursion                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- eventuell noch einen Ausflug einplanen, z.B. in Naturkundemuseum oder für jede Gruppe separat: Tiere z.B. Zoo/Tierpark</li> </ul>               | 7,2%      |
| Formalien                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ich würde im Forscherheft, wenn man Diagramme zeichnet, ein kariertes Feld einsetzen</li> </ul>   | 7,2%      |
| Formulierung der Aufgaben | <ul style="list-style-type: none"> <li>- manche Aufgaben noch besser formulieren, weil man manchmal nicht alles verstanden hat</li> </ul>  | 7,2%      |
| Kreativität               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- in meinem Heft konnte man malerisch nicht</li> </ul>  | 7,2%      |

| Kategorie     | Antworten der Schülerinnen & Schüler       | „Anteil“? |
|---------------|--|-----------|
|               | richtig kreativ werden                     |           |
| Zusammenhänge | – andere Zusammenhänge für manche Aufgaben | 7,2%      |

### 11.5 Fallen Ihnen Fächer bzw. Themen ein, die Sie zu dem Projekt ergänzen würden?

| Kategorie  | Antworten der Schülerinnen & Schüler   | „Anteil“? |
|------------|--|-----------|
| Chemie     | – Chemie<br>– Chemie<br>– Chemie<br>– mehr der chemische Aspekt<br>– Chemie  | 26,2%     |
| Physik     | – mehr Physik<br>– Physik<br>– Physik  | 15,8%     |
| Deutsch    | – vielleicht Deutsch in Form von Literatur<br>– Deutsch<br>– Deutsch   | 15,8%     |
| Themen     | – Kreativität<br>– Anpassung der Tiere und Pflanzen an das Klima und Wetter<br>– Umweltkatastrophen, weil die durch den Klimawandel verstärkt werden: bei Meteorologie würde ich Hurrikane und Wirbelstürme reinnehmen, weil dieses Thema für die meisten interessant wäre | 15,8%     |
| Mathe      | – mehr Mathe<br>– ein bisschen mehr Mathe  | 10,5%     |
| Geografie  | – Geografie  | 5,3%      |
| Geschichte | – Geschichte   | 5,3%      |
| Kunst      | – Kunst  | 5,3%      |

### 11.6 Wozu hätten Sie sich mehr gewünscht?

| Kategorie                                | Antworten der Schülerinnen & Schüler   | „Anteil“? |
|--|--|-----------|
| Praktisches Arbeiten                     | – zu dem praktischen Teil<br>– mehr Praktisches an der Luft (draußen)<br>– mehr verschiedenartige Experimente<br>– noch mehr Experimente   | 36,4      |
| Themen                                   | – zum Einfluss der Menschen auf die Umwelt und welche tragischen Folgen das hat<br>– Aufgaben/Fakten über exotische Tiere<br>– Anwendung in z.B. der Landwirtschaft und im Gartenbau<br>– Anpassung der Tiere und Pflanzen an das Klima und Wetter | 36,4      |
| Zusatzwissen für Erledigung der Aufgaben | – zur Pflanzen-/Baumbestimmung<br>– ich hätte mir gewünscht, dass die App besser erklärt worden wäre   | 18,1      |
| Unterrichtsfächer                        | – Mathe & Geografie  | 9,1       |

**11.7 Würden Sie das Projekt weiterempfehlen? Warum, warum nicht bzw. mit welcher Einschränkung?**

| Kategorie                        | Antworten der Schülerinnen & Schüler  | „Anteil“? |
|----------------------------------|---|-----------|
| Ja, ich würde es weiterempfehlen | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja, würde ich, denn es ist eine neuere und angenehmere Unterrichtsart</li> <li>- Ja würde ich, denn man kann dabei viel lernen und es macht Spaß</li> <li>- Ich würde es weiterempfehlen, weil es sehr viel Spaß gemacht hat und mal was anderes war als normaler Unterricht</li> <li>- Ja, es ist ein lustiges und interessantes Projekt</li> <li>- Ja, weil man viel gelernt hat und es später auch anwenden konnte (z.B. bei dem Concept Map)</li> <li>- man hat viel durch das Projekt gelernt und konnte es nach dem Projekt anwenden (z.B. für die Concept Maps)</li> <li>- ja, sehr kreatives Projekt</li> <li>- ja, würde ich</li> <li>- ja, weil es Spaß macht und mal was anderes als normaler Unterricht ist. Außerdem lernt man viel Neues</li> <li>- ich würde es weiter empfehlen, weil das dazu lernen auch noch so viel Spaß gemacht hat</li> <li>- ja, denn es macht Spaß und ist eine gute Lernmöglichkeit</li> <li>- ich würde es an Interessierte weiterempfehlen, die vielleicht mehr damit zu tun haben</li> <li>- ich würde es weiterempfehlen, da es mir Spaß gemacht hat</li> <li>- ja, weil es mal etwas anderes ist als immer nur normalen Unterricht in der Klasse zu machen.</li> <li>- ja, weil es informativ war. es hat auch Spaß gemacht</li> <li>- Ja, es bringt Abwechslung in den Unterricht</li> <li>- ja, denn es ist sehr interessant und lernenswert</li> <li>- auf jeden Fall weiterempfehlen, da es sehr viel Spaß gemacht hat und man selbstbestimmt arbeiten konnte</li> <li>- ja, ich würde es weiterempfehlen, da es sehr abwechslungsreich und spannend ist. Als Verbesserung würde ich mehr Zeit geben</li> <li>- ja, auf jeden Fall</li> <li>- ja, ich würde das Projekt weiteempfehlen, weil ich sehr viel gelernt habe und es mir dabei Spaß gemacht hat</li> <li>- ja würde ich, weil es Spaß macht</li> <li>- ich würde das Projekt sehr weiterempfehlen, da es informativ war und Spaß gemacht hat.</li> <li>- es ist ein sehr tolles Projekt und</li> </ul> | 100%      |

| Kategorie | Antworten der Schülerinnen & Schüler  | „Anteil“? |
|-----------|---|-----------|
|           | <p>abwechslungsreich</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ja, ich würde es weiterempfehlen, da es auch Spaß gemacht hat</li> <li>- ja, man lernt viel und es macht Spaß</li> <li>- ja, ich würde es genauso wie es jetzt ist weiterempfehlen</li> <li>- ja, weil es eine Abwechslung zum Unterricht bietet und informativ ist</li> <li>- ja, ich würde es weiterempfehlen, weil man auf den einzelnen Fachgebieten fortgebildet wird</li> </ul> |           |

## Offene Fragen Schülerinnen und Schüler 9. Klasse

### 11.1 Was hat Ihnen besonders gut an dem Projekt gefallen?

| Kategorie                  | Antworten der Schülerinnen & Schüler  | „Anteil“? |
|----------------------------|---|-----------|
| Forscherhefte bzw. Projekt | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Das Design des Heftes war ebenfalls sehr gut.</li> <li>- der Ordner war schön strukturiert und sehr schön gemacht</li> <li>- die Forscherhefte</li> <li>- gute Struktur</li> <li>- sehr guter Inhalt</li> <li>- sehr strukturiert und gut vorbereitet</li> <li>- gute Struktur</li> <li>- schöne Aufgaben</li> <li>- guter Inhalt</li> <li>- die abwechslungsreichen Aufgaben</li> </ul>                 | 29,4%     |
| Selbstständiges Arbeiten   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- das freie Arbeiten</li> <li>- freies Arbeiten war möglich</li> <li>- dass man selbstständig arbeiten und sich selbst selbstständiges Arbeiten organisieren konnte</li> <li>- Ich fand es sehr gut, dass wir viele Versuche machen und selbstständig arbeiten konnten.</li> <li>- dass man selbstständig arbeiten konnte</li> <li>- dass man frei arbeiten durfte</li> </ul>                              | 20,6%     |
| Arbeit im Freien           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Arbeit an der frischen Luft</li> <li>- das Arbeiten im Freien</li> <li>- Arbeiten im Freien (draußen)</li> <li>- die Arbeit im Freien</li> <li>- Arbeit im Freien</li> <li>- Arbeit im Freien</li> </ul>   | 17,7%     |
| Autonomie                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Außerdem fand ich es gut, dass wir uns unsere Gruppe selbst aussuchen konnten.</li> <li>- man konnte sich selbst aussuchen, welche Aufgaben man in welcher Reihenfolge bearbeitet</li> <li>- dass wir die Arbeit wie wir wollten unter uns aufteilen konnten</li> <li>- dass wir so viel selber machen durften</li> <li>- die Freiheiten</li> <li>- dass man sich die Gruppe aussuchen durfte</li> </ul> | 17,7%     |
| Praktisches Arbeiten       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- praktische Arbeit</li> <li>- die Experimente</li> </ul>  | 5,9%      |
| Didaktisches Vorgehen      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Das Prinzip vom Erarbeiten der Lösungen durch schrittweises Vorgehen und einen eindeutigen Abschluss am Ende.</li> </ul>   | 2,9%      |
| Gestaltung des Projekts    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- es war abwechslungsreich und interessant gestaltet</li> </ul>  | 2,9%      |
| Gruppenarbeit              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Gruppenarbeit</li> </ul>   | 2,9%      |

### 11.2 Was hat Ihnen gegebenenfalls nicht gefallen bzw. wo haben Sie Fehler gefunden?

| Kategorie           | Antworten der Schülerinnen & Schüler  | „Anteil“? |
|---------------------|---|-----------|
| Concept Maps        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Concept Maps fand ich persönlich nicht so ansprechend</li> <li>- Erstellen einer Concept Map fand ich ein wenig langweilig</li> <li>- die Concept Maos waren relativ langweilig</li> <li>- Concept Map</li> </ul>  | 26,7%     |
| Menge               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- bei der Pflanzen-Gruppe fand ich, dass sich zu viel mit der Bestimmung beschäftigt wurde<br/>→ es war nicht so abwechslungsreich</li> <li>- so viel schreiben</li> <li>- manche Forscherhefte (z.B. bei uns Gruppe Boden) waren viel dicker als andere und wir hatten mehr Aufgaben zu erledigen als andere</li> </ul> | 20%       |
| Teamarbeit          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Gruppenarbeit lief nicht gut und ich musste alles allein machen</li> <li>- Aufgaben zusammen mit der Bodengruppe (Wahlaufgaben)</li> </ul>   | 13,3%     |
| Fehlendes Vorwissen | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Im Bodensteckbrief wurden Dinge gefragt, die man während des Projektes nie messen sollte.</li> <li>- Dicke der Humusschicht wurde in Bodenprotokoll abgefragt, aber nicht in der Aufgabe</li> </ul>  | 13,3%     |
| Technik-Probleme    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apps waren teilweise unübersichtlich (Meteorologie)</li> <li>- Apps (Meteorologie)</li> </ul>  | 13,3%     |
| Arbeitsauftrag      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- manche Aufgaben habe ich nicht genau verstanden</li> </ul>   | 6,7%      |
| Zeitprobleme        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- bei manchen Aufgaben war die Bearbeitungszeit zu groß</li> </ul>   | 6,7%      |

### 11.3 Welche Probleme sind bei der Durchführung aufgetreten?

| Kategorie             | Antworten der Schülerinnen & Schüler  | „Anteil“? |
|-----------------------|---|-----------|
| Zeitfaktor            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- zu wenig Zeit</li> <li>- auf manchen Seiten musste sehr viel geschrieben werden</li> </ul>   | 25%       |
| Experimentierprobleme | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Messungenauigkeiten</li> <li>- bei den Bodensteckbriefen mussten wir die Humusdicke angeben, die wir bei einem Versuch weiter vorne im Heft messen. Dort stand das aber nicht in der Aufgabenstellung und wir mussten den Versuch später wiederholen um die Humusdicke zu wissen.</li> </ul> | 25%       |
| Materialien           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- dass die Stickstoff-Teststäbchen etwas spät kamen</li> </ul>   | 12,5%     |
| Technik-Probleme      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- unübersichtliche Apps (Meteorologie)</li> </ul>  | 12,5%     |
| Teamarbeit            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- manchmal waren Gruppenmitglieder krank</li> </ul>  | 12,5%     |
| Einfluss von außen    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- unsere Barber-Reusen-Falle ist teilweise zerstört worden</li> </ul>  | 12,5%     |

### 11.4 Haben Sie Verbesserungsvorschläge? Wenn ja, welche?

| Kategorie               | Antworten der Schülerinnen & Schüler   | „Anteil“? |
|-------------------------|--|-----------|
| Mehr Zeit               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- mehr Zeit</li> <li>- mehr Zeit</li> </ul>   | 20%       |
| Concept Maps optimieren | <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Concept Maps interessanter gestalten</li> <li>- die Concept Map weglassen</li> </ul>          | 20%       |
| Mehr Arbeit im Freien   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- mehr Arbeit im Freien</li> </ul>  | 10%       |
| Keine Vorschläge        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- nein, es hat Spaß gemacht wie es war</li> </ul>   | 10%       |
| Multiple Choice         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- vielleicht mehr Arbeitsbögen mit Ankreuzmöglichkeiten, um die Schreibzeit zu verkürzen</li> </ul> | 10%       |
| Weniger Zusammenarbeit  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- nicht mit anderen Gruppen zusammenarbeiten müssen</li> </ul>                                      | 10%       |
| Weniger Inhalt          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- nicht so viele Messreihen an mehreren Tagen, da es sehr aufwendig ist</li> </ul>                  | 10%       |
| Apps                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- bessere Apps (Meteorologie)</li> </ul>  | 10%       |

### 11.5 Fallen Ihnen Fächer bzw. Themen ein, die Sie zu dem Projekt ergänzen würden?

| Kategorie  | Antworten der Schülerinnen & Schüler  | „Anteil“? |
|------------|---|-----------|
| Chemie     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chemie</li> <li>- Chemie: Experimente</li> </ul> | 28,5%     |
| Physik     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Physik</li> </ul>                                | 14,3%     |
| Sport      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sport</li> </ul>                                 | 14,3%     |
| Wirtschaft | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wirtschaft</li> </ul>                            | 14,3%     |
| Politik    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Politik</li> </ul>                               | 14,3%     |
| Themen     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Photosynthese</li> </ul>                         | 14,3%     |

### 11.6 Wozu hätten Sie sich mehr gewünscht?

| Kategorie            | Antworten der Schülerinnen & Schüler   | „Anteil“? |
|----------------------|--|-----------|
| Praktisches Arbeiten | <ul style="list-style-type: none"> <li>- praktische Arbeit</li> <li>- mehr praktische Arbeit</li> <li>- mehr direkt mit Tieren machen wie bei der Barber-Reusen-Falle</li> <li>- praktische Arbeit</li> <li>- praktisches Arbeiten und messen</li> </ul>   | 50%       |
| Themen               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- mehr neue lustige Erkenntnisse, z.B. wie man Fallen baut</li> <li>- Klimaerwärmung</li> <li>- ich hätte mehr zum Thema gemacht, dass der Mensch die Erde „verunstaltet“ hat und er auch das einzige Lebewesen ist, welches das Klima beeinflussen kann. Das Thema ist immer aktuell und sehr wichtig für unsere Zukunft.</li> <li>- Wolken</li> </ul> | 40%       |
| Unterrichtsfächer    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chemie</li> </ul>   | 10%       |

**11.7 Würden Sie das Projekt weiterempfehlen? Warum, warum nicht bzw. mit welcher Einschränkung?**

| Kategorie                        | Antworten der Schülerinnen & Schüler   | „Anteil“? |
|----------------------------------|--|-----------|
| Ja, ich würde es weiterempfehlen | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ja, da es sehr viel Spaß gemacht hat</li> <li>- Ja würde ich. Es macht Spaß an der frischen Luft zu arbeiten. Es ist eine Abwechslung zum Unterricht</li> <li>- Ja, es hat Spaß gemacht und war eine Abwechslung zum normalen Unterricht</li> <li>- Ja, man hat viel gelernt, was einen interessiert und hatte dabei viel Spaß</li> <li>- Ja, denn es hat Spaß gemacht, sich selbstständig neues Wissen zu erarbeiten.</li> <li>- Ja, ich würde das Projekt weiterempfehlen, da es eine gute Ablenkung vom normalen Unterricht ist und trotzdem sehr ergebnisreich und sehr viel frei und selbstständig gearbeitet wird.</li> <li>- ich finde das Projekt gut und würde es auch in jedem Fall weiterempfehlen</li> <li>- Ja würde ich, da es ein schöne Abwechslung zum normalen Unterricht ist</li> <li>- Ja, denn es ist ein tolle Abwechslung zum regulären Schulunterricht und ich hatte sehr viel Spaß</li> <li>- ich würde es weiterempfehlen, weil es mir sehr viel Spaß gemacht hat und weil man so viel lernt</li> <li>- ja würde ich, da ich es sehr gut fand</li> <li>- ja, weil es mal eine andere Art zu lernen ist und man selbstständig arbeiten kann</li> <li>- ja, da es sehr viel Spaß gemacht hat und die Themen spannend und interessant waren</li> <li>- ja, ich würde dieses Projekt weiterempfehlen. Ich fand es super.</li> <li>- ja, auf jeden Fall, war sehr schön, es gab viele Freiheiten und man hat trotzdem viel gelernt</li> <li>- Ja, ich würde es weiterempfehlen, da es Spaß gemacht hat</li> <li>- aus alle Fälle: sehr gute Abwechslung zum Unterricht und sehr gut strukturiert</li> <li>- ja, da es interessant und spaßig war</li> <li>- ja, gute Abwechslung zum Unterricht</li> <li>- ja, ich würde es weiterempfehlen, weil es abwechslungsreich, spaßig und nicht langweilig ist</li> <li>- ich würde das Projekt auch anderen Schulen empfehlen, da ich zum Beispiel viel über Meteorologie gelernt habe</li> <li>- ja würde ich, da es sehr interessant war und ich es toll fand wie wir unseren Lernfortschritt an den Concept Maps sehen konnten</li> </ul> | 100%      |

## Offene Fragen Lehrerinnen & Lehrer

### 9.1 Was hat Ihnen besonders gut an dem Projekt gefallen?

| Kategorie                | Antworten der Lehrkräfte  | „Anteil“? |
|--------------------------|---|-----------|
| Neues                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- andere Unterrichtsmethoden</li> <li>- Ich habe die Methode der Concept Maps kennen gelernt.</li> </ul>   |           |
| Selbstständiges Arbeiten | <ul style="list-style-type: none"> <li>- eigenständige Arbeit der SuS</li> <li>- selbstständiges Lernen</li> <li>- Es unterstützte unsere Methode des selbstständigen Lernens.</li> </ul> |           |
| Thema                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Thema</li> </ul>   |           |

### 9.2 Was hat Ihnen gegebenenfalls nicht gefallen bzw. wo haben Sie Fehler gefunden?

| Kategorie          | Antworten der Lehrkräfte  | „Anteil“? |
|--------------------|---|-----------|
| Engagement der SuS | <ul style="list-style-type: none"> <li>- unterschiedliches Engagement der SuS innerhalb der Gruppe</li> </ul> |           |

### 9.3 Welche Probleme sind bei der Durchführung aufgetreten?

| Kategorie                        | Antworten der Lehrkräfte   | „Anteil“? |
|----------------------------------|--|-----------|
| Organisationsprobleme der Schule | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Organisation der Stunden wegen Klassenfahrt</li> </ul>                |           |
| Arbeitsaufwand                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Der Aufwand, um fertig zu werden, war etwas zu verschieden</li> </ul> |           |
| Kosten                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Preis?</li> </ul>   |           |

### 9.4 Haben Sie Verbesserungsvorschläge? Wenn ja, welche?

-

### 9.5 Fallen Ihnen Fächer bzw. Themen ein, die Sie zu dem Projekt ergänzen würden?

| Kategorie   | Antworten der Lehrkräfte   | „Anteil“? |
|-------------|--|-----------|
| Deutsch     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deutsch: Sachtexte verfassen</li> </ul> |           |
| Naturschutz | <ul style="list-style-type: none"> <li>- eventuell Naturschutz</li> </ul>        |           |

### 9.6 Wozu hätten Sie sich mehr gewünscht?

-

### 9.7 Würden Sie das Projekt weiterempfehlen? Warum, warum nicht bzw. mit welcher Einschränkung?

| Kategorie                        | Antworten der Lehrkräfte  | „Anteil“? |
|----------------------------------|---|-----------|
| Ja, ich würde es weiterempfehlen | <ul style="list-style-type: none"> <li>- unbedingt! Arbeits- und Lernmethoden in Projektunterricht müssen sich weiter verbreiten</li> <li>- Ja, wenn die Anleitung des Projektes wenigstens 1x durch Frau Poch (Rost) erfolgt.</li> <li>- auf jeden Fall</li> <li>- ja, da sehr praxis- und schüler-orientiert</li> </ul> | 100%      |

**Offene Items zur Evaluierung der App „anymals+plant“**

**Was hat mir an der App besonders gut gefallen?**

| Kategorie         | Antworten der Schülerinnen & Schüler  | „Anteil“? |
|-------------------|---|-----------|
| Vielfalt an Arten | <ul style="list-style-type: none"> <li>- große Artenvielfalt II</li> <li>- Vielfalt der Pflanzen II</li> </ul>                              | 26,7 %    |
| Aufbau            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Design</li> <li>- Aufbau &amp; Struktur</li> <li>- Anschaulichkeit</li> </ul>                      | 20 %      |
| Bedienung         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einfachheit</li> <li>- leichte Bedienung</li> <li>- man konnte Tiere schnell finden</li> </ul>     | 20 %      |
| Uploads           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- man kann Bilder machen II</li> <li>- dass man Bäume oder Pflanzen dort hochladen konnte</li> </ul> | 20 %      |
| Informationen     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- viele Informationen</li> <li>- Voreinträge</li> </ul>  | 13,3 %    |

**Was hat mir an der App nicht gefallen?**

| Kategorie          | Antworten der Schülerinnen & Schüler   | „Anteil“? |
|--------------------|--|-----------|
| Übersichtlichkeit  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- es war etwas unübersichtlich III</li> </ul>                                       | 37,5 %    |
| Schwierigkeitsgrad | <ul style="list-style-type: none"> <li>- wir haben es nicht verstanden</li> <li>- schwer zu verstehen am Anfang</li> </ul> | 25 %      |
| Artensuche         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- es waren nicht alle Tiere registriert II</li> </ul>                               | 25 %      |
| Bedienung          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- schwer zu bedienen</li> </ul>   | 12,5 %    |

**Was habe ich in der App vermisst?**

| Kategorie       | Antworten der Schülerinnen & Schüler   | „Anteil“? |
|-----------------|--|-----------|
| Bestimmte Arten | <ul style="list-style-type: none"> <li>- mehr Tiere</li> <li>- manche Tiere</li> </ul> | 100 %     |

**Was würde ich an der App ändern?**

| Kategorie | Antworten der Schülerinnen & Schüler  | „Anteil“? |
|-----------|---|-----------|
| Design    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- übersichtlicher machen</li> <li>- Layout</li> </ul>                  | 50 %      |
| Bedienung | <ul style="list-style-type: none"> <li>- die App verständlicher machen</li> <li>- einfacher machen</li> </ul> | 50 %      |

**Welche Materialien zur Bestimmung haben Sie vorwiegend genutzt:  
ausgedruckte Bestimmungshilfen, Bücher, das Internet oder Apps?**

| Kategorie | Antworten der Schülerinnen & Schüler   | „Anteil“? |
|-----------|--|-----------|
| Bücher    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bücher (Was blüht denn da, usw.)<br/>IIII IIIII IIIII II</li> </ul> | 40,5%     |
| Internet  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Internet IIIII IIIII IIIII II</li> </ul>                            | 40,5 %    |
| Apps      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Apps IIIII III</li> </ul>   | 19 %      |



Der Lebenslauf ist in der Online-Version aus Gründen des Datenschutzes nicht enthalten.

Der Lebenslauf ist in der Online-Version aus Gründen des Datenschutzes nicht enthalten.

## **Eidesstattliche Erklärung**

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Name: Anneli Rost

Titel der Arbeit: „Konzeption und Evaluierung von fächerübergreifenden Forscherheften zum Biodiversitätsmonitoring – Beeinflusst eine Intervention das systemische Denken?“

Ich erkläre weiterhin, dass die vorliegende Arbeit noch nicht im Rahmen eines anderen Prüfungsverfahrens eingereicht wurde.

Berlin, den 08.10.2014

Unterschrift: \_\_\_\_\_