

Das Maritime Schülerlabor Ostsee (MariSchool) am Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde

Konzeption und erste Evaluationsergebnisse

Dissertation zur Erlangung des akademischen Doktorgrades der
Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der
Universität Rostock

eingereicht am 25.09.2012

von Kristina Riemenschneider

Matrikel-Nr.: 99203184

urn:nbn:de:gbv:28-diss2013-0040-3



1. Gutachter:

Prof. Dr. Alfred Flint
Didaktik der Chemie
Universität Rostock

2. Gutachter:

Prof. Dr. Ilka Parchmann
Leibniz-Institut für die Pädagogik
der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN)

Die Arbeit wurde erfolgreich am 05.02.2013 verteidigt.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	ii
Abbildungsverzeichnis	v
Tabellenverzeichnis.....	vii
Abkürzungsverzeichnis	viii
1. Einleitung.....	1
2. Naturwissenschaftliche Bildung und die Integration von Schülerlaboren im Unterricht.....	5
2.1 Naturwissenschaftliche Bildung auf dem Weg ins 22. Jahrhundert	5
2.1.1 Das Konzept <i>Chemie im Kontext</i>	9
2.1.2 Das Konzept <i>Chemie fürs Leben</i>	12
2.2 Schülerlabore als verbindendes Element außer-, innerschulischer sowie unterrichtlicher Bildungsabsichten und -anliegen	14
2.2.1 Vor- und Nachteile des Aufsuchens von Schülerlaboren im Rahmen des Unterrichts.....	18
2.3 Gewinn und Nutzen von Schülerlaboren in der Praxis – Ergebnisse empirischer Untersuchungen	19
2.3.1 Motive zum Besuch eines Schülerlabors aus Lehrersicht	20
2.3.2 Akzeptanz der Schüler gegenüber dem Besuch eines Schülerlabors	20
2.3.3 Anregung des aktuellen Interesses durch den Besuch eines Schülerlabors	21
2.3.4 Beeinflussung des individuellen Interesses durch den Besuch eines Schülerlabors	23
2.3.5 Beeinflussung des Wissenserwerbs durch den Besuch eines Schülerlabors	24
2.3.6 Zusammenfassung.....	25
2.4 Resultierende Konzeptionsparameter von Schülerlaboren	27
3. Die Schülerlaborlandschaft Deutschlands	29
3.1 Kategorisierung der Schülerlabore	30
3.2 Übergeordnete Ziele der Schülerlabore	32
3.2.1 Differenzierung der Ziele nach Art der Trägerschaft der Schülerlabore	33

4. Schülerlabore in Mecklenburg-Vorpommern	37
4.1 PhySch – Physik und Schule	40
4.2 SPURT-Schülerlabor	41
4.3 FMV-BIOlogisCH	42
4.4 DLR-School_Lab	43
4.5 Weitere außerschulische Angebote	45
4.6 Zusammenfassung	46
5. MariSchool – Maritimes Schülerlabor Ostsee	50
5.1 Motivation	50
5.2 Zielsetzung	54
5.3 Schüleraktivitäten am Leibniz-Institut für Ostseeforschung in Warnemünde	55
5.4 Grundsätzliche Anliegen des MariSchool	57
5.5 Konzeptionsparameter des MariSchool	59
6. Das Modul 1: „CO₂ – und Me(e)hr“	63
6.1 Umsetzung der Konzeptionsparameter am Beispiel des Moduls 1: „CO ₂ – und Me(e)hr“	63
6.2 Didaktischer Hintergrund: Das Modul 1: „CO ₂ - und Me(e)hr“	65
6.2.1 Konzeption von unterrichtlichen Materialien	67
6.2.1.1 Methodisch-didaktische Hinweise und Erläuterungen zum Einsatz der Arbeitsblätter und Materialien im Unterricht... ..	69
6.2.1.2 Methodisch-didaktische Hinweise und Vorschläge zum Einsatz und zur Umsetzung der Experimente im Unterricht	70
6.3 Angebote des Maritimen Schülerlabors Ostsee (MariSchool) zum Modul 1: „CO ₂ - und Me(e)hr“	71
6.3.1 Formale Hinweise zu den Projekttagen	72
6.3.2 Projekttag 1: Wie viel CO ₂ passt noch in die Ostsee?	74
6.3.3 Projekttag 2: O ₂ oder CO ₂ – Ist das hier die Frage?	81
6.3.4 Projekttag 3: Ein Problem löst sich? - Der Einfluss von Kohlenstoff- dioxid auf Kalkschalentiere	84
6.3.5 Projekttag 4: Ozeanversauerung: CO ₂ und der pH-Wert im Meer oder der Einfluss von Kohlenstoffdioxid auf Kalkschalentiere	92
6.3.6 Projekttag 5: Der Kohlenstoffdioxidgehalt auf Knopfdruck – Analyse von Kohlenstoffdioxidgehalten im Oberflächenwasser der Ostsee	95
6.3.7 Weiterführende Angebote für die Sekundarstufe I	102

6.3.7.1 Projekttag: Tunnel oder Brücke? - Die Ostsee ein ganz besonderes Meer.....	102
6.3.7.2 Projekttag: Die Ostsee und der Klimawandel.....	107
6.4 Frequentierung des Schülerlabors MariSchool.....	111
6.5 Qualitative Erfahrungen aus der Probephase	112
6.6 Zusammenfassung.....	114
7. Evaluation.....	115
7.1 Ziele der Evaluation.....	115
7.2 Methode	116
7.2.1 Testinstrumente und Evaluationsdesign.....	116
7.2.2 Beschreibung der Stichprobe	117
7.2.2.1 Ablauf der Datenerhebung.....	118
7.2.3 Statistische Verfahren	119
7.3 Zur Lern- und Arbeitsatmosphäre im Schülerlabor.....	119
7.4 Zur Einbettung des Laborbesuchs in den Unterricht	121
7.5 Zum Aufgreifen schulischen Wissens im Schülerlabor.....	122
7.6 Zur Berufs- bzw. Studienorientierung im Schülerlabor	122
8. Ergebnisse	125
8.1 Ergebnisse zur Lern- und Arbeitsatmosphäre im Schülerlabor	125
8.1.1 Interpretation der Ergebnisse zur Lern- und Arbeitsatmosphäre und daraus abzuleitende Konsequenzen	127
8.2 Ergebnisse zur Einbettung des Laborbesuchs in den Unterricht.....	128
8.2.1 Interpretation der Ergebnisse zur Einbettung des Laborbesuchs in den Unterricht und daraus abzuleitende Konsequenzen.....	131
8.3 Ergebnisse zum Aufgreifen schulischen Wissens im Schülerlabor	132
8.3.1 Interpretation der Ergebnisse zum Aufgreifen schulischen Wissens im Schülerlabor und daraus abzuleitende Konsequenzen	134
8.4 Ergebnisse zur Berufs- und Studienorientierung im Schülerlabor	135
8.4.1 Interpretation der Ergebnisse zur Berufs- und Studienorientierung im Schülerlabor und daraus resultierende Konsequenzen.....	138
8.5 Fazit.....	140
9. Zusammenfassung und Ausblick.....	142
10. Literaturverzeichnis.....	145

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Kompetenzmodelle der Nationalen Bildungsstandards Physik (Parchmann & Schecker 2006b, S. 55)	8
Abbildung 2: Planung von Unterrichtseinheiten nach „Chemie im Kontext“ (Demuth et al. 2005b, S. 2).....	11
Abbildung 3: Bildungsabsichten von Schule, Politik und Wirtschaft.....	16
Abbildung 4: Das Bindeglied Schülerlabor.....	19
Abbildung 5: Gesamtmodell des Zusammenhangs zwischen unabhängigen Variablen, „basic needs“ und dem aktualisierten Interesse als abhängige Variablen (Glowinski 2007, S. 162).....	22
Abbildung 6: Interessenentwicklung beeinflusst durch eine Vielzahl an Einflüssen.....	26
Abbildung 7: Verteilung der Gründungen von außerschulischen Lernorten nach Jahren (LeLa 2011)	29
Abbildung 8: Verteilung der Zielgruppen, für die in den außerschulischen Lernorten Angebote bereitgestellt wurden (Mehrfachnennungen waren möglich) (LeLa 2011)	31
Abbildung 9: Schülerlaboranzahl der einzelnen Bundesländer (LeLa 2011)	37
Abbildung 10: Anzahl der Schüler allgemeinbildender Schulen bezogen auf die Anzahl der Schülerlabore des jeweiligen Bundeslandes (LeLa 2011; Statistisches Bundesamt 2012b)	38
Abbildung 11: Schülerlaborverteilung in Mecklenburg-Vorpommern mit Gründungsdaten	39
Abbildung 12: Stellung der Schülerlabore in Mecklenburg-Vorpommern aufgrund ihrer Merkmale, Anliegen und ihrer Trägerschaft	48
Abbildung 13: Entwicklung der Anzahl der Kinder des Einschulungsjahrganges in M-V, nach Angaben des Bildungsministeriums (Ministerium für Bildung 2011, S. 22).....	50
Abbildung 14: Durchschnittliche Zahl der Geburten (Pöttsch 2012, S. 13)	51
Abbildung 15: Entwicklung der Studienabbrecherquote an Universitäten nach Fächergruppen, Angaben in Prozent (Heublein et al. 2009, S. 7).....	52
Abbildung 16: Informationsbeginn über Studien- und Ausbildungsinitiativen nach Land des Erwerbs der Hochschulreife, Angaben in Prozent (Heine, Willich & Schneider 2010, S. 47)	53

Abbildung 17: Kohlenstoffdioxidkonzentrationen am Mauna Loa (Hawaii) in ppm (U.S. Department of Commerce (Earth System Research Laboratory), 2012)	65
Abbildung 18: Inhalte des Moduls 1: „CO ₂ – und Me(e)hr“ und die Angebotsstruktur im <i>MariSchool</i> zum ersten Modul	71
Abbildung 19: Herkunft der Schüler, Klassen und Kurse, die das <i>MariSchool</i> zwischen 2010 und 2012 besucht haben	111
Abbildung 20: Zentrale Fragestellungen bei der Evaluation	115
Abbildung 21: Design der Befragung	119
Abbildung 22: Bewertung der Einstellung der Betreuer zu Naturwissenschaften (N = 305)	126
Abbildung 23: Bewertung der Arbeitsatmosphäre (N = 305)	126
Abbildung 24: Häufigkeitsverteilung zur Bewertung der Vorbereitung des Schülerlabortages (N = 304)	129
Abbildung 25: Häufigkeitsverteilung zur Bewertung des Umfangs der Vorbereitung (N = 301)	129
Abbildung 26: Häufigkeitsverteilung zur Bewertung der Einbindung des Themas in den Unterricht	130
Abbildung 27: Häufigkeitsverteilung zur Beziehung zwischen dem Schülerlabortag und den Unterrichtsfächern (N = 298)	133
Abbildung 28: Häufigkeitsverteilung zum Einblick in den Berufsalltag von Wissenschaftlern (N = 300)	136

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anteile der Schülerlabore und ihre Frequentierung (erweitert nach: Dähnhardt, Haupt & Pawek 2009, S. 26).....	34
Tabelle 2: Aufbau des Moduls: „CO ₂ – und Me(e)hr“	69
Tabelle 3: Übersicht für den Tag 1 (Sekundarstufe II)	80
Tabelle 4: Übersicht für den Tag 3 (Sekundarstufe II)	91
Tabelle 5: Übersicht für den Tag 5 (Sekundarstufe II)	101
Tabelle 6: Übersicht für den Tag: Tunnel oder Brücke? – Die Ostsee ein ganz besonderes Meer (Sekundarstufe I)	106
Tabelle 7: Übersicht Tag für den Tag: Die Ostsee und der Klimawandel (Sekundarstufe I).....	110
Tabelle 8: Frequentierung des Schülerlabors durch Schüler der Sekundarstufe I (Sek I), der Sekundarstufe II (Sek II) und anderer Schüler....	111
Tabelle 9: Anzahl der Fortbildungen zu den Angeboten des Moduls „CO ₂ – und Me(e)hr“	112
Tabelle 10: Items zur Analyse der Atmosphäre	120
Tabelle 11: Items zur Analyse der Einbettung der Angebote des Schülerlabors in den Unterricht.....	121
Tabelle 12: Items zur Analyse des Aufgreifens schulischen Wissens innerhalb der Angebote des Schülerlabors	122
Tabelle 13: Items zur Analyse der Berufs- und Studienorientierung innerhalb der Angebote des Schülerlabors	124
Tabelle 14: Bewertung der Anzahl der Betreuer (N =303)	125
Tabelle 15: Mittelwertberechnung zur Vorbereitung bzw. zur Bewertung des Umfangs in Bezug auf den Besuch im Schülerlabor	128
Tabelle 16: t-Test für verbundene Stichproben zum Vergleich der Bewertung der Sinnhaftigkeit des Schülerlaborbesuchs	132
Tabelle 17: Korrelation und Signifikanz des t-Tests für verbundene Stichproben zur Bewertung.....	132
Tabelle 18: Mittelwerte zur Einbindung schulischen Wissens.....	133
Tabelle 19: Häufigkeitsverteilung und kumulierte Prozentangaben zu beruflichen Möglichkeiten.....	137

Abkürzungsverzeichnis

AB	Arbeitsblatt
AWT	Arbeit-Wirtschaft-Technik
BILSE	Institut für Bildung und Forschung
BLK	Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
CHiK	Chemie im Kontext
DLR	Forschungszentrum der Bundesrepublik für Luft- und Raumfahrt
EPA	Einheitliche Prüfungsanforderungen
ESF	Europäischer Sozialfond
EU	Europäische Union
FMV	Forschungsverbund Mecklenburg-Vorpommern
FÖJ	Freiwilliges Ökologisches Jahr
Geomar	Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung (ehemals IFM-Geomar: Leibniz-Institut für Meereswissenschaften an der Universität Kiel)
IAB	Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
IEA	International Association for the Evaluation of Educational Achievement
IGLU	Internationale Grundschul-Lese-Untersuchung
IOW	Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde
KGA	Kleingruppenarbeit
KMK	Kultusministerkonferenz
LeLa	Lernort Labor
LfbZ	Lehrerfortbildungszentrum Rostock
LISA	Landesinstitut für Schule und Ausbildung
MariSchool	Maritimes Schülerlabor Ostsee
MINT	Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik
M	Mittelwert
MV/M-V	Mecklenburg-Vorpommern
NBS	Nationale Bildungsstandards
NLQ	Niedersächsisches Landesinstitut für Qualitätsentwicklung
NUP	Natur- und Umweltpark Güstrow
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung)

PhySch	Schülerlabor „Physik und Schule“
PISA	Programm for International Student Assessment
SD	Standardabweichung
SPURT	Schüler-Projekte um Roboter-Technik
SV	Schülervortrag
TIMSS	Trends in International Mathematics and Science Study
WSG	Wissenschaftler-Schüler-Gespräch
VW	Vortrag eines Wissenschaftlers

1. Einleitung

„Qualitative Bildungssteigerung um jeden Preis“ könnte das Motto lauten, das sich Bildungsbeauftragte Deutschlands nach PISA-, TIMSS-, IEA-, OECD-Studien und anderen internationalen Vergleichsstudien zum Bildungsstand von Schülern¹ und den immer geringer werdenden Geburtenzahlen der letzten 20 Jahre (vgl. Kap. 5.1) auf die Fahnen geschrieben haben. Die gesellschaftlichen sowie technisch-wirtschaftlichen Veränderungen unseres Wissens- und Informationszeitalters (vgl. z. B. Castells 2010, S. 5 ff) und die sich daraus ergebenden lebensweltlichen Umbrüche, die veränderte Sozialisationsbedingungen der Kinder und Jugendlichen herbeiführen (vgl. Ferchhoff 2011, S. 71 ff), zwingen die Verantwortlichen im Bildungsbereich dazu, Strategien zu entwickeln, einer schleichenden Bildungsmisere und dem Mangel an qualifiziertem Nachwuchs Deutschlands entgegenzuwirken. Dass Deutschland und auch Europa langfristig einem Arbeits- und entsprechend auch Fachkräftemangel entgegensteuern und auch derzeit schon Fachkräfte im naturwissenschaftlichen sowie technischen Bereich dringend benötigt werden, belegen Studien des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK) sowie Bildungsstudien der OECD (Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung) der letzten Jahre. *„Aufgrund der demografischen Entwicklung geht langfristig die Zahl der erwerbsfähigen Menschen zurück und zugleich altert die Bevölkerung spürbar. Den Betrieben werden damit immer weniger und im Durchschnitt deutlich ältere Arbeitskräfte als heute zur Verfügung stehen.“* (Fuchs, Söhnlein & Weber 2011, S. 1) Dieser strukturelle Wandel der Arbeitswelt bedeutet eine Bedrohung gesellschaftlicher Strukturen und wirtschaftlichen Wachstums. *„Die Zukunft des Landes, der langfristige Wohlstand und die Erhaltung der sozialen Sicherungssysteme hängen ganz wesentlich davon ab, ob es weiterhin gelingt, qualitativ hochwertige Wertschöpfungsprozesse zu entwickeln und Deutschland als Technologiestandort zu sichern.“* (Sattelberger 2012)

Über den Umstand mangelnder Fachkräfte kann auch nicht der Fakt hinwegtäuschen – er ist eher eine Folge bzw. Beleg dessen –, dass sich beispielsweise die Erstimmatrikulationen in Ingenieurstudienfächer oder auch in den Naturwissenschaften in den letzten Jahren deutlich erhöht haben (vgl. Statistisches Bundesamt 2012a). Politische sowie soziale Maßnahmen zur Stabilisierung der Geburtenzahlen, wie die Einführung des Elterngeldes 2007,

¹ Zur Vereinfachung des Leseflusses wird das generische Maskulinum, das beide Geschlechter gleichermaßen bezeichnet, verwendet.

der Ausbau der Kinderbetreuungsmöglichkeiten oder aber der Plan der Einführung eines Betreuungsgeldes, zeigen bis jetzt nur mäßigen Erfolg, so dass Deutschland trotz dieser Maßnahmen derzeit die niedrigste Geburtenrate der EU hat (vgl. Allen & Marcu 2010). Entsprechend dieser demografischen wie gesellschaftlichen Entwicklung muss der Bildung und der Qualifizierung im naturwissenschaftlichen und technischen Bereich sowie der regionalen und nationalen Bindung der immer geringer werdenden Schülerschaft besonderes Augenmerk geschenkt werden.

Eine Maßnahme, die aus der Notwendigkeit der Qualitätssteigerung der naturwissenschaftlichen Bildung und dem sich abzeichnenden Fachkräftemangel resultierte, war und ist die Etablierung und Integration außerschulischer Lernorte im regulären Unterrichtsalltag. Dabei geht das Aufsuchen außerschulischer Lernorte auf eine lange bildungs- und erziehungswissenschaftliche Tradition zurück, die mit dem Realienunterricht oder der Anschauungspädagogik Johann Amos Comenius' (1592-1670) oder Johann Heinrich Pestalozzis (1746-1827) begann und durch reformpädagogische Bemühungen des 19. und 20. Jahrhunderts fortgesetzt wurde. Zu nennen sind hier vor allem Celestin Freinet (1896-1966) und die Freiluftschulen oder Kurt Hahn (1886-1974) und die Erlebnispädagogik (vgl. Sauerborn & Brühne 2010, S. 22 ff).

Allgemein beschreibt außerschulisches Lernen: *„die originale Begegnung im Unterricht außerhalb des Klassenzimmers. An außerschulischen Lernorten findet die unmittelbare Auseinandersetzung des Lernenden mit seiner räumlichen Umgebung statt. Die Möglichkeit einer aktiven (Mit-)Gestaltung sowie die Möglichkeit zur Primärerfahrung von mehrperspektivischen Lerninhalten durch den Lernenden sind dabei zentrale Merkmale des außerschulischen Lernens.“* (ebd., S. 27)

Eine besondere Facette und *„eine der erfolgreichsten Maßnahmen stellen in diesem Zusammenhang die sogenannten Schülerlabore dar.“* (Dähnhardt, Sommer & Euler 2007, S. 4) Sie etablierten sich in Deutschland mit rasender Geschwindigkeit seit den 90-iger Jahren des letzten Jahrhunderts. Ihre Attraktivität, belegt durch wachsende Schülerlaborbesuche und Laborgründungen (vgl. Kap. 3), und ihre Existenzberechtigung und -notwendigkeit resultieren zum einen aus der gesellschaftlichen Forderung nach Ergänzung und Reformation des Schulunterrichts, zum anderen aber auch aus ihrer Brückenfunktion zur Berufs- und Arbeitswelt sowie zur Wirtschaft (vgl. Kap. 2.2 und 2.2.1). *„In Deutschland sind auf Grund der Ergebnisse der PISA-Studie die bisherigen Lernformen- und -leistungen der Schule mehr und mehr in die Kritik geraten. Auf der anderen Seite hat dadurch das*

Interesse an außerschulischen Lernmöglichkeiten und -orten deutlich zugenommen.“
(Rauschenbach, Dux & Sass 2006, S. 8)

Die vorliegende Arbeit veranschaulicht vor dem Hintergrund der Schülerlaborlandschaft Deutschlands (Kap. 3) und Mecklenburg-Vorpommerns (Kap. 4) die Konzeption und Etablierung eines naturwissenschaftlichen Schülerlabors am Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW), die Erstellung von Materialien und Experimenten zu diesem Labor sowie Evaluationsergebnisse resultierend aus der Befragung erster Teilnehmer. Doch wozu brauchen wir Schülerlabore, sollte naturwissenschaftliche Grundbildung nicht in der Schule und im Unterricht vermittelt werden?

Nachdem zunächst naturwissenschaftliche Bildungsreformen nach der Bildungsmisere, aufgedeckt durch die PISA-Studie Anfang 2000, im schulsystemischen Bereich und im innerschulischen, unterrichtlichen Bereich dargelegt werden (Kap. 2), wird dieser Frage vertiefend nachgegangen. Das Potenzial, das sich Schülerlaboren bei entsprechender Konzeption bietet, wird zunächst theoretisch (Kap. 2.2) und dann praktisch beleuchtet, indem Erkenntnisse empirischer Studien herangezogen werden (Kap. 2.3). Resultierend aus den Erkenntnissen empirischer Forschung werden notwendige Konzeptionsparameter für Schülerlabore abgeleitet (Kap. 2.4).

Nachdem zunächst Schülerlabore in Deutschland geschichtlich, begrifflich und hinsichtlich ihrer Ziele beleuchtet (Kap. 3.2) werden und speziell die Schülerlaborsituation in Mecklenburg-Vorpommern charakterisiert wird (Kap. 4.), werden die Labore Mecklenburg-Vorpommerns auf die in Kapitel 2.4 aufgestellten Kriterien hin überprüft.

Die Notwendigkeit der Einrichtung eines weiteren Schülerlabors in Mecklenburg-Vorpommern wird in Kapitel 5.1 bis 5.4 dargelegt. Ausgehend von den in Kapitel 2.4 aufgestellten Kriterien werden die Charakteristika des Labors differenziert dargelegt (Kap. 5.5). Am Beispiel des ersten Moduls: „CO₂ – und Me(e)hr“, das in Form von Materialien, Lehrerhandreichungen (Anhang A und B) und/oder durch den Besuch des Schülerlabors Kontexte für Schüler bereithält, werden sieben Projektstage beschrieben, wie sie im Schülerlabor *MariSchool* zum Thema „CO₂ – und Me(e)hr“ von Schülern der Sekundarstufe I und II durchgeführt werden können (Kap. 6.3). Der Darlegung der Frequentierung des Schülerlabors zu diesen sieben Projekttagen (Kap. 6.4) folgt die Beschreibung und die Auswertung der sich anschließenden Evaluation, die im Zeitraum zwischen Dezember 2010 und Dezember 2011 (Kap. 7 und 8) durchgeführt wurde. Neben der Überprüfung einzelner Kriterien wie der Atmosphäre im Schülerlabor oder der Einbettung der Angebote in den unterrichtlichen Alltag, die besondere Auswirkungen auf die Anregung des aktuellen

Interesses haben (vgl. Kap. 2.3.3), wird besonders der Beitrag zur Berufsorientierung beleuchtet.

Der theoretische Rahmen, gegeben durch empirische Befunde (Kap. 2.3), die sich daraus ableitenden Konzeptionsparameter für Schülerlabore (Kap. 2.4) und die Anliegen des Schülerlabors *MariSchool*, (Kap. 5.2) werden danach mit den Ergebnissen der Evaluation in Beziehung gesetzt.

Resultierend aus dieser Zusammenführung werden Handlungsalternativen speziell für die Arbeit im *MariSchool* abgeleitet, aber darüber hinaus werden auch Hinweise zum weiteren Umgang mit Schülerlaborarbeit im Rahmen unterrichtlicher Veranstaltungen gegeben (Kap. 9 und 10).

2. Naturwissenschaftliche Bildung und die Integration von Schülerlaboren im Unterricht

2.1 Naturwissenschaftliche Bildung auf dem Weg ins 22. Jahrhundert

„Also lautet der Beschluß: Daß der Mensch was lernen muß.“ (Busch 1997, S. 8) Doch was und wie sollen die Heranwachsenden des 21. Jahrhunderts lernen und worin besteht die Notwendigkeit des Aufsuchens von außerschulischen Lernorten, speziell des Aufsuchens von Schülerlaboren, in Anbetracht von zusätzlichen Kosten und der sowieso schon bestehenden Zeitknappheit aufgrund überladener Lehrpläne?

„Das Schulsystem [Deutschlands] ist das Ergebnis vieler mehr oder weniger rationaler Planungsprozesse mit dem Ziel der Organisation von Lernprozessen für große Massen von Schülern.“ (Ziegler 2009, S. 35) Dabei macht es sich die Schule zur Aufgabe, „die sichere Beherrschung kultureller Basiswerkzeuge [zu] vermitteln. (...) Defizite in diesem Basiswissen sind schwer kompensierbar. (...) Alles hängt vom Lernen in der Schule ab.“ (BLK 1998, S. 10 f) „Wesentliche Merkmale einer so verstandenen Allgemeinbildung sind demnach anschlussfähiges Wissen und sinnstiftende Kontexte. Das Wissen schließt kulturelle Basiskompetenzen ein und dient darüber hinaus der Orientierung in unserer Kultur.“ (ebd., S. 40 f) Ziel schulischer Allgemeinbildung ist entsprechend der Erwerb von Handlungskompetenz², die Schülern und Jugendlichen die Teilhabe am, aber auch die Gestaltung des gesellschaftlichen Lebens ermöglicht (vgl. z. B. Mehlhaff et al. 2002, S. 4).

Der mathematisch-naturwissenschaftlichen Bildung in der Schule wird dabei eine besondere Rolle zugesprochen. Die Fächer „*Biologie, Chemie und Physik vermitteln naturwissenschaftliche Basiskonzepte zur Interpretation von Mensch, Natur und einer durch Naturwissenschaften und Technik gestalteten Welt.*“ (BLK 1998, S. 41) In Bezug auf die Bewältigung zukünftiger globaler Probleme – „*These include problems such as health and disease, the stabilization of the natural environment, new modes of communication, the development of new energy sources, aging patterns of the human organism, and a wider use of biotechnology for the improvement of food resources.*“ (Hurd 1998, S. 411) –, in Bezug

² Handlungskompetenz resultiert aus dem Erwerb von Sachkompetenz, Sozialkompetenz, Selbstkompetenz und Methodenkompetenz. „*Die Kompetenzen bilden eine Ganzheit und bedingen sich wechselseitig. Für ihre Ausprägung leisten alle Fächer ihren spezifischen Beitrag.*“ (Mehlhaff et al. 2002, S. 4)

auf die Sicherung des Lebensstandards, den Erhalt der Wettbewerbs- und Konkurrenzfähigkeit in der Globalisierung (vgl. KMK 2009, S. 1 ff und Ohly & Strobl 2008, S. 16 ff) ist naturwissenschaftliche Bildung ein unerlässliches Gut. Dabei ist zu sagen, dass „für junge Menschen, die keinen naturwissenschaftlich-technischen Beruf wählen, (...) der mathematisch-naturwissenschaftliche Unterricht in der Schule praktisch die einzige Chance zur systematischen Begegnung mit einem zentralen Teil unserer Kultur [ist].“ (BLK 1998, S. 10 f) Entsprechend muss der Qualitätssteigerung des naturwissenschaftlichen Unterrichts besonderes Augenmerk geschenkt werden.

Schon Ende des ausgehenden letzten Jahrhunderts erkannte man im angelsächsischen und angloamerikanischen Raum angesichts dieser global-gesellschaftlichen Herausforderungen und des Unmuts über die allgemeine naturwissenschaftliche Bildung die Notwendigkeit der Reformation des naturwissenschaftlichen Unterrichts und der naturwissenschaftlichen Bildung. Es wurden neuartige Reformprojekte³ wie der *Salters Advanced Chemistry Course*⁴ (vgl. Pilling & Waddington 1997) entwickelt, vereinzelt in Schulen erprobt und evaluiert. Parallel wurden Standards für eine mathematisch-naturwissenschaftliche Grundbildung (scientific literacy)⁵ erarbeitet bzw. weiterentwickelt. Erst die Ergebnisse der Vergleichsstudien PISA, TIMSS und IGLU zum Leistungsstand deutscher Schüler im europäischen und internationalen Vergleich (vgl. z. B. Klieme 2009, Baumert, Bos & Lehmann 2000b oder Bos et al. 2003) führten in Deutschland Anfang des 21. Jahrhunderts zu einer Welle innovativer Bemühungen um die Verbesserung der allgemeinen, besonders aber der naturwissenschaftlichen Bildung⁶ in der Schule. „PISA

³ Reformprojekt im amerikanischen Raum ist z. B. das *Project 2061: Science Literacy for a Changing Future*. (vgl. American Association for the Advancement of Science 1993).

⁴ Der *Salters Advanced Chemistry Course* wurde bis Juni 1992 an 360 Schülern erprobt. Bis 1997 absolvierten 8000 Schüler den Kurs (vgl. Pilling & Waddington 1997).

⁵ „Science Literacy“ wird z. B. [nach Cutcliffe 1990] als Befähigung definiert, grundlegende Begriffe der Naturwissenschaften zu kennen, sowie lesen, schreiben, definieren und auf einer Ebene miteinander in Beziehung setzen zu können, die eine effektive Kommunikation mit Fachwissenschaftlern zu Fragestellungen von allgemeinem Interesse ermöglicht.“ (Schallies 2002, S. 50 f)

„Im Deutschen gibt es keinen Begriff, der mit literacy vergleichbar ist. Literacy ist gleichbedeutend mit den Begriffen Kompetenz und Grundbildung, deren wesentliches Merkmal die Anschlussfähigkeit von erworbenen Kompetenzen in authentischen Lebenssituationen ist. Grundbildung darf nicht mit Fundamentum im engen fachbezogenen Sinne gleichgesetzt werden, vielmehr schließt sie Kommunikationsfähigkeit, Lernfähigkeit sowie die eine die Weltorientierung vermittelnde Begegnung mit zentralen Gegenständen unserer Kultur ein.“ (Mehlhoff et al. 2002, S. 5)

Da die Geschichte der Definition von naturwissenschaftlicher Grundbildung bis 1847 zurückreicht, an dieser Stelle aber unerheblich ist, soll im weiteren Verlauf nicht weiter darauf eingegangen werden (vgl. z. B. Bybee 2002, S. 22 ff).

⁶ Grundlage der Erhebungen naturwissenschaftlicher Bildung in PISA ist die Definition der OECD. Naturwissenschaftliche Grundbildung (scientific literacy) wird hier folgendermaßen definiert:

steht für uns in Deutschland heute nicht mehr nur für einen schiefen Turm, sondern auch für ein Bildungssystem, das schwere Schlagseite hat. – Dem Turm dürfen wir seine Neigung getrost lassen, in der Bildung aber müssen wir vieles wieder gerade rücken.“, so die damalige Bundesbildungsministerin Bulmahn (2002, S. 2).

Erstes Resultat des bildungspolitischen Aufbruchs in Deutschland war die Neueinführung von nationalen Bildungsstandards (NBS) durch die Kultusministerkonferenz (KMK) zwischen Dezember 2003 und August 2005⁷. Bildungsstandards werden dabei *„als normative Vorgaben für die Steuerung von Bildungssystemen verstanden.“* (KMK 2004a, S. 8) Bildungsstandards wie: inhaltliche Standards, Standards für Lehr- und Lernbedingungen, Leistungs- und Ergebnisstandards, Niveauanforderungen, Mindest- und Minimalstandards sowie Exzellenz- oder Maximalstandards (vgl. ebd., S. 8 ff) *„greifen allgemeine Bildungsziele auf und legen fest, welche Kompetenzen⁸ die Schülerinnen und Schüler bis zu einer bestimmten Jahrgangsstufe an wesentlichen Inhalten erworben haben sollen.“* (ebd., S. 9) Mit der Fokussierung bildungspolitischer Qualitätsentwicklung auf Kompetenzen bzw. auf Kompetenzbereiche (Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewertung), auf Anforderungsbereiche (Wiedergabe, Anwendung, Transfer) sowie auf Basiskonzepte (z. B. Stoff-Teilchen-Beziehung, Struktur-Eigenschafts-

„Naturwissenschaftliche Grundbildung ist die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, die die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen.“ (Baumert et al. 2000a, S. 2)

⁷ Die Einführung der Bildungsstandards auf Bundesebene im naturwissenschaftlichen Bereich (Biologie, Chemie und Physik) erfolgte für den Mittleren Schulabschluss im Dezember 2004.

⁸ Kompetenzen werden nach Weinert definiert als: *„kognitive[n] Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösung in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können (...).“* (Weinert 2002, S. 27 f) Diese Definition umfasst sowohl inhaltliche als auch handlungsorientierte Aspekte.

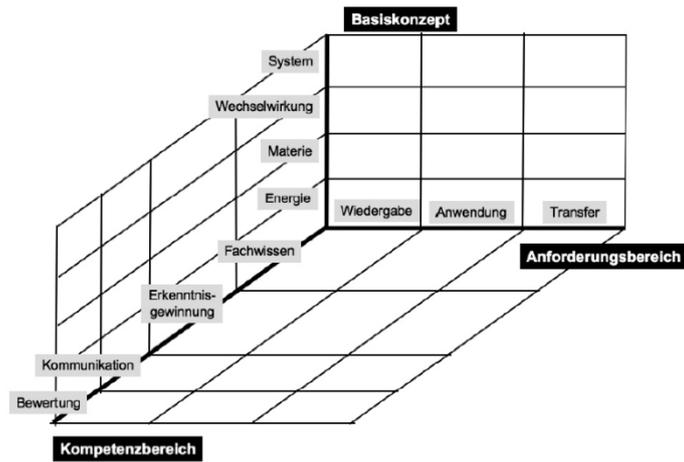


Abbildung 1: Kompetenzmodelle der Nationalen Bildungsstandards Physik (Parchmann & Schecker 2006b, S. 55)

Beziehung, chemische Reaktion, energetische Betrachtung bei Stoffumwandlung im Chemieunterricht) (vgl. KMK 2004b) wurden Bildungsziele im naturwissenschaftlichen Bereich deutlich mehrdimensionaler, klarer und vor allem ergebnisorientierter formuliert (vgl. Abb. 1).

Die bildungspolitischen Bemühungen, wie die Einführung der neuer Bildungsstandards oder auch die Neufassung der einheitlichen Prüfungsanforderungen (EPA), auf nationaler Ebene führten wiederum zu Veränderungen im Bildungsbereich auf Landesebene. So wurden beispielsweise in den letzten Jahren die geltenden Rahmenrichtlinien⁹ durch curriculare Vorgaben ergänzt, es wurden Vergleichsarbeiten und Leistungsüberprüfungen angestrebt, Operatoren neu formuliert und Kerncurricula für einzelne Fächer verabschiedet (vgl. z. B. NLQ 2012).

Neueste Bestrebungen auf nationaler Ebene liegen in der Entwicklung von Bildungsstandards und Aufgabenpools für die Allgemeine Hochschulreife in den Fächern Deutsch, Mathematik, Englisch und Französisch durch das Institut zur

⁹ Die Kompetenzbereiche der Bildungsstandards und der einheitlichen Prüfungsanforderungen auf Bundesebene können mit den Vorgaben auf Landesebene wie folgt in Beziehung gesetzt werden:

Bildungsstandards	EPA	Rahmenplan
Fachwissen	Fachkenntnisse	Sachkompetenz
Erkenntnisgewinnung	Fachmethoden	Methodenkompetenz
Kommunikation	Kommunikation	Sozialkompetenz
Bewertung	Reflexion	Selbstkompetenz

Die Übersetzung bzw. Ausformulierung dieser Begriffe stimmt nicht exakt überein. Es gibt aber deutliche Überschneidungspunkte innerhalb dieser Kompetenzansätze und -definitionen.

Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB). „Damit kann die Qualitätsentwicklung in den Schulen aller Länder in der Bundesrepublik Deutschland zum ersten Mal an einem gemeinsam vereinbarten Maßstab, an abschlussbezogenen Bildungsstandards ausgerichtet werden.“ (KMK 2012b)

Die Jahre 2005 bis 2014 wurden durch die Vereinten Nationen zur Weltdekade der „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ ausgerufen. Ziel der „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ ist es, Menschen zu befähigen, „die Zukunft in einer globalisierten Welt aktiv, eigenverantwortlich und verantwortungsbewusst zu gestalten.“ (KMK 2012a) Da dieses Ziel in engem Kontakt zu den Zielen allgemeiner, aber vor allem auch naturwissenschaftlicher Grundbildung steht, wurde auch diese global-bildungspolitische Initiative durch die Kultusministerkonferenz 2007 aufgegriffen und im naturwissenschaftlichen Unterricht implementiert (vgl. Burmeister, Jokmin & Eilks 2011 oder KMK 2007).

Neben den eben beschriebenen bildungspolitischen, schulsystemischen Maßnahmen, die naturwissenschaftliche Grundbildung in Deutschland im schulischen Bereich verändern sollten, wurde der naturwissenschaftliche Unterricht vor allem auch durch die Einführung und Durchführung neuartiger unterrichtlicher Konzepte nachhaltig beeinflusst. Exemplarisch sollen an dieser Stelle die Grundzüge der unterrichtlichen Konzepte *Chemie im Kontext* und *Chemie fürs Leben* vorgestellt werden.

2.1.1 Das Konzept Chemie im Kontext

Das unterrichtliche Konzept *Chemie im Kontext* ist dem englischen *Salter's Advanced Chemistry Course* (vgl. Pilling & Waddington 1997) entlehnt und zielt auf die Förderung unterrichtlicher Kompetenzentwicklung und Interessenverstärkung im naturwissenschaftlichen Bereich durch verbesserten naturwissenschaftlichen Unterricht ab. Die Intention dieses neuartigen Unterrichts in England für 16- bis 18-Jährige lag in der Anregung eines breiteren Schülerkreises durch lebendigeren, anschaulicheren, aktiveren und interessanteren Unterricht (vgl. Pilling & Waddington 1997). „[[]nitiiert durch ein Studium der Theorie und Praxis des *Salter's Project* von Parchmann während eines Post-doc-Aufenthaltes an der Universität of York (UK)“ (Freienberg 2002, S. 54), wurde das Konzept *Chemie im Kontext* in der Didaktik der Chemie Oldenburg und in Zusammenarbeit mit der Didaktik der Chemie Dortmund und Wuppertal ab 1997 entwickelt.

Das Konzept steht auf den Säulen „Kontextorientierung“, „Basiskonzepte“ und „Unterrichtsgestaltung“ (vgl. Demuth, Ralle, & Parchmann 2005a, S. 56 f und Demuth et al. 2008, S. 13) und basiert auf den Erkenntnissen des Situierteitsansatzes der Lehr-Lernforschung, der postuliert, dass Wissen *„nicht passiv erworben, sondern aktiv konstruiert wird, dass Lernen an die inhaltlichen und sozialen Erfahrungen der Lernsituation gebunden ist“* (Rieß 2010, S. 154) und dass dadurch Wissen stärker vernetzt werden kann. Das bedeutet, dass der naturwissenschaftliche Unterricht, wie er durch das Konzept angestrebt wird:

- „1. von Kontexten ausgeht, die den Lernenden ein Anknüpfen an ihre Fragen, Interessen und Vorstellungen ermöglicht, der*
- 2. die erarbeiteten Inhalte systematisch zu Basiskonzepten verknüpft und diese als Erläuterungsgrundlage in nachfolgenden Lernprozessen zur Verfügung stellt und der*
- 3. durch vielfältige Unterrichtsmethoden eine hohe Lernaktivität ermöglicht.“*
(Parchmann et al. 2006a, S. 126)

Unterrichtseinheiten können dabei entweder ausgehend von einem spannenden Kontext bzw. ausgehend von den im Lehrplan festgeschriebenen Inhalten konzipiert werden (vgl. Abb. 2). Besondere Betonung, egal welcher Weg der Konzeption gewählt wurde, liegt auf der Alltags- und Lebensweltorientierung des Unterrichts, der sich dadurch radikal vom herkömmlichen, klassischen Unterricht unterscheidet.

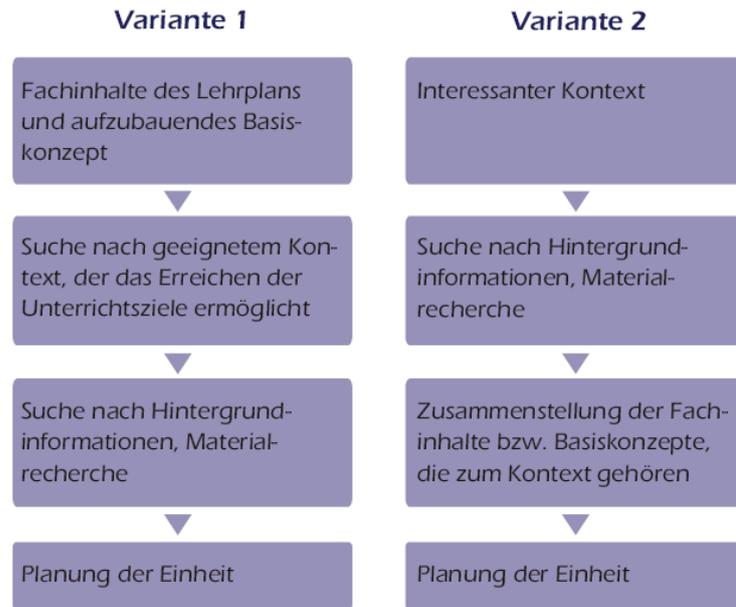


Abbildung 2: Planung von Unterrichtseinheiten nach „Chemie im Kontext“ (Demuth et al. 2005b, S. 2)

Über den Weg der „symbiotischen Implementationsstrategie“¹⁰ wurden Unterrichtseinheiten mit Lehrern und Fachdidaktikern entwickelt, im Unterricht erprobt und evaluiert. Eine Weiterverbreitung erfuhr das Konzept über schulübergreifende Lerngemeinschaften (Sets) und Multiplikatoren, die weiterführend das Konzept im Unterrichtsalltag implementierten (vgl. Demuth et al. 2008, S. 60 f).

Der Erfolg des Konzeptes *Chemie im Kontext* spiegelt sich nicht nur in der Erprobung und Implementation des Konzeptes im schulischen Alltag und in die Lehrerbildung sowie Lehrerfortbildung fast aller Bundesländer¹¹ wider. Besondere Würdigung erfuhr das Konzept in Wissenschaft und Forschung, beispielsweise durch die Verleihung des Polytechnik-Preises an Frau Prof. Dr. Parchmann im November 2011 oder aber durch die Übertragung des Konzeptes auf weitere Unterrichtsfächer (*Biologie im Kontext*, *Physik im Konext*, vgl. Demuth et al. 2008, S. 11). Der größte Erfolg des Konzeptes zeigt sich aber in

¹⁰ „Symbiotische Implementationsstrategie“ bezeichnet die enge Zusammenarbeit und die gegenseitige Befruchtung von Lehrern und Fachdidaktikern bei der Ausarbeitung und Umsetzung von Beispieleinheiten zur Realisierung von *Chemie im Kontext* im schulischen Alltag (vgl. Demuth et al. 2008, S. 49 ff).

¹¹ An dem Projekt nahmen die Bundesländer Baden-Württemberg, Bayern, Brandenburg, Berlin, Hamburg, Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen teil.

der Lernmotivation der Schüler. Während Barke und Hilberg¹² (2000, S. 22) noch veröffentlichten, „*dass das Fach Chemie stark abstiegsbedroht ist: Nur noch Englisch und Geschichte sind unbeliebter, wenn man Religion nicht berücksichtigt.*“, veränderte sich die Sicht auf den Chemieunterricht durch das Konzept *Chemie im Kontext* deutlich. „*Den üblichen Rückgang der Motivation über die Schuljahre hinweg konnten wir durch den ChiK¹³-Unterricht nicht vollständig stoppen. Aus einer Vergleichsstudie wissen wir aber, dass die Motivation der ChiK-Klassen nicht in einem solch starken Maße abfällt wie in Klassen, die eher traditionellen Chemieunterricht besuchten.*“ (Demuth et al. 2008, S. 77)

Nicht nur die Lernmotivation, auch die naturwissenschaftliche Kompetenzentwicklung der Schüler, die Ausgangspunkt politischer wie didaktischer Bemühungen war, profitierte nachweislich durch die unterrichtliche Bildungsinitiative. „*Insgesamt zeigt PISA 2006 im Bereich der naturwissenschaftlichen Kompetenz für Deutschland ein positives Bild, das eine weitere deutliche Verbesserung seit der Erhebung im Jahr 2003 erkennen lässt. Die Bemühungen um eine Verbesserung der Unterrichtsqualität, zum Beispiel durch stärkere Anwendungsorientierung, durch die Konzentration auf Grundvorstellungen und durch didaktisch verbesserte Schülerexperimente, scheinen Früchte zu tragen.*“¹⁴ (PISA-Konsortium Deutschland 2007, S. 17)

2.1.2 Das Konzept Chemie fürs Leben

Die Lebenswelt der Schüler ist ebenfalls Ausgangs- und Anknüpfungspunkt des unterrichtlichen Konzeptes *Chemie fürs Leben*, das unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. Flint¹⁵ in der Didaktik der Chemie Rostock entwickelt wurde (vgl. Freienberg et al. 2001, S. 68). Dabei werden „*Stoffe aus dem Alltag als Unterrichts- und Anschauungsmaterial innerhalb sonst klassischer Unterrichtsthemen genutzt.*“ (Freienberg 2002, S. 62) Damit knüpft das Konzept, ebenso wie auch *Chemie im Kontext*, an bekannte lernpsychologische Grundsätze von Dewy und Ausubel an. „*Aller Unterricht hat bei der Erfahrung der Kinder*

¹² Weitere Studien zur Beliebtheit bzw. zur Unbeliebtheit des Chemie- und des Naturwissenschaftsunterrichts finden sich z. B. bei Merzyn 2008.

¹³ ChiK ist die Abkürzung für *Chemie im Kontext*.

¹⁴ „*Die Schülerinnen und Schüler in Deutschland erreichen 516 Punkte und liegen damit signifikant über dem OECD-Durchschnitt [von 500 Punkte]. Analysen auf nationaler Ebene können bestätigen, dass sich Deutschland gegenüber PISA 2003 nicht nur in der internationalen Rangordnung verbessern konnte, sondern dass tatsächlich ein substanzieller Zuwachs in der naturwissenschaftlichen Kompetenz festzustellen ist.*“ (PISA-Konsortium Deutschland 2007, S. 16)

¹⁵ Herr Prof. Dr. Flint steht auch stellvertretend für die Arbeit vieler Doktoranden und wissenschaftlicher Mitarbeiter.

anzufangen.; *'Alle neuen Erfahrungen, die die Schüler im Unterricht machen, werden mit Hilfe bereits vorhandener Vorstellungen organisiert.'*“ (Barke & Harsch 2011, S. 22) Der Einbezug von alltäglichen Stoffen im Chemieunterricht, die häufig von den Schülern nicht als Chemikalien angesehen werden, sichert, dass das Unterrichtsfach Chemie nicht losgelöst von der Alltagswelt behandelt wird, sondern unterrichtliche Erkenntnisse aus dem Klassenraum mit in den Alltag transferiert werden und andersherum. Entsprechend ergeben sich lernpsychologisch synergetische Effekte zwischen Klassenraum und Alltagswelt, durch die der Aufbau vernetzten Wissens befördert wird. Im Vergleich zu *Chemie im Kontext* orientiert sich das Rostocker Konzept dabei am klassischen Gang des Chemieunterrichts, wobei zu den Inhalten passende Kontexte gesucht werden. Durch Fokussierung zunächst auf Phänomenologisches wird die Theorielastigkeit des herkömmlichen Unterrichts reduziert, Schülerexperimente und Eigenaktivität stehen zunächst im Mittelpunkt des Unterrichts. Der phänomenologischen Annäherung folgt im weiteren Verlauf des Unterrichtskonzeptes, aufbauend auf die Erkenntnisse der Schüler, eine Abstrahierung des Gelernten. Damit zieht man logische Schlüsse aus den Erkenntnissen von Schröder (1989) u.a., die die Ansichten Piagets, dass Kinder und Jugendliche mit etwa 12 bis 15 Jahren zum formal-operationalen, hypothetisch-deduktivem Denken fähig seien (vgl. Piaget 2003, S. 63 ff bzw. Freienberg et al. 2001, S. 70), nicht teilen bzw. widerlegen. *„Im Alter von 15 Jahren bringen jedoch nur etwa 40 % der Jugendlichen angemessene Begründungen für die Aufgaben der multiplen Kompensation, so dass hier nicht von einer für die gesamte Stichprobe gültigen Universalisierung dieser formal-operationalen Entwicklungsdimension gesprochen werden kann.“* (Schröder 1989, S. 262) Folglich leistet das Konzept *Chemie fürs Leben* einen entscheidenden Beitrag zur naturwissenschaftlichen Kompetenzentwicklung, orientiert an der geistigen Entwicklung und der Lebenswelt der Schüler innerhalb des naturwissenschaftlichen Unterrichts, wobei vor allem die motivational-emotionale Komponente des Lernens durch das Konzept angesprochen wird.

„Anders als das [...] vorgestellte Unterrichtskonzept [Chemie im Kontext] ist Chemie fürs Leben nicht projektartig aufgebaut, sondern orientiert sich in großen Zügen an dem klassischen Unterrichtsgang. Von letzterem unterscheidet es sich unter anderem durch die Aufbrechung der bisherigen starren Grenzen zwischen Anorganischer und Organischer Chemie.“ (Freienberg 2002, S. 58)

Wie auch das Konzept *Chemie im Kontext* wird das Konzept *Chemie fürs Leben* vielseitig im Unterricht erprobt. Fortbildungen zu den einzelnen Themenbereichen in diesem Konzept erfreuen sich reger Nachfrage. Dieses deutet darauf hin, dass die Lehrer Mecklenburg-Vorpommerns und andernorts regen Bedarf und hohes Interesse mitbringen, ihren Unterricht systematisch zu verändern.

2.2 **Schülerlabore als verbindendes Element außer-, innerschulischer sowie unterrichtlicher Bildungsabsichten und -anliegen**

Wie an den Ausführungen der letzten Kapitel zu sehen war, wird in unterschiedlichsten Bereichen versucht, naturwissenschaftliche Bildung bzw. Kompetenzentwicklung bei Kindern und Jugendlichen zu befördern. Neben den schulsystemischen Veränderungen durch bildungspolitische Maßnahmen und den veränderten schulischen und unterrichtlichen Angeboten zur Förderung naturwissenschaftlicher Kompetenzentwicklung entfaltete sich in den letzten Jahren ein breiter Bereich außerschulischer MINT¹⁶-Angebote, der beispielsweise über Initiativen wie *MINT Zukunft schaffen*¹⁷ oder die Datenbank *technopedia*¹⁸, in der mehr als 970 außerschulische MINT-Angebote¹⁹ eingetragen sind, organisiert wird. Als Beispiel zur näheren Kategorisierung dieser außerschulischen Angebote kann Huck, Haan & Plesse (2010, S. 37 ff) herangezogen werden. Hier werden die außerschulischen MINT-Bildungsangebote in 1. Experimentierangebote (Schülerlabore²⁰, Kooperationsprojekte, AGs und Ferien-/Freizeitkurse), 2. Events/Veranstaltungen (*Girls' day*, Lange Nacht der Wissenschaften, etc.), 3. fachwissenschaftliche Vorträge (*Miet den Prof*, *Call a scientist*, etc.) und 4. Wettbewerbe (*Jugend forscht*, etc.) eingeteilt. Auch wenn die spezifischen Angebote unter Umständen eine Verbindung zur Schule offerieren, bezieht sich die Frequentierung der Angebote rein auf die Freizeit oder die Ferien. Folglich

¹⁶ MINT steht als Abkürzung für die Anfangsbuchstaben der Fächer Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik.

¹⁷ www.mintzukunftschaften.de, [Stand: 20.03.2012]

¹⁸ www.technopedia.de, [Stand: 20.03.2012]

¹⁹ [Stand: 20.03.2012]

²⁰ Bei diesen Schülerlaboren kann es sich im Sinne außerschulischen Lernens nur um Schülerforschungszentren handeln (vgl. Kap. 3).

wird hier hauptsächlich der Bereich des nicht formalen bzw. informellen Lernens²¹ angesprochen, der sich durch Selbstinitiation, Zielgerichtetheit, Schulkontextferne und Lernerzentriertheit auszeichnet (vgl. Overwien 2006, S. 46 ff).

Breites Engagement zur Beförderung dieser außerschulischen MINT-Angebote wird sowohl von Unternehmer- und Wirtschaftsseite als auch von politischer Seite deutlich. Dieses ist einerseits auf die Absicht der Qualifizierung von Schülern im naturwissenschaftlichen Bereich, andererseits aber auch im Zuge des demografischen Wandels (vgl. Kap. 5.1) auf die nationale wie regionale Bindung qualifizierter Schüler zurückzuführen. Während der Fokus bei der institutionellen Bildung der Schüler durch Schule und Unterricht mehr auf gesellschaftlich-allgemeinbildenden Aspekten und auf formalem Lernen²² liegt, stehen beim wirtschaftlich-politischem Engagement hauptsächlich ökonomische Aspekte im Vordergrund. Die Anliegen der Beförderung naturwissenschaftlicher Kompetenzentwicklung und Interessenverstärkung im MINT-Bereich sowohl von schulischer als auch von wirtschaftlicher und politischer Seite sind in der Abbildung 3 zusammengefasst.

²¹ Die Definition bzw. die Begrifflichkeitsabgrenzung ist facettenreich und relativ unscharf. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird nur auf die Begrifflichkeiten der Europäischen Kommission von 2001, wie Sie bei Overwien (2006) dargelegt werden, Bezug genommen.

„Nicht formales Lernen: Lernen, das nicht in einer Bildungs- oder Berufsbildungseinrichtung stattfindet und üblicherweise nicht zur Zertifizierung führt. Gleichwohl ist es systematisch (in Bezug auf Lernziele, Lerndauer und Lernmittel). Aus Sicht des Lernenden ist es zielgerichtet.

Informelles Lernen: Lernen, das im Alltag, am Arbeitsplatz, im Familienkreis oder in der Freizeit stattfindet. Es ist (in Bezug auf Lernziele, Lernzeit oder Lernförderung) nicht strukturiert und führt üblicherweise nicht zur Zertifizierung. Informelles Lernen kann zielgerichtet sein, ist jedoch in den meisten Fällen nicht intentional (...).“ (Overwien 2006, S. 46)

²² *„Formales Lernen: Lernen, das üblicherweise in einer Bildungs- oder Ausbildungseinrichtung stattfindet, (in Bezug auf Lernziele, Lernzeit oder Lernförderung) strukturiert ist und zur Zertifizierung führt. Formales Lernen ist aus der Sicht des Lernenden zielgerichtet.“ (Overwien 2006, S. 46)*

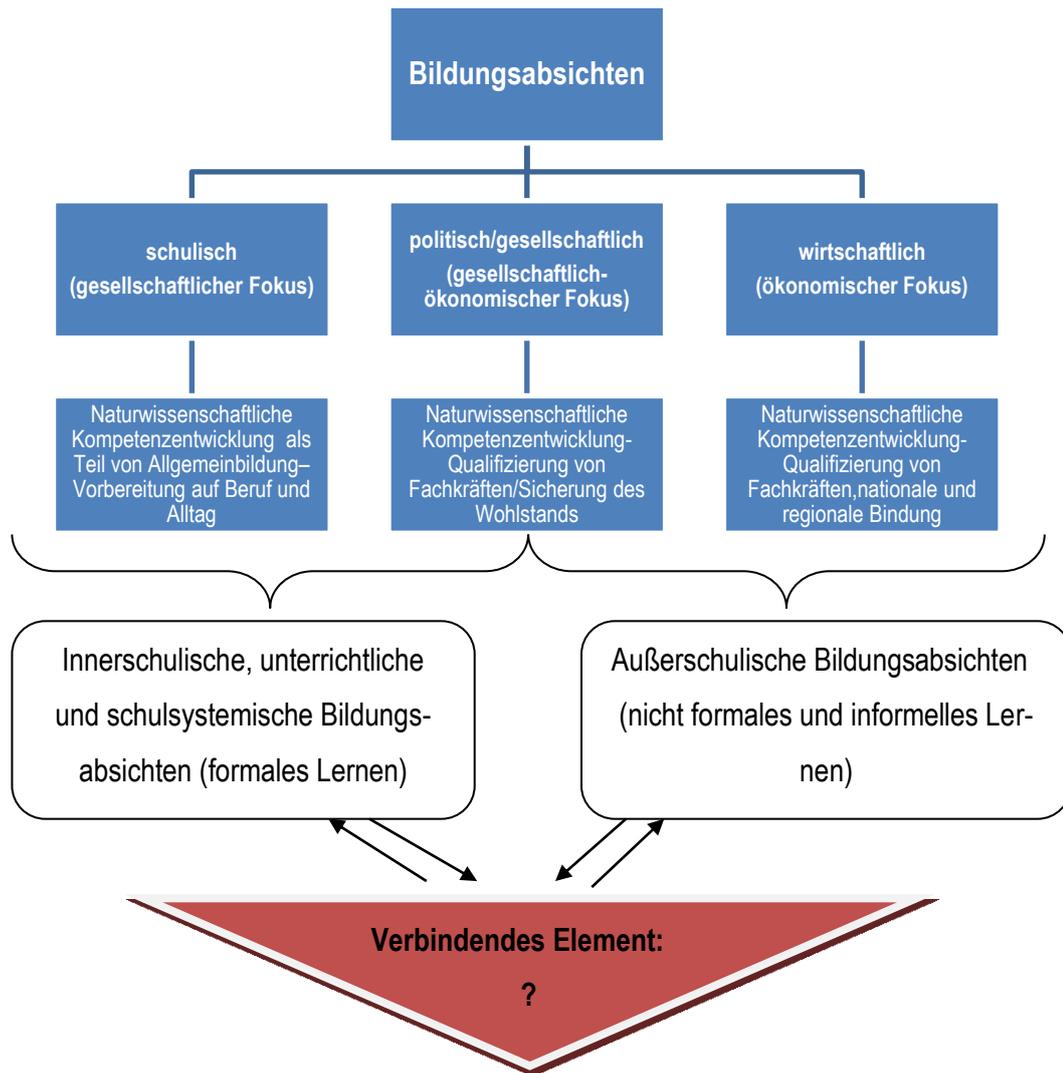


Abbildung 3: Bildungsabsichten von Schule, Politik und Wirtschaft

Während lediglich einige Angebote im MINT-Bereich, wie z. B. Kooperationsprojekte, Wettbewerbe wie *Jugend forscht*, Schülerlaborbesuche im Rahmen von Exkursionen oder auch Veranstaltungen wie der *Girls' day*, eine Vernetzung bzw. ein Ineinandergreifen innerschulischer²³ und außerschulischer Bildungsangebote und -absichten anbieten und bereithalten, beziehen sich die meisten anderen Angebote zur Beförderung von MINT-

²³ Innerschulische Angebote sind Angebote, die dem Unterricht übergeordnet sind, von der Schule getragen und unterstützt werden. Dazu zählen z. B. Veranstaltungen wie der *Girls' day*, Wettbewerbe wie *Jugend forscht*, fächerübergreifende Projekte oder Schülerlaborbesuche im Rahmen von z. B. Exkursionen. Das Anliegen dieser Angebote ist Teil der Allgemeinbildung bzw. dient der Berufsvorbereitung. Die Angebote sind nicht rein fachlich, sondern fachübergreifend. Unterrichtliche Angebote beziehen sich dagegen auf die Anliegen des jeweiligen Unterrichtsfaches. Die Angebote und Anliegen sind fachspezifisch.

Kompetenzen entweder auf den außerschulischen bzw. den innerschulischen Bereich. Dabei ist die Vernetzung dieser außerschulischen Angebote mit innerschulischen und unterrichtlichen Anliegen nicht institutionalisiert oder nach Standards ausgerichtet, sondern beruht derzeit noch auf dem Engagement Einzelner. Eine übergeordnete Verzahnung von MINT-Bildungsangeboten für den außerschulischen und den innerschulischen Bereich und damit eine Verknüpfung formalen und nicht formalen/informellen Lernens stellt eher die Ausnahme dar. Konkret unterrichtliche Anliegen bleiben, je weiter man aus dem Unterricht und aus der Schule austritt, bildlich gesehen häufig auf der Strecke.

Eine Möglichkeit, nicht nur außerschulische und innerschulische, sondern vor allem auch unterrichtliche Anliegen sowie damit verbunden auch formales, nicht formales/informelles Lernen zu koordinieren und miteinander zu verbinden, können Schülerlabore als Form außerschulischer Lernorte bei entsprechender Konzeption bieten.

Laut Definition werden alle außerschulischen Lernorte als Schülerlabore verstanden, *„in denen sich Schülerinnen und Schüler durch eigenes Experimentieren im Rahmen schulischer Veranstaltungen mit modernen Naturwissenschaften, Ingenieurwissenschaften, Mathematik und Informationstechnologie auseinandersetzen können. Dazu zählen Angebote in Universitäten, Fachhochschulen, Forschungseinrichtungen, Museen, Science Centern, Technologie- und Gründerzentren und der Industrie, die in geeigneten Laboren Begegnungen mit diesen Feldern ermöglichen. Die Experimentiertage finden regelmäßig, täglich oder wöchentlich, statt.“*²⁴ (Dähnhardt, Haupt & Pawek 2009, S. 8)

Die politische Forderung der Öffnung des Unterrichts für außerschulische Lernorte, die sich beispielsweise in der Empfehlung der KMK zur *Bildung für nachhaltigen Entwicklung* findet, begründet sich unter anderem in den global-gesellschaftlichen Herausforderungen der Zukunft. *„Etablierung innovativer Strukturen geht davon aus, dass die Schule als ganzheitliches System bildungswirksam ist, indem sie aktuelle schulische Reformfelder wie Qualitätsentwicklung, Profilbildung, Öffnung von Schule, Leistungskultur usw. für alle the-*

²⁴ Eine weitere Definition zu Schülerlaboren auf der Internetseite von Lernort Labor (LeLa 2012) betont die Dauerhaftigkeit der Initiativen. *„Schülerlabore sind dauerhaft betriebene außerschulische Initiativen, die Kindern und Jugendlichen eine zielgruppengerechte manuelle und intellektuelle Auseinandersetzung mit zeitgemäßen Bereichen der Mathematik, Informatik, Natur- oder Technikwissenschaften (MINT) ermöglichen. Das breite Spektrum der vorwiegend an ganze Klassen oder Kurse aus der (Vor-)Schule gerichteten Angebote ist insbesondere durch ein selbständiges Experimentieren in einer anregenden Forschungs- und Lernatmosphäre gekennzeichnet. Die Initiativen haben gemeinsam zum Ziel, vor allem das naturwissenschaftlich-technische Interesse und Verständnis der Heranwachsenden zu steigern und auf diese Weise den fachlichen Nachwuchs zu fördern.“*

matisiert und in partizipativen Verfahren strukturell weiterentwickelt. In diesem Rahmen ist die Kooperation mit außerschulischen Partnern von hoher Bedeutung.“ (KMK 2007, S. 5)

Standards, nach denen außerschulische Lernorte in den Unterricht integriert werden sollen oder inwiefern eine Verzahnung ablaufen soll, gibt es aber bis dato nicht. Dass politisch aber dennoch zur Öffnung aufgerufen wird, obwohl der kontextuelle Rahmen dieser Koordination²⁵ noch nicht gegeben ist, begründet sich in den Erfahrungen, die durch die Zusammenführung institutionalisierten Lernens und außerschulischen Lernens erworben werden konnten.

2.2.1 Vor- und Nachteile des Aufsuchens von Schülerlaboren im Rahmen des Unterrichts

Das Aufsuchen von Schülerlaboren durch Schulklassen im Rahmen des Unterrichts bzw. im Rahmen schulischer Bildung kann theoretisch dadurch gerechtfertigt werden, dass Schüler in authentischer Atmosphäre Experimentalerfahrungen erleben, einen Bezug zur Berufs- und Arbeitswelt erfahren und dabei noch auf unterrichtliche Themen eingehen. Daneben erfährt der Unterricht durch das Aufsuchen von Schülerlaboren eine enorme Aufwertung, da er sich gesellschaftlich, sozial und räumlich öffnet und Schüler, bei entsprechender Konzeption der Angebote, einen Anwendungsbezug ihres Wissens erfahren. *„Deshalb ist damit zu rechnen, dass insbesondere in den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fächern Schülerlabore dem Nachwuchsmangel entgegenwirken. Schülerlabore werden erheblich dazu beitragen, dass Qualität und Quantität bei den Studienanfängern steigen.“* (Hempelmann 2011, S. 103)

Nachteile eines Schülerlaborbesuches, wie die unterrichtliche Zeitknappheit, der Ausfall anderer Stunden und mögliche Unkosten, stehen dabei den beschriebenen Vorteilen gegenüber (vgl. Huck, Haan & Plesse 2010, S. 71 ff).

Dennoch besetzen Schülerlabore durch das theoretische und praktische Potenzial (vgl. Kap. 2.3), das ihnen inne wohnt, eine Nischenfunktion, da sie zur Annäherung innerschulischer, außerschulischer und unterrichtlicher Bildungsabsichten mit dem übergeordneten Ziel der Befähigung von Schülern zum verantwortungsbewussten Umgang

²⁵ Die Koordination wird derzeit nur durch den Dachverband der Schülerlabore Lernort Labor e.V. geleistet. Eine politische Koordination der Verbindung schulischer und außerschulischer Anliegen gibt es nicht. Entsprechend entscheiden die Schülerlabore, ob und welche Konzeption ihrem Labor zugrunde liegt und welche Ziele das Labor mit welchen Mitteln verfolgt.

mit unser aller Zukunft beitragen können. Diese Möglichkeit setzt voraus, dass den Laboren konkrete Konzeptionen unterliegen, dass die Arbeit mit den Schülern reflektiert wird und dass ein Austausch zwischen Schule/Unterricht, Wissenschaft und Alltagswelt/Gesellschaft/Politik vorgenommen und die Interdependenz zwischen diesen Bereichen Beachtung findet. Dazu müssen sich alle beteiligten Partner (Lehrer, Didaktiker, Wissenschaftler und Politiker und weitere außerschulische Akteure) über Ziele, Methoden und Inhalte dieser Zusammenarbeit im Klaren sein.

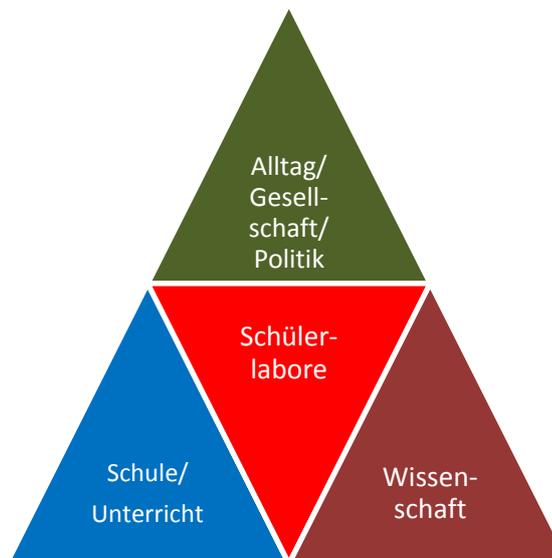


Abbildung 4: Das Bindeglied Schülerlabor

2.3 Gewinn und Nutzen von Schülerlaboren in der Praxis – Ergebnisse empirischer Untersuchungen

Das Aufkommen von Schülerlaborgründungen in den letzten 20 Jahren (vgl. Kap. 3) führte im letzten Jahrzehnt zur Frage, was Schülerlabore qualitativ und quantitativ leisten können und welche Parameter gegeben sein müssen, damit Schülerlaborbesuche für mehrere Seiten fruchtbringend sind. Empirische Studien im deutschsprachigen Raum zu pädagogisch-psychologischen und didaktischen Fragestellungen wurden dazu z. B. von Engeln (2004), Scharfenberg (2005), Brandt (2005), Schmitz (2006), Guderian (2007), Glowinski (2007), Pawek (2009) und von Huck, Haan & Plesse (2010) durchgeführt.²⁶ Weitere empirische Untersuchungen z. B. durch das BmBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) sind derzeit in Arbeit.

²⁶ Weitere Studien älteren Datums werden an dieser Stelle nicht mit aufgeführt, da diese hauptsächlich qualitative Betrachtungen in den Vordergrund gestellt haben.

2.3.1 Motive zum Besuch eines Schülerlabors aus Lehrersicht

Entgegen der Erwartung hängt die Frequentierung eines außerschulischen Lernortes im Rahmen des Unterrichts weniger von der dem Labor unterliegenden Konzeption als dem Behanntheitsgrad des Schülerlabors ab (vgl. Klaes & Welzel 2006). Generell werden als Motive, die zum Aufsuchen von Schülerlaboren im Bereich der Naturwissenschaften seitens der Lehrer führen, bei Huck, Haan & Plesse (2010, S. 71 ff) z. B. die bessere Ausstattung außerschulischer Lernorte, die Praxisorientierung, die Zeitkomponente, die Authentizität der Lernumgebung, die Einblicke in die Berufs- und Studienwelt, die Möglichkeit des externen Beobachtens für Lehrkräfte und vor allem die Steigerung des Interesses und der Begeisterung für naturwissenschaftliche Themen genannt. Dass besonders das aktuelle Interesse durch das Wirken von Schülerlaboren angesprochen wird, verdeutlichen die folgenden Unterkapitel.

2.3.2 Akzeptanz der Schüler gegenüber dem Besuch eines Schülerlabors

Generell geben alle zuvor aufgeführten empirischen Studien außer Schmitz (2006) an, dass die Akzeptanz der Schüler dem Angebot gegenüber sehr hoch ist. Die Akzeptanz wurde innerhalb der empirischen Studien anhand der Benotung des Schülerlabors und dem Wunsch der Schüler, das Schülerlabor ein weiteres Mal zu besuchen, operationalisiert und z. B. bei Scharfenberg (2005) in Abhängigkeit von der Variable *Vorwissen* untersucht. Insgesamt wird der Besuch der Labore von den Schülern als bedeutsam und wichtig erachtet, wobei, wie von Scharfenberg (2005, S. 186) herausgestellt, das Vorwissen der Schüler keinen Einfluss auf die Akzeptanz hat.

„Diese Ergebnisse könnten die insgesamt hohe Akzeptanz dieser Form außerschulischer Lernumgebungen erklären, da die Interessenlage vieler Schüler angesprochen wird und z. B. ein aktualisiertes Interesse an der authentischen Lernumgebung auch unabhängig von einem aktualisierten Interesse an den Experimenten eine positive Bewertung des Aufenthalts bewirken könnte.“ (Glowinski 2007, S. 212)

2.3.3 Anregung des aktuellen Interesses durch den Besuch eines Schülerlabors

Die Anregung des aktuellen Interesses²⁷ nicht nur an der authentischen Umgebung und an den Experimenten, sondern auch an den behandelten Themen wird nicht nur bei Glowinski (2007), sondern auch bei Engeln (2004), Guderian (2007) und Pawek (2009) nachgewiesen. So belegen die Studien, *„dass die Schülerlabore bei sehr vielen Schülern ein aktuelles Interesse an den behandelten Themen wecken. (...) Zumindest der Großteil des aktuellen Interesses der Schüler ist auch Wochen nach dem Laborbesuch noch vorhanden, wie die drei genannten Untersuchungen und für das epistemische²⁸ Interesse zusätzlich auch Scharfenberg (2005) belegen konnten.“* (Pawek 2009, S. 63)

Da das aktuelle Interesse einer Person nach Krapp (1992a, S. 302 ff) abhängig ist vom Kompetenzerleben, vom Autonomieerleben und von der sozialen Eingebundenheit²⁹, wurden auch die Beeinflussung dieser Parameter innerhalb der Studien untersucht. Die Ergebnisse Glowinskis (2007) z. B. untermauern die Theorie Krapps. Ihre Ergebnisse belegen, dass die Interessenentwicklung in entscheidendem Maße von der Befriedigung dieser Grundbedürfnisse (basic needs) abhängig ist und durch die Gestaltung der Lernumgebung und durch die Einbindung des Besuches in den Unterricht beeinflusst werden können. *„Das Kompetenzerleben der Lernenden wird von der Vorbereitung im Unterricht in einem signifikanten Maß beeinflusst und entgegen der Erwartung ist die Vorbereitung im Unterricht auch für das Erleben der sozialen Eingebundenheit der beste Prädiktor.“* (Glowinski 2007, S. 216)

Entsprechend dieser Ergebnisse ist die Schlussfolgerung, die Glowinski (2007, S. 4) zieht, naheliegend. *„Der in der vorliegenden Arbeit festgestellte Einfluss der Vorbereitung des Aufenthalts im regulären Schulunterricht sowohl auf das im Schülerlabor entwickelte Interesse als auch auf das Kompetenzerleben während des Aufenthalts sollte zum Anlass*

²⁷ Aktuelles bzw. situationales Interesse wird nach Krapp (1992a/b) nicht bestimmt durch das dispositionale Interesse, sondern die Gegebenheiten und den Anreiz einer Situation (vgl. auch z. B. Pawek 2009, S. 33 ff).

²⁸ Individuelles bzw. dispositionales Interesse bezeichnet nach Krapp das ausgeprägte, stabile, individuelle Interesse einer Person (Krapp 1992b). Das epistemische Interesse bezeichnet das Verlangen nach Erweiterung bzw. Verbesserung von Fähigkeiten. Das individuelle Interesse einer Person ist nur schwer veränderbar.

²⁹ Die Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan (vgl. Deci & Ryan 2000 oder Deci & Ryan 1993) wurde durch Krapp auf das Interesse übertragen. Danach ist das Erleben von Kompetenz, Autonomie und sozialer Eingebundenheit (basic needs) ein unerlässlicher Parameter für die Entwicklung von Interesse (vgl. Krapp 1998, S. 194 oder Krapp 1992a, S. 302 ff).

genommen werden, Unterricht und außerschulisches Lernen noch stärker aufeinander abzustimmen.“ Dass dieses aber noch immer unzureichend gemacht wird, belegen unterschiedlichste Studien (vgl. z. B. Klaes & Welzel 2006, Engeln 2004, S. 128).

Der Zusammenhang zwischen aktualisiertem Interesse, der Befriedigung der Grundbedürfnisse, den Schüler-, den Labormerkmalen und der Integration in den Unterricht, der quantitativ nicht nur in der Studie von Glowinski untersucht wurde, ist in der folgenden Abbildung zusammengefasst.

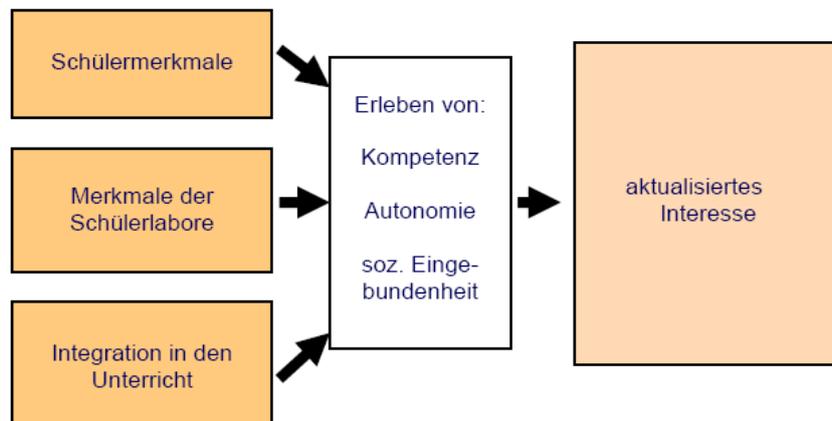


Abbildung 5: Gesamtmodell des Zusammenhangs zwischen unabhängigen Variablen, „basic needs“ und dem aktualisierten Interesse als abhängige Variablen (Glowinski 2007, S. 162)

Während sich die Studien von Engeln (2004), Guderian (2007), Glowinski (2007) und Pawek (2009) bezüglich der Beeinflussung des aktuellen Interesses durch Schülerlaborbesuche, abgesehen von der Gewichtung einzelner Variablen, wie der Betreuung, der Atmosphäre, der Zusammenarbeit, der Herausforderung oder der Authentizität relativ einig sind, ergeben sich bei der Untersuchung der Beeinflussung des Sachinteresses und des individuellen bzw. dispositionalen ³⁰ Interesses durch die Schülerlaborbesuche deutliche Unterschiede.

³⁰ Dispositionales Interesse wird in den empirischen Studien synonym zum individuellen, persönlichen Interesse verwendet. Um persönliches, individuelles Interesse auszubilden, müssen zunächst aktuelle Anreize geschaffen werden, damit sich eine Person mit einem Gegenstand beschäftigt. Es bildet sich durch „catch-Faktoren“ ein aktuelles, relativ kurzfristiges Interesse aus. Dieses muss durch „hold-Faktoren“ stabilisiert werden (vgl. Mitchell 1993, Hidi 2000). Die Person muss also den Interessengegenstand als persönlich bedeutsam empfinden (vgl. Krapp 1992b), damit sie sich langfristig mit dem Gegenstand auseinandersetzt. Während die Stabilisierung relativ häufig stattfindet (vgl. Pawek 2009, S. 34), entwickeln bzw. verändern sich individuelle Interessen, – dritte Etappe der Interessenbildung–, relativ selten (vgl. Krapp 1998 oder Pawek 2009, S. 33 ff).

2.3.4 Beeinflussung des individuellen Interesses durch den Besuch eines Schülerlabors

Während Scharfenberg (2005) einen Anstieg des individuellen Interesses verzeichnen konnte, stellen Engeln (2004) und Guderian (2007) langfristig gesehen keine Beeinflussung des Sachinteresses und damit keine Beeinflussung des dispositionalen Interesses heraus³¹. *„Den Daten zum Sachinteresse entnimmt man, dass der mehrfache Besuch des Schülerlabors augenscheinlich keine Steigerung des individuellen Interesses hervorrief (...).“* (Guderian 2007, S. 121). Dieses steht nicht unbedingt im Widerspruch zu der Theorie, dass sich wiederkehrende Schülerlaborbesuche positiv beeinflussen müssten, da durch das Erleben eines positiven Reizes während des Besuches eines Schülerlabors auf Seiten der Schüler, sich sowohl positive Handlungserwartungen als auch positive Kompetenzerwartung in Bezug auf einen weiteren Schülerlabortag entwickeln dürften. *„Positive Erfahrungen bei vorausgegangenen Person-Gegenstands-Auseinandersetzungen verstärken die Merkmalsausprägungen von Interesse.“* (Upmeier zu Belzen et al. 2002, S. 292, vgl. auch Krapp 1998)

Dass sich trotz der vermuteten positiven Auswirkungen eines Schülerlaborbesuches auf einen weiteren Besuch, keine Veränderung des individuellen Interesses in der empirischen Studie Guderians (2007, S. 167) feststellen ließ, wird folgendermaßen begründet: *„Ein- oder mehrmalige Ereignisse mit der Dauer von wenigen Stunden, wie sehr sie auch immer interessefördernden Gesichtspunkten genügen mögen, sind nach der vorliegenden Studie nicht ausreichend, um über Jahre hinweg aufgebaute Dispositionen von Schülern schlagartig positiv zu beeinflussen. Dieses Ergebnis ist durchaus im Einklang mit der Interessenforschung, die die Ausbildung von Handlungsbereitschaften einer Person als ein sich nur sehr langsam ändernden Vorgang identifiziert.“*

Bei Brandt (2005) und Glowinski (2007) sinkt das Sachinteresse der Schüler sogar in der Befragung im Anschluss an den Besuch des Schülerlabors bzw. in der follow-up-Befragung. Die Erklärungen dieser Phänomene werden mit Verschiebungen des Fähigkeitsselbstkonzeptes beeinflusst durch die Schülerlaborbesuche bzw. durch den Einfluss überhöhter Werte des aktuellen Interesses und die Wirkung auf das Sachinteresse interpretiert (vgl. Pawek 2009, S. 63).

³¹ In den Studien wurde das Sachinteresse als Prädiktor des individuellen Interesses erhoben.

Auch wenn bei einzelnen Schülern die Schülerlaborbesuche zu Schlüsselerlebnissen werden, – „Die Lehrkräfte haben in der Vergangenheit die Aktivitäten in solch einem Lernort als Schlüsseffekt bei einem Teil ihrer Schüler erlebt.“ (Huck, Haan, & Plesse 2010, S. 94) –, so muss deutlich herausgestellt werden und die empirischen Studien belegen dies, dass die Veränderung des dispositionalen Interesses durch den ein- bzw. auch mehrmaligen Besuch eines Schülerlabors nicht bzw. nur schwer leistbar ist. *„Mit derartigen falschen Vorstellungen über die Möglichkeiten bei der Interessenförderung wären die Schülerlabore schon im Vorhinein zum Scheitern verurteilt. Selbst in einem längerfristigen schulischen Rahmen ist (...) ein möglicher Einfluss auf das dispositionale Interesse als gering anzusehen. (...) Es kann nicht ernsthaft erwartet werden, dass ein mehrstündiger Besuch eines Schülerlabors aus allen Schülern deutlich interessiertere zukünftige Naturwissenschaftler bildet. Aber für die meisten Besucher können die authentischen und lebensweltbezogenen Einblicke in die Wissenschaft einen orientierenden Mosaikstein für die weitere Entwicklung ihrer Interessen darstellen (...).“* (Pawek 2009, S. 41 f)

2.3.5 Beeinflussung des Wissenserwerbs durch den Besuch eines Schülerlabors

Dass neben der positiven Beeinflussung des aktuellen Interesses eine Beeinflussung des Wissenserwerbs durch Schülerlabore erwirkt wird, wurde in der Studie von Scharfenberg (2005) untersucht. Hierbei konnte herausgestellt werden, dass sich im Schülerlabor kurzfristig positive Lernerfolge abzeichnen. Die hohe Akzeptanz der Schüler dem Schülerlabor gegenüber führte aber zu keinen langfristigen Veränderungen bezüglich des Lernerfolgs. Gegenteilig wurde ein stärkeres Vergessen im Vergleich zur Kontrollgruppe, die nicht das Schülerlabor besuchte, herausgestellt. *„Im Lernort Labor ist der Wissenserwerb bereits ohne Experimentieren aufgrund einer höheren Lernmotivation in Teilbereichen erhöht. Durch das selbsttätige Experimentieren werden die Lernmotivation und damit der Wissenserwerb zusätzlich gesteigert. Allerdings treten in der Experimentalsituation auch Bedingungen auf, die einem langfristigen Vorteil entgegenstehen, sich aber bei vorhandenem Vorwissen bzw. Erfahrung mit demonstrierten Experimenten weniger stark auswirken.“* (Scharfenberg 2005, S.199) Ebenso stellte Scharfenberg heraus, dass das Verständnis für die Experimente stark vom Vorwissen abhängig ist. *„Um einen größeren Wissenserwerb zu ermöglichen, erscheint es weiterhin wesentlich, im Lernort Labor das notwendige Vor-*

wissen für das Verständnis der durchgeführten Experimente zu aktualisieren. Dies bedingt einen unterrichtlichen Rahmen, in dem Experimente unter Bezug auf das Vorwissen hypotesengeleitet eingesetzt werden. Veranstaltungen ohne entsprechenden unterrichtlichen Charakter erscheinen wenig sinnvoll.“ (Scharfenberg 2005, S. 201) Dieses korreliert wiederum mit der Forderung zuvor angeführter Studien (Engeln 2004, S. 128; Glowinski 2007, S. 4) die Inhalte und Experimente des Schülerlabors auf die Inhalte des Unterrichts abzustimmen.

Generell bedienen diese Erkenntnisse lernpsychologische Grundlagen, nach denen das Aktualisieren bestehender Wissensstrukturen notwendige Voraussetzung ist, um vernetztes Wissen aufzubauen (Edelmann 2000, S. 156 ff).

2.3.6 Zusammenfassung

Aufgrund des Bedingungsgefüges von multidimensionalen Einflüssen, die zeitlich begrenzte aktuelle Interessen erregen können (vgl. Krapp 1998), aufgrund der Beziehung zwischen dem aktuellen Interesse und der Veränderung und Ausprägung individueller Interessen (vgl. Hidi 2000, Mitchell 1993, Krapp 1998), die gegebenenfalls einen Schüler dazu bewegen, ein Studium oder entsprechend einen Beruf im naturwissenschaftlichen Bereich zu ergreifen (vgl. Nagy & Husemann 2010), kann der Einfluss eines einzelnen Besuchs eines Schülerlabors auf die Veränderung der Gesamtmatrix nicht abgeschätzt werden (vgl. Abb. 6). „*Interessengenese muss als langfristiger Prozess verstanden werden [...] und diesbezügliche Effekte sind aufgrund eines einmaligen Aufenthalts in einem Schülerlabor nicht zu erwarten.*“ (Glowinski 2007, S. 216)

Trotz dieser Erkenntnis können Schülerlabore dennoch bei entsprechender Konzeption entscheidend zur situativen Anregung der Schüler und zur Befruchtung, Ergänzung und Mitgestaltung des naturwissenschaftlichen Unterrichts und naturwissenschaftlicher Grundbildung, zur Anregung informellen Lernens und aktueller Interessen beitragen (vgl. Abb. 6). Dieses lässt sich aus der Akzeptanz der Schüler dem Angebot und dem Laborbesuch gegenüber, aus der nachweislichen Anregung des aktuellen Interesses und aus der Aufgeschlossenheit dem außerschulischen Lernort gegenüber ableiten. „*Allein diese Befunde machen die große Herausforderung und Chance für den außerschulischen naturwissenschaftlichen Bildungssektor deutlich. Wenn der naturwissenschaftliche Unterricht es allein nicht vermag, die Heranwachsenden zu den gewünschten Erkenntnissen und Einsichten*

zu führen, dann ist er in wesentlichen Bereichen zu reformieren und auf ergänzende außerschulische Unterstützung angewiesen.“ (Bolte 2003, S. 38)

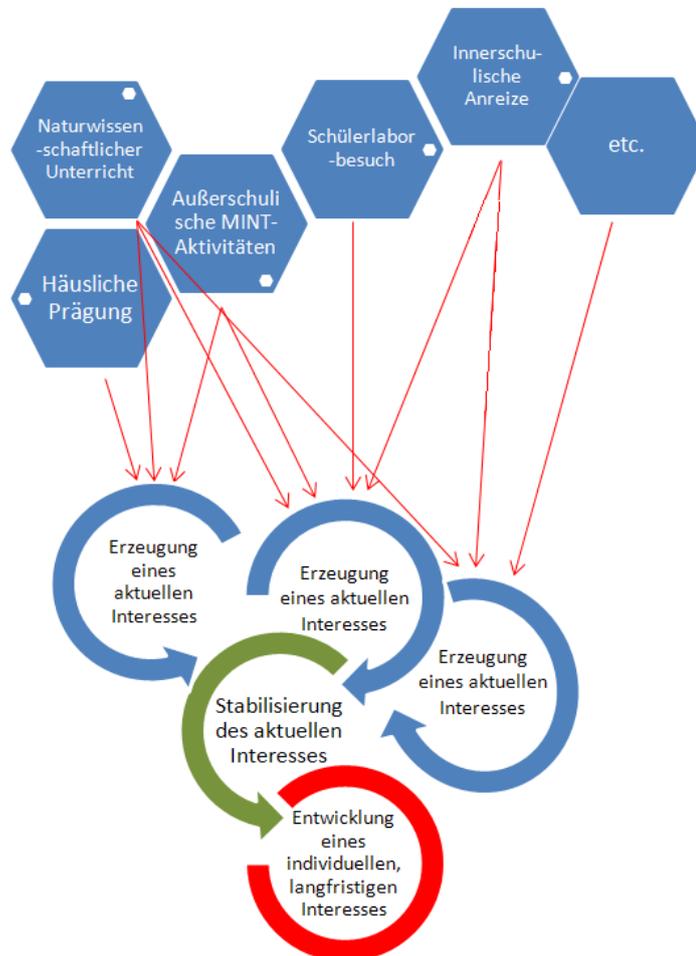


Abbildung 6: Interessenentwicklung beeinflusst durch eine Vielzahl an Einflüssen

Um letztendlich langfristige Effekte durch die Befruchtung und Ergänzung zu erzielen, dürfen Schülerlaborbesuche aber nicht losgelöste Einmalerlebnisse bleiben. „Es bedarf einer möglichst häufigen Begegnung mit Natur und Naturwissenschaften in möglichst authentischen – schulischen und außerschulischen – Lernkontexten, damit das Potenzial dieser Bildungsanreize wirksam wird und nicht 'wie ein Tropfen auf dem heißen Stein' verpufft.“ (Bolte 2003, S. 44)

2.4 Resultierende Konzeptionsparameter von Schülerlaboren

Damit Schülerlabore diese Chance der Befruchtung und Ergänzung von Unterricht und Schule, die sich ihnen bietet, in zureichendem Maße nutzen können, damit Schülerlabore ein Verbindungselement formalen, nicht formalen und informellen Lernens darstellen und entsprechend Schnittstelle zwischen Schule/Unterricht, Politik/Gesellschaft/Alltag und Wissenschaft sind, müssen spezifische Kriterien und Bedingungen erfüllt sein. Diese ergeben sich als logische Schlussfolgerung aus den Erkenntnissen der eingangs (Kap. 2.3) genannten empirischen Studien.

1. Um authentisch zu sein und damit das aktuelle Interesse der Schüler zu beeinflussen, müssen Schülerlabore **Realitätsnähe und Anwendungsbezug** aufweisen.
2. Um Autonomie- und Kompetenzerleben der Schüler zu befördern und damit wiederum das aktuelle Interesse der Schüler positiv zu beeinflussen, müssen die Angebote der Schülerlabore **praxis- und handlungsorientiert** angelegt sein.
3. Um soziale Eingebundenheit, Autonomie- und Kompetenzerleben zu sichern, müssen Angebote der Schülerlabore **eindeutige Instruktionsqualität, klare Strukturen und Verständlichkeit** aufweisen.
4. Um vernetztes Wissen aufzubauen, das wiederum in Zusammenhang mit Kompetenz- und Autonomieerleben steht, müssen die Angebote der Schülerlabore einen Bezug zum Lehrplan haben. **Schulisches Wissen** muss aufgegriffen werden und **Anwendung** finden.
5. Um vornehmlich die emotionale Bedeutung des Lernens, die die soziale Eingebundenheit bedingt, positiv zu betonen, müssen Schülerlabore eine **anregende Lernatmosphäre** schaffen.
6. Um Kompetenzerleben der Schüler positiv zu beeinflussen, müssen **Angebote** der Schülerlabore im Unterricht **vor- und nachbereitet** werden.
7. Um informelles Lernen zu befruchten und Interessen nachhaltig zu beeinflussen, dürfen Schülerlabore nicht nur einmalig im Rahmen des Unterrichts genutzt werden. **Schülerlaborbesuche müssen integraler, regelmäßiger Bestandteil des unterrichtlichen Lernens** sein und müssen darüber hinausgehend Möglichkeiten bieten, Schüler über den Unterricht hinaus zu informellem Lernen anzuregen, in-

dem sie Freizeitangebote anbieten oder Schüler bei außerschulischen Projektarbeiten betreuen.

Während sich diese Parameter der Gestaltung nachweislich positiv auf die Interessenentwicklung und den Wissenszuwachs auswirken, ist es fraglich, ob Schülerlabore es vermögen, die Berufs- und Studierfähigkeit zu erhöhen, wie von Hempelmann (2011, S. 103) postuliert, indem sie Berufs- und Studienorientierung leisten. Dieses ist vor allem daher schwer zu ergründen, da schon das Aufstellen einer allgemeingültigen Definition der Begriffe *Studierfähigkeit* bzw. *Berufsfähigkeit* schwerfällt.³² Der Zusammenhang zwischen Studien- und Berufsorientierung und der Erhöhung der Berufs- und Studierfähigkeit wird von den in Kap. 2.3 genannten empirischen Studien nicht untersucht.

Aufgrund der Tatsache, dass Schülerlabore aber allgemein die Möglichkeit der Ergänzung und Befruchtung des naturwissenschaftlichen Unterrichts bei entsprechender Konzeption besitzen, die Rolle von Schülerlaboren innerhalb der institutionalisierten Bildung aber nicht klar definiert ist, muss in den nächsten Jahren die bildungspolitische Standortbestimmung näher beleuchtet werden (vgl. Kap. 9).

Im folgenden Abschnitt soll ein Überblick über die Schülerlaborlandschaft Deutschlands gegeben werden, es sollen Schülerlabore definiert, kategorisiert und hinsichtlich ihrer Absichten und Ziele differenziert werden. Danach wird auf die Laborlandschaft Mecklenburg-Vorpommerns eingegangen.

³² Dieses begründet sich darin, dass die Anforderungen an die jeweilige Person zeitlich und gesellschaftlich variabel sind (vgl. Schröter 2003). Derzeitig und verallgemeinernd werden in der Literatur kognitive (analytische Fähigkeiten, Differenzierungsvermögen, Abstraktionsvermögen, sprachliche Ausdrucksfähigkeit), personale (Selbstständigkeit, Kritikfähigkeit, Interesse/Leistungsmotivation, Ausdauer und Belastbarkeit), soziale (Kommunikationsfähigkeit, Zuverlässigkeit, Kontaktfähigkeit und Kooperationsfähigkeit) und arbeitstechnische (Präsentationsfähigkeit, Recherchetechnik, Textverarbeitung) Fähigkeiten vorausgesetzt, um Studierfähigkeit zu erlangen (Schröter 2003, S. 99). Berufsfähigkeit wird auch als Handlungskompetenz umschrieben (vgl. z.B. Rauner et al. 2009, S. 71), die das Wissen über die berufliche Arbeit/das berufliche Lernen, das Wissen über Werkzeuge, Methoden, die Organisation beruflicher Arbeit und die Anforderungen an berufliche Arbeit umfasst (ebd., S. 58).

3. Die Schülerlaborlandschaft Deutschlands

Während Schülerlabore in den 70-iger und 80-iger Jahren des letzten Jahrhunderts die Ausnahme darstellten, setzte in den 90-iger Jahren eine Welle der Schülerlaboreneugründungen ein, die Anfang bis Mitte des letzten Jahrzehnts ihren Höhepunkt erreichte und sich nun langsam abzuschwächen scheint (vgl. Abb. 7).

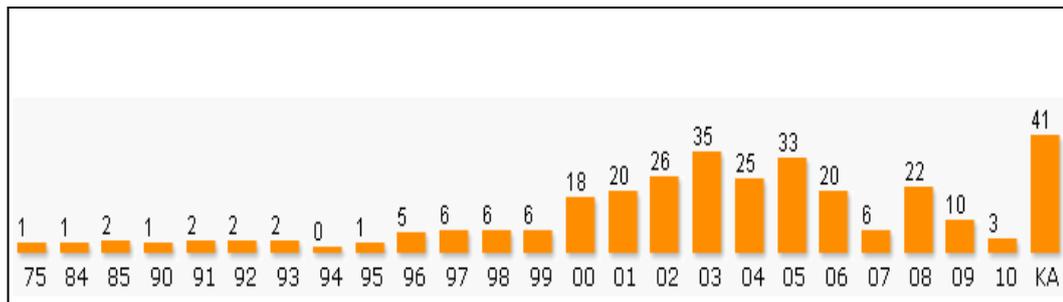


Abbildung 7: Verteilung der Gründungen von außerschulischen Lernorten nach Jahren (LeLa 2011)³³

Ausgehend von Initiativen und dem Engagement Einzelner, die die Notwendigkeit in der Veränderung naturwissenschaftlicher Bildung schon frühzeitig erkannten (vgl. Kap. 2.1), entwickelte sich in den letzten 20 Jahren ein breites Spektrum an Schülerlaboren. „Die Schülerlaborszene ist ‚bottom up‘ entstanden, unkoordiniert und in beeindruckender Vielfalt. Gemeinsames Anliegen ist es, bei Kindern und Jugendlichen das Interesse an und das Verständnis von Naturwissenschaft und Technik zu fördern.“ (Hempelmann 2011, S. 103)

Die Zahl der derzeit registrierten Schülerlabore wird mit 304 (vgl. LeLa 2011, Stand: 07/2012) angegeben. Ausgehend von der Schülerlabordefinition nach Dähnhardt, Haupt & Pawek (2009) (vgl. Kap. 2.2) ist die Konzeptbreite der unterschiedlichen Schülerlabore sehr groß.

Zur Kategorisierung der Labore sollen an dieser Stelle zunächst drei Varianten kurz vorgestellt werden. Die Einteilung der Labore nach ihrer Trägerschaft wird dann umfassender ausgeführt.

³³ KA: keine Angaben

3.1 Kategorisierung der Schülerlabore

Zum einen werden Schülerlabore auf der Plattform Lernort Labor (LeLa) in klassische Schülerlabore³⁴ (Labore in Forschungseinrichtungen, Museen, etc.), in Lehr-Lern-Labore³⁵ und Schülerforschungszentren³⁶, die hauptsächlich explizit außerschulische Angebote bereitstellen, eingeteilt. Diese Einteilung geht auf die historische Entwicklung der Schülerlaborgründungen zurück und betont die mannigfachen Facetten und Vorteile historisch gewachsener Schülerlabortypen.

Die Unterscheidung zwischen explizit außerschulischen und nicht explizit außerschulischen Laboren nimmt Bolte (2003) vor. Dabei bezeichnet der Begriff „außerschulisch“ nicht nur die räumliche Distanz, sondern vor allem die inhaltliche Abkopplung von der Institution Schule. Kritik übt Bolte daran, dass es sich bei den meisten Schülerlaboren nicht um echte außerschulische Lernorte handelt, da häufig nur schulische Bildungsangebote von ganzen Klassenverbänden wahrgenommen werden und *„alle Schüler der Klasse teilnehmen müssen. So gesehen sind es keine ‘echten außerschulischen Lernangebote’; echte Angebote, die den Schülern eine sinnvolle Freizeitgestaltung eröffnen und die auf freiwilliger Teilnahme nach dem regulären Schulalltag beruhen, sind äußerst rar.“* (Bolte 2003, S. 42)

Van den Berg (1997) fordert eine Differenzierung der Labore in „Concept Labs“ und „Process Labs“, die sich hinsichtlich ihrer Zielsetzung unterscheiden. Während „Concept Labs“ vornehmlich Konzeptwissen mittels „Cook-book-Experimenten“ vermitteln, verfolgen „Process Labs“ eher den Ansatz des „Inquiry-based-learning“ mittels offener oder halboffener Experimente (vgl. Berg 1997). *„The leading concepts in process labs are validity (of experimental designs, of operational definitions of variables, of interpretations and conclusions) and reliability (measurement error and replicability of results).“* (Berg 1997, S. 5)

³⁴ „Viele der „klassischen Schülerlabore“ richten sich an ganze Klassen oder Kurse aus der (Vor-)Schule, die häufig im Rahmen schulischer Veranstaltungen das Labor besuchen. Die dabei durchgeführten Experimente sind nah an das Curriculum angelehnt und werden von den Lehrkräften in der Regel vor- und nachbereitet.“ (LeLa 2012)

³⁵ „Diese „Lehr-Lern-Labore“ sind überwiegend an die didaktischen Institute von Universitäten angegliedert und sehen die Lehramtsausbildung als integralen Bestandteil des Laborbetriebes vor. Damit werden die angehenden Lehrkräfte von Beginn an in den Laborbetrieb integriert und bekommen einen Einblick in die Potentiale der Bildungsinnovation „Schülerlabor“.“ (ebd.)

³⁶ „Schwerpunkt [von Schülerforschungszentren] ist nicht ein Kursangebot, wie es in klassischen Schülerlaboren üblich ist, sondern das eigenverantwortliche Bearbeiten von Forschungsthemen durch kleine Teams oder einzelne Jugendliche bei weitgehend flexibler Zeiteinteilung. Oft stehen die Themen in Zusammenhang mit Wettbewerben wie „Jugend forscht“.“ (ebd.)

Neben der Einteilung der Schülerlabor ausgehend von ihrer geschichtlichen Entwicklung, hinsichtlich ihres außerschulischen Charakters bzw. hinsichtlich ihres didaktisch-methodischen Herangehens lassen sich Schülerlabore weiterhin nach Art ihrer Trägerschaft einteilen.

Der Hauptanteil der registrierten Schülerlabore ist Hochschulen (46 %) und Forschungseinrichtungen (18 %) angegliedert. Science Center/Museen (8 %), Technologie- und Gründerzentren (7 %), Industrie (6 %) oder andere Institutionen (15 %) tragen mit der Anzahl an gegründeten Laboren nur mäßig zur Gestaltung der Schülerlaborlandschaft Deutschlands bei (vgl. Dähnhardt, Haupt, & Pawek 2009, S. 26).

Abhängig von der Art der Trägerschaft gestaltet sich auch die Finanzierung, die Betreuung und Ausstattung der einzelnen Schülerlabore unterschiedlich. Während die Anschubfinanzierung der meisten Schülerlabore häufig durch regionale und überregionale Stiftungsgelder geleistet wird, werden die Infrastruktur und der Unterhalt meist vom Träger selbst gestellt. Nicht wenige Labore sind aber aufgrund der Kosten, die die Angebote und der Unterhalt der Labore verursachen, auf das Einwerben von Drittmitteln angewiesen. Die Unterstützung der Labore durch die einzelnen Kultusministerien der Länder in Form von abgeordneten Lehrern bzw. Lehrerstunden variiert sehr stark in Abhängigkeit vom Träger und vom Land, so dass die Betreuung hauptsächlich in der Hand von diplomierten Wissenschaftlern, wissenschaftlichen Mitarbeitern und technischem Personal liegt. Dieses wiederum spiegelt sich in dem dem Schülerlabor unterliegenden Konzept und der Durchführung der Angebote wider.

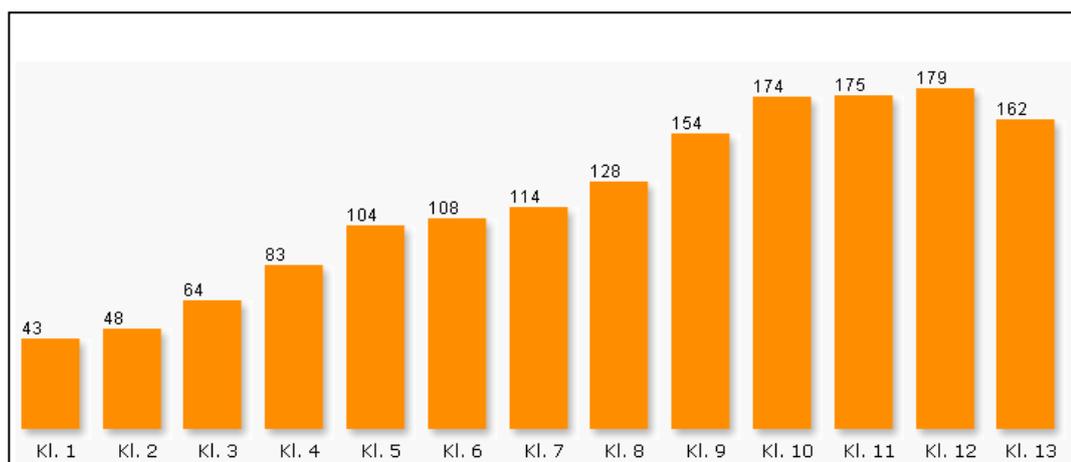


Abbildung 8: Verteilung der Zielgruppen, für die in den außerschulischen Lernorten Angebote bereitgestellt wurden (Mehrfachnennungen waren möglich) (LeLa 2011)

Im Gegensatz zur Anzahl der Schülerlabore in den einzelnen Bundesländern (vgl. Kap. 4) gestaltet sich die Angebotsstruktur der einzelnen Labore relativ einheitlich. *„Die Angebote der Labore beziehen sich überwiegend auf die Schulfächer Biologie, Chemie, Physik, Technik und Mathematik [...]. Auch wenn viele Labore einen stark interdisziplinären Ansatz verfolgen, lassen sich in der Regel die Kursinhalte auf eines oder mehrere der genannten Schulfächer zurückführen. [...] Die Hauptzielgruppe der Schülerlabore sind Schüler an Gymnasien. Weitere Zielgruppen sind Grundschulen, Real- und Gesamtschulen, Haupt- oder Berufsschulen.“* (Dähnhardt, Haupt & Pawek 2009, S. 18) Vornehmlich werden durch die Angebote der Labore Schüler der Klassen 7 bis 13 angesprochen (vgl. Abb. 8).

3.2 Übergeordnete Ziele der Schülerlabore

Schülerlabore stehen als Form außerschulischer Lernorte in einer Reihe mit anderen außer-, innerschulischen und unterrichtlichen Bildungsinitiativen. Diese außer-, innerschulischen und unterrichtlichen Veränderungen und Neuerungen belegen einen Trend unterrichtlichen bzw. bildungspolitischen Wandels. Die Bemühungen um Qualitätsentwicklung innerhalb des naturwissenschaftlichen Unterrichts, aber auch die Öffnung des naturwissenschaftlichen Unterrichts für außerschulische Angebote ist die Antwort auf gesellschaftliche und wirtschaftlich/technische Veränderungen und kann als Anfang gesehen werden, zukünftigen Anforderungen der Gesellschaft, die von den heutigen Schülern geschultert werden müssen, gerecht zu werden.

Wie in den vorherigen Kapiteln beschrieben liegt in dem Aufsuchen außerschulischer Lernorte, speziell durch den Besuch von Schülerlaboren, und der Öffnung von Unterricht ein enormes Potenzial, das nicht nur zur Befruchtung naturwissenschaftlicher Grundbildung und Kompetenzentwicklung in den Bereichen Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung³⁷, sondern auch zur Verbesserung von Methoden-, Sozialkompetenz oder auch der Metakompetenz³⁸ führen kann.

Als zentrale, übergeordnete Ziele und verbindende Elemente der unterschiedlichen Labore Deutschlands werden bei Dähnhardt, Haupt & Pawek (2009, S. 14) folgende Aspekte genannt:

³⁷ Die Bereiche umfassen sowohl inhaltliche als auch handlungsorientierte Dimensionen (vgl. KMK 2004b, S. 10).

³⁸ Metakompetenz ist eine übergeordnete Kompetenz (Universalkompetenz). Sie umfasst Fähigkeiten der Selbstentdeckung und Selbstpräsenz, Selbstdistanz, Empathie, Achtsamkeit, Xenophilie (Aufgeschlossenheit gegenüber Fremdem), Phasen- und Situationsidentifikation, Interventionsfähigkeit und Handlungsfreude zur Lösung von Problemen (vgl. Bergmann et al. 2006, S. 116 ff).

- a. die „*Förderung von Interesse und Aufgeschlossenheit von Kindern und Jugendlichen für Naturwissenschaften und Technik*“,
- b. die „*Vermittlung eines zeitgemäßen Bildes dieser Fächer und ihrer Bedeutung für unsere Gesellschaft und deren Entwicklung*“,
- c. das „*Ermöglichen von Einblicken in Tätigkeitsfelder und Berufsbilder im naturwissenschaftlichen und technischen Bereich*“.

Damit diese ambitionierten Ziele erreicht werden können, werden von Dähnhardt, Haupt & Pawek (2009, S. 14) entsprechende Gestaltungsmerkmale der Labore wie die Praxis- und Eigenerfahrungsorientierung, die Wissenschaftspropädeutik, Hard- und Soft-Skill-Orientierung oder auch der persönliche Kontakt der Schüler mit wissenschaftlichem Personal eingefordert.

Als Konsequenz aus den Erkenntnissen empirischer Studien zu Schülerlaboren wurden diese Forderungen bereits differenziert in Kapitel 2.4 abgeleitet und formuliert. Entsprechend der Trägerschaft lassen sich die Ziele der einzelnen Schülerlabore weiter differenzieren bzw. gewichten.

3.2.1 Differenzierung der Ziele nach Art der Trägerschaft der Schülerlabore

An Hochschulen angegliederte Schülerlabore, wie beispielsweise das *PhysLab* der Freien Universität Berlin oder die *Chemie-Labothek* der Bergischen Universität Wuppertal, zeichnen sich dadurch aus, dass sie ein breites Angebot zur Verfügung stellen, das häufig auf die Rahmen- bzw. Lehrpläne des Landes abgestimmt ist. Entsprechend dieser Abstimmung fallen die Vor- bzw. vor allem die Nachbereitung der Besuche für die Lehrkräfte zeitlich und inhaltlich geringer ins Gewicht. Trotz des geringeren Aufwandes in der Vor- und Nachbereitung und trotz des hohen Anteils an Schülerlaboren, die Hochschulen angegliedert sind (46 %), erreichen entsprechende Schülerlabore eine vergleichbar geringe Anzahl an Schülern (vgl. Dähnhardt, Haupt & Pawek 2009, S. 27 und Tab. 1).

Trägerschaft des Schülerlabors	Anteile der Schülerlabore deutschlandweit	Teilnehmerzahlen 2008	Prozentuale Verteilung der Teilnehmerzahlen 2008
Hochschulen	46 %	89.418	22,0 %
Forschungseinrichtungen	18 %	44.073	10,9 %
Science Center & Museen	8 %	69.921	17,2 %
Technologie- und Gründerzentren	7 %	90.314	22,2 %
Industrie	6 %	32.090	7,9 %
Sonstige	15 %	80.525	19,8 %

Tabelle 1: Anteile der Schülerlabore und ihre Frequentierung (erweitert nach: Dähnhardt, Haupt & Pawek 2009, S. 26)

Das Ziel universitär angegliederter Labore liegt vor allem in der Steigerung der Hochschulstandortattraktivität und der Abschwächung des Trends „*sinkende[r] Studienzahlen in MINT-Studiengängen [...]*“ (Hempelmann & Haupt 2012, S. 2). Das Synergiepotenzial, das aus der Zusammenarbeit zwischen Fachdidaktiken und universitär angegliederten Laboren resultiert und gegenseitig befruchtend wirkt, besteht in Schülerlaboren, die Forschungseinrichtungen oder aber auch Unternehmen angeschlossen sind, nicht.

Diese an Forschungseinrichtungen oder Unternehmen angegliederten Labore, auch als Labore der „*ersten Generation*“ bezeichnet (ebd., S. 2), sind häufig der Presse- und Öffentlichkeitsarbeit zugeordnet. Die entsprechenden Angebote haben vielfach einen stärkeren Bezug zur jeweiligen Forschung bzw. zur Unternehmensstruktur und entsprechend eine geringere Anbindung an Lerninhalte der einzelnen Fächer. Dieses resultiert aus der Absicht der gezielten Nachwuchsförderung, dem Bedarf an positiver Öffentlichkeitsdarstellung für die entsprechende Einrichtung bzw. der regionalen Bindung der Schüler. Hieraus ergibt sich aber, dass Besuche entsprechender Schülerlabore stärker durch die Lehrkräfte vor- und nachbereitet werden müssen. Trotz des Mehraufwandes in der Vor- und Nachbereitung und der Frage danach, ob diese in der Schule leistbar ist, – „*Nach den Erfahrungen der Anbieter [von Schülerlaboren im Raum Berlin-Brandenburg] nehmen die Lehrkräfte die Angebote zur Vor- und Nachbereitung recht unterschiedlich, teilweise gar nicht an.*“ (Huck, Haan & Plesse 2010, S. 81) – bzw. danach, wie nachhaltig diese Besuche sind, erfreuen sich diese Labore eines regen Zuspruchs (vgl. Tab. 1).

An dieser Stelle wird ein Missverhältnis deutlich, das dem Aufbau vernetzten Wissens entgegenwirkt, der Absicht naturwissenschaftlicher Grundbildung im Unterricht entgegenpricht und nur der Öffnung, nicht aber der Befruchtung des Unterrichts bzw. der nachhal-

tigen naturwissenschaftlichen Kompetenzentwicklung dient. *„Außerschulische Lernaktivitäten sind im Unterricht vorzubereiten und anschließend aufzugreifen, damit Fragen geklärt und (erste) Lernimpulse vertieft werden können. Andernfalls laufen diese Besuche Gefahr, das Gegenteil von dem zu bewirken, was sie intendieren (...) Solche Ausflüge können zu recht als Schulklassen- oder Wandertag-Tourismus betitelt werden.“* (Bolte 2003, S. 45)

Schülerlabore an Science Centern und Museen, wie das *Universum* in Bremen oder das *Spectrum* in Hamburg, sehen sich als *„Scharnier zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit“* und *„erreichen [mit ihren Angeboten] überdurchschnittlich viele Schüler.“* (Dähnhardt, Haupt & Pawek 2009, S. 28 und Tab. 1) Entsprechend ihrer Trägerschaft liegt ihr Fokus nicht auf der Nachwuchsförderung und -rekrutierung. Sie unterliegen keinem wirtschaftlich-gesellschaftlichem Zwang der positiven Öffentlichkeitsdarstellung. Ihr Ziel begründet sich rein in ihrer Brückenfunktion zwischen Wissenschaft und Gesellschaft. Entsprechend ist aber zu vermuten, dass die Angebote nur bedingt auf schulisches bzw. unterrichtliches Lernen abgestimmt sind.

Schülerlabore an Technologie- und Gründerzentren *„wirken als Schnittstelle von Wissenschaft und Wirtschaft.“* (ebd., S. 29) Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie berufliche Bildung fördern und den Nachwuchs an den Standort zu binden versuchen. *„Obwohl zu dieser Gruppe von Laboren nur wenige gehören [7 %], erreichen sie mit über 90.000 Teilnehmern eine vergleichbare Anzahl von Schülern wie die Labore an Hochschulen.“* (ebd., S. 29) Nach Angaben von Dähnhardt, Haupt & Pawek (2009, S. 29) sind Anbindungen dieser Labore an curriculare Vorgaben meistens, aber nicht immer gegeben.

An der Frequentierung von Laboren besonders an Forschungseinrichtungen, Unternehmen oder aber auch bedingt an Technologie- und Gründerzentren, die keine bzw. nur geringe Abstimmung außer-, innerschulischer und unterrichtlicher Absichten und Angebote vornehmen und entsprechend die Unterstützung unterrichtlichen, vernetzten Lernens durch außerschulische Angebote nicht befördern, ist zu ersehen, dass naturwissenschaftliche Kompetenzentwicklung nicht immer Motivation für den Besuch eines Labores im Rahmen des Unterrichts ist. Dieses widerspricht der Forderung, *„dass schulisches Lernen zu außerschulischen Lernaktivitäten anregt und außerschulisches Lernen den Unterricht in der Schule befruchtet und dass Synergieeffekte zwischen schulischem und außerschulischem Lernen möglichst groß ausfallen.“* (Bolte 2003, S. 40)

Bevor die Konzeption des Maritimen Schülerlabors Ostsee (*MariSchool*) am Leibniz-Institut für Ostseeforschung, das sich als Schülerlabor an einer Forschungseinrichtung deutlich

von anderen Laboren mit gleicher Trägerschaft unterscheidet, vorgestellt wird, soll zunächst die Schülerlaborsituation in Mecklenburg-Vorpommern kurz charakterisiert werden.

4. Schülerlabore in Mecklenburg-Vorpommern³⁹

Nach Angaben des Dachverbandes der Schülerlabor in Deutschland Lernort Labor (LeLa) haben sich derzeit fünf Schülerlabore in Mecklenburg auf der Plattform angemeldet. Im Vergleich zu der Anzahl der Schülerlabore in den einzelnen Bundesländern scheinen Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen entsprechend enormen Nachholbedarf zu haben (vgl. Abb. 9). Bezieht man die Laboranzahl allerdings auf die Anzahl schulpflichtiger Kinder an allgemeinbildenden Schulen, so relativiert sich dieser Eindruck zumindest für das Land Mecklenburg-Vorpommern (vgl. Abb. 10). Mit knapp 35.000 Schülern pro eingerichtetem Schülerlabor rangiert Mecklenburg-Vorpommern im mittleren Feld der 16 Bundesländer.

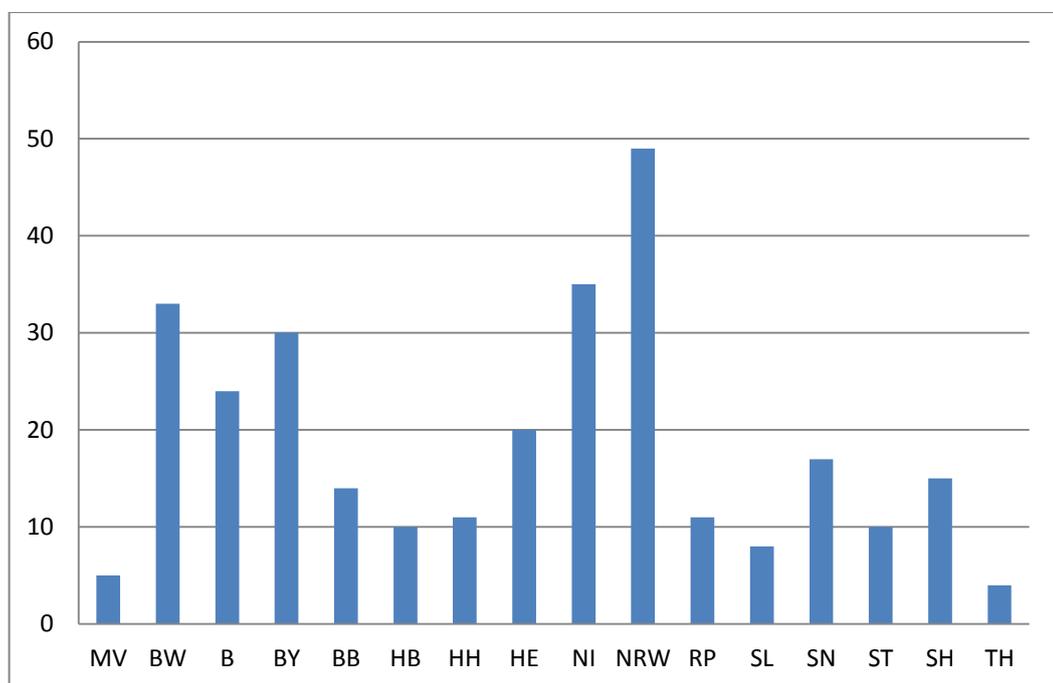


Abbildung 9: Schülerlaboranzahl der einzelnen Bundesländer (LeLa 2011)⁴⁰

Die Schülerlaboranzahl Mecklenburg-Vorpommerns spiegelt mit einer Zahl von fünf zum einen die Schülerzahlen Mecklenburg-Vorpommerns wider, die vor Bremen und dem Saarland am geringsten ist (vgl. Kap. 5.1). Zum anderen korreliert die Labordichte aber auch

³⁹ Als Schülerlabore in Mecklenburg-Vorpommern werden nur die außerschulischen Lernorte betrachtet, die der Definition von Dähnhardt, Haupt, & Pawek (2009, S. 8) bzw. der Definition auf der Plattform LeLa (LeLa 2012) entsprechen (vgl. Kap. 2.2).

⁴⁰ MV- Mecklenburg-Vorpommern, BW – Baden-Württemberg, B – Berlin, BY – Bayern, BB – Brandenburg, HB – Hansestadt Bremen, HH – Hansestadt Hamburg, HE – Hessen, NI – Niedersachsen, NRW – Nordrhein-Westfalen, RP – Rheinland-Pfalz, SL – Saarland, SN – Sachsen, ST – Sachsen Anhalt, SN – Schleswig Holstein, TH - Thüringen

mit der Siedlungsdichte des Landes, die mit 71 Einwohnern pro Quadratkilometer bundesweit das Schlusslicht darstellt.

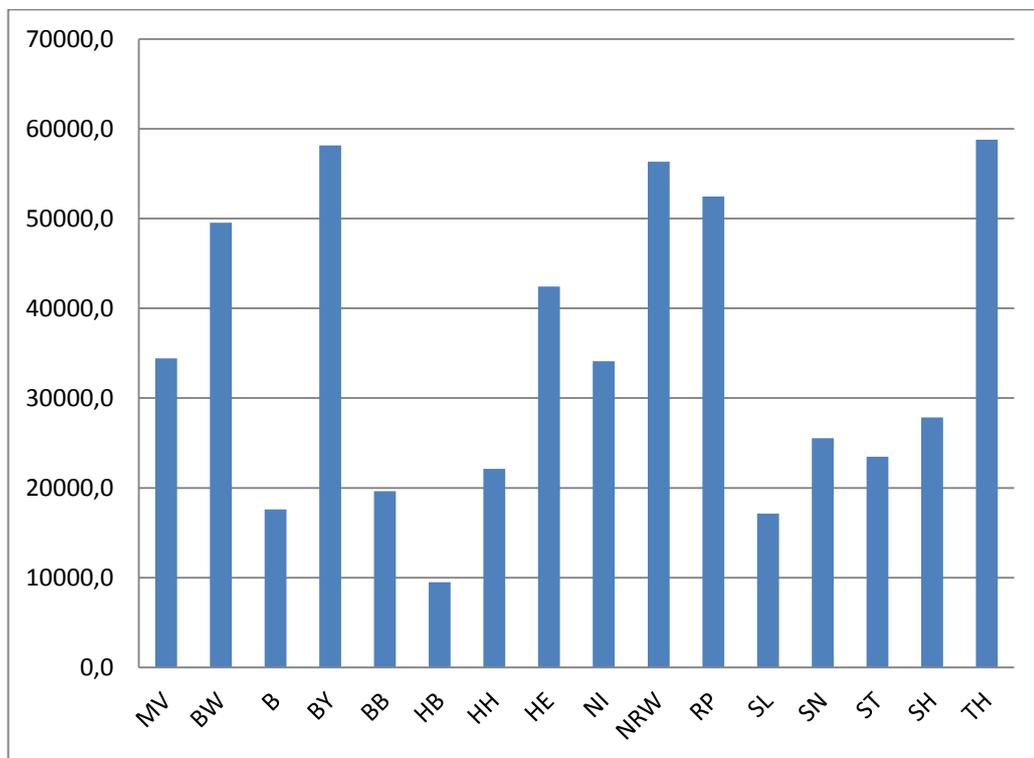


Abbildung 10: Anzahl der Schüler allgemeinbildender Schulen bezogen auf die Anzahl der Schülerlabore des jeweiligen Bundeslandes (LeLa 2011; Statistisches Bundesamt 2012b)

Auch wenn sich die Schüleranzahl pro Labor in Mecklenburg-Vorpommern bundesweit im mittleren Feld befindet (vgl. Abb. 10), ist dennoch nicht gewährleistet, dass Schüler aller Regionen Mecklenburg-Vorpommerns im Rahmen von Unterricht genügend Möglichkeiten haben, Schülerlabore zu besuchen und die Vorteile der außerunterrichtlichen Erfahrung für sich zu verbuchen. Dieses ist vornehmlich mit der geringen Streuung der Labore in Mecklenburg-Vorpommern zu begründen, die anhand der Abbildung 11 offenbar wird.

Lediglich ein Labor, das *DLR-School_Lab* in Neustrelitz, ist Anlaufpunkt für Schüler aus dem Süden, dem Westen und vor allem dem Osten Mecklenburg-Vorpommerns. Alle weiteren Schülerlabore befinden sich im Großraum Rostock. Die Reduzierung der Labore von sechs auf fünf zum Ende 2011 durch die Schließung des *Genlabors* in Greifswald beförderte den Umstand der weiteren Verarmung des Landes in Bezug auf seine Schülerlaborstruktur.

In Bezug zur Laborsituation deutschlandweit ist besonders der Umstand erstaunlich, dass die Laborgründungen in Mecklenburg-Vorpommern anders als in anderen Bundesländern

erst ab 2006 vermehrt einsetzen (vgl. Abb. 11), entsprechend also der Gründungsrückgang, wie in Kapitel 3 beschrieben, für dieses Bundesland noch nicht zu verzeichnen ist.

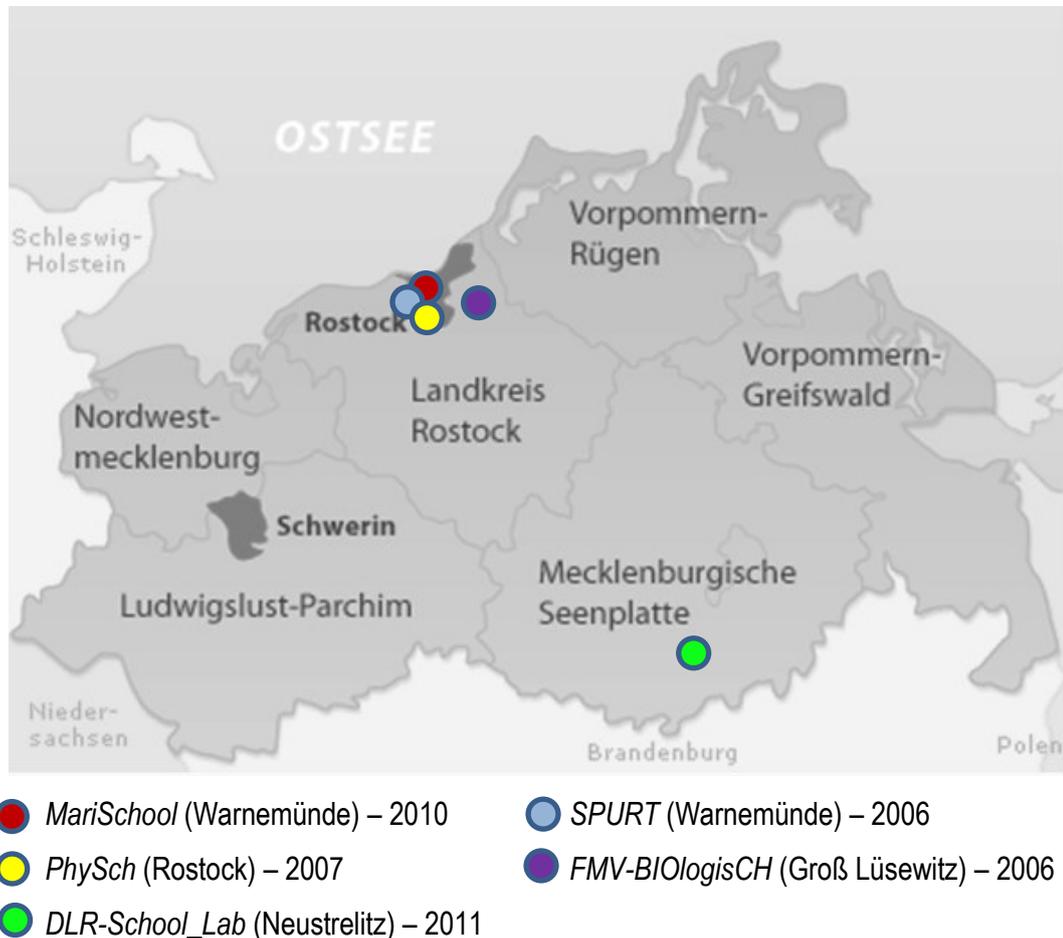


Abbildung 11: Schülerlaborverteilung in Mecklenburg-Vorpommern mit Gründungsdaten⁴¹

Um die Labore Mecklenburgs stärker zu vernetzen und einen stärkeren Zugewinn aus dieser Vernetzung zu erfahren, wurde im Rahmen der Tagung „Schülerlabore und andere außerschulische Lernorte: Standortbestimmung und Erfahrungsaustausch“ am 20. September 2010 im IOW die „Warnemünder Erklärung“ von Schülerlaborbetreibern und Vorstehern anderer außerschulischer Lernorte unterschrieben. Sie verpflichtet die Betreiber mit ihrer Unterschrift, jährlich zusammenzukommen, sich über Angebote auszutauschen und die Qualität der Angebote zu verbessern (vgl. Rostock denkt 365° 2011b).

⁴¹ Karte verändert nach: http://www.mecklenburg-vorpommern.eu/cms2/Landesportal_prod/Landesportal/content/de/Land_und_Regierung/Landkreise%2c_Aemter_und_Gemeinden/Landkreise/index.jsp#, [Stand:06.06.2012].

Im Folgenden sollen die einzelnen Schülerlabore Mecklenburg-Vorpommerns kurz charakterisiert werden.

4.1 **PhySch – Physik und Schule**

Das Schülerlabor *PhySch – Physik und Schule* ist dem Fachbereich Physik der Universität Rostock angegliedert und wurde 2007 institutionalisiert. Räume und Ausstattung, die im Semester Studenten zur Verfügung stehen, werden in der vorlesungsfreien Zeit durch das Schülerlabor frequentiert. Entsprechend wird die Infrastruktur des Labors wie Räume und Ausstattung durch die Universität Rostock gestellt. Verbrauchsmaterialien werden über den Hochschulpakt finanziert.

Die Leitung des Labors obliegt Frau Dr. V. von Oeynhausen, die in ihrer Arbeit durch derzeit sieben Physiklehramtsstudenten unterstützt wird. Aufgrund der Tatsache, dass dieses Labor der Hochschule angegliedert wurde, ist von Synergieeffekten zwischen dem Schülerlabor und dem Institut für Physik bzw. der Physikdidaktik auszugehen. Nicht nur Schüler, die Angebote des Labors nutzen, profitieren durch die Universitätsnähe. Auch die Lehramtsausbildung des Fachbereiches wird durch den Betrieb des Schülerlabors bereichert.

Das Schülerlabor bietet Schülern, Eltern und Lehrern, aber auch Interessierten außerhalb der Schule die Möglichkeit, „*am Institut für Physik aber auch in Schulen, Kindergärten und in der Freizeit [...] didaktisch altersgerecht*“ (Institut für Physik der Universität Rostock 2011) entwickelte Themen der Physik zu behandeln, Vorträgen beizuwohnen oder Experimente zu den einzelnen Themen durchzuführen. Entsprechend leistet das Schülerlabor damit einen Beitrag zur Steigerung der Attraktivität des Faches, zur Anwerbung von Studierenden und natürlich auch zur naturwissenschaftlichen Kompetenzentwicklung.

Dabei werden die Angebote, die im Institut (60 %), aber auch außerhalb (40 %) angefragt und durchgeführt werden, abgestimmt auf die Klassenstufe, die Anzahl der Schüler, die Anzahl der anwesenden Lehrer, auf das Vorwissen der Schüler, auf die Vor- und Nachbereitung des Themas, auf die Gruppeneinteilung sowie auf die räumliche und gerätetechnische Ausstattung.

Das Labor hat eine durchschnittliche Auslastung von ca. 500 Schülern pro Jahr und hat das Ziel, den Besuchern bzw. extern Angesprochenen die Möglichkeit zu geben, „*auf spannende und vielfältige Weise der Physik ein Stück näher zu kommen und einen leichteren Zugang zu ihr zu finden.*“ (ebd.) Die Alltagstauglichkeit bzw. die Verbindung zwischen der Fachwissenschaft Physik und der Alltagswelt stehen dabei im Mittelpunkt. Beispielhaft kann hier z. B. der Piezo-Effekt angeführt werden, der aus dem Alltag nicht mehr wegzu-

denken ist. Über einzelne Fortbildungen für Lehrer und Erzieher wird eine Verbindung zur Schule gesucht.

An passenden Stellen innerhalb der Angebote werden Verbindungen zu anderen Fachwissenschaften aufgezeigt und interdisziplinäre Aspekte mit in die Angebote einbezogen. Neben den Angeboten für Schulklassen zum Besuch des Labors und des Experimentariums als Unterrichtsunterstützung bzw. als Unterrichtserweiterung sowie den externen Veranstaltungen in Schulen, Kindergärten etc., neben organisierten Vorträgen und populärwissenschaftlichen Veranstaltungen stellt das Schülerlabor vielfältige Materialien, Experimentieranleitungen und Videos zum Herunterladen bereit.

Materialien erhalten die Schüler auch beim Besuch des Labors. Lehrer können zu bestimmten Angeboten Vor- und Nachbereitungsmaterialien wie Lehrerhandreichungen und Versuchsbeschreibungen erhalten. Generell sind dabei die Angebote und Materialien für alle Teilnehmenden kostenlos.

Neben den regulären Angeboten für Schüler und Schulklassen, die beispielsweise auch durch Kooperationsverträge mit Schulen festgesetzt sind, bietet das *PhySch* Interessierten die Möglichkeit, sich im Rahmen von *Jugend forscht*, im Rahmen von Facharbeiten oder Praktika im Labor zu engagieren. Im Rahmen von öffentlichen Veranstaltungen beteiligt sich das Labor z. B. bei der *Science@Sail*, bei der *Langen Nacht der Wissenschaften* oder beim *Girls' Day*.

4.2 **SPURT-Schülerlabor**

Ein weiteres Schülerlabor, das sich an der Universität Rostock, am Institut für angewandte Mikroelektronik und Datentechnik, Fakultät für Informatik und Elektrotechnik, vor sechs Jahren angesiedelt hat, ist das Schülerlabor *SPURT* (Schüler-Projekte um Roboter-Technik) in Warnemünde. Dieses steht unter der Leitung von Frau B. Krumholz und Herrn V. Matthes und bietet interessierten Schülern bei einer Gruppengröße bis maximal 30 Personen Workshops und Projekte im Bereich der Elektro- und Informationstechnik an, um aktiv Studien- und Berufsorientierung in diesem Bereich zu betreiben und die technische Bildung der Schüler, die in der Schule häufig unbeachtet bleibt, zu verbessern.

Unterstützt wird das Labor durch Lehramtsstudierende aus dem Bereich Physik, Informatik oder AWT (Arbeit-Wirtschaft-Technik), die einzelne Angebote oder auch Module mit Schülern oder Schulklassen durchführen. Auch hier wirken wieder wie auch im *PhySch* gegenseitig befruchtende Effekte, die Win-Win-Situationen für alle Beteiligten erzielen. Da dieses Labor wie auch das *PhySch* der Hochschule angegliedert ist, wird es zum einen durch die

Universität Rostock und durch Hochschulpaktmittel finanziert. Weitere Unterstützung erzielt das Labor durch die Einwerbung von Drittmitteln.

Das Labor hatte im letzten Jahr eine Auslastung von ca. 2000 Schülern und ist aufgrund von Kooperationen fester Bestandteil des Physik-, des Informatik- oder des AWT-Unterrichts einzelner Schulen.

Neben einem Besuch im Rahmen des Unterrichts, bei dem die Teilnehmer z. B. löten, programmieren oder Roboter bauen, bietet das Schülerlabor Angebote an, die auch außerhalb des Labors, also in der Schule durchgeführt werden können. Damit geht das Schülerlabor auf die Bedingungen des Flächenlandes Mecklenburg-Vorpommern ein und ermöglicht es so, prozentual einem größeren Schülerkreis Themen des außerschulischen Lernens wahrzunehmen.

Die Themen bzw. Angebote des Schülerlabors orientieren sich an den Bedürfnissen der Lehrer und des Unterrichts und den Rahmenplänen, sind dabei in den meisten Fällen interdisziplinär angelegt und betonen die Eigenständigkeit, die Problemlösefähigkeit und den Ausbau der haptischen Fähigkeiten der Schüler.

Neben Angeboten innerhalb des Labors bzw. Angeboten, die auch an Schulen durchgeführt werden, bietet das Institut Veranstaltungen an, bei denen Professoren an Schulen gehen. Unter dem Motto *Rent a Prof* präsentieren die einzelnen Professoren des Instituts ausgewählte Vorträge und Experimente, beantworten Fragen, die die Akzeptanz für den Bereich der Elektro- und Informationstechnik erhöhen sollen. Über den Bereich der schulischen Angebote hinaus bietet das Labor Interessierten im Rahmen von Summer-Schools oder der Winter-Uni Möglichkeiten, sich mit Technik und Elektronik zu beschäftigen. Daneben wird die Betreuung von einzelnen Gruppen oder auch die Durchführung von Praktika realisiert. Wie auch das Schülerlabor *PhySch* nimmt dieses Labor regelmäßig an der Durchführung des *Girls' Day* oder der *Langen Nacht der Wissenschaften* teil. Generell sind alle Angebote des Labors kostenlos.

4.3 **FMV-BIOlogisCH**

Im Labor *FMV BIOlogisCH* in Groß Lüsewitz, das dem Forschungsverbund Mecklenburg Vorpommern angehört, „können sich Schüler und Schülerinnen sowie Lehrende aus Mecklenburg-Vorpommern ein Bild über die neuesten Entwicklungen und aktuellen Anwendungen auf dem Gebiet der modernen Naturwissenschaften machen.“ (FMV 2011)

Dabei liegt der Fokus der Angebote, wie dem Namen des Labores zu entnehmen ist, auf der Biologie und Chemie. Interdisziplinarität und Handlungsorientierung stehen bei der Arbeit im Labor zwischen diesen Disziplinen im Vordergrund.

Die Angebote des Schülerlabors, das 2006 als Nachfolgeinstitut des Genlabors Greifswald gegründet wurde, werden von Frau Dr. A. Scheunemann durchgeführt. Schüler werden dabei im Labor mit einem Betreuungsschlüssel von acht bis 20 zu eins⁴² betreut. Insgesamt hat das Labor eine Auslastung von ca. 1000 Schülern pro Jahr. Das Labor in Groß Lüsewitz wie auch das Labor in Greifswald wurden bzw. werden durch den Europäischen Sozialfond (ESF) gefördert und durch den Forschungsverbund MV getragen. Da die Förderung in Greifswald zum 31.12.2011 auslief und nicht weiter bewilligt wurde, musste die Einrichtung geschlossen werden. Auch die Fortbildung von Lehrern in den Bereichen der Biowissenschaften konnte nur bis 2011 in Groß Lüsewitz aufgrund der wegfallenden Förderung gewährleistet werden.

Neben dem Besuch von Schulklassen wird das Labor in Groß Lüsewitz häufig durch Ferienkursteilnehmer frequentiert. Kosten von maximal zehn Euro kommen dabei auf die Schüler zu. Neben Manuskripten und Versuchsvorschriften, die von wissenschaftlichem Personal erarbeitet wurden, erhalten die Schüler eine Berufs- und Studienorientierung im naturwissenschaftlichen Bereich.

Sowohl die Angebote als auch die Experimente, die die Schüler durchführen, sind dabei auf die Klassenstufe und auf die Rahmenpläne des Faches abgestimmt. Neben dem normalen Laborbetrieb werden unter anderem Veranstaltungen wie der *Girls' day*, die *Wissenskarawane* oder die *Lange Nacht der Wissenschaften* unterstützt. Auch überregionale Chemieolympiaden werden in den Räumlichkeiten des Labors ausgerichtet.

Weitreichende Unterstützung und Kooperationen bestehen zur Universität Rostock, zum Agrobiotechnikum Groß Lüsewitz und zu weiteren Instituten, die in Groß Lüsewitz angesiedelt sind.

4.4 **DLR-School_Lab**

Das *DLR-School_Lab* Neustrelitz gehört der Vereinigung von Schülerlaboren an, die dem Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrum (DLR) angegliedert sind. Das Labor wurde 2011

⁴² Auf einen Betreuer kommen acht bis 20 Schüler.

eröffnet⁴³ und wird von DLR-Mitarbeitern, Studenten, Schüleraushilfen, Freiwilligen im ökologischen Jahr und auch Mitarbeitern, die sich bereits im Ruhestand befinden, mit einem Betreuungsschlüssel von eins zu acht betreut. Entsprechend der Trägerschaft wird das Labor auch durch das DLR finanziert und ausgestattet. Abhängig von der Größe der Klassen oder der Kurse, die das Labor besuchen, werden sieben bis 30 Schüler im Labor betreut.

Insgesamt hatte das Labor 2011 eine Auslastung von mehr als 3100 Schülern. Auch bei diesem Labor stehen Handlungsorientierung und der Anwendungsbezug im Vordergrund der Arbeit. Die ausgewählten und auf die Altersstufe abgestimmten Experimente, wie Experimente zur Bahn von Satelliten, zum Datenempfang, zur Satellitennavigation oder zum Vakuum, erfreuen sich bei den Schülern großer Beliebtheit.

Die Angebote und Experimente der DLR-Schülerlabore zielen besonders darauf ab, das Interesse der Schüler und Studenten an Physik positiv zu beeinflussen, Wissen zur Raumfahrt zu kommunizieren und Alltagsbezüge herzustellen. Neben der Betonung der physikalischen Anliegen verfolgen die Angebote einen interdisziplinären Ansatz. Dabei werden Angebote und Materialien (Arbeitsblätter, Experimentierbeschreibungen), die das Labor erstellt, auf die Klassenstufe abgestimmt. Rahmenpläne und schulisches Wissen finden nur bedingt Beachtung bei der Konzeption und Durchführung der Angebote. Ebenso wird auch auf die Berufs- und Studienorientierung nur auf Nachfrage eingegangen.

„Das didaktische Konzept des Schülerlabors sieht vor, schon bei Schülerinnen und Schülern unterer Jahrgangsstufen Begeisterung für natur- und ingenieurwissenschaftliche Themen zu wecken und darauf aufbauend bei älteren Jugendlichen das Interesse zu vertiefen und auch zu einer entsprechenden Studien- bzw. Berufswahl zu motivieren.“ (DLR 2012)

Die Angebote des Labors sind dabei für alle Schüler, ob diese im Klassenverband, über ein *Jugend-forscht*-Projekt oder anderweitig das Labor nutzen, kostenlos. Auch Lehrerfortbildungen können im Labor wahrgenommen werden.

Neben dem normalen Laborbetrieb werden unter anderem Veranstaltungen wie der *Girls' day*, die *Wissenskarawane* oder die *Lange Nacht der Wissenschaften* in Berlin unterstützt. In Kooperation steht das *DLR_School_Lab* mit dem schon 2007 gegründeten *DLR_Projekt_Lab* im *TechnoLogikum* in Neustrelitz, das vor allem jüngeren Kindern und

⁴³ Das Labor wurde offiziell erst im September 2011 eröffnet. Aber auch schon vorher wurden Angebote im Labor von Schülern wahrgenommen.

Jugendlichen über den Unterricht hinaus die Möglichkeit bietet, längerfristig an naturwissenschaftlichen Fragestellungen in Projekten mitzuarbeiten.

4.5 Weitere außerschulische Angebote

Weitere außerschulische Angebote im naturwissenschaftlichen Bereich für Schüler, die unter anderem auf der Seite der Initiative *Rostock denkt 365°* (vgl. Rostock denkt 365° 2011a) ausgewiesen sind, bietet das Stammzelllabor der Klinik und Poliklinik für Herzchirurgie des Universitätsklinikums Rostock. Diese Angebote im Stammzelllabor können aber lediglich von einigen wenigen interessierten Schülern in Anspruch genommen werden, die durch das Bilse-Institut (Institut für Bildung und Forschung GmbH) bzw. durch eine Schule in Bad Doberan⁴⁴ ausgewählt wurden. Die Laborräume stehen ca. 36 interessierten Schülern bzw. Praktikanten pro Jahr zur Verfügung und sind zwei bis drei Wochen im Jahr zugänglich.

Weitere Angebote im Bereich der Biologie werden durch das Proteome Center Rostock gestellt. Diese Aktivitäten sind aber nicht institutionalisiert, werden auch nicht beworben, sondern nur auf Nachfrage angeboten.

Weitere Schülerangebote in Mecklenburg-Vorpommern, die im weiteren Sinne Schülerlaboraktivitäten zuzuordnen sind, bietet die *Zooschule Rostock*. Mit über 10.000 Schülern ist die Frequentierung dieser außerschulischen Einrichtung mit Abstand am größten. Unterstützung finden die *Zooschule in Rostock*, aber auch die *Zooschule in Schwerin*, die erst seit ein paar Jahren in Betrieb ist, sowie der *Natur- und Umweltpark in Güstrow (NUP)*, der ebenfalls Unterrichtsergänzendes anbietet, durch die Abordnung von Lehrern aus dem regulären Schuldienst.

Bildung für nachhaltige Entwicklung, Umwelterziehung und vereinzelt Schülerlaboraktivitäten bieten auch die Museen (*Ozeaneum*, *Nautineum* und *Meeresmuseum* in Stralsund, *Natureum* in der Nähe von Prerow) Mecklenburg-Vorpommerns und die *Sternwarte* in Rostock an, die ebenfalls durch abgeordnete Lehrer unterstützt werden.

Die Initiative *create MV* bietet ebenfalls Schülern die Gelegenheit, Angebote im außerschulischen Bereich wahrzunehmen. Die Initiative, die beispielsweise durch die Vereinigung der Unternehmensverbände MV unterstützt wird, hat sich ebenfalls die Qualifizierung und Interessenverstärkung in den MINT-Fächern zur Aufgabe gesetzt. Dabei werden unter ande-

⁴⁴ Die Kooperation zwischen dem Stammzelllabor und dem Gymnasium in Bad Doberan läuft seit ca. fünf Jahren und ist fester Bestandteil unterrichtlicher Bildung.

rem Fortbildungen für Lehrer angeboten und die Zusammenarbeit mit Lehrern angestrebt. Das Angebot *create MV-Erfindercamp* der Initiative ist aber nur einem sehr kleinen Kreis interessierter Schüler geöffnet und wird nur einmal im Jahr angeboten.

Da insgesamt die beschriebenen Angebote nur bedingt Schülerlaboraktivitäten beinhalten, der Kontakt zu Wissenschaftlern und zu aktueller Forschung relativ gering ist und, wie bei den zu vor dargelegten Einrichtungen, die Angebote lediglich einem sehr kleinen Kreis ausgewählter Kinder und Jugendlicher zur Verfügung stehen, die Angebote nicht institutionalisiert oder an einem Standort lokalisiert sind, entsprechen die Labore nicht bzw. nur bedingt der Definition von Schülerlaboren, wie sie von Dähnhardt, Haupt & Pawek (2009, S. 8) oder auf der Plattform Lernort Labor (LeLa 2012) gegeben wird.

Der Fachbereich der Chemiedidaktik der Universität Rostock ist, wie fälschlicherweise bei *Rostock denkt 365°* ausgewiesen, ebenfalls kein Schülerlabor im eigentlichen Sinne. Zwar können Schüler im Rahmen von Praktika den Fachbereich kennenlernen, wissenschaftlichen bzw. populärwissenschaftlichen Vorträgen beiwohnen, es werden allerdings keine regelmäßigen Projekte angeboten.

Das *phanTechnikum*⁴⁵ in Wismar, das ab Herbst 2012 geöffnet sein wird, wird ein neues Schülerlabor hervorbringen und Angebote im Bereich der MINT-Förderung anbieten. Zur Konzeption und der Angebotsstruktur kann an dieser Stelle noch nichts gesagt werden. Dennoch ist es erfreulich, dass durch die Eröffnung eines neuen Schülerlabors die Streuung der Labore Mecklenburg-Vorpommerns vergrößert wird.

4.6 Zusammenfassung

Ob die charakterisierten Schülerlabore *PhySch*, *SPURT*, *FMV-BIOlogisCH* und das *DLR-School_Lab* in der gesamten Breite die aus den empirischen Studien resultierenden Konzeptionsparameter (vgl. Kap. 2.4) erfüllen, um aktuelle Interessen zu befördern, Unterricht zu befruchten und gegebenenfalls Schüler regional zu binden, kann von außen nicht abgeschätzt werden⁴⁶. Durch Interviews, Fragebögen und durch die Internetseiten der Labore

⁴⁵ <http://www.phantechnikum.de/de/startseite.html>, [Stand: 28.06.2012]

⁴⁶ Die Informationen zu den Schülerlaboren wurden mittels Fragebogen oder Interview erfragt bzw. sind den Internetseiten der Labore entnommen worden. Ob die Labore entsprechend der Konzeptionsparameter, die sich aus den empirischen Studien (vgl. 2.4) ableiten, Realitätsnähe, Anwendungsbezüge, Instruktionsqualität, klare Strukturen, Verständlichkeit, eine anregende Lernatmosphäre aufweisen und regelmäßig von gleichen Schulklassen aufgesucht werden, kann nicht gesichert abgeschätzt werden. Dazu wären empirisch-vergleichende Studien notwendig. Lediglich Aussagen zur Praxis- und Handlungsorientierung, zur Einbeziehung schulischen Wissens und zu Fortbildungsmöglichkeiten können bedingt getroffen werden.

ließ sich in Erfahrung bringen, dass die Angebote der Labore praxis- und handlungsorientiert angelegt sind. Realerfahrungen und Experimente stehen bei allen Laboren im Vordergrund. Hiermit leisten die Labore einen entscheidenden Beitrag zur Förderung des Kompetenzerlebens und damit zur Anregung aktueller Interessen (vgl. Kap. 2.3.3).

Ebenso konnte in Erfahrung gebracht werden, dass die Labore Mecklenburgs nicht nur einzelne Fächer (Physik, Biologie, Chemie) bzw. Themenbereiche (Elektrotechnik) abdecken, sondern interdisziplinäres Arbeiten anstreben. Daran ist abzuleiten, dass das Ziel vernetzten, fächerübergreifenden, anwendungsbezogenen Lernens von allen Laboren Mecklenburgs angestrebt wird. In diesem Sinne geben auch alle Labore bis auf das *DLR-Labor* an, ihre Angebote nicht nur auf die Schüleranzahl, die Klassenstufe, das Fach, sondern auch auf die Rahmenpläne abzustimmen. Die fehlende Abstimmung beim *DLR-School_Lab* zwischen Unterricht und außerschulischen Inhalten kann ein Indikator dafür sein, dass das *DLR-School_Lab* seinen Schwerpunkt eher auf die Kommunikation von Wissen und Inhalten, auf die Verknüpfung zwischen Wissenschaft und Alltag und auf informelles Lernen legt.

Da die anderen drei Labore angaben, schulisches Wissen mit in ihre Angebote einzubeziehen und durch das *PhySch* und das *Spurt* intensive Rücksprache mit den Lehrern gehalten wird, kann angenommen werden, dass schulisches Wissen in diesen drei Laboren Anwendung findet und Grundlagen gegeben sind, vernetztes Wissen bei den Schülern aufzubauen.

Inwiefern eine Einbettung der Inhalte der Schülerlaborbesuche in den Unterricht erfolgt, kann nicht abgeschätzt werden. Dieses liegt daran, dass zwar teilweise Materialien zur Vor- und Nachbereitung zur Verfügung gestellt werden. Inwieweit diese aber genutzt, Inhalte der Laborbesuche Einzug in den Unterricht finden, kann von den Laborbetreibern nicht abgeschätzt werden.

Besonders kennzeichnend und hervorzuheben ist, dass alle Labore neben dem normalen Schulklassenbetrieb, Schüler im außerschulischen Bereich betreuen und Initiativen wie den *Girls' day* oder die *Lange Nacht der Wissenschaften* unterstützen. Auch bieten die Labore über schulische Veranstaltungen hinaus Angebote an, die Schüler in ihrer Freizeit wahrnehmen können bzw. bieten die Betreuung von Schülern im Rahmen von z. B. *Jugend-forscht*-Projekten an. Dieses bedeutet, dass von den Laboren die Verzahnung zwischen institutionalisiertem-formalem, nicht formalem und informellem Lernen angestrebt und Schüler zu außerschulischen MINT-Aktivitäten angeregt werden sollen.

Die Standortnähe zur Universität bedingt, dass das *SPURT*- und das *PhySch*-Schülerlabor Studenten mit in ihre Arbeit einbeziehen und damit die Synergie zwischen Bildung und Ausbildung nutzen. Diese Synergie nutzt auch das *DLR-School_Lab* in Neustrelitz und bezieht zudem auch Mitarbeiter unterschiedlichen Alters mit ein. Das bedeutet, dass in diesem Labor nicht nur wissenschaftliches und pädagogisches Personal, wie auch im *SPURT* und im *PhySCH*, tätig ist, sondern darüber hinaus auch noch die Erfahrung höherer Altersklassen genutzt wird.

Bis auf das *FMV-BIOlogisCH* unterstützen alle beschriebenen Schülerlabore die Lehrerfortbildung im Land Mecklenburg-Vorpommern. Diese Initiative dient zum einen der Kontaktaufnahme zu Lehrern, der Unterstützung der Nachhaltigkeit der Angebote, aber letztendlich aber auch der Eigenwerbung. Aktive Studien- und Berufsorientierung wird vornehmlich durch das *PhySch*-, das *SPURT*- und das *FMV-BIOlogisCH* geleistet.

Generell leisten alle Labore in unterschiedlicher Ausprägung einen Beitrag zur *Bildung für Nachhaltigkeit* und zur Förderung im MINT-Bereich. Die Anbindung der Schülerlabore zur Wissenschaft, zur Schule/zum Unterricht und zu Alltagsphänomenen sind aufgrund der eben dargelegten Parameter bei allen Laboren mit unterschiedlicher Gewichtung gegeben. Wagt man den Versuch, die Labore aufgrund ihrer Merkmale, ihrer Anliegen und ihres Wirkens und ihrer Trägerschaft in Anlehnung an die Abbildung 4 (Kap. 2.2) innerhalb der Bereiche *Alltag/Gesellschaft/Politik*, *Schule/Unterricht* und *Wissenschaft* zu platzieren, so ergibt sich folgendes Bild.

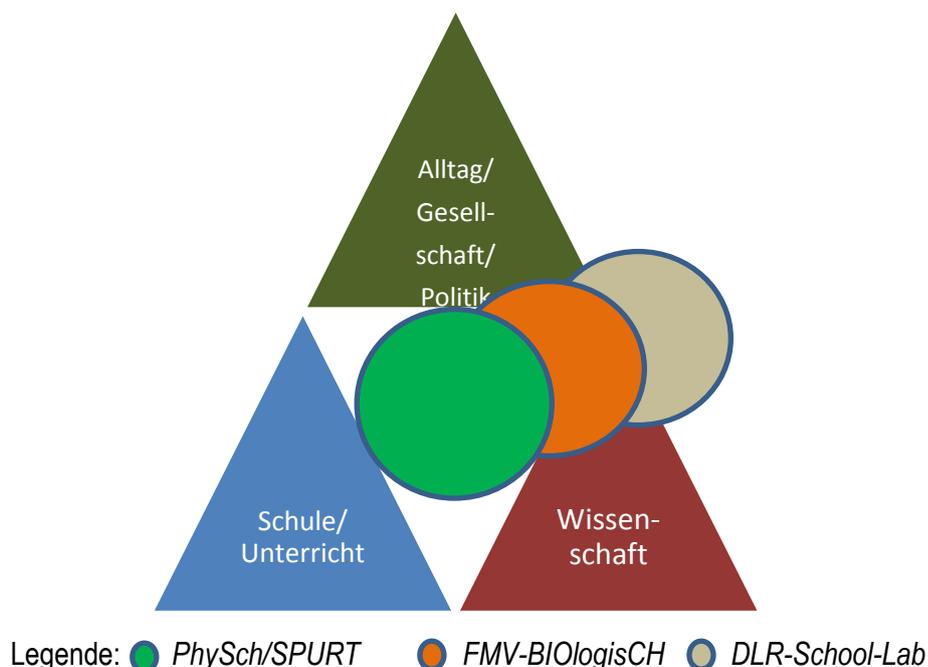


Abbildung 12: Stellung der Schülerlabore in Mecklenburg-Vorpommern aufgrund ihrer Merkmale, Anliegen und ihrer Trägerschaft

Während das *DLR-School_Lab* die Verknüpfung zwischen Alltag und Wissenschaft fokussiert, dabei besonders den Bereich des nicht formalen und informellen Lernens durch weiterführende Projekte anspricht, ist der Fokus des *FMV-BIOlogisCH* etwas zentraler gelagert, da besonders auch die Belange des Unterrichts durch Einbeziehung der Lehr- und Rahmenpläne beachtet werden. Das *FMV-BIOlogisCH* ist sowohl als „echtes“ als auch als „unechtes“ Schülerlabor nach Bolte (2003, S. 42) zu deklarieren. Die Anbindung an die Wissenschaft kann aufgrund der Informationen, die der Internetseite des Labors zu entnehmen sind, als hoch angesehen werden. Da auch die Betreuung ausschließlich von wissenschaftlichem Personal geleistet wird, kann angenommen werden, dass die Verzahnung mit unterrichtlichen und schulischen Aspekten geringer als im *PhySch* und *SPURT* ausfällt.

Die Labore *PhySch* und *SPURT* verstehen sich als Ergänzungs- und Befruchtungsmöglichkeit des Unterrichts. Veranstaltungen werden auch außerhalb des Hauses angeboten, sowohl Lehrer als auch angehende Lehrer werden mit in die Angebote einbezogen und diese werden sowohl durch Wissenschaftler als auch durch pädagogisches Personal betreut, so dass man davon ausgehen kann, dass bei diesen beiden Laboren die Überschneidungsmöglichkeiten zwischen den Bereichen *Unterricht/Schule*, *Alltag/Gesellschaft/Politik* und *Wissenschaft* am größten sind.

Wie an den Ausführungen zu ersehen, sind die Eigenschaften, Anliegen und die Konzeptionen der Schülerlabore, bedingt auch durch den Träger und die vorhandene Infrastruktur der Schülerlabore, relativ unterschiedlich. Besonders diese Divergenz zwischen diesen Laboren und den Themenbereichen dieser Labore lässt die Frage aufkommen, warum Schüler Mecklenburg-Vorpommerns weitere Möglichkeiten benötigen, außerschulisches Lernen wahrzunehmen.

5. MariSchool – Maritimes Schülerlabor Ostsee

5.1 Motivation

Dass Mecklenburg-Vorpommern als strukturschwaches Flächenland einen besonderen Bedarf bei der Förderung naturwissenschaftlicher Bildung hat und entsprechend auch ein besonderer Bedarf bezüglich der Beförderung der naturwissenschaftlichen Bildung durch außerschulische Lernorte besteht, zeigen die Ergebnisse von PISA 2006 im naturwissenschaftlichen Bereich nicht. Dort rangiert das Bundesland Mecklenburg-Vorpommern mit 515 Punkten im bundesweiten Mittelfeld knapp unter dem bundesweiten Durchschnitt von 516 und liegt immer noch signifikant über dem OECD-Durchschnitt von 500 Punkten (vgl. PISA-Konsortium Deutschland 2008, S. 76). Es ergeben sich im Bildungssystem Mecklenburg-Vorpommerns aber aufgrund folgender Punkte bundeslandspezifische Probleme, die es in den nächsten Jahren zu lösen gilt.

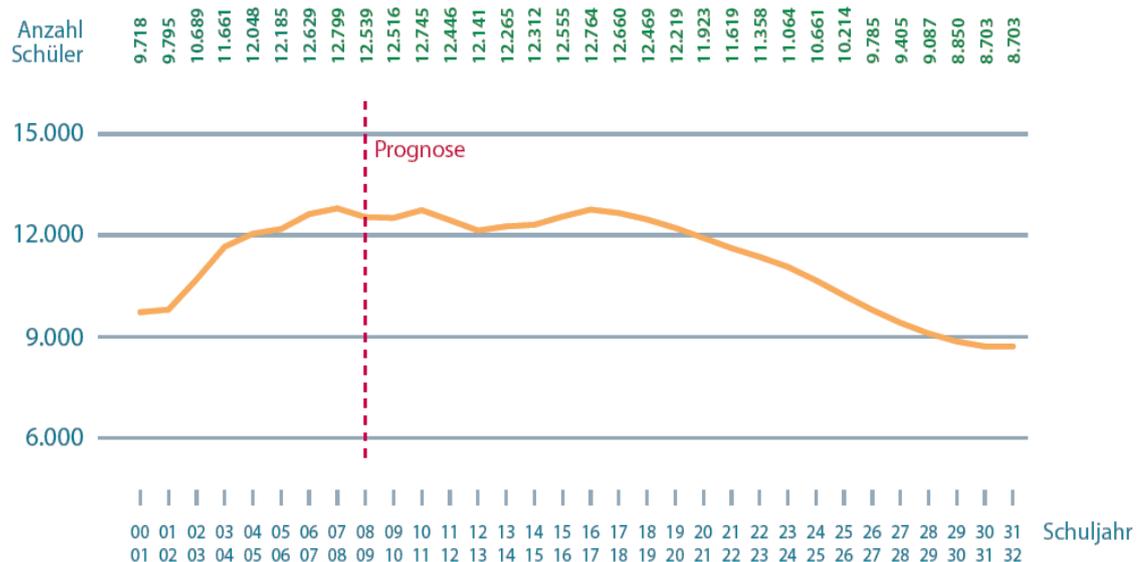


Abbildung 13: Entwicklung der Anzahl der Kinder des Einschulungsjahrganges in M-V, nach Angaben des Bildungsministeriums (Ministerium für Bildung 2011, S. 22)

Zum einen belastet das Bildungssystem Mecklenburg-Vorpommerns enorm die Tatsache, dass die Schülerzahlen der letzten Jahre stark gesunken sind⁴⁷. Selbst der leichte Aufwärtstrend, der für das Bundesland in den nächsten Jahren prognostiziert wird (vgl. Abb. 13), kann die drastischen Folgen des Schülerschwundes, der sich vor allem in den drama-

⁴⁷Die Schülerzahlen sanken von ca. 290.000 Schülern im Jahr 1990 auf 172.161 Schüler im Jahr 2011/12 (Statistisches Bundesamt 2012b).

tisch gesunkenen Geburtenzahlen ostdeutscher Länder nach 1990 (vgl. Abb. 14) und in der Altersverschiebung der Gebärenden begründet, nicht aufhalten. Ein weiteres Absinken der Schülerzahlen ist für die Zukunft vorhergesagt (vgl. Abb. 13).

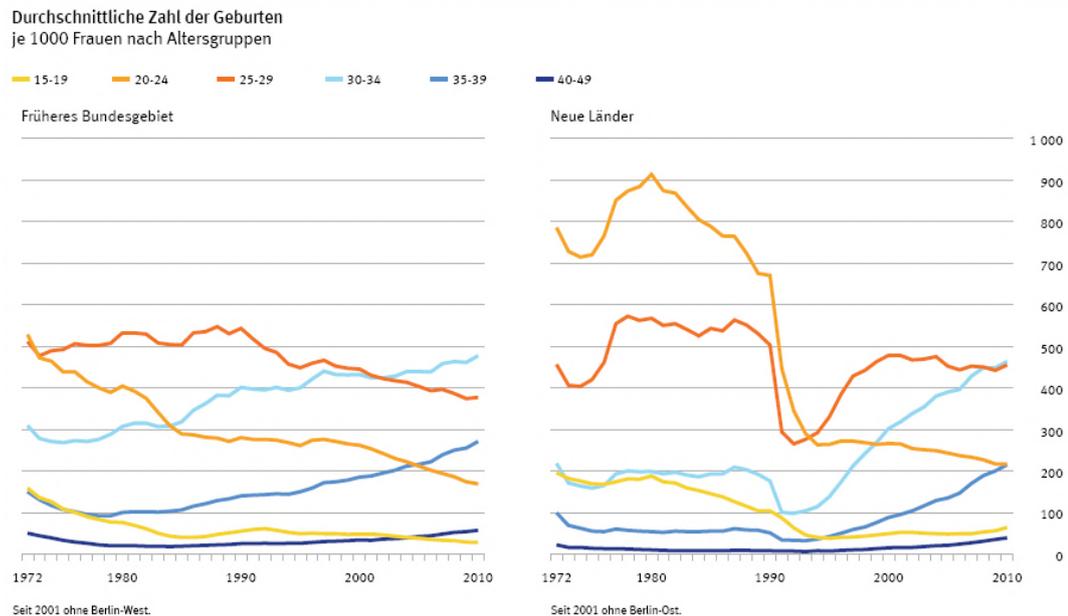


Abbildung 14: Durchschnittliche Zahl der Geburten (Pöttsch 2012, S. 13)

Das Absinken der Geburtenzahlen und die Altersverschiebung der Gebärenden in den ostdeutschen Bundesländern nach 1990 (vgl. Abb. 14), bedingt durch politische, strukturelle und entsprechend auch lebensweltliche und soziale Veränderungen, und letztendlich auch das Absinken der Schülerzahlen in den neuen Bundesländern schlägt sich verzögert in den Zahlen der Studierenden und entsprechend auch in der Zahl der Hochschulabsolventen nieder, die dem MINT-Arbeitsmarkt nicht zur Verfügung stehen. Der beschriebene demografische Wandel⁴⁸ in den neuen Bundesländern und die sich daraus ergebenden Probleme für den Arbeitsmarkt werden in Mecklenburg-Vorpommern noch durch die Abwanderung von qualifizierten Jugendlichen und jungen Erwachsenen sowie durch die ländliche und wirtschaftsschwache Infrastruktur besonders im östlichen Teil des Bundeslandes verstärkt. „Die Berufsausbildung in Mecklenburg-Vorpommern steht vor tiefgreifenden Herausforderungen. Der Arbeitsmarkt fragt nach immer breiter und höher qualifizierten Er-

⁴⁸ Das Durchschnittsalter der Bevölkerung Mecklenburg-Vorpommerns stieg von 36 Jahre (1989) auf 43,8 Jahre (2006). Prognosen geben einen Anstieg auf 49 Jahre im Jahr 2020 an. Es wird weiterhin angenommen, dass die Bevölkerung Mecklenburg-Vorpommerns von 2009 bis 2030 um weitere 12,5 % sinkt (vgl. Streuer 2010). Entsprechend wird sich die Einwohnerdichte des am dünnsten besiedelten Bundeslandes von derzeit 71 weiter auf 62 Einwohner pro Quadratkilometer reduzieren.

werbstätigen, während es gleichzeitig aufgrund des demografischen Wandels immer weniger junge Menschen in die Region zieht. Es ist wichtiger denn je, jeden Einzelnen bestmöglich auszubilden und so viele Fachkräfte wie möglich in der Region zu halten. In der Realität hält jedoch zum einen die Abwanderung gerade gut qualifizierter junger Menschen weiter an, während zum anderen Jugendliche mit geringen schulischen Qualifikationen keine Ausbildungsstelle finden.“ (Ante 2010, S. 5)

Entsprechend dieser demografischen Entwicklung wird der Engpass bezüglich der Ausbildung qualifizierten Personals in der Wirtschaft, Forschung und Entwicklung am Wirtschaftsstandort und am Hochschulstandort Mecklenburg-Vorpommern in den nächsten Jahren stärker als in anderen Bundesländern ausfallen.

Ein weiteres Problem, das zunächst nicht generell bundeslandspezifisch ist, sich aber aufgrund des verstärkten demografischen Wandels in Mecklenburg-Vorpommern weiter negativ auf die Qualifizierung und Rekrutierung von qualifiziertem Personal auswirken wird, sind die doch generell relativ hohen Studienabbrecherquoten in den mathematisch-naturwissenschaftlichen und den ingenieurwissenschaftlichen Fächern (vgl. Abb. 15). Diese werden hauptsächlich mit Leistungsproblemen bzw. Überforderung, finanziellen Problemen oder mit mangelnder Studienmotivation begründet (Heublein et al. 2009, S. 19).

Bundeslandspezifisch ist die Tatsache, dass die Jugendlichen Mecklenburg-Vorpommerns relativ spät beginnen, sich über Studien- und Ausbildungsinitiativen zu informieren (vgl. Abb. 16). Besonders besorgniserregend ist, dass der Anteil derer, die sich erst im Jahr ihres Abiturs bezüglich ihres weiteren Werdeganges informieren, stetig steigt. Hauptgründe, die hierfür von den Jugendlichen insgesamt angegeben werden, sind die schwer absehbare Arbeitsmarktentwicklung und die schwer überschaubare Zahl der Berufsmöglichkeiten (Heine, Willich & Schneider 2010, S. 17).

	Studienanfänger 1992 - 1994 (Absolventen 1999)	Studienanfänger 1995 - 1997 (Absolventen 2002)	Studienanfänger 1997 - 1999 (Absolventen 2004)	Studienanfänger 1999 - 2001 (Absolventen 2006)
Sprach-, Kulturwissenschaften, Sport	33	35	32	27
Rechts-, Wirtschafts-, Sozialwissenschaften	30	28	26	19
Mathematik, Naturwissenschaften	23	26	28	28
Medizin, Gesundheitswissenschaften	8	11	8	5
Agrar-, Forst-, Ernährungswiss.	21	29	14	7
Ingenieurwissenschaften	26	30	28	25
Kunst/Kunstwissenschaft	30	26	21	12
Lehramt	14	12	13	8

Abbildung 15: Entwicklung der Studienabbrecherquote an Universitäten nach Fächergruppen, Angaben in Prozent (Heublein et al. 2009, S. 7)

Land des Erwerbs der Hochschulreife	Erwerb der Hochschulreife	Informationsbeginn				
		vor Eintritt in die gymnasiale Oberstufe/berufsbildende Schule	zu Beginn der gymnasialen Oberstufe/berufsbildenden Schule	in diesem Schuljahr	noch gar nicht	insgesamt
Mecklenburg-Vorpommern	2005	12	46	37	4	100
	2006	9	40	48	4	100
	2008	11	34	50	6	100
insgesamt	2005	17	37	39	7	100
	2006	17	36	40	6	100
	2008	13	32	44	11	100

Abbildung 16: Informationsbeginn über Studien- und Ausbildungsinitiativen nach Land des Erwerbs der Hochschulreife, Angaben in Prozent (Heine, Willich & Schneider 2010, S. 47)

Auch wenn die naturwissenschaftlichen Kompetenzen der Jugendlichen in Mecklenburg-Vorpommern mit dem bundesdeutschen Durchschnitt vergleichbar sind, so erfordern die drastisch sinkenden Schülerzahlen, die Abwanderungs- und die Studienabbrecherquoten in den Naturwissenschaften und in der Technik sowie das Informationsverhalten der Jugendlichen in Mecklenburg-Vorpommern eine gezielte Förderung, organisierte Qualifizierung von Jugendlichen und praxisnahe Berufsorientierung im MINT-Bereich. Nur wenn es das Bundesland Mecklenburg-Vorpommern schafft, Jugendliche im naturwissenschaftlichen Bereich zu interessieren, zu qualifizieren und regional zu binden, kann eine Rekrutierung von Fachkräften und damit die Sicherung des Hochschul- und Wirtschaftsstandortes Mecklenburg-Vorpommern gewährleistet werden.

Entsprechend bedarf es neben der Verbesserung des naturwissenschaftlichen Unterrichts durch schulsystemische und unterrichtliche Veränderungen auch der Ergänzung des Unterrichts durch außerschulische Lernorte sowie der institutionalisierten Verzahnung dieser Kooperation.

Während diese Ergänzung für den Unterricht und die Koordination von außerschulischen, innerschulischen und unterrichtlichen Anliegen, formellen und informellen Lernens für den Raum Rostock im Bereich der Physik und Technik durch das *PhySch*- und das *SPURT*-Schülerlabor abgedeckt sind, müssen die gesellschaftliche Bedeutung der Fächer Biologie und Chemie und die praxisnahen Berufsmöglichkeiten noch stärker in den Fokus der Schule und des Unterrichts gerückt werden. Nur die Ergänzung, Erweiterung und Kontextorientierung innerhalb des Unterrichts durch außerschulische Lernorte sichern, dass das Interesse einiger Schüler Mecklenburg-Vorpommerns nachhaltig für Naturwissenschaften geweckt wird.

Will man Aspekte wie die praktische Berufsorientierung, die Wissenschaftsnähe, die Authentizität und den Anwendungsbezug, u.a., die nicht durch den Unterricht zu leisten sind, durch außerschulische Lernorte allen Schülern Mecklenburg-Vorpommerns zuteilwerden lassen, bedarf es des weiteren Ausbaus und der Unterstützung außerschulischer Lernorte, nicht nur im Großraum Rostock.

5.2 Zielsetzung

Da auch für das Leibniz-Institut für Ostseeforschung zum einen der Mangel an qualifiziertem Nachwuchs absehbar war, andererseits aber auch Schüleraktivitäten am IOW gebündelt, personell Ressourcen optimiert und die gesellschaftliche Bedeutung der Ostsee für das Bundesland Mecklenburg-Vorpommern aufgeschlossen werden sollte – als Schlagworte seien hier z. B. die Fischerei, die Energie- und Rohstoffgewinnung, Transportmöglichkeiten oder die Erholung genannt –, wurde 2008 ein Projektantrag „zur Ausarbeitung eines Konzeptes für ein meereskundliches Schülerlabor inklusive entsprechender Lernmodule und Experimente“ (IOW 2008) an das Kultusministerium Mecklenburg-Vorpommerns gestellt. Dieser Projektantrag beinhaltete folgende übergeordnete Ziele, die durch die Arbeit des Schülerlabors erreicht werden sollten:

Übergeordnete Ziele:

- a) Förderung von meereskundlichen Interessen und Kompetenzen im Allgemeinen und nachhaltige Nutzung von Ressourcen
- b) Verständnis der Struktur und Funktionsweise des Ökosystems Ostsee
- c) Motivationsvergrößerung
- d) Erweiterung von Berufsperspektiven
- e) Anregung der Schülerschaft zur Aufnahme eines Studiums oder eines Ausbildungsberufs mit meereswissenschaftlicher Orientierung.

Um diese übergeordneten Ziele zu erreichen, sollte zunächst Folgendes umgesetzt werden:

Untergeordnete Ziele:

- a) Erarbeitung von Materialien und Experimenten zum Einsatz im Schülerlabor
- b) Erarbeitung von Materialien und Experimenten zum Einsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Als Bedingung für die Arbeit im Schülerlabor wurden folgende Punkte im Projektantrag festgehalten:

Bedingungen für die Arbeit im Schülerlabor:

- a) Problemorientiertes, kontextorientiertes Arbeiten der Schüler
- b) Eigenständiges Durchführen von Experimenten
- c) Einsatz der Materialien und Experimente im Schülerlabor ohne große Vorbereitung
- d) Einsatz der Materialien und Experimente in der Schule ohne große Vorbereitung – Erhalt unterrichtsbegleitender Materialien.

Im folgenden Abschnitt werden das Leibniz-Institut für Ostseeforschung und bisherige Schüleraktivitäten kurz charakterisiert, um dann im Weiteren auf das Schülerlabor *MariSchool* und seine Konzeption einzugehen.

5.3 Schüleraktivitäten am Leibniz-Institut für Ostseeforschung in Warnemünde

„Die Ostsee beeinflusst direkt und indirekt das alltägliche Leben der in ihrem Einzugsgebiet lebenden Menschen.“ (IOW 2008) Darüber hinaus ist die Ostsee maritimer Forschungsschwerpunkt zahlreicher Forschungseinrichtungen sowohl im Land Mecklenburg-Vorpommern als auch im gesamten baltischen Bereich, der der näheren Erforschung anderer Rand- und Binnenmeere weltweit dient.

Eine der bedeutendsten Einrichtungen im Bereich der Meeresforschung nicht nur Mecklenburg-Vorpommerns ist das Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde, das 1992 auf Empfehlung des Wissenschaftsrates neugegründet wurde. Das Institut setzt sich aus den vier Sektionen Physikalische Ozeanographie, Meereschemie, Biologische Meereskunde, Marine Geologie zusammen. Um einen möglichst großen Gewinn aus der wissenschaftlichen Arbeit zu ziehen, arbeiteten die unterschiedlichen Sektionen im Haus interdisziplinär zusammen. Expertise, die das Institut für politische Entscheidungen zur Verfügung stellt, bezieht sich beispielsweise auf Fragen zur Gestaltung der Fehmarnbelt-Querung oder der Speicherung und des Transports von Gashydrat. Zur letztgenannten Thematik, aber auch auf anderen Gebieten bestehen enge Kooperationen zu anderen Forschungseinrichtungen wie z. B. dem Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung in Kiel (ehemals Leibniz-Institut für Meereswissenschaften), einem weiteren Institut, das sich der Erforschung der Meere widmet.

Bisherige Bildungsangebote für Schüler am Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde, die Warnemünder Schülertage, beschränkten sich auf einzelne Module⁴⁹, die durch Wissenschaftler des Hauses ausgearbeitet wurden, einen sehr konkreten Bezug zur Forschung, aber generell wenig Bezug zum Lehrplan und wenig Einbindung in den Unterricht hatten. Die Angebote wurden in den Jahren 2006 bis 2009 durch einzelne Wissenschaftler vorbereitet und zu einem festen Termin im Jahr durchgeführt. Die Konzeption dieser Angebote entsprach im weitesten Sinne Schülerlaboraktivitäten, wie sie häufig auch an anderen Forschungseinrichtungen zu finden sind (vgl. Kap. 3.2.1). Zielgruppe dieser Angebote waren Schüler der 10. bis 13. Klassen, *„mit dem Ziel den SchülerInnen einen praxisnahen Einblick in die Forschungsaktivitäten des Leibniz-Instituts für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) zu ermöglichen. Neben der Vermittlung von theoretischen Grundkenntnissen durch die Wissenschaftler standen dabei praktische Übungen im Vordergrund. Durch die Angebote wurden Lehrinhalte des Physik-, Biologie-, Geographie- und Chemie-Unterrichtes angesprochen. Durch die beschränkte Größe der Laborräume und um eine optimale Betreuung der SchülerInnen zu gewährleisten, wurde die Teilnehmerzahl pro Kurs auf maximal 15 Schüler begrenzt.“* (IOW 2011)

Trotz positiver Resonanz bezüglich der Lehrerschaft, waren der oft hohe personelle Aufwand zur Vorbereitung und Durchführung dieser Angebote, die zeitliche Inflexibilität des Instituts und die Frage nach der Nachhaltigkeit der Angebote problematisch.

Neben diesen ehemals regulären Terminen werden seit einiger Zeit interessierte Schülergruppen durch Wissenschaftler im Haus zum Beispiel im Rahmen von *Jugend forscht* betreut. Die intensive Betreuung und Anregung der Schüler spiegelt sich in der Qualität der Projekte wider. So gewann z. B. die Projektgruppe um Herrn Dr. B. Schneider im März 2011 den ersten Platz im Bereich der Chemie beim Landesausscheid *Jugend forscht* für die landesweite Kartierung von Kohlenstoffdioxid, welche Aufschluss über Quellen dieses Gases im Land Mecklenburg-Vorpommern gab.

Eine weitere Möglichkeit das IOW und die Arbeitsfelder im IOW kennenzulernen, bietet sich Schülern im Rahmen eines Schulpraktikums. Dazu sind auf der Internetseite des Instituts freie Praktikumsplätze in der Biologischen Meereskunde, in der Fernerkundung und in der Marinen Geologie ausgewiesen, für die sich die Schüler bewerben können.

⁴⁹ Beispiel für ein Modul: „Modul A (Analytik in der Ostseeforschung: Wie viel Sauerstoff haben Dorsch und Co. zum Leben? (geeignet für den Chemie-Unterricht)“

Schon interessierten Schülern wird in dem Projekt *South Baltic WebLab*⁵⁰ die Möglichkeit gegeben, sich praktisch im Bereich der Meeresforschung auszuprobieren. Über eine virtuelle Plattform, auf der Experimente ausprobiert, interpretiert und Fragen beantwortet werden, erhalten die Schüler sogenannte credits. Abhängig von der Zahl der credits werden dann Schüler ausgewählt bzw. können sich bewerben, die für einen Zeitraum von ein bis zwei Wochen an einem *Science Camp* teilnehmen dürfen. Dieses Camp umfasste beispielsweise im Jahr 2010 eine Forschungsfahrt auf der Ostsee, den Austausch mit Wissenschaftlern und anderen interessierten Jugendlichen und die unmittelbare Erfahrung meereswissenschaftlichen Alltags. Neben dem Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde wird das *South Baltic Weblab* weiterhin von der Universität in Dänemark, der Universität in Kleipeda (Litauen), dem Institut für Ozeanografie in Polen, der Universität in Lund (Schweden), der Universität Rostock (Fachbereich Informatik) und der Universität Stettin betreut. Entsprechend finden die *Science camps* in jedem Jahr in einem anderen Land der südlichen Ostsee statt.

5.4 Grundsätzliche Anliegen des *MariSchool*

Um nicht nur interessierten Jugendlichen die Möglichkeiten zu geben, sich mit Meereskunde zu beschäftigen, sondern auch allgemeinbildend meereskundliche Themen in den Schulalltag zu transferieren und damit Kinder und Jugendliche stärker für den Bereich der Meereskunde aufzuschließen sowie aktuelle Interessen für den Bereich der Meereskunde mannigfacher anzuregen (vgl. Kap. 2.3 und 2.3.3-2.3.5), wurde das *MariSchool* am Institut für Ostseeforschung eingerichtet. Erste Angebote standen Schülern ab Juni 2010 zur Verfügung.

Kurzfristig zielen die Angebote des Labors darauf ab, besonders Oberstufenschülern allgemeinbildender Schulen weitere Berufsperspektiven zu eröffnen bzw. Berufsbilder und -felder zu konkretisieren. Diese kurzfristige Zielsetzung begründet sich darin, besonders die geburtenschwachen Jahrgänge, die sich ab 2010 am Ende ihrer Schullaufbahn befanden, über Berufsmöglichkeiten im Bereich der Meereskunde und -forschung zu informieren und Berufe erfahrbar zu machen.

Mittel- bis langfristig zielt die Arbeit des Schülerlabors darauf ab, schon Schüler der Mittelstufe mit dem Bereich der Meereskunde und -forschung vertraut zu machen, sie durch

⁵⁰ <http://www.southbalticweblab.eu/module-1-long-term-geological-processes.html>, [Stand: 28.06.2012]

langfristige Anregung im schulischen und außerschulischen Kontext für diesen Bereich langfristig zu interessieren (vgl. 2.3.5), zu motivieren und sie so für ein Studium bzw. eine Berufsausbildung mit meereskundlicher bzw. naturwissenschaftlicher Orientierung zu gewinnen.

Dass entsprechend die Konzeption der Inhalte und Materialien des Schülerlabors (vgl. Kap. 6) „bottom down“, also ausgehend von den Projekten und Inhalten des Instituts von höherer Komplexität zu niedriger Komplexität umgesetzt wurde, kann anhand der gegebenen Ausgangslage (demografischer Wandel, Abwanderung, Studienabbrecherquoten, etc.) gerechtfertigt werden.

Ob allerdings Schülern durch die Vermittlung von Studien- und Berufsperspektiven im meereskundlichen bzw. naturwissenschaftlicheren Bereich realistischere und konkrete Berufsbilder vermittelt werden können, Schüler dadurch zur Aufnahme eines naturwissenschaftlichen Studiums oder eines Berufs im naturwissenschaftlichen Bereich angeregt werden bzw. naturwissenschaftliche Studiengänge aufgrund realistischerer Berufsperspektiven weniger häufig abgebrochen werden, wurde durch die in Kapitel 2.3 charakterisierten Studien nicht untersucht. Auf einzelne Fragen zu diesem Feld wird aber im weiteren Verlauf der Arbeit noch gezielt eingegangen (vgl. Kap. 7 und 8).

Da aufgrund der Größe des Bundeslandes das Labor nicht von allen Schulen besucht werden kann, wurden entsprechende Lernmodule (vgl. Kap. 6) erarbeitet, die im Unterricht eingesetzt werden können. Das Ziel, Schüler sowohl im unterrichtlichen Rahmen als auch im außerschulischen Rahmen mit meereskundlichen Themen vertraut zu machen, korreliert mit den in Kapitel 2.3.3 und 2.3.4 dargelegten Erkenntnissen zur nachhaltigen Anregung von Interessen, nach denen zahlreiche Begegnungen in unterschiedlichen, schulischen und außerschulischen Kontexten zur Beeinflussung individueller Interessen führen können. *„Die fortlaufenden bzw. regelmäßig wiederkehrenden Auseinandersetzungen mit diesen Gegenständen hinterlassen in der Persönlichkeitsorganisation des Individuums dauerhafte dispositionelle Spuren.“* (Fink 1992, S. 54) Dabei kann die meereskundliche Kontextorientierung innerhalb des naturwissenschaftlichen Unterrichts den Besuch des Schülerlabors und des Leibniz-Instituts für Ostseeforschung nicht ersetzen, da die Authentizität der Umgebung nicht gegeben ist, der Kontakt mit Wissenschaftlern sowie die praktische Berufsorientierung fehlen. Zumindest können aber durch den Einsatz der Module im Unterricht die Meeresforschung und die Anliegen des Instituts für Schüler stärker aufgeschlossen werden. Interessierten Jugendlichen bietet sich dann die Möglichkeit, das Leib-

niz-Institut für Ostseeforschung außerschulisch, z. B. im Rahmen eines Praktikums, kennenzulernen (Stabilisierung eines aktuellen Interesses).

Übergeordnetes Ziel der Arbeit des Schülerlabors und der Angebote ist die Erhöhung der gesellschaftlichen Akzeptanz und Aufgeschlossenheit gegenüber der Arbeit des Instituts und die regionale Bindung qualifizierten Personals.

5.5 Konzeptionsparameter des *MariSchool*

Das Schülerlabor *MariSchool* zeichnet sich in seiner Art an einer Forschungseinrichtung dadurch aus:

- a) dass Schüler in authentischer Atmosphäre didaktisch reduzierte Forschungsfragen experimentell und theoretisch untersuchen. Damit werden die Bedingungen des **Anwendungsbezuges** und der **Kontextorientierung** bedient (vgl. Kap. 2.4).
- b) dass Inhalte auf die Rahmenpläne bzw. das Vorwissen der einzelnen Klassen, Kurse oder Besucher abgestimmt sind, so dass auch auf das **Vorwissen der Schüler** zurückgegriffen und dieses auch eingebunden und gefestigt wird. Dieses zielt auf das **Autonomie- und Kompetenzerleben** der Schüler und damit auf die Anregung des **aktuellen Interesses** ab.
- c) dass es aufgrund des zur Verfügung gestellten Materials⁵¹ eine konkrete Erwartung an den Tag gibt, die es der Lehrkraft ermöglicht eine optimale **Vor- und Nachbereitung** zu betreiben. Wiederum dient dieses der Beförderung des Autonomie- und Kompetenzerlebens der Schüler durch die Einbettung der Angebote in den unterrichtlichen Alltag und damit der Anregung **aktuellen Interesses** (vgl. **Kap. 2.3.3**).
- d) dass Schüler allgemeinbildender Schulen, nicht nur Interessierte und schon Motivierte, angesprochen werden. Wie in dem Kapitel 2.3.3 und 5.4 dargelegt, dient dieses der mannigfachen Anregung des **aktuellen Interesses** und damit langfristig gesehen auch der Ausbildung eines **individuellen Interesses** im meereskundlichen Bereich.

⁵¹Das Skript „CO₂ – und Me(e)hr“ inklusive Lehrerhandreichung ist vom Server des IOW bzw. der Didaktik der Chemie herunterladbar. Die Inhalte der Tage sind auf der Internetseite des *MariSchool* einsehbar. Auf Anfrage wird vorab das Material, das den Schülern am jeweiligen Projekttag zur Verfügung gestellt wird, zugeschickt.

- e) dass besonders **Berufsperspektiven und -orientierung** im Bereich der Meeresforschung aufgezeigt werden. Inwieweit dieses Schüler hinsichtlich ihres Informationsverhaltens bzw. ihrer Studien- oder Berufswahl beeinflusst, soll im weiteren Verlauf der Arbeit untersucht werden (vgl. Kap. 7 und 8).
- f) dass interdisziplinär unter Einbeziehung von fachlichen Schwerpunkten gearbeitet wird, wodurch **vernetztes Wissen** aufgebaut werden soll. Hierbei ist zu betonen, dass aufgrund der einzelnen Sektionen am Institut die Angebote des Schülerlabors sehr breit aufgestellt sind. Die Expertise aus den unterschiedlichen Sektionen des Hauses leistet einen entscheidenden Beitrag zur wissenschaftlichen Befruchtung der Angebote des Schülerlabors.
- g) dass Inhalte und Kontexte der Meeresforschung auch ohne den Besuch des Schülerlabors im Unterricht integriert werden können, um Anwendungsbezüge darzulegen und an Kontexten zu arbeiten.

Hinsichtlich der methodischen Konzeption wurde darauf geachtet, dass die Angebote:

- a) sowohl **praxis- und handlungsorientiert** als auch **problem- und kontextorientiert** angelegt sind. Dieses beinhaltet, dass die Angebote eine klare Struktur, Realitäts- und Anwendungsbezug aufweisen. Dieses zielt auf das Autonomie- und Kompetenzerleben sowie auf die soziale Eingebundenheit der Schüler ab.
- b) **wissenschaftspropädeutisch**, also der Wissenschaft nachempfunden, angelegt sind, so dass Schüler entsprechend eigenständig Hypothesen formulieren, diese im Experiment überprüfen und zuvor aufgeworfene Fragen im Sinne forschend-entwickelnden Arbeitens (vgl. Schmidkunz & Lindemann 2003, S. 23 ff) beantworten. Dieses zielt neben dem Aufbau vernetzten Wissens, auf Autonomie-, Kompetenzerleben der Schüler und prozessbezogenes Vorgehen ab.
- c) binnendifferenziert bearbeitet werden können. Dieses betont die **Persönlichkeitsmerkmale** der Schüler und dient damit wieder dem Autonomie- und Kompetenzerleben sowie der sozialen Eingebundenheit der Schüler.
- d) vornehmlich Gruppenaktivitäten involvieren. Dieses dient der Förderung sozialer Kompetenzen und der positiven Beeinflussung der sozialen Eingebundenheit.
- e) Außenaktivitäten und unterschiedliche Medien (Experimente, Modelle, Computer) involvieren. Neben der Schaffung einer authentischen, angenehmen und abwechslungsreichen **Arbeitsatmosphäre**, zielen die Verknüpfung von theoretischer

mit praktischer Arbeit im Außenbereich und der Wechsel von Medien wiederum auf den Einbezug von **Persönlichkeitsmerkmalen der Schüler** ab.

Bezüglich der Betreuung und der Kooperationspartner zeichnet sich das Labor dadurch aus:

- a) dass der Laborbesuch sowohl durch Wissenschaftler als auch durch pädagogisches Personal betreut sowie Angebote und Materialien in Kooperation zwischen Wissenschaftlern, Didaktikern und Lehrern erarbeitet und konzipiert werden. Nur durch die Verknüpfung wissenschaftlicher Expertise mit pädagogisch-didaktischem Wissen kann sichergestellt werden, dass die Angebote des Tages strukturiert sind, eine eindeutige **Instruktionsqualität** aufweisen und wissenschaftliche Inhalte ausreichend didaktisch reduziert sind, wodurch eine Überforderung der Schüler verhindert und der Einbezug schulischen Wissens gesichert wird.
- b) dass durch die Kooperationspartner, wie z. B. das Lehrerfortbildungszentrum Rostock (LfbZ), eine optimale Vernetzung zwischen Lehrern, Didaktikern und Wissenschaftlern und damit eine **Vernetzung und Koordination außerschulischer-, schulischer und unterrichtlicher Anliegen** sowie formaler, nicht formaler und informeller Lernprozesse vorgenommen werden kann.
- c) dass **Lehramtsstudenten**, die im IOW betreut werden, mit den Inhalten des Labors sowie den Belangen des außerschulischen Lernens vertraut gemacht werden und damit als **Multiplikatoren** bei der Koordination und Vernetzung außerschulischer-, schulischer und unterrichtlicher Anliegen wirken.
- d) dass durch die Anbindung des LfbZ **Fortbildungen** zu den entsprechenden Angeboten des *MariSchool* abgehalten werden können, so dass eine optimale **Vor- und Nachbereitung** vorgenommen werden kann, die wiederum dem Kompetenz- und Autonomieerleben der Schüler dienlich ist.
- e) dass das Schülerlabor *MariSchool* als „*unechtes außerschulisches Angebot*“ (vgl. Bolte 2003, S. 42 bzw. Kap. 3) in Kooperation zu weiteren Projekten, wie dem *South Baltic Weblab* am IOW steht, das als „*echtes außerschulisches Angebot*“ nach Bolte definiert werden kann und entsprechend weiterführend von den Schülern genutzt werden kann. Damit kann eine **Verzahnung institutionalisierten-, formalen, nicht institutionalisierten-informellen und nicht formalen Lernens** bewirkt werden.

- f) dass interessierten Schülern durch den Kontakt mit Wissenschaftlern Ansprechpartner zur Verfügung stehen, um beispielsweise im Rahmen von *Jugend forscht* weiterzuarbeiten. Dieses zielt darauf ab, aktuelle Interessen zu stabilisieren und nachhaltig Interessen im Bereich der Meeresforschung auszubilden.
- g) dass die Angebote für die Teilnehmer kostenlos sind.

Im Vergleich der Konzeptionsparameter des *MariSchool* mit den in Kapitel 4 charakterisierten Schülerlaboren Mecklenburg-Vorpommerns und der Konzeption von Schülerlaboren an anderen Forschungseinrichtungen (vgl. Kap. 3.2.1) zeichnet sich das *MariSchool* dadurch aus, dass trotz der Nähe zur Wissenschaft und Forschung, die Einbeziehung didaktischer Expertise nicht vernachlässigt wird. Dadurch kann sichergestellt werden, dass eine optimale Überschneidung schulisch-unterrichtlicher, gesellschaftlich-politischer sowie wissenschaftlicher Anliegen umgesetzt wird. Nur durch die diffizile Abstimmung zwischen Wissenschaftlern, Forschern, Didaktikern und Lehrern bei der Konzeption und Umsetzung der Inhalte und Angebote können Zusammenhänge sinnstiftend von Schüler erarbeitet werden und in Zusammenhang mit schon bestehenden Wissensstrukturen gebracht werden. Entsprechend resultiert aus der Wissenschaftsnähe auf der einen Seite und aus der Zusammenarbeit mit Didaktikern und Lehrern auf der anderen Seite eine Grundlage, außerschulisches Lernen fruchtbringend im Unterricht zu integrieren. Nur aus dieser Integration heraus kann bei Nichtinteressierten informelles Lernen angeregt werden und für alle beteiligten Partner (Schüler, Wissenschaftler, Lehrer, Didaktiker) ein optimaler Nutzen aus der Zusammenarbeit resultieren.

Im weiteren Verlauf der Arbeit wird die Umsetzung der Konzeption am Beispiel des ersten Moduls: „CO₂ – und Me(e)hr“ dargelegt. Neben der Konzeption von Materialien für den Unterricht werden die Inhalte der einzelnen Projektstage zu diesem Modul, die im Schülerlabor *MariSchool* wahrgenommen werden können, vorgestellt.

6. Das Modul 1: „CO₂ – und Me(e)hr“

6.1 Umsetzung der Konzeptionsparameter am Beispiel des Moduls 1: „CO₂ – und Me(e)hr“

Die Planung und Konzeption des Schülerlabors und erster Materialien begann im März 2009. Dabei wurden zunächst die Forschungsschwerpunkte, Projektinhalte und Anliegen des IOW mit den Inhalten der Curricula der Oberstufe für die Fächer Biologie, Chemie und Physik des Landes Mecklenburg-Vorpommern verglichen. Schnittmengen zwischen wissenschaftlichen Inhalten und curricularen Vorgaben zu finden, war Grundvoraussetzung, Angebote und Materialien des Schülerlabors realitätsnah und anwendungsorientiert zu konzipieren.

Es stellte sich heraus, dass besonders die Kerncurricula der Fächer Biologie und Chemie deutliche Überschneidungspunkte mit den Forschungsschwerpunkten und den einzelnen Projekten des Instituts boten. Die im Forschungsprogramm des IOW (IOW 2002, S. 13 ff) festgehaltenen Schwerpunkte „Transport und Transformationsprozesse im Meer“, „Marine Lebensgemeinschaften und Stoffkreisläufe“ und „Marine Ökosysteme im Wandel – externer Antrieb und interner Wandel“ sowie Fragen einzelner Projekte, an denen das IOW beteiligt ist (Riebesell 2011),: *„What are the effects of ocean acidification on marine organisms and their habitats? What are the underlying mechanisms of responses and adaptations on the level of populations and communities?“*, indizierten Kontexte und Motivationen, einzelne Inhalte der Curricula daran umzusetzen.

Obwohl die Inhalte des Curriculums für das Fach Physik wenig bis gar keine Überschneidungspunkte mit den Forschungsfragen des IOW boten, physikalisches Wissen aber dennoch bei der Erforschung von z. B. Transport- und Transformationsprozessen in der Ostsee (vgl. IOW 2002, S. 5 ff) eine wesentliche Rolle spielt, wurde bei der Konzeption von Inhalten für das Schülerlabor darauf geachtet, dass Sachverhalte auch dahingehend interdisziplinär beleuchtet werden. Der interdisziplinäre Ansatz im Schülerlabor ist neben anderen wissenschaftspropädeutischen Grundsätzen ebenso ein Aspekt, um wissenschaftliche Realitätsnähe zu erzielen.

Relativ zügig war ein Themenkomplex rund um das Treibhausgas Kohlenstoffdioxid abgesteckt, der zum einen wissenschaftsrelevant war, weiterhin gesellschaftlich und politisch

brisant war und ist und zum anderen die Möglichkeit bot, einzelne Inhalte⁵², die in den Kerncurricula der Fächer Biologie und Chemie festgeschrieben sind, daran anwendungsorientiert umzusetzen.

Dass die Inhalte des ersten Themenkomplexes, der sowohl für die Schule als auch für das Schülerlabor aufbereitet wurde (vgl. Kap. 6.3), eine optimale Schnittmenge zwischen unterrichtlichen Inhalten, wissenschaftlichem Know-how und alltäglichen Phänomenen bildet, wurde nachdrücklich die Zusammenarbeit mit Lehrern, Wissenschaftlern und Didaktikern forciert. Nur durch die Absprache zwischen Didaktikern, Lehrern und Wissenschaftlern konnte gewährleistet werden, dass sowohl die Materialien und Experimente, die für den Gebrauch im Unterricht konzipiert wurden, als auch die Angebote und Inhalte, die im Schülerlabor offeriert werden, handlungs- und praxisorientiert angelegt sind, schulisches Wissen aufgreifen, klare Strukturen beinhalten und ebenso zur Vor- und Nachbereitung dienlich sind.

Um darüber hinaus Schülerlaborbesuche zum integralen Bestandteil des Unterrichts werden zu lassen, wurden und werden Fortbildungen zu den einzelnen Projekttagen und Inhalten durchgeführt. Durch die Vermittlung positiver Erwartungen während dieser Fortbildungen und die Bestätigung dieser Erwartungen während der Angebote im Schülerlabor ist zu erwarten, dass meereskundliche Kontexte vermehrt Einzug in den unterrichtlichen Alltag erfahren und zur Bereicherung und Ergänzung traditionell ein außerschulischer Lernort aufgesucht wird.

⁵² Inhalte des Kerncurriculums für das Fach Biologie (Ministerium für Bildung (MV-BB-B) 2006a, S. 17 f), die im Modul 1 aufgegriffen werden, sind: - strukturelle und funktionelle Gliederung eines Ökosystems, - abiotische und biotische Umweltfaktoren, - Regulation der Populationsentwicklung durch dichte-abhängige und dichte-unabhängige Faktoren, - Stoffkreisläufe und Energiefluss, - Biozönose eines ausgewählten Lebensraumes, - Anpasstheit der Arten, - Nachhaltigkeitsziele und deren Realisierung, - Natur- und Artenschutz unter ethischen, ästhetischen, ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten, - Fragen des Umweltschutzes, - nachwachsende Rohstoffe. Neben diesen biologischen Inhalten wird im Modul 1 weiterhin auf folgende Punkte des Kerncurriculums für das Fach Chemie (Ministerium für Bildung (MV-BB-B) 2006b, S. 15 f) eingegangen: - die chemische Reaktion, - Elektrolyse, - Redoxreaktionen, - Merkmale des chemischen Gleichgewichts, - Prinzip von Le Chatelier und Braun, - Massenwirkungsgesetz, - Säure-Base-Theorie von Brönsted, - pH-Wert und Indikatoren, - Säure-Base-Titrationen.

6.2 Didaktischer Hintergrund: Das Modul 1: „CO₂ - und Me(e)hr“⁵³

Nicht erst mit dem Klimagipfel in Kopenhagen oder Durban entbrannte eine breit angelegte gesellschaftliche Diskussion um die Bedeutung der Treibhausgase. Im Zentrum dieser Diskussion steht das umstrittene Gas Kohlenstoffdioxid. Doch welchen Informationen zum Thema Kohlenstoffdioxid darf man heute in der informationsüberfluteten Medienwelt noch Glauben schenken?

Einerseits ist Kohlenstoffdioxid ein wesentlicher Baustein des Lebens, der in einem Kreislauf aus Aufbau und Abbau die unterschiedlichen Sphären des Systems Erde (Lithosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, Biosphäre) durchläuft. Andererseits erhöht sich die Konzentration des Gases in unserer Atmosphäre seit Mitte des 19. Jahrhunderts kontinuierlich durch z. B. die Verbrennung fossiler Rohstoffe (vgl. Abb. 17), wodurch die Austauschprozesse zwischen den Kohlenstoffspeichern massiv verändert werden.

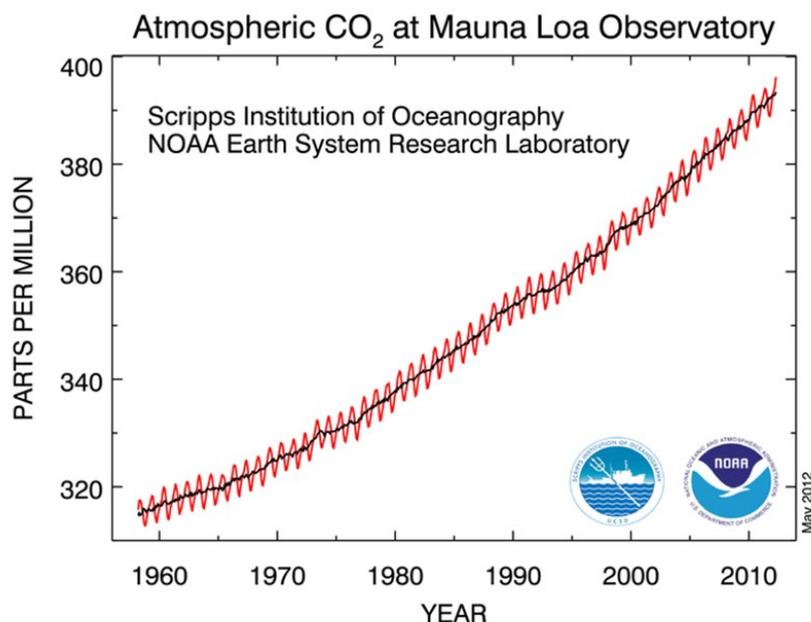


Abbildung 17: Kohlenstoffdioxidkonzentrationen am Mauna Loa (Hawaii) in ppm (U.S. Department of Commerce (Earth System Research Laboratory), 2012)

Um die Informationen und die aktuellen Diskussionen zum Thema Kohlenstoffdioxid einordnen und bewerten zu können, um einen Zugang zur gesellschaftlichen Diskussion zu

⁵³Der Themenkomplex zum Kohlenstoffdioxid wird im weiteren Verlauf der Arbeit als Modul 1 bezeichnet. Die Unterrichtsmaterialien inklusive der Lehrerhandreichung zu diesem Modul befinden sich im Anhang (A und B).

erhalten, ist es für die Schüler bedeutend, das Geflecht aus natürlichen Zusammenhängen und anthropogener Beeinflussung, die unter anderem auch im IOW untersucht wird, zu verstehen und Bilanzen über Kohlenstoffdioxidquellen und -senken nachvollziehen zu können.

Ausgangspunkt der Konzeption des Moduls sind neben den drei Forschungsschwerpunkten des IOW weitere Projekte, die inhaltlich in engem Kontakt zu den Vorgaben des Landes für die Oberstufe in den Fächern Chemie und Biologie stehen. So beschäftigen sich die Projekte *Finnmaid*⁵⁴, *Baltic-C*⁵⁵ und *Bioacid*⁵⁶ mit Kohlenstoffdioxidgehalten im Ostsee-, im Nordseewasser und in anderen Weltmeeren. Generell wird der Frage nachgegangen, welche Auswirkungen die erhöhte Kohlenstoffdioxidkonzentration in der Atmosphäre und dementsprechend auch in der Hydrosphäre auf das Ökosystem Meer hat.

Ausgehend von den derzeit verwendeten und in Betracht gezogenen Klimamodellen und -szenarien, die auf der Grundlage von Langzeitbeobachtungen erstellt wurden, geht man davon aus, dass sich die Wassertemperaturen der Ostsee weiter und stärker als im globalen Mittel erwärmen werden, hingegen Salzgehalte parallel zu Sauerstoffgehalten in der Ostsee weiter abnehmen werden. *„Observations show that the Baltic Sea has experienced significant warming over the last century with associated changes including increased winter runoff, a shorter sea-ice season and reduced ice thickness. A continued rise in temperature under greenhouse forcing is projected by climate models for the coming century. (...) Future projections of precipitation vary depending both on emissions levels and differences between climate models. Seasonally, winters are projected to become wetter in most areas and summers drier in the south for many scenarios. Increasing precipitation during winter will cause higher river runoff and reduced salinity. Lowered salinity is thought to have a major influence on the distribution, growth and reproduction of the Baltic Sea fauna. It will cause osmotic stress for phyto- and zooplankton and result in a shift in species composition from marine to freshwater species.“* (Philippart et al. 2011)

Neben sinkenden Salz- und Sauerstoffgehalten sowie steigenden Wassertemperaturen in der Ostsee, die zu Veränderungen von Lebensgemeinschaften, Populationen und entsprechend auch zu Veränderungen innerhalb des Nahrungsnetzes führen, geht man weiterhin davon aus, dass sich der pH-Wert des Wassers, bedingt durch klimatische Veränderungen

⁵⁴ <http://www.io-warnemuende.de/Finnmaid.html>, [Stand: 30.03.2012]

⁵⁵ <http://www.baltex-research.eu/baltic-c/>, [Stand: 30.03.2012]

⁵⁶ <http://www.io-warnemuende.de/bio-ag-mariner-stickstoffkreislauf-projekte.html#ybioacid>, [Stand: 30.03.2012]

und des höheren atmosphärischen Kohlenstoffdioxidgehaltes, absinken wird. Sowohl höhere atmosphärische und entsprechend auch hydrosphärische Kohlenstoffdioxidgehalte als auch das Absinken des pH-Wertes führen wiederum zu massiven Veränderungen innerhalb des Ökosystems Ostsee. „Some regions of the ocean will experience a larger decrease in pH, as well as in the CaCO₃ saturation state, and others will experience a smaller decrease for the same increase in atmospheric CO₂ concentration” (Denman et al. 2011)

Aufgrund der Tatsache, dass der Kohlenstoffdioxidgehalt der Atmosphäre, der Hydrogencarbonatgehalt des Wassers und feste Carbonate im Wasser in einem sich bedingendem Verhältnis stehen, sind auch die Effekte auf Kalkschalentiere durch die voranschreitende Versauerung der Meere untersucht und belegt worden (vgl. z. B. Krug, Schulz & Riebesell 2011).

6.2.1 Konzeption von unterrichtlichen Materialien⁵⁷

Das Modul „CO₂ - und Me(e)hr“⁵⁸, das in Zusammenarbeit mit dem IOW und der Chemiedidaktik Rostock erarbeitet wurde, verbindet kerncurriculare Themen und Vorgaben der Oberstufe Chemie und Biologie mit wissenschaftsrelevanten Fragestellungen des IOW (vgl. Kap. 6.3.2 ff) und aktuellen Themen der Klimadebatte. Dabei ist es fächerübergreifend angelegt und beleuchtet neben den chemisch und biologisch relevanten Aspekten physikalische und geografische Sachverhalte.

Die unterrichtlichen Materialien zum Modul 1: „CO₂ – und Me(e)hr“, die die eben angesprochenen Zusammenhänge aufgreifen, gliedern sich in sieben Bausteine (vgl. Tab. 2) und sind so konzipiert, dass zunächst auf den Kohlenstoffkreislauf und die Bedeutung des Kohlenstoffdioxids in der Atmosphäre eingegangen wird. Weiterhin beleuchten die Materialien chemische, biologische und physikalische Aspekte des Kohlenstoffkreislaufes und gehen dann speziell auf die Bedeutung des Gases für die Ostsee und deren Bewohner ein. Dabei werden für den Chemieunterricht der Oberstufe inhaltlich unter anderem die Merkmale des chemischen Gleichgewichts, das Prinzip von Le Chatelier/Braun, das Massenwirkungsgesetz, die Begriffe Säure und Base, das Löslichkeitsprodukt, Löslichkeitsgleich-

⁵⁷ Die Materialien des Moduls 1: „CO₂ – und Me(e)hr“ können über die Internetseite des Schülerlabors (www.marischool.de) bzw. über die Internetseite der Didaktik der Chemie Rostock (www.didaktik.chemie.uni-rostock.de) heruntergeladen werden.

⁵⁸ Im Rahmen dieser Arbeit lag die Ausarbeitung des ersten Moduls „CO₂ – und Me(e)hr“ und entsprechend die Konzeption von Projekttagen zu dem Thema „CO₂ – und Me(e)hr“. Weitere Module werden derzeit erprobt bzw. sind in Planung.

gewichte und die Merkmale von Puffern an komplexen Sachverhalten untersucht.⁵⁹ Die Schüler erschließen sich Stoffkreisläufe in der Natur und werden für die nachhaltige Nutzung bzw. den Umgang mit der Ostsee sensibilisiert.

In der Biologie wird die Ostsee unter dem Aspekt der Ökologie beleuchtet. Stoffkreisläufe, Energiekreisläufe sowie Variabilität und Anpassung werden thematisiert. Ebenso werden physikalische und geografische Inhalte aufgegriffen.

Die sieben Bausteine des Moduls können separat oder im Ganzen in den Unterricht mit eingebracht werden. Die Arbeitsblätter, Materialien und Experimente innerhalb dieser sieben Bausteine (vgl. Tab. 2) sind jeweils aufeinander aufbauend und zusammenhängend, so dass nur bedingt einzelne Arbeitsblätter und Experimente aus der Mitte oder vom Ende eines Bausteins herausgegriffen werden können.

Der Einsatz der Materialien des Moduls im Unterricht zielt auf einen Besuch im Schülerlabor des IOW ab, bei dem die Schüler nicht nur Experimente zu diesem Thema durchführen und sich chemische, biologische und physikalische Kenntnisse aneignen, sondern auch schulische Kenntnisse anwenden. Vor allem durch den Kontakt mit Wissenschaftlern und wissenschaftlichen Arbeitsmethoden sollen die Schüler für das Thema Ostsee und die Relevanz der Chemie, Biologie und Physik, aber vor allem auch für die Interdisziplinarität in diesem Bereich aufgeschlossen werden. Entsprechend dienen die Materialien nicht nur der Implementierung meereskundlicher Themen im Unterricht und damit auch der vielfältigen Anregung aktueller Interessen (vgl. Kap. 2.3.3 und 2.3.4), sondern gleichzeitig auch der Vor- und Nachbereitung der Schülerlaborangebote⁶⁰, die wie in Kapitel 2.3.3 bis 2.3.5 dargelegt von enormer Bedeutung ist.

Um das Modul im Unterricht sinnvoll einzusetzen, sollten bei den Schülern Grundkenntnisse der Sekundarstufe I in den Fächern Chemie, Biologie und Physik vorhanden sein.

⁵⁹ Die konkrete Zuordnung zwischen Inhalten der Projektstage und Lernzielen im Fach Biologie und Chemie erfolgt bei der Beschreibung der einzelnen Projektstage (Kap. 6.2.2 ff).

⁶⁰ Welche Vorkenntnisse notwendig sind bzw. welche Materialien aus dem Modul 1 zur Vorbereitung genutzt werden sollten, wird bei der Beschreibung der Projektstage (vgl. Kap. 6.3.2 ff) genauer erläutert.

	Baustein	Arbeitsblätter/ Materialien/Experimente
1	Kohlenstoffdioxid und der Kohlenstoffkreislauf	AB ⁶¹ 1 AB 2
2	Die Bedeutung des Kohlenstoffdioxids in der Atmosphäre	AB 3 AB 4 + Experiment 1 AB 5 + Material 1 AB 6 + Experiment 2 AB 7 + Experiment 3 AB 8 AB 9 + Experiment 4 AB 10
3	Wie werden wir Kohlenstoffdioxid wieder los? – Die Fixierung von Kohlenstoffdioxid über die Fotosynthese	AB 11 + Material 2 + Experiment 5 AB 12 + Experiment 6 + Material 3-6
4	Wie werden wir Kohlenstoffdioxid wieder los? – Die Fixierung von Kohlenstoffdioxid im Meer über physikalische Prozesse	AB 13 + Experiment 7 AB 14 + Experiment 7.1- 7.3 AB 15, AB 15.1 + Experiment 8 AB 16 + Modelexperiment 9
5	Wie werden wir Kohlenstoffdioxid wieder los? – Die Fixierung von Kohlenstoffdioxid in Sedimenten	AB 17 AB 18 + Material 7 AB 19
6	Was sagen die Meeresbewohner zu mehr Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre?	AB 20 AB 21 AB 22 AB 23 + Material 8 + Experiment 10 AB 24 + Experiment 11 AB 25 + Material 9 + Experiment 12
7	Kohlenstoffdioxid in der Ostsee	AB 26 + Experiment 13 AB 27/28 + Experiment 14 Demonstrationsexperiment 15 + Material 10

Tabelle 2: Aufbau des Moduls: „CO₂ – und Me(e)hr“

6.2.1.1 Methodisch-didaktische Hinweise und Erläuterungen zum Einsatz der Arbeitsblätter und Materialien im Unterricht

Die Arbeitsblätter sind so aufgebaut, dass einem Informationstext Aufgaben folgen, die die Schüler anleiten, eigenständig zu arbeiten. Teilweise wird in diesen Aufgaben auf Materialien, auf Internetquellen oder andere Recherchequellen verwiesen.

⁶¹ AB: Arbeitsblatt

Die Aufgaben auf den Arbeitsblättern sind an dieser Stelle offen formuliert, so dass die Arbeitsform vom Lehrer frei wählbar ist. Aufgrund der Fülle und des Detailreichtums können die Aufgaben an dieser Stelle situationsbedingt und schülerorientiert eingegrenzt werden. Dieses zielt auf eine individuellere Vertiefung und eine Binnendifferenzierung innerhalb der Lerngruppe ab.

Die Arbeitsblätter 4, 6, 7, 9, 11-16, 18, 23-28 dienen nicht nur der Informationsvermittlung, sondern gleichzeitig auch der Hinführung zum Problem und der Motivation zum Experimentieren (vgl. Tab. 2). Die entsprechenden Experimente von diesen Arbeitsblättern abzukoppeln, ist nicht zu empfehlen.

6.2.1.2 Methodisch-didaktische Hinweise und Vorschläge zum Einsatz und zur Umsetzung der Experimente im Unterricht

Dem eigentlichen Experiment gehen Arbeitsblätter voraus, die Informationen liefern und eine Problemsituation schaffen. *„Die Neugier steht immer an erster Stelle eines Problems, das gelöst werden will.“* (Johst 2008, S. 102) Um Neugier für den Bereich der Meereskunde zu schaffen, sind Probleme den Fragestellungen der Wissenschaftler nachempfunden und zielen auf die Anbahnung wissenschaftlichen Arbeitens der Schüler ab (Wissenschaftspropädeutik).

Die Konzeption des Materials erlaubt es, die meisten Experimente von den Schülern im Unterricht entsprechend eines handlungs- und problemorientierten Vorgehens frei generieren zu lassen (offene Aufgabenstellung⁶²). Dieses fördert forschend-entwickelndes und kreatives Vorgehen der Schüler bei der Problemlösung (vgl. Schmidkunz & Lindemann 2003). Die geschlossenen Aufgabenstellungen⁶³ mit anschließender Auswertung weisen die Experimente aus, wie sie in ähnlicher Form im IOW durchgeführt werden bzw. auch in der Schule nachgebaut werden können. Entsprechend des Leistungsstandes der Schüler kann bei der Auswertung der Experimente binnendifferenziert gearbeitet werden.

Den Experimenten und Modellen sind Bauanleitungen in der Lehrerhandreichung angefügt, so dass es sich anbietet, Modelle (siehe Experiment 7, Anhang A und B) oder aufwendigere Apparaturen (siehe Experiment 2 und 8, Anhang A und B) durch Arbeitsgruppen an der Schule bauen zu lassen, um so die Belange des Chemie- bzw. Biologieunterrichtes auch für andere Schülergruppen attraktiv werden zu lassen.

⁶²Offene Aufgabenstellungen sind mit einem geöffneten Schloss gekennzeichnet.

⁶³Geschlossene Aufgabenstellungen sind mit einem verriegelten Schloss gekennzeichnet.

6.3 Angebote des Maritimen Schülerlabors Ostsee (*MariSchool*) zum Modul 1: „CO₂ - und Me(e)hr“⁶⁴

Um meereskundliche Kontexte mit Hilfe der Materialien des Moduls 1 nicht nur im Unterricht darzubieten, sondern vor allem auch um Kontextorientierung im außerschulischen authentischen Rahmen vornehmen zu können, den Schulunterricht zu ergänzen, zu bereichern und damit Schülern der Region und überregional die Vorteile außerunterrichtlichen Lernens (vgl. Kap. 2.2.1 und 2.3) zuteilwerden zu lassen, wurden Projektstage zum Modul 1: „CO₂ - und Me(e)hr“ konzipiert. Diese wurden ab Juni 2010 angeboten und von Klassen und Kursen norddeutschlandweit angefragt.

Da im Schülerlabor wie auch im Unterricht Inhalte nur exemplarisch und ausgewählt behandelt werden können und zudem Angebote einen geschlossenen Rahmen vorweisen sollten, wurden aus den im Modul 1 zusammengetragenen Bausteinen, die als Ergänzung im Unterricht und zur Vorbereitung auf die Inhalte im Schülerlabor verwendet werden können, einzelne Aspekte herausgegriffen und zu fünf bzw. sieben Projekttagen zusammengefasst (vgl. Abb. 18).

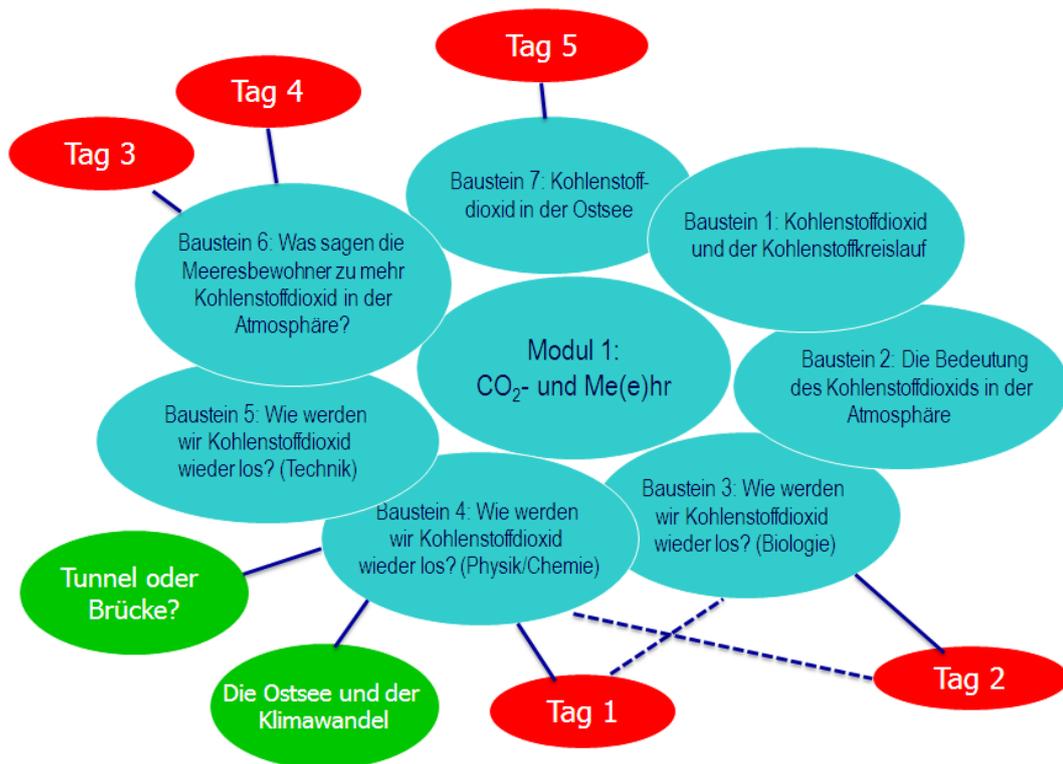


Abbildung 18: Inhalte des Moduls 1: „CO₂ – und Me(e)hr“ und die Angebotsstruktur im *MariSchool* zum ersten Modul

Legende: ● Materialien zur Ergänzung des Unterrichts, zur Vor- und Nachbereitung der Angebote des Schülerlabors, ● Angebote des *MariSchool* für die Sekundarstufe I, ● Angebote für die Sekundarstufe II

⁶⁴Die Materialien zu den einzelnen Projekttagen befinden sich im Anhang (C bis I).

Allen Projekttagen gemein ist die Orientierung an Kontexten und Problemen, die über die Darlegung einzelner Aspekte zum Kohlenstoffkreislauf (Baustein 1 und 2, vgl. Abb. 18) und die Vorstellung von Projekten im IOW geleistet wird. Strukturell sind die Tage so aufgebaut, dass Schüler zunächst mit wissenschaftlichen Problemen und Forschungsfragen vertraut gemacht werden, Möglichkeiten der wissenschaftlichen Erforschung bzw. Überprüfung darlegen bzw. erfahren, Experimente durchführen und ihre Ergebnisse kommunizieren.

Über den Kontakt mit Wissenschaftlern, durch den Besuch mehrerer Labore, durch Außenaktivitäten und die Möglichkeit, auch Irrwege beschreiten zu können, soll eine Lern- und Arbeitsatmosphäre geschaffen werden, die anregend und motivierend ist, aber dennoch die Schwierigkeiten und Anstrengungen, die bei der wissenschaftlichen Erforschung von Problemfragen auftreten können, nicht außer Acht lässt.

Im Zentrum des ersten und zweiten Projekttages für die Sekundarstufe II stehen die Bausteine drei und vier des Moduls „CO₂- und Me(e)hr“ (vgl. Abb. 18). Während sich der erste Tag im Zuge der Erhöhung des atmosphärischen Kohlenstoffdioxids mehr den chemisch-physikalischen Aspekten der Fixierung von Kohlenstoffdioxid im Ostseewasser widmet, um daran anschließend die biologischen Zusammenhänge zu erschließen, stehen im Mittelpunkt des zweiten Tages die biologischen Wechselbeziehungen zwischen Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid. Die Regenerierung und Fixierung von Kohlenstoffdioxid im Meer ist dabei ein wesentlicher Aspekt des Tages.

Die Projekttage drei und vier für die Sekundarstufe II gehen auf die Auswirkungen der erhöhten Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid im Ostseewasser auf Kalkschalentiere aufgrund höherer atmosphärischer Kohlenstoffdioxidkonzentrationen ein (Baustein 6). Wiederum orientiert sich der dritte Tag stärker an den Belangen des Chemieunterrichts, während der vierte Tag mehr auf biologische Aspekte eingeht. Sowohl bei den Tagen eins und zwei als auch bei den Tagen drei und vier werden fachliche Schwerpunkte gesetzt. Generell wird aber der interdisziplinäre Ansatz betont und verfolgt (vgl. Abb. 18).

Der Projekttag fünf beschäftigt sich mit der Analytik von Hydrogencarbonat-Ionen durch manuelle und coulometrische Titration (Baustein sieben) sowie der analytischen Bestimmung vom Gesamtkohlenstoff in einer Wasserprobe.

6.3.1 Formale Hinweise zu den Projekttagen

Die Projekttage zum Modul 1: „CO₂ – und Me(e)hr“ des Schülerlabors *MariSchool* richten sich allgemein an Schüler der Oberstufe Chemie und Biologie. An fünf unterschiedlichen

und voneinander unabhängigen Projekttagen zum Modul „CO₂ - und Me(e)hr“, in denen die Schüler sowohl inhaltlich als auch experimentell arbeiten, erwerben sie bzw. wenden abiturrelevante Kenntnisse (vgl. Kap. 6.3.2 ff) in den Bereichen der Chemie und Biologie an, die in direktem Bezug zur Forschung und zu gesellschaftlichen Fragestellungen stehen. Das bedeutet, dass die Schüler schulisches Wissen und alltagsrelevantes Wissen regenerieren, um forschungsrelevante Probleme zu bearbeiten, ihr eigenes Herangehen und ihre Problemlösestrategien mit denen der Wissenschaftler vergleichen und so einen Erfahrungszugewinn sowie einen stärkeren Bezug zur Wissenschaft erlangen (Wissenschaftspropädeutik). Übergeordnet besteht das Ziel, den Schülern berufliche Perspektiven im naturwissenschaftlichen, speziell im meereskundlichen Bereich darzulegen.

Da die Projekttage voneinander unabhängig sind, aber dennoch inhaltlich in engem Kontakt stehen, können Schülergruppen und Klassen die Tage einzeln oder aber auch kombiniert (Projekttag 1, 3 und 5 bzw. Projekttag 2 und 4) an zwei bzw. drei Tagen wahrnehmen. Es bietet sich also beispielsweise im Rahmen von mehrtägigen Exkursionen an, einen, zwei oder auch drei Tage im Schülerlabor zu verbringen.

Inhaltlich werden die Angebote auf die entsprechende Schülergruppe, auf das Vorwissen und auf den zeitlichen Umfang zugeschnitten, so dass auch besondere Anliegen wie beispielsweise die Betonung des Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspektes berücksichtigt werden können. Eine Absprache bezüglich des Vorwissens der Schüler bzw. der Schwerpunktsetzung erfolgt telefonisch. Allgemeine Hinweise zur Vorbereitung der Schüler im Unterricht und zum Material, das den Lehrern überlassen wird, werden ebenfalls gegeben.

Generell ist der Besuch des Schülerlabors einmal wöchentlich dienstags oder donnerstags in der Zeit zwischen 8.30 Uhr und 15.30 Uhr möglich und muss durch die entsprechende Lehrkraft durch Reservierung auf der Internetseite des Schülerlabors und danach per Anmeldeformular vorbereitet und bestätigt werden.⁶⁵

Da der Besuch des Schülerlabors im IOW teilweise die inhaltliche Vorbereitung der Experimente und einzelner Arbeitsblätter voraussetzt (Kap. 6.3.2 ff), sind die Materialien des Moduls, die zur Vor- bzw. Nachbereitung genutzt werden können, über die Seite des Schülerlabors bzw. über die Seite der Chemiedidaktik Rostock erhältlich. Die Materialien zu den einzelnen Tagen, in denen die Fragestellungen des Tages nochmals aufgegriffen, Experi-

⁶⁵ Einzelne Wochen des Jahres sind der Ausbildung von Studenten vorbehalten. Termine innerhalb dieser Zeit können über die Internetseite des Schülerlabors nicht reserviert werden. Termine im Schülerlabor können unter folgender Adresse eingesehen und reserviert werden:
<http://www.marischool.de/termine.html>, [Stand: 10.04.2012].

mente beschrieben, Informationstexte und Berufsmöglichkeiten dargelegt werden, erhalten die Schüler kostenfrei am jeweiligen Tag bzw. werden diese mit den entsprechenden Lösungen der Lehrkraft nach Bedarf zugeschickt, so dass mit einer konkreten Erwartung an den Besuch eine optimale Vorbereitung und Nachbereitung der Schüler möglich ist.

Zeitlich sind die Angebote auf sechs Zeitstunden inklusive der Pausen ausgelegt. Dass dieses Zeitfenster der Schülergruppe angepasst werden muss, ergibt sich aus den Persönlichkeitsmerkmalen der Schüler und aber auch aus gruppenspezifischen Prozessen. Der 45- oder der 90-Minutentakt des Unterrichts wird im Schülerlabor nicht eingehalten. Dies ist zum einen mit dem Umfang der Experimente zu rechtfertigen, zum anderen aber auch mit der Tatsache, dass das Durchdringen von Inhalten nicht durch Zeitvorgaben beschnitten werden sollte. Abhängig vom Arbeitsfortschritt der Schüler werden an strategisch günstigen Punkten des Tages Pausen eingelegt.

Beim Besuch stehen den Schülern ein Labor mit ca. 90 qm, ein Seminarraum mit ca. 40 qm, eine Ausstellung zu meereskundlichen Themen, mehrere Exponate, wissenschaftliches Gerät sowie diverse Chemikalien zur Verfügung. Neben Aktivitäten im Haus können die Schüler während des Tages auch Außenaktivitäten, wie die Wasserprobennahme am Neuen Strom oder das Muschelsammeln am Strand, wahrnehmen. Generell werden die Schüler angehalten sich sowohl beim Experimentieren als auch beim Auswerten in Kleingruppen zu organisieren, um soziale Kompetenzen zu fördern und den wissenschaftlichen Diskurs auszuweiten. Weiterhin wird zur Förderung der Soft Skills und zur stärkeren Anlehnung an die Wissenschaft auch die Präsentation von experimentellen Ergebnissen eingefordert.

Je nach Interessen- und Bedarfslage und vorheriger Abstimmung kann das Computerkabinett des Leibniz-Instituts zur Modellierung beispielsweise der Kohlenstoffdioxidgehalte oder zur Recherche genutzt werden.

Da die Schüler abiturrelevantes, komplexes Wissen während der Projektstage anwenden bzw. an diesem Tag erwerben, obliegt es der Lehrkraft die von den Schülern erbrachten Leistungen zu honorieren. Generell sollten alle Schüler Schreibmaterialien, einen Taschenrechner, ein Tafelwerk und ein Chemie-/ bzw. Biologiebuch mitbringen.

6.3.2 Projekttag 1: Wie viel CO₂ passt noch in die Ostsee?

Das Angebot dieses Projekttages, das sich thematisch mit dem sich verändernden Kohlenstoffkreislauf aufgrund sich erhöhender atmosphärischer Kohlenstoffdioxidgehalte am Beispiel der Ostsee beschäftigt, richtet sich vornehmlich an Schüler der Oberstufe im Fach

Chemie (Themengebiet: Säuren, Basen, Salze, Gleichgewichte). Die Schüler erarbeiten sich an diesem Tag die hydrografischen Besonderheiten, die Schichtungsverhältnisse (Thermokline/Halokline) und die Bedingungen (Salzgehalt, Temperatur, pH-Wert) der Ostsee, die Abhängigkeit der Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid bei unterschiedlichen Wasserbedingungen und die Fixierung von Kohlenstoffdioxid im Meer über chemisch-physikalische und biologische Prozesse.

Die Durchführung des Projekttages bedarf einer allgemeinen Vorbereitung der Schüler zum Thema Kohlenstoffdioxid. Dazu können die Materialien und Experimente der ersten beiden Themenbausteine des Moduls „CO₂ - und Me(e)hr“ genutzt werden. Damit die Schüler die Inhalte des Projekttages sinnstiftend einordnen und mit schon bestehenden Wissensstrukturen verknüpfen können, ist es notwendig, dass sie:

- allgemeine Grundkenntnisse zum ‚Klimawandel‘ haben,
- pH-Werte einordnen und pH-Wertveränderungen deuten können,
- chemische Reaktionsgleichungen lesen und aufstellen können,
- Säuren und Basen in Reaktionen benennen können und deren Bedeutung kennen,
- die Farbveränderungen von Indikatoren erklären und interpretieren können,
- die Grundlagen des chemischen Gleichgewichts erklären können,
- die Beeinflussung chemischer Gleichgewichte auf der Grundlage des Prinzips von Le Chatelier und Braun erklären können,
- in Excel Tabellen erstellen und das Programm bedienen können.

Inhaltlich knüpft der Projekttag an die Arbeit der Projekte *Baltic-C*⁶⁶ und *Finmaid*⁶⁷ an, in denen mit Hilfe von Daten zur Kohlenstoffdioxid- und Sauerstoffverteilung im Oberflächenwasser der Ostsee Kreisläufe des organischen Kohlenstoffs und des Kohlenstoffdioxids beschrieben und modelliert werden. Ziel der Projekte ist es, Folgen des vorhergesagten Klimawandels für die Ostsee und die Anrainerstaaten abzuschätzen.

Aufgrund der Tatsache, dass sich die Bedingungen in der Ostsee (Salzgehalte, Temperaturen, pH-Wert) zukünftig ändern werden (vgl. Kap. 6.2), stellt sich die Frage, wie sich der Kohlenstoffdioxidfluss zwischen Atmosphäre und Hydrosphäre verändern wird, wie sich die Kohlenstoffdioxidspeicherkapazität der Ostsee verändert und welche Folgen dieses für das

⁶⁶ <http://www.baltex-research.eu/baltic-c/>, [Stand: 28.06.2012]

⁶⁷ <http://www.io-warnemuende.de/Finmaid.html>, [Stand: 28.06.2012]

Ökosystem Ostsee hat. Diese Fragen, die durch Wissenschaftler aus dem Haus in einem Einführungsvortrag motiviert werden, sind Ausgangspunkt des Tages.

Um zunächst die gegebenen Bedingungen Temperatur, Salzgehalt und pH-Wert in der Ostsee festzustellen und sich die hydrografischen Besonderheiten zu erarbeiten, werden Wasserproben am Neuen Strom in Warnemünde genommen, diese werden untersucht und die Ergebnisse im Anschluss vorgestellt. Zusätzlich dazu werden Modelle genutzt, um die praktischen Untersuchungen zur Hydrografie interpretieren zu können. Hierbei erarbeiten sich die Schüler Grundlagen zur Halokline⁶⁸, zur Thermokline⁶⁹ und zum stofflichen Austausch zwischen den Wasserschichten, der durch die Schichtungen eingeschränkt ist.

Um den Spannungsbogen vom Beginn des Tages wieder aufzunehmen, werden den Schülern bei einer anschließenden Führung durch einzelne Labore die Arbeitsfelder und wissenschaftlichen Fragestellungen der Chemiker und Biologen vorgestellt. Motiviert durch die Präsentation und durch Alltagserfahrungen zum Thema CO₂ stellen die Schüler Vermutungen auf, wie sich die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid im Oberflächenwasser der Ostsee bei höheren Temperaturen und geringerem Salzgehalt, der für die Zukunft vorhergesagt wird, verändert. Ihre Vermutungen können die Schüler experimentell verifizieren bzw. falsifizieren. Auch der zusätzliche Einfluss der Versauerung der Ostsee auf die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid durch die höheren atmosphärischen Kohlenstoffdioxidgehalte wird im Anschluss untersucht. Daran anschließend werden die experimentellen Ergebnisse präsentiert, diskutiert und mit realen Forschungsergebnisse in Beziehung gesetzt, die kaum Veränderungen der Speicherkapazität prognostizieren, da durch den geringer werdenden Salzgehalt mehr und durch höhere Temperaturen weniger Kohlenstoffdioxid in der Ostsee gelöst wird.

Die Annahme der Schüler, dass der Kohlenstoffdioxidgehalt aufgrund der Löslichkeit des Gases im Oberflächenwasser und der beständigen Schichtungsverhältnisse (Halokline/Thermokline) im Oberflächenwasser der Ostsee am größten ist, wird mit der Betrachtung realer Kohlenstoffdioxidgehalte in der Ostsee verglichen. Hierbei stellen die

⁶⁸ Die Halokline ist die Schichtgrenze zwischen unterschiedlich salzhaltigem Wasser. Die Schichtgrenze bildet sich in der Ostsee aufgrund der unterschiedlichen Dichte des zuströmenden salzhaltigen Nordseewassers und des Brackwassers in der Ostsee aus und behindert Diffusionsprozesse und entsprechend auch den Gasaustausch zwischen diesen Schichten. Die Versorgung der Tiefengebiete der Ostsee mit Sauerstoff erfolgt hauptsächlich über den Einstrom sauerstoffreichen Nordseewassers (vgl. Gerlach 1994, S. 145 ff).

⁶⁹ Die Thermokline ist die Schichtgrenze zwischen unterschiedlich temperierten Wasserschichten. Die Schichtgrenze bildet sich durch Sonneneinstrahlung aus. In den Wintermonaten werden entsprechend Diffusionsprozesse und der Gasaustausch nur durch die Halokline behindert (vgl. Gerlach 1994, S. 145 ff).

Schüler fest, dass entgegen ihrer Annahme der Kohlenstoffdioxidgehalt der Ostsee unterhalb der Thermokline, unterhalb von 50 Metern, sprunghaft ansteigt. Um das geistige Gleichgewicht der Schüler wiederherzustellen, werden die Schüler aufgefordert biologische Prozesse bei der Verteilung von Kohlenstoffdioxid im Wasserkörper einzubeziehen. Zusammenfassend werden chemische, physikalische und biologische Veränderungen bedingt durch veränderte Kohlenstoffdioxidflüsse angesprochen.

Optional und je nach vorheriger Absprache können die Schüler im Anschluss mathematische Modelle⁷⁰ nutzen, um den Kohlenstoffdioxidgehalt in verschiedenen Tiefen der Ostsee bei verschiedenen pH-Werten, Temperaturen und Salzgehalten in der Ostsee zu simulieren.

Zusammengefasst erarbeiten sich die Schüler an diesem Tag:

- Grundlagen zum Kohlenstoffkreislauf und zur Bedeutung der Meere für die Speicherung von Kohlenstoffdioxid,
- die hydrografischen Besonderheiten (halokline und thermokline Schichtung) der Ostsee und der Meere und können diese auf Schichtungen im Alltag übertragen,
- den Einfluss des Drucks, der Temperatur, des Salzgehaltes und des pH-Wertes auf die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid,
- Erkenntnisse zum Transport von Kohlenstoffdioxid in tiefere Wasserschichten über chemische, physikalische und biologische Prozesse.

Dabei wenden sie Wissen:

- zum chemischen Gleichgewicht und zum Prinzip von Le Chatelier und Braun an, indem sie die Beeinflussung des pH-Wertes durch die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser erläutern bzw. Gleichgewichtsverschiebungen durch veränderte Druck- und Temperaturverhältnisse erklären können,
- zur Beeinflussung von Indikatoren bei Zugabe von Säuren oder Basen an, indem sie Farbverschiebungen bei chemischen Reaktionen deuten.

Übergeordnete Kompetenzen wie das Beschreiben und die Interpretation von Diagrammen bzw. auch die Präsentationskompetenz werden ebenfalls an diesem Tag geschult.

⁷⁰ Lewis, E., and D. W. R. Wallace. 1998. Program Developed for CO₂ System Calculations. ORNL/CDIAC-105. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tennessee.

Da der Tag einen inhaltlichen Rahmen und damit einen Spannungsbogen hat, der am Ende des Tages geschlossen wird, ist die konkrete Nachbereitung der Inhalte nicht vorgesehen. Um diesen Tag aber in den Unterricht einzubetten und damit maximalen Nutzen aus dem Tag zu ziehen (vgl. Kap. 2.3.4), bedarf es der weiterführenden Einbettung des Kontextes Ostsee in den Unterrichtsalltag. Weiterführende Inhalte sollten am Kontext der Ostsee umgesetzt werden. Dazu finden sich Experimente und Arbeitsblätter in den Materialien des ersten Moduls. Zusammenfassend sind die Phasen, Inhalte, Tätigkeiten der Beteiligten, Arbeitsformen, die Orte und die Medien, die an diesem Tag verwendet werden oder verwendet werden können, in der folgenden Tabelle⁷¹ zusammengestellt.

⁷¹ Verwendete Abkürzungen: VW (Vortrag Wissenschaftler), SV (Schülervortrag), WSG (Wissenschaftler/Betreuer-Schüler-Gespräch), DE (Demonstrationsexperiment), KGA (Arbeit in der Kleingruppe, Austausch zwischen den Schülern) Hinweis: Die Kleingruppenarbeit beinhaltet auch immer Phasen der Einzelarbeit. Diese sind innerhalb der Übersichtstabelle nicht separat mit aufgeführt.

Phase	Inhalt	Tätigkeiten der Beteiligten	Arbeitsform	Medien	Ort
Begrü- ßung/ Einfüh- rung	Vorstellung IOW und Arbeitsbereiche Konkretisierung der Arbeitsbereiche, die mit der Analyse von Kohlenstoffdi- oxid zu tun haben	Wissenschaftler/Betreuer spricht, demonstriert, erfragt eventuell Bekanntes zum IOW von den Schülern.	VW, WSG	Beamer, Laptop, Whiteboard	Seminar- raum
Prob- lemfin- dung	Darlegung der Erkenntnisse zur Ostsee allgemein Darlegung der Grundlagen zum Koh- lenstoffkreislauf Diskussion des Problems des steigen- den Kohlenstoffdioxidgehaltes in der Atmosphäre und dessen Auswirkungen	Wissenschaftler/Betreuer gibt Impulse. Führt Demonstra- tionsexperiment vor. Schüler reaktivieren Wissen zur Ostsee, zum Kohlen- stoffkreislauf und formulieren Problemfragen Beispielsweise: 1. „Wie verändert sich die CO ₂ -Speicherkapazität der Hydrosphäre, wenn sich die Wasserbedingungen verän- dern?“ 2. „Welche Auswirkungen haben veränderte Wasserbe- dingungen auf das Leben in der Ostsee?“	WSG	Beamer, Laptop, Whiteboard, DE, Expo- nate	Seminar- raum
Erarbei- tungs- phase I	Konkretisierung des Wissens zur Ost- see, Erfassung der Hydrografie, der Temperaturen, der Salzgehalte, der pH-Werte und der Schichtungsverhält- nisse (Halokline/Thermokline) in der Ostsee	Schüler ordnen sich einer Schülergruppe zu Schülergruppe 1 nimmt Wasserproben am Neuen Strom und untersucht diese hinsichtlich des Salzgehaltes, der Temperatur und des pH-Wertes. Schülergruppe 2 erarbeitet sich die Schichtungsverhält- nisse und Salzgehalte der Ostsee am Modell. Anschließend tauschen sich die Gruppen bezüglich ihrer Ergebnisse aus.	Wasserpro- bennahme, KGA Modellexpe- rimente, KGA SV, WSG	Wasser- schöpfer, Eimer, Pro- benflaschen, Salz- und pH- Messgerät Ostseemo- dell, Salz- und pH- Messgerät	Neuer Strom Warnemü- nde Labor Seminar- raum

Phase	Inhalt	Tätigkeiten der Beteiligten	Arbeitsform	Medien	Ort
Wieder- auf- nahme der Prob- lemstel- lung und Hypo- thesen- bildung	Rundgang durch das IOW und ein La- bor Darlegung der Arbeitsfelder und des Arbeitsalltages von Wissenschaftlern Wiederaufnahme des Problems und Hypothesenbildung Möglichkeiten der Überprüfung werden angeführt.	Wissenschaftler/Betreuer führen durch das Haus und ein Labor, stellen Exponate und Forschungsergebnisse zu den sich verändernden Bedingungen vor. Belegen Ver- änderungen des Ostseewassers mit Zahlen. Schüler formulieren Hypothesen zur Frage, wie sich die Kohlenstoffdioxid-speicherkapazität der Hydrosphäre verändert, wenn sich die Wasserbedingungen (Tempera- tur, Salzgehalt, pH-Wert) verändern. Beispielsweise: „Wenn sich die Temperatur des Wassers erhöht, sinkt die Speicherkapazität der Hydrosphäre.“ „Wenn sich der Salzgehalt verringert, steigt die Speicherkapazität der Hydrosphäre.“ „Wenn der pH-Wert sinkt, sinkt auch die Speicherkapazität der Hydrosphäre.“ Gegebenenfalls führen Schüler Möglichkeiten der Über- prüfung an.	VW WSG SV	Wissen- schaftliches Gerät, Expo- nate Whiteboard	CO ₂ - Labor, Ausstel- lung im IOW, Seminar- raum,
Erarbei- tung II	Organisation in der Kleingruppe Erarbeitung von Grundlagen und Durchführen von Experimenten	Die Schüler lesen, organisieren sich in ihrer Kleingruppe. Sie belesen sich zu Speicherung des Kohlenstoffdioxids in der Hydrosphäre. Sie führen Experimente durch und werten diese in der Gruppe aus. Wissenschaftler/Betreuer geben Hilfestellung, beantwor- ten Fragen.	KGA WSG	diverse Gerä- te und Che- mikalien	Seminar- raum, Labor, gegebe- nenfalls Exponate
Ergeb- nis- sicher- ung	Darlegung der Ergebnisse und Ver- gleich mit anderen Gruppen Thematisierung von wissenschaftlichen Arbeitsmethoden, Umgang mit Fehlern, etc. Vergleich der Ergebnisse mit den ein- gangs formulierten Hypothesen	Die Schüler präsentieren ihre Ergebnisse und verglei- chen diese mit den Ergebnissen anderer Gruppen. Anhand des Vergleichs lassen sich Rückschlüsse auf die Methoden und die experimentellen Fehler ziehen. Die Schüler vergleichen ihre Ergebnisse mit den Hypo- thesen und beantworten die eingangs gestellte(n) Fra- ge(n).	SV, WSG	Whiteboard, Beamer, Laptop	Seminar- raum

Phase	Inhalt	Tätigkeiten der Beteiligten	Arbeitsform	Medien	Ort
Vertiefung I	Aufgreifen der Ergebnisse und Darlegung des Gesamtzusammenhangs	Der Wissenschaftler/Betreuer gibt nochmals Hinweise zum realen Experiment und zu realen Ergebnissen.	VW WSG	Beamer, Laptop, Whiteboard	Seminarraum
	Rückbezug auf Schichtungsverhältnisse und die Konzentration von Kohlenstoffdioxid in der Hydrosphäre	Schüler präsentieren ihre Vorstellungen zur Konzentration von Kohlenstoffdioxid in der Hydrosphäre unter Einbeziehung des Wissens zur Schichtung (Halokline/Thermokline) in der Ostsee.	SV WSG		
	Darlegung der realen Konzentrationen und Diskussion dieser Verteilung unter Einbezug von biologischen Vorgängen (Fotosynthese, Atmung, etc).	Diese Vorstellungen werden mit realen Gehalten verglichen und biologische Prozesse, die zu der realen Verteilung führen, diskutiert.	WSG VW		
Vertiefung II/Verabschiedung	Simulation von Kohlenstoffdioxidgehalte in der Hydrosphäre bei unterschiedlichen Wasserbedingungen	Schüler simulieren Kohlenstoffgehalte, indem sie die Parameter Salzgehalt, Temperatur, pH-Wert verändern.	KGA	Computer, Programm „CO ₂ -sys“	Computerpool
	Kurze Auswertung, Verabschiedung der Schüler	Schüler evaluieren den Tag. Wissenschaftler/Betreuer verabschiedet die Schüler.	WSG		

Tabelle 3: Übersicht für den Tag 1 (Sekundarstufe II)

6.3.3 Projekttag 2: O₂ oder CO₂ – Ist das hier die Frage?

Das Angebot dieses Projekttag, das sich thematisch wie auch Projekttag 1 mit dem sich verändernden Kohlenstoffkreislauf am Beispiel der Ostsee beschäftigt, richtet sich vornehmlich an Schüler der Oberstufe im Fach Biologie (Themengebiet: Ökologie), da besonders biologische Aspekte der Veränderungen thematisiert werden.

Die Schüler beschäftigen sich an diesem Tag inhaltlich mit dem Kohlenstoffkreislauf im Ökosystem Ostsee, mit der Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid bei unterschiedlichen Wasserbedingungen sowie der Kohlenstoffdioxid- und Sauerstoffverteilung im Wasserkörper der Ostsee aufgrund von chemisch-physikalischen, aber vor allem biologischen Zusammenhängen. Der Schwerpunkt des Tages liegt dabei auf der Fixierung und Mineralisierung von Kohlenstoffdioxid im Oberflächenwasser und dem Export von Kohlenstoffdioxid aus dem Oberflächenwasser in tiefere Wasserschichten über die „biologische Pumpe“⁷².

Die Durchführung des Projekttag bedarf wie auch Projekttag 1 einer allgemeinen Vorbereitung der Schüler zum Thema Kohlenstoffdioxid. Dazu können die Materialien und Experimente der ersten beiden Themenbausteine des Moduls „CO₂ - und Me(e)hr“ genutzt werden.

Damit Schüler die Inhalte des Projekttag sinnstiftend einordnen und mit schon bestehenden Wissensstrukturen verknüpfen können, ist es notwendig, dass sie:

- allgemeine Grundkenntnisse zum ‚Klimawandel‘ haben,
- die Bedeutung und die Herleitung des pH-Wertes kennen,
- einfache Reaktionsgleichungen aufstellen können,
- den Einfluss der abiotischen Umweltfaktoren Licht, Temperatur, Salzgehalt und pH-Wert auf Lebewesen kennen,
- vereinfacht die Vorgänge bei der Fotosynthese erläutern können,
- mit den Begriffen Produzent, Konsument und Destruent operieren können,
- in Excel Tabellen erstellen und das Programm bedienen können.

Inhaltlich knüpft der Tag wie auch der erste Projekttag an die Arbeiten der beiden Projekte *Baltic-C* und *Finnmaid* an. Wie auch beim Projekttag 1 motivieren Wissenschaftler des Hauses aufgrund des vorhergesagten Klimawandels und den sich verändernden atmo-

⁷² Die „biologische Pumpe“ bezeichnet: „im Meer die Verlagerung von Kohlenstoffdioxid (...) und von Nährstoffen aus dem oberflächennahen in tiefere Schichten. Über Photosynthese werden diese Stoffe in organischer Substanz gebunden (...), gelangen als organische Partikel in tiefere Bereiche und werden dort zersetzt.“ (Schaefer 2012, S. 39)

sphärischen und hydrosphärischen Bedingungen Schüler dazu, die Schlüsselfragen, die auch in den Projekten *Baltic-C* und *Finnmaid* untersucht werden, zu formulieren.

Wie auch am Projekttag 1 werden zunächst die hydrografischen Besonderheiten der Ostsee herausgearbeitet, indem Wasserproben genommen, diese hinsichtlich der Salzgehalte, der Temperaturen und der pH-Werte untersucht und die Ergebnisse unter Zuhilfenahme von Modellexperimenten interpretiert werden. Während aber der Fokus beim Projekttag 1 auf chemisch-physikalischen Aspekten der Schichtung des Ostseewassers (Thermokline/Halokline) liegt, wird der Fokus der Auswertung der Proben und hydrografischer Modellexperimente an diesem Tag auf die Sauerstoff- und Kohlenstoffdioxidverhältnisse in der Ostsee gelenkt.

Motiviert durch eine Führung durch einzelne Labore und die Vorstellung von einzelnen Arbeitsfeldern und -bereichen wird der Spannungsbogen vom Anfang des Tages wieder aufgenommen. Mit Hilfe von Alltagserfahrungen zum Thema CO₂ stellen die Schüler Vermutungen auf, wie sich die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid im Oberflächenwasser der Ostsee bei höheren Temperaturen und geringerem Salzgehalt verändert und verifizieren bzw. falsifizieren diese im Anschluss experimentell. Der Einfluss der Versauerung auf die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid bleibt im Gegensatz zu Projekttag 1 an diesem Tag unbeachtet, um biologischen Aspekten durch den veränderten Kohlenstoffkreislauf mehr Raum zu geben und dem Vorwissen der Schüler gerecht zu werden.

Nach der Präsentation, Diskussion und dem Vergleich experimenteller Werte mit realen Forschungsergebnissen werden Auswirkungen des veränderten Kohlenstoffkreislaufs diskutiert.

Optional und je nach vorheriger Absprache können die Schüler wie am Projekttag 1 im Anschluss mathematische Modelle nutzen, um den Kohlenstoffdioxidgehalt in verschiedenen Tiefen, bei verschiedenen Temperaturen und Salzgehalten in der Ostsee zu simulieren. Um den Inhalten dieses Tages vollends gerecht zu werden, sollten mathematische Modelle genutzt werden, die neben dem Kohlenstoffdioxidgehalt auch die Primärproduktion und die Sauerstoffverteilung einbeziehen. Da diese Modelle aber in ihrer Handhabung sehr unübersichtlich sind, würde die Nutzung den Rahmen des Tages übersteigen.⁷³ Auf-

⁷³ Weitere Projektstage, in denen speziell die Simulation bzw. die Modellierung im Vordergrund stehen, sind in Planung.

grund dieser Tatsache wird das mathematische Modell⁷⁴ verwendet, das auch schon am Projekttag 1 genutzt wird.

Zusammengefasst erarbeiten sich die Schüler an diesem Tag:

- Grundlagen zum Kohlenstoffkreislauf und zur Bedeutung der Meere für die Speicherung von Kohlenstoffdioxid,
- die halokline und thermokline Schichtung der Ostsee unter dem Aspekt der Sauerstoff- und Kohlenstoffdioxidverteilung,
- Unterschiede zwischen den Ökosystemen Ostsee und See/Teich,
- die Bedeutung von Salzwassereinbrüchen für die Belüftung der Tiefenbecken der Ostsee,
- den Zusammenhang zwischen der Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid im Wasser und den sich verändernden Bedingungen Temperatur und Salzgehalt,
- Transportprozesse von Kohlenstoffdioxid in tiefere Wasserschichten über die biologische Pumpe,
- die Beeinflussung der Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid im Oberflächenwasser durch die biologische Pumpe,
- ökologische Veränderungen durch einen sich verändernden Kohlenstoffkreislauf und veränderte Bedingungen in der Ostsee.

Dabei wenden sie Wissen:

- zur biologischen Fixierung und Mineralisierung von Kohlenstoffdioxid im Oberflächenwasser an,
- zur Ökologie des Sees/Teiches an, insofern Wissen dazu vorhanden ist,
- zum Einfluss sich verändernder Bedingungen (Salzgehalt, Temperatur) auf Lebensgemeinschaften und Organismen an.

Übergeordnete Kompetenzen wie das Beschreiben und die Interpretation von Diagrammen bzw. auch die Präsentationskompetenz werden ebenfalls an diesem Tag geschult.

Da der Tag einen inhaltlichen Rahmen und damit einen Spannungsbogen hat, der am Ende des Tages geschlossen wird, ist die konkrete Nachbereitung der Inhalte nicht vorge-

⁷⁴ Lewis, E. and D. W. R. Wallace.1998. Program Developed for CO₂ System Calculations. ORNL/CDIAC-105. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tennessee.

sehen. Um diesen Tag in den Unterricht einzubetten und damit maximalen Nutzen aus diesem Tag zu ziehen (vgl. Kap. 2.3.4), bedarf es der weiterführenden Einbettung des Kontextes Ostsee in den Unterrichtsalltag. Weiterführende Inhalte sollten am Kontext der Ostsee umgesetzt werden. Dazu finden sich Experimente und Arbeitsblätter in den Materialien des ersten Moduls.

Da die Phasen, Tätigkeiten, Arbeitsformen, Orte und größtenteils auch die Medien an diesem Tag ähnlich denen des vorherigen Tages sind, wird darauf verzichtet eine Übersicht zu diesem Tag zu erstellen. Inhaltlich unterscheidet sich der zweite Tag vom ersten Tag dadurch, dass schon in der Einführung stärker biologische Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs thematisiert werden, dass der Zusammenhang zwischen Kohlenstoffdioxid und Sauerstoff thematisiert wird und dazu beispielsweise Auswertungsfragen der Experimente, Diagramme oder Abbildungen abweichen (vgl. Anhang C und D).

6.3.4 Projekttag 3: Ein Problem löst sich? - Der Einfluss von Kohlenstoffdioxid auf Kalkschalentiere

Das Angebot dieses Projekttages, das thematisch auf die Inhalte des ersten Projekttages aufbaut, aber auch separat durchgeführt werden kann, richtet sich vornehmlich an Schüler der Oberstufe im Fach Chemie (Themengebiet: Massenwirkungsgesetz, Säure-Base-Gleichgewichte, Puffer, komplexometrische Titration). Es beschäftigt sich thematisch mit den Auswirkungen höherer Kohlenstoffdioxidgehalte im Ostseewasser auf Kalkschalenorganismen. Entsprechend werden dazu die Kalkbildung und das Löslichkeitsgleichgewicht von Calciumcarbonat in Wasser bei Anwesenheit von Kohlenstoffdioxid thematisiert.

Die Durchführung des Projekttages bedarf einer allgemeinen Vorbereitung der Schüler zum Thema Kohlenstoffdioxid und zu den Bedingungen der Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser. Dazu sollten die Materialien und Experimente der ersten vier Themenbausteine des Moduls „CO₂ - und Me(e)hr“ genutzt werden.

Damit Schüler die Inhalte des Projekttages sinnstiftend einordnen und mit schon bestehenden Wissensstrukturen verknüpfen können, ist es notwendig, dass sie:

- allgemeine Grundkenntnisse zum ‚Klimawandel‘ haben,
- chemische Reaktionsgleichungen lesen und aufstellen können,
- mit dem pH-Wert operieren können und seine Bedeutung und Herleitung kennen,
- das Massenwirkungsgesetz für chemische Reaktionen aufstellen und die Beeinflussung von chemischen Gleichgewichten durch Konzentrations-, Temperatur-,

oder Druckänderung erläutern (Le Chatelier/Braun) können (Baustein 3 und 4 im Modul 1),

- die Grundlagen zur Energetik chemischer Reaktionen kennen,
- das Löslichkeitsprodukt und die Löslichkeit schwerlöslicher Salze erläutern können,
- Säure-Base-Titrationen durchführen und auswerten können.

Der Tag knüpft inhaltlich an das Forschungsprojekt *Bioacid* an, in dem die Auswirkungen höherer atmosphärischer Kohlenstoffdioxidgehalte auf die Bildung und Existenz von unterschiedlichen Kalkschalenorganismen untersucht wird. Darauf aufbauend wird der Frage nachgegangen, welche Anpassungsmechanismen Organismen der Versauerung entgegenbringen bzw. wie sich marine Ökosysteme insgesamt im Zuge der Versauerung verändern werden.

Abhängig davon, ob Schüler schon den Projekttag 1 wahrgenommen haben, beginnt der Projekttag 3 mit einer mehr bzw. weniger ausführlichen Einführung eines Wissenschaftlers, der Grundlagen zum Kohlenstoffkreislauf darlegt und die sich durch die erhöhten Kohlenstoffdioxidgehalte abzeichnenden Probleme anreißt.

Zunächst wird das Problem der vorhergesagten Ozeanversauerung anhand von zwei Experimenten von den Schülern untersucht. Dabei wird die Ozeanversauerung exemplarisch anhand von unterschiedlich stark kohlenstoffdioxidhaltigem Wasser nachgestellt und der Einfluss des pH-Wertes auf die Versauerung geprüft. Es kann inhaltlich von den Schülern herausgestellt werden, dass der Gehalt des gelösten Kohlenstoffdioxids den pH-Wert beeinflusst und dass Kohlenstoffdioxidgehalte im Wasser und die pH-Wertabnahme nicht in einem linearen Zusammenhang stehen. Dass die Versauerung nicht nur vom atmosphärischen bzw. im Wasser gelösten Kohlenstoffdioxid abhängig ist, sondern in Beziehung zum natürlichen Hydrogencarbonat-Puffer des Meeres steht, wird im darauf folgenden Experiment demonstriert und von den Schülern herausgestellt. Anhand der Titrationsschritte, die benötigt werden, um destilliertes Wasser und Ostseewasser bzw. Mineralwasser auf einen pH-Wert von 2,4 zu bringen, bzw. anhand der entstehenden Titrationskurven kann die Bedeutung der im Wasser enthaltenen Hydrogencarbonat-Ionen abgeschätzt werden.

Nachdem Alltagserfahrungen zur Kalkbildung und -zersetzung reaktiviert wurden, wird der Zusammenhang zwischen den Hydrogencarbonat-Ionen im Meerwasser und dem Löslichkeitsgleichgewicht von Kalk im Wasser dargelegt. Dieses ist Grundvoraussetzung, um

später die Beeinflussung der Kalkzersetzung durch Säuren im Experiment interpretieren zu können.

Um das Problem der Ozeanversauerung am Beispiel der Ostsee zu thematisieren, suchen die Schüler Muscheln im Spülsaum der Ostsee. Diese werden dann zunächst mit Kalkschalenproben des IOW verglichen, Aufbau und Struktur der Schalen werden von einem Wissenschaftler erläutert. Im Anschluss erfolgt die Untersuchung des konkreten Einflusses von Säuren auf einzelne Muscheln.

Alternativ zum Sammeln und Bestimmen von Muscheln am Strand kann von einigen Schülern die Calcium-Ionen-Konzentration im Wasser in Abhängigkeit vom Kohlenstoffdioxidgehalt bestimmt werden. Die Thematik der Komplexometrie ist zwar nicht mehr Inhalt des Curriculums, für interessierte Schüler wird sie dennoch an dieser Stelle mit angeboten, um Persönlichkeitsmerkmalen einzelner Schüler gerecht zu werden und binnendifferenziert Angebote bereitzuhalten.

Die Vielzahl der unterschiedlichen Muschelproben, die die Schüler sammeln bzw. die ihnen zur Verfügung gestellt wird, erlaubt es nicht, dass alle Proben von den einzelnen Kleingruppen untersucht werden können. Die Schüler müssen also strategisch so experimentieren und untersuchen, dass Sie die Pufferwirkung bzw. Sensitivität der Proben untereinander vergleichen und Aussagen über die Auswirkungen der Versauerung treffen können.

Der Tag wird abgerundet mit dem Aufgreifen der anfänglichen Fragestellung, der Vorstellung der Ergebnisse des letzten Experimentes und dem Austausch mit einem Wissenschaftler. Optional und abhängig von der Zeit können im Anschluss Labore besucht und einzelne Wissenschaftler interviewt werden.

Zusammengefasst erarbeiten sich die Schüler an diesem Tag:

- den Zusammenhang zwischen der Kalkbildung und -zersetzung in der Natur und im Alltag,
- energetische Zusammenhänge bei der Kalkbildung,
- die Wirkungsweise von Puffersystemen,
- strategisches Vorgehen beim Experimentieren und Untersuchen,
- die Pufferwirkung unterschiedlicher Kalkschalenbildner. Daraus lassen sich Rückschlüsse auf die Auswirkungen der Versauerung ziehen.
- (Zusammenhänge der komplexometrischen Titration, um die Calcium-Ionen-Konzentration im Wasser zu bestimmen.)

Dabei wenden sie Wissen:

- zum chemischen Gleichgewicht und zum Prinzip von Le Chatelier und Braun an, indem sie die Beeinflussung des pH-Wertes durch die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser erläutern bzw. Gleichgewichtsverschiebungen durch veränderte Druckverhältnisse erklären können,
- zum chemischen Gleichgewicht an, indem sie die Beeinflussung des Gleichgewichts der Kalkbildung durch Konzentrationsveränderung der beteiligten Stoffe erläutern,
- zur Löslichkeit schwerlöslicher Salze an,
- zur Beeinflussung von Indikatoren bei Zugabe von Säuren oder Basen an, indem sie Farbverschiebungen bei chemischen Reaktionen deuten.

Übergeordnete Kompetenzen wie das Beschreiben und die Interpretation von Diagrammen bzw. auch die Präsentationskompetenz werden ebenfalls an diesem Tag geschult.

Da der Tag einen inhaltlichen Rahmen und damit einen Spannungsbogen hat, der am Ende des Tages geschlossen wird, ist die konkrete Nachbereitung der Inhalte nicht vorgesehen. Um diesen Tag in den Unterricht einzubetten und damit maximalen Nutzen aus diesem Tag zu ziehen (vgl. Kap. 2.3.4), bedarf es der anschließenden Einbettung des Kontextes Ostsee in den Unterrichtsalltag. Weiterführende Inhalte sollten am Kontext der Ostsee umgesetzt werden. Dazu finden sich Experimente und Arbeitsblätter in den Materialien des ersten Moduls.

Die Phasen, Inhalte, Tätigkeiten, Arbeitsformen, Orte und Medien des Projekttag sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Phase	Inhalt	Tätigkeiten der Beteiligten	Arbeitsform	Medien	Ort
Begrü- ßung/ Einfüh- rung	Vorstellung IOW und Arbeitsbereiche ⁷⁵ Konkretisierung der Arbeitsbereiche, die mit Kohlenstoffdioxid und den Auswirkungen höherer Kohlenstoffdioxidgehalte zu tun haben.	Wissenschaftler/Betreuer spricht, demonstriert, erfragt eventuell Bekanntes zum IOW von den Schülern.	VW, WSG	Beamer, Laptop, Whiteboard	Semi- narrum
Prob- lemfin- dung I	Thematisierung der Ozeanversauerung und möglicher Ursachen Aufnahme einer Mindmap (Aufnahme von Hypothesen)	Wissenschaftler/Betreuer gibt Impulse, nutzt Radio- beitrag zur Thematisierung der Ozeanversauerung und möglicher Ursachen. Schüler reaktivieren Wissen zur Versauerung.	WSG	Beamer, White- board, Ra- diobeitrag	Semi- narrum
Erarbei- tungs- phase I	Untersuchung der Ursachen der Ozeanver- sauerung: Experimentelle Erarbeitung des Zusammenhangs zwischen den steigenden Kohlenstoffdioxidgehalten in der Atmosphäre und der Ozeanversauerung sowie der Abhän- gigkeit der Löslichkeit des CO ₂ vom pH-Wert ⁷⁶	Schüler überprüfen mit Hilfe eines Experimentes den Zusammenhang zwischen steigenden Kohlen- stoffdioxidgehalten und der pH-Werterniedrigung. Weiterhin wird die Löslichkeit des Gases in Abhän- gigkeit vom pH-Wert an sich untersucht. Wissenschaftler/Betreuer unterstützt und beantwor- tet Fragen.	KGA WSG	Diverse Chemika- lien und Geräte,	Labor
Ergeb- nissich- erung I	Präsentation der Ergebnisse des Experimen- tes Erkenntnisse der Experimente werden um Grundlagen zum Kohlenstoffkreislauf erwei- tert bzw. in einen größeren Zusammenhang gebracht und mit Zahlen hinterlegt.	Schüler präsentieren ihre Ergebnisse und belegen oder falsifizieren zuvor aufgestellte Hypothesen der Mindmap. Betreuer ergänzt die Ergebnisse, indem er Grund- zusammenhänge des Kohlenstoffkreislaufs erweitert und erläutert. Er gibt Impulse, Schüler reaktivieren Wissen.	SV WSG VW, WSG	Whiteboard Laptop, Beamer, Exponate, DE	Semi- narrum

⁷⁵ Je nachdem, ob Schüler Projekttag 1 schon wahrgenommen haben oder nicht, wird diese Phase mehr oder weniger stark ausgeführt.

⁷⁶ Das Experiment zur Demonstration der Abhängigkeit der Löslichkeit des Kohlenstoffdioxids von dem pH-Wert wird am Projekttag 4 nicht durchgeführt, um den biologischen Zusammenhängen an diesem Tag mehr Raum zu geben und zudem dem Vorwissen der Schüler stärker gerecht zu werden.

Phase	Inhalt	Tätigkeiten der Beteiligten	Arbeitsform	Medien	Ort
Problem- findung II	Formulierung von konkreten Hypothesen zum konkreten Ausmaß der Versauerung und zu den Auswirkungen der Versauerung	Schüler werden durch Wissenschaftler/Betreuer aufgefordert das Ausmaß der Versauerung und zukünftige Auswirkungen abzuschätzen. Schülern formulieren Hypothesen: „Der pH-Wert des Wassers sinkt stark, eventuell bis auf pH- Wert 3 oder 4, ab.“ „Muscheln und andere Kalkschalenorganismen werden durch die Versauerung angegriffen.“ „Der Lebensraum vieler Tier- und Pflanzenarten wird sich aufgrund der pH-Wertänderung des Wassers stark verändern.“	VW SV	Labor, Beamer, White- board, di- verse Mu- schelscha- len	Semi- narräum
Erarbei- tungs- phase II	Überprüfung der Hypothese zum Absinken des pH-Wertes anhand eines Demonstrationsexperimentes Auswertung des Experimentes Vergleich erwarteter pH-Wertabsenkung mit realen Prognosen	Die Schüler führen Möglichkeiten an, das Absinken zu simulieren. Sie titrieren im Anschluss einmal destilliertes Wasser und einmal Ostseewasser oder Mineralwasser und vergleichen im Anschluss die Titration. Schüler werten die Kurven aus. Sie identifizieren Hydrogencarbonat-Ionen als Ursache dafür, dass der pH-Wert nur „geringfügig“ absinken wird. Wissenschaftler/Betreuer zeigt real erwartete Prognose zum Absinken des pH-Wertes.	WSG, SV, DE, KGA SV WSG VW	Seminar- raum, La- bor, White- board, di- verse Chemika- lien und Geräte, Mineral- wasserfla- schen mit Etikett	Semi- narräum
Erarbei- tungs- phase III	Erarbeitung der Herkunft der Hydrogencarbonat-Ionen und des Zusammenhangs zwischen CO ₂ /HCO ₃ ⁻ /CO ₃ ²⁻	Schüler lesen Informationstext zur Herkunft der Hydrogencarbonat-Ionen. Sie führen das Experiment der Darstellung von Kalk aus Mineralwasser und Ostseewasser durch, werten das Experiment aus und erarbeiten sich den Zusammenhang zwischen Kohlenstoffdioxid, den Hydrogencarbonat-Ionen und dem Calciumcarbonat.	KGA WSG	White- board, Lap- top, Bea- mer, diver- se Chemi- kalien und Geräte	Seminar- raum, Labor,

Phase	Inhalt	Tätigkeiten der Beteiligten	Arbeitsform	Medien	Ort
Ergebnissicherung II	Präsentation der Ergebnisse und des Zusammenhangs zwischen CO ₂ /HCO ₃ ⁻ /CO ₃ ²⁻	Schüler präsentieren ihre Ergebnisse. Wissenschaftler/Betreuer ordnet die Ergebnisse in einen größeren Zusammenhang ein.	SV VW	Whiteboard, Laptop, Beamer	Seminarraum
Vorbereitung Erarbeitungsphase IV	Teilung der Gesamtgruppe Schülergruppe I: Sammeln von Muschelproben am Strand, um daran weitere Hypothesen überprüfen zu können.	Zur Überprüfung der Hypothese, ob Kalkschalenorganismen von der Versauerung bedroht sind, werden von den Schülern Muscheln am Strand gesammelt.	WSG, VW	Bestimmungsbücher Muschelproben	Strand
bzw. Vertiefung der Erarbeitungsphase III	Schülergruppe II: Titration von Calcium-Ionen als Indikator von Kohlenstoffdioxid, Darlegung der Verschiebung von Gleichgewichten und komplexometrischer Analysemethoden ⁷⁷	Optional können Schüler, wenn sie nicht mit an den Strand gehen wollen, Calcium-Ionen titrieren und damit die Beeinflussung der Löslichkeit von Calciumcarbonat bei Anwesenheit von Kohlenstoffdioxid herausstellen.	KGA WSG	diverse Chemikalien und Geräte	Labor
	Zusammenfassung der Ergebnisse und Aktivitäten der Gruppen	Jeweils ein Teilnehmer jeder Schülergruppe stellt kurz die Aktivitäten und Ergebnisse der einzelnen Gruppe vor.	SV	Beamer, Laptop, Whiteboard	Seminarraum
	Thematisierung des Aufbaus, der Lebensweise und der Funktion von Muscheln und anderen Kalkschalenorganismen, die am Strand gefunden wurden.	Wissenschaftler/Betreuer erläutert den Aufbau, die Lebensweise, die Funktion der gefundenen Kalkschalenorganismen und weiterer Arten der Ostsee.	VW		

⁷⁷ Am Projekttag 4 wird die Gruppe nicht geteilt. Die Phase der Muschelsuche, der Bestimmung der Arten, des Aufbaus, der Lebensweise und der Funktion der Organismen im Ökosystem wird ausgeweitet und stärker in die Hand der Schüler gelegt. Vorwissen wird reaktiviert und durch Expertenwissen des Wissenschaftlers ergänzt.

Phase	Inhalt	Tätigkeiten der Beteiligten	Arbeitsform	Medien	Ort
Erarbeitungsphase IV	Sammlung von Vorschlägen zu Überprüfung der Hypothese, ob Kalkschalenorganismen von der Versauerung bedroht sind. Organisation von Experimenten Gesammelte Kalkschalenproben, -proben des IOW werden im Experiment untersucht.	Die Schüler führen Möglichkeiten an, die Muschelproben zu bearbeiten und die Auswirkungen der Versauerung daran zu untersuchen. Die Schüler organisieren sich in Kleingruppen und planen ihre Experimente. Die Schüler führen Experimente zur Sensitivität von Kalkschalenorganismen gegenüber Säuren durch. Die Ergebnisse werden in der Gruppe ausgewertet.	KGA WSG	Beamer, Laptop, Whiteboard, diverse Chemikalien und Geräte,	Labor, Seminarraum
Ergebnissicherung III	Präsentation der Ergebnisse Einordnung der Ergebnisse in einen größeren Zusammenhang Diskussion der Ergebnisse im Hinblick auf zukünftige Veränderungen des gesamten Ökosystems Meer bzw. Ostsee	Schüler präsentieren die Ergebnisse ihrer Experimente und ziehen Rückschlüsse auf Auswirkungen der Versauerung auf Kalkschalenorganismen. Die Ergebnisse werden mit anderen Gruppen verglichen. Die Zusammenfassung der Schüler wird durch den Wissenschaftler/Betreuer ergänzt. Die Schüler fassen alle Ergebnisse des Tages zusammen, gehen auf Ursachen der Versauerung, die Bedrohung besonders der kalkschaligen kleinen und Kleinstorganismen durch Versauerung ein und erläutern mögliche Folgen ihrer Bedrohung. Der Wissenschaftler/Betreuer ergänzt die Ausführungen.	SV SV WSG WSG	Beamer, Laptop, Whiteboard, Muschelproben	Seminarraum
Rundgang/Verabschiedung	Rundgang durch das Haus Darlegung einzelner Arbeitsfelder Erläuterung von Experimenten Kurze Auswertung Verabschiedung der Schüler	Der Wissenschaftler/Betreuer führt die Schüler durch das Haus und einzelne Labore, erläutert und erklärt Exponate. Die Schüler evaluieren den Tag. Der Wissenschaftler/Betreuer verabschiedet die Schüler.	VW SV, WSG VW	Exponate	IOW, einzelne Labore

Tabelle 4: Übersicht für den Tag 3 (Sekundarstufe II)

6.3.5 Projekttag 4: Ozeanversauerung: CO₂ und der pH-Wert im Meer oder der Einfluss von Kohlenstoffdioxid auf Kalkschalentiere

Wie auch am vorherigen Projekttag beschäftigen sich Schüler während des Projekttag 4 inhaltlich mit den Auswirkungen der Ozeanversauerung auf Kalkschalenorganismen. Während beim Projekttag 3 der Fokus mehr auf den chemischen Zusammenhängen bei der Kalkbildung und -zersetzung liegt, betont Projekttag 4 stärker die biologischen Auswirkungen der Versauerung. Entsprechend richtet sich dieser Projekttag vornehmlich an Schüler der Oberstufe im Fach Biologie (Themengebiet: Ökosystem Ostsee).

Die Durchführung des Projekttag bedarf einer allgemeinen Vorbereitung der Schüler zum Thema Kohlenstoffdioxid. Dazu sollten die Materialien und Experimente des ersten, zweiten und vierten Themenbausteines des Moduls „CO₂ - und Me(e)hr“ genutzt werden.

Damit Schüler die Inhalte des Projekttag sinnstiftend einordnen und mit schon bestehenden Wissensstrukturen verknüpfen können, ist es notwendig, dass sie:

- allgemeine Grundkenntnisse zum ‚Klimawandel‘ haben,
- einfache chemische Reaktionsgleichungen lesen und aufstellen können,
- mit dem pH-Wert operieren können und seine Bedeutung und Herleitung kennen,
- Säuren und Basen benennen und deren Bedeutung erläutern können,
- mit der Methode der Titration vertraut sind,
- den Einfluss der abiotischen Umweltfaktoren Licht, Temperatur, Salzgehalt und pH-Wert auf Lebewesen kennen,
- vereinfacht die Vorgänge bei der Fotosynthese erläutern können,
- Nahrungsnetze und -systeme erläutern können,
- mit den Begriffen Produzent, Konsument und Destruent operieren können.

Der Tag knüpft inhaltlich an das Forschungsprojekt *Bioacid* an, in dem die Auswirkungen höherer atmosphärischer Kohlenstoffdioxidgehalte auf die Bildung und Existenz von unterschiedlichen Kalkschalentieren und -bildner untersucht wird. Darauf aufbauend wird der Frage nachgegangen, welche Anpassungsmechanismen Organismen der Versauerung entgegenbringen bzw. wie sich marine Ökosysteme insgesamt im Zuge der Versauerung verändern werden.

Abhängig davon, ob Schüler schon den Projekttag 2 wahrgenommen haben, beginnt der Projekttag 4 mit einer mehr bzw. weniger ausführlichen Einführung eines Wissenschaftlers,

der Grundlagen zum Kohlenstoffkreislauf darlegt und die sich durch die erhöhten Kohlenstoffdioxidgehalte abzeichnenden Probleme anreißt. Aus der Einführung ergibt sich die Frage, wie Kalkschalenorganismen auf die prognostizierte Ozeanversauerung reagieren.

In Kleingruppen untersuchen die Schüler zunächst die pH-Werterniedrigung in Abhängigkeit vom Kohlenstoffdioxidgehalt. Dass die Versauerung nicht nur vom atmosphärischen bzw. im Wasser gelösten Kohlenstoffdioxid abhängig ist, sondern in engem Kontakt zu dem im Wasser befindlichen natürlichen Hydrogencarbonat-Puffer des Meeres steht, wird im darauf folgenden Experiment demonstriert und von den Schülern herausgestellt. Das Experiment wirft die Frage auf, wo Hydrogencarbonat-Ionen herkommen. Anhand der Untersuchung der Kalkbildung und -zersetzung im Experiment 3 wird die Herkunft dieser Ionen erläutert. Im Anschluss daran wird Wissen zu Eigenschaften und Vorkommen von Calciumcarbonat (Kalk) reaktiviert und der Besuch des Strandes vorbereitet, bei dem es darum geht, Muscheln der Ostsee zu suchen, zu identifizieren und zu kategorisieren. Die gesammelten Muscheln werden hinsichtlich ihrer Bedeutung im Ökosystem näher vorgestellt.

Die gesammelten Muscheln und weitere Muschelproben des IOW stehen den Schülern im Anschluss zur weiteren Untersuchung im Experiment 4 zur Verfügung, in dem es darum geht, den Einfluss von Säuren auf diese Muscheln zu untersuchen und die Bedrohung der Ozeanversauerung für die Muscheln und die Kalkbildung abzuschätzen.

Die Vielzahl der unterschiedlich stark gemahlten Proben, die zur Untersuchung zur Verfügung stehen, erlaubt es nicht, dass alle Proben von den einzelnen Kleingruppen untersucht werden können. Die Schüler müssen also strategisch so experimentieren und untersuchen, dass Sie die Pufferwirkung bzw. Sensitivität der Proben untereinander vergleichen und Aussagen über die Auswirkungen der Versauerung treffen können.

Der Tag wird abgerundet mit dem Aufgreifen der anfänglichen Fragestellung, der Präsentation der Ergebnisse des letzten Experimentes und dem Austausch mit einem Wissenschaftler. Optional und abhängig von der Zeit können Labore besucht und einzelne Wissenschaftler interviewt werden.

Zusammengefasst erarbeiten sich die Schüler an diesem Tag:

- die Beeinflussung des pH-Wertes im Wasser durch die Anwesenheit von Kohlenstoffdioxid,
- Reaktionsgleichungen zur Reaktion von Kohlenstoffdioxid mit Wasser,

- phänomenologisch den Prozess der Kalkbildung aus Mineralwasser und Ostseewasser und hinterfragen diesen,
- die Wirkungsweise von Puffersystemen,
- strategisches Vorgehen beim Experimentieren und Untersuchen,
- die Pufferwirkung/Sensitivität unterschiedlicher Kalkschalentiere unter dem Einfluss von Säure,
- die Bedrohung der Kalkschalenorganismen durch die vorhergesagte pH-Werterniedrigung,
- komplexe Folgen der pH-Werterniedrigung für das Ökosystem Ostsee.

Dabei wenden sie Wissen:

- zur biologischen Fixierung und Mineralisierung von Kohlenstoffdioxid im Oberflächenwasser an,
- zum Einfluss sich verändernder Bedingungen (Salzgehalt, Temperatur) auf Lebensgemeinschaften und Organismen an,
- zu Nahrungsnetzen an.

Übergeordnete Kompetenzen wie das Beschreiben und die Interpretation von Diagrammen bzw. auch die Präsentationskompetenz werden ebenfalls an diesem Tag geschult.

Da der Tag einen inhaltlichen Rahmen und damit einen Spannungsbogen hat, der am Ende des Tages geschlossen wird, ist die konkrete Nachbereitung der Inhalte nicht vorgesehen. Um diesen Tag in den Unterricht einzubetten und damit maximalen Nutzen aus diesem Tag zu ziehen (vgl. Kap. 2.3.4), bedarf es der weiterführenden Einbettung des Kontextes Ostsee in den Unterrichtsalltag. Dazu finden sich Experimente und Arbeitsblätter in den Materialien des ersten Moduls.

Da die Phasen, Tätigkeiten, Arbeitsformen, Orte und größtenteils auch die Medien an diesem Tag ähnlich denen des vorherigen Tages sind, wird darauf verzichtet eine Übersicht zu diesem Tag zu erstellen. Die Phasen und Tätigkeiten des Tages, die wesentlich von denen des dritten Tages abweichen, sind als Fußnoten in der Tabelle 4 kenntlich gemacht. Inhaltliche Unterschiede zum Tag 3 ergeben sich durch die veränderten Auswertungsfragen der Experimente und durch die stärkere Fokussierung auf die biologischen Auswirkungen der Versauerung (vgl. Anhang E und F).

6.3.6 Projekttag 5: Der Kohlenstoffdioxidgehalt auf Knopfdruck – Analyse von Kohlenstoffdioxidgehalten im Oberflächenwasser der Ostsee

Das Angebot dieses Projekttages beschäftigt sich inhaltlich mit dem Kohlenstoffdioxid/Hydrogencarbonat-/Carbonat-System, der Bestimmung der Hydrogencarbonat-Ionen in Ostseewasser und Mineralwasser durch Titration und vergleichend durch das elektroanalytische Verfahren der coulometrischen Titration.

Der Projekttag knüpft an das Forschungsprojekt des IOW *Finnmaid* an, in dem die Wissenschaftler die kontinuierlich ermittelten Werte der Kohlenstoffdioxid- und Sauerstoffpartialdrücke sowie Daten zum Gesamtkohlenstoffgehalt des Oberflächenwassers der Ostsee auswerten. Die Daten erlauben es, Rückschlüsse auf die jahreszeitliche Fixierungen bzw. Mineralisierung von Kohlenstoffdioxid und auf Transfergeschwindigkeiten zwischen Atmosphäre und Hydrosphäre zu ziehen. Daran anknüpfend können Aussagen zum Verbleib des anthropogen eingetragenen Kohlenstoffdioxids, zur Quantität und zur Qualität der aufgebauten Biomasse getroffen werden.

Zur Auswertung der Proben bedienen sich die Wissenschaftler der Infrarot-(IR)-Spektroskopie und der coulometrischen Titration. Da die Methode der Coulometrie sowohl Aspekte der Titration als auch Grundlagen der Elektrochemie erfordert und die IR-Spektroskopie zudem weniger anschaulich ist, steht die Coulometrie stärker im Fokus der Betrachtungen des Projekttages 5.

Damit die Schüler die Inhalte des Projekttages sinnstiftend einordnen und mit schon bestehenden Wissensstrukturen verknüpfen können, ist es notwendig, dass sie:

- chemische Reaktionsgleichungen lesen und aufstellen können,
- die Säure-Base-Theorie nach Brönsted kennen und Säuren und Basen in Reaktionen benennen können,
- mit dem pH-Wert operieren können und seine Bedeutung und Herleitung kennen,
- Säure-Base-Titrationen durchführen und auswerten können,
- die Prinzipien der Elektrolyse erklären und Anoden- und Kathodenreaktionen aufstellen können,
- das Massenwirkungsgesetz für chemische Reaktionen aufstellen und die Beeinflussung von chemischen Gleichgewichten durch Konzentrations-, Temperatur-, oder Druckänderung erläutern können (Le Chatelier/Braun),

- pK_s-Werte einordnen und interpretieren, die Wirkungsweise von Puffersystemen erläutern können.

Entsprechend der notwendigen Vorkenntnisse richtet sich der Projekttag vornehmlich an Schüler der Oberstufe im Fach Chemie (Klasse 12 bzw. 13). Es ist zu empfehlen, diesen Tag als Wiederholung und inhaltliche sowie experimentelle Vorbereitung auf das Abitur zu sehen. Entsprechend einer allgemeinen Vorbereitung der Schüler zum Kohlenstoffkreislauf, die mit den Materialien und Experimenten der ersten beiden Themenbausteine des Moduls „CO₂ - und Me(e)hr“ geleistet werden kann, sollte zusätzlich als Vorbereitung das Experiment 13 (Versuchsanleitung 1 und 2) im Modul „CO₂ - und Me(e)hr“ durchgeführt werden.

Abhängig davon, ob Schüler schon den Projekttag 1 bzw. 3 wahrgenommen haben, beginnt der Projekttag 5 mit einer mehr bzw. weniger ausführlichen Einführung eines Wissenschaftlers, der Grundlagen zum Kohlenstoffkreislauf und die Schwierigkeit der Analyse einzelner Kohlenstoffkomponenten im Kohlenstoffdioxid/Hydrogencarbonat-/Carbonat-System darlegt. Aus dieser Einführung ergibt sich die Frage, wie die unterschiedlichen Kohlenstoffbestandteile im Wasser quantitativ bestimmt werden können bzw. wie der Kohlenstoffdioxidgehalt des Wassers und der Luft bestimmt werden kann.

In Kleingruppen führen die Schüler zunächst die Titration von Ostseewasser⁷⁸ und Mineralwasser mit Säure durch und bewerten die Methode der Titration. Anschließend erarbeiten sie sich spezielle Informationen zur coulometrischen Titration, die Aspekte der Titration mit elektrochemischen Grundlagen verbindet, und führen den Versuch der coulometrischen Titration, der im Vergleich zum wissenschaftlichen Labor des IOW didaktisch vereinfacht wurde, durch. An die Experimentierphase schließt sich ein Vergleich der beiden Methoden und eine Auswertung in den einzelnen Kleingruppen an.

Der Laborbesuch im IOW, in dem die coulometrische Titration und die IR-Spektroskopie demonstriert werden, wird durch eine Erarbeitungsphase, die die Schüler zu Fragen anregen soll, vorbereitet. Nachdem die Schüler das Labor besucht, sowohl das Coulometer als auch die infrarot-spektroskopische Anlage in Funktion gesehen und sich mit den entspre-

⁷⁸Es wird darauf verzichtet Ostseewasser zu verwenden, da man an dieser Stelle den Begriff der Alkalinität einführen müsste. Es wird Wasser mit einem vergleichbaren Hydrogencarbonatgehalt verwendet. Im Sinne didaktischer Reduktion wird an dieser Stelle vereinfacht.

chenden Betreuern ausgetauscht haben, werden Ostseeproben im Coulometer vermessen.

Der Tag wird abgerundet durch die Präsentation der im Coulometer vermessenen Proben und die Einordnung der Ergebnisse in einen ganzjährigen Datensatz. Dieser lenkt den Fokus der Auswertung auf biologische Grundzusammenhänge.

Zusammengefasst erarbeiten sich die Schüler an diesem Tag:

- den Zusammenhang zwischen dem Partialdruck und der Konzentration des Kohlenstoffdioxids im Wasser aufgrund der Darlegung des Henry'schen Gesetzes⁷⁹,
- den Einfluss erhöhter Kohlenstoffdioxidgehalte in der Atmosphäre auf die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid im Oberflächenwasser der Ostsee,
- die elektroanalytische Methode der coulometrischen Titration,
- Kompetenz zur Bewertung der Methode der manuellen Titration und der coulometrischen Titration von Hydrogencarbonat-Ionen,
- die Methode der IR-Spektroskopie,
- die Funktionsweise eines Fotometers,
- biologische Aspekte des Kohlenstoffkreislaufs im Oberflächenwasser (Fotosynthese/Mineralisierung).

Dabei wenden sie Wissen:

- zur Säure-Base-Titration an und schulen manuelles Geschick bei der Titration,
- zum chemischen Rechnen an,
- zu Vorgängen der Elektrolyse von Wasser am Beispiel der coulometrischen Titration an,
- zum Prinzip von Le Chatelier und Braun an, um die Verschiebung der Gleichgewichte zwischen Kohlenstoffdioxid, Hydrogencarbonat- und Carbonat-Ionen bei der coulometrischen Titration zu erläutern,
- zum Faraday'schen Gesetz an, indem sie die bei der coulometrischen Titration ermittelten Hydrogencarbonat-Ionen-Gehalte berechnen.

⁷⁹ Henry'sches Gesetz: $p_1 = k \cdot c_1$. Aufgrund der Alkalinität der Kohlenstoffverbindungen ist das Henry'sche Gesetz nur bedingt anwendbar. Diese Tatsache bleibt unbeachtet (didaktische Reduktion), da die Partialdrücke beim Experimentieren nicht von Belang sind. Die Coulometrie steht im Vordergrund der Betrachtungen dieses Projekttag.

Übergeordnete Kompetenzen wie das Beschreiben und die Interpretation von Diagrammen bzw. auch die Präsentationskompetenz werden ebenfalls an diesem Tag geschult.

Da der Tag einen inhaltlichen Rahmen und damit einen Spannungsbogen hat, der am Ende des Tages geschlossen wird, ist die konkrete Nachbereitung der Inhalte nicht vorgesehen. Da der Tag inhaltlich aber sehr stark an der Wissenschaft orientiert ist, sollten im Anschluss die experimentellen Methoden und die Ergebnisse nochmal aufgegriffen werden und auf andere Kontexte transferiert werden.

Die Phasen, Inhalte, Tätigkeiten, Arbeitsformen, Orte und Medien des Projekttagess sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Phase	Inhalt	Tätigkeiten der Beteiligten	Arbeitsform	Medien	Ort
Begrüßung	Vorstellung des IOW und der Arbeitsbereiche, besonders derer, die sich mit der Analyse von Kohlenstoffdioxid beschäftigen ⁸⁰	Wissenschaftler/Betreuer spricht, demonstriert, erfragt eventuell Bekanntes zum IOW von den Schülern.	VW WSG	Beamer, Laptop Whiteboard	Seminarraum
Problemfindung	Darlegung der Grundlagen zum Kohlenstoffkreislauf	Wissenschaftler/Betreuer gibt Impulse. Schüler reaktivieren Wissen zum Kohlenstoffkreislauf und zu den einzelnen Komponenten des Kohlenstoffsystems sowie zur Thematik steigender Kohlenstoffdioxidgehalte in der Atmosphäre.	VW WSG	Beamer Laptop Whiteboard,	Seminarraum, Labor
	Erläuterung des Problems steigender Kohlenstoffdioxidgehalte in der Atmosphäre	Die Schüler erarbeiten sich wichtige Eigenschaften der Verbindungen CO ₂ /HCO ₃ ⁻ /CO ₃ ²⁻ bzw. reaktivieren Vorwissen.	KGA	Fachbücher	Bibliothek
	Charakterisierung der wichtigsten Kohlenstoffverbindungen des Meeres CO ₂ /HCO ₃ ⁻ /CO ₃ ²⁻	Schüler formulieren eine Problemfrage: „Wie kann man die Kohlenstoffkomponenten möglichst genau quantitativ bestimmen?“	SV		
	Formulierung der Problemfrage	Die Schüler formulieren Möglichkeiten, die einzelnen Kohlenstoffkomponenten zu analysieren und planen Experimente. Experimentalvorschläge werden in der Gruppe diskutiert.	KGA WSG SV		
	Erarbeitung möglicher Analysemethoden der Kohlenstoffkomponenten				

⁸⁰ Themenschwerpunkte werden, abhängig davon, ob die Schüler schon den Projekttag 1 und/oder Tag 3 wahrgenommen haben, mehr oder auch weniger ausführlich vorgestellt.

Phase	Inhalt	Tätigkeiten der Beteiligten	Arbeitsform	Medien	Ort
Erarbeitungsphase I	Manuelle Titration von Ostseewasser und Mineralwasser mit Säure unter Verwendung eines Farbindikators Vergleich der beiden Analysen und Diskussion der Ergebnisse Bewertung der Methode der manuellen Titration	Die Schüler setzen entweder ihre eigenen Vorschläge zur Analyse der Hydrogencarbonat-Ionen um oder orientieren sich am vorgeschlagenen Experiment. Schüler werten die Ergebnisse aus und präsentieren diese. Der Wissenschaftler/Betreuer beantwortet Fragen und unterstützt beim Experimentieren. Anhand der Ergebnisse bewerten Schüler die Methode.	KGA WSG SV SV, WSG	Beamer, Laptop, Whiteboard, diverse Chemikalien und Geräte	Seminarraum, Labor,
Erarbeitungsphase II	Erarbeitung der Methode der coulometrischen Titration Coulometrische Titration von Ostseewasser und Mineralwasser mit Säure unter Verwendung eines Farbindikators und eines pH-Meters Auswertung der Ergebnisse und Präsentation	Die Schüler erarbeiten sich Hintergründe zur coulometrischen Titration und führen im Anschluss das Experiment zur Analyse der Hydrogencarbonat-Ionen mit Hilfe der Methode durch. Die Schüler werten die Ergebnisse der Analyse aus und präsentieren diese.	KGA WSG SV WSG	Beamer, Whiteboard, diverse Chemikalien und Geräte	Seminarraum, Labor
Sicherungsphase I	Zusammenfassung bisheriger Ergebnisse und Vergleich ermittelter Hydrogencarbonatgehalte mit realen Hydrogencarbonatgehalten Vergleich der manuellen mit der coulometrischen Titration Analyse von experimentellen Fehlerquellen Thematisierung der Beeinflussung der Kohlenstoffkomponenten untereinander	Die Schüler fassen ihre Ergebnisse zusammen und vergleichen die ermittelten Hydrogencarbonatgehalte mit denen realer Werte. Die Schüler führen Fehlerquellen und Verbesserungsmöglichkeiten der Experimente an und vergleichen die beiden verwendeten experimentellen Methoden. Schüler fasst die Ergebnisse unter Rückgriff auf das Wissen zu den Kohlenstoffkomponenten zusammen, Wissenschaftler ergänzt.	WSG SV SV, WSG	Seminarraum, Beamer, Laptop, Whiteboard	Seminarraum

Phase	Inhalt	Tätigkeiten der Beteiligten	Arbeitsform	Medien	Ort
Erarbeitungsphase III	Erarbeitung der Methode der coulometrischen Titration, wie sie im IOW durchgeführt wird. Darlegung der Funktionsweise des Coulometers und der IR_Spektroskopie Austausch zwischen Wissenschaftlern und Schülern	Schüler lesen Material zur coulometrischen Titration, wie sie im IOW durchgeführt wird. Wissenschaftler erläutert die Funktionsweise des Coulometers und der IR-Spektroskopie. Schüler stellen Fragen und ergänzen gegebenenfalls. Weitere Ausführungen zum Arbeitsalltag und zu Aufgabenfeldern der Wissenschaftler werden gegeben.	KGA VW, WSG VW	Coulometer, IR-Spektroskopie, andere Geräte und Chemikalien	Seminarraum Labor
	Vermessung von Ostseeproben im Coulometer	Schüler vermessen unter Anleitung Ostseeproben im Coulometer	KGA WSG		
Sicherungsphase II	Einordnung der gemessenen Werte in einen Kohlenstoffdioxid-Jahresgang Interpretation des Jahresganges Interpretation des Jahresganges im Hinblick auf eingangs angesprochene Veränderungen des Kohlenstoffkreislaufs durch steigende atmosphärische Kohlenstoffdioxidgehalte	Die Schüler ordnen die gemessenen Werte in einen Jahresgang ein und bestimmen begründet einen ungefähren Zeitpunkt, zu dem die Wasserproben genommen wurden. Schüler reaktivieren Wissen zu biologischen Prozessen (Fotosynthese/Mineralisierung), um den Jahresgang zu interpretieren. Wissenschaftler/Betreuer ergänzt, gibt Impulse, um diesen Jahresgang in einem größeren Zusammenhang zu betrachten.	KGA SV SV WSG	Beamer, Laptop, Whiteboard	Seminarraum
Verabschiedung	Kurze Auswertung des Tages Verabschiedung der Schüler	Die Schüler bewerten den Tag. Wissenschaftler/Betreuer verabschiedet die Schüler.	SV WSG	Beamer, Laptop, Whiteboard	Seminarraum

Tabelle 5: Übersicht für den Tag 5 (Sekundarstufe II)

6.3.7 Weiterführende Angebote für die Sekundarstufe I⁸¹

Nicht nur aufgrund der großen Nachfrage von Klassen der Sekundarstufe I zwischen 2009 und 2010 wurden auf der Grundlage der Inhalte für die Oberstufe didaktisch reduzierte Angebote für die Sekundarstufe I entworfen. Vor allem der theoretische Hintergrund zur Berufswahlentscheidung (vgl. Kap. 7.3), zur individuellen Interessenbildung und nachhaltigen Anregung von Schülern (vgl. Kap. 2.3.4), die nicht erst in der Oberstufe beginnen darf, war ausschlaggebend dafür, das Angebot des Schülerlabors auf jüngere Schüler zu erweitern. *„Auch wenn wir naturwissenschaftspädagogisch kaum Einfluss auf Kinder in den ersten Lebensjahren haben (...), so müssen wir doch zur Kenntnis nehmen, dass naturbezogene und damit erste naturwissenschaftsbezogene Bildungsprozesse maßgeblich im frühen Kindesalter einsetzen.“* (Bolte 2003, S. 41)

Wie auch bei den Angeboten für die Sekundarstufe II wurde bei der Konzeption darauf geachtet, dass Inhalte praxis-, anwendungs- und handlungsorientiert umgesetzt werden und Schüler die Möglichkeit haben, schulisches Wissen anzuwenden.

Während die Angebote der Sekundarstufe II sich deutlich an konkreten Forschungsprojekten und -fragen orientieren, wird der Kontext bei den Mittelstufenschülern eher allegemein gehalten. Dieses ist unumgänglich, da Forschungsfragen der Projekte doch sehr spezifisch gehalten sind und von Schülern dieses Alters nicht durchdrungen werden können. Wie auch bei vorherig beschriebenen Angeboten werden Schüler der Mittelstufe immer auch mit Berufsfeldern und Berufsmöglichkeiten vertraut gemacht. Alle den Schülern zur Verfügung gestellten Materialien sind kostenlos.

Die Angebote – für die Sekundarstufe I wurden zwei Projektstage entwickelt – stehen seit 2010 ebenfalls zur Verfügung und werden rege von Klassen mecklenburg- und norddeutschlandweit genutzt.

Um die Schüler inhaltlich auf den Tag vorzubereiten bzw. mit einer konkreten Erwartung an den Tag heranzugehen, werden die Materialien, die die Schüler an diesen beiden Tagen erhalten (Anhang H und I), nach Bedarf der Lehrkraft zugeschickt.

6.3.7.1 Projekttag: Tunnel oder Brücke? - Die Ostsee ein ganz besonderes Meer

Das Angebot dieses Projekttages, der sich inhaltlich mit den hydrografischen Besonderheiten der Ostsee, mit dem Einstrom von salzhaltigem Nordseewasser in die Ostsee und den

⁸¹ Die Materialien zu den Angeboten für die Sekundarstufe I befinden sich im Anhang H und I.

Schichtungsverhältnissen des Wasserkörpers beschäftigt, eignet sich für Schüler mehrerer Jahrgangsstufen und Schularten der Sekundarstufe I. Da dem Projekttag fachlich der Begriff der *Dichte* zugrunde liegt und dieses Thema inhaltlich sowohl im Fach Physik (Jahrgangsstufe 7)⁸², im Fach Chemie (Jahrgangsstufe 7/8)⁸³ sowie im Fach Naturwissenschaften⁸⁴ aller Schularten (Gymnasium, Regionalschule, Gesamtschule) vermittelt wird, steht das Angebot einem breiten Schülerkreis zur Verfügung.

Damit die Schüler die Inhalte des Projekttages sinnstiftend einordnen und mit schon bestehenden Wissensstrukturen verknüpfen können, ist es notwendig, dass sie:

- mit Größen und Einheiten (Länge, Masse, Volumen) operieren können,
- einfache Rechenoperationen (Multiplikation, Division) durchführen können,
- die Löslichkeit von Salzen in Wasser erklären können,
- experimentelle Grundlagen besitzen.

Die aktuell zur Diskussion gestellte Frage, ob zwischen Deutschland und Dänemark ein Tunnel oder eine Brücke gebaut werden soll, wird als Einstieg in den Tag genutzt. Bevor Vorkenntnisse zur Ostsee aktualisiert werden, legen die Schüler entsprechend ihres Vorwissens begründete bzw. unbegründete Meinungen zu dieser Frage dar. Das nötige Vorwissen, das notwendig ist, um diese Frage zu beantworten, wird von den Schülern zusammengetragen.

Um entsprechende Wissenslücken zu schließen bzw. Wissen zur Ostsee zu konkretisieren, werden die Schüler angehalten, sich zum einen mit Hilfe einer hydrografischen Karte ein Tiefenprofil der Ostsee zu erstellen. Zum anderen werden Wasserproben am Neuen Strom in Warnemünde genommen und diese hinsichtlich des Salzgehaltes und der Temperatur untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchung führen zu der Frage, warum der Salzgehalt in der Ostsee im Profil vertikal von oben nach unten steigt, Temperaturen hingegen, abgesehen von einigen Wintermonaten, in denen es sich nicht so verhält, sinken.

Nachdem die Schüler Vermutungen zu der Frage angeführt haben, werden einzelne kleine Experimente von den Schülern geplant und diese durchgeführt. Die Erkenntnisse dieser Untersuchung werden notiert und im Anschluss präsentiert. Es erfolgt die Definition des

⁸² Vgl. Braun et al. 2002.

⁸³ Vgl. Mehlhaff et al. 2002.

⁸⁴ Vgl. Ministerium für Bildung MV (Hg.) 2010.

Begriffs *Dichte*. Im Anschluss daran wird den Schülern ein Demonstrationsexperiment vorgestellt, das den Einstrom salzhaltigen Wassers aus der Ostsee in die Nordsee nachstellt. Nachdem Beobachtungen notiert wurden, übertragen die Schüler ihre Erkenntnisse vom einfachen Schichtungsexperiment auf das Demonstrationsmodell. Die Bedeutung der Schichtgrenze zwischen salzarmem und salzhaltigem Wasser wird von dem betreuenden Personal dargelegt.

Ausgestattet mit diesen Erkenntnissen wird die Frage, „Tunnel oder Brücke?“, vom Anfang des Tages wieder aufgegriffen. Schüler argumentieren auf der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse zu den Schichtungsverhältnissen in der Ostsee und zur Bedeutung des Einstroms salzhaltigen Wassers und fassen dabei nochmals ihr Wissen zusammen. Der Tag endet mit einem Rundgang durch das Haus.

Zusammengefasst erarbeiten sich die Schüler an diesem Tag:

- Grundlagen interdisziplinären Arbeitens
- Grundlagen zur Hydrografie der Ostsee, zu den Schichtungsverhältnissen in der Ostsee,
- Unterschiede im Salzgehalt zwischen Nord- und Ostseewasser,
- den Begriff der Dichte,
- Anwendungsbeispiele für dichtebedingte Schichtungen im Alltag.

Dabei wenden sie Wissen:

- zu Größen und Einheiten an,
- zu einfachen Rechenoperationen an
- zur Löslichkeit von Feststoffen in Flüssigkeiten an.

Übergeordnete Kompetenzen wie die Präsentationskompetenz werden ebenfalls an diesem Tag geschult. Da der Tag einen inhaltlichen Rahmen und damit einen Spannungsbogen hat, der am Ende des Tages geschlossen wird, ist die konkrete Nachbereitung der Inhalte nicht vorgesehen. Das Aufgreifen und Weiterführen der Inhalte und Kontexte im Unterricht ist aber wünschenswert.

Zusammenfassend sind die Phasen, Inhalte, Tätigkeiten der Beteiligten, Arbeitsformen, die Orte und die Medien, die an diesem Tag verwendet werden, in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Phase	Inhalt	Tätigkeiten der Beteiligten	Arbeitsform	Medien	Ort
Begrüßung/ Problemfindung	Kurze Vorstellung des IOW und der Arbeitsbereiche Darlegung des Problems „Tunnel oder Brücke?“ Darlegung des notwendigen Wissens zur Beantwortung der Frage Diskussion der Ergebnisse	Wissenschaftler/Betreuer spricht, gibt Impulse, reaktiviert Wissen bei den Schülern. Schüler führen Wissen zu dieser Frage an. Sie formulieren erste Meinungen an: „Es sollte ein Tunnel gebaut werden, weil...“ „Es sollte eine Brücke gebaut werden, weil...“ Schüler tragen zusammen, welche Wissenschaftler aus dem Haus und welches Wissen notwendig ist, um die Frage zu beantworten. Schüler präsentieren und diskutieren über ihre Vorstellungen.	VW WSG KGA SV	Beamer, Laptop Whiteboard	Seminarraum
Erarbeitung I	Erarbeitung erster Grundlagen, um die Frage zu beantworten: Tunnel oder Brücke? Zusammentragen der Informationen zur Ostsee (zur Hydrografie, Anrainerstaaten, etc.) Konkretisierung der Tiefenverhältnisse, Erstellung eines Tiefenprofils	Wissenschaftler/Betreuer gibt Impulse, Schüler aktivieren Vorwissen. Die Schüler erstellen sich ein Tiefenprofil der Ostsee.	WSG KGA	Beamer, Laptop, Whiteboard	
Erarbeitung II	Probennahme am Neuen Strom Bestimmung der Salzgehalte und Temperaturen in unterschiedlichen Wassertiefen	Die Schüler nehmen Wasserproben am Neuen Strom und bestimmen den Salzgehalt und die Temperatur in unterschiedlichen Wassertiefen.	KGA WSG	Wasserschöpfer, Temperatur-, Salzmeßgerät	Neuer Strom
Hypothesenbildung	Hypothesenbildung	Die Schüler stellen Hypothesen auf, warum der Salzgehalt im Ostseewasser vertikal von oben nach unten steigt, Temperaturen aber sinken. Beispielsweise: „Salzhaltiges Wasser sinkt nach unten, weil es schwerer ist.“ „Die Sonne erwärmt die Ostsee an der Oberfläche, Temperaturen nehmen von oben nach ab.“	SV WSG		Seminarraum

Phase	Inhalt	Tätigkeiten der Beteiligten		Medien	Ort
Erarbeitung III/ Sicherungsphase I	Überprüfung der Hypothesen Darlegung möglicher Experimente zur Überprüfung der Hypothesen Durchführung der Experimente Präsentation der Ergebnisse Definition des Begriffs der Dichte	Die Schüler führen Möglichkeiten an, ihre Hypothesen im Experiment zu überprüfen. Sie planen die Experimente, führen diese durch und werten sie aus. Schüler präsentieren ihre Ergebnisse Schüler fassen ihre Ergebnisse zusammen und formulieren eine allgemeingültige Definition zum Begriff Dichte.	KGA, WSG SV WSG, SV	Diverse Alltagschemikalien und Geräte Whiteboard	Labor Seminarraum
Transferphase	Konkretisierung der Erkenntnisse zur Schichtung von Wasser unterschiedlicher Dichte Übertragung dichtebedingter Schichtungen auf Alltagsphänomene	Wissenschaftler/Betreuer in Zusammenarbeit mit Schülern führen das Modellexperiment zum Einstrom von salzhaltigen Wassers durch. Schüler formulieren Beobachtungen und Deutungen. Wissenschaftler/Betreuer erläutert die enorme Bedeutung der Halokline im Ökosystem Ostsee. Schüler suchen nach Alltagsphänomenen zur Schichtung von Lösungen	WSG DE WSG	Diverse Alltagschemikalien und Geräte Beamer, Laptop, Whiteboard	Seminarraum
Sicherungsphase II	Rückgriff auf die Frage: Tunnel oder Brücke? Argumentation zur eingangsgestellten Frage auf der Grundlage der gewonnenen Ergebnisse Darlegung des aktuellen Standes der Entscheidung	Wissenschaftler leitet auf die eingangs gestellte Frage über. Schüler argumentieren zu dieser Frage auf der Grundlage des Wissens zur Notwendigkeit des Einstroms salzhaltigen Wassers. Wissenschaftler ergänzt die Ausführungen um das Wissen zur aktuellen Entscheidungslage.	VW SV WSG	Beamer, Laptop, Whiteboard	Seminarraum
Verabschiedung	Kurze Auswertung Rundgang durch das Haus und Verabschiedung	Schüler bewerten den Tag. Wissenschaftler/Betreuer führt die Schüler durch das Haus und erklärt, verabschiedet Schüler im Anschluss.	SV VW	Exponate	IOW

Tabelle 6: Übersicht für den Tag: Tunnel oder Brücke? – Die Ostsee ein ganz besonderes Meer (Sekundarstufe I)

6.3.7.2 Projekttag: Die Ostsee und der Klimawandel

Die Gesellschaftsrelevanz des Klimawandels und der Treibhausgase macht es unerlässlich, diesen Themenkomplex auch schon in der Mittelstufe zu thematisieren. Entsprechend findet sich beispielsweise auch im Rahmenplan Chemie für die Jahrgangsstufe 7-10 (Mehlhaff et al. 2002, S. 19) der Vorschlag wieder, „Kohlenstoffdioxid als Treibhausgas“ in Form einer Exkursion oder eines Projektes zu unterrichten.

Inhaltlich geht der Projekttag im *MariSchool* dabei auf die Forschungsarbeit des Instituts, auf den Klimawandel und den Treibhauseffekt allgemein und speziell auf die Löslichkeit des Kohlenstoffdioxids im Ostseewasser ein. Obwohl die Löslichkeit von Gasen spezifisch nicht im Rahmenplan der Mittelstufe für die Fächer Chemie, Physik, Biologie oder Naturwissenschaften ausgewiesen ist, ist dieses Thema doch deutlich alltagsrelevant, wenn man beispielsweise an das Fischsterben in Sommermonaten oder an Mineralwasserflaschen in der Sonne denkt. Unreflektiert werden die Schüler sicherlich auch die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid im Alltag beeinflusst haben, indem sie beispielsweise kohlenstoffdioxidhaltige Getränke mit Zucker oder Salz versetzt haben.

Der Tag richtet sich an Schüler der achten bis zehnten Klasse der Fächer Chemie, Physik oder Naturwissenschaften. Damit die Schüler die Inhalte des Projekttages sinnstiftend einordnen und mit schon bestehenden Wissensstrukturen verknüpfen können, ist es notwendig, dass sie:

- mit Größen und Einheiten (Länge, Masse, Volumen) operieren können,
- einfache Rechenoperationen (Multiplikation, Division) durchführen können,
- die Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten nachvollziehen können,
- experimentelle Grundlagen besitzen.

Zunächst werden den Schülern das Institut und die Forschungsfelder des Instituts kurz vorgestellt, Wissen zu Treibhausgasen, zum Treibhauseffekt und zum Klimawandel werden bei den Schülern reaktiviert. Der Zusammenhang zwischen der Konzentration des Kohlenstoffdioxids in der Atmosphäre und der Ostsee wird an einem Demonstrationsexperiment dargelegt und die Bedeutung der Ostsee im Kohlenstoffkreislauf thematisiert. Dass die Speicherkapazität der Ostsee bezogen auf die Speicherkapazität der gesamten Hydrosphäre vernachlässigbar klein ist, sollte, um den Spannungsbogen und die Motivation aufrechtzuerhalten, an dieser Stelle noch nicht angesprochen werden.

Nach einem Rundgang durch das Haus und der Darlegung prognostizierter klimatischer Veränderungen, die zur Erniedrigung des Salzgehaltes und zur Erhöhung der Temperatur des Ostseewassers führen (vgl. Kap. 6.2), werden die Schüler aufgefordert mit Hilfe von Alltagserfahrungen zur Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid Vermutungen aufzustellen, wie sich die Löslichkeit des Gases im Ostseewasser in der Zukunft verändern wird.

Ihre Vermutungen überprüfen die Schüler mit Hilfe von Versuchen zur Löslichkeit und tragen ihre Ergebnisse im Anschluss daran zusammen. Anhand der Ergebnisse werden wissenschaftliches Vorgehen und Fehler beim Experimentieren thematisiert.

Zusammenfassend tragen die Schüler ihre Ergebnisse zusammen und übertragen diese auf den sich verändernden Kohlenstoffkreislauf und damit auf Veränderungen im Ökosystem Ostsee. Der Tag wird abgerundet mit einem Besuch eines Forschungslabors, in dem Kohlenstoffkomponenten untersucht werden und dem Interview anwesender Wissenschaftler. Zusammengefasst erarbeiten sich die Schüler an diesem Tag:

- Grundlagen interdisziplinären Arbeitens
- Veränderungen im Kohlenstoffkreislauf aufgrund steigender atmosphärischer Kohlenstoffdioxidgehalte,
- die Abhängigkeit der Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser von der Temperatur und dem Salzgehalt,
- Veränderungen im Ökosystem Ostsee durch sich verändernde Bedingungen (Temperatur, Salzgehalt des Wassers).

Dabei wenden sie Wissen:

- zu Treibhausgasen, zum Treibhauseffekt und zum sich wandelnden Klima an,
- aus dem Alltag zur Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser an,
- zum experimentellen Arbeiten an.

Übergeordnete Kompetenzen wie die Präsentationskompetenz werden ebenfalls an diesem Tag geschult. Da der Tag einen inhaltlichen Rahmen und damit einen Spannungsbogen hat, der am Ende des Tages geschlossen wird, ist die konkrete Nachbereitung der Inhalte nicht vorgesehen. Das Aufgreifen und Weiterführen der Inhalte und Kontexte im Unterricht ist aber wünschenswert.

Zusammenfassend sind die Phasen, Inhalte, Tätigkeiten der Beteiligten, Arbeitsformen, die Orte und die Medien, die an diesem Tag verwendet werden, in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Phase	Inhalt	Tätigkeiten der Beteiligten	Arbeitsform	Medien	Ort
Begrüßung/ Problemfindung	Kurze Vorstellung des IOW und der Arbeitsbereiche Veranschaulichung des Kohlenstoffkreislaufes Darlegung des sich verändernden Kohlenstoffkreislaufes	Wissenschaftler/Betreuer spricht, gibt Impulse, reaktiviert Wissen bei den Schülern Schüler führen Schulwissen und Alltagswissen zum Kohlenstoffkreislauf an. Wissenschaftler/Betreuer führt Demonstrationsexperiment der Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser vor. Schüler beobachten und deuten das Experiment. Schüler aktivieren Wissen zum Treibhauseffekt und zum Klimawandel. Schüler formulieren Problemfragen: „Wie viel Kohlenstoffdioxid kann die Ostsee speichern, wenn sich die Temperatur des Wassers und auch der Salzgehalt verändern?“	VW WSG SV, WSG KGA SV, WSG	Beamer Laptop Whiteboard DE	Seminarraum
Rundgang im Haus	Belegung der Veränderungen durch Zahlen, Bilder, Exponate	Wissenschaftler/Betreuer erklärt und belegt die von den Schülern formulierten Veränderungen der Bedingungen (Temperatur, Salzgehalt) mit Zahlen und Bildern.	VW	Exponate	IOW Ausstellung
Erarbeitungsphase I	Aufstellen von Vermutungen Diskussion möglicher Experimente	Schüler greifen zurück auf Alltagserfahrungen und formulieren Vermutungen, wie die Speicherkapazität bei sich verändernden Bedingungen beeinflusst wird. „Wenn die Temperatur des Ostseewassers steigt, wird weniger Kohlenstoffdioxid gespeichert.“ „Wenn der Salzgehalt des Wassers sinkt, wird mehr Kohlenstoffdioxid gespeichert.“ Schüler diskutieren, wie Vermutungen überprüft werden können.	KGA SV SV, WSG	Beamer Laptop Whiteboard	Seminarraum

Phase	Inhalt	Tätigkeiten der Beteiligten	Arbeitsform	Medien	Ort
Erarbeitungsphase II	Überprüfung der Vermutungen im Experiment	Schüler überprüfen ihre Vermutungen in Experimenten. Sie werten die Experimente aus.	KGA	Diverse Chemikalien und Geräte	Labor
Sicherungsphase	Präsentation der Ergebnisse Thematisierung wissenschaftlicher Arbeitsmethoden Zusammenfassung und Ausblick	Die Schüler präsentieren ihre Ergebnisse und vergleichen diese mit anderen Gruppen. Die Schüler führen potenzielle Fehler beim Experimentieren an. Wissenschaftler/Betreuer erläutert, wie Kohlenstoffdioxid in der Wissenschaft nachgewiesen wird. Schüler fassen die Ergebnisse zusammen und führen Veränderungen an, die sich durch die steigenden Temperaturen und sinkende Salzgehalte ergeben. Wissenschaftler/Betreuer ergänzt und erläutert.	SV SV, WSG VW SV WSG	Beamer Laptop Whiteboard	Seminarraum
Besuch des CO ₂ -Labors	Veranschaulichung wissenschaftlicher Arbeitsmethoden, Arbeitsfelder und des Arbeitsalltages von Wissenschaftlern durch Besuch des Labors	Wissenschaftler erläutert Apparaturen, Arbeitsfelder, Arbeitsalltag. Schüler stellen Fragen.	VW WSG		CO ₂ -Labor
Verabschiedung	Kurze Auswertung Verabschiedung	Schüler bewerten den Tag. Wissenschaftler/Betreuer verabschiedet Schüler im Anschluss.	SV VW		CO ₂ -Labor

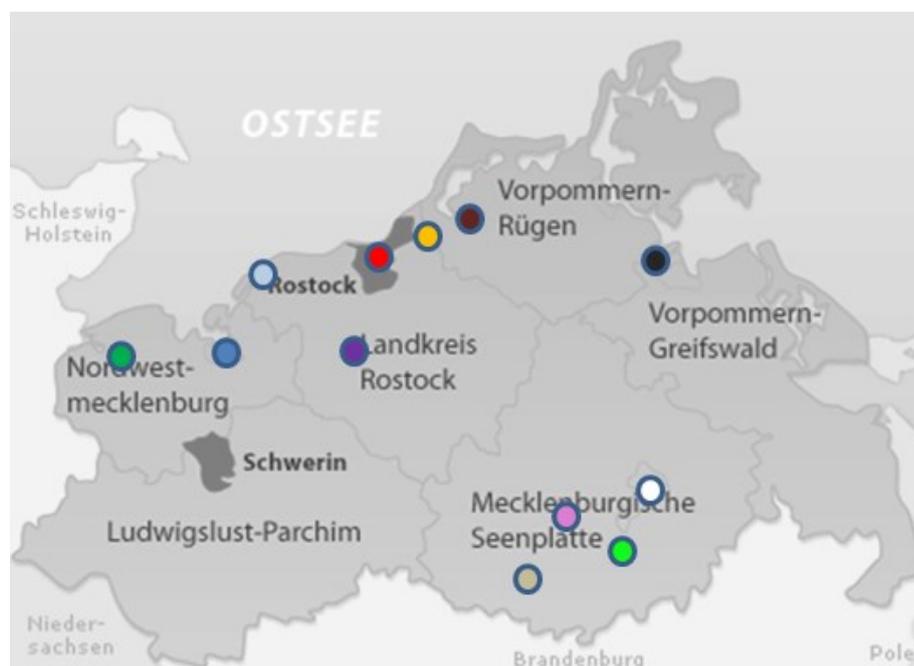
Tabelle 7: Übersicht Tag für den Tag: Die Ostsee und der Klimawandel (Sekundarstufe I)

6.4 Frequentierung des Schülerlabors *MariSchool*

Das Schülerlabor *MariSchool* wurde zu den eben beschriebenen Angeboten des Moduls „CO₂ – und Me(e)hr“ folgendermaßen frequentiert:

Jahr	Anzahl der Schüler Sek I	Anzahl der Schüler Sek II	Anzahl anderer Schüler ⁸⁵	Anzahl der Schüler gesamt
2010 (ab April)	81	122	0	203
2011	129	190	54	373
2012 (bis Mai)	45	60	22	127
Gesamt:	255	372	76	703

Tabelle 8: Frequentierung des Schülerlabors durch Schüler der Sekundarstufe I (Sek I), der Sekundarstufe II (Sek II) und anderer Schüler



- Rostock ● Schönberg ● Rövershagen ● Ribnitz-Damgarten
- Greifswald ● Röbel ● Wismar ● Bützow
- Waren ● Kühlungsborn ● Neustrelitz ● Neubrandenburg

Weitere Frequentierungen außerhalb Mecklenburg-Vorpommerns aus: Lüneburg, Berlin, Schwedt, Klein Machnow, Hamburg

Abbildung 19: Herkunft der Schüler, Klassen und Kurse, die das *MariSchool* zwischen 2010 und 2012 besucht haben⁸⁶

⁸⁵Andere Schüler: Berufsschüler, Jugendliche im Freiwilligen Ökologischen Jahr (FÖJ)

Dabei wurden die Projektstage eins bis vier für die Sekundarstufe II sowie die beiden Projektstage für die Sekundarstufe I angefragt. Der Projekttag fünf der Sekundarstufe II wurde erst für das kommende Frühjahr gebucht.

Knapp 70 % der Schüler kamen im Zeitraum zwischen April 2010 und Mai 2012 aus Mecklenburg-Vorpommern. Die anderen 30 % der Schüler kamen aus Berlin, Hamburg, Brandenburg oder Niedersachsen. Von den Schülern, die aus Mecklenburg-Vorpommern stammen, kamen 52 % aus Rostock. Die Rostocker Schüler hatten damit einen Anteil von 36 % an der Gesamtfrequentierung des Schülerlabors (vgl. Abb. 19).

Im Rahmen von Fortbildungen und Tagungen wurden die Projektstage des Schülerlabors zum Modul „CO₂ – und Me(e)hr“ vorgestellt. Die Frequentierung dieser Fortbildungen war wie folgt:

Jahr	Anzahl der fortgebildeten Lehrer, Studenten und Referendare
2010 (ab April)	99
2011	44
2012 (bis Mai)	19
Gesamt:	162

Tabelle 9: Anzahl der Fortbildungen zu den Angeboten des Moduls „CO₂ – und Me(e)hr“

6.5 Qualitative Erfahrungen aus der Probephase

Nach Fertigstellung der unterrichtlichen Materialien waren schon im April 2010 fünf Projektstage für die Sekundarstufe II und bis Juli 2010 zwei Projektstage für die Sekundarstufe I zum ersten Modul „CO₂ – und Me(e)hr“ konzipiert, die in einer sich anschließenden Erprobungsphase von Rostocker, aber auch von überregionalen Schulklassen durchgeführt und anschließend modifiziert wurden. Veränderungen, die beispielsweise vorgenommen wurden, waren die Teilung der Gruppen für einen bestimmten Abschnitt des Tages, der Einbau von Außenaktivitäten in Abhängigkeit von persönlichen Interessen, die Verkürzung der Zeitspanne zwischen Instruktion und Ergebnispräsentation, die Beschränkung von Gruppengrößen auf maximal 20 Personen und die Auswahl didaktisch geschulter Wissenschaftler. Besonders die letzten drei genannten Punkte haben nochmals zu einer Aufwertung der

⁸⁶ Karte verändert nach: http://www.mecklenburg-vorpommern.eu/cms2/Landesportal_prod/Landesportal/content/de/Land_und_Regierung/Landkreise%2c_Aemter_und_Gemeinden/Landkreise/index.jsp#, [Stand: 06.06.2012].

Tage geführt. Dieses korreliert mit den Ergebnissen zur Interessenförderung durch klarere Strukturen, durch bessere Instruktionsqualität, durch stärkere soziale Einbindung und stärkeres Autonomie- und Kompetenzerleben (vgl. z. B. Glowinski 2007, S. 74 ff bzw. Kap. 2.3).

Nachdem die Neuerungen eingearbeitet und nochmals erprobt wurden, wurden die Besuche ab dem 07.12.2010 bis zum 06.12.2011 evaluiert. Der Projekttag fünf für die Sekundarstufe II wurde bis jetzt noch nicht von Schulklassen erprobt, ist aber für Anfang nächsten Jahres angefragt.

Die Konzeption der Materialien für das Schülerlabor nach fachlichen Schwerpunkten mit interdisziplinärem Anliegen und die Kombinierbarkeit der Tage hat sich während der Laufzeit des Schülerlabors als Vorteil herausgestellt. So wurden die Angebote des Schülerlabors häufig von gemischten Klassen und Kursen (Biologie-/Chemieklassen) und im Rahmen von Klassenfahrten, also über mehrere Tage, frequentiert.

Generell positiv hat sich bei den Schülerlaborbesuchen der mehrmalige Besuch des Labors durch die Schüler, aber auch durch die Lehrkräfte ausgewirkt. Dieses korreliert mit den theoretischen Erkenntnissen zur Ausprägung individueller Interessen und Erwartungen (vgl. Kap. 2.3.4).

Obwohl den Lehrern die Inhalte und Lernziele des Tages zum einen durch den Internetauftritt des Schülerlabors und zum anderen über bereitgestellte Materialien verdeutlicht wurden, war die Vorbereitung der Schüler sehr divergent. So waren Schüler vereinzelt völlig desinteressiert, da ihnen die Materialien vorab schon gegeben worden waren und sie die Materialien zu Hause hatten bearbeiten müssen. Vereinzelt waren den Schülern weder der Sinn des außerschulischen Lernens noch das Thema des Tages bewusst.

Die positiven Auswirkungen gelungener Vorbereitung der Schülerlaborbesuche sowie das Aufgreifen schulischen Wissens, die teilweise in der Beteiligung, der Selbstsicherheit und der Interessiertheit der Schüler zum Ausdruck kam, bestätigt die Erkenntnisse Glowinskis (2007, S. 155 f). *„Vorwissen aus dem Unterricht kann das Kompetenzerleben fördern, aber auch das Erleben von Autonomie und damit die Wahrnehmung der Offenheit der Lernumgebung beeinflussen. (...) Die Lernenden haben offensichtlich häufiger während des Experimentierens über die Experimente kommuniziert bzw. besser zusammengearbeitet, wenn sie auf ein entsprechendes Vorwissen aus dem Unterricht zurückgreifen konnten.“*

Die Aufteilung der Schüler hinsichtlich der Interessengruppen und die Beschränkung der Gruppengröße, die zu gesteigerter und intensiverer Mitarbeit und qualitativ höheren Äußerungen von Schülerseite führte, gehen ebenfalls einher mit den Ergebnissen der in Kapitel 2.3 dargelegten empirischen Befunde. Es ist zu vermuten, dass durch die beschriebenen Maßnahmen die soziale Einbindung der Schüler größer war und Persönlichkeitsmerkmale einzelner Schüler differenzierter bedient werden konnten (vgl. Kap. 2.3.3).

6.6 **Zusammenfassung**

Um diese subjektiven Wahrnehmungen aus der Probe- und der Evaluationsphase zu objektivieren und zu validieren sowie die in dieser Arbeit aufgestellten Konzeptionskriterien für Schülerlabore, die sich als logische Konsequenz aus den Ergebnissen der empirischen Studien ergaben (vgl. Kap. 2.4), zu überprüfen, bedarf es der qualitativen Auswertung der Angebote des Schülerlabors.

7. Evaluation

7.1 Ziele der Evaluation

Da eine Überprüfung aller aufgestellten Kriterien und Bedingungen (vgl. Kap. 2.4), die bei der Konzeption von Schülerlaboren beachtet werden sollten, den zeitlichen Rahmen dieser Arbeit überschreiten würde, liegt der Fokus der Auswertung auf der Überprüfung der Bedingungen der **Arbeits- und Lernatmosphäre** im Schülerlabor, auf der Überprüfung **des Aufgreifens schulischen Wissens** und der **Einbindung der Angebote in den Unterricht**. Die Untersuchung dieser Bedingungen bei der Evaluation zu präferieren, kann damit begründet werden, dass sowohl den Merkmalen des Schülerlabors (z. B. der Arbeits- und Lernatmosphäre), der Einbettung der Angebote in den Unterricht als auch dem Anwendungsbezug schulischen Wissens bei der Anregung aktuellen Interesses und dem Aufbau vernetzten Wissens besondere Bedeutung beigemessen wird (vgl. Kap. 2.3.3 und 2.3.5). Der Überprüfung des Beitrages zur **Berufs- und Studienorientierung** durch die Angebote des Schülerlabors wird besonderes Augenmerk geschenkt (vgl. Abb. 20). Entsprechend dieser Auswahl lassen sich folgende Fragen formulieren:

1. Wie wurde die Atmosphäre im Schülerlabor durch die Schüler wahrgenommen?
2. Inwiefern und in welchem Umfang fand eine Einbettung (Vor- und Nachbereitung) der Angebote in den Unterricht statt?
3. In welchem Maße wurde schulisches Wissen aufgegriffen bzw. konnte angewendet werden?
4. In welchem Maße tragen die Maßnahmen im Schülerlabor zur Studien- und Berufsorientierung bei?



Abbildung 20: Zentrale Fragestellungen bei der Evaluation

7.2 Methode

7.2.1 Testinstrumente und Evaluationsdesign

Aufgrund der Tatsache, dass dieser Arbeit sowohl praktische als auch konzeptionell-theoretische Teile vorausgingen, konnte im Umfang des zeitlich zur Verfügung stehenden Rahmens kein eigener Fragebogen entwickelt und getestet werden. Die verwendeten Fragebögen basieren auf der Datenerhebung von Pawek (2009, S. 220 ff)⁸⁷ und wurden hinsichtlich der weiterführenden Zielsetzung bzw. auch auf Anraten von C. Pawek selbst in einigen Aspekten modifiziert. Diese Modifikationen gehen zurück auf die Validierung und Testung der Fragen im Rahmen seiner durchgeführten Hauptstudie. Veränderungen am verwendeten Fragebogen sind im Anhang K kenntlich gemacht.

Auf das Durchführen einer eigenen Vorstudie wurde, da der Fragebogen Paweks ebenfalls auf Studien von Engeln (2004) beruht und bis auf die Ergänzungen getestet wurde und aufgrund des zeitlich zur Verfügung stehenden Rahmens, verzichtet. Die Ergebnisse der Reliabilitäts- bzw. Validitätsanalyse sind bei Pawek (2009, S. 195 ff) nachzulesen.

Die empirische Studie Paweks wurden mit Hilfe von Fragebögen erhoben, die im prä-, post-, follow-up-Design gestaltet sind (vgl. Abb. 21 und Kap. 7.2.2.1). Die Erhebung in diesem Design und nicht beispielsweise im Vergleichs-Kontrollgruppen-Design zu gestalten ist damit zu rechtfertigen, dass man Effekte des didaktischen Konzeptes im Schülerlabor nicht bzw. nur unzureichend von Wirkfaktoren sich unterscheidender Kontrollgruppen separieren und untersuchen kann (vgl. DeGEval 2008, Döring & Bortz 2006, S. 54). Daher können die Ergebnisse der Fragebögen, da entsprechende Vergleichsgruppen nicht bzw. nur unzureichend generiert werden können, nur untereinander oder bei gleichen Fragebögen in Abhängigkeit von unabhängigen Variablen, wie dem Alter (Sek I/SekII/Andere), von Niveaustufen (normales Niveau/erhöhtes Niveau), dem Geschlecht (männlich/weiblich) u.a., verglichen werden.

Der Nachteil von prä-, post-, follow-up-Befragungen, dass Schüler im Sinne einer gewünschten sozialen Erwartung antworten (vgl. Döring & Bortz 2006, S. 231 ff) oder dazu tendieren, gleiche Antworten in der prä- und post-Erhebung zu geben, wird dadurch minimiert, dass sich die prä- und post-Fragebögen, die am gleichen Tag ausgefüllt werden, deutlich voneinander unterscheiden. Die follow-up-Befragung wurde in Anlehnung an die in

⁸⁷ Die verwendeten Fragebögen befinden sich im Anhang K.

Kap. 2.3 dargelegten empirischen Studien sechs bis zwölf⁸⁸ Wochen im Anschluss an den Schülerlabortag durchgeführt, um mittelfristige Effekte des Schülerlaborbesuchs erheben zu können.

Der erste Fragebogen besteht aus 30 Fragen⁸⁹, der zweite Fragebogen besteht aus 29 Fragen⁹⁰ und der dritte aus 25 Fragen⁹¹, die mit einer geschlossenen fünfstufigen Likert-Antwortskala (1: stimme völlig zu, 2: stimme eher zu, 3: stimme teilweise zu, 4: stimme eher nicht zu, 5: stimme gar nicht zu) versehen sind. Um Testverfälschungen zu minimieren bzw. zu verhindern (vgl. Döring & Bortz 2006, S. 231 ff), sind auch Items in den Fragebögen enthalten, die negativ formuliert wurden. Auf die Umkodierung dieser Items wurde verzichtet, da Mittelwerte nicht mit anderen Merkmalen in Beziehung gesetzt, sondern nur untereinander verglichen werden.

Um die Fragebögen bei der Auswertung einander zuordnen zu können, wurden die Fragebögen mittels des Geburtsjahres, des -monats und des Geschlechts des Probanden sowie der beiden Anfangsbuchstaben der Mutter des jeweiligen Probanden kodiert, wobei die Anonymität der Beteiligten unangetastet blieb.

Obwohl durch die Erhebung ein großer Datenpool zur Verfügung steht, wurde nur ein Teil der Daten ausgewertet. Die erhobenen und nicht ausgewerteten Daten stehen aber entsprechend größeren Längsschnittstudien in der Zukunft zur Verfügung (vgl. Kap. 8.5) bzw. sollten bei der Weiterführung des Schülerlabors *MariSchool* zur Evaluierung weiterer Module vergleichend herangezogen werden.

7.2.2 Beschreibung der Stichprobe

Die Daten dieser Evaluation wurden nach Durchführung einer Erprobungsphase der Angebote des Moduls: „CO₂ – und Me(e)hr“ im Schülerlabor *MariSchool* zwischen dem 07. Dezember 2010 und dem 06. Dezember 2011 erhoben. Die erhobenen Veranstaltungen wurden dabei von einzelnen Schulklassen und Kursen im Rahmen des Unterrichts oder schu-

⁸⁸ Der eigentliche Zeitraum der follow-up-Befragung war mit sechs bis acht Wochen angesetzt. Dieser Zeitraum konnte aber aufgrund von Ferien nicht in jedem Fall eingehalten werden.

⁸⁹ Zu den 30 Fragen sind zusätzlich drei Fragen des ersten Fragebogens von den Schülern offen zu beantworten, eine Frage ist mit einer siebenstufigen Antwortskala versehen.

⁹⁰ Zu den 29 Fragen sind zusätzlich drei Fragen des zweiten Fragebogens mit einer zwei- bzw. dreistufigen Antwortskala versehen.

⁹¹ Drei Fragen von den 25 Fragen des dritten Fragebogens sind mit einem geschlossenen fünfstufigen Beantwortungsformat der Form: (sehr, ziemlich, teilweise, wenig, gar nicht) versehen. Eine weitere Frage hat ein siebenstufiges Beantwortungsformat.

lischer Veranstaltungen frequentiert. Insgesamt wurden die Fragebögen von 197 Schülern der Sekundarstufe II (76♂, 117♀, 4◇)⁹², von 89 Schülern der Sekundarstufe I (42♂, 44♀, 3◇) und von 23 Teilnehmern⁹³ anderer Gruppen (8♂, 15♀) ausgefüllt, die im Rahmen von 19 Veranstaltungen Projekttag im *MariSchool* zum Thema: „CO₂ – und Me(e)hr“ wahrgenommen haben.

Um die externe Validität der Datenerhebung zu gewährleisten, wurden nur Veranstaltungen beachtet bzw. mit in die Auswertung einbezogen, bei denen ähnliche Bedingungen (Zeitspanne des Angebotes, ähnliche Struktur, Angebot im Rahmen des Unterrichts) gegeben waren. Im Rahmen sich gleichender Bedingungen war die Untersuchungspopulation nicht vorselektiert. Da der Ablauf der Veranstaltungen durch die Erhebung der Daten unangetastet blieb, ist vom objektiven Charakter dieser Erhebung auszugehen.

Die interne Validität kann aufgrund der geringen Probandenzahl nur bedingt angenommen werden. Effekte innerhalb der Klassen und Kurse, die Auswirkungen auf die Gesamtevaluation haben könnten, sind nur durch eine möglichst große Anzahl an Probanden zu verringern (vgl. Döring & Bortz 2006, S. 54). Entsprechend können die Ergebnisse dieser Erhebung nicht verallgemeinert oder mit anderen Ergebnissen in Beziehung gesetzt werden. Nur die Weiterführung der Evaluation und die Datenerhebung in Bezug auf weitere Projekttag anderer Module des Schülerlabors *MariSchool* erhöhen das Kriterium der internen Validität und damit auch die Übertragbarkeit. Folglich können die Ergebnisse nur im Hinblick auf den Einbezug von Handlungsalternativen innerhalb der Konzeption des Schülerlabors betrachtet werden. Nur durch den Kreislauf aus Aktion und Reflexion innerhalb des Schülerlaborbetriebes ist Qualitätssteigerung zu erreichen (vgl. Altrichter & Posch 2007, S. 16 f).

7.2.2.1 Ablauf der Datenerhebung

Die Fragebögen der prä-Befragung wurden den Schülern kurz nach der Begrüßung im Schülerlabor gegeben. Nachdem die Schüler den einführenden Text gelesen hatten, wurden einzelne Fragen zur Kodierung beantwortet und der Zweck der Erhebung nochmals kurz erläutert. Direkt im Anschluss an die Veranstaltung wurde den Schülern der post-

⁹² Legende: ♂ männlich, ♀ weiblich, ◇ unbestimmt

⁹³ Zu anderen Gruppen zählen z. B. FÖJ-ler und Fachschüler.

Fragebogen ausgehändigt, auftretende Fragen und der Zusammenhang zwischen dem prä- und dem post-Fragebogen wurden kurz dargelegt.

Die Fragebögen der follow-up-Befragung wurden den begleitenden Lehrern mitgegeben. Hinweise zur Durchführung der Datenerhebung und zum Zeitpunkt der follow-up-Befragung wurden mündlich mitgeteilt und nochmals schriftlich per Email zugesandt. Das Ausfüllen der Fragebögen nahm bei allen Schülern ca. 15 Minuten in Anspruch.

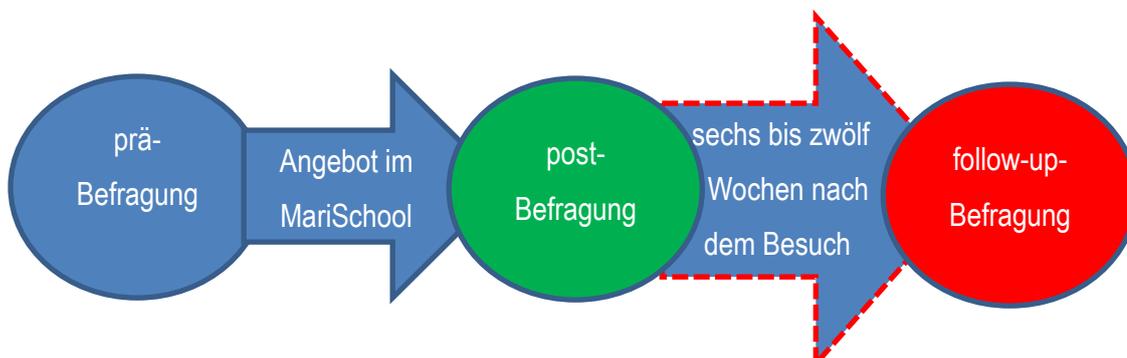


Abbildung 21: Design der Befragung

7.2.3 Statistische Verfahren

Die mit dem Programm Cardiff Teleform erstellten Fragebögen wurden eingelesen und mit dem Programm SPSS (Version: Statistics 20) ausgewertet. Zur Auswertung der Daten wurden Häufigkeitsverteilungen aufgestellt, um so kumulierte prozentuale Häufigkeiten und die Verteilung zu analysieren. Der t-Test bei einer Stichprobe und bei verbundenen Stichproben sowie Mittelwertberechnungen dienen dem Vergleich von Mittelwerten in Abhängigkeit von unabhängigen Variablen (Alter/Niveau/Geschlecht). Standardabweichungen und Signifikanzen geben Aufschluss über die Abweichung von der erwarteten Normalverteilung und dem Zusammenhang zwischen Mittelwerten bei verbundenen Stichproben (vgl. Döring & Bortz 2006, S. 23 ff und 49 ff).

7.3 Zur Lern- und Arbeitsatmosphäre im Schülerlabor

Wie von Glowinski (vgl. Kap. 2.3 und Abb. 5) empirisch belegt, beeinflussen die Variablen 1. Schülermerkmale, 2. Merkmale des Schülerlabors, zu dem unter anderem die Lern- und Arbeitsatmosphäre zählen, und 3. die Einbettung der Angebote des Schülerlabors in den Unterricht die drei Grundbedürfnisse Kompetenzerleben, Autonomie und soziale Eingebundenheit. Die Ausprägung und das Erleben dieser drei Grundbedürfnisse haben nach

Krapp (1992a, S. 302 ff) wesentlichen Einfluss auf die Anregung des aktuellen Interesses, das wiederum durch Stabilisierung („hold“-Faktoren, vgl. Hidi 2000 und Mitchell 1993) bzw. durch weiteres Kompetenz- und Autonomieerleben (vgl. Baumert & Köller 1998, S. 246) zum individuellen Interesse ausgebaut werden kann (vgl. Abb. 6). Entsprechend dieses Wirkungszusammenhangs zwischen Schülerlabormerkmalen und Interessengenese muss der Gestaltung der Lern- und Arbeitsatmosphäre besondere Bedeutung beigemessen werden.⁹⁴ Im Folgenden sind die Items der drei Fragebögen, die die Atmosphäre des Schülerlabors operationalisieren, dargelegt.

Fragebogen 1 (prä-Befragung)	Fragebogen 2 (post-Befragung)	Fragebogen 3 (follow-up-Befragung)
	Die Arbeitsatmosphäre war offen und anregend.	
	Die Gespräche mit den Betreuern waren nützlich und hilfreich.	
	Die Anzahl der Betreuer war ausreichend.	
	Es war motivierend, dass die Betreuer von Naturwissenschaften fasziniert sind.	
	Geben Sie dem Schülerlabor eine Schulnote.	

Tabelle 10: Items zur Analyse der Atmosphäre

Aus dem Vergleich der Häufigkeiten und entsprechend der kumulierten prozentualen Verteilung, aus dem Vergleich der Mittelwerte und der Standardabweichung der Items zur Analyse der Atmosphäre in Abhängigkeit von der Variable Alter, Niveaustufe (Sekundarstufe I, II und andere) bzw. Geschlecht lassen sich Rückschlüsse zwischen den Gruppen im Schülerlabor *MariSchool* ziehen. Auch der Vergleich der Mittelwerte für die Benotung zu anderen empirischen Studien ist in diesem Fall zulässig, da die Testung ähnlich ist (t-Test) und sich nur hinsichtlich der Probandenanzahl unterscheidet.

⁹⁴ Die Beeinflussung der Variablen 1. Schülermerkmale, 2. Einbettung der Angebote des Schülerlabors in den Unterricht und 3. Labormerkmale untereinander in Bezug auf die Interessengenese, die ebenfalls bei Glowinski (2007) untersucht und herausgestellt wurde, soll an dieser Stelle unbeachtet bleiben.

7.4 Zur Einbettung des Laborbesuchs in den Unterricht

„Das bereits vorhandene Interesse kann als bedeutender, nicht jedoch als einziger Einflussfaktor auf das aktualisierte Interesse identifiziert werden. Weitere identifizierte Einflussfaktoren bezüglich des Interesses der Lernenden lassen sich über eine gute Zusammenarbeit zwischen Schulen und Schülerlaboren durchaus beeinflussen. So stellt die Vorbereitung des Schülerlaboraufenthalts im Unterricht einen bedeutenden Prädiktor des aktualisierten Interesses dar und beeinflusst auch das Erleben von Kompetenz und sozialer Einbindung.“ (Glowinski 2007, S. 226) Entsprechend dieser Erkenntnisse wurde die Einbettung des Laborbesuchs im *MariSchool* anhand folgender Fragen evaluiert.

Fragebogen 1 (prä-Befragung)	Fragebogen 2 (post-Befragung)	Fragebogen 3 (follow-up-Befragung)
	Ich habe mich im Unterricht und/oder durch Hausaufgaben auf das Thema vorbereitet.	
	Ich wurde, im Nachhinein gesehen, ausreichend auf den Besuch im Schülerlabor vorbereitet.	
		Wie ausführlich wurde im Unterricht nach dem Besuch des Schülerlabors über die im Schülerlabor durchgeführten Experimente gesprochen?
		Wie ausführlich wurde im Unterricht nach dem Besuch des Schülerlabors an dem Thema weiter gearbeitet?

Tabelle 11: Items zur Analyse der Einbettung der Angebote des Schülerlabors in den Unterricht

Die Items zur Analyse der Einbettung der Angebote des Schülerlabors in den Unterricht werden wiederum in Abhängigkeit von der Variable Alter, Niveaustufe (Sekundarstufe I, II und andere) bzw. Geschlecht untereinander verglichen. Zum Vergleich der einzelnen Gruppen wurden Mittelwerte herangezogen.

7.5 Zum Aufgreifen schulischen Wissens im Schülerlabor

Das Aufgreifen schulischen Wissens, das in engem Kontakt zum Aufbau vernetzten Wissens steht und darüber hinaus den Wissenserwerb im außerschulischen Lernort direkt beeinflusst (vgl. Kap. 2.3.5), wird über die folgenden Items evaluiert.

Fragebogen 1 (prä-Befragung)	Fragebogen 2 (post-Befragung)	Fragebogen 3 (follow-up-Befragung)
Das Schülerlabor zu besuchen ist sinnvoll, da dort schulische Themen aufgegriffen werden.		Ein Schülerlabor zu besuchen ist sinnvoll, da dort schulische Themen aufgegriffen werden.
	Der Tag hatte nichts mit meinen Unterrichtsfächern in der Schule zu tun.	
	Ich konnte im Schülerlabor schulisches Wissen anwenden.	

Tabelle 12: Items zur Analyse des Aufgreifens schulischen Wissens innerhalb der Angebote des Schülerlabors

Die Analyse dieser Fragen wird über den t-Test für verbundene Stichproben, über Häufigkeiten und Mittelwertvergleiche zwischen den Alters-/Niveaustufen und dem Geschlecht vorgenommen.

7.6 Zur Berufs- bzw. Studienorientierung im Schülerlabor

Wie in Kapitel 2.3 dargelegt, vermögen es ein- bzw. auch mehrmalige Schülerlaborbesuche per se nicht, das individuelle Interesse der Schüler zu verändern. Sowohl aus der Theorie der Interessenforschung (vgl. Krapp 1992a, 1992b, 1998) als auch aus den Erkenntnissen der empirischen Befunde (vgl. Kap. 2.3) lässt sich ableiten, dass Schule und Unterricht sich kontinuierlich außerschulischen Angeboten öffnen und informelles Lernen befruchten muss, damit naturwissenschaftliche Interessen nachhaltig verändert werden. *„Die fortlaufenden bzw. regelmäßig wiederkehrenden Auseinandersetzungen mit diesen Gegenständen hinterlassen in der Persönlichkeitsorganisation des Individuums dauerhafte dispositionelle Spuren.“* (Fink 1992, S. 54)

Für die Absichten und Zielsetzungen des Leibniz-Instituts für Ostseeforschung (vgl. Kap. 5.2) bei der Einrichtung des Schülerlabors heißt das, dass Schüler über einen langen Zeitraum kontinuierlich mit Meeresforschung in unterschiedlichen Bereichen (außerschulisch/inerschulisch/unterrichtlich) in Kontakt kommen müssen, damit sich ein nachhaltiges Interesse für die Meeresforschung ausbildet und Schüler sich gegebenenfalls auch im Anschluss an die Schule für den Bereich der Meeresforschung interessieren. Nur wenn persönliche Interessen und Charakteristika einer Person nachhaltig im naturwissenschaftlichen bzw. meereskundlichen Bereich geprägt werden, sind sie mit den Anforderungen eines naturwissenschaftlichen Berufes bzw. Studiums vereinbar.

Entsprechend wurde nicht nur bei den Schülern der Sekundarstufe II, sondern besonders auch bei den Schülern der Sekundarstufe I das Augenmerk auf die Vermittlung von Informationen zu den Berufs- und Studiemöglichkeiten, zu Berufsfeldern und Aufgaben im naturwissenschaftlichen, vor allem aber im meereskundlichen Bereich gelegt.

„Die Berufswahl gelingt, wenn persönliche Eigenschaften einerseits und berufliche Anforderungen andererseits korrekt eingeschätzt und richtig miteinander in Beziehung gesetzt werden. [...] Eigenschaften sind Charakteristika einer Person (oder Umwelt), welche relativ zeitüberdauernd und quer über verschiedene Situationen stabil sind.“ (Fux 2005, S. 36)

Damit persönliche Eigenschaften und Anforderungen des Berufes korrekt eingeschätzt werden, müssen ein realistisches Selbstbild mit Kenntnis der Stärken, Schwächen und Interessen auf der einen Seite und ein realistisches Anforderungsprofil des Berufes auf der anderen Seite vorhanden sein bzw. ausgebildet werden. Je weniger entsprechend Berufs- und Arbeitserfahrung sowie -orientierung die Jugendlichen am Ende ihrer Schullaufbahn gesammelt haben, desto klischeehafter kann eine Berufsvorstellung und entsprechend die Berufswahlentscheidung im Anschluss an die schulische Bildung unter Umständen ausfallen. Fehlvorstellungen bzw. Fehleinschätzungen der Studien- und beruflichen Anforderungen führen unter Umständen zum Studienfachwechsel bzw. zum -abbruch oder zur beruflichen Neuorientierung. Um dahingehend diesen Fehlvorstellungen entgegenzuwirken, gilt es, nicht nur im schulischen Bereich, sondern vor allem im außerschulischen Bereich, speziell im Schülerlabor, dem sich besondere Möglichkeiten bieten, aktiv Berufs- und Studienorientierung zu betreiben. Dieses ist besonders dadurch von Wichtigkeit, da die Eigeninitiative der Jugendlichen Mecklenburg-Vorpommerns bezüglich der Informationsbeschaffung bei der Berufs- und Ausbildungsorientierung im Vergleich zu anderen Bundesländern deut-

lich reduziert ist. Ein unverkennbar steigender Prozentsatz der Schüler beginnt sich erst im Jahr ihrer Hochschulreife über Studien- und Ausbildungsmöglichkeiten zu informieren (vgl. Abb. 16, Kap. 5.1).

Gemäß dieser Hintergründe wurden anhand der folgenden Items Informationen zum Informationsverhalten der Schüler erfragt und die Studien- und Berufsorientierung im Schülerlabor *MariSchool* evaluiert.

Fragebogen 1 (prä-Befragung)	Fragebogen 2 (post-Befragung)	Fragebogen 3 (follow-up-Befragung)
Ich habe mir noch keine Gedanken über meine berufliche Situation gemacht.		Ich habe mir noch keine Gedanken über meine berufliche Situation gemacht.
	Ich habe im Schülerlabor einen Einblick in den Berufsalltag von Wissenschaftlern bekommen.	
	Der Tag hat mich angeregt, mir Gedanken über meine berufliche Zukunft zu machen.	
	Der Tag hat mir gezeigt, welche beruflichen Möglichkeiten es noch gibt.	
Ich kann mir vorstellen, später als Chemiker oder Biologe zu arbeiten.	Ich kann mir vorstellen, später als Chemiker oder Biologe zu arbeiten.	Ich kann mir vorstellen, später als Chemiker oder Biologe zu arbeiten.

Tabelle 13: Items zur Analyse der Berufs- und Studienorientierung innerhalb der Angebote des Schülerlabors

Die Analyse dieser Fragen wird über den t-Test für verbundene Stichproben, über Häufigkeiten und Mittelwertvergleiche zwischen den Alters-, Niveaustufen und dem Geschlecht vorgenommen.

8. Ergebnisse

8.1 Ergebnisse zur Lern- und Arbeitsatmosphäre im Schülerlabor⁹⁵

Die über die Anzahl der Betreuer operationalisierte Lern- und Arbeitsatmosphäre wird als deutlich positiv herausgestellt. 95,7 % der Probanden halten die Anzahl der Betreuer, die in allen Veranstaltungen bei zwei Betreuern lag, als völlig ausreichend (1) bis ausreichend (2)(Tab. 14).

2: Die Anzahl der Betreuer war ausreichend.

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig 1	176	57,0	58,1	58,1
2	114	36,9	37,6	95,7
3	10	3,2	3,3	99,0
4	1	,3	,3	99,3
5	2	,6	,7	100,0
Gesamt	303	98,1	100,0	
Fehlend System	6	1,9		
Gesamt	309	100,0		

Tabelle 14: Bewertung der Anzahl der Betreuer (N =303)

Unter Einbezug der Variable des Alters/Niveaus (Sek I: Klasse, Sek II: Kurs auf normalem oder erhöhtem Niveau, andere Gruppen) und des Geschlechts fällt die Bewertung ähnlich aus.⁹⁶

Immer noch positiv, aber mit einer höheren Streuung werden die Gespräche der Probanden mit den Betreuern bewertet. 67,8 % der Probanden bewerten die Gespräche mit den Betreuern als „nützlich und hilfreich“. Unter Einbezug der Antwortmöglichkeit 3 („stimme teilweise zu“) bewerten sogar über 90 % der Probanden die Gespräche mit den Betreuern

⁹⁵ Die Diagramme und Tabellen der Skalendokumentation befinden sich im Anhang L. Die Zahlen (1, 2, 3) vor einer Frage oder einer Aussage bezeichnet den jeweiligen Fragebogen (prä-Fragebogen: 1, post-Fragebogen: 2, follow-up-Fragebogen: 3). Die Antwortmöglichkeiten 1, 2, 3, 4, 5 bezeichnen die Antwortmöglichkeiten der fünfstufigen Likert-Skala: „Simme völlig zu“, „Stimme eher zu“, Stimme teilweise zu“, „Stimme eher nicht zu“, „Stimme gar nicht zu“.

⁹⁶ Im Hinblick auf den Vergleich der Gruppen hinsichtlich des Alters ist zu sagen, dass hier die Gruppe AG (andere Gruppen) aufgrund der geringen Probandenzahl (23 Probanden) und der sich daraus ergebenden Gruppeneffekte nicht mit der Gruppe Sek I und Sek II ins Verhältnis gesetzt werden kann.

als „nützlich und hilfreich“. Die Verteilung der Antworten in Abhängigkeit von der Variable Geschlecht und Alter unterscheidet sich kaum.

Ähnlich verhält es sich auch bei der von den Probanden bewerteten Einstellung der Betreuer zu Naturwissenschaften. Über 90 % der Probanden (Abb. 22) geben an, dass sie durch die Einstellung der Betreuer „völlig“ bis „teilweise“ motiviert wurden. Die Streuung der Antworten in Abhängigkeit den verwendeten Variablen Geschlecht und Alter unterscheidet sich, wie auch bei der Bewertung der Bedeutung der Gespräche mit den Betreuern durch die Probanden, kaum.

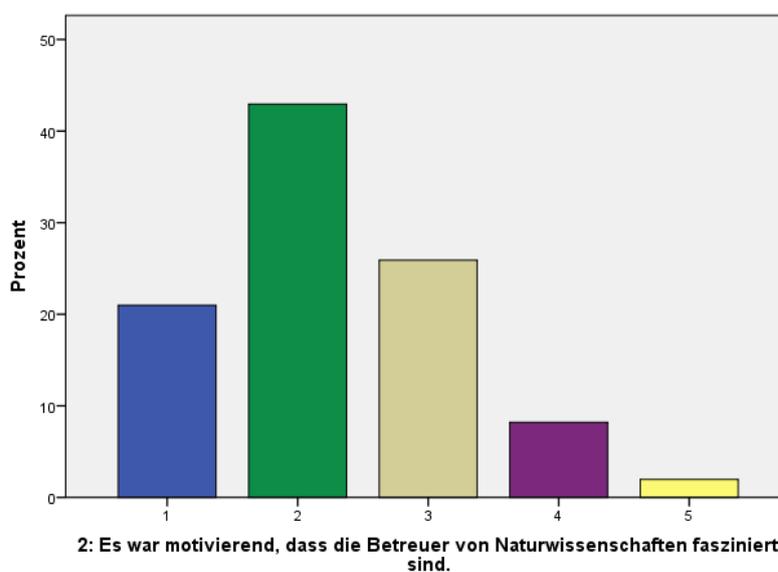


Abbildung 22: Bewertung der Einstellung der Betreuer zu Naturwissenschaften (N = 305)

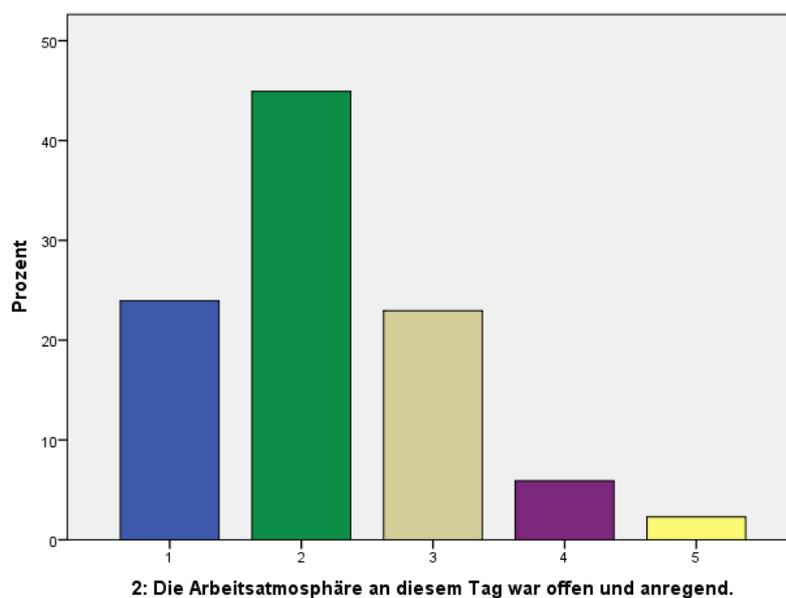


Abbildung 23: Bewertung der Arbeitsatmosphäre (N = 305)

Die Bewertung der Anzahl der Betreuer, der Gespräche und der Einstellung der Betreuer zu Naturwissenschaften korreliert mit der Bewertung der Probanden zur wahrgenommenen Arbeitsatmosphäre im Schülerlabor.

91,8 % der Probanden (90 % der männlichen Probanden, 93 % der weiblichen Probanden) bewerten die Arbeitsatmosphäre im Schülerlabor als völlig bis teilweise „offen und anregend“ (Abb. 23). Differenzen bei der Verteilung in Abhängigkeit von der Variable Alter bzw. Geschlecht sind kaum wahrnehmbar.

Entsprechend der dargelegten Bewertung der Lern- und Arbeitsatmosphäre, operationalisiert über die Bewertung der Anzahl, die Gespräche und die Einstellung der Betreuer fällt auch die Benotung des Schülerlabors aus. 17,2 % der gesamten Probanden geben dem Schülerlabor ein „sehr gut“ bzw. „befriedigend“, 59,9 % vergeben ein „gut“, 3,6 % vergeben ein „ausreichend“ und 0,6 % der Probanden geben dem Schülerlabor ein „mangelhaft“. Im Hinblick auf die Variable Geschlecht und Alter unterscheidet sich diese Verteilung nur bedingt. Mit einem Mittelwert der gesamten Probandenzahl von $M = 2,09$ liegt die Benotung des Schülerlabors deutlich über dem theoretischen Skalenmittelwert von $M = 3$ bei einer fünfstufigen Skala. Die Verteilung der Mittelwerte zwischen den untersuchten Gruppen schwankt zwischen 1,87 (männlich, Sek I) im Maximum und 2,49 (männlich, Sek II) im Minimum.

Im Vergleich der Mittelwerte der Benotung dieses Schülerlabors mit den Mittelwerten für die Benotung anderer Schülerlabore ist ersichtlich, dass die Benotung des *MariSchool* nicht wesentlich von der Benotung anderer untersuchter Schülerlabore abweicht. So liegt beispielsweise der Mittelwert der Benotung der Gesamtstichprobe der von Pawek untersuchten Probanden (Pawek 2009, S.209) bei $M = 1,91$.

8.1.1 Interpretation der Ergebnisse zur Lern- und Arbeitsatmosphäre und daraus abzuleitende Konsequenzen

Aus den Ergebnissen der Befragung geht hervor, dass die Lern- und Arbeitsatmosphäre des *MariSchool*, die über die Anzahl und die Gespräche mit den Betreuern sowie die Einstellung der Betreuer zu Naturwissenschaften erhoben wurde, als deutlich positiv bewertet wird. Unterschiede bei der Bewertung zwischen den Alters-/Niveaustufen der Sekundarstu-

fe I und II, die im Rahmen schulischer Veranstaltungen das *MariSchool* besucht haben, bzw. zwischen den Geschlechtern waren nur bedingt bis gar nicht auszumachen.

Da die Arbeitsatmosphäre an sich ebenfalls von 91,8 % der Probanden als völlig bis teilweise „offen und anregend“ beurteilt wird und auch die Benotung des Schülerlabors mit der Bewertung der Lern- und Arbeitsatmosphäre korreliert, kann die Konzeption und das Zusammenwirken der Bedingungen, die die Lern- und Arbeitsatmosphäre des Schülerlabors ausmachen, als gewinnbringend eingeschätzt werden.

Auch wenn die Schülerlabormerkmale bezüglich der Beeinflussung der Lern- und Arbeitsatmosphäre dahingehend als positiv eingeschätzt werden, sollte im weiteren Betrieb des *MariSchool* Schülerlabors darauf geachtet werden, dass weiterhin eine enge Abstimmung zwischen wissenschaftlichem und pädagogischem Personal vorgenommen wird. Nur durch die Abstimmung kann gewährleistet werden, dass beispielsweise einheitliche Anforderungen an das Experimentieren und Dokumentieren gestellt werden, dass Schülerfehlvorstellungen thematisiert und gegebenenfalls korrigiert bzw. fachliche, aber dennoch didaktisch reduzierte Standards eingehalten werden. Der Abgleich sowohl pädagogischer als auch fachlicher Standards sichert einheitliches Agieren innerhalb des Schülerlabors.

8.2 Ergebnisse zur Einbettung des Laborbesuchs in den Unterricht

Der bei einer Normalverteilung erwartete theoretische Skalenmittelwert von $M = 3$ wird für die Evaluation der Vorbereitung durch den Unterricht bzw. durch Hausaufgaben ($M = 3,88$) deutlich überschritten (vgl. Tab. 15). 66,8 % der Probanden geben entsprechend der kumulativen prozentualen Verteilung an, sich weder im Unterricht noch durch Hausaufgaben auf das Thema im Schülerlabor vorbereitet zu haben.

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
2: Ich habe mich im Unterricht und/oder durch Hausaufgaben auf das Thema vorbereitet.	304	3,88	1,145	,066
2: Ich wurde im Nachhinein gesehen ausreichend auf den Besuch im Schülerlabor vorbereitet.	301	3,28	1,261	,073

Tabelle 15: Mittelwertberechnung zur Vorbereitung bzw. zur Bewertung des Umfangs in Bezug auf den Besuch im Schülerlabor

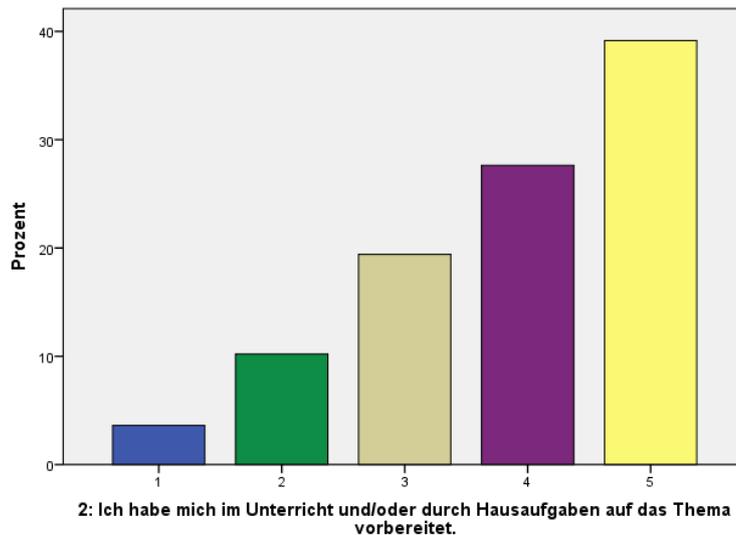


Abbildung 24: Häufigkeitsverteilung zur Bewertung der Vorbereitung des Schülerlabortages (N = 304)

Dieses korreliert auch mit der Bewertung des Umfangs der Vorbereitung in Bezug auf die Anforderungen am jeweiligen Schülerlabortag, der mit einem Mittelwert von $M = 3,28$ (Tab. 15) ebenfalls über dem erwarteten

theoretischen Mittelwert ($M = 3$) liegt. Damit

werden die Vorbereitung und der Umfang der Vorbereitung in Bezug auf die Anforderungen des jeweiligen Schülerlabortages tendenziell von den Probanden als nicht bzw. nur teilweise ausreichend bewertet.

Die Größe der Standardabweichung gibt den Hinweis die Verteilung der Antworten zu analysieren, die in beiden Fällen das Abweichen der Antwortvergabe von der erwarteten Normalverteilung widerspiegelt (vgl. Abb. 24 und 25).



Abbildung 25: Häufigkeitsverteilung zur Bewertung des Umfangs der Vorbereitung (N = 301)

Im Hinblick auf die Variable Alter/ Niveaustufe entsprechen die Mittelwerte und die Streuung der Antworten nur bedingt der der Gesamtpopulation. So variieren die Mittelwerte für

die Bewertung der Vorbereitung stark. Besonders auffällig ist der Unterschied zwischen der Bewertung der Vorbereitung durch Probanden der Sekundarstufe I (♀ M = 4,11, ♂M = 4,21), Probanden der Sekundarstufe II auf normalem Niveau (♀ M = 4,3, ♂M = 4,2) und Probanden der Sekundarstufe II auf erhöhtem Niveau (♀ M = 3,23 ♂M = 3,68). Ähnliches lässt sich auch für die Bewertung des Umfangs der Vorbereitung feststellen. Wie auch bei der Bewertung der Vorbereitung wird der Umfang der Vorbereitung im Hinblick auf die Anforderungen im Schülerlabor als am wenigsten ausreichend von den Probanden der Sek I (♀ M = 3,74, ♂M = 3,58) und den Probanden der Sekundarstufe II auf normalem Niveau (♀ M = 3,39, ♂M = 3,55) bewertet. Die Probanden der Sekundarstufe II auf erhöhtem Niveau unterschreiten im Gegensatz dazu in ihrer Bewertung (♀ M = 2,83, ♂M = 2,77) den zu erwartenden theoretischen Mittelwert (M = 3). Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern bei der Bewertung der Vorbereitung und des Umfangs der Vorbereitung im Hinblick auf die Anforderungen des Schülerlaborbesuches sind wenig aussagekräftig. Die Bewertung der Nachbereitung im Hinblick auf die Thematisierung und die Einbindung der Experimente und Inhalte in den Unterricht weicht mit einem Mittelwert von M = 3,37 bzw. M = 3,87 ebenfalls vom erwarteten theoretischen Mittelwert einer normal verteilten Kurve ab, so dass auch die Nachbereitung von den Probanden tendenziell eher als wenig ausreichend bewertet wird (Abb. 26).

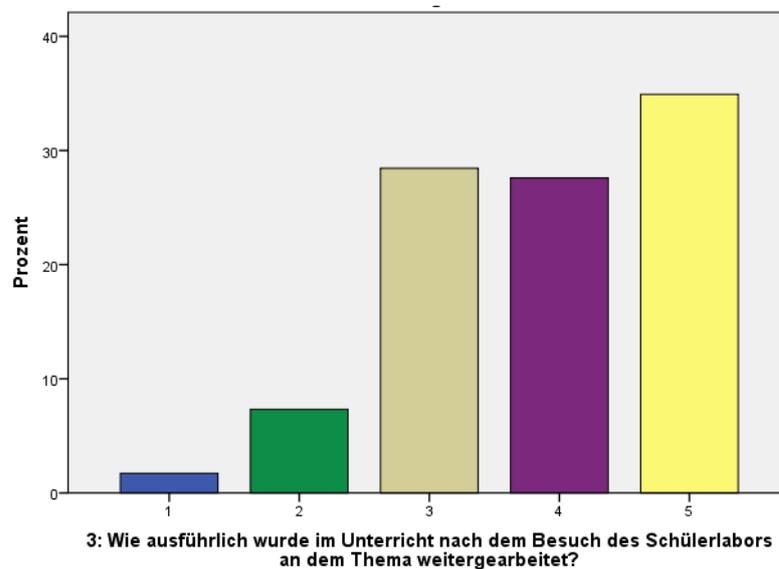


Abbildung 26: Häufigkeitsverteilung zur Bewertung der Einbindung des Themas in den Unterricht⁹⁷

⁹⁷ Die Antworten zu dieser Frage waren angegeben mit: 1: sehr, 2: ziemlich, 3: teilweise, 4: wenig, 5: gar nicht.

Der Vergleich der Mittelwerte zeigt, dass die Experimente ($M = 3,37$) dabei im Nachhinein stärker thematisiert wurden als die behandelten Themen ($M = 3,87$) an sich. Bezüglich der Variable Alter/Niveaustufe und Geschlecht lassen sich zwar Unterschiede im Mittelwert feststellen. Diese sind aber keinen einheitlichen Tendenzen zuzuordnen (vgl. Anhang L: Skalendokumentation).

8.2.1 Interpretation der Ergebnisse zur Einbettung des Laborbesuchs in den Unterricht und daraus abzuleitende Konsequenzen

Wie der Beantwortung der Fragen zu entnehmen ist, werden sowohl die Vorbereitung an sich als auch die Vorbereitung im Hinblick auf die Anforderungen im Schülerlabor von den Probanden tendenziell als nur teilweise bis wenig ausreichend bewertet. Deutliche Unterschiede diesbezüglich lassen sich zwischen den Alters- und Niveaustufen ausmachen, wobei sich die Schüler höheren Alters und höherer Niveaustufe noch am besten vorbereitet sehen.

Sowohl die Einbindung der Themen als auch die Einbettung der Experimente in den laufenden Unterricht werden als wenig bis nur teilweise ausgeprägt bewertet, was auf eine geringe Nachbereitung bzw. Einbindung der Kontexte in den Unterricht schließen lässt.

Folglich bedeutet dies, dass zum einen niveaustufenbedingte Anforderungen bei der inhaltlichen Konzeption noch stärker fokussiert werden müssen und dass vor allem Schülern unterer Klassen noch stärkere Hilfestellungen während des Schülerlabortages gegeben werden müssen.

Neben dieser konzeptionellen Nachschärfung bedarf es weiterhin, resultierend aus den Ergebnissen, der noch wirksameren Abstimmung der Angebote auf die Vorkenntnisse. Vor allem auch Lehrer müssen mit der Bedeutung und der Notwendigkeit der Vor- und Nachbereitung vertraut gemacht werden. Dieses sollte nicht nur auf Lehrerfortbildungen thematisiert werden, sondern Inhalte der Vor- und Nachbereitung sollten konkret mit den einzelnen Lehrern vor dem Besuch des Schülerlabors abgestimmt werden. Entsprechend ist sicherzustellen, dass Lehrer mit den Inhalten des Tages vertraut gemacht werden und dahingehend ihre Vor- und Nachbereitung im Unterricht gestalten können.

8.3 Ergebnisse zum Aufgreifen schulischen Wissens im Schülerlabor

Der Aussage: „Das/Ein Schülerlabor zu besuchen, ist sinnvoll, da dort schulische Themen aufgegriffen werden.“, wird bei der ersten und auch bei der dritten Befragung der Probanden (prä- und follow-up-Fragebogen) tendenziell eher zugestimmt. Mit einem Mittelwert von $M = 2,33$ bzw. $M = 2,39$ und einer Standardabweichung von $SD = 0,959$ bzw. $SD = 0,953$ unterscheidet sich die Bewertung der Probanden bei der ersten und bei der dritten Befragung nicht signifikant. Beide Mittelwerte ($M = 2,33$ bzw. $M = 2,39$) unterschreiten den theoretisch zu erwartenden Skalenmittelwert von $M = 3$ (vgl. Tab. 16 und 17).

	Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren 1 1: Das Schülerlabor zu besuchen ist sinnvoll, da dort schulische Themen aufgegriffen werden.	2,33	222	,959	,064
3: Ein Schülerlabor zu besuchen ist sinnvoll, da dort schulische Themen aufgegriffen werden.	2,39	222	,953	,064

Tabelle 16: t-Test für verbundene Stichproben zum Vergleich der Bewertung der Sinnhaftigkeit des Schülerlaborbesuchs

Die Differenzen bei der Beantwortung zwischen den Geschlechtern, den Alters- bzw. Niveaustufen sind nur gering ausgeprägt.

	N	Korrelation	Signifikanz
Paaren 1 1: Das Schülerlabor zu besuchen ist sinnvoll, da dort schulische Themen aufgegriffen werden. & 3: Ein Schülerlabor zu besuchen ist sinnvoll, da dort schulische Themen aufgegriffen werden.	222	,401	,000

Tabelle 17: Korrelation und Signifikanz des t-Tests für verbundene Stichproben zur Bewertung der Sinnhaftigkeit des Schülerlaborbesuchs

Mit einem Mittelwert von $M = 2,02$ und einer kumulativen Häufigkeit von 71,1 % geben die Probanden an, schulisches Wissen im Schülerlabor anwenden zu können und stimmen

damit der Aussage tendenziell zu. Unter Einbezug der dritten Antwortmöglichkeit („stimme teilweise zu“) liegt der Wert sogar bei 95,3 %. Die männlichen Schüler der Sekundarstufe II (erhöhtes Niveau) stimmen dabei der Aussage mit einem Mittelwert von $M = 1,57$ am stärksten zu, die weiblichen Schüler der Sekundarstufe I unterstützen die Aussage mit einem Mittelwert von $M = 2,47$ am wenigsten. Signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern innerhalb der Niveaustufen sind nicht feststellbar.

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
2: Der Tag hatte nichts mit meinen Unterrichtsfächern in der Schule zu tun.	298	4,00	1,068	,062
2: Ich konnte im Schülerlabor schulisches Wissen anwenden.	301	2,02	,896	,052

Tabelle 18: Mittelwerte zur Einbindung schulischen Wissens

Entsprechend der positiven Bewertung des Aufgreifens schulischen Wissens am jeweiligen Schülerlabortag fällt die Bewertung der Aussage⁹⁸, dass der Schülerlabortag nichts mit den Schulfächern der Probanden zu tun gehabt hätte, aus (Tab. 18 und Abb. 27).

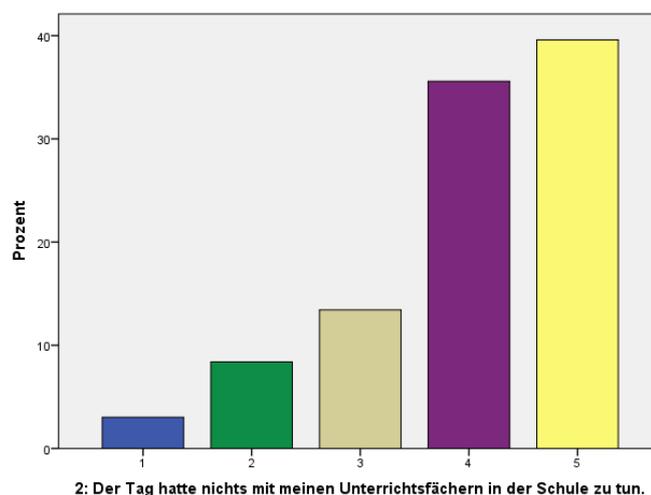


Abbildung 27: Häufigkeitsverteilung zur Beziehung zwischen dem Schülerlabortag und den Unterrichtsfächern (N = 298)

⁹⁸ Das Item wurde negativ formuliert, um Testverfälschungen zu minimieren.

Mit einem Mittelwert von $M = 4,0$ wird diese Aussage tendenziell abgelehnt und unterstützt damit die Ergebnisse zur Anwendung schulischen Wissens (vgl. Tab. 17 und Abb. 27) an dem jeweiligen Schülerlabortag. Signifikante Unterschiede bestehen bei den Mittelwertvergleichen dieser Beantwortung zum Mittelwert der Gruppe AG (andere Gruppen), die mit einem Mittelwert von $M = 2,67$ diese Negativaussage tendenziell nicht ablehnt. Aufgrund der Probandenanzahl ist davon auszugehen, dass dieser Wert aufgrund von Gruppeneffekten deutlich verfälscht ist.

8.3.1 Interpretation der Ergebnisse zum Aufgreifen schulischen Wissens im Schülerlabor und daraus abzuleitende Konsequenzen

Der Notwendigkeit, schulisches Wissen an einem außerschulischen Lernort aufzugreifen (vgl. Kap. 2.3), wird von den Probanden zwar zugestimmt, aber fällt diese Zustimmung weniger eindeutig aus als erwartet. Ebenso verändert sich die Beantwortung dieser Frage zwischen der prä- und follow-up-Befragung nicht signifikant. Dass Schüler diese Notwendigkeit nicht mit der Klarheit herausstellen, die mittels lernpsychologischer Grundlagen oder empirischer Studien (vgl. Kap. 2.3.5) impliziert wird, kann damit begründet werden, dass Wirkzusammenhänge zum Aufbau vernetzten Wissens von den Schülern nicht reflektierend betrachtet werden und betrachtet werden können.

Dass schulisches Wissen im Schülerlabor aufgegriffen und der Bezug zu den Unterrichtsfächern gegeben ist, bestätigen die Probanden hingegen deutlich. Dabei sind allerdings deutliche Unterschiede zwischen den Alters- und Niveaustufen auszumachen.

Entsprechend resultiert aus den Ergebnissen, dass die Schüler in unterschiedlicher Ausprägung einen Zusammenhang zwischen den Inhalten des Unterrichts und den Inhalten der Angebote des Schülerlabors sehen, diesen tendenziell, aber wenig ausgeprägt, als sinnvoll erachten.

Der Umstand, dass besonders Schüler unterer Klassen (Sek I) der Anwendung schulischen Wissens zwar zustimmen, aber die Ausprägung relativ gering ist, kann damit begründet werden, dass beispielsweise das Thema *Klimawandel* nicht explizit in den Rahmenplänen der Naturwissenschaftsfächer festgeschrieben ist und damit auch nicht unterrichtet werden muss. Folglich sollte hier verschärft auf die Zusammenarbeit mit den Leh-

ren gesetzt werden, um die Vorbereitung und auch die Nachbereitung im Zusammenhang mit den Inhalten des Schülerlabors so sinnstiftend wie möglich zu gestalten.

8.4 **Ergebnisse zur Berufs- und Studienorientierung im Schülerlabor**

Der Aussage: „Ich habe mir noch keine Gedanken über meine berufliche Zukunft gemacht.“, wird sowohl in der prä- als auch in der follow-up-Befragung nicht zugestimmt. Mit einem Mittelwert von $M = 4,20$ bzw. $M = 4,06$ unterscheiden sich die Werte nicht signifikant, liegen aber deutlich oberhalb des theoretisch zu erwartenden Mittelwertes von $M = 3$. Deutliche Unterschiede zeichnen sich zwischen den Mittelwerten der einzelnen Altersgruppen ab. Während männliche Schüler geringeren Alters (Sekundarstufe I) die Aussage tendenziell weniger stark ablehnen ($M = 3,85$ (prä-Befragung)) bzw. $M = 3,79$ (post-Befragung)), wird die Aussage von weiblichen Schülern der Sekundarstufe II (normales Niveau) mit einem Mittelwert von $M = 4,86$ bzw. $M = 4,42$ deutlich abgelehnt. Insgesamt und einheitlich zwischen den Altersgruppen und den Niveaustufen wird die Aussage von den weiblichen Probanden geringfügig stärker abgelehnt. Weiterhin lassen sich auch Unterschiede zwischen den Niveaustufen feststellen. Mit einem Mittelwert von $M = 4,66$ bzw. $M = 4,30$ ist die Ablehnung der Aussage von den Schülern der Sekundarstufe II auf normalem Niveau aber nur geringfügig stärker als von den Schülern der Sekundarstufe II auf erhöhtem Niveau ($M = 4,31$ bzw. $4,10$).

Die Darlegung der Informationsvermittlung zum Berufsalltag von Wissenschaftlern wird tendenziell mit einem Mittelwert von $M = 2,35$ positiv bewertet (vgl. Abb. 28).

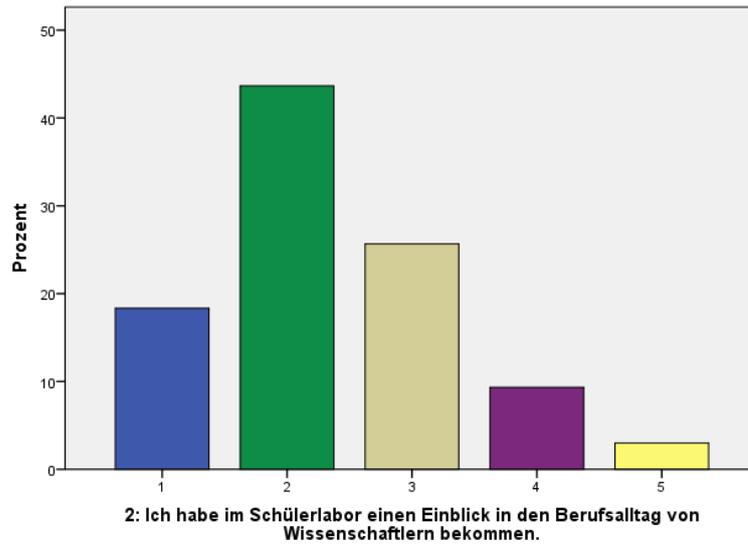


Abbildung 28: Häufigkeitsverteilung zum Einblick in den Berufsalltag von Wissenschaftlern (N = 300)

62,0 % bzw. unter Einbeziehung der dritten Antwortmöglichkeit („stimme teilweise zu“) 87,7 % der Probanden geben an, einen Einblick in den Berufsalltag von Wissenschaftlern erhalten zu haben. Signifikante Unterschiede bei der Beantwortung unter Einbeziehung der Variablen Geschlecht und Alter/Niveaustufe sind nicht gegeben.

Mit einem Mittelwert von $M = 3,55$ geben die Probanden an, weniger stark durch den Tag im Schülerlabor angeregt worden zu sein, sich über ihre berufliche Zukunft Gedanken zu machen.

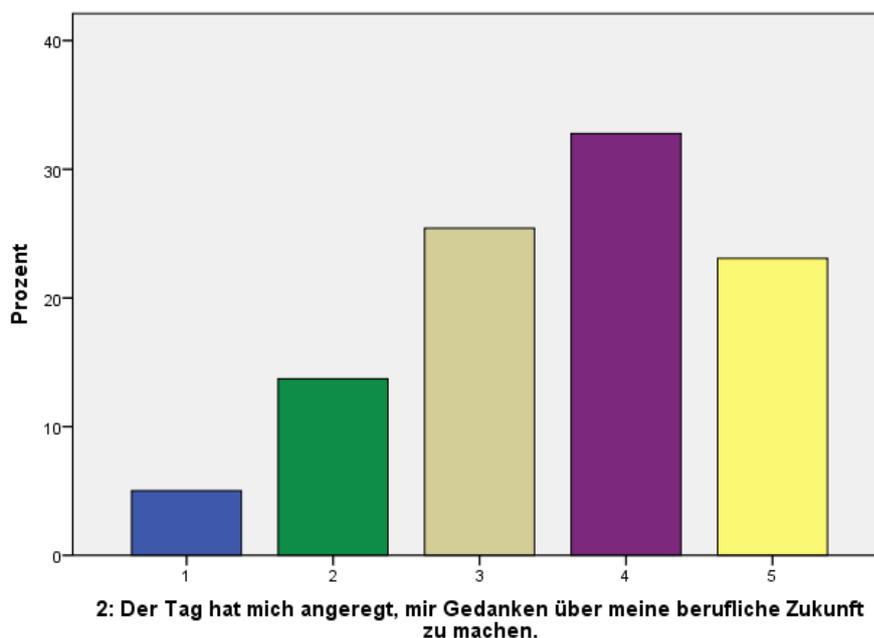


Abbildung 29: Häufigkeitsverteilung zur Anregung von Gedanken zur beruflichen Zukunft (N = 299)

Hierbei lassen sich weniger Unterschiede zwischen den Alters- und Niveaustufen als zwischen den Geschlechtern ausmachen. Während die weiblichen Probanden der Sekundarstufe II mit einem Mittelwert von $M = 3,17$ (erhöhtes Niveau) und $M = 3,23$ (normales Niveau) noch relativ nah am theoretisch zu erwartenden Mittelwert von $M = 3$ bleiben, weicht der Mittelwert der männlichen Probanden mit $M = 3,8$ (normales Niveau) bzw. $M = 3,93$ (erhöhtes Niveau) schon deutlicher davon ab.

Das Aufzeigen der beruflichen Möglichkeiten im Schülerlabor wird von den Probanden mit einem Mittelwert von $M = 2,72$ bewertet. Unter Einbeziehung der Antwortmöglichkeit 3 („stimme teilweise zu“) geben 78,6 % der Probanden an, während des Tages im Schülerlabor mit weiteren beruflichen Möglichkeiten vertraut gemacht worden zu sein (vgl. Tab. 19).

2: Der Tag hat mir gezeigt, welche beruflichen Möglichkeiten es noch gibt.

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	1	32	10,4	10,7	10,7
	2	106	34,3	35,5	46,2
	3	97	31,4	32,4	78,6
	4	42	13,6	14,0	92,6
	5	22	7,1	7,4	100,0
	Gesamt	299	96,8	100,0	
Fehlend	System	10	3,2		
	Gesamt	309	100,0		

Tabelle 19: Häufigkeitsverteilung und kumulierte Prozentangaben zu beruflichen Möglichkeiten

Unterschiede zwischen den Alters- bzw. Niveaugruppen sind dabei kaum festzustellen. Lediglich innerhalb der Sekundarstufe II sind geringfügige Unterschiede zwischen den Geschlechtern feststellbar, wobei die weiblichen Probanden der Aussage: „Der Tag hat mir gezeigt, welche beruflichen Möglichkeiten es noch gibt.“, geringfügig stärker zustimmen.

Die Frage, ob die Probanden sich vorstellen könnten, später als Chemiker oder Biologe zu arbeiten, wird bei der prä-Befragung mit einem Mittelwert von $M = 3,52$, bei der post-Befragung mit einem Mittelwert von $M = 3,67$ und bei der follow-up-Befragung mit einem Mittelwert von $M = 3,46$ bewertet. Damit ändert sich die Beantwortung der Frage innerhalb der prä-, post- und follow-up-Befragung geringfügig, aber nicht signifikant. Während insgesamt keine signifikanten Veränderungen auszumachen sind, ist dennoch unter Einbezie-

hung der Variablen Alter/Niveau und Geschlecht ein Unterschied ersichtlich. So bewerten beispielsweise die weiblichen Schüler der Sekundarstufe II (erhöhtes Niveau) diese Frage mit einem Mittelwert von $M = 3,07$, $M = 3,12$ und $M = 3,14$ (prä-, post-, follow-up-Befragung), während die männlichen Schüler der Sekundarstufe I diese Frage mit einem Mittelwert von $M = 3,92$, $M = 3,96$ und $M = 3,95$ signifikant stärker ablehnen.

Generell ist bis auf eine Ausnahme (Sek II, erhöhtes Niveau, weiblich) der Trend ersichtlich, dass der Mittelwert von der prä- zur post-Befragung ansteigt, dann in der follow-up-Befragung wieder unter das Ausgangsniveau der prä-Befragung sinkt. In den meisten Fällen ist dieser Trend aber nicht signifikant.

8.4.1 Interpretation der Ergebnisse zur Berufs- und Studienorientierung im Schülerlabor und daraus resultierende Konsequenzen

Entgegen der Studie zum Informationsverhalten der Jugendlichen bei der Studien- und Berufswahl und speziell zu den Ergebnissen Mecklenburg-Vorpommerns (vgl. Heine & Julia Willich 2010, vgl. Kap. 5.1) geben die Probanden sowohl der Sekundarstufe I als auch der Sekundarstufe II eindeutig an, sich Gedanken über ihre berufliche Zukunft gemacht zu haben. Dabei sinkt das Informationsgefälle wie zu erwarten von älteren zu jüngeren, allerdings auch von weiblichen zu männlichen Schülern. Dass Unterschiede im Informationsverhalten und in der Informationsbeschaffung zwischen männlichen und weiblichen Schülern bestehen, konnte auch durch die Studie von Heine, Willich & Schneider (2010, S. 10 ff) herausgestellt werden⁹⁹.

Aufgrund der Tatsache, dass sich die Probanden mit ihrer beruflichen Zukunft auseinandergesetzt haben ($M = 4,20$ bzw. $M = 4,06$), kann der Tag im Schülerlabor nur geringen Einfluss auf die Schüler hinsichtlich weiterführender Informationsvermittlung nehmen. So geben die Schüler zwar tendenziell an, durch den Schülerlabortag einen Einblick in den

⁹⁹ In der Studie von Heine, Willich, & Schneider (2010) wird verdeutlicht, dass männliche Schüler später mit der Informationsbeschaffung beginnen. Weiterhin geben sie an, weniger Schwierigkeiten bei der beruflichen Entscheidungsfindung und bei der Finanzierung des Studiums zu haben sowie weniger durch die beruflichen Möglichkeiten verunsichert zu sein. Ein weiterer großer Unterschied besteht in der Informationsbeschaffung. Während Frauen häufiger diverse Quellen, wie Zeitschriften, Bücher, Tests, Praktika, Serviceangebote, persönliche Gespräche, heranziehen, um sich beruflich zu orientieren, suchen Männer in verstärktem Maße das Gespräch mit Hochschullehrern (vgl. Heine, Willich, & Schneider 2010, S. 33).

Alltag von Wissenschaftlern erhalten zu haben ($M = 2,35$), die Anregung der Schüler sich weiterführend über die berufliche Zukunft Gedanken zu machen, konnte aber durch die Tage im Schülerlabor weniger geleistet werden. Aufgrund der Tatsache, dass der Fragebogen die Art und die Intensität der Auseinandersetzung mit der beruflichen Zukunft nicht mit erfragt, kann nicht evaluiert werden, ob der geringe Einfluss des Schülerlabortages auf die weiterführende Anregung der Probanden der Art der Vermittlung der Informationen zur Berufs- und Studienorientierung oder dem Informationsniveau der Probanden zuzuschreiben ist.

Obwohl die männlichen Schüler angeben, sich weniger mit ihrer beruflichen Zukunft auseinandergesetzt zu haben, fällt die Anregung der männlichen Probanden, sich weiterführend Gedanken zu machen, geringer aus als die der weiblichen. Dieses Ergebnis widerspricht auf der einen Seite der Erwartung, da die männlichen Probanden beruflich weniger orientiert und informiert zu sein scheinen. Auf der anderen Seite bedient es aber empirische Belege, nach denen die Informationsbeschaffung zur Studien- und Berufswahl männlicher Schüler hauptsächlich über persönliche Beratung und Gespräche geleistet wird (vgl. Heine, Willich & Schneider 2010, S. 33). Neben dem didaktischen Konzept zur Informationsvermittlung und dem Grad der Informiertheit der Probanden entscheiden weiterhin Geschlechterspezifika über das Maß des Erfolgs bei der Studien und Berufsorientierung.

Die Beantwortung der Frage, ob sich die Probanden später vorstellen könnten, als Chemiker oder Biologe zu arbeiten, wird durch den Einfluss des Schülerlabortages insgesamt weder kurz- noch mittelfristig signifikant verändert. Unter Einbezug der Variablen lassen sich aber dennoch einzelne Gruppen identifizieren, bei denen signifikante Veränderungen innerhalb der prä-, post- und follow-up-Befragung ersichtlich waren. So veränderte sich beispielsweise der Mittelwert der Schüler der Sekundarstufe II (normales Niveau, weiblich) von der prä- über die post- zur follow-up-Befragung von $M = 3,81$ über $M = 4,05$ zu $M = 3,47$. Entsprechend kann man davon ausgehen, dass bei einzelnen Gruppen die im Schülerlabor durchgeführten Maßnahmen einen positiven Beitrag zur Studien- und Berufsorientierung geleistet haben.

Inwieweit diese Effekte, wie angesprochen, dem didaktischen Konzept, Geschlechterspezifika beim Informationsverhalten oder dem Grad der Informiertheit der Probanden zugeschrieben werden können, konnte nicht herausgestellt werden. Um weiterführend einen

konkreten Zusammenhang zwischen dem didaktischen Konzept, dem Informationsstand der Schüler und dem Geschlecht zu ermitteln, müssten weiterführende Studien durchgeführt werden.

Generell resultiert aus den Ergebnissen zur Anregung der Probanden, dass Berufs- und Studienorientierung geschlechterspezifischer betrieben werden muss. Neben Informationen, die in Form von Vorträgen gegeben werden, sollten die Möglichkeiten des persönlichen Kontakts mit Wissenschaftlern weiter ausgebaut werden. Insbesondere männliche Schüler, die Informationsbeschaffung vornehmlich über persönliche Gespräche bewerkstelligen (vgl. Heine, Willich & Schneider 2010, S. 33), sollten in noch stärkeren persönlichen Kontakt mit Wissenschaftlern treten können. Dabei sollten auch die Interviews mit Wissenschaftlern aufgabengeleitet und im Unterricht vorbereitet sein.

8.5 Fazit

Die unter Einbeziehung der unabhängigen Variablen Alter/Niveaustufe und Geschlecht resultierende geringe Probandenzahl für die einzelnen Gruppen lässt einen Vergleich der Mittelwerte der Gruppen untereinander nur bedingt zu bzw. macht die Ergebnisse dieser Vergleiche nur bedingt aussagekräftig. Unter Beachtung dieser Einschränkung resultiert aus den Ergebnissen zum einen, dass die Gestaltung der Lern- und Arbeitsatmosphäre im Schülerlabor sowie die Einbindung schulischen Wissens als gelungen angesehen werden kann. Zum anderen ergibt sich aber aufgrund der durchgeführten Befragung Handlungsbedarf bei der Anleitung zur Vor- und Nachbereitung der Angebote im Unterricht, speziell bei Schülern der Sekundarstufe I und Schülern der Sekundarstufe II auf normalem Niveau, sowie bei der Einbindung der Inhalte und Kontexte in den Unterricht, die durch vorherige Absprachen mit den entsprechenden Lehrern stärker forciert werden muss. Ebenfalls erschließt sich aus den Ergebnissen Handlungsbedarf bei der geschlechterspezifischen Konzeption zur Studien- und Berufsorientierung. Während die Vor- und die Nachbereitung der Schülerlabortage differenzierter mit den Lehrern abgesprochen werden müssen, Inhalte und Materialien ohne Nachfrage zugesandt werden und die Bedeutung der Vor- und Nachbereitung sowie der Einbindung der Inhalte in den laufenden Unterricht stärker thematisiert werden muss, sollte die Berufs- und Studienorientierung vornehmlich in die Hand didaktisch und pädagogisch geschulter Wissenschaftler gelegt werden. Informationen zur Berufs- und Studienorientierung, zu Berufs- und Handlungsfeldern sollten noch wirksamer

in persönlichen Gesprächen vermittelt werden. Damit auch an dieser Stelle das Kompetenz- und Autonomieerleben der Schüler erweitert wird, sollte der Aspekt der Berufs- und Studienorientierung auch im Unterricht vorbereitet werden.

Um weiterführend diese Ergebnisse zu unterstützen, bedarf es der Ausweitung der Evaluation. Nur die Ausweitung kann sicherstellen, dass zum einen das Kriterium der internen Validität erfüllt wird, dass zum anderen dadurch nicht nur Angebote des Moduls „CO₂ – und Me(e)hr“, sondern vor allem auch andere Angebote, die derzeit erprobt werden, qualitativ verbessert werden.

Neben der Evaluation weiterer Angebote des Schülerlabors *MariSchool* und der Ausweitung der Probandenanzahl, sollte weiterhin untersucht werden, wie die Angebote durch Lehrer bewertet werden. Dazu sollten Lehrerevaluationsbögen erstellt und herumgegeben werden. Speziell der Umfang der Vor- und der Nachbereitung sowie die Einbindung der Inhalte und Experiment in den laufenden Unterricht sollten dabei evaluiert werden, um die Wirksamkeit der im Schülerlabor getroffenen Maßnahmen zur Vor- und Nachbereitung im Unterricht abschätzen zu können.

Aufgrund der nicht evaluierbaren Zusammenhänge zwischen dem beruflichen Informationsstand der Probanden, dem didaktischen Konzept zur Studien- und Berufsorientierung sowie den Geschlechterspezifika sollten weiterführende und tiefere Studien zur Wirksamkeit von studien- und berufsorientierenden Maßnahmen im Schülerlabor angestrebt werden.

9. Zusammenfassung und Ausblick

Die Arbeit im Schülerlabor, die einem Balanceakt zwischen der Anleitung zur Selbstständigkeit, aber auch notwendiger Zielorientierung, zwischen der Einbindung schulischen Wissens, aber auch der Vermittlung neuartiger Inhalte und Kontexte, zwischen dem Anspruch der Motivation im wissenschaftlichen Bereich, aber auch der Darlegung bedingt demotivierender Realitäts- und Wissenschaftsnähe gleicht, ist mit einem enormen Verantwortungs- und Anspruchspotenzial belegt. Die Verantwortung und der Anspruch an diese Form außerschulischen Lernens resultiert zum einen in den Bedingungen, der sich verändernden Lebenswelt (vgl. Kap. 2.1), zum anderen aber auch in der Unfähigkeit und den herrschenden Voraussetzungen des herkömmlichen Naturwissenschaftsunterrichts, diesen Ansprüchen vollends gerecht zu werden. Damit Schülerlabore dieser Verantwortung nachkommen, Verbindungsglied zwischen formalem/nicht formalem und informellem Lernen sowie Befruchtungs- und Ergänzungsmöglichkeit des Unterrichts sein können (vgl. Kap. 2.2), müssen grundlegende Parameter gegeben sein.

Ziel dieser Arbeit war es aufgrund des empirisch belegten Nutzens von Schülerlaborarbeit (vgl. Kap. 2.3) diese Konzeptionsparameter für Schülerlabore herauszuarbeiten (vgl. Kap. 2.4), Inhalte für das Schülerlabor *MariSchool* zu konzipieren (vgl. Kap. 6) sowie die Konzeptionsparameter innerhalb des Schülerlabors umzusetzen (vgl. Kap. 5.5). Die Schülerlaborangebote anschließend zu evaluieren (vgl. Kap. 7 und 8), schloss sich sinnlogisch an.

Dass die interne Konzeption beispielsweise der Gestaltung der Lern- und Arbeitsatmosphäre und das Aufgreifen schulischen Wissens innerhalb der Angebote des Schülerlabors als erfolgreich bewertet werden können, belegen die Ergebnisse der Evaluation (vgl. Kap. 8.1 f und 8.3 f). Deutlich muss bei der Gestaltung der Berufs- und Studienorientierung nachgeschärft werden, die in ihrer Art unverkennbar geschlechterspezifischer gestaltet werden muss (vgl. 8.4 f). Auch die Abstimmung der Inhalte auf die Vorkenntnisse der Schüler, besonders jüngerer Schüler sollte noch intensiver und differenzierter vorgenommen werden, um dem Kompetenz- und Autonomieerleben der Schüler (vgl. Kap. 2.3.3) und damit auch der Nachhaltigkeit des Angebotes Rechnung zu tragen.

Das Aufgreifen der Vorkenntnisse der Schüler wiederum steht in einem direkten Kontakt zur Vorbereitung der Schüler im Unterricht. Der sich deutlich zeigende Mangel in der Einbindung der Kontexte und der Einbindung des Angebotes in den unterrichtlichen Alltag

(vgl. Kap. 8.2 f) zeigt die Notwendigkeit auf, schulisches und außerschulisches Lernen noch stärker aufeinander abzustimmen und miteinander zu verzahnen.

Aus den Ergebnissen der Arbeit resultiert für die Weiterführung des Schülerlabors *MariSchool* zum einen die Forderung, derzeit in Erprobung befindliche, interdisziplinär angelegte Schülerlaborangebote weiterführend zu evaluieren, um qualitativ hochwertige Schülerlaborarbeit zu betreiben und inhaltliche sowie methodische Konzeptionen weiterzuentwickeln. Bezüglich der Ergebnisse zur Berufs- und Studienorientierung im Schülerlabor ist es unumgänglich, die Evaluation im Hinblick auf den Informationsstand und die Geschlechterspezifika zu modifizieren, um Schüler differenzierter informieren und anregen zu können. Auch die Zusammenarbeit mit Lehrern, die Art der Vor- und Nachbereitung der Schüler, die Einbindung der Inhalte in den Unterricht sowie die Angebote an sich sollten zukünftig durch Lehrer evaluiert werden.

Da die Verbindung schulischen und außerschulischen Lernens und somit auch der Nutzen von außerschulischen Angeboten abhängig ist von der Vor- und Nachbereitung außerschulischen Lernens sowie der unterrichtlichen Kontextorientierung, sollten von Schülerlaborseite Kooperationen mit Schulen und außerschulischen Bildungsträgern eingegangen werden. Dieses sichert zum einen, dass außerschulisches Lernen fester Bestandteil des schulischen Lernens, zum anderen aber auch die Erwartungshaltungen der Lehrer dem außerschulischen Angebot gegenüber realer und konkreter werden. Dieses wiederum bedingt, dass sowohl die unterrichtliche Integration des außerschulischen Angebots deutlich erhöht als auch die Absprache bezüglich der Vorkenntnisse und der individuellen Bedürfnisse sorgfältiger vorgenommen werden kann. Nachhaltige Kooperation mit entsprechenden Einrichtungen einzugehen, kann aber langfristig nur fruchtbringend sein, wenn auch die Finanzierung und somit auch die Weiterführung des Schülerlabors gesichert sind. Neben den angesprochenen Maßnahmen zur Intensivierung der Zusammenarbeit schulischer und außerschulischer Partner bedarf es übergeordnet der politischen Standardisierung von Schülerlaborarbeit. Im Zuge des politischen Aufrufs zur Nutzung außerschulischer Lernorte und der Zahl steigender Schülerlabore in Mecklenburg-Vorpommern (vgl. Kap. 4) ist eine politische Koordination schulischen und außerschulischen und entsprechend formalen/nicht formalen und informellen Lernens unumgänglich. Nur diese Standardisierung sichert, dass die Möglichkeiten dieser außerschulischen Lernorte stärker wahrgenommen und ihr Potenzial stärker zur Geltung gebracht werden, dass außerschulisches

Lernen fester, integraler Bestandteil jeden Unterrichts wird, dass nicht nur dem Schülerlabor *MariSchool*, sondern auch anderen und entstehenden Schülerlaboren reflektierte Konzeptionen unterliegen und dass die Zusammenarbeit mit Schülern, Lehrern und Schulen noch stärker hinterfragt wird.

Der angesprochenen Verantwortung und dem Anspruch an außerschulisches Lernen kann Schülerlaborarbeit entsprechend nur genügen, wenn alle beteiligten Partner übergreifendes Lernen anstreben. Nur wenn die beschriebenen Bedingungen erfüllt werden, kann das Potenzial dieser von Hempelmann (2011, S. 103) bezeichneten „*Bildungsinnovation*“ ausreichend ausgeschöpft und das derzeit bestehende Missverhältnis zwischen Anspruch und Realität aufgehoben werden.

10. Literaturverzeichnis

- Allen, T., & Marcu, M. (2010). *Eurostat- Pressemitteilung: EU27 Bevölkerung von 501 Millionen am 1. Januar 2010 - Mehr als 5 Millionen Geburten in der EU27 im Jahr 2009*. (Eurostat, Hrsg.) Abgerufen am 10.04.2012 von <http://www.eds-destatis.de/de/press/download/2010/07/110-2010-07-27.pdf>.
- Altrichter, H., & Posch, P. (2007). *Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht* (4. überarbeitete und erweiterte Ausg.). Bad Heilbunn: Klinkhardt.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for Science literacy - Project 2061*. New York; u.a.: Oxford University Press.
- Ante, C. (2010). *Auswirkungen des Strukturwandels und der demografischen Entwicklung auf die Berufsausbildung in Mecklenburg-Vorpommern und abzuleitende Handlungsspielräume für die Landespolitik*. Schwerin: Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Barke, H. D., & Hilberg, C. (2000). Image von Chemie und Chemieunterricht. *Chemie in unserer Zeit*, 34. Jg. (Nr. 1), S. 17-23.
- Barke, H.-D., & Harsch, G. (2011). *Chemiedidaktik kompakt - Lernprozesse in Theorie und Praxis*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.
- Baumert, J., & Köller, O. (1998). Interest Research in Secondary Level I: An Overview. In L. Hoffmann, A. Krapp, & K. A. Renninger (Hrsg.), *Interest and Learning. Proceedings of the Seeon Conference on Interest and Gender* (S. 241-256). Kiel: IPN.
- Baumert, J., Bos, W., & Lehmann, R. (Hrsg.). (2000b). *Mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung am Ende der Pflichtschulzeit (TIMSS III)*. Opladen: Leske + Budrich.
- Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., et al. (2000a). *Internationales und nationales Rahmenkonzept für die Erfassung von naturwissenschaftlicher Grundbildung in PISA*. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung. Abgerufen am 23.07.2012 von <http://www.mpib-berlin.mpg.de/Pisa/KurzFrameworkScience.pdf>.
- Berg, E. v. (1997). Improving teaching in Laboratory: Old Problems, New Perspectives. *Annual Conference Samahang Pisika Pilipinas*, 1-14. Abgerufen am 23.07.2012 von http://projects.edte.utwente.nl/smarternet/version2/cabinet/lab_teaching.pdf.
- Bergmann, G., Daub, J., Ebeling, W., Erpenbeck, J., Friedrich, P., Lantz, A., et al. (2006). Metakompetenzen und Kompetenzentwicklung. (A. B. Qualifikations-Entwicklungs-Management, Hrsg.) *QUEM-Report - Schriften zur beruflichen Weiterbildung, Heft 95, Teil II*, S. 1-152.
- BLK. (1998). *Gutachten zur Vorbereitung des Programms "Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts"*. Bonn. Abgerufen am 23.07.2012 von <http://www.blk-bonn.de/papers/heft60.pdf>.
- Bolte, C. (2003). Förderung naturwissenschaftlicher Bildung durch außerschulische und schulische Bildungsangebote. In A. Pitton (Hrsg.), *Außerschulisches Lernen in Physik und Chemie* (S. 33-49). Münster: Lit Verlag.

- Bos, W., Lankes, E.-M., Prenzel, M., & Schwippert, K. (2003). *Erste Ergebnisse aus IGLU: Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich*. (W. Bos, Hrsg.) Münster: Waxmann.
- Brandt, A. (2005). *Förderung von Motivation und Interesse durch außerschulische Experimentierlabors (Dissertation)*. Göttingen: Cuvillier Verlag.
- Braun, W.-D., Gülker, K., Riedel, H.-E., Heideck, A., Neubauer, B., & Köhler, R. (2002). *Rahmenpläne für das Fach Physik*. Abgerufen am 28.06.2012 von <http://www.bildungserver-mv.de/cms-rahmenplan-cmd.aspx?Art=&Klasse=&Fach=physik>.
- Bulmahn, E. (2002). Rede der Bundesministerin für Bildung und Forschung Edelgard Bulmahn zum Thema "Bildung und Innovation" am 13. Juni 2002 im Deutschen Bundestag., (S. 1-6). Abgerufen am 23.07.2012 von http://cp27.xsadmin.de/download/Regierungserklaerung_Bulmahn_Bildung%20und%20Innovation_20020613.pdf.
- Burmeister, M., Jokmin, S., & Eilks, I. (2011). Bildung für nachhaltige Entwicklung und Green Chemistry im Chemieunterricht. *Chemie im Kontext*, 18. Jg. (Nr. 3), S. 123-128.
- Busch, W. (1997). *Max und Moritz - Eine Bubengeschichte in sieben Streichen*. Esslingen, Wien: Esslinger Verlag.
- Bybee, R. W. (2002). Scientific Literacy - Mythos oder Realität? In W. Gräber (Hrsg.), *Scientific Literacy - Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung* (S. 21-43). Opladen: Leske + Budrich.
- Castells, M. (2010). *The rise of the network society*. Chichester: Wiley-Blackwell.
- Dähnhardt, D., Haupt, O., & Pawek, C. (Hrsg.). (2009). *Kursbuch 2010 - Schülerlabore in Deutschland*. Marburg: Tectum Verlag.
- Dähnhardt, D., Sommer, K., & Euler, M. (2007). Lust auf Naturwissenschaften und Technik - Lernen im Schülerlabor. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, (Nr. 99), S. 4-10.
- Deci, E. L., & Ryan, R. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39. Jg. (Nr. 2), S. 224-238.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, (25), S. 54-67.
- DeGEval - Deutsche Gesellschaft für Evaluation e.V. (Hrsg.). (2008). *Standards für Evaluation* (4. unveränderte Ausg.). Mainz.
- Demuth, R., Gräsel, C., Parchmann, I., & Ralle, B. (Hrsg.). (2008). *Chemie im Kontext - Von der Innovation zur nachhaltigen Verbreitung eines Unterrichtskonzepts*. Münster: Waxmann.
- Demuth, R., Parchmann, I., Ralle, B., & Gräsel, C. (2005b). *Chemie im Kontext - Hinweise zur Konzeption, Durchführung und Evaluation von Unterrichtseinheiten*. (R. Demuth, & et al., Hrsg.) Kiel. Abgerufen am 23.07.2012 von <http://lakk.sts-ghrf->

- fritzar.bildung.hessen.de/ausbildung2012/modul/mod/phylenz/kontext/Kontexte-lehrerleitfaden.pdf.
- Demuth, R., Ralle, B., & Parchmann, I. (2005a). Basiskonzepte - eine Herausforderung an den Chemieunterricht. *Chemie im Kontext, Jg. 12* (Nr. 2), S. 55-60.
- Denman, K., Christian, J. R., Steiner, N., Pörtner, H.-O., & Nojiri, Y. (2011). Potential impacts of future ocean acidification on marine ecosystems and fisheries: current knowledge and recommendations for future research. *Journal of Marine Science*, S. 1019-1029.
- DLR. (2012). *DLR School_Lab Neustrelitz*. Abgerufen am 15.06.2012 von http://www.dlr.de/schoollab/desktopdefault.aspx/tabid-6256/10355_read-22475/.
- Döring, N., & Bortz, J. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation*. Heidelberg: Springer.
- Edelmann, W. (2000). *Lernpsychologie*. Weinheim: Beltz.
- Engeln, K. (2004). *Schülerlabors. Authentische aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken (Dissertation)*. Berlin: Logos Verlag.
- Ferchhoff, W. (2011). *Jugend und Jugendkulturen im 21. Jahrhundert*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Fink, B. (1992). Interessenentwicklung im Kindesalter aus der Sicht einer Personen-Gegenstands-Konzeption. In A. Krapp, & M. Prenzel (Hrsg.), *Interesse, Lernen, Leistung* (S. 53-83). Münster: Aschendorff.
- FMV. (2011). *Forschungsverbund Mecklenburg-Vorpommern e.V. - Das Schülerlabor FMV-BIOlogisCH im Agrobiotechnikum Groß Lüsewitz*. Abgerufen am 10.04.2012 von <http://www.fmvev.net/projekte/fmv-biologisch.html>.
- Freienberg, J. (2002). *Chemie fürs Leben - ein neuer Ansatz für den Chemieunterricht am Beispiel der Behandlung von Säuren, Laugen und Salzen in der Sekundarstufe I sowie Anknüpfungsmöglichkeiten für die Sekundarstufe II (Dissertation)*. Rostock.
- Freienberg, J., Krüger, W., Lange, G., & Flint, A. (2001). "Chemie fürs Leben" auch schon in der Sekundarstufe I - geht das? *Chemkon, Jg. 8* (Nr. 2), S. 68-76.
- Fuchs, J., Söhnlein, D., & Weber, B. (2011). *Rückgang und Alterung sind nicht mehr aufzuhalten - Projektion des Arbeitskräfteangebots bis 2050*. IAB-Kurzbericht 16/2011, Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. Abgerufen am 23.07.2012 von <http://doku.iab.de/kurzber/2011/kb1611.pdf>.
- Fux, S. J. (2005). *Theorie und Berufstätigkeit - Theorie und Instrumente von John Holland im deutschsprachigen Raum*. Göttingen: Cuvillier Verlag.
- Gerlach, S. A. (1994). *Spezielle Ökologie: Marine Systeme*. Heidelberg: Springer Verlag.
- Glowinski, I. (2007). *Schülerlabore im Themenbereich Molekularbiologie als Interesse fördernde Lernumgebungen (Dissertation)*. Kiel.
- Guderian, P. (2007). *Wirksamkeitsanalyse außerschulischer Lernorte: Der Einfluss mehrmaliger Besuche eines Schülerlabors auf die Entwicklung des Interesses an Physik (Dissertation)*. Berlin.

- Heine, C., Willich, J., & Schneider, H. (2010). *Informationsverhalten und Entscheidungsfindung bei der Studien- und Berufswahl - Studienberechtigte 2008 ein halbes Jahr vor dem Erwerb der Hochschulreife*. Hannover: HIS Forum Hochschule.
- Hellberg, B.-M. (2009). *Entscheidungsfindung bei der Berufswahl - Prozessmodell der Emotionen und Kognitionen* (2. Ausg.). Wiesbaden: VS Research.
- Hempelmann, R. (2011). Ein Lernort für unsere Zukunft. *Nachrichten aus der Chemie*, (Nr. 2), S. 103.
- Hempelmann, R., & Haupt, O. (Februar 2012). Fachtagung über Schülerforschungszentren. *LeLa Magazin*, (Nr. 2), S. 2-3.
- Heublein, U., Hutzsch, C., Schreiber, J., Sommer, D., & Besuch, G. (2009). *Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkömmlichen Studiengängen - Ergebnisse einer bundesweiten Befragung von Exmatrikulierten des Studienjahres 2007/8*. Hannover: HIS Forum Hochschule.
- Hidi, S. (2000). An interest researcher's perspective on the effects of extrinsic and intrinsic factors on motivation. In C. Sanscone, & J. Harackiewicz, *Intrinsic and extrinsic motivation - The secret for optimal motivation and performance* (S. 309-339). New York: Academic Press.
- Huck, J., Haan, G. d., & Plesse, M. (2010). *Schülerlabor & Co. - Außerschulische naturwissenschaftlich-technische Experimentierangebote als Ergänzung des Schulunterrichts in der Region Berlin-Brandenburg*. Berlin: TSB/Regioverlag.
- Hurd, P. D. (1998). Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. *Science Education*, S. 407-416.
- Institut für Physik der Universität Rostock. (2011). *Physik und Schule an der Universität Rostock*. Abgerufen am 10.04.2012 von <http://web.physik.uni-rostock.de/physchl/>.
- IOW. (2002). *Forschungsprogramm des Leibniz-Instituts für Ostseeforschung Warnemünde*. Abgerufen am 26.06.2012 von <http://www.io-warnemuende.de/forschungsprogramm.html>.
- IOW. (2008). *Projektantrag "MariSchool"*. Warnemünde: (unveröffentlicht).
- IOW. (2011). *Warnemünder Schülertage*. Abgerufen am 10.04.2012 von <http://www.io-warnemuende.de/schuelertage.html>.
- Irmer, E. (2012). Kooperation Schule - Wissenschaft. *Praxis der Naturwissenschaften Chemie in der Schule*, 61. Jg. (Nr. 3), S. 4.
- Johst, R. A. (2008). *111 (Lebens-)Weisheiten aus den letzten 2559 Jahren* (Bd. 1). Norderstedt: Books on Demand GmbH.
- Klaes, E. & Welzel, M. (2006). Außerschulische Lernorte und naturwissenschaftlicher Unterricht. In Gesellschaft der Didaktik für Chemie und Physik (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit neuen Medien - Jahrestagung der GDGP in Paderborn 2005* (S. 239-241). Berlin: Lit Verlag.
- Klieme, E. (2009). *PISA 2009: Bilanz nach einem Jahrzehnt*. Münster, u.a.: Waxmann.
- KMK. (2004a). *Bildungsstandards der Kultusministerkonferenz - Erläuterungen zur Konzeption und Entwicklung*. Abgerufen am 13.03.2012 von

- http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Konzeption-Entwicklung.pdf.
- KMK. (2004b). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss*. (Luchterhand, Hrsg.) Abgerufen am 13.03.2012 von http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Chemie.pdf.
- KMK. (2007). *Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Schule - Empfehlung der KMK und der Deutschen UNESCO-Kommission*. Berlin, Bonn: KMK.
- KMK. (2009). *Empfehlung der Kultusministerkonferenz zur Stärkung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Bildung (Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 07.05.2009)*. Berlin, Bonn: KMK.
- KMK. (2012a). *Bildung für eine nachhaltige Entwicklung*. Abgerufen am 10.04.2012 von <http://www.kmk.org/bildung-schule/allgemeine-bildung/faecher-und-unterrichtsinhalte/weitere-unterrichtsinhalte/bildung-fuer-nachhaltige-entwicklung.html>.
- KMK. (2012b). *Bildungsstandards*. Abgerufen am 13.03.2012 von <http://www.kmk.org/bildung-schule/qualitaetssicherung-in-schulen/bildungsstandards/ueberblick.html>.
- Krapp, A. (1992a). Das Interessenkonstrukt - Bestimmungsmerkmale der Interessenhandlung und des individuellen Interesses aus der Sicht einer Person-Gegenstands-Konzeption. In A. Krapp, & M. Prenzel (Hrsg.), *Interesse, Lernen, Leistung - Neue Ansätze der pädagogisch-psychologischen Interessenforschung* (S. 297-329). Münster: Aschendorff.
- Krapp, A. (1992b). Konzepte und Forschungsansätze zur Analyse des Zusammenhangs von Interesse, Lernen und Leistung. In A. Krapp, & M. Prenzel (Hrsg.), *Interesse, Lernen und Leistung - Neuere Forschungsansätze in der Pädagogischen Psychologie* (S. 9-52). Münster: Aschendorff Verlag.
- Krapp, A. (1998). Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, (45), S. 186-203.
- Krug, S. A., Schulz, K. G., & Riebesell, U. (2011). Effects of changes in carbonate chemistry speciation on *Coccolithus braarudii*: a discussion of coccolithophorid sensitivities. *Biogeoscience*, S. 771-777.
- LeLa. (2011). *Lernort Labor - Bundesverband der Schülerlabore e.V. - Daten, Zahlen und Fakten*. Abgerufen am 20.02.2012 von <http://www.lernort-labor.de/data.php?tl=12>.
- LeLa. (2012). *Lernort Labor - Bundesverband der Schülerlabore e.V. - Was sind Schülerlabore?* Abgerufen am 03.04.2012 von <http://www.lernort-labor.de/LabCards.php>.
- Mehlhaff, F., Flint, A., Stübs, R., Richter, R., Finke, L., Wachtel, M., et al. (2002). *Rahmenplan Chemie für Gymnasium und die integrierte Gesamtschule - Jahrgangsstufe 7-10*. (Ministerium für Bildung M-V, Hrsg.) Roggentin: adiant Druck.
- Merzyn, G. (2008). *Naturwissenschaften, Mathematik, Technik - immer unbeliebter?* Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren GmbH.

- Ministerium für Bildung (MV-BB-B). (2006a). *Bildungsserver Mecklenburg-Vorpommern: Download von Rahmenplänen*. Abgerufen am 26.06.2012 von <http://www.bildungsserver-mv.de/download/rahmenplaene/kc-biologie-11-12-gym.pdf>.
- Ministerium für Bildung (MV-BB-B). (2006b). *Bildungsserver Mecklenburg-Vorpommern: Download von Rahmenplänen*. Abgerufen am 26.06.2012 von <http://www.bildungsserver-mv.de/download/rahmenplaene/kc-chemie-11-12-gym.pdf>.
- Ministerium für Bildung Mecklenburg-Vorpommern. (2011). *Erster Bildungsbericht - Mecklenburg Vorpommern 2011*. Schwerin: Bildungsministerium M-V.
- Ministerium für Bildung MV (Hg.). (2010). *Rahmenplan für das Fach Naturwissenschaften*. Abgerufen am 28.06.2012 von http://www.bildungsserver-mv.de/download/rahmenplaene%5CNaturwissenschaften_OS_2010_Erprobungsfassung.pdf.
- Mitchell, M. (1993). Situational interest: Its multifaceted structure in the secondary school mathematics classroom. *Journal of Educational Psychology*, (85), S. 426-436.
- Nagy, G., & Husemann, N. (2010). Berufliche Interessen vor und nach dem Übergang in die gymnasiale Oberstufe. Invarianz der Interessensstruktur und Profilveränderungen zwischen Gymnasialzweigen. In W. Bos, E. Klieme, & O. Köller (Hrsg.), *Schulische Lerngelegenheiten und Kompetenzentwicklung* (S. 59-84). Münster: Waxmann.
- Neher, E.-M. (2012). Schule und Wissenschaft - Experimentieren in Chemie, Physik und Biologie im Göttinger XLAB. *Praxis der Naturwissenschaften Chemie in der Schule*, 61. Jg. (Nr.3), S. 5-9.
- NLQ. (2012). *Kerncurricula, Rahmenrichtlinien und Curriculare Vorgaben in Niedersachsen*. Abgerufen am 14.03.2012 von <http://www.nibis.de/nibis.phtml?menid=203>.
- Ohly, K. P., & Strobl, G. (2008). *Naturwissenschaftliche Bildung*. Weinheim, Basel: Beltz.
- Overwien, B. (2006). Informelles Lernen - zum Stand der internationalen Diskussion. In T. Rauschenbach, W. Düx, & E. Sass (Hrsg.), *Informelles Lernen im Jugendalter - Vernachlässigte Dimensionen der Bildungsdebatte* (S. 36-62). Weinheim, München: Juventa Verlag.
- Parchmann, I., & Schecker, H. (2006b). Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz. (R. Duit, & e. al., Hrsg.) *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, Jg. 12, S. 45-66.
- Parchmann, I., Bündler, W., Demuth, R., Freienberg, J., Klüter, R., & Ralle, B. (2006a). Lernlinien zu Verknüpfung von Kontextlernen und Kompetenzentwicklung. *Chemie im Kontext*, Jg. 13 (Nr. 3), S. 124-131.
- Pawek, C. (2009). *Schülerlabore als interessefördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler aus der Mittel- und Oberstufe (Dissertation)*. Kiel.
- Philippart, C. J., Anadón, R., Danovaro, R., Dippner, J. W., Drinkwater, K. F., Hawkins, S. J., et al. (2011). Impacts of climate change on European marine ecosystems:

- observations, expectations and indicators. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, S. 52-69.
- Piaget, J. (2003). *Meine Theorie der geistigen Entwicklung*. (R. Fatke, Hrsg.) Weinheim, Basel: Beltz.
- Pilling, G., & Waddington, D. (1997). Ein neuer Chemiekurs: In die Zukunft blicken. *Chemie im Kontext*, 4. Jg. (Nr.1), S. 13-18.
- PISA-Konsortium Deutschland (Hrsg.). (2007). *PISA '06 - Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie*. Münster; u.a.: Waxmann.
- PISA-Konsortium Deutschland (Hrsg.). (2008). *PISA 2006 in Deutschland - Die Kompetenz der Jugendlichen im dritten Ländervergleich*. Münster; u.a.: Waxmann.
- Pötzsch, O. (2012). *Geburten in Deutschland - Ausgabe 2012*. (Statistisches Bundesamt, Hrsg.) Abgerufen am 27.03.2012 von https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/Bevoelkerungsbewegung/BroschuereGeburtenDeutschland0120007129004.pdf?__blob=publicationFile.
- Rauner, F., Haasler, B., Heinemann, L., & Grollmann, P. (2009). *Messen beruflicher Kompetenz* (Bde. 1: Grundlagen und Konzeption des Komet-Projektes). Berlin: Lit Verlag.
- Rauschenbach, T., Düx, W., & Sass, E. (Hrsg.). (2006). *Informelles Lernen im Jugendalter - Vernachlässigte Dimensionen der Bildungsdebatte*. Weinheim, München: Juventa Verlag.
- Riebesell, U. (2011). *Biological Impacts of Ocean Acidification*. Abgerufen am 26.06.2012 von <http://www.bioacid.de/>.
- Rieß, W. (2010). *Bildung für nachhaltige Entwicklung - Theoretische Analysen und empirische Studien* (Bde. Internationale Hochschulschriften, Bd. 542). Münster: Waxmann.
- Rost, J. (1993). Möglichkeiten und Grenzen der Evaluation von Umweltbildungszentren. In R. Dempsey, W. Janssen, & C. Reuther, *Umweltzentren im wiedervereinten Deutschland und im zukünftigen Europa - Habitat. Arbeitsberichte der Aktion Fischotterschutz - Nr. 10*. Hankensbüttel.
- Rost, J. (2000). Allgemeine Standards für die Evaluationsforschung. In W. Hager, J.-L. Patry, & H. Brezing, *Evaluation psychologischer Interventionsmaßnahmen* (S. 129-140). Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Hans Huber.
- Rostock denkt 365° (2011a). *Schülerlabore in MV*. Abgerufen am 10.04.2012 von http://www.rostock365.de/index.php?strg=24_29_152&baseID=178.
- Rostock denkt 365° (2011b). *Warnmünder Erklärung - 2011*. Abgerufen am 12.03.2012 von http://www.rostock365.de/index.php?strg=1_149&baseID=175.
- Sattelberger, T. (2012). *MINT Zukunft schaffen*. Abgerufen am 16.03.2012 von www.mintzukunftschaefen.de/: <http://www.mintzukunftschaefen.de/>.
- Sauerborn, P., & Brühne, T. (2010). *Didaktik des außerschulischen Lernens*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.

- Schaefer, M. (2012). *Wörterbuch der Ökologie*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Schallies, M. (2002). Naturwissenschaftlicher Unterricht im neuen Jahrhundert. *Biologie in unserer Zeit, Jg. 32 (Nr. 1)*, S. 50-57.
- Scharfenberg, F.-J. (2005). *Experimenteller Biologieunterricht zu Aspekten der Gentechnik im Lernort Labor: empirische Untersuchung zu Akzeptanz, Wissenserwerb und Interesse (Dissertation)*. Bayreuth.
- Schermer, F. J. (2006). *Lernen und Gedächtnis* (4. Ausg.). Stuttgart: Kohlhammer.
- Schiefele, H., Prenzel, M., Krapp, A., Heiland, A., & Kasten, H. (1983). *Zur Konzeption einer pädagogischen Theorie des Interesses. Gelbe Reihe – Arbeiten zur Empirischen Pädagogik und Pädagogischen Psychologie, Nr.6*. München: Institut für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie der Universität München.
- Schmidkunz, H., & Lindemann, H. (2003). *Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren*. Hohenwarsleben: Westarp Wissenschaften.
- Schmitz, A. (2006). *Interessens- und Wissensentwicklung bei Schülerinnen und Schülern der Sek II in außerschulischer Lernumgebung am Beispiel von NaT-Working "Meeresforschung" (Dissertation)*. Kiel.
- Schröder, E. (1989). *Vom konkreten zum formalen Denken. Individuelle Entwicklungsverläufe von der Kindheit zum Jugendalter*. Bern, Stuttgart, Toronto: Verlag Hans Huber.
- Schröter, D. (2003). Studierfähigkeit als unbekannte Größe in doppelqualifizierenden Ausbildungsgängen. In U. Clement, & A. Lipsmeier (Hrsg.), *Berufsbildung zwischen Struktur und Innovation - Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik* (S. 91-104). Stuttgart: Franz Steiner Verlag.
- Statistisches Bundesamt. (2012a). *Pressemitteilung - 24 % mehr Studienanfänger in Ingenieurwissenschaften 2011*. Abgerufen am 17.03.2012 von https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2012/03/PD12_095_213.html.
- Statistisches Bundesamt. (2012b). *Pressemitteilung - Schülerinnen und Schüler im Jahr 2011/12*. Abgerufen am 10.04.2012 von https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2012/03/PD12_102_211.html.
- Streuer, S. (2010). *Demografie konkret online*. (Bertelsmann Stiftung, Herausgeber, & mv4you) Abgerufen am 20.03.2012 von <http://www.demographiekonkret.de/Mecklenburg-Vorpommern.126.0.html>.
- U.S. Department of Commerce (Earth System Research Laboratory). (2012). *Trends in atmospheric carbon dioxide*. Abgerufen am 01.06.2012 von http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/#mlo_data.
- Upmeyer zu Belzen, A., Vogt, H., Wieder, B., & Christen, F. (2002). Schulische und außerschulische Einflüsse auf die Entwicklungen von naturwissenschaftlichen Interessen bei Grundschulkindern. In M. Prenzel, & J. Doll (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer,*

naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen (S. 291-307). Weinheim: Beltz.

Weinert, F. E. (Hrsg.). (2002). *Leistungsmessungen in Schule*. Weinheim und Basel: Beltz.

Ziegler, C. (2009). *Partizipation der Schüler im naturwissenschaftlichen Fachunterricht* (Bd. 19). Opladen, Farmington Hills: Barbara Budrich.